

Norsk Vann

Rapport



261 | 2021

Omfillingsmasser



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

Norsk Vann BA

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

Rapportens tittel

Omfyllingsmasser

Forfatter(e)

Torun Rise, Sintef

Forsidefoto:

Bilde 1: Direktoratet for forvaltning og økonomistyring

Bilde 2: Carl Sangolt, Bergen Vann

Bilde 3: Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten

Ekstrakt

Norsk Vann har igangsatt et prosjekt knyttet til omfyllingsmasser, hvor målet er å vurdere alternative sorteringer til bruk som omfyllingsmasser med bakgrunn i kvalitet, levetid og miljø. Som en del av dette prosjektet er SINTEF engasjert for å gjennomføre et litteraturstudium knyttet til type masser og steinmaterialer samt byggeteknisk/mekaniske aspekter ved ulike alternative omfyllingsmasser.

Bakgrunnen for prosjektet er i hovedsak et økende miljøfokus. Kravene som stilles til dagens omfyllingsmasser medfører ofte at massene må transporteres langt, i tillegg til at sorteringene som benyttes ofte også er relevante for andre høyverdige formål slik som tilslag i asfalt og betong.

Det ligger store besparelser, både økonomiske og miljømessige, i bedre utnyttelse av lokale masser.

Rapportnummer: 261/2021

ISBN 978-82-414-0457-3 (trykt utgave)

Emneord, norsk

Omfyllingsmasser, ledningsgrøfter, lokale masser

Emneord, engelsk

Backfill, pipeditches, local masses

Forord



Fram til 1970-tallet ble det i hovedsak brukt stedlige masser til fundament og omfylling av rør i Norge. Det var en stor forbedring da man begynte å bruke pukk i grøftene. Samtidig ble det slutt på å bruke stedlige masser som er gode nok. I mange tilfeller er stedlige masser mer enn gode nok, men kunnskapen er nok gradvis blitt borte.

Målsettingen med dette prosjektet er å kartlegge dagens praksis og dokumentere hva som finnes av anbefalinger og standarder. Videre er prosjektets mål å ut ifra dette vurdere om det er behov for å endre praksis og anbefale hva som bør være ledningseiers og rørleverandørenes krav til omfyllingsmasser. Norsk Vann er i gang med å utarbeide en ny Vannstandard som skal erstatte tidligere VA-norm og VA/Miljøblad. Denne prosjektrapporten vil være et innspill til dette arbeidet.

Tidlig i arbeidet med prosjektet ble det foreslått at disse vurderingene kunne være egnet for en masteroppgave ved NTNU eller NMBU. Inga Rise var masterstudent ved NMBU høsten 2020 og tok utfordringen. Det ble avtalt at hun skulle konsentrere seg om miljømessige forhold og at SINTEF skulle se på øvrige forhold. Foreliggende rapport er utarbeidet av Torun Rise som tidligere blant annet har ledet FoU-prosjektet Kortreist stein med fokus på bruk av stedlige masser.

Prosjektgruppen har bestått av representanter for bergindustri, rørleverandører, entreprenører, Statens Vegvesen og Norsk Vann:

- Njål Hagen, Norsk Bergindustri
- Knut Li, Franzefoss / NCC
- Finn Bangsund, MEF
- Terje Reiersen, Basal
- Bård Moen, Pipelife/NPG Norge
- Håkon Killerud, SG PAM
- Øystein Myhre, Statens Vegvesen
- Arnhild Krogh, Norsk Vann

Målsettingen med dette prosjektet er å kartlegge dagens praksis og dokumentere hva som finnes av anbefalinger og standarder.

Pensjonert VA-ingeniør Gunnar Mosevoll har kommet med nyttige innspill til rapportutkastet.

Faglig ansvarlig hos Norsk Vann har vært Kjetil Furuberg. Anbefalingene i rapporten er drøftet med prosjektgruppen. Rapporten er ikke behandlet i Norsk Vanns styrende organer.

Norsk Vann takker alle som har bidratt til rapportens innhold. Vi håper rapporten vil være nyttig for alle som jobber med planlegging av VA-grøfter. Det ligger store besparelser, både økonomiske og miljømessige, i bedre utnyttelse av lokale masser.

Hamar mars 2021

Einar Melheim
prosjektleder

Sammendrag

Norsk Vann har igangsatt et prosjekt knyttet til omfyllingsmasser. Bakgrunnen for prosjektet er økt miljøfokus, både ved Norges forpliktelser gjennom Parisavtalen og FNs bærekraftsmål, men også mer lokalt gjennom miljøutfordringer knyttet til massetransport. Kravene som stilles til dagens omfyllingsmasser medfører ofte at massene må transporteres langt, i tillegg til at sorteringsene som benyttes ofte også er relevante for andre høyverdige formål slik som tilslag i asfalt og betong. Det ligger store besparelser, både økonomiske og miljømessige, i bedre utnyttelse av lokale masser. Nye anbefalinger knyttet til alternative omfyllingsmasser må oppfylle VA-bransjens krav til levetid for rørledninger.

Generelt vil en bedre massehåndtering kunne bidra til bedre lønnsomhet, både internt i prosjekter, men også i et større regionalt perspektiv. Dette vil i tillegg bidra til redusert uttak av ikke-fornybare ressurser samt betydelig reduksjon i utslipp av klimagasser. Økt fokus på miljø forventes også de neste årene å få stadig større betydning, både gjennom krav knyttet til etablering av ledningsgrøfter, men også med tanke på fornuftig bruk av ressurser. Økt bruk av lokale masser, det vil si bruk av masser fra lokaliteter med kort transportavstand fra anleggsstedet, vil være et viktig moment i framtidige prosjekter for å redusere miljøpåvirkningene.

I en masteroppgave utarbeidet som en del av prosjekt omfyllingsmasser, er det utført livsløpsanalyser knyttet til omfyllingsmasser, og vurderinger av miljøpåvirkning fra produksjon av ulike typer masser, ulike transportavstander og selve grøfteutførelsen. Konklusjonen i masteroppgaven er at det er valg av pukkfraksjon og transportavstand som har størst betydning for miljøpåvirkningen. Det er også disse momentene som anses å ha størst potensiale for besparelser og forbedringer i framtiden. Basert på dette har SINTEF følgende anbefalinger for framtidens VA-prosjekter:

Fokus på miljø ved planlegging og gjennomføring av VA-prosjekter

Det anbefales at kommunene i større grad inkluderer miljø og mål om reduksjon i klimagassutslipp i vurderingene knyttet til både planlegging og gjennomføring av VA-prosjekter. Dette omfatter også å stille krav om og sørge for at også eventuelle innleide konsulenter er bevisste på miljøkrav.

Det største potensialet for å redusere prosjekters miljøpåvirkning ligger i massetransporten. Kommunene bør derfor legge bedre til rette gjennom sine anskaffelser at prosjektene skal ha som mål å benytte lokale masser. Dette omfatter blant annet å sørge for tilstrekkelig areal for lagring og bearbeiding av masser, samt tilby areal for deponi slik at transportavstandene i hvert enkelt prosjekt reduseres i så stor grad som mulig.

Fokus på økt bruk av lokale masser

Økt bruk av lokale masser vil bidra til kraftig reduksjon i massetransport, reduksjon i kostnader, samt reduksjon i uttak og bruk av såkalte jomfruelige grus- og pukkressurser. Kommunene må allerede i planleggingsfasen utføre kartlegging og undersøkelser knyttet til hvilke lokale masser som finnes og hvilken kvalitet det er på disse for å avklare om massene er egnet til omfyllingsmasser. Dette omfatter både lokale masser ved anleggsstedet, i tillegg til nærliggende pukkforekomster. Kunnskap om grunnforholdene er avgjørende for å kunne gjøre gode valg med tanke på masser, tekniske løsninger og ikke minst utførelse. Dersom de lokale massene vurderes som egnet, må det etableres rutiner for bearbeiding av massene. Ofte vil det være nødvendig med en forenklet prosessering, eksempelvis ved bruk av sikt for å sortere ut finstoff og for store/grove masser, alternativt etablering av mobilt knuseverk.

Ved behov for å kjøpe masser, bør det prioriteres pukkverk med kortest mulig transportavstand til anlegget. Det bør også prioriteres å velge lange fraksjoner (eksempelvis 4/16 mm) fra ett knusetrinn, framfor kortere fraksjoner (eksempelvis 8/11 mm) som har vært gjennom flere knusetrinn.

Det bør i så stor grad som mulig skilles på krav som stilles til masser som skal brukes til fundament og masser som skal benyttes til omfyllingsmasser. Likeledes bør det i større grad vurderes å skille på krav til masser som benyttes i grøfter i terreng og masser som skal benyttes i grøfter i veg og under plasser med trafikklast. En slik differensiering vil legge til rette for økt bruk av lokale masser. Som en følge av dette anbefales det at kommunene vurderer behov for revisjon av praksis og krav i sine VA-normene, for i større grad beskrive miljøvennlige løsninger og god ressursutnyttelse. I dette ligger også økt fokus på oppfølging i forbindelse med prosjektering av nye VA-anlegg, for å ivareta at kravene etterlevs.

Vurdering av «riktig» bruk av masser

De viktigste momentene knyttet til "riktig" bruk av masser er å redusere miljøbelastningen i tillegg til å bidra til en bedre ressursutnyttelse. Dette omfatter i hovedsak bruk av lokale masser for å redusere transportavstander, men også ved å redusere behovet for uttak av såkalt jomfruelige masser. Masser til bruk i ledningsgrøfter bør i så liten grad som mulig omfatte masser med egenskaper som tilfredsstillende krav til mer høyverdige formål, slik som øvre del av veg- og baneoppbygging samt som tilslag i asfalt og betong. Det er ikke miljømessig forsvarlig å bruke store mengder høyverdige masser sett i lys av at det i deler av Norge er knapphet på denne

typen ressurser. Det må poengteres at anbefalingene ikke må tolkes dithen at grøfteprosjekter i framtiden kun skal benytte lokale masser for enhver pris. Kjøp av masser fra pukkverk vil fortsatt være nødvendig. Anbefalingen om økt bruk av lokale masser er i hovedsak knyttet til en oppfordring om at kommunene i større grad må vurdere lokale alternativer. Det må også poengteres at anbefalingene ikke må tolkes slik at kvalitet på masser ikke er viktig. Omfyllingsmasser har en svært viktig funksjon i grøfteoppbyggingen for å beskytte rørene og bidra til stabilitet i ledningsgrøftene. Kvalitet på omfyllingsmasser er derfor viktig både for beskyttelse av rør og levetiden på grøfteoppbyggingen, og vil med bakgrunn i dette være en svært viktig parameter også i framtidige prosjekter selv om man i større grad oppfordres til å benytte mer lokale masser. Anbefalingene her må derfor ses på som oppfordringer til å tenke mulige alternativer med grøfteoppbygging. Dette kan blant annet være knyttet til utforming av selve grøften, hvilke typer rør som benyttes osv.

Gjennomgang av leverandørenes leggeanvisninger

SINTEF anbefaler at det utføres en gjennomgang av leverandørenes leggeanvisninger hvor gjeldende krav vurderes på nytt med bakgrunn i type masser og hvilke fraksjoner som kan og bør benyttes. Kommunene støtter seg i stor grad på de generelle VA-normene utarbeidet av Norsk Vann, som igjen støtter seg på leverandørenes leggeanvisninger. Utfordringene er i stor grad knyttet til å få alle parter til å tenke nytt, ved å vurdere sine krav og beskrivelser sett i lys av momenter som miljø og ressursutnyttelse.

Pukkprodusentene må synliggjøre sin kompetanse i større grad

Det anbefales at pukkbransjen i enda større grad bidrar med sin kompetanse knyttet til ulike typer masser, og på denne måte hjelper VA-bransjen til å velge riktige produkter. Riktig bruk av ressurser vil i stadig større grad bli et viktig moment i årene framover, ikke minst i og nær de største byene hvor tilgangen på nærliggende grus- og pukkressurser avtar og er en utfordring. Gjennom å bidra med kompetanse og erfaringer knyttet til både knuseprosess og kvalitetsdokumentasjon av ulike type masser, vil pukkprodusentene kunne være med på å optimalisere prosjektering og dermed utførelse av ledningsgrøfter ytterligere. Dette omfatter vurderinger knyttet til hvilke masser som egner seg best til omfylling, sett i lys av «godt nok»-prinsippet. Videre vil dette også være med på å bidra i en større regional masseforvaltning, og bidra til at man øker den totale utnyttelsen av masser. I tillegg vil dette også bidra til at man i mindre grad bruker høyverdige masser som omfyllingsmasser, og at disse i stedet kan prioriteres til formål slik som asfalt og betong.

Anbefalingene er oppsummert i ei sjekkliste gjengitt i vedlegg.

SINTEF mener at det gjennom et økt fokus på nevnte punkter vil være mulig å imøtese framtidens krav knyttet til miljø. Dette er miljøkrav som i stadig større grad må håndteres gjennom å tilpasse hvordan prosjekter planlegges og gjennomføres.

English summary

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

Address: Vangsvegen 143, NO-2321 Hamar, Norway

Phone: + 47 62 55 30 30

E-mail: post@norskvann.no

Website: www.norskvann.no

Report no: 261/2021

Report title: Omfyllingsmasser

Author(s): Torun Rise, Sintef

ISBN 978-82-414-0457-3 (printed edition)

Norsk Vann has initiated a project related to backfill in ditches, where the goal is to consider alternative material for use as backfill materials based on quality, lifetime and environment. As part of this project is SINTEF engaged to carry out a literature study related to the type of masses and stone materials as well as construction technical / mechanical aspects of various alternative backfill materials. The background for the project is mainly an increasing environmental focus. The requirements set for today backfill masses often mean that the masses have to be transported far, in addition to the sortings that often used is also relevant for other high-value purposes such as aggregates in asphalt and concrete. The located store savings, both economic and environmental, in better utilization of local masses.

Innhold

1. Innledning	9	7. Miljøpåvirkning fra omfyllingsmasser i rørgrofter, utført masteroppgave	35
2. Bakgrunn	10	8. Diskusjon	36
2.1. Norges klimamål	10	8.1. Bakgrunn og historikk	36
2.2. Prosjekt omfyllingsmasser	11	8.2. VA-norm og lokale krav	37
2.3. Grøftetype og grøftetverrsnitt	11	8.3. Kvalitet, levetid, miljø og ressursutnyttelse	37
2.4. Rørmateriale og rørdimensjon	13	8.4. Ulike krav og behov for ulike type rør	38
2.5. Grunnforhold og grøfteoppbygging	15	8.5. Massenes fysiske egenskaper	39
2.6. Bruksområde over grøfta	19	8.6. Utførelse og type omfyllingsmasser	39
2.7. Omfyllingsmasser	19	9. Konklusjon/anbefaling	41
3. Gjeldende regelverk	21	9.1. Fokus på miljø ved planlegging og gjennomføring av VA-prosjekter	41
3.1. VA-normen og VA/Miljø-blad	21	9.2. Fokus på økt bruk av lokale masser	41
3.2. Norsk standard NS 3420	21	9.3. Vurdering av «riktig» bruk av masser	43
3.3. Ledningsforskriften	22	9.4. Gjennomgang av leverandørens leggeanvisninger	45
3.4. Rørproduzentenes leggeanvisninger	22	9.5. Pukkproduzentene synliggjøre sin kompetanse i større grad	45
3.5. Statens vegvesens håndbøker	24	10. REFERANSER	47
3.6. Bane NORs tekniske regelverk	27	Tidligere utgitte rapporter	53
3.7. Erfaringer fra Sverige	27		
4. Dagens «normale» praksis	28		
4.1. Spørreundersøkelse	28		
4.2. Pukk til bruk i grøfter	30		
5. Bruk av lokale masser	31		
5.1. FoU-prosjektet Kortreist stein	31		
5.2. Tilgjengelighet på pukkkressurser i Norge	32		
6. Tidligere utførte undersøkelser	33		
6.1. Testforsøk Finland (PAM)	33		
6.2. Testforsøk duktile rør (Saint Gobain PAM)	34		

1. Innledning

Norsk Vann har igangsatt et prosjekt knyttet til omfyllingsmasser. Omfyllingsmasser omfatter i denne sammenheng masser som benyttes i ledningsgrøfter, til fundament, sidefylling og beskyttelseslag. Flere aktører i bransjen deltar med bakgrunn i økende interesse knyttet til mulighetene for bruk av alternative omfyllingsmasser. Et av målene med prosjektet er å vurdere alternative sorteringer til bruk som omfyllingsmasser med bakgrunn i kvalitet, levetid og miljø. Som en del av dette prosjektet er SINTEF engasjert for å gjennomføre et litteraturstudium knyttet til type masser og steinmaterialer samt byggeteknisk/mekaniske aspekter ved ulike alternative omfyllingsmasser.

Bakgrunnen for prosjektet er i hovedsak et økende miljøfokus. Kravene som stilles til dagens omfyllingsmasser medfører ofte at massene må transporteres langt, i tillegg til at sorteringene som benyttes ofte også er relevante for andre høyverdige formål slik som tilslag i asfalt og betong.

Styringsgruppa i prosjekter omfatter flere aktører i bransjen;

- Norsk Vann (representerer kommunene)
- Franzefoss Pukk AS (pukkprodusent)
- Norsk Bergindustri (bransjeforening for den norske mineralnæringen)
- Maskinentreprenørenes forbund (MEF) (representerer utførende entreprenører)
- Statens vegvesen (ledningsgrøfter plasseres ofte under/nær veg)
- Basal (produsent av betongrør)
- NPG Norge (representert ved Bård Moen fra Pipelife Norge AS) (produsent av plastrør)
- PAM (produsent av duktile støpejernsrør)

SINTEF er bedt om å bistå med kompetanse innenfor kortreist stein, kunnskap om ulike typer masser og steinmaterialer samt byggetekniske/mekaniske aspekter ved ulike alternative omfyllingsmasser. Foreliggende rapport vil derfor ha hovedfokus på omfyllingsmassenes materialegenskaper, med bakgrunn i kvalitet, levetid og miljø.

Prosjektet omfatter også en masteroppgave som utføres av Inga Rise ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Masteroppgaven har fokus på miljø og livsløpsanalyser (LCA), gjennom blant annet å se nærmere på hvilken del av massens livsløp som har størst miljøpåvirkning og sammenligne disse.

SINTEFs rapport vil derfor ikke beskrive miljøpåvirkning og livsløpsanalyser for omfyllingsmasser i særlig grad, utover en kort oppsummering av den utførte masteroppgaven i kapittel 8.

Det presiseres at foreliggende rapport er utarbeidet med hovedfokus knyttet til VA-bransjen med rørdiameter opp til ca. 1 meter. I vegprosjekter er rørdiameteren opptil flere meter. Rapporten inneholder henvisninger til Statens vegvesens håndbøker, men omfatter altså ikke nærmere vurderinger knyttet til rørdiameter over 1 meter.

2. Bakgrunn

2.1. Norges klimamål

Regjeringens Klimaplan for 2021-2030 [1] ble godkjent i statsråd 8. januar 2021 og presenterer regjeringens politikk for å redusere klimagassutslipp i tråd med Norges klimamål og i samarbeid med EU. Samtidig la Samferdselsdepartementet fram en handlingsplan for fossilfrie anleggsplasser innen transportsektoren [2], hvor fossilfrie anleggsplasser i transportsektorer skal være med på å bidra til å nå Norges utslippsforpliktelser fram mot 2030. Anbefalingene i handlingsplanen kan kort oppsummeres i følgende punkter:

- Regjeringen vil øke avgifter på ikke-kvotepliktige utslipp, for på denne måten simulere til lavere utslipp gjennom innkjøp av mer miljøvennlige maskiner, logistikeffektivisering på anleggsplassen samt gjennom endret driftsmønster.
- Regjeringen vil igangsette pilotprosjekter for å kunne gi raskere utvikling og utprøving av ny teknologi.
- Regjeringen vil bruke krav i offentlige anskaffelser som virkemiddel for å bidra til reduksjon i utslipp fra anleggsplasser i transportsektoren.
- Regjeringen vil igangsette utredning av krav og mål for fossilfrie anleggsplasser i transportsektoren.
- Regjeringen vil vurdere virkemidler for å sikre effektiv massehåndtering fra anleggsplasser i transportsektoren.
- Regjeringen vil styrke kunnskapsgrunnlaget rundt klimagassutslipp fra anleggsplasser i transportsektoren gjennom å bedre statistikkgrunnlaget.
- Regjeringen vil utrede eksterne kostnader utenom utslipp fra CO₂ fra anleggsvirksomhet.

Flere av disse punktene er direkte relevante for VA-prosjektene som beskrives i denne rapporten. Dette gjelder spesielt punktene knyttet til økning av avgifter, bruk av krav i forbindelse med offentlige anskaffelser og ikke minst effektiv massehåndtering.



