

## 8 Leggeanvisning

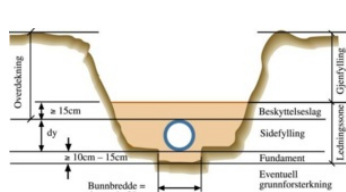
### Leggeanvisning

#### Leggeanvisning for plastrør

Denne leggeanvisningen er basert på den generelle leggeanvisningen for plastrør i grøft.

Denne utgaven for VA omfatter legging av termoplastrør (PVC, PP eller PE) med ringstivhet SN 8 eller mer, i vei eller annen grøft på land, der det benyttes singel eller pukk med minimum kornstørrelse 4 mm i ledningssonen, og når overdekning er inntil 10 meter. Ved aksellast over 15 tonn, ved overdekning mindre enn 0,6 meter i vei, eller ved mer enn 10 meter overdekning, bør rørleverandør kontaktes. Ved bruk av andre masser i ledningssonen gjelder den generelle leggeanvisningen for plastrør i grøft. Vær oppmerksom på at nedgravde rør kan bli utsatt for store belastninger fra anleggstrafikk i byggeperioden og at dette kan kreve spesielle tiltak (f. eks. avlastningsplate).

#### Typisk grøftetverrsnitt



#### Opparbeidelse av grøft.

Normalt opparbeides et 10-15 cm tykt fundament med maksimum nominell kornstørrelse 22 mm. Fundamentet skal ha lett eller ingen komprimering, avhengig av valgte masser. Grøftebunnen rettes opp i rørets lengderetning og det graves ut for muffene i fundamentet.

Under spesielt gunstige forhold, i grøft som består av friksjonsmasser med maks kornstørrelse 22 mm, kan rørene legges direkte på avrettet grøftebunn.

I fjellgrøfter og på hardt underlag (øvre del av fundament løsgjøres med rive), skal et solid fundament av friksjonsmasser legges.

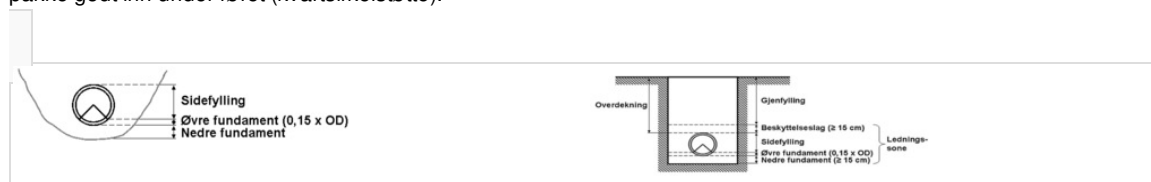
Ved fare for vannføring i grøfta må kornstørrelser mindre enn 4 mm unngås. Finstoff kan vaskes ut og forårsake setninger.

Geotekstiler bør benyttes når det er fare for massetransport ut av eller inn i ledningssonen.

Er grunnforholdene problematiske, kan man bruke geotekstiler eller annen bunnforsterkning, eventuelt kan plastrør med strekkfaste skjøter benyttes.

Massene legges ut lagvis i tilstrekkelig lengde for å forhindre at eventuell bløt masse under fundamentet forskyves og forårsaker setninger.

I europeiske standarder skiller det mellom øvre og nedre fundament (se figur). Nedre fundament er det som tradisjonelt er betegnet fundament. Øvre fundament er det som tidligere ble betegnet kvartsirkelstøtte. Tykkelsen på øvre fundament kan være null fordi man ikke skiller på massetyper med hensyn til komprimering. Uansett er det viktig å pakke godt inn under røret (kvartsirkelstøtte).



Tabell 8.1

#### Slik bruker du denne leggeanvisningen:

1. Finn først «Krav til ledningssonen» i tabell 1 ut fra mekanisk belastning, overdekning og leggeforshold.
2. I tabell 2 finner du deretter hva ulike masser i ledningssonen krever av komprimering, avhengig av kravet til ledningssonen.
3. Videre spesifikasjoner finnes i tabell 3 - «Masser i ledningssonen» og tabell 4 - «Komprimering».

På side 4 finner du eksempler på bruk av tabell 1 og 2.

#### Krav til ledningssonen

Kravet til ledningssonen fremgår av tabell 1. Her tas det hensyn til belastningen røret får av overdekning og av trafikklast.

Tabellen dekker også forhold under og etter legging som f.eks. grunnvann i ledningssonen og risiko for frost (tele,

teleklumper, is og snø).

