

# 9 Ledningsfornyelse

## Ledningsfornyelse

Ledningsfornyelse / NoDig

Fornyelse av avløpsnett er avgjørende for å forhindre skader på bygningsmassen og utilsiktet forurensning av miljøet som følge av lekkasjer og tilstopninger. Lekkasjer kan også bidra til økte rensningskostnader for avløpsrenseanlegg på grunn av tilsig av overflatevann og grunnvann inn på spillvannsnett.

Med lekkasjetall på 40-50 % på privat og offentlig vannledningsnett, er det åpenbart at det ligger store gevinster i å redusere lekkasjetapet. Mange ledningseiere har igangsatt systematisk lekkasjesøking og foretar reparasjoner og ledningsfornyelse, og oppnår betydelige reduksjoner av lekkasjetapet.

Ledningsfornyelse av VA-nettet er i sterk vekst, både konvensjonell graving / utskifting og såkalt NoDig-teknikk. Begge løsninger forutsetter bruk av rørsystem med lang levetid. Og i denne verdikjeden må også selve installasjonen utføres med gode montører og grundig anleggsteknikk. Etterslepet i ledningsfornyelse er så vidt stort, at vi ikke har "råd" til å bygge nye VA-system med svakheter; nye VA-system må bygges for en levetid på minimum 100 år.

NoDig-metoder er en fellesbetegnelse på teknikk for fornyelse av gamle vann- og avløpsledninger, eller etablering av nye VA-ledninger, med ingen eller minimal graving. NoDig-metodene benyttes der:

- Graving er kostbart.
- Graving er samfunnsmessig uakseptabelt.
- Graving er umulig som følge av f.eks. eksisterende bygningsmasse eller infrastruktur, dybde eller grunnforhold.

Det gamle røret er utgangspunktet: Metode velges, avhengig av tilstanden på det gamle røret, og kravet til resultat.

Nytt rør skal etableres i "jomfruelig" terreng: Metode velges, avhengig av grunnforhold og krav til nytt rør.

Planlegging – forberedelser

Planlegging av ledningsfornyelse foregår i mange nivå; fra Hovedplaner via Saneringsplaner til Forprosjekt / Detaljprosjekt.

- Forprosjekt: Det kan ofte være en god løsning å samle kunnskap om eksisterende ledningsnett i en vurderingsfase forut for detaljeringsfasen. Kumregistreringer, kontroll av trasèer, lokalisering av tilkoplinger, reparasjons-historie, grunnforhold, rørinnspeksjon i avløpsrør, kapasitetsvurderinger og driftserfaringer er av de mest aktuelle tema. Basert på dette velges fornyelsesmetode.
- Detaljprosjekt: Hovedelementene fra Forprosjektet danner grunnlag for detaljeringer i et konkurransegrunnlag, som benyttes i en entreprenør-konkurranse.

Driftserfaringer, feltarbeid og god planlegging er suksess-faktorer ved ledningsfornyelse.

NoDig-metoder

De ulike metodene egner seg i varierende grad avhengig av tilstanden til det gamle røret, styrken til det aktuelle renoveringsprodukt, grunnforhold, krav til resultat/nytt rør etc. Dette må dimensjoneres i den enkelte situasjon, basert på følgende prinsipper:

Metodeklassifisering:	Definisjon:
Strukturellemetoder:	Renoveringsproduktet (det nye røret) kan alene motstå opptredende krefter i hele levetiden.
Semi-strukturellemetoder:	Renoveringsproduktet er delvis avhengig av radiell støtte fra det eksisterende røret, for å kunne motstå opptredende krefter i hele levetiden.
Ikke-strukturellemetoder:	Renoveringsproduktet er helt avhengig av radiell støtte fra det eksisterende røret, for å kunne motstå opptredende krefter i hele levetiden.

Tabell 9.1

Metodene gjennomgår fortløpende forbedringer, ved at produsenter utvikler bedre produkter, installatører utvikler mer effektive installasjonsprosedyrer og ledningseiere bidrar med bedre kontrollkrav og økt anvendelse.