Figur 1: Massetransport i forbindelse med grøftarbeider representerer den største miljøbelastningen.
(Foto: Einar Sørensen Maskinentreprenør AS)

2.2. Prosjekt omfyllingsmasser

Prosjekt omfyllingsmasser skal se nærmere på alternative sorteringer for omfyllingsmasser som kan være like godt egnet som sorteringene som benyttes i dag med tanke på hensynet til total kvaliteten på ledningene. Det generelle kravet til levetid for rørledninger i VA-bransjen i Norge er 100 år. Dette er et absolutt krav beskrevet i flere VA/Miljø-blad [3] [4] [5]. Nye anbefalinger knyttet til alternative omfyllingsmasser må derfor som et minimum kunne gi en slik levetid. Dette innebærer at nye, alternative sorteringer må tilfredsstillende nødvendig krav knyttet til spesielt vanntransport, komprimering, vinterarbeid osv. Som beskrevet innledningsvis har foreliggende rapport hovedfokus på VA-bransjen. Det kan likevel nevnes at krav til levetid for veger og tilhørende rørledninger ikke er like strenge, men dette kommenteres ikke nærmere i det videre.

Gjennom dette søker foreliggende rapport å vurdere følgende punkter nærmere:

- Gjeldende regelverk
- Hva er «normal» praksis?
- Hvilke typer bergarter benyttes? (sortering, mekaniske egenskaper)
- Grunnforhold og geotekniske forhold i ledningsgrøfter, komprimering
- Type fyllmasser, hvordan bygge opp for ulike grøftetverrsnitt?
- Bruk av lokale masser

En rørledning utsettes for både utvendige og innvendige krefter. Utvendige krefter omfatter i hovedsak jordlast, trafikklast og utvendig vanntrykk, eksempelvis fra grunnvann. Jordlast omfatter jordtrykk (horisontallast) og vertikalspenninger fra overliggende masser (vertikallast). Når det gjelder innvendig krefter omfatter dette i hovedsak vanntrykk. Prinsippet bak alle rørtypene er et samvirke mellom rørledningens styrke og deformasjon på den ene siden, og styrke til/deformasjon av fundament og omfyllingsmasser på den andre siden [6].

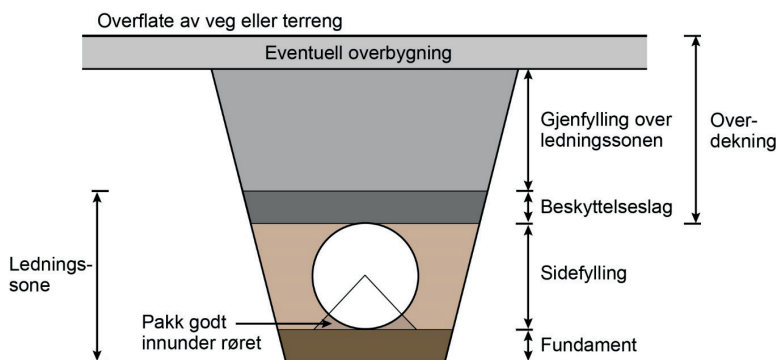
Det er flere parametere som spiller inn og som vil ha betydning for vurderingene knyttet til alternative omfyllingsmasser. I det videre gis det derfor en kort beskrivelse av disse. Som beskrevet innledningsvis er denne rapporten utarbeidet med hovedfokus på VA-bransjen. Ofte legges VA-ledninger langs og i veger, og i slike tilfeller kan det være hensiktsmessig å se veganlegget og ledningsanlegget under ett. Det presiseres igjen at foreliggende rapport har fokus på VA-anlegg på generell basis, og det gis ikke nærmere beskrivelser av tilfeller knyttet til veg/grøfteoppbygging.

2.3. Grøftetype og grøftetverrsnitt

Det stilles ulike krav til utforming av grøft basert på hvilket formål grøften skal ha, samt hvilke og hvor mange rør som skal plasseres i den. Ulike rør har ulike formål, slik som til vann, avløp og overvann. I hovedsak kan grøftetyperne kategoriseres i to typer; ettrørsgrøft og flerrørsgrøft. For begge typer gjelder at utforming avhenger av om grøften er i løsmasser eller i sprengt fjell (fjellgrøft), samt geografisk plassering hvor det eksempelvis kan være lite plass ved etablering av grøfter i urbane strøk.

En prinsippsskisse på ettrørsgrøft er vist i Figur 2, og et eksempel på betongrør i ettrørsgrøft er vist i Figur 3.

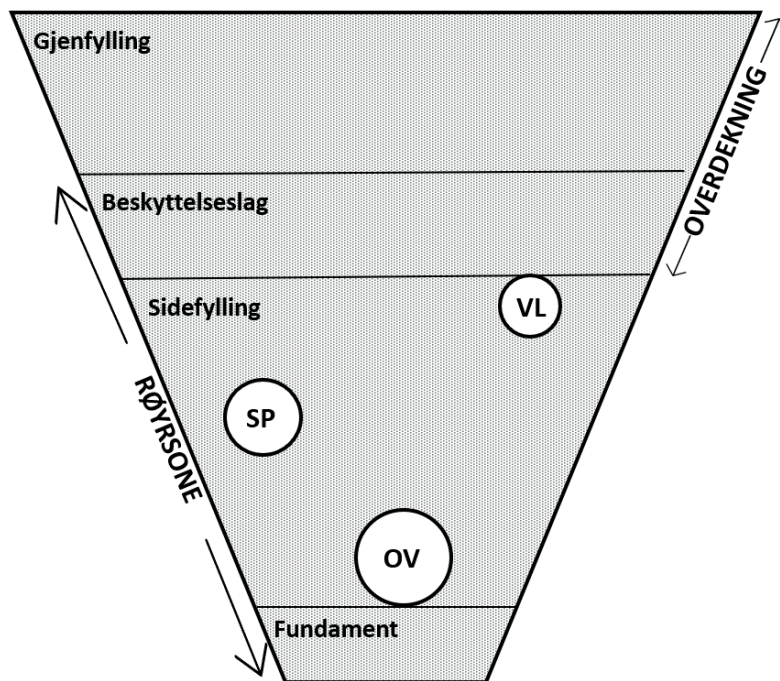
I flerrørsgrøfter vil naturlig nok grøftetverrsnittet være avhengig av rørdimensjonen samt krav knyttet til fri avstand mellom rørene [8]. Hvordan de ulike rørene skal plasseres er beskrevet i VA-normene til kommunene. Et typisk grøftetverrsnitt for flerrørsgrøfter er vist i Figur 4. Som det framgår av denne figuren er prinsippet for hvordan ledningsgrøften skal bygges opp likt som for ettrørsgrøft.



Figur 2: Eksempel på grøftetverrsnitt for ettrørsgroft [7].



Figur 3: Eksempel på ettrørsgroft (foto: Basal).



Figur 4: Eksempel på grøftetverrsnitt for flerrørsgroft [9].

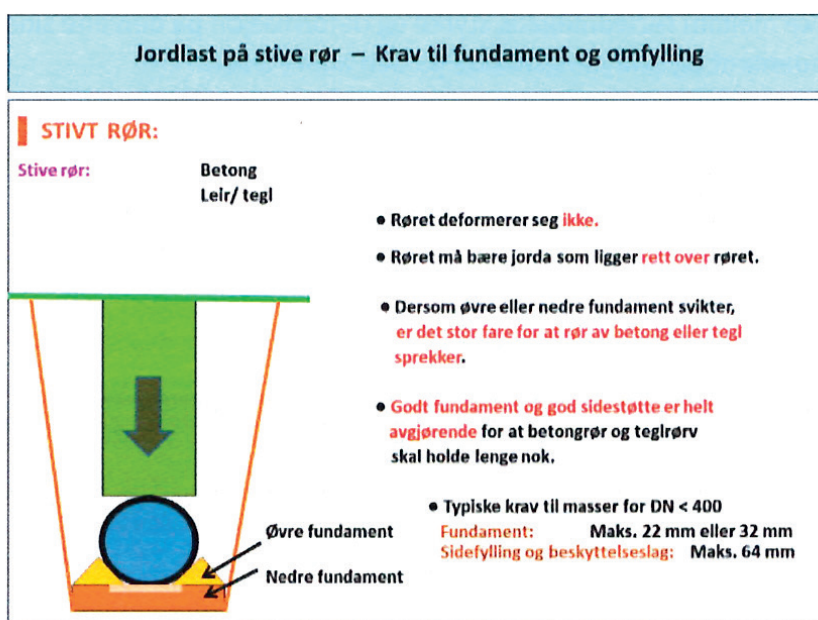
Det er flere ulike måter man kan plassere rørene på i flerrørsgrofter. Vanligvis plasseres vannledninger øverst, deretter ledninger for spillvann i midten og overvannsledning nederst [10]. Det er de ulike kommunenes VA-normer som avgjør hvordan de ulike rørene skal plasseres i forhold til hverandre.

Det finnes flere ulike retningslinjer for utforming av ulike grøftetverrsnitt. Dette er beskrevet blant annet i VA/Miljø-blad fra Norsk Vann, i norsk Standard NS 3420 og NS 3070, i leggeanvisningene til de ulike rørproduzentene og i Statens vegvesens håndbøker. Det gis en nærmere beskrivelse av dette i kapittel 3.

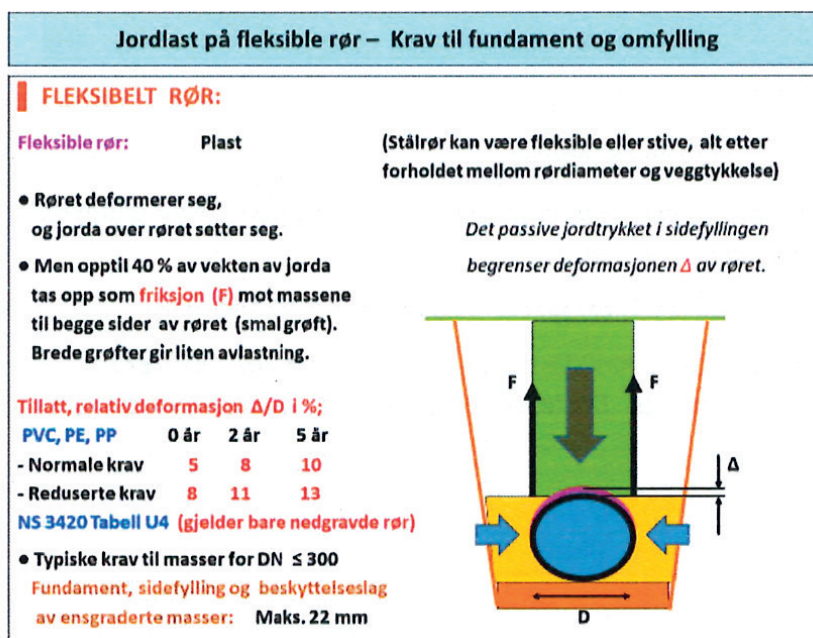
2.4. Rørmateriale og rørdimensjon

De mest brukte rørtypene kan deles inn i to kategorier; stive rør og fleksible rør.

Stive rør omfatter i hovedsak betongrør [3] og duktile støpejernsrør [4]. I tillegg kan også stålrør (ikke tynnveggede) [11] nevnes, selv om disse benyttes lite, men er aktuelt til bruk for drivstoff og prosessrør. Stive rør er i utgangspunktet selvbærende konstruksjoner som skal være dimensjonert for å tåle lasten av overforliggende jord og trafikk, se Figur 5.



Figur 5: Jordlast på stive rør [6].



Figur 6: Jordlast på fleksible rør [6].

Deformasjon i stive rør kan karakteriseres som ubetydelig (0-2% avhengig av rørmateriale) og de har en relativt stor innebygget styrke slik at kravene knyttet til sidefyllingsmasser og komprimering generelt er noe mindre sammenlignet med fleksible rør. Som vist i Figur 5 må stive rør bære jordlast, trafikklast og eventuelle andre laster. Dersom fundamentet til røret svikter, massene i undergrunnen deformeres eller når overliggende jordlast blir for stor, er det fare for at også stive rør kan sprekke. Materialeegenskapene i stive rør, det vil si duktile støpejernsrør og betongrør, vil ha betydning for hvordan de ulike lastene påvirker rørene [12]. Et godt fundament og god sidestøtte rundt røret er helt avgjørende for at stive rør skal oppnå ønsket levetid [6].

Fleksible rør omfatter rør av PVC-U [13], PE [14], PP [15], GRP (GUP) [5], tynnveggede stålrør og preisolerte rør [10]. Disse rørene er ikke stive, og har derfor ikke styrken som kreves for å alene bære lasten fra overforliggende jord og trafikk. Prinsippet bak jordlast på fleksible rør er vist i Figur 6. Dette innebærer at sidefyllingen blir spesielt viktig for fleksible rør. Riktig utførelse og valg av masser er avgjørende for å hindre at rørene deformeres for mye [16].

I hovedsak omfatter rørledningsnett i Norge vann-, avløps- og overvannsledninger. De vanligste rørtypene med bruksområde og rørdimensjoner er vist i Tabell 1. Det gjøres oppmerksom på at tabellen omfatter rør til bruk i VA-anlegg, og ikke rør i vegbygging.

Tabell 1: Bruksområder og dimensjon for ulike type rør [17].

Type rør	Type materiale	Bruksområde	Dimensjon/diameter
Stive rør	Betong	Primært avløpsrør	≤3000 mm [17]
	Duktile støpejernsrør	Vann og avløp	≤2000 mm [17]
Fleksible rør	PVC-U	Vann og avløp	≤630 mm [17]
	PE	Vann og avløp	≤2500 mm (homogen rørvegg) [17]
	PP	Primært avløp og drenering	≤1400 mm [17]
	GRP (GUP)	Vann og avløp	≤2400 mm [17]

I områder med aggressivt miljø, eksempelvis grunnforhold med surt grunnvann, myrområder eller sulfidholdig bergarter, kan dette skape korrosjon på metalliske rør. Korrosjon er angrep på et materiale av det omgivende medium, det vil si for eksempel kjemisk reaksjon mellom materialet og vann eller stoffer løst i vann, eller reaksjon mellom oksygen og metall. Korrosjon av rør har flere uønskede virkninger, både ved redusert levetid, økt behov for vedlikehold samt redusert kvalitet på eksempelvis vannkvalitet i vannrør. Korrosjon kan opptre på ulike vis, avhengig av rørmateriale og vannkvalitet/grunnforhold.

Generelt er ikke plastrør utsatt for korrosjon, men for metalliske rør kan leire medføre utfordringer knyttet til korrosjon [11]. For å beskytte rørene og redusere mulighetene for korrosjon benyttes korrosjonsbeskyttelse, både utvendig og innvendig i rør. Eksempelvis er dagens støpejernsrør alltid påført en utvendig korrosjonsbeskyttelse, selv om man rent prinsipielt vil kunne ha lang levetid på metalliske rør uten utvendig beskyttelse lagt i anaerobe omgivelser og uten tilgang på organisk materiale. Et utvendig belegg av fiberarmert betong har så stor mekanisk styrke at røret vil tåle grovere omfyllingsmasser enn andre typer utvendig korrosjonsbeskyttelse. I enkelte tilfeller kan også kostnadsreduksjon for omfyllingsmassene bli større enn kostnadstillegget for korrosjonsbeskyttelsen.

Det skilles mellom tre ulike prinsipper for utvendig korrosjonsbeskyttelse; aktiv, passiv og pasifiserende. En aktiv korrosjonsbeskyttelse omfatter et lag med sink eller en annen legering med sink, hvor dette laget bidrar aktivt til å reparere eventuelle riper eller sår inntil en viss størrelse. En passiv korrosjonsbeskyttelse omfatter at rørene får et utvendig belegg av enten Polyetylen (PE) eller Polyuretan (PUX), som danner en passiv barriere som hindrer at fuktighet transporteres inn mot rørveggen. En pasifiserende korrosjonsbeskyttelse omfatter et utvendig sementmørtelbelegg som øker pH-verdien på eventuell fuktighet som trenger gjennom belegget og mot rørveggen, og på denne måten er med på å motvirke korrosjon [4].



Figur 7: I Norsk Vann rapport 233 kan du lese mer om fordeler og ulemper ved betongrør.



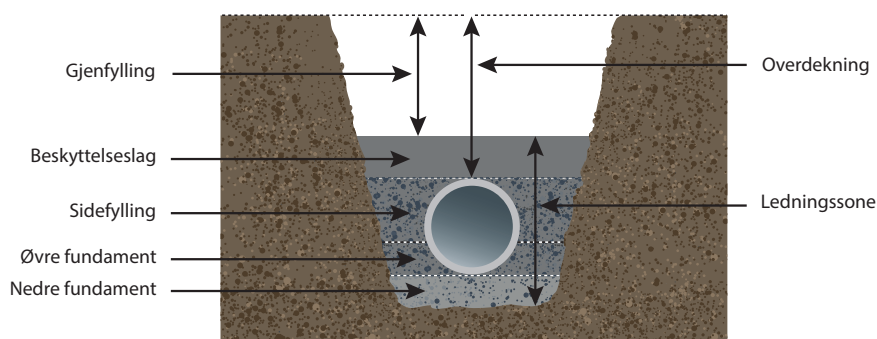
Figur 8: I Norsk Vann rapport 173 kan du lese mer om duktile støpejernsrør og behovet for korrosjonsbeskyttelse.



Figur 9: I Norsk Vann rapport 232 finner du mer om ulike typer plastrør, leggeteknikker og hvordan vi skal oppnå minst 100 års levetid.

2.5. Grunnforhold og grøfteoppbygging

Grunnforholdene vil være avgjørende for hvordan grøfta skal utformes og hva som kreves for å etablere et tilstrekkelig grøftefundament. Generelt deles en ledningsgrøft inn i ulike soner basert på funksjon, se Figur 10.



Figur 10: Soneinndeling av grøftetverrsnitt [18].

I det videre er det benyttet «omfylling» om massene rundt rør (angitt som «sidefylling» i Figur 10), mens «gjenfylling» er benyttet for massene som brukes til å fylle igjen grøfta (se Figur 10).

Grunnforholdene er avgjørende for hvordan ei ledningsgrøft skal utformes, og har spesielt viktig betydning for fundamentet som utgjør et viktig grunnlag for den totale kvaliteten på ledningsgrøftene. Hovedprinsippet er at det for «dårlige» grunnforhold må utføres masseutskifting for å sørge for stabilt underlag for fundamentet. Grunnforholdene vil også ha betydning for tykkelsen på fundamenteringen.

I tilfeller med bløtere undergrunn er det viktig at massene i gjenfyllingen legges lagvis, slik at det lokalt ikke oppstår stort trykk mot undergrunnen som igjen presser på øvrige masser i området. I områder med stort trykk mot områder med mindre trykk kan medføre risiko for svanker og skader på rørledningene. Slike områder med bløtere undergrunn vil dermed også kunne medføre et tykkere fundament, hvor det vil være nødvendig å benytte separasjonsduk og eventuelt nett for å oppnå nødvendig stabilitet.

Ved humusholdige masser eller masser med høyt organisk innhold vil masseutskifting være nødvendig. Dersom det forekommer kvikkleire, må det vurderes kalk/sement-stabilisering. Spesielle tiltak må vurderes dersom man går fra faste til bløte grunnforhold. Her vil det spesielt for stive rør kunne oppstå differensialsetninger.

Dybden på grøfta avhenger av blant annet hvor mange rør som skal legges, samt hvilke krav som stilles til overdekning av disse utfra overliggende laster. For enkelte rør vil det også være krav til at de skal legges frostfritt, noe som innvirker på grøftas dybde samt at det må unngås bruk av telefarlige masser. Det er i SVVs håndbok N200 [7] vedlegg 1 angitt tabeller som beskriver frostmengder i alle kommuner i Norge. Frostmengdene innen de enkelte kommunene kan variere mye.

Beskrevet nedenfra og opp skal grøftetverrsnittet bestå av et fundament som anses som det viktigste elementet i et grøftetverrsnitt, og derfor har de strengeste kravene. Videre kommer sidefylling og beskyttelseslag, som har som funksjon å skjerme røret, sikre tilstrekkelig sidestøtte, og hindre deformasjon som følge av overforliggende laster og skader av punktlast fra større steiner [11]. Øvre del av grøftetverrsnittet, gjenfyllingen, omfatter sonen mellom rørsone og overflaten. Ved et godt utformet fundament, sidefylling og overfylling kan rørledningenes utvendige laster reduseres. En god omfylling av en trykkledning kan også forbedre en lednings evne til å tåle innvendig undertrykk [6].

Setningsskader er en fare for alle vann- og avløpsledninger, og de fleste rørskader skyldes dårlig utførelse av fundamentet. Et godt grøftefundament er derfor avgjørende for å oppnå ønsket levetid. Grøftefundamentet har som oppgave å forsterke grunn med utilstrekkelig eller ujevn bæreevne, og bidra til å fordele belastningene rundt rørene. Som det framgår av Figur 6 deles fundamentet ofte inn i nedre og øvre grøftefundament, hvor nedre grøftefundament er fundamentet under rørstammen. Når det gjelder øvre fundament finnes det flere definisjoner. I VA/Miljø-blad er det beskrevet at øvre fundament ofte beskrives som kvartsirkelestøtten på røret [11], mens øvre fundament i CEN/TR 1046 [19] er definert som masser som skal gi god sidestøtte opp til 50-70% av rørdiameteren. Fundamenttykkelsen bør variere så lite som mulig da variasjon i tykkelse kan bidra til ulik belastning på rørene og dermed kan medføre såkalte svanker på ferdig lagt ledning [18]. Av samme grunn bør det også være krav til jevnhet på utgraving og grøftebunn. Det gjøres oppmerksom på av vedlegg A, B og C tilhørende CEN/TR 1046 [19] ikke er vurdert i forbindelse med utarbeidelse av denne rapporten. Disse vedleggene bør gjennomgås i mer detalj dersom det planlegges vesentlig endring i kravene til omfyllingsmasser.