**Tabell 1**

Mekanisk belastning	Overdekning [m]					
	Trafikklast på offentlig vei	0,6 -0,8	0,8 -1,5	1,5 – 3	3 - 5	5 - 7
Liten/ingen trafikk			0,6 – 3	3 - 5	5 - 7	7 -10

Kravtilledningssonen						Leggeforhold	
Meget	Stort	Stort	Middels	Stort	Megetstort	Megetstort	Fare for frost eller utvasking
Megetstort	Middels	Lite	Middels	Stort	Megetstort	Megetstort	Grunnvann i Ledningssonen
Stort	Lite	Meget lite	Lite	Middels	Stort	Stort	Ukompliserte leggeforhold

Tabell 8.2

- Under vei skal minste overdekning være 0,6 m – under jernbane 1,5 m.
- Ved belastninger/overdekninger som er større enn angitt i diagrammet, ved legging av trykkør og i andre spesielle driftssituasjoner kan det være nødvendig å skjerpe kravene til utførelse og kontroll, og det kan være behov for ytterligere beregninger.

**Valg av masse og komprimering i ledningssonen**

Grønt felt angir akseptable leggeforhold. Rør med stor diameter kan legges i grovere masser enn de som er angitt i tabell 2 - se tabell 3.

**Tabell 2: Valg av masse og komprimering rundt rør med ringstivhet SN8 eller større**

Masse-type	Vanlige betegnelser (Eksempler på fraksjoner)	Komprimerings-klasse, se tabell 4	Krav til ledningssonen				
			Meget lite	Lite	Middels	Stort	Meget stort
1	Finpukk eller singel* (4/16, 8/16, 4/22)	Lett	Green	Green	Green	Green	Green
		Ingen	Blue	Blue	Blue	Green	Green
	Finpukk med øvre nominell kornstørrelse mellom 4 mm og 8 mm *	Normal	Blue	Blue	Blue	Green	Green
		Lett	Blue	Blue	Blue	Green	Green
	Velgradert grus/grov sand med nedre nominell kornstørrelse 2 mm	Ingen	Blue	Blue	Blue	Green	Green
		Normal	Blue	Blue	Blue	Green	Green
2	Grusholdig sand, grov sand med nedre nominell kornstørrelse 0,2 mm	Lett	Blue	Blue	Blue	Green	Green
		Ingen	Blue	Blue	Blue	Green	Green
		Normal	Blue	Blue	Blue	Green	Green
3	Silt- eller leirholdig grove friksjonsmasser **	Lett	Blue	Blue	Blue	Green	Green
		Ingen	Blue	Blue	Blue	Green	Green
		Normal	Blue	Blue	Blue	Green	Green
4	Fin sand og silt **	Lett	Blue	Blue	Blue	Green	Green
		Ingen	Blue	Blue	Blue	Green	Green
	Leire og leirholdig fin sand eller silt **	Normal	Blue	Blue	Blue	Green	Green

Blue: Når krav til maksimum relativ deformasjon på nylagte rør er 5 %  
 Green: Når krav til maksimum relativ deformasjon på nylagte rør er 8 %  
 Red: Benytt rør med høyere ringstivhet, komprimer massene ytterligere og/eller velg bedre masser.  
 \* Velegnet ved fare for frost / \*\* Direkte uegnet ved fare for frost

For en gitt belastning (krav til ledningssonen) står man ofte overfor et valg: Skifte ut masser eller komprimere?

- Gode masser uten komprimering.
- Dårligere masser med komprimering.

Den mest økonomiske kombinasjonen av masse i ledningssonen og komprimering velges. Valg av massetype er også avhengig av kravet til overflatens jevnhet. Ved legging i vei, bør derfor også gode masser, som type 1A, komprimeres lett.

**Masser i ledningssonen**

Maksimum tillatt kornstørrelse i forhold til rørdimensjon

Massetype 1A og 1B, unntatt singel, er ensgraderte knuste masser. Singel er naturlige masser. Massetype 1C, 2, 3 og 4 er velgraderte masser. Velgraderte masser har en jevn fordeling av korn med markert forskjellig størrelse.