**Forhold som påvirker valg av metode:**

- Krav til dimensjon for nytt rør i forhold til eksisterende dimensjon
- Overflatens beskaffenhet (asfalt, belegningsstein, beplantning, dyrket mark, utmark)

- Dybde på eksisterende rør
- Avstand mellom tilkoblinger
- Antall rør i samme grøft (hvor mange må rehabiliteres?)
- Hvor mange brudd er det på ledningen?
- Hvor store er eventuelle svanker på ledningen?
- Tilgjengelighet for rehabiliteringsutstyret
- Må også kummer fornyes/rehabiliteres?

### PE-innføring i eksisterende rør

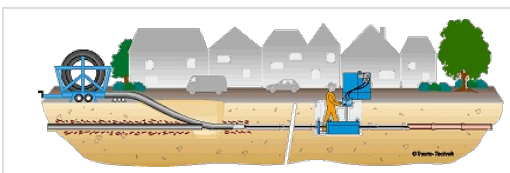


Dette er den enkleste fornyelsesmetoden, hvor eksisterende rør benyttes for innføring av nytt, helsveiset PE-rør. En viktig forutsetning er at nytt rør tilfredsstillende krav til kapasitet for nytt system, da D y for nytt rør normalt må velges ca 50 mm mindre enn D i for gammelt rør. Metoden kan benyttes for både vann- og avløpsledninger, og nytt rør kan skyves inn med spesialutstyr (Se fig. 1) eller trekkes inn med vinsj. Det må graves en innføringsgrop, og alle tilkoplingspunkt må avdekkes.

Tabell 9.2 - PE-innføring i eksisterende rør. [Pipelife AS]

### Utblokking / Nytt rør

Metoden tar utgangspunkt i det gamle røret, som utblokkes og nytt, helsveiset PE-rør trekkes inn,



Figur 9.1 -

Prinsipp for utblokking av eksisterende rør med innføring av nytt rør. [Tracto-Technik]



Tabell 9.3 - Utblokking i praksis [Sandum AS, Asplan Viak AS]

Utblokking er den eneste metoden hvor eksisterende rør kan oppdimensjoneres. Eksempler på utførte prosjekt i Norge: Fra DN 225 mm betongrør til DN 355 mm PE-rør, DN 300 mm betongrør til DN 560 mm PE-rør og fra DN 175 mm Stj-rør til DN 355 mm PE-rør. Dette forutsetter at omfyllingsmassene kan "ta imot" oppdimensjoneringen. Nærhet til fjell i grøft, naboledninger og ledningsdybde er forhold som må vurderes.

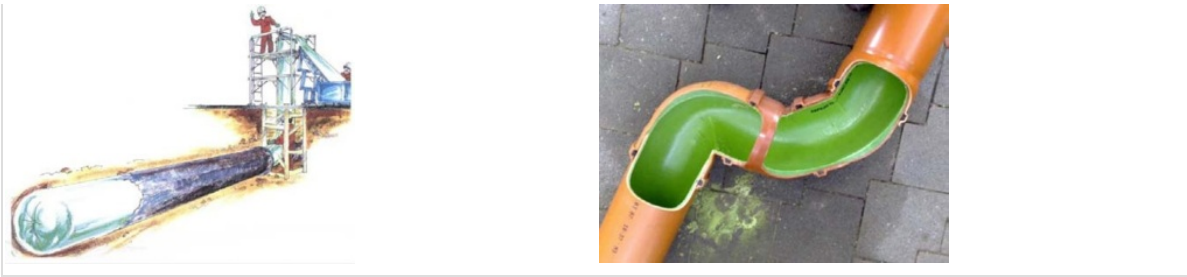
Normalt benyttes hydraulisk utblokking, hvor trekkstenger mellom utblokkerhodet og trekkeaggregat gir fremdriften med trekkraft opp til 250 tonn. Ved spesielle rørtypen kan utblokkerhodet være utstyrt med skjærekniver, slik at stålrør og duktile støpejernsrør kan forseres.

Det må graves innførings- og mottaksgrop, og alle stikkledninger som skal retilknyttes må være avdekket. Aktuelle installasjonslengder kan være mellom kummer, ofte 100-150 meter.

### Strømperenovering

Strømperenovering i avløpssystem er en av få metoder, hvor man kan oppnå 100% "NoDig-utførelse".

