

1 FORMÅL

Dette VA/Miljø-blad beskriver "innføring av kontinuerlige rør" som renoveringsmetode for VA-ledninger. Med kontinuerlige rør menes i denne sammenheng helsveiste polyetylenrør. For beskrivelse av aktuelt rørmateriale, henvises til VA/Miljø-blad nr. 97 «Krav til PE-rør ved NoDig utførelse». Polyetylen er det materialet som til nå har vært benyttet ved denne renoveringsmetoden, men andre rørmaterialer kan også benyttes. Ledningsmaterialet på den ledningen som renoveres kan være hva som helst, bare den ikke har kollapset eller har fått redusert tverrsnitt.

2 BEGRENSNINGER

VA/Miljø-bladet beskriver metodikk for planlegging og gjennomføring av et prosjekt med innføring av kontinuerlige rør. Nødvendig prosjektering av forankringer beskrives ikke. Generelt skal PE-ledninger forankres mot lengdeutvidelse/kontraksjon, og trykkledninger skal i tillegg forankres mot opptredende hydrauliske krefter. Se VA/Miljø-blad nr. 96 "Forankring av trykkledninger". Overgang til annet rørmateriale må også forankres. Tilsvarende beskrives ikke detaljer av sammenkoblinger i hver ende.

Vær spesielt oppmerksom på at PE-trykkør, pga. driftstrykket, utvider seg diametralt etter noen års drift. Dette som følge av E-modulen, som synker ved vedvarende belastning (ofte omtalt som ballongeffekten). Ved innstøping av PE-trykkør med høye SDR klasser (tynnveggede rør) kan denne ekspansjonen skape problemer. Et annet problem som oppstår ved innstøping av PE-rør er forhøyet temperatur i betongen når denne hydratiserer. Dette fører til at PE-røret utvider seg noe. Når temperaturen synker igjen vil røret krympe og en liten spalte oppstår mellom rør og betong. Man kan ivareta denne problematikken ved å montere en elastisk gummipakning mellom PE-rør og betong. Dette sikrer at det ikke oppstår uønskede spenningskonsentrasjoner i rørveggen og at den lille spalten som oppstår ved innstøping blir tettet.

3 FUNKSJONSKRAV

En renoveret VA-ledning skal tilfredsstillere kravene til kapasitet, tetthet, styrke og, for avløpsledninger, selvrens. Vær spesielt oppmerksom på kravet til kapasitet. Ved denne renoveringsmetoden reduseres den innvendige diameteren på den nye ledningen og kapasitetsvurderinger må gjøres.

Funksjonstiden til et riktig prosjektert, installert og driftet rør utført etter denne renoveringsmetoden skal tilsvare den samme funksjonstiden som rør lagt i åpen grøft – dvs. minst 100 år.

PE-rørene (både trykk- og selvfallsledninger) skal være produsert i henhold til NS-EN 12201 del 1, 2 og 3. I Norge er det anbefalt å bruke sikkerhetsfaktor (designfaktor) $C=1,6$, som også inkluderer transport, håndtering, installasjon og 100 års drift. I den europeiske standarden EN 12201 er sikkerhetsfaktor angitt til $C=1,25$ og definert tid relatert til Minimum Required Strength (MRS, bruddspenning) er satt til 50 år. Denne lave sikkerhetsfaktoren ($C=1,25$) tar heller ikke hensyn til håndtering, legging og drift av rørene.

4 LØSNINGER

4.1 MATERIALER

Ved denne renoveringsmetoden benyttes primært helsveiset rør av polyetylen, PE-rør. Det henvises til VA/Miljø-blad nr. 11 «Kravspesifikasjon for rør av PE» og VA/Miljø-blad nr. 97 «Krav til PE-rør ved NoDig utførelse» /1/.

Det leveres PE-rør i ulike materialkvaliteter, dimensjoner og rørklasser (SDR). Det anbefales brukt PE-100 eller PE 100 RC, som har en bedre motstand mot langsom sprekkvekst (Resistance to Crack).