Geotekstil (separasjonsduk) skal benyttes dersom det er fare for uønsket vandring av masser mellom de ulike sonene. Fundamentet skal komprimeres, men de øverste 50 mm skal løsgjøres etter utført komprimering for å hindre såkalt «punkt-/knivlast» på rørene. Dette er spesielt viktig for stive rør med stor belastning. Tykkelse på fundamentet samt hvilke type masser som benyttes til dette er avhengig av grunnforhold samt type rør og rørdimensjon som skal i grøfta, men tykkelsen skal være på minimum 150 mm for ferdig lagt rør. Kornstørrelser for masser som benyttes i grøftefundament er vist i Figur 12. Et ujevnt underlag som følge av for grov sortering på massene eller for dårlig komprimering vil kunne medføre setningsskader [11] [10]. Grove sorteringer med skarpkantede korn kan også føre til uønskede punktbelastninger. Det gjøres for øvrig oppmerksom på at NS 3420-F [20] åpner for bruk av stedlige masser i fundamentet. For en nærmere beskrivelse av krav vises det til relevante VA/Miljø-blad samt produsentenes leggeanvisninger.



Figur 11: Legging av rør ved bruk av geotekstil (Foto: Einar Sørensen Maskinentreprenør AS).

Figur 12: Kornstørrelse for fundamentmasser, a) stive rør og b) fleksible rør.

Rørmateriale	Nominell rørdiameter	Største nominelle kornstørrelse [mm]	
		Velgraderte masser	Ensgraderte masser
Betongrør	DN < 400	32	22
	DN ≥ 400	53	32
Stål- og støpejernsrør		32	22

a) Kornstørrelse for fundamentmasser, stive rør [11].

Rørtype	Rørdiameter (DN)	Største kornstørrelse	
		Velgradert	Ensgradert
Termoplast	≤ 300	16	16
	> 300	22	22
Herdeplast	≤ 600	16	16
	> 600	22	22

b) Kornstørrelse for fundamentmasser, fleksible rør [10].

Det gjøres oppmerksom på at det er forskjell i ordbruken i de to tabellene i Figur 12. Til venstre (Figur 12 a) er det benyttet «største nominelle kornstørrelse» mens det til høyre (Figur 12 b) er benyttet «største kornstørrelse». Det antas at det også for Figur 12 b menes største nominelle kornstørrelse, det vil si øvre siktstørrelse (D) slik det også er beskrevet i SVVs håndbok N200 [7] og definert i tilslagsstandardene, eksempelvis NS 13242 [21]. Dette innebærer at absolutt største steinstørrelse, for noen % av materialet, kan være større enn angitte steinstørrelse, ofte opptil 2D.

Omfylling (sidefylling) har som formål å sikre at røret oppnår tilstrekkelig sidestøtte, og da særlig i nedre kvartsirkel av røret. I flerrørsgrøfter vil sidefyllingen også fungere som fundament. Videre skal beskyttelseslaget bidra til å beskytte røret mot punktlaster fra massene som benyttes til gjenfylling. Tykkelsen på et slikt beskyttelseslag bør være minimum 150 mm, men ved store steiner i gjenfyllingsmassene bør beskyttelseslaget med fordel økes. Massene for omfylling legges ut ved bruk av gravemaskin, hvor massene legges fra lavest mulig høyde for å unngå skader på rørene. Fordeling og eventuell komprimering må utføres slik at det ikke blir skade på rørene eller at de forskyves. Som beskrevet i kapittel 2.4 har stive rør relativt stor innebygget styrke, noe som medfører at kravene til massene som benyttes til omfylling samt krav til komprimering er noe mindre enn for fleksible rør. Ringstivheten til et duktilt støpejernsrør skiller seg betydelig fra fleksible rør, og er en grunnleggende egenskap som gjør at rørene tåler store innvendige vanntrykk og store utvendige belastninger. Dette gjør at massene på sidene av betongrøret har tilsvarende mindre betydning for ledningsanleggets kvalitet. Når det gjelder betongrør så vil rørets bæreevne øke ved pakking under rørets nedre kvartsirke (dvs. øvre fundament). Når det gjelder krav til komprimering så er dette avhengig av summen av lastene, type omfyllingsmasse samt hva som skal etableres på overflaten over ledningsgrøften.

Masser til bruk for gjenfylling over ledningssonen/rørsonen har til hensikt å gi et mekanisk stabilt grøftesystem som er med på å sikre lang levetid for ledningene som ligger i grøfta.

Type masser for bruk i ledningssonen avhenger av blant annet av bruksområde over grøfta og mulige trafikkklaster. Friksjonsmasser, (det vil si grov silt, sand, grus og sprengstein der størstedelen av massenes skjærstyrke skyldes friksjon [7]), bør benyttes under vegger og plasser, samt dersom ledningssonen inneholder flere ledninger i flere plan. I VA/Miljø-blad om grøfteutførelse er det angitt at det for områder utenfor vegger og plasser også kan benyttes andre stedlige masser [11] [10]. Dette tolkes som at stedlige masser kan benyttes for gjenfylling i ledningssonen, såfremt dette er friksjonsmasser. I områder uten trafikklast stilles det ingen krav til friksjonsmasser i ledningssonen for duktile støpejernsrør, noe som gjør at stedlige morenemasser med maksimal steinstørrelse 60 mm vil kunne være godt anvendelig både til bruk i fundament og som omfyllingsmasser. Når det gjelder plastrør kan disse godt legges i kohesjonsjord, det vil si leire eller leirholdig jord.

Bruk av geotekstil kan være aktuelt for å unngå uheldig sammenblanding av masser i ledningssonen dersom grunnen i grøftebunnen er dårlig, det vil si består av torv, humusholdige masser, bløt leire eller silt. Geotekstil kan også være aktuelt i fjellgrøfter. Masser med høyt organisk innhold bør masseutsiftes. Det gjøres oppmerksom på at bruk av geotekstil alene trolig ikke vil kunne takle svært dårlige masser, og at andre geotekniske tiltak vil være nødvendig for å oppnå nødvendig stabilitet i grøfta. Ved svært dårlige grunnforhold kan helsevede PE-rør ofte være et godt alternativ, med stedlige masser rundt rørledningen. Det vises til relevante VA/Miljø-blad og produsentenes leggeanvisninger for nærmere beskrivelse av tykkelser og utførelse.

Det er i VA/Miljø-blader beskrevet at man fortrinnsvis skal benytte stedlige masser til gjenfylling/overdekning, men at massene ikke må inneholde stein som har større tverrmål enn 0,5 meter. Som for masser i ledningssonen er også kravet til masser for bruk til gjenfylling/overdekning avhengig av overliggende laster. Dersom ledningssonen ligger under veger eller plasser bør det benyttes friksjonsmasser, men utenfor slike områder er det beskrevet at «også andre stedlige masser kan brukes» [11] [10]. Høyde på overdekningen avhenger av hvilke belastninger det er på røret samt hva som er frostfri dybde i området. Det presiseres at frostfri dybde varierer fra kommune til kommune, også innenfor samme kommune. Det må derfor i hvert enkelt prosjekt gjennomføres en vurdering knyttet til risiko for frostproblematikk i grøfta, blant annet gjennom vurdering av massetyper, vanninnhold og lokale frostmengder [7] [22]. For nærmere beskrivelse av tykkelser og utførelse vises det til relevante VA/Miljø-blad og produsentenes leggeanvisninger.

2.6. Bruksområde over grøfta

Et annet moment som er med på å avgjøre hvordan grøfter skal bygges opp og hvilke omfyllings- og gjenfyllingsmasser som skal benyttes, er knyttet til overforliggende bruksområde. Det stilles naturlig nok andre og strengere krav til ei grøft hvor det vil være trafikkklaster fra overforliggende trafikk, sammenlignet med ei grøft hvor det ikke vil forekomme trafikkklaster.

2.7. Omfyllingsmasser

Som beskrevet i kapittel 2.5 benyttes det ulike masser til oppbygging av ei grøft. Hvilken type masser som skal benyttes avhenger av blant annet type rør og dimensjonene på disse. Type masser er i hovedsak beskrevet i relevante VA/Miljø-blad, kommunenes VA-normer samt i produsentenes leggeanvisninger.

I tillegg til krav om at rør skal legges frostfritt, stilles det også krav til bruk av ikke-telefarlige masser. Valg av masser vil være med på å påvirke hvor dypt frosten vil gå nedover i grøften. For grovkornige masser med mye hulrom vil kald luft lettere kunne trenge nedover i dypet. De største utfordringene er knyttet til frostfare under fundamentet. Ofte er også frost i stikkrenner en utfordring, det vil si der røret har åpning i begge ender. Her vil man kunne få en såkalt skorsteinseffekt, hvor sjansene for at rørledningen fryser øker. Det må nevnes at dette i hovedsak er en utfordring knyttet til stikkrenner under veg- og bane, og ikke like relevant for foreliggende rapport som i hovedsak omfatter VA-anlegg.

På den andre siden omfatter telefarlige masser i hovedsak masser med høyt finstoffinnhold. Telefarlige masser er, sammen med tilgang på vann og frost, de tre faktorene som må være til stede for at telehiv og frostsprengning skal kunne forekomme. I frostperioder vil frosten trenge nedover i bakken, og vann som befinner seg i hulrom i de ulike massene vil kunne fryse til is og utvide seg opptil 10%. Dersom frosten går ned i masser med silt og leire kan vann bli sugd opp nedenfra (kapillær stigning) og inn i disse finkornige massene. Når dette vannet fryser til is, dannes ofte cm-store islinser, som igjen danner telehiv [23].

Videre er det flere forhold som er medvirkende til at massene oppfyller sitt formål i grøfta, slik som blant annet komprimering. Komprimering har til hensikt å gi massene høyere styrke, ved at hulrom reduseres og på denne måte gjør massene tettest mulig. Den styrken som oppnås ved komprimering gjør at massene kan motstå laster fra overliggende konstruksjoner. Mengde omfyllingsmasser og grad av komprimering avhenger av type rør. Eksempelvis er det for plastrør mulig å velge ulike kombinasjoner av masser og komprimering, hvor gode masser trenger mindre eller ingen komprimering mens det ved bruk av dårligere masser vil være behov for bedre komprimering. Generelt vil man ved lengre graderinger trenge mer komprimering sammenlignet med kortere graderinger. Foreliggende rapport går ikke nærmere inn på utførelsen knyttet til komprimering.



Figur 13: Komprimering av masser (foto: Norsk Vann/Gunnar Mosevoll).

3. Gjeldende regelverk

Som beskrevet innledningsvis finnes det flere ulike retningslinjer og beskrivelser knyttet til utforming og oppbygging av ulike grøftetyper og -tverrsnitt. I det videre er det gitt en kort beskrivelse av følgende:

- VA-normen og VA/Miljø-blad
- Norske standard NS 3420
- Ledningsforskriften [24]
- Leggeanvisninger fra rørprodusentene
- Statens vegvesens håndbok N200
- Bane NORs tekniske regelverk

3.1. VA-normen og VA/Miljø-blad

Norsk Vanns VA-norm ble etablert av Norsk Vann i 2003, og har som mål å gjøre det enkelt for alle aktører, det vil si entreprenører, rørleggere, konsulenter osv., å finne ut hva som er kommunens krav til VA-tekniske anlegg [25]. VA-normen er en overordnet norm som beskriver forhåndsgodkjente løsninger knyttet til hvordan kommunaltekniske anlegg skal utføres [26], med åpning for å gjøre lokale tilpasninger. Som en følge av dette varierer krav og beskrivelser fra kommune til kommune basert på tilpasninger kommunene har gjort selv.

VA-normen beskriver de ulike krav som kommunen setter til VA-tekniske anlegg, og viser i tillegg til VA/Miljø-blad som i utgangspunktet er en beskrivelse av «beste praksis». Gjennom årene har VA/Miljø-blad utviklet seg til å bestå av mye mer enn bare beste praksis, ved å også omfatte blant annet produktfakta og -beskrivelser samt diskusjoner og eksempler. Denne utviklingen har medført at VA-normen og VA/Miljø-bladene, som har vært eid og driftet av ulike aktører, har blitt forvaltet separat. I 2017 ble det besluttet en ny strategi, som omfatter at Norsk Vann tar tilbake driften av VA-normen i egen regi, og at det etableres en «beste praksis» knyttet opp til normen. Hovedhensikten med dette er at VA-normen og VA/Miljø-bladene skal forvaltes som ett produkt [27].

3.2. Norsk standard NS 3420

Norsk Standard NS 3420 del F [20] omfatter beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner knyttet til grunnarbeider. Denne standarden er også den som danner grunnlaget for anbefalingene Norsk Vann har gitt i sine VA/Miljø-blad for grøfteutførelse for fleksible rør [10] og grøfteutførelse for stive rør [11].

Av momenter verd å nevne fra NS 3420 del F er følgende:

- Masser med 0-sortering bør ikke spesifiseres der hvor det kan være fare for utvasking, eksempelvis i grøft i berg.
- Dersom det ligger flere ledninger i flere plan i grøfta, bør hele ledningssonen bestå av friksjonsmasser.
- Dersom det i samme grøft skal ligge ledninger av ulike materialer, må kravene til masser og komprimering tilpasses den enkelte ledning.
- Under vegger og plasser bør fortrinnsvis stedlige friksjonsmasser bli brukt til gjenfylling over ledningssonen. I områder utenfor vegger og plasser kan også andre stedlige masser benyttes.
- Stedlige masser skal godkjennes av byggherren.
- Korngradering tilpasses omkringliggende masser, eller det kan brukes separasjonslag eller geotekstiler.

Flere av disse punktene er omtalt tidligere, eksempelvis i forbindelse med grøfteoppbygging beskrevet i kapittel 2.5.

3.3. Ledningsforskriften

Ledningsforskriften (Forskrift om saksbehandling og ansvar ved legging og flytting av ledninger over, under og langs offentlig veg [24]) ble fastsatt av Samferdselsdepartementet i 2013. Forskriften er knyttet opp til vegloven (Lov om vegar [28]) og skal sikre et ensartet og landsdekkende regelverk, og for offentlig veg skal saksbehandling mellom vegmyndighet og ledningseier reguleres basert på denne [7]. En veileder til ledningsforskriften er under utarbeidelse, og det forventes at denne vil erstatte flere eksisterende veiledninger.

3.4. Rørprodusentenes leggeanvisninger

Det er i Basal sin leggeanvisning for betongrør beskrevet at anvisningen er tilpasset krav gitt i NS 3420-U [29] og SVVs håndbok N200 [7]. Organiseringen av Basal omfatter en allianse og eies av til sammen 19 produsenter og leverandører av VA-produkter i Norge. Leggeanvisningen omfatter derfor en felles produkt- og kvalitetsstandard som benyttes i forbindelse med legging av betongrør.

Kort oppsummert beskriver leggeanvisningen følgende:

- Der hvor det er behov for komprimering må grøften utformes slik at det er plass til komprimeringsutstyr på begge sider av røret.
- Såkalt «pakking rundt kvartsirkel» utføres vanligvis ikke for betongrør, med bakgrunn i rørenes ringstivhet samt at tyngden på rørene gjør at de setter seg i nedre fundament.
- Separasjonslag eller geotekstil skal benyttes for å unngå uheldig sammenblanding av masser i ledningssonen dersom grøftebunnen består av dårlige masser (eksempelvis torv, humusholdige masser, bløt leire eller silt).
- Telefarlige masser skal ikke benyttes i områder rundt rør eller kum som kan utsettes for frost.

Største nominelle kornstørrelse ved legging av betongrør etter anbefaling fra Basal er vist i Tabell 2.

	DN<400	DN≥400.
Fundament (friksjonsmasser)	32 mm (velgraderte masser)	
22 mm (ensgraderte masser)	53 mm (velgraderte masser)	
32 mm (ensgraderte masser)		
Sidefylling	64 mm	120 mm
Gjenfylling	Massene skal ikke inneholde steiner med tverrmål større enn 0,3 m. Ved komprimering skal ikke største tverrmål for stein overstige 2/3 av lagtykkelsen.	

Tabell 2: Største nominelle kornstørrelse ved legging av betongrør [18].

I «Legging av plastrør for vann og avløp» [30] utarbeidet av Den Nordiske Plastrørgruppen i Norge (NPG Norge) er det blant annet beskrevet leggeanvisning for denne typen rør. NPG Norge er en del av en nordisk bransjeorganisasjon for produsenter av plastrør og av råstoff til plastrørindustrien. Kort oppsummert beskriver leggeanvisningen at det ved dårlige grunnforhold bør utføres forsterkninger av grunnen ved bruk av geotekstiler eller geonett, ved masseutskifting eller ved bruk av helsveidete rør. Videre er det beskrevet at massene i gjenfylling ikke skal inneholde stein som er større enn 1/3 av avstanden fra røret til steinen eller 2/3 av lagtykkelsen når massene skal komprimeres. Dersom gjenfyllingsmassene inneholder mange store steiner, bør tykkelsen på laget økes. En oversikt over øvre nominelle kornstørrelse til massene som skal benyttes er gitt i Tabell 3 (selvfallsledninger) og Tabell 4 (trykkledninger). Videre er det angitt at øvre nominelle kornstørrelse i fundamentet skal være 22 mm. Der det er fare for vannføring bør det unngås bruk av masser med fraksjoner mindre enn 4 mm for å redusere faren for setninger.

	DN≤250	300/315≤DN≤500	DN≥600/630
Velgraderte og naturlige masser	22 mm	32 mm	63 mm
Ensgraderte knuste masser (pukk)	22 mm	22 mm	50 mm

Tabell 3: Øvre nominelle kornstørrelse for selvføllsledninger (plastrør) [30].

	DN<300	300≤DN<600	DN≥600
Velgraderte og naturlige masser	22 mm	32 mm	40 mm
Ensgraderte knuste masser (pukk)	22 mm	22 mm	32 mm

Tabell 4: Øvre nominelle kornstørrelse for trykkledninger [30].

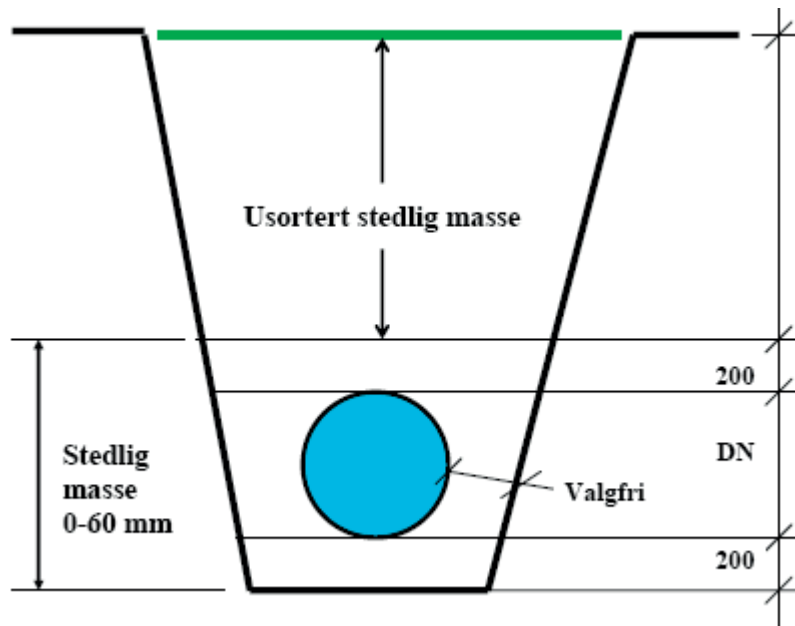
I produktinformasjon for duktile støpejernsrør utarbeidet av PAM er det beskrevet at det for duktile rør med god ringstivhet kan tillates bruk av enkle og rimelige omfyllingsmasser. Også her poengteres viktigheten av et godt fundament slik at røret ikke hviler på store steiner eller berg slik at store punktlaster kan forekomme. Videre er det beskrevet at det ut ifra korrosjonstekniske betraktninger bør alle grøftemasser som kommer i kontakt med rørets overflate være av samme type. Det er ikke spesifisert nærmere hva som ligger i dette, men det antas at det i hovedsak omfatter masser av lik bergart med lik kjemisk sammensetning, i tillegg til lik gradering. Korrosjonsbeskyttelse av duktile støpejernsrør er også beskrevet i Norsk Vanns rapport «Veiledning for bruk av duktile støpejernsrør» [31].

Generelle krav til grøftemasser i ledningssoner for rørgater med trafikklast er vist i Tabell 5. Videre er det angitt at det skal legges fiberduk for å hindre at skarpe korn i omfyllingsmassene skader PE-belegget på rørene.