Installasjon kan foretas fra kum til kum, og tilkoblinger retilknyttes ved fjernstyrt robot-oppfresing. En dimensjonstilpasset føring av glassfiber eller filt mettes med polyester eller epoksy, og vrenses / trekkes inn i det gamle røret vha. vann- eller trykkluft. Herding skjer med varmtvann, varmluft eller ultrafiolett lys.



Tabell 9.4 - Strøperenovering. [Insituform, Kjell Wangberg Larsen AS]

### Tettluttet rør

Denne metoden baseres på varianter av plastrør, som er foldet eller innsnevret for å lette innføringen i

det gamle røret. Etter posisjonering på det aktuelle ledningsstrek, blir det trykksatt med varmluft og nytt rør legger seg ut mot eksisterende rørvegg.

Det må tas hensyn til diameterreduksjoner som for eksempel tverrforskjøvne skjøter og reparasjoner/innmonterte rør med mindre diameter, som vil begrense det nye rørets mulighet til å ekspandere mot rørveggen. Slike begrensninger kan også resultere i folder på installert rør. Derfor bør installatør nøye vurdere kvalitet på gammelt rør, før dimensjonen på tettillpasset rør bestilles. Normalt designes disse renoveringsproduktene med sikkerhetsfaktor 1,25. Dette må det tas hensyn til ved dimensjonering og sammenligning med andre metoder.



Tabell 9.5 - Prinsipp for sammenfoldet rør fra fabrikk ved tilbakeføring til opprinnelig diameter. [Asplan Viak AS]

Metoden kan installeres fra kum til kum, etter at armatur er fjernet. For vannledninger må tilkoblinger avdekkes og anboringsadel (Elektrosveising) benyttes for retilknytning. For avløpsledninger foretas oppfresing av tilkoplingspunktet.

På det norske marked benyttes metodene CompactPipe (Vann), OmegaLiner (Avløp) og U-Liner (Vann og avløp).

### Belegg

Påsprøyting av belegg i det gamle røret er den eneste metoden, hvor man kan oppnå 100% "NoDig-

utførelse" for vannledninger. Et roterende dysehode trekkes med konstant hastighet gjennom røret som skal renoveres. Tilkoblede slanger transporterer beleggskomponentene fra pumperiggen til dysehodet. Beleggstykkelsen varierer normalt mellom 1 og 5 mm. Type belegg og tykkelse avgjør om det er å anse som en ikke-strukturell eller som en semi-strukturell metode. Tynt belegg virker som "maling" og er å betrakte som ikke-strukturelt, mens nyere belegg av større tykkelser i dag kan betraktes som semi-strukturelt. Før påsprøyting må ledningen rengjøres godt og tørkes. Innvendig korrosjon stoppes og ruheten i ledningen minimeres.

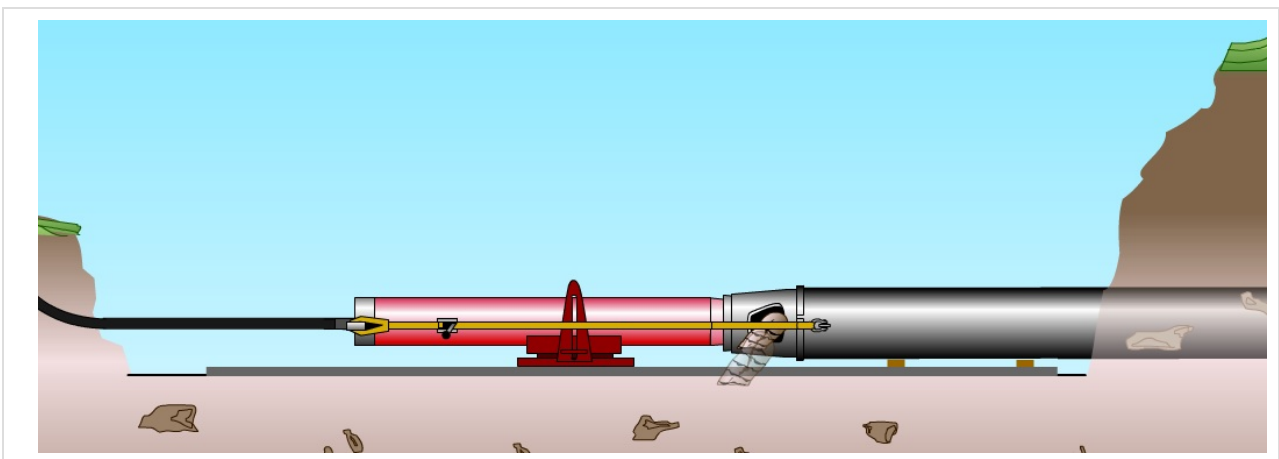
I Norge er det foreløpig kun én aktuell beleggingsmetode, PU-Liner (Polyuretan) for vannledninger. Tidligere ble det benyttet epoksy-belegging, og etter over 70.000 meter utført, er det praktisk talt ikke registrert tiltettinger av anboringspunkt. PU-Liner benyttes normalt på duktile støpejernsrør uten innvendig sementmørtel (Lagt i perioden 1965-1975). PU-Liner herder raskt og et kumstrek kan gjennomføres i løpet av én dag, dvs. at provisorisk vannforsyning kan unngås.