Det anbefales i Norge å bruke en dimensjonerende designfaktor $C=1,6$ (tidligere kalt «sikkerhetsfaktor»). Dersom det er fare for at det kan oppstå riper i røret under bearbeiding og inntrekking kan man velge PE-rør med PP kappe. Påse at PP-kappen har tilstrekkelig tykkelse. Tykkelsen vil variere avhengig av dimensjonen, fra 2,7 mm for 110 mm til 5 mm for 355 mm (710 mm).

Krav til håndtering, transport og lagring skal være iht. leverandørens anvisninger. Rørendene skal være terset, bl.a. for å hindre luftgjennomgang ved sveising.

Utførende må kontrollere rør og rørdeler ved mottak på anleggsområdet. Rør levert til anleggsplassen skal innvendig og utvendig være jevne, glatte og uten synlige feil av betydning for bruken. Utvendige riper dypere enn 10 % av godstykkelsen tillates ikke. Innvendig tillates ingen skader. Snittflater skal være homogene. Rør skal ha rett avkuttete ender.

4.2 DIMENSJONERING

Ved renovering med kontinuerlige rør skal følgende momenter vurderes/dimensjoneres:

- Behov for injisering av mellomrom mellom ny og gammel ledning. Dette får betydning for dimensjonering av lasttilfeller fra jord og trafikklast (se punktet under). Ved injisering må deformasjon og bucklingstrykk vurderes.
- Ivaretagelse av jord og trafikklast:
 - Den gamle ledningen kan fortsatt ta opp jord og trafikklast.
 - Den gamle ledningen vil kollapse og ny ledning skal ta opp jord og trafikklast.
- Spenninger i rørveggen (lengderetning) under innføring.
- Grunnvann, og eventuelle grunnvannstrykk.
- Temperaturspenninger i rørvegg.

I Norge har det vært vanlig å dimensjonere den nye PE-ledningen slik at den skal kunne oppta alle belastninger. Dette fordi man antar at den eksisterende ledningen er (eller forventes) nedbrutt.

Ved alle vanlige leggedyp vil belastninger ved utførelsen være dimensjonerende.

Dersom det velges PE-rør med en SDR-klasse mindre eller lik 17 vil disse pga. sin store ringstivhet motstå alle utvendige belastninger under normale forhold (full strukturell styrke).

4.3 UTFØRELSE

4.3.1 FORKONTROLL

For å oppnå et best mulig resultat av en planlagt inntrekking av kontinuerlige rør, er det viktig å utføre en systematisk og nøye forkontroll der det anbefales å inkludere følgende hovedelementer:

- Angi rørtype.
- Lokalisering av ledning og kummer i/utenfor vei.
- Lokalisere rørbend/avvinklinger og stikkledningstilkoblinger.
- Eiendomsgrenser (for optimal plassering av groper).
- Kryssende og parallelle ledninger.
- Kabler (for å kunne kartlegge og tilpasse gravearbeider).
- Kartlegge om grunnvannsnivå influerer på prosjektgjennomføringen.
- Avdekke grøftetype (jord/fjell).
- Kartlegge kummer herunder tilstandsvurdering med tanke på rehabilitering, evt. full utskifting. Ofte viser det seg at gamle kummer må erstattes av nye.
- Posisjon og dimensjon for stikkledninger.
- Trafikkbelastning (grunnlag for plan for trafikkavvikling).

- Eventuelle innstikkende plugg/stikkledninger etc. skal være fjernet for å unngå skader på røret ved inntrekking, og skader ved senere drift. Det finnes utstyr for dette på markedet. Dette skal kontrolleres med videokamera.
- Evt. video (avløpsledninger) med tilhørende rapport fra utført rørinspeksjon.