		Rør med sink og bitumen-belegg (sorte rør)	Natural rør (blå)	Polyetylen-belagte rør	ZMU (blå)
Knuste masser, grus/pukk	Nominell kornstørrelse	0-22 mm	0-22 mm	0-22 mm	0-63 mm
	Største korn som kan passere gjennom sikten	32 mm	32 mm	32 mm	100 mm
Rundkornet masse, sand/naturgrus	Nominell kornstørrelse	0-32 mm	0-32 mm	0-32 mm	0-60 mm
	Største korn som kan passere gjennom sikten	63 mm	63 mm	63 mm	100 mm

Tabell 5: Generelle krav til grøftemasser for duktile støpejernsrør med trafikklast [32].

For rørgater uten trafikkbelastning er det beskrevet at kravet til grøftemasser kan reduseres, noe som omfatter både fundament, grøftemasser, overdekning og komprimering. Her er det beskrevet at «stedlige morenemasser med maksimal steinstørrelse på 60 mm er godt anvendelig til bruk både i fundamentet og som omfyllingsmasse». Videre er det beskrevet at omfyllingsmasser i ledningssonen skal ha maks steinstørrelse på 60 mm, mens omfyllingsmassene i gjenfyllingssonen kan være usorterte, stedlige masser som vist i Figur 14.



Figur 14: Grøftesnitt med gjenfylling av duktile støpejernsrør uten trafikkbelastning [32].

3.5. Statens vegvesens håndbøker

SVVs håndbok R761 Prosesskode 1 [33] omfatter standard beskrivelse for vegkontrakter, og hovedprosess 4 omfatter grøfter, kummer og rør. Eksempelvis er det i kapittel 42 *Lukkede rørgrøfter* beskrevet følgende:

«Masser til fundament, sidefylling og beskyttelseslag opp til 0,30 m over topp rør skal være tilpasset rørtypen som skal benyttes». I Tabell 6 er det listet opp hvilke massetyper som er egnet, hvor D angir øvre siktstørrelse for velgradert og ensgradert fundamentmasse:

Velgraderte masser	D ≤ 32 mm for betongrør < 400mm
	D ≤ 63 mm for betongrør ≥ 400 mm
	D ≤ 22 mm for plastrør ≤ 300 mm
	D ≤ 32 mm for plastrør > 300 mm
	D ≤ 32 mm for stålrør
Ensgraderte masser	D ≤ 22 mm for betongrør < 400mm
	D ≤ 32 mm for betongrør ≥ 400 mm
	D ≤ 22 mm for plastrør ≤ 300 mm
	D ≤ 32 mm for plastrør > 300 mm
	D ≤ 22 mm for stålrør
Sidefylling/beskyttelseslag	D ≤ 63 mm betongrør < 400 mm
	D ≤ 120 mm for betongrør ≥ 400 mm
	D ≤ 22 mm for plastrør ≤ 300 mm
	D ≤ 32 mm for plastrør > 300 mm og ≤ 600 mm
	D ≤ 63 mm for plastrør > 600 mm
	D ≤ 32 mm for stålrør

≤ = mindre enn eller lik, < = mindre enn, > = større enn

Tabell 6: Øvre siktstørrelse for egnede massetyper ihht. SVVs prosesskode [33].

Det er viktig å merke seg at Prosesskoden angir D for masser som er «egnet», men det angis ikke noen nedre siktstørrelse (d) eller kornkurve for øvrig. Her skiller det kun mellom ensgradert og velgradert. Videre, når det er beskrevet at massene skal være «egnet», antas dette å åpne for muligheter for å benytte andre masser enn det som er gitt i de ulike tabellene, så lenge de oppfyller den funksjonen de er beskrevet å skulle ha.

I tillegg er det beskrevet at «ved legging av flere rørtyper i samme grøft skal det velges en masstype som egner seg for samtlige rør».

Prosesskoden beskriver videre at filtermaterialene ikke skal være vannømfintlige og at maksimal kornstørrelse ikke skal være større enn for omfyllingsmaterialene for øvrig. For gjenfylling i drenggrøfter er det beskrevet at det skal benyttes drenerende masser, og at det for gjenfylling av drenggrøfter med drengmatter kan brukes stedlige masser. Videre beskrives det at det i øvrige grøfter, hvis ikke annet er angitt, skal gjenfylling over ledningssonen bestå av komprimerbare og stedlige masser med maksimum kornstørrelse på 300 mm og maksimalt 2/3 av lagtykkelsen. Stein større enn 100 mm skal være jevnt fordelt i massene [33].

Statens vegvesens håndbok N500 Vegtunneler [34] har også beskrivelser av grøfter, men fokus her er i hovedsak knyttet til frostsikring. Denne håndboka beskriver blant annet bruk av isolasjonsplater, som skal legges dypest mulig i grøften. Videre er det angitt at det skal settes krav til forsiktig komprimering av massene over platene for å hindre at platene ikke blir overbelastet. Når det gjelder krav til masser henvises det til håndbok N200 Vegbygging [7].

I Statens vegvesens håndbok N200 [7] er det i kapittel 4 gitt beskrivelser knyttet til vannhåndtering. I tillegg til en del mer generelle beskrivelser er det også angitt at tilbakefyllingsmasser skal velges i forhold til masser i grunnen samt type dren, og det vises til en tabell for tilbakefyllingsmasser for drenggrøfter som er gjengitt i Figur 15. Opprinnelig har denne tabellen vært knyttet til langsgående dreneringstiltak for eksisterende veg, forut for andre forsterkningstiltak.

Utførelse nr.	Type dren Tilbakefyllingsmasse
1	Drensrør Grus
2	Drensrør med fiberduk omkring røret Finsand
3	Drensmatte (drenskjerne + fiberduk) Stedlig masse
4	Pukkfylt fiberduk ev. med rør Pukk

Figur 15: Tilbakefyllingsmasser for drenggrøfter (tabell 406.4 i [7]).

Som det framgår av figuren åpnes det for flere ulike alternativer når det gjelder tilbakefyllingsmasser.

Videre er det i SVVs håndbok N200 beskrevet for lukkede rørgrofter at masser til bruk som fundament, sidefylling og beskyttelseslag ikke skal være telefarlige samt at de skal være egnet til vinterarbeid. Det stilles ikke spesielle krav til steinkvaliteten slik som mekaniske egenskaper eller lignende, men det er angitt at materialene skal være av en slik kvalitet at de ikke knuses unødig mye ved utlegging og komprimering. Massene skal heller ikke gjøre skade på rørene som de kommer i kontakt med. Øvre siktstørrelse på massene skal være i forhold til rørtype og -dimensjon. SVVs krav til tykkelser, materialvalg og utførelse av fundament for rørledninger er gitt i Figur 16.

Tilsvarende er krav til masser og utførelse for sidefylling og beskyttelseslag til rørledninger, det vil si stikkrenner og overvannsledninger, vist i Figur 17. Generelt skal sidefylling, beskyttelseslag samt gjenfylling planlegges og utføres på en slik måte at rør og ledninger ikke skades eller får uakseptable deformasjoner og forskyvninger. SVV henviser også til de ulike leverandørens leggeanvisninger.

Fundament og materialer	Grunnforhold			
	Meget fast grunn Berg, stein Betong Meget fast og hard morene el. leire	Fast grunn Grus/sand Fast og tørr leire Jevne grunn- forhold	Bløt grunn Torv Bløt silt, leire Masser som lett bløtes opp Ujevne grunnforhold	
Gjelder for alle rørmaterialer				
Fundamenttykkelse v/ rørdiameter DN < 400 mm DN = 400-1200 mm DN > 1200 mm	≥ 200 mm **) ≥ 300 mm **) ≥ 400 mm **) **) Bør vurderes av- hengig av bl.a. fyllings-høyde og tilgjengelige fundament- masser	≥ 150 mm *) ≥ 200 mm *) ≥ 250 mm *) *) Dersom stedlige masser tilfredsstiller kravene til maks. kornstørrelse kan fundamenttykkelsen reduseres til 150 mm	Ved masseutskifting med ≥ 500 mm friksjonsmasser kan disse massene utgjøre fundamentet dersom de øverste 200 mm fyller vanlige krav til fundament. Ved stabilisering, støpt bunnforsterkning eller lignende, skal fundamentet være som for «Meget fast grunn»	
Massetyper i fundament, øvre siktstørrelse ¹⁾	Betongrør Betongrør Plastrør Plastrør Stålrør	DN < 400 mm: DN ≥ 400 mm: DN ≤ 300 mm: DN > 300 mm: Alle diametre:	Velgradert Maks. 32 mm Maks. 63 mm Maks. 22 mm Maks. 32 mm Maks. 32 mm	Ensgradert Maks. 22 mm Maks. 32 mm Maks. 22 mm Maks. 32 mm Maks. 22 mm

¹⁾ Massene bør ikke være vannømfintlige, og vurderes iht. krav til frostsikring.

Figur 16: Krav til tykkelser, materialvalg og utførelse av fundament for rørdninger (tabell 422.2 i [7]).

Sidefylling/- beskyttelseslag, materialer og utførelse	Rørmateriale (diameter DN, mm)				
	Betong		Termoplast		Stål
Materialer, øvre siktstørrelse (D)	DN < 400 Maks. 63 mm	DN ≥ 400 Maks. 120 mm	DN ≤ 300 Maks. 22 mm	300 < DN ≤ 600 Maks. 32 mm	DN > 600 Maks. 63 mm
Lagtykkelse komprimering	Maks. 200 mm	Maks. 300 mm	Maks. 200 mm		Maks. 200 mm
Tykkelse beskyttelseslag	Min. 300 mm	Min. 300 mm	Min. 300 mm		Min. 300 mm
Lagtykkelse over rør før trafikk ¹⁾	Min. 500 mm dersom annet ikke er angitt		Min. 600 mm		Min. 500 mm dersom annet ikke er angitt

¹⁾ Anleggstrafikk på ujevn veg gir større belastninger enn normal trafikk ved overdekningen rørene er dimensjonert for. Lastreduserende eller lastfordelende tiltak vurderes i anleggsperioden.

Figur 17: Krav til masser og utførelse for sidefylling/beskyttelseslag til rørdninger (tabell 422.3 i [7]).

Som det framgår av Figur 17 kan masser for sidefylling og beskyttelseslag bestå av masser med ulike sorteringer. Maks steinstørrelse (D) skal tilfredsstillende rørmaterialet og diameter, mens det for minimum steinstørrelse (d) ikke stilles krav, utover at massene skal være godt drenerende. SVV beskriver videre at det gis anledning til flere alternative sorteringer for å ta hensyn til lokal tilgjengelighet og samfunnsfornuftig forvaltning. I håndbok N200 [7] er det i tillegg angitt krav til maks tillatte deformasjon (radiell) for plastrør ved ulike tidspunkt. Disse kravene er hentet fra NS 3420 [29]. Dette kan sies å være et funksjonsrelatert krav, som også delvis er styrende for både utførelse og kontroll av komprimering. Naturlig nok stilles det ikke tilsvarende krav for betongrør. Det kan i tillegg nevnes at det i SVVs håndbok N200 kap. 422.4 er beskrevet at utførelse av grøfter som ikke tilhører vegeier (eksempelvis VA-ledninger og andre kommunale ledninger), skal avtales med ledningseier.

3.6. Bane NORs tekniske regelverk

Bane NORs tekniske regelverk er et styringsverktøy og hjelpemiddel til bruk ved utforming, bygging og dimensjonering av jernbaneanlegg [35]. Under fagområde underbygning er det gitt nærmere beskrivelser knyttet til grøftemasser for ulike grøftetyper.

Eksempelvis er det for overvannsledninger beskrevet at masser til ledningsfundament og omfylling i ledningssonen til 0,25 m over topp rør kan bestå av velgradert grus, sand eller knuste steinmasser av tilsvarende gradering med maksimal kornstørrelse som gitt for drenerør i drenermasser og ensgraderte knuste steinmasser i singel/finpukkfraksjonen 8/16 mm. Videre er det beskrevet at masser til gjenfylling av grøften over ledningssonen kan bestå av tilstedeværende masser som ikke bør inneholde steiner større enn 300 mm, i tillegg til at det henvises til rørløseleverandørens anvisninger [35].

Bane NORs tekniske regelverk har derfor ingen tydelige føringer på hvilke masser som skal benyttes til omfylling. I stor grad henviser de til anvisninger utarbeidet av rørløseleverandørene. For omfylling av overvannsledninger er det beskrevet sortering 8/16 mm, men det er her brukt «kan». Dette innebærer at kravet mer veiledende enn bastant.

3.7. Erfaringer fra Sverige

Det er fortsatt en rask sjekk av krav til omfyllingsmasser i Sverige. Legging av betongrør i Sverige er blant annet beskrevet i leggeanvisning fra St. Eriks [36]. Her er det blant annet beskrevet at det største kornstørrelse for bruk rør \leq DN300 er 63 mm, mens det for rør $>$ DN300 skal benyttes kornstørrelse 90 mm. Videre er det beskrevet at dette betyr at lokale masser ofte kan gjenbrukes, noe som igjen reduserer miljøbelastningene i prosjektene. Tilsvarende er beskrevet i leggeanvisning for betongrør utarbeidet av Svensk betong [37]; omfyllingsmasser kan inneholde kornstørrelser opp til 63 mm for rør med DN300 og maks 90 mm for rør med større dimensjoner. Dette avviker noe fra hva som er beskrevet for betongrør i Norge, se Tabell 2.

Når det gjelder legging av plastrør i Sverige, så er dette beskrevet i leggeanvisning utarbeidet av Nordiska Plaströrgruppen [38]. Det er her beskrevet at det i hovedsak anbefales bruk av grus, sand og samfengt materiale til omfyllingsmasser. Videre er det beskrevet at gjenfyllingsmassene skal ha største kornstørrelse 32 mm. Dette er strengere krav enn hva som gjelder i Norge (se Tabell 3).

Det er verd å merke seg at miljø er fremhevet i leggeanvisningen fra St. Eriks [36]. Her er det beskrevet at en stor del av miljøbelastningene fra nye VA-anlegg kommer fra massetransport, både ved bortkjøring av oppgravde masser samt tilkjøring av nye. Videre er det beskrevet at betongrørenes styrke gjør at oppgravde lokale masser kan benyttes i større utstrekning, noe som sparer både mengden transport, i tillegg til å redusere behovet for bruk av såkalte jomfruelige masser. Det poengteres også viktigheten av allerede i prosjekteringsfasen kjenne til de geologiske forholdene for på denne måten kunne vurdere de lokale massenes egnethet til gjenbruk. Dette beskrives å være av stor betydning i et miljøperspektiv ved å bidra til å redusere transportbehovet, men også en avgjørende faktor også ut fra et økonomisk synspunkt. Dette bekrefter at det også i Sverige er fokus på reduksjon i transport samt økt bruk av lokale masser.

Det presiseres at det ikke er utført omfattende studier av erfaringer fra Sverige, og at foreliggende kapittel kun utgjør en noen få eksempler. Generelt bygger de svenske og norske reglene for termoplastrør på det samme kunnskapsgrunnlaget. Det bør derfor ikke være noen grunn til at man også i Norge i større grad bør kunne benytte lokale masser ved omfylling Dette diskuteres nærmere i det videre.

4. Dagens «normale» praksis

På 1960-tallet kom et økt fokus på kvalitet i VA-bransjen, hvor blant annet «Dimensjonering av nedgravde fleksible plastrør for ytre belastning» [39] ble utgitt. Statens forurensningstilsyn (SFT, nåværende Miljødirektorat) ble opprettet tidlig på 1970-tallet. SFT ble raskt en pådriver for heving av kvaliteten i vann- og avløpssektoren, og det ble blant annet utgitt flere retningslinjer for prosjektering og utførelse av VA-grøfter og -ledninger, med blant annet krav til omfyllingsmasser og arbeidsutførelse i ledningsgrøfter. På denne tiden ble det også vanlig å benytte komprimert pukk til fundament og omfylling i ledningsgrøfter. Et vanlig uttrykk fra den tiden er såkalte «selvkomprimerende» omfyllingsmasser. Tanken bak dette var å bruke pukkfraksjoner med lite komprimeringsbehov, eller sagt på en annen måte, pukk som ga god kvalitet på ledningen selv om man slurvet med komprimeringen.

På 70-tallet ble det også lagt ned en stor innsats knyttet til testing og dokumentasjon av blant annet legging av rør, eksempelvis gjennom det store forskningsprosjektet «Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann» [40]. Dette arbeidet dannet også grunnlaget for SFTs rapport «Retningslinjer for prosjektering, utførelse og kontroll av ledningsanlegg for avløpsvann» [41]. Rapporten ble for øvrig også utgitt i forenklet versjon som «Veiledning ved bygging av ledningsanlegg for avløpsvann» [42] i 1992.

På 1980-tallet ble de første ADK¹⁾-kursene gjennomført, noe som medførte at kvaliteten på grøftene økte ytterligere [43]. I 1989 dukket ADK-sertifikatet opp i forbindelse med innføringen av «Forskriften om ADK-opplæring». Denne forskriften var hjemlet i forurensningsloven. Dette innebar at ADK-sertifikatet i utgangspunktet gjaldt legging av avløpsledninger. Tilsynsmyndighet for forurensningsloven med tilhørende forskrifter var daværende SFT, som dermed også hadde «ansvar» for ADK-sertifikatet og tilhørende opplæring. Den såkalte «ADK-forskriften» ble opphevet i 1999, og det ble da opprettet en styringsgruppe bestående av en representant fra NORVAR (nå Norsk Vann), MEF (Maskinentreprenørenes forbund), NRL (Norske Rørleggerbedrifters Landsforening), kommunene og ADK-lærestedene. I tillegg ble det opprettet et sekretariat for å utøve den daglige driften av ADK-ordningen. ADK-opplæringen eksisterer fortsatt på grunn av at kommunene stiller krav om denne kompetansen for de som skal utføre egne anlegg.

De senere årene har også rørinspeksjon med kamera bidratt til ytterligere kvalitetsheving og økt levetid på ledningsgrøfter. Oslo kommune fikk sitt første videokamera på selvgående rørtraktor i 1975. Trondheim fulgte etter våren 1976, før resten av landet kom etter ganske raskt. Dette førte til at kvaliteten på legging av avløpsledninger ble raskt forbedret uten at kostnadene steg. På slutten av 1980-tallet og på 1990-tallet ble tolkningen av observasjonsdata systematisert, og kravene til «god nok kvalitet» ble tydeligere.

Dagens normale praksis er i stor grad basert på leverandørenes leggeanvisninger, og VA/Miljø-blad baserer i stor grad sine råd på disse leggeanvisningene.

Dagens «normale» praksis gjenspeiles i hovedsak i VA/miljø-blad, kommunenes VA-normer, krav fra byggherrer samt leverandørenes leggeanvisninger. Dette er beskrevet nærmere i foregående kapittel 3, og som det framgår her er det forholdsvis like krav og retningslinjer som beskrives og ligger til grunn for dagens praksis.

1) ADK= Anlegg, drift og kontroll

4.1. Spørreundersøkelse

Sommeren 2020 ble det i regi av Norsk Vann gjennomført en spørreundersøkelse om omfyllingsmasser. Spørreundersøkelsen ble sendt til utvalgte kommuner, og det kom inn 11 svar. Dette er ikke veldig mange svar, men med bakgrunn i både geografisk spredning og størrelse på kommunene antas det at svarene likevel vil kunne gi en viss oversikt over hvordan praksisen er i Norge.

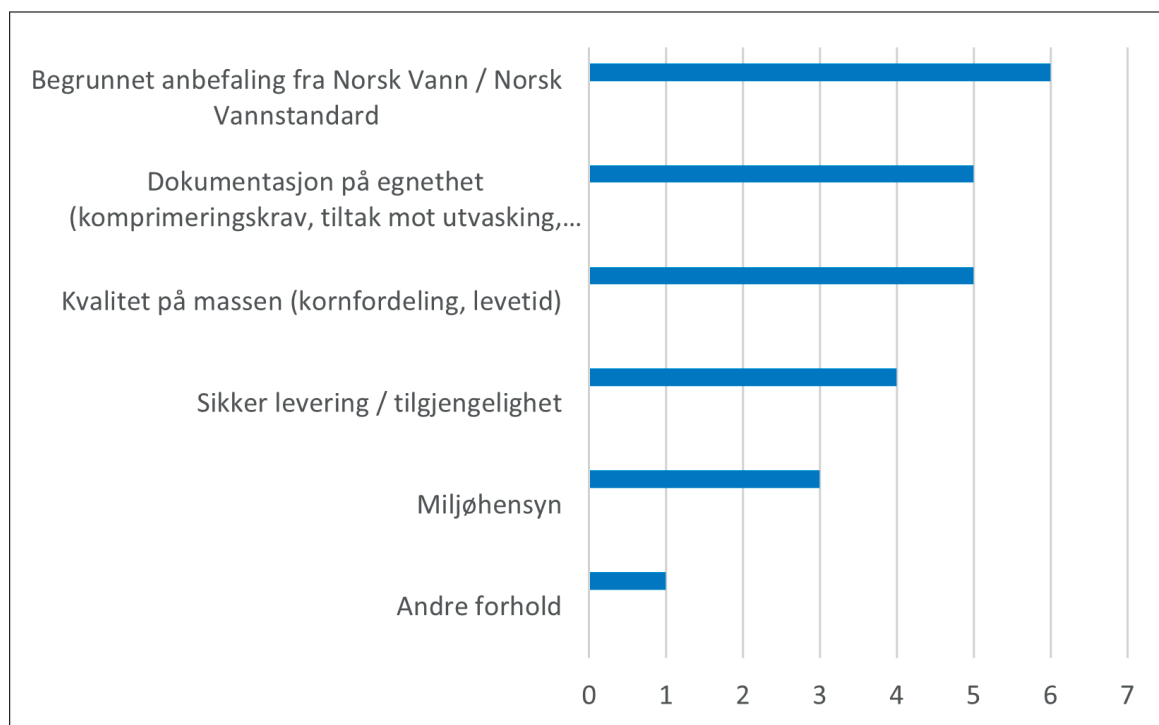
I spørreundersøkelsen ble det blant annet spurt om hvilke fraksjoner som benyttes både i ettrørsgrøfter og flerrørsgrøfter samt en begrunnelse for valg av disse fraksjonene. En oppsummering av tilbakemeldingene knyttet til fraksjoner som benyttes er gjengitt i Tabell 7. Alle kommunene oppgir at de benytter samme fraksjon i ettrørs- og

flerrørsgrøfter. Begrunnelse for valg av de oppgitte fraksjonene ble oppgitt å være blant annet VA-norm og VA/Miljø-blad, leggeanvisninger fra produsent, ulike Norsk standarder, egne erfaring og anbefaling fra konsulent.