Figur 9.2 - Under og etter påføring av belegg. [Asplan Viak AS, NCC AS]

### Rørtrykking / Nytt rør

Det er mange varianter av denne metoden. Den enkleste er rørtrykking av helsveiset stålrør med åpen front, under veier, jernbane eller over kortere strekninger (normalt < 60 meter). Massene tas inn i stålrøret, og evakueres fortløpende ved naverboring, eller ved trykkluft/spyling etter installasjonen. Normalt foretas rørtrykkingen fra en trykkgrop og til en mottaksgrop. Metodens retningsstabilitet er i stor grad avhengig av eventuelt innslag av fjell i traseen og stor stein. Anbefalt ledningsfall er > 15 ‰. Ferdig etablert varerør blir normalt utført med nytt, helsveiset PE-rør, men stålrøret kan også strømpufføres, eller det kan tas i bruk uten ytterligere tiltak (til for eksempel overvann).



Figur 9.3 - Rørtrykking [Sandum AS]

Mer avanserte rørtrykkemetoder benyttes for etablering av varerør eller ledninger, normalt på større dyp. Det kan rørtrykkes/bores både over og under grunnvannsstanden. Som rørtypen benyttes både betongrør, glaserte leirrør, GRP-rør og stålrør.

### Boring i løsmasser / Nytt rør

Retningsstyrt boring i løsmasser har fått stor anvendelse for etablering av rør og kabler i jomfruelige løsmasser. Metoden kan med fordel brukes i vernede områder, bymiljø og boligområder, under elver,

veier og jernbaner, på store dyp og i myrområder. For vann- og avløpssystem er det normalt med inntrekking av helsveiset PE-rør.



Figur 9.4 -

Prinsipp for boring og innføring av nytt rør i løsmasser. [Sandum AS]

Krav til nøyaktighet avhenger av type ledning som etableres. Som tommelfingerregel er det ønskelig med minimum 10 ‰ fall ved installasjon av selvfallsledninger for å unngå svanker ved mindre variasjoner, men med forbehold om større

minimumsfall avhengig av grunnforholdene. Normalt er det behov for graving av innførings- / mottaksgrop, for etablering av kummer eller tilkoplinger.

### Boring i fjell eller kombinasjonsmasser / Nytt rør

Fjellboring utføres med en borstreng påmontert en fjellborekrone; boring av pilothull. Borelengder

kan variere fra 10 til 600 m. Ønskes større hull enn pilothullet, påmonteres en rømmekrone og borstreng trekkes tilbake under opprømming. For vann- og avløpssystem er det normalt med inntrekking av helsveiset PE-rør i oppboret hull.

Boring i kombinasjonsmasser, dvs. både fjell- og løsmasser, kan utføres ved "Hammerboring". Boringen foregår som i fjell, men det bores foran et stål varerør med fortløpende rørtrykking og massene evakueres ved roterende naver i stålrøret. Borelengde normalt mellom 10 og 90 m. For vann- og avløpssystem er det normalt med inntrekking av helsveiset PE-rør i etablert stålrør.