4.3.2 FORBEREDENDE ARBEIDER

Normalt bør følgende inngå som en del av de forberedende arbeider:

- Eventuell markkrydding.
- Registrere og avdekke alle påviste stikkledninger.
- Etablering av provisoriske VA-løsninger.
- * For selvfølgelig ledninger innebærer dette ofte overpumping av avløpsvann. Kapasitet på pumpe-systemer må vurderes i hvert tilfelle. Fellesledninger (AF) må ivaretas spesielt nøye.
- * På vannledninger må alle berørte eiendommer legges over på provisorisk forsyning, samtidig som stikkledninger plugges. Brannberedskap vurderes, sjekk blant annet evt. ringforbindelse på vannforsyning og behov for provisoriske brannkummer.
- Klargjøring av eksisterende kummer som skal beholdes: Fjerning av armatur etc.
- Planlegging av arbeidsgroperes størrelse og beliggenhet. I denne sammenheng må eksisterende kummer, kabler og rør i traseen også kartlegges for å optimalisere groper i størrelse og antall. Ofte benyttes gravehull fra kummer som er fjernet til enten innførings- eller mottaksgrop.
- Kontroll av de berørte eiendommenes jordingsforbindelser (metalliske rør).
- Vurder retning på installasjonen.

4.3.3 INNFØRINGSGROP

Lengden av innføringsgrop er avhengig av utvendig diameter på nytt rør og leggedybden. Lengden beregnes som funksjon av leggedybden og tillatt bøyeradius for PE røret, som settes til maksimal tillatt radius $24 \times DN$, som korttidspåvirkning ved 20° Celsius.

Eksempel: Minste tillatte krumningsradius for PE 100 (MRS 10), SDR 11, DN 200:

- $24 \times 0,2 \text{ m} = 4,8 \text{ meter}$

For rør med diameter større enn 180 mm, benyttes følgende orienterende formel for beregning av gropens lengde. (Se figur 1).

Innføringsgropens lengde: $L = T \times (H \times DN)^{0,5}$

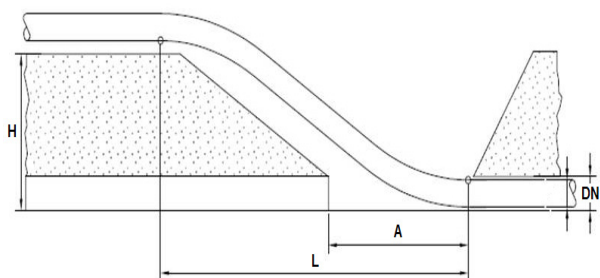
Nødvendig rettstrekning før innføring:

$$A = 8 \times DN$$

hvor:

- $H = \text{Grøftedybde}$

- DN = Ytre diameter på PE røret
- T = Korreksjonsfaktor for temperatur
- A = Nødvendig rettstrekning før innføring (utkappingslengde)



Figur 1. Skjematisk snitt av innføringsgrop.

For dimensjoner opp til 180 mm kan røret leveres på kveil (maks. lengde mellom 250 m og 290 m), noe som gjør at kravet til størrelse på innføringsgrop reduseres betydelig.

Tabell 1. Korreksjonsfaktor i formel for installasjon ved ulike temperaturer.

| Temperatur | Korreksjonsfaktor (T) | Kommentar |
|-------------|-----------------------|-----------------|
| 20 grader | 10 | |
| 10 grader | 13 | Anbefalt faktor |
| 0 grader | 16 | |
| - 10 grader | 19 | |

4.3.4 SKJØTEMETODER

Rørene som skal trekkes/skyves inn i den eksisterende ledningen skal skjøtes med buttsveising (speilsveising). Ved bruk av PP-kappe må bakkene i sveisemaskinen være tilpasset utvendig diameter, inklusive PP-kappe. PP-kappen må også fjernes noen cm fra rørende, for ikke å "forurense" sveisespeilen. Den utvendige sveisevulsten kan fjernes ved behov. Det må tas stilling til om også den innvendige sveisevulsten skal fjernes. Det finnes utstyr for dette.

Elektromuffe, som skjøtemetode på PE-rør, brukes der det av plasshensyn ikke er mulig å bruke buttsveisemaskin, som f.eks. ved tilkoblinger i kummer og ved sammenkobling av ledninger i åpen grøft.

Det stilles strenge krav til begge typer sveising. Ved buttsveising og elektromuffesveising av PE-rør skal det benyttes sertifiserte sveisere og krav stilt i NS 416 skal følges.