Kommune	Fraksjon			
	4/16	4/22	8/16	8/22
Rana				
Stryn				
Kinn				
Kristiansand				
Trondheim				
Aurskog-Høland				
Drammen				
Ringsaker				
Gloppen				
Tromsø				
Sunnfjord				

Tabell 7: Innkomne svar på spørreundersøkelse vedr. bruk av fraksjoner.

Videre ble det spurt om hva som skal til for at kommunene skal velge en annen fraksjon. Figur 18 gjengir oppgitte svaralternativer samt antall svar. Det gjøres oppmerksom på at ikke alle 11 kommuner svarte på dette spørsmålet og at flere kommuner oppga flere svar.



Figur 18: Kommunenes svar på spørsmål om hva som skal til for å velge annen fraksjon.

4.2. Pukk til bruk i grøfter

Et raskt søk på fraksjoner for grøftepukk er vist i Tabell 8. Her er det oppgitt ulike produsenter og fraksjoner som oppgis som grøftepukk. Det gjøres oppmerksom på at listen ikke er uttømmende, og at den kun gjengir et lite utvalg av norske pukkprodusenter. Likevel gir oversikten en klar indikasjon på at det i hovedsak er fraksjoner som 4/16 mm og 8/16 mm som benyttes som grøftepukk i Norge. Dette bekreftes også av kommunene som deltok i spørreundersøkelsen, se Tabell 7.

Produsent	Fraksjon	Kommentar
Feiring	4/16 mm	Beskrevet som grøftepukk. Brukes som brukes som drenering i blandt annet grøfter, rundt drensør etc. [44].
Gunnar Holth grusforretning as	8/16 mm	Beskrevet som grøftepukk og/eller dreneringspukk [45].
Hallingdal pukk & grus as	8/16 mm	Beskrevet som grøftesingel. Mest brukt til grøftepukk etc. [46].
John Myrvang as	4/16 mm og 8/16 mm	Beskrevet som grøftepukk [47].
NCC	4/16 mm og 8/16 mm	Beskrevet som grøftepukk [48].
Rygge pukkverk	4/16 mm 11/22 mm og 16/22 mm	Beskrevet som grøftesingel [49].
Solum pukkverk as	4/16 mm	Beskrevet som grøftepukk [50].

Tabell 8: Oversikt over utvalgte pukkprodusenter og fraksjoner for grøftepukk. Listen er ikke uttømmende.



Figur 19: Pukkproduksjon i stasjonært pukkverk (foto: Norsk Bergindustri)

5. Bruk av lokale masser

5.1. FoU-prosjektet Kortreist stein

SINTEF har de siste årene jobbet mye med bruk av lokale masser, blant annet gjennom FoU-prosjektet «Kortreist stein» [51]. «Kortreist stein» ble gjennomført i perioden 2016-2019, hvor Veidekke Entreprenør AS var prosjekteier og SINTEF hadde prosjektledelsen. I tillegg deltok flere aktører fra bransjen, både rådgivere, entreprenører, byggherrer og forskningspartnere. «Kortreist stein» hadde fokus på flere områder som ble ansett som relevante for å lykkes ved bruk av lokale masser: Planprosesser og ressursforvaltning, kontrakter, incentiver og forretningsmodeller, produksjon og anvendelse samt miljø og energibruk.

Prosjektet hadde fokus på bruk av steinmasser fra store infrastrukturprosjekter til høyverdige formål, som omfattet ubunden bruk (oppbygging av veg- og banelegeme) og bunden bruk (tilslag i asfalt og betong). Videre så prosjektet på flere områder, slik som planprosesser og ressursforvaltning, kontrakter, incentiver og forretningsmodeller, produksjon og anvendelse, samt miljø og energibruk.

Det er likevel flere viktige funn og resultater fra dette prosjektet som kan være verdt å nevne. Årlig tas det ut ca. 7 mill m³ tunnelmasser i Norge, dette tilsvarer ca. 19 millioner tonn. Disse massene blir ofte kjørt rett på deponi, og kommer ikke til nytte på noen måte. Dette utgjør nær halvparten av Norges årlige behov for pukk og grus, som tilsvarer ca. 13 tonn per innbygger. 20% av all lastebiltransport i Norge omfatter transport av byggeråstoff, og det brukes mer energi på å transportere enn på å produsere byggeråstoffer [52].



Figur 20: Transport av byggeråstoff utgjør 20% av all lastebiltransport i Norge [52]
(foto: Einar Sørensen Maskinentreprenør AS).

Dette synliggjør behovet for bruk av lokale masser i større grad, og det ligger store besparelser, både økonomiske og miljømessige, i bedre utnyttelse av lokale ressurser.

I «Kortreist stein» ble det konkludert med følgende suksesskriterier for god bruk av lokale masser:

- Planprosesser og regulering har størst innvirkning på kortreist utnyttelse. Viktige momenter her er tilstrekkelig areal samt god logistikk.
- «Riktig» kontraktstype med felles forståelse av prosjektets mål, samt avklart risikofordeling.
- God geologisk kartlegging og kunnskap om de lokale massene.

Disse suksesskriteriene kan også overføres til foreliggende rapport og bruk av lokale masser for omfylling og gjenfylling av ledningsgrøfter. I «Kortreist stein» ble det utført gjennomgang og evaluering av planprosesser for flere store anlegg. Her ble det funnet flere eksempler på «gode intensjoner» i planprogram og i kommunedelplan, men disse var svakt forankret, og i arealplan var det ofte ikke avsatt områder for masseinntak. Videre så man også at tematikken heller ikke ble fulgt opp i etterfølgende reguleringsplan. Det finnes flere gode eksempler på planer som legger til rette for utnyttelse av overskuddsmasser, eksempelvis regionalplan for masseforvaltning i Akershus (nå Viken) [53] og regionalplan for massehåndtering på Jæren [54]. Disse planene søker å bidra til bedre utnyttelse av lokale masser, eksempelvis i områder med stor anleggsvirksomhet. Slike planer vil være viktige for ressursplanlegging i regioner over tid, hvor man i større grad kan se regionen som en helhet, i motsetning til hvert prosjekt for seg, slik det ofte gjøres i dag. For å lykkes med bruk av lokale masser er det derfor helt avgjørende at det så tidlig som mulig settes av tilstrekkelig regulerte områder, slik at det både lokalt, men også regionalt, finnes nok areal til å lagre, bearbeide og deponere masser.

5.2. Tilgjengelighet på pukkrressurser i Norge

I en ressursanalyse fra 2016 har Norges geologiske undersøkelse (NGU) utarbeidet en prognose for pukkrressurser i Norge. Her er levetid for gjenstående pukkrressurser i Norge beregnet til 118 år [55]. Grus og pukkk er ikke-fornybare ressurser, hvor forekomstene er geologisk betinget, det vil si naturens egne produkter som vi mennesker gjennom historien har lært oss å utnytte til en rekke ulike formål [56].

Det er områdene med størst befolkningstetthet hvor behovet for grus og pukkk er størst. Det er også i disse områdene hvor konflikter knyttet til uttaksvirksomhet er størst. Ofte oppstår utfordringer knyttet til drift fordi forekomstene ligger innenfor markagrensen eller for nær boligområder eller annen bebyggelse. Dette gir utfordringer både ved drift i eksisterende uttak og ikke minst i forbindelse med etablering av nye uttak i områder med høy befolkningstetthet. Slike konflikter virker å være økende, og medfører ytterligere press på grus- og pukkktilgangen spesielt i og rundt de største byene. Dette medfører ofte også at grus- og pukkrressursene som skal forsyne disse områdene ligger lengre unna, noe som igjen medfører lengre transport med tilhørende økte CO₂-utslipp. NGU har beregnet at Oslo, Bergen og Trondheim til sammen står for ca. 13% av de totale CO₂-utslippene fra transport av byggeråstoffer, dvs. sand, grus og pukkk. En stor del av disse utslippene kommer fra import av masser fra andre kommuner og fylker [57].

6. Tidligere utførte undersøkelser

6.1. Testforsøk Finland (PAM)

Saint-Gobain PAM har gjennomført et testforsøk i Finland for å se på eksisterende anbefalinger og hvilke effekter ulike omfyllingsmasser har på duktile støpejernsrør. Testforsøket omfattet to forsøk:

- Slippe ulike steinstørrelser ned på rør
- Grave ned rør med omfylling av ulike typer masser (både komprimert og ukomprimert).

For begge de to forsøkene ble det benyttet ulike typer korrosjonsbeskyttelse, både aktiv og passiv, for å kunne vurdere effekten av disse.

Den første testen besto i å slippe ulike steinstørrelser ned på rør. Her ble det benyttet DN1000 rør med korrosjonsbeskyttelse på utsiden (ZnAl) og sementbelegg på innsiden. Stein med størrelse 1,5-20 kg ned ble sluppet fra høyde på 1-4 meter, før det så ble gjort vurderinger av hvilke skader som var påført røret. Det ble også gjort forsøk hvor rørene ble dekket med geotekstil (10 mm) og bitumen/asfaltapp (5 mm). Testene viste ingen strukturelle skader på selve røret eller på det innvendige sementbelegget når den største steinen på 20 kg ble sluppet ned på røret fra 4 meters høyde. Skader på den utvendige korrosjonsbeskyttelsen var ikke større enn at det som tillates, det vil si under 5 mm som beskrevet i EN 545 [58].

Steiner på 4-7 kg (det vil si steinstørrelse på 100-150 mm) fjernet knapt korrosjonsbeskyttelsen på utsiden av røret når de ble sluppet fra en meters høyde. Her var skadene på under 3 mm. I de tilfellene hvor rørene ble dekket med geotekstil, viste testene at dette hadde liten reell effekt, da større steiner sluppet fra noe høyde kuttet gjennom geotekstilen. Ved å dekke rørene med bitumen/asfaltapp ble resultatene bedre dersom denne var festet (sveiset/limt) til røroverflaten. I tilfeller hvor bitumen/asfaltapp ikke ble festet til røret, viste testene at steinene som ble sluppet ned på røret kuttet gjennom pappen.

Den andre testen omfattet nedgraving av rør hvor det ble benyttet ulike typer masser. I denne testen ble det benyttet DN800 rør, og omfyllingen ble utført på to måter; i henhold til gjeldende krav og beskrivelser («forsiktig») og det helt motsatte med «uforsiktig» omfylling. Også her ble det gjort forsøk både med og uten beskyttelseslag over rørene. I tillegg ble det gjort forsøk både med og uten komprimering. Etter at rørene var dekket av masser, ble de liggende urørt i noen dager før massene ble fjernet, rørene avdekket, vasket og undersøkt.

Dette forsøket med nedgraving av rør ble utført på to ulike måter; med og uten trafikklast. I begge tilfeller ble basen etablert med komprimerte masser i sortering 0/32 mm (maks kornstørrelse 63 mm).

I test 1 ble det ikke påført trafikklast, overfylling av rørene ble gjort med lav til medium høyde (<2 m) med masser i fraksjon 0/125mm (maks kornstørrelse 200 mm), det ble ikke utført kompaktering og det ble gjort forsøk både med og uten bruk av bitumen/asfaltapp. I test 2 ble det påført trafikklast over røret, overfylling av rørene ble gjort med høy overdekning (>2 m) med masser i fraksjon 0/63 mm (maks kornstørrelse 100 mm) og det ble utført kompaktering. Her er det noe uklart om det ble benyttet bitumen/asfaltapp. Trafikklast ble påført området etter at rørene ble gravd ned og før de ble gravd opp igjen for å undersøke de påførte skadene.

Resultatene fra testene viser at røret som ble benyttet har i stor grad taklet de ulike påkjenningene godt. Det har ikke oppstått skader som påvirker rørets mekaniske styrke, men noen mindre sår i rørets overflate ved «forsiktig» omfylling stiller spørsmål til om rørets korrosjonsbeskyttelse er tilstrekkelig. I utgangspunktet virker testen å gi indikasjoner på at masser med steinstørrelse opp til 200 mm kan benyttes til omfylling, men det er da avgjørende at omfylling utføres i henhold til krav og retningslinjer. En «uforsiktig» omfylling som ble testet ut i enkelte av feltene her kan medføre punktskader på rørene, noe som igjen kan gi utfordringer knyttet til korrosjon. Også her ble det observert at bruk av bitumen/asfaltapp ga en beskyttende effekt på rørene. Forsiktig fylling på siden av røret, og ikke direkte på toppen av rørene ga naturlig nok også bedre resultater.

Den utførte testen hadde som formål å undersøke hvilken påvirkning de ulike omfyllingsmassene har på rørene og det utvendige belegget. Med bakgrunn i framkommende resultater er det konkludert med at det bør være mulig å øke bruken av grovere og stedlige masser. Så langt har ikke PAM tatt hensyn til dette i sine leggeanvisninger.

6.2. Testforsøk duktile rør (Saint Gobain PAM)

I en SINTEF-rapport fra 2009 [59] ble det beskrevet forsøk gjort med PE-belegg (coating) for å beskytte duktile rør mot korrosjon. Målet med disse testene var å undersøke nærmere om, og i hvilken grad, det oppsto skader på rørenes korrosive beskyttelse når rørene ble utsatt for ulike typer omfylling samt ulike trafikklast. Til sammen ble 12 rør med ulikt PE-belegg gravd ned på ulike dyp. Det ble lagt rør både med og uten geotekstil (klasse 5) og det ble benyttet ulike typer omfyllingsmasser (4/8 mm, 8/16 mm og 16/32 mm). Området over enkelte av rørene ble utsatt for tung trafikklast, mens andre ikke ble utsatt for trafikklast. Etter 35 dager ble rørene gravd opp og det ble utført inspeksjon av påførte skader.

For inspeksjon av rørene ble det benyttet «spark detection test», hvor det benyttes elektrisitet som passerer gjennom rørvæggen for å finne små skader som ikke kan oppdages visuelt. Ingen av rørene som ble beskyttet med geotekstil viste noen skader, og kun ett av rørene uten geotekstil viste en enkel, mindre skade. Røret med skade var lagt på minste dyp (0,5 m) og det var benyttet fraksjon 8/16 mm til omfylling. Rapporten konkluderer blant annet med at tildekking av rørene med grus ikke medfører vesentlige skader på PE-belegget. Dette begrunnes med at rør dekket med større fraksjoner og større mengde, det vil si rør lagt på større dyp, burde ha vist større og alvorligere skader enn det som ble observert på rør dekket med fraksjon 8/16 mm. Utført laboratorietest hvor det ble benyttet prøvemateriale i form av steiner med vekt opptil 50 kg er også med på å underbygge denne konklusjonen.

Skaden som ble oppdaget ved bruk av «spark detection test» på ett av rørene uten geotekstil kan være forårsaket av den utførte komprimeringen. For å unngå skader som følge av komprimering anbefales det å legge ut mer grus før komprimering utføres. Basert på resultatene fra testene utført i dette forsøket, antas det at en tykkelse på mer enn 150 mm over røret etter ferdig komprimering bør være tilstrekkelig for å unngå skader på røret. Det kan for øvrig bemerkes at den nevnte skaden ikke ble funnet ved bruk av optisk mikroskop. Dette indikerer at skaden er veldig liten, og at den trolig ikke vil påvirke kvaliteten på røret negativt i en driftsfase.

7. Miljøpåvirkning fra omfyllingsmasser i rørgrøfter, utført masteroppgave

Som nevnt innledningsvis er det skrevet en masteroppgave i tilknytning til prosjekt omfyllingsmasser. Masteroppgaven er utført av Inga Rise ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet og har tittelen «Miljøpåverknad frå omfyllingsmassar i rørgrofter» [9]. I det videre er det gitt en kort oppsummering av funnene i oppgaven. For en mer detaljert beskrivelse av utført studie vises det til masteroppgaven i sin helhet.

I masteroppgaven er det gjort livsløpsanalyser knyttet til ulike omfyllingsmasser. Det er her blant annet sett på ulike grøfter (ettrørs- og flerrørsgrøfter), grøftetverrsnitt (dybde, vinkler på grøftesidene), ulike rørdimensjoner, samt ulike massebruk og transportavstander. Livsløpsanalyser ble utført av fraksjonene 8/16 mm, 4/22 mm, 22/64 mm og 20/120 mm.

For å komme fram til verdier for miljøpåvirkning er EPD-kalkulatoren til lca.no benyttet, og det er her sett på det globale oppvarmingspotensialet i form av kg CO₂ pr. meter grøft. Analysene omfatter ikke hva som skjer med grøftemassene etter endt livsløp på 100 år, eller miljøpåvirkningene fra ulike rørmaterialer. Det er utført beregninger av følgende;

- Produksjon av ulike typer masser
- Ulike transportavstander
- Grøfteutførelse

For produksjon av ulike typer masser er det sett på rørdimensjon 300 mm og 600 mm samt ettrørs- og flerrørs-grøfter. Utførte beregninger viser i hovedsak at miljøpåvirkningene øker jo flere knusetrinn massene har vært igjennom. En reduksjon fra fire til ett knusetrinn gir en tilnærmet halvering av miljøpåvirkningen.

Videre viser beregningene at alle transportavstander har en lineært økende miljøpåvirkning med transportavstandene. Dette innebærer at en transportavstand på 100 km har en ti ganger så stor miljøpåvirkning sammenlignet med en transportavstand på 10 km. Stedlige masser med tilnærmet ingen transportavstand medfører derfor betydelig lavere miljøpåvirkning enn masser som er transportert, ofte over lengre strekninger.

Analysene viser også økende miljøpåvirkning med økende leggedyp. Økning i leggedyp viser ikke lineær økende miljøpåvirkning slik som transportavstanden, men beregningene viser at det eksempelvis for rørdiameter 300 mm er miljøbelastningen ca. 35% mindre for rør som legges med en meter overdekning sammenlignet med tre meter overdekning. For rør med 10 meter overdekning er belastningen ca. 85% mer enn for rør med en meter overdekning. Generelt er miljøpåvirkningene knyttet til at jo større volum av masser som må håndteres, jo mer diesel bruker anleggsmaskinene, noe som igjen gir større miljøpåvirkning. Her kan det også nevnes at krav til utslippsfrie maskiner samt utslippsfrie bygge- og anleggsplasser forventes å komme. Dette er ikke omtalt nærmere hverken i masteroppgaven eller i foreliggende rapport.

Utførte analysene av miljøpåvirkning viser at type fraksjoner har mindre betydning. Det er massetransport og utførelse som gir de største utslagene. Når det gjelder grøfteutførelsen så er dette et punkt hvor det kan være utfordrende å redusere utslippene da mye av forutsetningene her er faste, i form at røret skal monteres, masser skal komprimeres, gjenfylling må utføres osv. De utførte analysene har kun sett på bruk av dieseldrevne maskiner, så et mulig tiltak kan være å gå over til eksempelvis elektriske anleggsmaskiner for å kunne redusere utslippene.

Miljøpåvirkning fra transport er derimot et punkt med stort potensiale for reduksjon, enten i form av bruk av lokale masser som vil gi tilnærmet ingen transport, eller ved å hente masser fra et pukkverk innen kortere transportavstand. Økt bruk av lokale masser framstår derfor som et svært relevant tiltak for å kunne redusere miljøpåvirkning fra rørlegging.

8. Diskusjon

8.1. Bakgrunn og historikk

Allerede i 2014 uttrykte Norsk Bergindustri, blant annet gjennom en artikkel i Anleggsmaskinen [60], sin misnøye med at kommunene bruker såkalte korte pukkfraksjoner slik som 8/11 mm og 11/16 mm til grøfteformål. Bakgrunnen for dette var at de mest attraktive pukkfraksjonene bør brukes som tilslag i asfalt og betong, ikke som fyllmasser i grøfter. I artikkelen ble det stilt spørsmål til hvorfor mye av den mest ettertraktede pukk brukes som fundament og omfylling til rør i grøfter, og det ble gitt en oppfordring til kommuner og andre innkjøpere om å endre praksis slik at ressursene kan benyttes på en mer hensiktsmessig måte [60].