Figur 9.5 -

Hammerboring i kombinasjonsmasser. [Båsøm AS]

### Litt om PE-rør til bruk ved ledningsfornyelse

**Sikkerhetsfaktor (designfaktor), C:** For PE-rør er  $C=1,25$  laveste tillatte verdi, som kun tar hensyn til variasjoner i materialet og produksjonsprosessen. I nasjonalt tillegg i NS-EN 12201 er det anbefalt sikkerhetsfaktor  $C=1,6$ . Dette inkluderer også en sikkerhetsfaktor for transport + håndtering + installasjon og 100 års drift.

**Kvalitet:** Rør og rørdeler skal oppfylle de tekniske bestemmelsene i NS-EN 12201 og INSTA SBC 12201 (se [www.insta-cert.org](http://www.insta-cert.org)). Dette skal være kontrollert gjennom tredjepartskontroll bestyrt av Insta-Cert og produktene skal være merket med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark, eller tredjepartsverifisert til samme kvalitetsnivå.




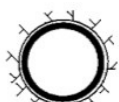
Sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark

**PE 100+:** Det kan stilles krav om at råvare til PE 100 står på PE 100+ Association sin "PE100+ Quality Materials"-list. Dette er råvaretyper som er testet strengere enn minimumskravene i NS-EN 12201.

**PE 100 RC:** PE 100 RC (Resistant to Crack) er eksempel på videreutvikling av PE-materialet. Dette nyere materialet har større bestandighet mot sprekkevekst i rørvæggen, og tåler dermed større utvendige punktbelastninger og riper i røroverflaten. Dette PE-materialet inngår ikke i nåværende standarder, men tilbys av produsenter. For denne råvarekvaliteten er det mulig å produsere og levere PE 100 rør etter NS-EN 12201 merket med Nordic Poly Mark.

Anbefalt minimumskvalitet til PE-rør for NoDig-utførelse:

Rørtyper:	Rør- materiale	Sikkerhets- faktor	PE-innføring	Utblokkning	Horisontal- boring i løsmasser	Horisontal- boring i fjell

						
Avløps-ledninger (Trykkløserør)	PE100 1,6	SDR17	SDR17	(Kappevurderes)	SDR17	(Kappevurderes)
Vann-ledninger (TrykkrørPN10)		SDR11 (Kappevurderes)	SDR11m/ kappe	SDR11	(Kappevurderes)	SDR11 m/kappe

Tabell 9.6

Det finnes i hovedsak fire typer rørdeler av PE:

Typørddeler:	Kommentar:
Elektrosveisedeler	Tilpassetelektrosveising.
Sprøytstøpte deler for elektro- og speilsveising	Har lange ender tilpasset for elektro-sveisedeler, men kan også speilsveises.
Sprøytstøptedelerforspeilsveising	Har korte ender og skal kun brukes ved speilsveising.
Segmentsveistedeler	Håndlagede rørdeler med lange ender. Kan produseres både for speilsveising og elektromuffesveising.

Tabell 9.7

### Lengdeutvidelse

PE 100-materialet har en termisk lengdeutvidelseskoeffisient på 0,16 mm/m·°C. Eksempel: Et 100

meter langt PE 100-rør (ubelastet rør, uten omfyllingsmasser) får en teoretisk lengdeutvidelse på 16 cm ved en temperaturøkning på 10°C. (Friksjon ved installert rør er ikke inkludert.) Dette må ivaretas generelt ved prosjektering og installasjon, og spesielt ved etablering av strekkfaste forbindelser i koplingspunkt, se kap. 4.4.4 – Forankringer.

### Bøyeradius

PE-rørets fleksibilitet kan utnyttes ved å bøye røret. Det må skilles på bøyeradius ved korttids-

belastning (installasjon og buksering), og langtidsbelastning (permanent bøyeradius ferdig installert).

For beregning av PE100-rørets bøyeradius, anbefales korttidsbelastning 30 x DN for både trykkrør og trykkløse rør. Anbefalt langtidsbelastning er hhv. 60 x DN for trykkrør, og 30 x DN for trykkløse rør.