4.3.5 TREKKRAFT

Ved installasjon av helsevidede PE-rør vil det være nødvendig å benytte en vinsj eller en hydraulisk maskin for å trekke det nye røret inn i det gamle. Noen ganger kan det da være nødvendig å beregne hvor stor trekraft som er nødvendig, samt hvor stor kraft PE-røret tillater at man trekker med.

Tillatt trekraft finner man ved å ta tverrsnittsarealet på rørveggen og multiplisere med tillatt strekkspenning i rørmaterialet. Er det utvendig kappe på PE-røret tas denne ikke med i beregning.

gen. Ved beregning av tillatt trekraft kan følgende verdier for PE 100/PE 100 RC benyttes:

- Langtids strekkspenning: 0,01 kN/mm²
- Korttids strekkspenning: 0,02 kN/mm²

Tabell 2. Tillatte trekkrefter (kN) for PE 100/PE 100 RC Langtids trekkrefter basert på maksimal strekkspenning i rørveggen på 10 MPa. Korttids belastning kan være opp til det dobbelte (avhengig av tiden belastningen varer).

| DN | SDR 17 | SDR 11 | SDR 9 | SDR 7,4 |
|------|--------|--------|-------|---------|
| 32 | | 2,6 | 3,2 | 3,8 |
| 40 | 2,8 | 4,2 | 5 | 6 |
| 50 | 4,4 | 6,6 | 7,8 | 9,3 |
| 63 | 7,1 | 10,4 | 12,5 | 14,7 |
| 75 | 10 | 14,6 | 17,6 | 20,9 |
| 90 | 14,3 | 21,1 | 25,3 | 30 |
| 110 | 21,4 | 31,4 | 37,7 | 45 |
| 140 | 34,3 | 50,8 | 61,3 | 72,8 |
| 160 | 44,9 | 66,7 | 79,9 | 95 |
| 180 | 56,9 | 84,2 | 100,9 | 120 |
| 200 | 70,3 | 103,9 | 124,9 | 148,5 |
| 225 | 89 | 131,6 | 158,1 | 187,8 |
| 250 | 109,3 | 162 | 194,6 | 231,7 |
| 280 | 137,3 | 203,1 | 244,4 | 290,7 |
| 315 | 174 | 257,2 | 309,3 | 368 |
| 355 | 221,2 | 326,4 | 393 | 466,8 |
| 400 | 280 | 414,6 | 498,7 | 593,1 |
| 450 | 354,9 | 525,4 | 631,3 | 750,2 |
| 500 | 438,6 | 648,1 | 778,3 | |
| 560 | 549,2 | 812,2 | 972,2 | |
| 630 | 695,9 | 1028,8 | | |
| 710 | 882,9 | 1307,3 | | |
| 900 | 1471,1 | 2101,6 | | |
| 1000 | 1751,6 | | | |

Den nødvendige trekraft ($F_{n\ddot{o}dv.}$) for inntrekkingen kan beregnes etter følgende formel:

$$F_{n\ddot{o}dv.} = \pi \times D \times s \times \rho \times g \times 1.06 \times L(\mu \times \cos \varphi \pm \sin \varphi)$$

hvor:

| Symbol | Forklaring |
|-----------------|---|
| π "pi" | 3,14 |
| s | Rørets godstykkelse (m) |
| ρ "rho" | Rørmaterialets tetthet (kg/m ³) |
| g | tyngdeakselerasjonen (m/s ²) |
| μ "my" | Friksjonskoeffisienten |
| φ "phi" | Det gamle rørets helningsvinkel (grader) |

Den benyttede trekraft under installasjonen må kontrolleres og sammenlignes med tillatt trekraft. Dette betinger at den vinsj eller trekkemaskin man benytter under inntrekkingen har påmontert utstyr som kontinuerlig overvåker trekraften.

Prosedyrer for kontroll/oppfølging avtales mellom kontraktspartene.

4.3.6 INJISERING AV MELLOMROM

Hvis mellomrommet mellom det eksisterende røret og den nye PE-ledningen skal injiseres, skal PE-ledningen fylles med vann, gjerne med et lite overtrykk. Dette for å begrense oppdrift og deformasjon, og sikre at ikke injiseringstrykket kan forårsake skader som følge av buckling på røret. Rørets bucklingstrykk bør være minst dobbelt så stort som injiseringstrykket.