Korte fraksjoner slik som 8/16 mm og særlig 8/11 mm er svært ettertraktet for asfaltproduksjon. Disse fraksjonene har også blitt svært populære som grøftepukk. Generelt har ikke grøftepukk en standardisert fraksjon, men de vanligste fraksjonene er 4/16 mm, 8/16 mm og 11/16 mm (ref. kapittel 4.2). Til tross for at rørprodusentene ofte anbefaler grovere fraksjoner virker det likevel å være mange kommuner som foretrekker 8/11 mm og 8/16 mm.

Dette har medført en uheldig skjevhet i pukkproduksjonen. utfordringene er ikke knyttet til å få produsert tilstrekkelige mengder pukk i fraksjon 8/11 mm, men heller det at det ved produksjon av disse fraksjonene bygges opp store lager av mindre etterspurt vare som ofte ikke har noe egnet formål. Dette medfører igjen en dårlig massebalanse, gjennom uttak av bergressurser hvor nærmere 40 % av massene ender opp som lite attraktive fraksjoner som ofte går til deponi.

Magasinet Anleggsmaskinen fulgte opp med en ny artikkel i 2015 [60] hvor et entreprenørfirma som sitter i MEFs VA-utvalg gikk ut og støttet utspillet om at bruk av korte pukkfraksjoner i VA-grøfter er misbruk av ressurser, og at høykvalitetsstein bør benyttes i asfalt og betong framfor som omfyllingsmasser i grøfter. Her blir det kommentert at mangel på kompetanse kan være årsaken til at mange ofte velger 8/11 mm eller 11/16 mm i grøftene. I tillegg kommenteres det, som også beskrevet i kapittel 3.1, at kommunene har sine egne VA-blad, hvor de kan gjøre lokale tilpasninger. Dette gjør at det forekommer ulike krav, og det kan også medføre at mindre kommuner med færre ressurser knyttet til temaet, etterfølger regelverket hos større nabokommuner. Dette kan igjen få ringvirkninger for en hel region. Artikkelen kommenterer at flere kommuner har begynt å bruke 8/16 mm i stedet for de kortere fraksjonene 8/11 mm og 11/16 mm, noe som omtales som et skritt i riktig retning. Det er fortsatt mye å hente når det gjelder valg av fraksjoner. Blant annet beskrives fraksjon 4/22 som et svært godt alternativ, som fungerer på alle rørsystemer.

Som omtalt i kapittel 4.1 ble det sommeren 2020 utført en spørreundersøkelse knyttet til bruk av omfyllingsmasser. Et av spørsmålene her var hva som skulle til for at kommunene skal velge andre fraksjoner enn det de benytter i dag. Svaralternativene og antall svar er gjengitt i Figur 18 og viser at de viktigste momentene for endring av fraksjoner er knyttet til begrunnet anbefaling fra Norsk Vann / Norsk Vannstandard, dokumentasjon på egnethet og kvalitet på massene.

Ikke mange svarte at miljø er en viktig faktor. Dette er kanskje ikke noe som anses som viktig for de enkelte kommunene pr. i dag, men på noe lengre sikt og sett ut fra et større nasjonalt perspektiv, er dette en svært viktig faktor. Miljøaspektet er viktig gjennom Norges forpliktelse til reduksjon av utslipp gjennom Parisavtalen samt med bakgrunn i FNs bærekraftsmål, i hovedsak gjennom mål nr. 11 (bærekraftige byer og lokalsamfunn) og mål nr. 12 (ansvarlig forbruk og produksjon). Det må derfor forventes at det i nær framtid vil komme stadig flere krav knyttet til miljø ved utførelse av ledningsgrøfter. Som beskrevet tidligere i kapittel 7 utgjør massetransporten en stor andel av miljøpåvirkningene. Dette er både knyttet til klimagassutslipp og vegslitasje, men også trafiksikkerhet og påvirkning av støy- og støvforhold. En reduksjon i transport vil derfor gagne miljøet både lokalt og nasjonalt.

8.2. VA-norm og lokale krav

Slik det fungerer i dag ligger de generelle VA-normene utarbeidet av Norsk Vann til grunn, men i tillegg har kommunene sine egne lokale krav. Dette medfører at det forekommer ulike krav fra kommune til kommune. Slike forskjeller kan by på utfordringer. Ved at det er mulig for kommunene å gjøre slike tilpasninger, vil det kunne oppstå store lokale ulikheter knyttet til hvilke krav som stilles ved rørlegging og bruk av omfyllingsmasser. Større kommuner med egen kompetanse knyttet til temaet vil trolig i større grad enn mindre kommuner med færre ressurser kunne utarbeide lokale krav. Mindre nærliggende kommuner kan velge å legge til grunn samme krav, noe som kan medføre overdimensjonerte krav basert på «feil» forutsetninger. Dette kan eksempelvis skje basert på ulik ressurstilgang i kommunene.

En felles VA-norm uten lokale tilpasninger vil ha flere fordeler, deriblant at man møter like krav til utforming og dokumentasjon alle steder. Dette vil forenkle gjennomføring for administrasjonen i de ulike kommunene, i tillegg til å bidra til at erfaringsutveksling mellom kommuner, rådgivere og entreprenører blir enklere. Vedlikehold av VA-normen vil også bli enklere når det ikke foreligger så mange lokale varianter [61].

8.3. Kvalitet, levetid, miljø og ressursutnyttelse

Generelt vil en bedre massehåndtering kunne bidra til bedre lønnsomhet, både internt i prosjekter, men også i et større regionalt perspektiv. Dette vil også bidra til redusert uttak av ikke-fornybare ressurser samt betydelig reduksjon i utslipp av klimagasser. Som beskrevet innledningsvis er hensikten med prosjektet å se på alternative omfyllingsmasser med bakgrunn i kvalitet, levetid og miljø. Foreliggende rapport har forsøkt å belyse ulike elementer som har betydning for hvilke omfyllingsmasser som benyttes og hva som er bakgrunnen for dette. Det er flere momenter som er avgjørende for valg av omfyllingsmasser, deriblant om rørene vil utsettes for overliggende trafikklast eller ikke, ettrørsgrøft vs. flerrørsgrøft, type rør og om disse er trykksatt eller ikke, overdekningens høyde, i tillegg til frost, tele og drenering.

I Norsk Vann rapport nr. 173 «Veiledning for bruk av duktile støpejernsrør» [62] er det beskrevet at en økning av teknisk levetid fra 50 til 100 år gir mindre enn 5% tillegg i anleggskostnadene. Bakgrunnen for dette er at god korrosjonsbeskyttelse i kombinasjon med gode omfyllingsmasser og god oppfølging i anleggsfasen har en forholdsvis lav kostnad. Det er også beskrevet at økning i levetid fra 50 til 100 år vil bidra til å redusere ressursforbruket med mer enn 40%, i tillegg til en forventet reduksjon i antallet driftsforstyrrelser. Generelt skal ikke en teknisk levetid på 100 år være noe problem, såfremt utførelsen er god.

Økt fokus på miljø forventes også de neste årene å få stadig større betydning, både gjennom krav knyttet til etablering av ledningsgrøfter, men også med tanke på fornuftig bruk av ressurser. Som beskrevet i kapittel 5.1 omfatter 20% av all lastebiltransport i Norge transport av byggeråstoff [52]. Reduksjon i transportavstand er derfor et av de viktigste tiltakene som vil kunne bidra til betydelige reduksjoner i CO₂-utslipp og øvrige miljøutslipp. Dette bygger opp under behovet for bruk av lokale masser. Større bruk av lokale masser, det vil si bruk av masser fra lokaliteter med kort transportavstand fra anleggsstedet, vil derfor være et viktig moment i framtidige prosjekter for å redusere miljøpåvirkningene. Dette fordrer naturlig nok at det er mulig å finne masser lokalt av en slik kvalitet at de oppfyller kravene som stilles til omfyllingsmasser. Når det er sagt kan det diskuteres om dagens krav til omfyllingsmasser er for strenge.

Videre vil et økt miljøfokus også omfatte økt fokus på hva som kan omtales som riktig bruk av ressurser. Det stilles eksempelvis ikke mekaniske krav til massene som benyttes til omfyllingsmasser. Likevel ser man ofte at fraksjoner som benyttes til omfyllingsmasser er de samme som også benyttes til mer høyverdige formål slik som asfalt og betong. Det bør derfor etterstrebes at det i større grad fokuseres på riktig bruk av tilgjengelige masser. Dette gjelder spesielt i og nær de store byene, hvor det er knapphet/lite tilgang på kvalitetsmasser til høyverdige formål slik som asfalt og betong.

8.4. Ulike krav og behov for ulike type rør

Ulike rør krever ulike omfyllingsmasser. I flerrørsgrøfter er det vanligvis det svakeste røret som blir dimensjonerende for valg av omfyllingsmasser. Her kan det derfor være vanskeligere å gjøre endringer i forhold til ettrørsgrøfter, hvor det er enklere når det kun er ett rør som legger føringer for gjennomføringen. Vannforsyning i ettrørsgrøfter er ofte prosjekter med utstrekning over flere kilometer, noe som gir muligheten for store besparelser dersom lokale masser kan benyttes.

Det er i styringsgruppemøter i prosjektet diskutert mulighetene for å bruke ulike masser til ulike rør i flerrørsgrøfter. Dette er mulig, og det kan ligge en mulig besparelse knyttet til en slik differensiering. Likevel vil det trolig ofte skape merarbeid og gi en mer tidkrevende anleggsgjennomføring, noe som kan medføre at det likevel ikke blir noen besparelse.

Det kan for øvrig nevnes at det finnes eksempler på at ulike typer omfyllingsmasser er benyttet i samme ledningsgrøft. I Drammen er det lagt ny vannledning for å sikre stabil vannforsyning fra innsjøen Glitre. Samtidig legges også høyspentkabel i samme trasé som vannledningen for å fjerne dagens høyspent som går i luftstrek. Den nye rørtraseen er 760 meter lang og det benyttes duktile støpejernsrør med diameter Ø600 mm for vannledningen, mens det benyttes Ø160 mm PE-rør for høyspentkabelen. For omfyllingsmasser rundt de duktile rørene er det benyttet puk i 8/32 mm, rundt PE-rørene er det benyttet 0/8 mm og i resten av grøfta er det benyttet 25/65 mm. Traseen i dette prosjektet er meget bratt, og det antas at puk i 8/32 mm er valgt for å tåle en forventet vannstrøm i fjellgrøfta uten at fundamentet vaskes bort. I forbindelse med etablering av rørtraseen ble det sprengt ut ca. 4500 tonn bergmasse, som er knust og benyttet til å fylle opp igjen rørtraseen etter at rørene er lagt ned. Det er ikke oppgitt om det kun er benyttet lokale masser eller om det er en kombinasjon av lokale og innkjøpte masser [63].



Figur 21: God grøfteutførelse har stor betydning for rørledningens levetid (foto: PAM).

For alle typer rør gjelder at massene ikke skal være av en slik størrelse at de skader rørene ved legging. Her spiller også selve utførelsen en viktig rolle. Det er stor forskjell i hva som tillates som største steinfraksjon i gjenfyllingssoenen over rør. I leggeanvisning for fleksible rør er det beskrevet at masser til gjenfylling ikke skal inneholde stein som er større enn 1/3 av avstanden fra røret til steinen [30]. Samme krav er beskrevet i VA/Miljø-blad for fleksible rør [10]. Dette innebærer at lagtykkelsen over topp må være 0,9 meter før det kan omfylles med største steinstørrelse (dvs. steinstørrelse 300 mm). For fleksible rør er det i tillegg valg av masser basert på ulike kombinasjoner av masser og grad av komprimering, hvor gode masser trenger mindre komprimering sammenlignet med dårligere masser som ofte vil kreve mer omfattende komprimering.

For betongrør og støpejernsrør kan det benyttes omfyllingsmasser med steinstørrelse opp til 300 mm (D_{maks}) fra 0,3 m over rørene. Det gjøres oppmerksom på at det i VA/Miljø-blad er angitt at $D_{maks}=500$ mm, mens det i SVVs håndbok N200 [7] er angitt $D_{maks}=300$ mm. Denne differansen har stor betydning med tanke på bruk av lokale masser og hvilke steinstørrelser som kan benyttes. Det er også en vesentlig forskjell fra fleksible rør hvor det i området 300 - 900 mm over røret må benyttes steinstørrelse <300 mm.

8.5. Massenes fysiske egenskaper

For å bedømme kvaliteten på masser, benyttes standardiserte testmetoder. Måling av en bergmassens mekaniske styrke utføres i dag vanligvis ved bruk av Los Angeles-metoden [64] og micro Deval-metoden [64]. Los Angeles-metoden (LA) bestemmer et tilslags motstandsevne mot nedknusing, mens micor Deval-metoden (MD) er et mål på steinmaterialets motstandsevne mot abrasiv slitasje. Det stilles krav til mekaniske egenskaper hos masser som skal benyttes i veg- og baneoppbygging, samt som tilslag i asfalt og betong. Disse kravene er i hovedsak knyttet til behovet for en så stabil konstruksjon/produkt som mulig. Eksempelvis vil en «svak» bergart brukt i vegoppbygging over tid bli knust ned og som følge av dette gi setningsskader.

For beskrivelse av et materiales kornform, er blant annet flisighetsindeks en parameter som benyttes. Et materials kornform har betydning for massenes pakkingsegenskaper og stabilitet. En kubisk kornform (steinene har en god kantet form) er vanligvis å foretrekke framfor en flisig kornform (bredde $> 2x$ tykkelsen) [65]. Bakgrunnen for dette er at flisig materiale kan bli stående på høykant, og ved komprimering eller senere påføring av eksempelvis trafikklast, kan dette medføre at det flisige materialet legger seg flatt og brekker i stykker. Dette vil kunne medføre ujevnheter og mulige setningsskader. I de senere årene er det gjennomført flere studier knyttet til kornform og mekaniske egenskaper, blant annet i en masteroppgave utført av Nils Luke [66] og i et doktorgradsarbeid utført ved KTH i Sverige [67]. Disse studiene viser at det ikke finnes noen direkte sammenheng mellom kornform og mekaniske egenskaper, men videre forskning vil være nødvendig for å kunne gi en nærmere konklusjon rundt dette.

Som beskrevet i kapittel 3 stilles det i utgangspunktet ingen mekaniske krav eller krav til kornform for masser som skal benyttes i ledningsgrøfter. Likevel har eksempelvis Bærum kommune valgt å sette krav til flisighet for massene som benyttes i ledningsgrøfter [9]. Hvorfor enkelte kommuner stiller krav til kornform på masser som skal benyttes i ledningsgrøfter er ikke kjent. Basert på hva som er beskrevet av krav fra eksempelvis Norsk Vann, i tillegg til tilgjengelig kunnskap om hvilken betydning kornform har, er det ingen åpenbare behov for at det skal stilles krav til kornform for omfyllings- og gjenfyllingsmasser. Svært flisig materiale med spisse kanter bør likevel unngås som omfylling rundt eksempelvis plastrør, for å unngå skader på rørene under legging.

8.6. Utførelse og type omfyllingsmasser

Som beskrevet tidligere er utførelsen av arbeidene i ledningsgrøfter svært viktig, og utførelsen virker å være viktigere enn materialegenskapene på massene som benyttes. Dette gjelder spesielt utvendig belegget på duktile støpejernsrør hvor skader i belegget kan medføre at røret utsettes for korrosjon. Et viktig moment knyttet til utførelse er at det ikke

benyttes for grove masser i starten og at disse ikke tippes fra lastebil i for stor høyde, da dette kan medføre at røret blir skadet eller slått ut av stilling. I Norge benyttes ofte knuste masser til omfylling, mens det i mange europeiske land benyttes sandige masser som antas å være mer skånsomme mot rørene. For å redusere risikoen knyttet til skader som følge av knuste masser, er produsentene restriktive med hvor grove masser som kan brukes. Ofte anbefales også bruk av fiberduk for å beskytte rørene ytterligere [62]. Utførte tester beskrevet i kapittel 6 viser at rørene taklet påkjenninger med grovere masser og «uforsiktig» omfylling godt. Dette indikerer at bruk av grovere masser ikke nødvendigvis vil øke risikoen for skader på rørene.

Fraksjoner som 8/11 mm og 11/16 mm er som tidligere nevnt fraksjoner som er svært egnet til bruk i asfalt og betong. Dette er fraksjoner som har vært gjennom flere knusestrinn for å oppnå høykvalitet slitestyrke i tillegg til å gi massene en kubisk kornform, noe som er viktige og nødvendige egenskaper spesielt for masser til bruk i asfalt og betong. Med flere knusestrinn, samt høye krav til kvalitet, gir dette også høye kostnader knyttet til produksjon av disse fraksjonene. Pukk til bruk i ledningsgrøfter bør være velgraderte masser, og helst med større spenn i kornstørrelse. Med velgraderte masser menes vanligvis 0-sorteringer. Fra flere hold er eksempelvis både 4/16 mm og 4/22 mm nevnt som gode alternativer. Dette er sorteringer som ikke direkte kan karakteriseres som velgraderte, men som likevel er å anse som gode sorteringer til bruk i ledningsgrøfter. Dette er fraksjoner som er billigere å produsere, noe som gir en bedre utnyttelse av ressursene i et pukkverk.

Som også beskrevet i kapittel 8.5, finnes det ingen mekaniske krav til omfyllingsmasser. I enkelte kommuner er man opptatt av massenes flisighet, men det finnes ingen krav til dette heller i VA-norm eller leggeanvisninger. Det som synes å være av betydning for massenes egenskaper er at de er velgraderte, ikke påfører rørene skader og ikke inneholder for mye finstoff til å gi utfordringer knyttet til drenering og telehiv. Det bør også gjøres vurderinger av massene med tanke på vannstrømning for eksempel i ei fjellgrøft. Dette gjelder spesielt for rørgrofter i bratt terreng. Ved stor vannstrømning kan finere masser bli vasket ut, noe som kan medføre skader på fundamentet og setnings-skader på røret.



Figur 22: Lokale masser må ofte sorteres før bruk ved å sikte ut finstoff og for stort/grovt materiale

9. Konklusjon/anbefaling

I masteroppgaven utarbeidet i sammenheng med prosjektet er det utført analyser av miljøpåvirkning av produksjon av ulike typer masser, ulike transportavstander og selve grøfteutførelsen. Det er også disse momentene som anses å ha størst potensiale for besparelser og forbedringer i framtiden. Basert på dette har SINTEF følgende anbefalinger for framtidens VA-prosjekter:

- Det må i større grad fokuseres på miljø ved planlegging og gjennomføring av VA-prosjekter.
- Det bør fokuseres på økt bruk av lokale masser.
- Det må i større grad gjøres vurdering av «riktig» bruk av masser og hvilke fraksjoner som beskrives.
- Det bør tas en gjennomgang av leggeanvisninger for vurdering av mulig revisjon.
- Pukkprodusentene bør synliggjøre sin kompetanse og i større grad informere om muligheter.

9.1. Fokus på miljø ved planlegging og gjennomføring av VA-prosjekter

Som beskrevet tidligere i rapporten vil det i nær framtid komme stadig strengere krav til miljø. Blant annet er det gjennom regjeringens klimaplan [1] og handlingsplan for fossilfrie anleggsplasser innen transportsektoren [2] beskrevet flere aktuelle virkemidler som skal bidra til å redusere klimagassutslipp i tråd med Norges klimamål. Eksempelvis omtales offentlige anskaffelser som et viktig virkemiddel som skal benyttes for å fremme nye løsninger. Det presiseres at krav som virkemiddel ikke betyr at det må stilles absolutte krav, men at eksempelvis aktører som tilbyr nye, grønne løsninger kan premieres for dette. Videre må det være opp til oppdragsgiver å vurdere hvilke miljøkrav som bør stilles, i tillegg til hvor i prosessen de bør stilles for å gi det beste og mest kostnadseffektive resultatet for hver enkelt anskaffelse.

Det anbefales derfor at kommunene i større grad tar dette med i vurderingene knyttet til både planlegging og gjennomføring av VA-prosjekter. Dette omfatter også at det sørges for at også eventuelle innleide konsulenter er bevisste på miljøkrav.

Som vist gjennom utførte vurderinger og beregninger i Inga Rises masteroppgave [9], er det transport av masser som har det største potensialet for å kunne redusere prosjekters miljøpåvirkning. I reduksjon av transportavstand ligger det i tillegg store, potensielle økonomiske besparelser. Kommunene bør derfor legge mer til rette gjennom sine anskaffelser at prosjektene skal ha som mål å benytte lokale masser. Dette omfatter blant annet å sørge for tilstrekkelig areal for lagring og bearbeiding av masser, i tillegg til å tilby areal for deponi slik at transportavstandene i hvert enkelt prosjekt reduseres i så stor grad som mulig.

9.2. Fokus på økt bruk av lokale masser

Økt bruk av lokale masser vil bidra til kraftig reduksjon i massetransport, reduksjon i kostnader samt reduksjon i uttak og bruk av såkalte jomfruelige grus- og pukkressurser. Kommunene bør derfor så tidlig som mulig i planlegging av nye VA-prosjekter vurdere bruk av lokale masser.