Eksempel: Et DN 315 PE 100-rør SDR 11 for vannforsyning, kan ha en bøyeradius på min. 9,5 meter under installasjon, og en bøyeradius på min. 19 meter ferdig installert. Ved behov for mindre bøyeradius, må dette avklares med rørprodusenten.

### Tillatte strekkrefter

Det anbefales at de korttids strekkrefter PE-røret blir påført under installasjon måles og dokumenteres. Maksimal tillatt strekkspenning for PE 100-rør er 10,0 N/mm<sup>2</sup>. Eksempel: Et DN 315 PE 100-rør SDR 17 har veggtykkelse, e = 18,7 mm, og kan da belastes med 174 kN, eller ca. 17,5 tonn.

### Utvendig beskyttelseskappe

Røret skal ikke påføres ytre påkjenninger, som kan medføre utvendige riper og skader over grenseverdiene, som settes



til 10 % av rørets veggtykkelse (medierøret). Som en sikring mot dette, kan det benyttes PE-rør med utvendig beskyttelseskappe.



Figur 9.6 - PE-rør med PP

Flere varianter er på markedet, men for å oppnå effektiv beskyttelse anbefales PP-kappe med min. tykkelse 2,0 mm (for DN110, økende kappetykkelse med økende DN).

Beskyttelseskappen er fysisk og styrkemessig helt adskilt

fra medierøret, og må fjernes lokalt før sammensveising av rør og ved montering av avgreninger.

### Diffusjonssperre

PE-materialet er i seg selv ikke diffusjonstett mot hydrokarboner i jordsmonnet. Det er eksempler på at drikkevann har fått smak/lukt av oljeprodukter. Ved installasjon av PE-rør for drikkevann i

forurenset jordsmonn, bør det vurderes diffusjonstett beskyttelse av PE-røret.

### Kveilvogn

I dimensjonene DN 110 – 180 kan PE-rør leveres på kveil-

vogn for SDR 7,4 – 17. Maks. lengde for DN 180 SDR 11 på en kveil er 170 meter. PE-røret produseres direkte ut

på trommel, transporteres til anleggsstedet og man reduserer omfanget av sveisearbeidet på anleggsstedet..



Figur 9.7 - PE-rør på kveilvogn.

I tillegg kreves kortere innføringsgrop.

### Slepelengder

I alle dimensjoner og SDR-klasser kan PE-rør leveres som slepelengder, til anlegg i tilknytning til

sjø/elv. PE-røret produseres direkte ut på sjøen, og slepes til anleggsstedet. Løsningen reduserer omfanget av sveisearbeidet på anleggsstedet.

### Sveising av PE-rør

Sveiseoperatøren skal ha sertifikat iht. NS 416, utstedt fra "Nemko Certification", eller tilsvarende

akkreditert institusjon. Sveisemaskin for speilsveising skal være kontrollert, kalibrert og godkjent etter reglene i DS/INF 70-6 og NS 416. Sertifisering og prøvingsrapport med oppdatert trykarakteristikk skal foreligge fra en akkreditert institusjon. Sveisemaskinen skal være kontrollert i løpet av de siste 12 måneder. Sveiseparametere for aktuelle rør skal oppgis av rørprodusent. Sveisemaskin for elektromuffesveising skal være godkjent av rørprodusenten/leverandøren av elektrosveisedelene.

Sveising skal foregå i miljø beskyttet mot støv, fuktighet, sol og vind. Dette oppnås i sveisetelt/sveisecontainer, hvor det skal varmes opp ved lufttemperatur lavere enn 0°C. Før sammensveising skal alle rørender være dekket til i min. 1 time i en lengde på min. 2 meter.

Normal sammenkopling av PE-rør i rette lengder utføres ved speilsveising på anleggsstedet. Ved speilsveising dannes en utvendig og innvendig sveisevulst. Utvendig sveisevulst anbefales fjernet, og da med egnet verktøy, for at røret utvendig skal være glatt og jevnt. Dette bidrar til å fjerne uønsket friksjon under installasjon. Innvendig sveisevulst kan fjernes med spesialverktøy, men det er en risiko for å skade røret innvendig under operasjonen. I og med at innvendig sveisevulst kun har marginal betydning for trykktap i trykkrør, anbefales ikke innvendig vulstfjerning. Kun for selvfølgelig med ledningsfall < 5 ‰, kan det være aktuelt å fjerne innvendig sveisevulst, for å unngå hindring for partikler i avløpsvannet.