Injiseringsmaterialets egenvekt bør ikke være for stor (f.eks. < 16 kN/m³). Injiseringsmaterialet skal ha en trykkstyrke på minst 1 MPa.

4.4 INSTALLASJON

Rør speilsveises sammen til et kontinuerlig rør, som har lengde tilsvarende det ledningsstrekke som skal rehabiliteres. For sveising av PE-rør, henvises til VA/Miljø-blad nr. 97. Evt. fjerning av innvendige sveisevulster kan være aktuelt i vannledninger grunnet fare for øket begroing i området ved vulstene. I selvfølgelig er det kun aktuelt å vurdere å fjerne vulstene når opp-tredende ledningsfall er mindre enn 5 promille. Opp-tredende skjærspenning i røret beregnes som et beslutningsgrunnlag.

Den utvendige sveisevulsten kan fjernes ved behov.

Røret legges opp på ruller for å hindre riper i rør ved buksering og inntrekking.

Det er viss fare for at det oppstår riper i røret under en installasjon. Det anbefales derfor å benytte rør med utvendig PP-kappe, spesielt anbefales dette på trykkrør. Formålet med PP-kappen er å beskytte medierøret for riper. For rør i mindre dimensjoner (under 110 mm) henvises til rørløseleverandørens anbefalinger. Anbefalt kappetykkelse for rør i dimensjonsområdet 110 mm–315 mm er 4 mm. Kappetykkelsen økes til 5 mm fra og med 355 mm.

Kappe kan leveres i flere farger, eks. blå for vannledninger og rødbrun for spillvannsledninger.

Det anbefales å benytte et rør som betegnes PE100 RC (RC = Resistant to Crack). Dette materialet har større bestandighet mot sprekke-dannelse i rørveggen, og tåler følgelig større utvendige punktbelastninger og riper i røroverflaten. Rør merkes iht. NS-EN 12201 og skal ha akseptert sertifiseringsmerke, f.eks. Nordic Polymark.

I vannledninger der det benyttes PE som rørmateriale bør det vurderes bruk av diffusjonstette rør dersom det er mistanke om at massene i grunnen er forurenset. Med forurenset grunn menes i denne sammenheng aromatiske hydrokarboner, f.eks. i forbindelse med bensinstasjoner, tankanlegg, impregneringsvirksomhet o.l. Denne problemstillingen er aktuell der det er snakk om mindre dimensjoner og tynne rørvegger. Aromatiske hydrokarboner kan da trekke igjennom rørveggen og sette lukt og smak på vannet.

Sveising av PE-rør i kaldt vær må ivaretas spesielt. Leverandørens anvisninger skal følges.



Bilde 1. PE-rør med beskyttelseskappe, ferdig sveiset og lagt opp på ruller, klar til installasjon.

Innføringsgropen klargjøres. Kontroller at lengden på gropen er tilstrekkelig lang slik at krav til maks. bøyeradius (plastrør) overholdes.

Trekraften som benyttes under innføringen logges og sammenlignes med tillatt trekraft brukt på røret.

Følgende maksimumsdimensjoner anbefales benyttet for ny ledning:

Tabell 3. Maksimumsdimensjoner anbefalt for ny ledning.

| Eksisterende ledning D_i (innvendig diameter) | Ny ledning. PE-rør D_e (utvendig diameter) |
|---|--|
| 100 mm | 90 mm (75 mm, 63 mm)* |
| 150 mm | 125 mm |
| 200 mm | 180 mm |
| 230 mm (9") | 200 mm |
| 250 mm | 225 mm |
| 300 mm | 250 mm |
| 350 mm | 315 mm |
| 400 mm | 355 mm |

*Bør vurdere renoveringsmetode grunnet utilstrekkelig tverrsnitt som spillvannsledning.

4.5 TILKOBLING AV STIKKLEDNINGER

Det må graves opp for tilkobling av stikkledningene. Det nye røret, som ligger inne i det gamle røret, må avdekkes. Dette må skje på en forsiktig måte, slik at det nye røret ikke skades.