Det må allerede i planleggingsfasen utføres nærmere kartlegging og undersøkelser knyttet til hvilke lokale masser som finnes og hvilken kvalitet det er på disse for å avklare om massene er egnet til omfyllingsmasser. Dette omfatter både lokale masser ved anleggsstedet, i tillegg til nærliggende pukkforekomster. Kunnskap om grunnforholdene er avgjørende for å kunne gjøre gode valg med tanke på masser, tekniske løsninger og ikke minst utførelse.

Slike vurderinger av massenes egnethet må gjøres basert på geologisk informasjon og kompetanse, eksempelvis basert på NGUs berggrunnskart [68] og grus- og pukkdatabase [69], eventuelle erfaringer fra nærliggende prosjek-

ter hvor det er tatt ut masser og geologiske veiledere [70]. Dersom kommunene ikke besitter denne type kompetanse selv, er det flere aktører i bransjen som vil kunne bistå med slike vurderinger og undersøkelser.

Dersom de lokale massene vurderes som egnet, må det etableres rutiner for bearbeiding av massene. Ofte vil det være nødvendig med en forenklet prosessering, eksempelvis ved bruk av sikt for å sortere ut finstoff og for store/grove masser. På denne måten vil man på en forholdsvis enkel og billig måte kunne framskaffe nødvendige omfyllingsmasser lokalt. Dersom massene kommer fra fjellgrøft/sprengte masser eller inneholder for grove/store masser, vil det være aktuelt å knuse massene, eksempelvis ved etablering av et mobilt knuseverk for bearbeiding av massene lokalt.



Figur 23: Lokale masser må ofte bearbeides for å være egnet som omfyllingsmasser, enten ved sikting/sortering eller som her ved knusing i mobilt knuseverk (foto: Knut Opeide/Statens vegvesen).

Det gjøres oppmerksom på at enkelte deler av grøftetverrsnittet krever høyere kvalitet på massene og at det fortsatt vil kunne være behov for å kjøpe masser fra et pukkverk, eksempelvis til etablering av fundament. Det vil likevel kunne oppnås store besparelser dersom det kan benyttes lokale masser i resterende deler av grøfteoppbyggingen over fundamentet. Ved kjøp av masser bør det prioriteres pukkverk med kortest mulig transportavstand til anlegget. Det bør også prioriteres å velge lange fraksjoner (f.eks. 4/16 mm) fra ett knusetrinn, framfor kortere fraksjoner (f.eks. 8/11 mm) som har vært gjennom flere knusetrinn.

Det bør i så stor grad som mulig vurderes å skille på krav som stilles til masser som skal brukes til fundament og masser som skal benyttes til omfyllingsmasser. Likeledes bør det i større grad vurderes å skille på krav til masser som benyttes i grøfter i terreng og masser som skal benyttes i grøfter i veg og under plasser med trafikklast. En slik differensiering vil legge til rette for økt bruk av lokale masser.

Foreliggende rapport har ikke gjort nærmere vurderinger knyttet til kostander for kjøp av masser da dette vil variere rundt om i landet. Det kan likevel kommenteres at reduksjon i antall knusetrinn i hovedsak også vil redusere kostnadene for massene.

Ved tilkjøring av masser bør det prioriteres masser med kortest mulig transportavstand.

Som beskrevet tidligere i denne rapporten har flere kommuner gjort egne tilpasninger av de generelle VA-normene utarbeidet av Norsk Vann, eksempelvis ved å stille krav til spesifikke sorteringer eller kornform. Dette kan ofte være til hinder for bruk og gjenbruk av lokale masser. Det anbefales derfor at kommunene utfører en gjennomgang og vurderer behov for revisjon av praksis og krav i sine VA-normene, basert på beskrivelsene og anbefalingene i foreliggende rapport.

I forbindelse med en slik gjennomgang må det utføres grundige vurderinger av hvilke krav som er beskrevet og hvorfor kravene er beskrevet slik de er. Ofte er slike krav basert på «gammel vane», og medfører at kommunene krever at de dyreste og mest etterspurte sorteringene skal benyttes. Dette kan være krav som er helt unødvendig i tillegg til at de ofte er uten faglig belegg. Kommunene må i større grad beskrive miljøvennlige løsninger og ressursutnyttelse i sine VA-normer. I dette ligger også økt fokus på oppfølging i forbindelse med prosjektering av nye VA-anlegg, deriblant gjennom å sørge for at nye prosjekter ikke blir direkte kopier av gamle prosjekter hvor miljø og ressursutnyttelse ikke ble vurdert i særlig grad.

9.3. Vurdering av «riktig» bruk av masser

De viktigste momentene knyttet til «riktig» bruk av masser er å redusere miljøbelastningen i tillegg til å bidra til en bedre ressursutnyttelse. Dette omfatter i hovedsak bruk av lokale masser for å redusere transportavstander, men også ved å redusere behovet for uttak av såkalt jomfruelige masser. Som omtalt tidligere i rapporten stilles det ulike krav til ulike bruksformål. Masser til bruk i ledningsgrøfter bør ikke omfatte masser med egenskaper som tilfredsstillende krav til mer høyverdige formål, slik som øvre del av veg- og baneoppbygging samt som tilslag i asfalt og betong. Dette er ikke miljømessig forsvarlig sett i lys av at det i deler av Norge er knapphet på denne typen ressurser.

Dersom det ved kartlegging og vurdering av lokale masser avdekkes at massene ikke vurderes som egnet, bør det gjennomføres en nærmere kartlegging av aktuelle pukkverk for innkjøp av masser. Med bakgrunn i kunnskap om hvilke besparelser det ligger i reduksjon av transportarbeid, eksempelvis gjennom Inga Rises masteroppgave [9], bør det prioriteres å hente masser fra pukkverk med kortest mulig transportavstand til prosjektet. Vurderingene her bør gjøres i form av nytte-kost-analyser hvor man ser nærmere på ulike momenter knyttet til aktuelle pukkverk ut ifra kvalitet på masse, transportavstand osv. En slik kartlegging og vurdering bør i størst mulig grad utføres basert på det totale behovet i området. I dette ligger mulig samarbeid mellom ulike etater og byggherrer, eksempelvis veganlegg vs. kommunens behov i forbindelse med VA-anlegg.

Det må poengteres at anbefalingene her ikke må tolkes dithen at grøfteprosjekter i framtiden kun skal benytte lokale masser for enhver pris. Kjøp av masser fra pukkverk vil fortsatt være nødvendig. Anbefalingen om økt bruk av lokale masser er i hovedsak knyttet til en oppfordring om at kommunene i større grad må vurdere lokale alternativer. Som nevnt vil miljøkrav til anleggsprosjekter bli stadig viktigere i framtiden, og vurderinger knyttet til dette må derfor i større grad tas inn i både planleggings- og gjennomføringsfasen.

Det må også poengteres at anbefalingene her ikke må tolkes slik at kvalitet på masser ikke er viktig. Omfyllingsmasser har en svært viktig funksjon i grøfteoppbyggingen for å beskytte rørene og bidra til stabilitet i ledningsgrøftene. Kvalitet på omfyllingsmasser er derfor viktig for både kvaliteten og levetiden på grøfteoppbyggingen, og vil med bakgrunn i dette være en svært viktig parameter også i framtidige prosjekter selv om man i større grad oppfordres til å benytte mer lokale masser.

Anbefalingene her må derfor ses på som oppfordringer til å tenke mulige alternativer med grøfteoppbygging. Dette kan blant annet være knyttet til utforming av selve grøften, hvilke typer rør som benyttes osv.

Stive rør, slik som betongrør og duktile støpejernsrør, er i utgangspunktet selvbærende konstruksjoner. Dette innebærer at de er dimensjonert for å tåle lasten av overliggende jord og trafikk. Videre innebærer dette at det for stive rør i større grad vil være aktuelt å bruke lokale masser enn for plastrør som ikke innehar den samme stivheten. For

plastrør stilles det strengere krav til omfyllingsmasser, da det er massene som i kombinasjon med røret som ivaretar den totale stabiliteten i ledningsgrøften. I forbindelse med vurdering av de norske anbefalingene for legging av termoplast, bør man se nærmere på «den skandinaviske metoden» for dimensjonering av termoplastrør mot jordlast og trafikklast utviklet av Lars-Eric Janson og Jan Molin.

Krav til masser og komprimering avhenger av overdekning og trafikklast; utenfor veg og ved normal overdekning er kravene mindre strenge. Vurderingene knyttet til valg av rørtype må derfor ses på i sammenheng med øvrig utførelse av grøfta og type omfyllingsmasser, og på denne måten se på hele røranlegget i sammenheng.



Figur 24: Hvis lokale egnede masser ikke finnes, bør det vurderes å skille mellom masser til fundament og omfylling. Eksempelvis kan en bruke en kort fraksjon (8-11 eller 8-16) til fundamentet og en lang fraksjon (4-22) til omfyllingsmasser. Det er viktig å be om siktekurve for lange fraksjoner for å sikre at de er velgraderte. (Foto: Norsk Bergindustri)

Som en naturlig følge av dette bør det også i større grad gjøres nærmere vurderinger av type rør som benyttes. Slike vurderinger bør omfatte hva som til enhver tid er det beste valget av rørmateriale for hvert spesifikke prosjekt. Dette vil bety at man i større grad enn tidligere bør gjøre vurderinger av hvert enkelt prosjekt, og unngå prosjektering og utførelse «slik man alltid har gjort det». I dette ligger det et behov for omstilling, både hos kommunene, men også hos konsulentene som utarbeider beskrivelser for denne typen prosjekter.

9.4. Gjennomgang av leverandørenes leggeanvisninger

SINTEF anbefaler også at det utføres en gjennomgang av leverandørenes leggeanvisninger hvor gjeldende krav vurderes på nytt sett i lys av momentene beskrevet i foreliggende rapport. Dette omfatter i hovedsak vurderinger knyttet til type masser og hvilke fraksjoner som kan og bør benyttes.

Kommunene støtter seg i stor grad på de generelle VA-normene utarbeidet av Norsk Vann, som igjen støtter seg på leverandørenes leggeanvisninger. Utfordringene er i stor grad knyttet til å få alle parter til å tenke nytt, ved å vurdere sine krav og beskrivelser sett i lys av momenter som miljø og ressursutnyttelse beskrevet i denne rapporten. Gjennom prosjekt omfyllingsmasser har flere av rørlleverandørene indikert at de vil se på sine leggeanvisninger på nytt.

9.5. Pukkprodusentene synliggjøre sin kompetanse i større grad

Det anbefales også at pukkbransjen i enda større grad bidrar med sin kompetanse knyttet til ulike typer masser, og på denne måte hjelper VA-bransjen til å velge riktige produkter. Riktig bruk av ressurser vil i stadig større grad bli et viktig moment i årene framover, ikke minst i og nær de største byene hvor tilgangen på nærliggende grus- og pukkressurser ikke er gode.

Innføring av pukk i VA-grøftene på 1970-tallet var en stor forbedring. I den forbindelse ble det slutt på å benytte stedlige masser, som i mange tilfeller var for dårlige til fundament og omfylling. Samtidig ble det delvis også slutt på å benytte stedlige masser som var gode nok. I mange tilfeller er stedlige masser gode nok, men dessverre har kunnskapen knyttet til dette har gradvis blitt borte. Dette har eksempelvis ført til at det anbefales bruk av pukk som fundament og omfyllingsmasser for nye VA-ledninger, selv om man i nærheten har gode grusforekomster.

Gjennom å bidra med kompetanse og erfaringer knyttet til både knuseprosess og kvalitetsdokumentasjon av ulike type masser, vil pukkprodusentene kunne være med på å optimalisere prosjektering og utførelse av ledningsgrøfter ytterligere. Dette omfatter vurderinger knyttet til hvilke masser som egner seg best til omfylling, sett i lys av «godt nok»-prinsippet. Videre vil dette også være med på å bidra i en større regional masseforvaltning, og bidra til at man øker den totale utnyttelsen av masser. I tillegg vil dette også bidra til at man i mindre grad bruker høyverdige masser som omfyllingsmasser, og at disse i stedet kan prioriteres til formål slik som asfalt og betong.

Som beskrevet i kapittel 4.1 ga over halvparten av kommunene som deltok i spørreundersøkelsen utsendt av Norsk Vann i forbindelse med prosjekt omfyllingsmasser, tilbakemelding om at de benyttet fraksjon 8/16 mm. De fleste svarte også at denne fraksjonen ble benyttet fordi dette var beskrevet som krav i kommunens VA-norm. Dette er krav som de enkelte kommunene står fritt til å endre. En mer helhetlig og gjennomtenkt ressursforvaltning gjennom å bruke «riktige» masser til «riktige» formål er viktig. Sett i både et miljø- og ressursperspektiv er det sløsing med ressurser å benytte høykvalitetsmasser i ledningsgrøfter. Dersom man gjennom å benytte et bredere spekter av fraksjoner til omfyllingsmasser, vil dette også gi en bedre massebalanse i pukkverkene. Det kan også forventes en lavere kostnad på kjøp av denne typen masser, sammenlignet med masser som tilfredsstiller krav til mer høyverdige formål.

Anbefalingene er oppsummert i ei sjekklister gjengitt i vedlegg.

SINTEF mener at det gjennom et økt fokus på nevnte punkter vil være mulig å imøtese framtidens krav knyttet til miljø. Dette er miljøkrav som i stadig større grad vil komme, og som må håndteres gjennom å tilpasse hvordan prosjekter planlegges og gjennomføres.

Som beskrevet i masteroppgaven til Inga Rise [9] vil det i de neste 100 årene være behov for fornying av Norges vannledninger, som til sammen omfatter over 49 000 km. Det ligger store besparelser i miljøpåvirkning, økonomi og bruk av ressurser dersom man i dette arbeidet kan redusere transportavstandene for massene som benyttes gjennom økt bruk av lokale masser i tillegg til bruk av masser produsert gjennom et redusert antall knusetrinn. Dette er med på å bygge opp under viktigheten av at kommunene i større grad gjør vurderinger knyttet til miljøpåvirkning ved planlegging og etablering av ledningsgrøfter.

10. REFERANSER

- [1] Det kongelege Klima- og miljødepartementet, «Meld. St. 13 (2020-2021) Melding til Stortinget: Klimaplan for 2021-2030. Godkjent i statsråd 8. januar 2021».
- [2] Samferdselsdepartementet, «Handlingsplan for fossilfrie anleggsplasser innen transportsektoren,» 2021.
- [3] Norsk Rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Kravspesifikasjon for betong avløpsrør, VA/Miljøblad nr. 14,» [Internett]. [Funnet 26 11 2020].
- [4] Norsk Rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Kravspesifikasjon for duktile støpejernsrør, VA/Miljøblad nr. 16,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/kravspesifikasjon-for-duktil-stopejernsror/>. [Funnet 26 11 2020].
- [5] Norsk Rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Kravspesifikasjon for rør og rørdeler av GRP materiale, VA/Miljøblad nr. 13,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/kravspesifikasjon-for-ror-og-rordeler-av-grp-materiale/>. [Funnet 26 11 2020].
- [6] G. Mosevoll, «Fundament og omfyllingsmasser for vann- og avløpsledninger: Revisjon av dagens retningslinjer. Forslag til utredningsbehov,» 2018-09-07.
- [7] Statens vegvesen Vegdirektoratet, «Håndbok N200 Vegbygging,» 2018.
- [8] Standard Norge, «NS 3070-1:2015 Samordning av ledninger i grunnen - Del 1: Avstandskrav,» 2015.
- [9] I. Rise, «Miljøpåverknad frå omfyllingsmassar i røyrgrøfter. Masteroppgåve 2020,» Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet (NMBU), 2020.
- [10] Norsk Rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Grøfteutførelse fleksible rør, VA/Miljø-blad nr. 5,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/grofteutforelse-fleksible-ror/>. [Funnet 11 11 2020].
- [11] Norsk rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Grøfteutførelse stive rør, VA/Miljø-blad nr. 6,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/387/>. [Funnet 11 11 2020].
- [12] Norsk Vann, «Veiledning for bruk av betongrør og kummer. Norsk Vann rapport nr. 233,» 2018.
- [13] Norsk Rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Kravspesifikasjon for rør og rørdeler av PVC-U materiale, VA/Miljøblad nr. 10,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/kravspesifikasjon-for-ror-og-rordeler-av-pvc-u-materiale-2/>. [Funnet 26 11 2020].
- [14] Norsk Rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Kravspesifikasjon for vann- og avløpsrør av PE materiale, VA/Miljøblad nr. 11,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/kravspesifikasjon-for-ror-av-pe-materiale/>. [Funnet 26 11 2020].
- [15] Norsk Rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Kravspesifikasjon for trykkløse grunnavløpsrør og rørdeler av PP (Polypropylen) materiale, VA/Miljø-blad nr. 12,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/kravspesifikasjon-for-trykklose-grunnavløpsrør-og-rordeler-av-pp-polypropylen-materiale/>. [Funnet 26 11 2020].
- [16] Norsk Vann, «Plastrør for vannforsyning og avløp: Hvordan skal vi oppnå minst 100 års levetid? Norsk Vann rapport nr. 232,» 2018.
- [17] Norsk Rørsenter/Stiftelsen VA/Miljø-blad, «Valg av rørmateriale, VA/Miljø-blad nr. 30,» [Internett]. Available: <https://www.va-blad.no/kapittel-30/>. [Funnet 26 11 2020].
- [18] Basal, «Basal leggeanvisning,» 2017. [Internett]. Available: <https://www.basal.no/Teknisk-informasjon/leggeanvisninger>.
- [19] Standard Norge, «CEN/TR 1046:2013 Rørledninger av termoplast - Systemer utenfor bygningen for føring av vann eller avløp,» 2013.
- [20] Standard Norge, «NS 3420-F:2019 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del F: Grunnarbeider -Del 1,» 2019.
- [21] Standard Norge, «NS-EN 13242:2002+A1:2007+NA:2009 Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging.»
- [22] SINTEF, «Byggforsk byggetalbrad 451.021: Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring,» November 2018. [Internett]. Available: https://www.byggforsk.no/dokument/204/klimadata_for_termisk_dimensjonering_og_frostsikring.
- [23] H. Karlsson og T. Rise, «Effekt av salt og teleskader på gang- og sykkelveger, en litteraturstudie,» SINTEF. Rapportnr. 2019:01091. ISBN 978-82-14-06316-5, 2019.