Tabell 9.8 - Speilsveising i sveisecontainer.

Elektrosveisedeler har muffe/flater med innlagte varmetråder, som smelter og sveiser sammen materialene. Produkt eksempeler er elektromuffe, -bend,

-overganger og sadelgren/T-rør. For å sikre mot feil utførelse,

anbefales elektrosveisedeler levert av rørprodusent, eventuelt anbefalt av rørprodusent. Det anbefales innvendig inspeksjon av rørskjøten etter sveising, for kontroll av eventuell innflytende PE-masse, "løse" varmetråder etc. Det skal alltid

benyttes elektrosveisedeler som har lik SDR-klasse som røret, evt. sterkere (lavere klasse).

### Buksèring

Ved lasting / lossing av rør, skal det benyttes lastestropper / "brede slings", ikke kjetting, som løfteredskap. Ved buksèring av rør under sveisearbeid og installasjon, skal det benyttet underlagsmateriale/ ruller, for å beskytte mot ytre rørskader.



Figur 9.8 - PE-røret beskyttes mot ytre skader.

### Innføringsgrop

Krav til minste tillatte krumningsradius på PE-rør tilfredsstilles ved følgende beregninger av

nødvendig størrelse på innføringsgrop, der L er innføringsgropens lengde og H er innføringsgropens dybde, mens DN er rørets utvendige diameter:

$$L_{T=20^{\circ}\text{C}} = 10 \cdot \sqrt{H \cdot \text{DN}}$$

$$L_{T=10^{\circ}\text{C}} = 13 \cdot \sqrt{H \cdot \text{DN}}$$

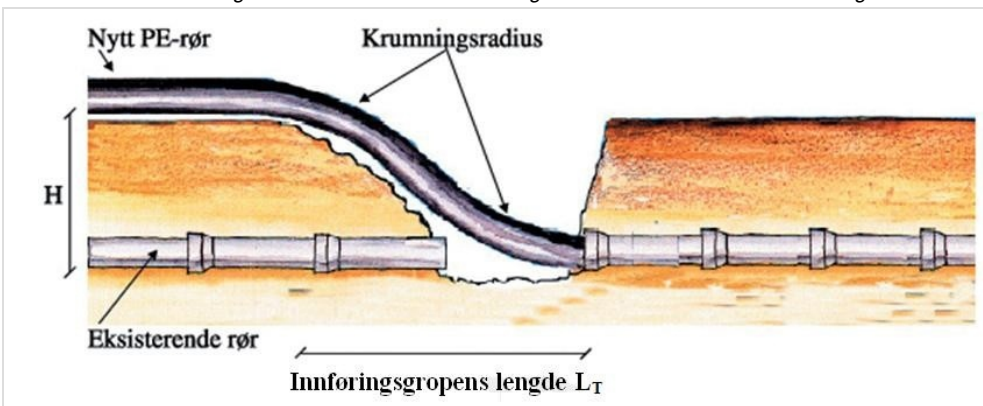
Figur 9.9

$$L_{T=0^{\circ}\text{C}} = 16 \cdot \sqrt{H \cdot \text{DN}}$$

Figur 9.10

$$L_{T=-10^{\circ}\text{C}} = 19 \cdot \sqrt{H \cdot \text{DN}}$$

Figur 9.11



Figur 9.12 -

### Innføringsgrop

Sammenkopling av PE-rør, eller kopling av PE-rør til andre rørmaterialer, skal utføres på følgende måter:

Funksjon:	Prinsippforsammenkopling:
Trykkør:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Påsveiset PE-krage/løsfrens.</li> </ul>
Trykkløserør:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Påsveiset PE-krage/løsfrens.</li> <li>• Skjøte-/løpemuffe, med forankring av PE-røret. (Når vannstrømmen går inn i PE-røret: Husk innvendig avfasing i PE-røret, for delvis utligning av rørenes forskjellige</li> </ul>



veggykkelser).