Alternativt kan tilkoblingspunkter for stikkledninger graves opp på forhånd og nødvendig hulltaking av eksisterende rør gjøres før den nye røret trekkes inn.

Før tilkobling skjer skal det nye røret ligge minst ett døgn, for stabilisering. Dette for å utligne temperaturer og bevegelser i rørmaterialet.

For vannledninger henvises det til:

- VA/Miljø-blad nr. 7 «Tilknytning av stikkledning til hovedvannledning».

I grøft skal i utgangspunktet tilkobling av stikkledning vann skje ved bruk av elektro anboringsadel.

For avløpsledninger henvises det til:

- VA/Miljø-blad nr. 33 «Tilknytning av stikkledning til hovedavløpsledning».

I grøft skal i utgangspunktet tilkobling på avløpsrør skje ved bruk av elektrosadel eller segment-sveiset grenrør skjøtet med elektromuffer. Dette for å sikre en stabil og tett kobling.



Bilde 2. Elektrosadel for avløp.

4.6 TILKOBLING TIL KUMMER

Hvordan tilkobling til kummer skal utføres avhenger av om den eksisterende kummen skal opprettholdes, renoveres eller skiftes.

Tilkobling til eksisterende/renovert avløpskum

Utføres i hht. VA/Miljø-blad nr. 2 «Renovering av kum».

Tilkobling til ny avløpskum

Prefabrikkert kum: Gjennom kumveggen kjernebores det hull og settes inn pakning.

Plasstøpt kum: PE-ledningen avsluttes med påsveiset PE-krage og løsfleis i varmforsinket stål som skrues fast til innstøpt flensrør i kumvegg. Flensen skal være minimum 180 mm utenfor kumvegg.

I begge tilfeller må eventuelle temperaturrelaterte bevegelser i PE-røret ivaretas og nødvendig forankring må utføres.

Tilkobling til eksisterende/renovert vannkum

Påsveiset krage med tilhørende løsfleis.

Alternativt: Rørkapp i PE 100 materiale ut av kummen, som skjøtes til den nye ledningen med elektromuffe.

Tilkobling til ny vannkum

Påsveiset krage med tilhørende løsfleis.

Alternativt: Rørkapp i PE 100 materiale ut av kummen, som skjøtes til den nye ledningen med elektromuffe.

4.7 KONTROLL OG KVALITETS-SIKRING

Det foretas visuell bedømmelse av alle sveiser. Sveiser kan kreves tatt ut for å testes som en prøvesveis. (Destruktiv prøving.)

Strek- og trykkrefter kontrolleres ved innføringen. Det skal benyttes vinsjer eller trekkemaskiner som kan måle trekraften. Det er ønskelig at trekraften måles kontinuerlig og at den dokumenteres i etterkant.

Før tilkobling av stikkledningene skal det gjennomføres tetthetsprøving.

- Selvfølgelig: Tetthetsprøving etter NS-EN 1610. Det henvises til VA/Miljø-blad nr. 24.
- Trykkledning: Det henvises til VA/Miljø-blad nr. 25.

Dersom mellomrommet mellom gammel og ny ledning injiseres skal injiseringstrykket kontrolleres. Det maksimalt benyttede injiseringstrykk må ikke overskride den oppgitte maksimalverdi.

Vannledninger skal klores og dekløres iht. VA/Miljø-blad nr. 39 "Desinfeksjon av vannledningsnett ved nyanlegg".

Innlevering av FDV-dokumentasjon til byggheren. (Mottakskontroll, sveiselogg, rapport over opptredende krefter under inntrekking, kumkort.)

| Henvvisninger: | | Utarbeidet: | april 1996 | Norsk Rørsenter AS |
|----------------|---|-------------|-----------------------------------|--------------------|
| /1/ | VA/Miljø-blad nr. 11, Kravspesifikasjon for rør av PE-materiale | Revidert: | november 2017 | Norsk Rørsenter AS |
| /2/ | VA/Miljø-blad nr. 97, Krav til PE-rør ved NoDig utførelse | /4/ | Øvrige VA/Miljø-blad (nr. 24, 25) | |
| /3/ | VA/Miljø-blad nr. 2, Renovering av kum | | | |