**Tabell 3a**

Selvfallsledninger Rørdiameter[mm]	Velgraderte og naturligemasser	Ensgraderte knustemasser(pukk)
DN 300	22	22
300<DN 400	32	22
DN>400	40	32

Tabell 8.7 - Maksimum tillatt nominell kornstørrelse [mm] for selvfallsledninger

**Tabell 3b**

Trykkledninger Rørdiameter[mm]	Velgraderte og naturligemasser	Ensgraderte knustemasser(pukk)
DN<300	22	22
300 DN<600	32	22
DN 600	40	32

Tabell 8.8 - Maksimum tillatt nominell kornstørrelse [mm] for trykkledninger

### I fundament tillates maksimum 22 mm nominell kornstørrelse!

### Komprimering

Masser som fin sand, silt og kohesjonsjord kan være vanskelige å komprimere, og må derfor fortrinnsvis komprimeres ved fottråkking.

Tabell 4 viser vanlige komprimeringsmetoder med tilhørende komprimeringsklasser.

Pass på å pakke ekstra godt under rørets nedre kvartsirkler.

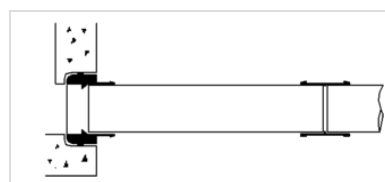
**Tabell 4:** Angivelse av komprimeringsklasse avhengig av utstyr, antall overfarer og lagtykkelse

Utstyr	Antall overfarer for å oppnå komprimeringsklasse		Maksimum lagtykkelse [m] ved komprimering av massetype 1, 2, 3 eller 4 (se tabell 2)				Minimum overdekning før komprimering rett over rør [m]
	Normal	Lett	1	2	3	4	
			0,15	0,10	0,10	0,10	
Tett fottråkking/håndstamper minimum 15 kg	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Vibrasjonsstampermin.70kg	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Vibrasjonsplate50-100kg	4	1	0,10	-	-	-	0,15
100-200kg	4	1	0,15	0,10	-	-	0,15
Vibrerendevalse15-30kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20	-	0,60

Tabell 8.9 - Lett komprimering vil, i henhold til tabell 2, i de fleste tilfellene være tilstrekkelig.

### Ulike setninger i grøfta

Ulike setninger kan oppstå i forbindelse med større kummer og i overganger mellom faste og mindre faste grunnforhold. Ut av og inn i store kummer eller lignende bør man bruke korte rørlengder eller styrerør, for å unngå at slike setninger fører til rørbrudd (Figur 2).



Figur 8.1

I overganger mellom ulike grunnforhold skal tykkelsen av fundamentet økes gradvis fra skiftet og tre meter ut på hver side. Største fundamenttykkelse skal være på minst 0,5 meter (Figur 3).

### Gjenfylling

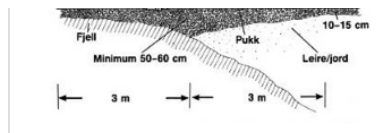
Gjenfyllingsmasser må ikke inneholde stein som er større enn 1/3 av avstanden fra røret til steinen, eller 2/3 av lagtykkelsen når



massene komprimeres.

Større steiner kan falle ned og skade røret under gjenfylling.

I driftsperioden kan de overføre last som punktlast på røret.



Figur 8.2

### Eksempel 1:

#### Forutsetninger:

- Det skal legges en rørledning over et jorde i september.
- Stedlige masser er silt og overdekningen blir 1,6-2,0 m. Grunnvannsstanden er høy.
- God morenegrus (0-20 mm) kan hentes 2 km fra arbeidsstedet.

#### Fremgangsmåte:

##### Se først tabell 1 - «Krav til ledningssonen»

- For liten/ingen trafikk finner vi en kolonne med overdekning 0,6 - 3 m som passer.
- Det er ikke fare for frost. Silt er ikke-drenerende masser – det er altså ingen fare for utvasking. Med grunnvann i ledningssonen, blir kravet til utførelse av ledningssonen lite.

##### Gå så til tabell 2 - «Valg av masse og komprimering i ledningssonen»

Prøv først med silt (massetype 4A) – for å vurdere bruk

av stedlige masser. Gå inn i kolonne for lite krav til utførelse av ledningssonen. Ut fra tabellen ser vi at silt kan brukes, og at dette krever normal komprimering.

#### Vi endrer på én forutsetning:

- Grøftarbeidet blir utsatt til slutten av november.

Det er fare for frost. Kravet til ledningssonen (tabell 1) er dermed middels. Ut fra tabell 2 ser vi at de stedlige massene ikke kan benyttes. For morenegrus (massetype 2) og middels krav til utførelse av ledningssonen, ser vi at det kreves lett komprimering.