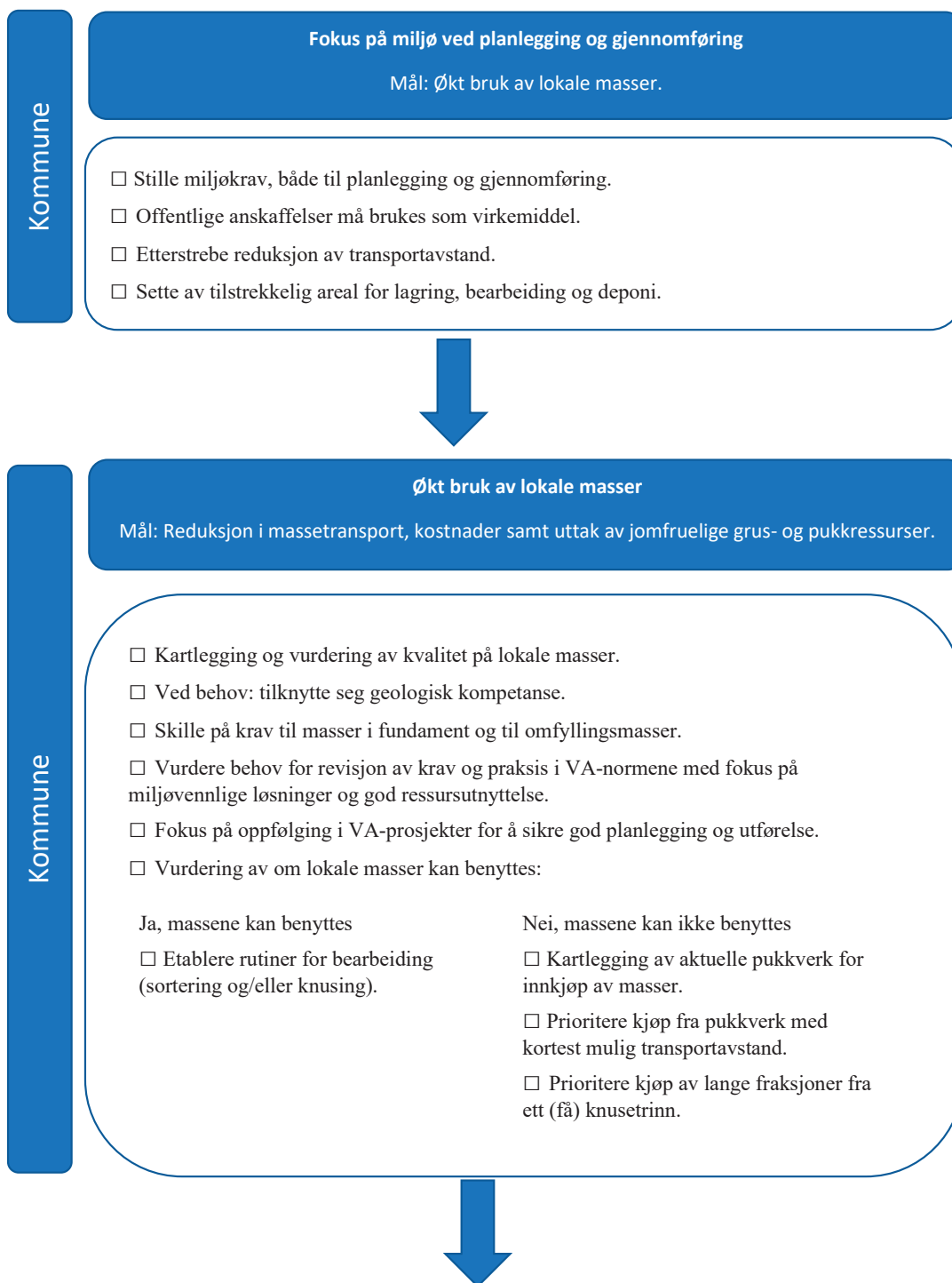
- [24] Lovdata / Samferdselsdepartementet, «Forskrift om saksbehandling og ansvar ved legging og flytting av ledninger over, under og langs offentlig veg,» 2013.
- [25] «VA-norm,» [Internett]. Available: <https://www.va-norm.no/malsetting/>. [Funnet 04 11 2020].
- [26] «VA-dagene Midt Norge 12-13 september 2012,» [Internett]. Available: https://www.sintef.no/contentassets/f45f34ac2cab456f881022a1811cd829/19_felles-va-norm.pdf/.
- [27] Norsk Vann ved Knut Bjarne Sætre, «Norsk Vanns VA-norm og VA/Miljøl-blader blir nytt produkt,» 07 08 2019. [Internett]. Available: <https://www.norskvann.no/index.php/14-kompetanse/2139-norsk-vanns-va-norm-og-va-milj%C3%B8-blader-blir-nytt-produkt>.
- [28] Lovdata/Samferdselsdepartementet, «Lov om vegar (veglova), ISBN 82-504-1160-9,» <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1963-06-21-23>, Sist endret 2020-07-01.
- [29] Standard Norge, «NS 3420-U:2019 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner Del U: Rørinstallasjoner,» 2019.
- [30] NPG Norge, «Legging av plastrør for vann og avløp,» mai 2018. [Internett]. Available: <https://www.pipelife.no/content/dam/pipelife/norway/marketing/general/installation-guidelines/vmt/tradisjonell-va/Leggeanvisning%20hefte.pdf>.
- [31] Norsk Vann, «Veiledning for bruk av duktile støpejernsrør, Norsk Vann rapport 173,» 2010.
- [32] PAM Saint-Gobain, «Produktinformasjon duktile støpejernsrør, omfyllingsmasser i ledningsgrøfter, rev. 08,» 2008. [Internett]. Available: <https://www.pamline.no/nedlasting/omfylling>.
- [33] Statens vegvesen Vegdirektoratet, «Håndbok R761 Prosesskode 1, Standard beskrivelse for vegkontrakter, hovedprosess 1-7,» 2018.
- [34] Statens vegvesen Vegdirektoratet, «Håndbok N500 Vegtunneler,» 2020.
- [35] Bane NOR, «Teknisk regelverk,» [Internett]. Available: <https://trv.banenor.no/wiki/Forside>.
- [36] St. Eriks, Sveriges sten- og betongpartner, «Underjordisk Infrastruktur. Handbok för dig som arbetar med vatten och avlopp,» [Internett]. Available: https://steriks.se/globalassets/va-handbok2018_webfil_single-page.pdf. [Funnet 03 02 2021].
- [37] Svensk betong, «Läggningsanvisningar för betongrör och brunnar. Modernt ledningsbygge med betongrör,» 2018. [Internett]. Available: <https://www.alfaror.se/wp-content/uploads/2016/11/Laggningsanvisningar.pdf>.
- [38] Nordiska Plaströrgruppen, «Läggning av plastrør,» [Internett]. Available: <https://www.pipelife.se/content/dam/pipelife/sweden/marketing/general/installation-guidelines/infrastruktur/va/Installationsanvisning-NPG-L-%C3%A4ggning-av-plastr%C3%B6r.pdf>. [Funnet 03 02 2021].
- [39] E. Jonsson, «Norges byggeforsknings institutt (NBI), særtrykk 247: Dimensjonering av nedgravde fleksible plastrør for ytre belastning,» <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2410846/saertrykk247.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 1976.
- [40] Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann, «Pra25: Legging av avløpsledninger».
- [41] Statens forurensningstilsyn, «TA-523: Retningslinjer for prosjektering, utførelse og kontroll av ledningsanlegg for avløpsvann,» 1979.
- [42] Statens forurensningstilsyn, «TA-570: Veiledning ved bygging av ledningsanlegg for avløpsvann,» 1992.
- [43] Norsk Vann, «Bakgrunn for ADK-sertifikatet,» [Internett]. Available: <https://www.norskvann.no/index.php/kompetanse/adk/historikk>.
- [44] Feiring, «Om grøftepukk 4/16 mm,» [Internett]. Available: <https://feiring.no/produkt/pukk-og-grus/grøftepukk-4-16-mm/>. [Funnet 06 11 2020].
- [45] Gunnar Holth Grusforretning as, «Pukk,» [Internett]. Available: <https://www.gholth.no/produkter/pukk/>. [Funnet 06 11 2020].
- [46] Hallingdal pukk & grus as, «Grøftesingel,» [Internett]. Available: <https://www.hallingdalpukkoggrus.no/hjem/produkter/grøftesingel-8-16/>. [Funnet 06 11 2020].
- [47] John Myrvang as, «Pukk,» [Internett]. Available: <https://myrvang.no/kategori/produkter/pukk/>. [Funnet 06 11 2020].

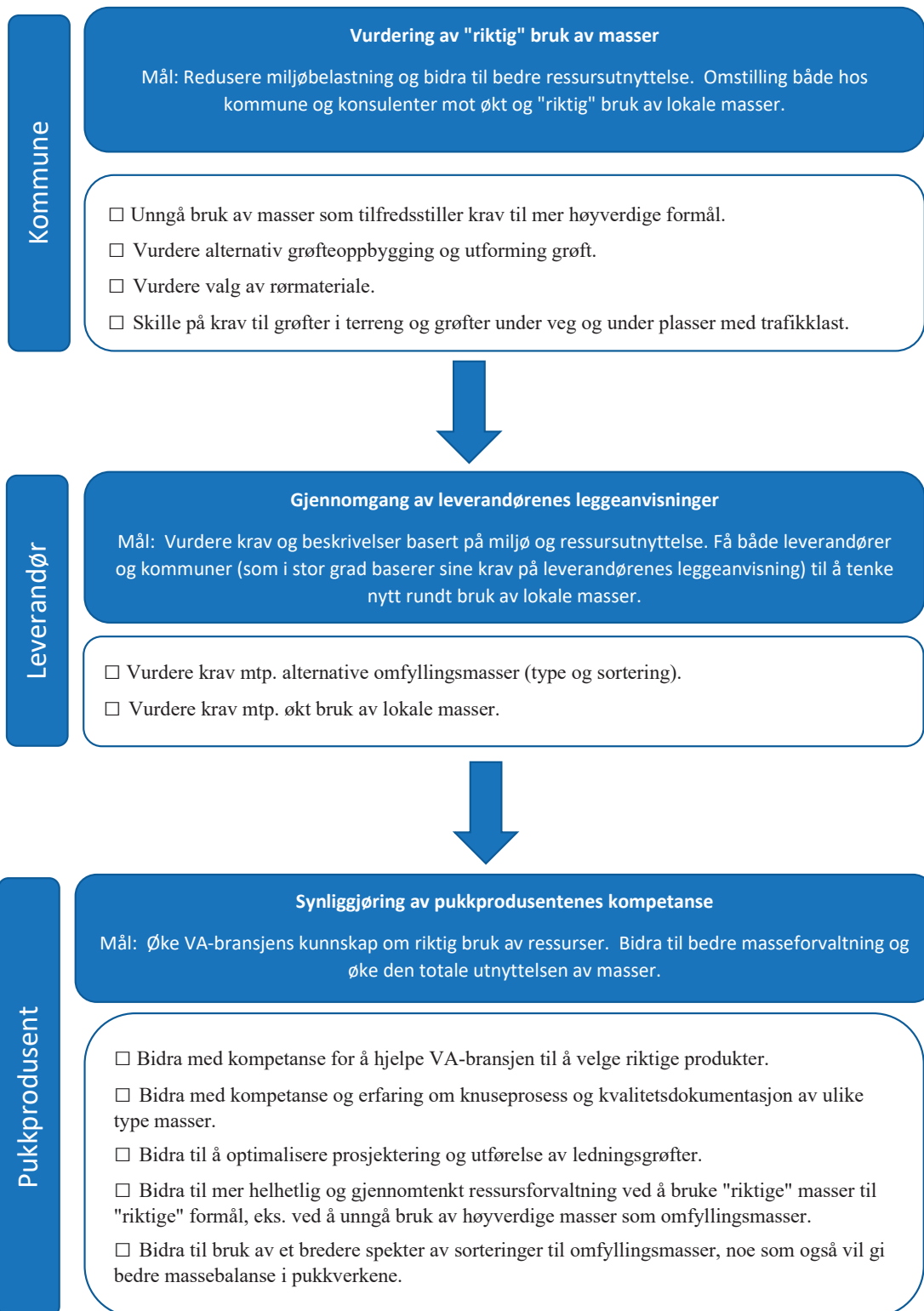
- [48] NCC, «Pukk, kult, maskinsang og subbus - produkter fra knust fjell,» [Internett]. Available: <https://www.ncc.no/vare-tjenester/steinmaterialer/pukk-og-grusprodukter/pukk-kult-maskinsand-og-subbus/>. [Funnet 06 11 2020].
- [49] Rygge pukkverk, «Produkter,» [Internett]. Available: <http://ryggepukkverk.no/produkter/>. [Funnet 06 11 2020].
- [50] Solum pukkverk as, «Prisliste,» [Internett]. Available: <https://solumpukk.no/prisliste/>. [Funnet 06 11 2020].
- [51] [Internett]. Available: www.kortreiststein.no.
- [52] T. Rise, L. Alnæs og I. Rambæk, «Kortreist stein. Oppnådde resultater (2016-2019),» SINTEF Community, <https://www.sintef.no/globalassets/project/kortreist-stein/kortreist-stein-sluttrapport-final.pdf>, 2019.
- [53] Akershus fylkeskommune, «Masseforvaltning i Akershus. Vedtatt i fylkestinget 24. oktober 2016,» 2016.
- [54] Rogaland fylkeskommune, «Regionalplan for massehåndtering på Jæren 2018-2040. Vedtatt i Fylkestinget 13. desember 2017,» 2017.
- [55] Norges Geologiske Undersøkelse, «Mineralske ressurser i bakken, oversikt og analyser 2016,» https://www.ngu.no/sites/default/files/Ressursanalyse_2016_spreads.pdf, 2017.
- [56] Norsk Bergindustri, «Byggeråstoff,» [Internett]. Available: https://www.norskbergindustri.no/Bergindustri_og_det_moderne_samfunn/byggerastoff-tekst/.
- [57] Norges Geologiske Undersøkelse, «Transport av byggeråstoffer og miljøfotavtrykk. NGU rapport 2018.025,» https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2018/2018_025.pdf, 2019.
- [58] Standard Norge, «NS-EN 545:2010 Rør, rørdeler og tilbehør av duktilt støpejern samt deres sammenføyninger for vannledninger - Krav og prøvingsmetoder,» 2010.
- [59] SINTEF, «Testing of PE-coatings on pipes,» 2009.
- [60] Anleggsmaskinen, «Kritisk til pukk-praksis,» 21 08 2015. [Internett]. Available: <https://anleggsmaskinen.no/2015/08/kritisk-til-pukk-praksis/>. [Funnet 06 11 2020].
- [61] T. Dahle, «VA-dagene Midt Norge 12 - 13 september 2012. Felles VA Norm - Hvordan gjennomføre dette,» 2012. [Internett]. Available: https://www.sintef.no/contentassets/f45f34ac2cab-456f881022a1811cd829/19_felles-va-norm.pdf/.
- [62] Norsk Vann, «Veiledning for bruk av duktile støpejernsrør. Rapportnummer 173-2010,» 2011.
- [63] Anleggsmaskinen, «Bratt rørlegging,» 13 11 2020. [Internett]. Available: https://anleggsmaskinen.no/2020/11/bratt-rorlegging/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=bratt-rorlegging. [Funnet 25 11 2020].
- [64] Statens vegvesen, «Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser,» 2014.
- [65] Jernbaneverket, «Sporets komponenter / Ballast,» [Internett]. Available: https://www.jernbanekompetanse.no/wiki/Sporets_komponenter/Ballast#Kornform. [Funnet 02 02 2021].
- [66] N. A. F. Luke, «Masteroppgave: Kornform og mekaniske egenskaper for et granodiorittmateriale etter testknusing og laboratorieknusing,» Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Institutt for bygg- og miljøteknikk, 2017.
- [67] B. Lira, «Doctoral Thesis in Civil and Architectural Engideering: Influence of aggregates on permanent deformation of asphalt,» KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, 2020.
- [68] Norges geologiske undersøkelse, «Berggrunn - nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.
- [69] Norges geologiske undersøkelse, «Grus og pukk,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/grus_pukk_mobil/.
- [70] K. A. Aasly, A. Margreth, E. Erichsen, T. Rise og L. I. Alnæs, «Forundersøkelser og bruk av kortreist stein. En geologisk veileder,» SINTEF Fag, 2019.
- [71] Anleggsmaskinen, «Misbruk av ressurser,» 27 08 2015. [Internett]. Available: <https://anleggsmaskinen.no/2015/08/misbruk-av-ressurser/>. [Funnet 06 11 2020].

Vedlegg

Sjekkliste

De største miljøpåvirkningene fra VA-prosjekter omfatter produksjon av ulike type masser, ulike transportavstander og selve grøfteutførelsen, og det ligger her et stort potensial for besparelser og forbedringer.





TIDLIGERE UTGITTE RAPPORTER

2021	260	Innovative anskaffelser i vannbransjen	2014	209	Veiledning i mikrobiell barriere analyse	2007	158	Termoplastrør i Norge – før og nå
	259	Kommunale finansieringsbehov i vannbransjen 2021 – 2040		208	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg		B11	Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler
2020	258	Rekutteringsbehov i vannbransjen – status og prognoser 2020 – 2050	207	Stikkledninger – ansvar og teknisk utforming	2006	B10	Vannkilden som hygienisk barriere	
	257	Etablering og drift av mindre avløpsanlegg	206	Biostabilitet i drikkevannsnett		B9	Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene	
	256	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg	205	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene		C6	I veien for hverandre – Samordning av rør og kabler i veigrunnen	
	255	Bærekraftig fremmedvannandel – Modell for vurdering av riktig nivå	204	Åpne flomveger i bebygde områder		2005	157	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07
	254	Forvaltning av nedbørsfelt for overflatevannkilder	203	Fra driftsassistanser til regionale vannassistanser			156	Veiledning for oljeutskilleranlegg
2019	B26	Kunnskapsbehov innen overvann og klimatilpasning	202	Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline	155	Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren		
	B25	Forprosjekt – Digital Vannstatistikk	201	Anskaffelser i vannbransjen	154	Norm for tagkoding i VA-anlegg		
	253	Mikroplast i avløpsvann, avløpsslam og jord	200	Håndtering av overvann fra urbane veger	153	Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren		
	252	Kummer – Klassifisering og tilstandsvurdering	2013	199	Etablering av gode VA-løsninger i spredt bebyggelse	152	Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren	
	B24	Primærrens – Status og rensseffekter 10 år etter		198	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam – Resultater fra undersøkelsen i 2012/13	151	Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)	
	C14	Bærekraftig fornyelse av ledningsnett	197	Avløpsanlegg Vurdering av risiko for ytre miljø	150	Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger		
	251	Klimagassutslipp, veiledning for vannbransjen	196	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportsystemer	B8	Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren		
250	Kommunens roller, rettigheter og fremgangsmåter i private utbyggingsområder	195	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg	B7	Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring			
249	Veiledning i nedvannforsyning	B19	Varmepumper i drikkevannsforsyningssystem	2004	149	Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning		
B23	Evaluerer av Norsk Vanns prosjektsystem	B18	Kranvannets kokebok for kommunikasjon		148	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann		
2018	248	Organic Pollutants in Norwegian Wastewater Sludge	2012	194	Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg	147	Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann	
	247	Beste praksis for HMS-arbeid i vannbransjen		193	Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem	146	Bærekraftig vedlikehold. Betrakninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett	
	246	Regulering og organisering av vann- og avløpssektoren i utvalgte europeiske land	192	Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken	B6	Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk		
	245	Veiledning for tilstandsvurdering av infiltrasjonssystemer	191	Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning	B5	Utslipp fra bilvaskehaller		
	244	Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsplan for drikkevann	190	Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer	B4	Vannkvalitet i ledningsnett – Problemløst og statur. Forprosjekt.		
	243	Verdiforvaltning av vann- og avløpsinfrastruktur	188	Veiledning for drift av koaguleringsanlegg	B3	Kvalitetshveving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag		
	242	Praktiske råd ved valg av ledningsmateriale	C8	Omdømmeplattform og -strategi	C5	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – veiledning		
	241	Mapping microplastic in Norwegian drinking water	2011	187	Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak	C4	Effekter av bruk av matavfallskverner på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling	
	240	UV-desinfeksjon av drikkevann		186	Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak	2003	145	Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger
	B22	Vann og avløp i arealplanlegging og byggesaker	185	Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag	144		Veiledning i overvannshåndtering (Erstattet av 162/08)	
239	Beregning av bærekraftig lekkasjenivå	184	Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde	143	Kartlegging av mulig helseisiko for abonnenter berørt av trykkløst vannledning ved arbeid på ledningsnett			
238	Informasjonssikkerhet og skybaserte tjenester	183	Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri	142	NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet			
237	Dataflyt for GIS-informasjon i VA-prosjekter	182	Prøvetaking av avløpsvann og slam	B2	PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.			
236	Akseptkriterier - Vurdering av nye og nyrenoverte avløpsledninger ved rørispeksjon	181	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng	C3	Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer			
235	Dataflyt	180	Fjernavlesning av vannmålere	2002	141	Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp		
234	Rørispeksjon av hovedledninger for vann og avløp	179	Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp		140	NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt		
233	Veiledning for bruk av betongrør og kummer	B16	Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren	139	Erfaringar med klorering og UV-stråling av drikkevann			
232	Plastrør for vannforsyning og avløp: Hvordan skal vi oppnå minst 100 års levetid?	B15	Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene	138	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave			
231	NOMiNOR: Natural Organic Matter in drinking waters within the Nordic Region	C7	Forvaltningspraksis ved norsk dampsikkerhet	137	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (Erstattet av 181/2011)			
230	NOMiNOR: Naturlig Organisk Materiale i Nordiske drikkevann	2010	178	Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg	136	Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?		
229	Sikring av vannforsyning mot tilskjete uønskede hendelser		177	Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status	135	Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller		
2017	228	Tilførsel av industrielt avløpsvann	176	Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene	2001	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)	
	227	Beregning av forurensningsutslipp fra avløpsanlegg	175	Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan. E-læring og samlinger		B1	Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt	
	226	Tømming av slam	174	Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting	C2	Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnett		
	225	Trykkavløp i spredtbygde og urbane strøk	173	Veiledning for bruk av støpejernsrør	2000	133	IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning	
224	Eierskap til stikkledninger	B14	Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt	132		Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR		
2016	223	Finansieringsbehov i vannbransjen 2016–2040	B13	Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.	1999	131	Effektivisering av avløpssektoren	
	222	Dokumentasjon av utslipp fra avløpsnett	172	Trykktap i avløpsnett		130	Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg	
	221	Smart ledningsfornyelse – bruk av NoDig-metoder	171	Erfaringer med lekkasjekontroll	129	Rørispeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger		
	B21	Utvikling av studietilbud i bachelor i vann- og miljøteknikk	170	Veileder til god desinfeksjonspraksis	C1	Sårbarhet i vannforsyningen		
	B20	Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk	169	Optimal desinfeksjonspraksis fase 2				
2015	220	Kritiske ledninger for vann og avløp – klassifisering og tiltaksvurdering	168	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg				
	219	Eksempler på implementering av bærekraft i vannbransjen	167	Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier				
	218	Vann til brannslukking og sprinkleranlegg	166	Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg				
	217	Videreutvikling av beregningsmetodikk for gjenanskaffelsesverdi og investeringsbehov	165	Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata				
	215	Tilbakestrømsikring – veiledning til vannverkseiere	B12	Drikkevann i media				
	214	Forslag til ny sektorlov for vannjenester	164	Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann				
	213	Sikkerhetsstyring for vannbransjen	163	Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag				
212	Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg	162	Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering					
211	Erfaringer med ozon-biofiltrering for behandling av drikkevann	161	Helsemessig sikkert vannledningsnett					
210	Veiledning for praktisering av selvkost	160	Driftserfaringer med membranfiltrering					
		159	Håndbok i kildeprosporing i avløpssystemet					



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