Generelt:

- Der sveising ikke er mulig, kan det benyttes mekaniske koplinger med støttehylse, og da i samråd med rørprodusent.
- Ettertrekking av flenseforbindelser: Ved bruk av PE-krage/løsfrens skal bolteforbindelsen alltid ettertrekkes, i samråd med rørprodusentens anvisninger.

Tabell 9.9

Kopling av PE-rør til kummer:

- Vannverkskum:
  1. Kopling til utvendig støpejernsflens, hvor forankring er ivaretatt i kumvegg.
  2. Vanntett kumgjennomføring og kopling til støpejernsflens i kum, som er forankret i kumbunn.
- Avløpskum:
  1. Kopling til utvendig støpejernsflens, hvor forankring er ivaretatt i kumvegg.
  2. Vanntett kumgjennomføring med forankring i kumvegg.

### Forankring

En ferdig installert PE-ledning anbefales en stabiliseringstid på 1 døgn, før arbeider med tilkoplinger,

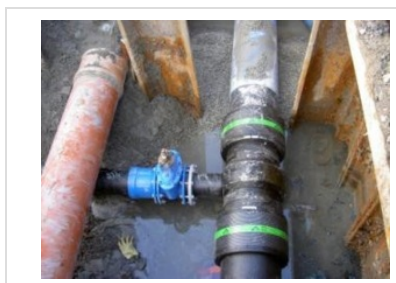
sammenkoplinger og forankringer igangsettes. Dette bidrar til å utligne temperaturer og bevegelser i materialet.

Generelt skal PE-ledninger forankres mot lengdeutvidelse/-kontraksjon. For trykkledninger skal det i tillegg forankres mot hydrauliske krefter. Anbefalte forankringsprinsipp:

Lokalisering:	Forankringsprinsipp:
Trykkør:	Alltid strekkfast forbindelse, ofte i tilknytning til kum.
I endepunkt: Ved anboringer:	Forankring dimensjoneres, for å sikre mot uønskede krefter på stikkledning. Kan sløyfes ved høy friksjon på hovedledning.
Ved avgrening / T-rør: I påsveiste PE-bend:	Forankring dimensjoneres.  Fra og med 45° PE-bend PN 10, dimensjoneres / utføres forankring.
Trykkløse rør:	Alltid strekkfast forbindelse, ofte i tilknytning til kum.
I endepunkt:	Forankring dimensjoneres, for å sikre mot uønskede krefter på stikkledning.
Ved avgreninger:	

Tabell 9.10

### Anboringer / Avgreninger



Figur 9.13 - Avgrening på helsveiset PE-rør, ved bruk av T-rør og elektromuffer.

For tilkopling av stikkledninger, anbefales elektrosveise-

deler. Et enhetlig materialvalg vil sikre tette og gode løsninger.

For avløpsrør kan det benyttes sadelgrenrør, men da typer med god vanntetthet.

### Innstøping

Innstøping av PE-rør er aktuelt ved forankringer og tilkøpling til kummer, og tre forhold omtales:

- Under støpeprosessen utvikles varme, PE-materialet utvider seg og etter utharding oppstår en spalte mellom PE-rør og betong (Det er ingen heft mellom PE-materialet og betong).
- PE-trykkør utvider seg diametralt etter noen års drift, avhengig av driftstrykket. Ved innstøping av PE-trykkør må denne ekspansjonen sikres, ved montering av elastisk gummipakning i hele trykkørrets overflate mot betong.
- Dersom det er krav om vanntetthet ved innstøping av PE-rør, eksempelvis ved kumgjennomføringer, skal det monteres egnet gummipakning for dette.

#### Overgang mellom faste og løse masser – Styrerør

Ved overgang fra faste til løse grøftmasser, eksempelvis ved



Figur 9.14 - Flensetilknytning til kum med varmforsinket styrerør.

kum/forankringskloss, kan ujevne setninger i løsmassene gi store påkjenninger på

PE-kragen/PE-røret. I slike tilfeller anbefales flensetilknytning med varmforsinket styrerør, for å fordele belastningen.