### Eksempel 2:

#### Forutsetninger:

- Det skal legges en rørledning i et område hvor det senere vil bli en fylling. Arbeidet skal utføres i juni.
- Stedlige masser er grusholdig sand. Overdekningen regnes å kunne bli 10 m. Grunnvannstanden er lav.

#### Fremgangsmåte:

##### Se først tabell 1 - «Krav til ledningssonen»

- Under «overdekning» brukes kolonne for 7-10 m.
- Det er ikke fare for frost, utvasking eller grunnvann i ledningssonen – det er ukompliserte leggeforshold. Kravet til ledningssonen er stort.

##### Gå så til tabell 2 - «Valg av masse og komprimering i ledningssonen»

Velg først massetype ut fra at man ønsker å bruke stedlige

masser som er grusholdig sand (massetype 2). Under

«Krav til ledningssonen» velges kolonnen for «Stort». For grusholdig sand kreves normal komprimering. Man kan altså bruke de stedlige massene.

#### OBS!

Plastrør kan benyttes selv om overdekningen blir mer enn 10 meter. Det anbefales da å utføre egne beregninger for å finne hvilke krav som må stilles til ringstivhet for røret, massetype og utførelse.

### Eksempel 3:

#### Forutsetninger:

- Det skal legges en selvføllsledning i et byområde hvor det vil være stor trafikk over røret. Arbeidet skal utføres i

februar.

- Stedlige masser anses uegnede, så masser skal tilkjøres. Det skal velges masser som er optimale med hensyn til kvalitet, utførelse og pris. Overdekningen vil bli 3 - 5 m. Grunnvannstanden er lav.

#### Fremgangsmåte:

#### Se først tabell 1 - «Krav til ledningssonen»

- Under «Overdekning» brukes kolonne for 3-5 m. Med så stor overdekning betyr trafikken ingen ekstra belastning.
- Det er fare for frost. Vi ser at kravet til ledningssonen er stort.

#### Gå så til tabell 2 - «Valg av masse og komprimering i ledningssonen»

I kolonnen for stort viser grønne felt at det kan velges

mellom massetyperne 1A, 1B, 1C og 2. Siden arbeidene skal utføres midtvinters er massetyperne 1A og 1B best egnet, så vi velger finpukk 8–16 (massetype 1A). Rørdimensjonen er 315 mm – og iht. tabell 3a er maksimum tillatt nominell kornstørrelse for selvfallsledninger 22 mm.

Massen trenger normalt ingen komprimering, men siden bare små setninger kan godtas i vei, skal massen likevel komprimeres lett.

Arbeidsgruppen har bestått av Esben Jonsson (eget firma), Frank Nygaard (DnP), Jan Vaslestad (Pecor), Yngvar Christiansen (Icopal) og Bård Moen (Pipelife).

#### Referanseliste:

”Den skandinaviske beregningsmetoden for nedgravde plastrør” (VAV P70), NS 3420-H:1999, prEN1046, ENV 1991-3,

Håndbok 184 (Statens Vegvesen, Lastforskrifter), forsøk ved NBI (arbeidsrapport nr. 25) og forrige utgave av DnP’s leggeanvisning

#### Retningsendring av rør

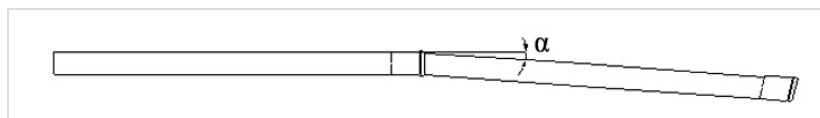
Retningsforandringer skal i prinsippet utføres ved hjelp av bend. I tillegg til standard bend kan det leveres bend med annen avvinkling. Rør opplagret i hver ende og med en moderat vekt midt på, blir spenningsfrie langbend etter en tid. Denne prosessen tar mindre tid ved høy temperatur (om sommeren eller innendørs). Ikke overdriv. Ikke bruk varmluftspistol, åpen flamme eller lignende.

PVC / PP-rør kan maksimalt avvinkles i mufte iht. nedenstående tabell.

NB! Av tillatt vinkelavvik må noe avsettes for fremtidige setninger alt etter lokale grunnforhold.

110-315mm	2°	Tilsvare 20 cm sideveis i forhold til rett linje for 6 meter rør
400-630mm	1,5°	Tilsvare 15 cm sideveis i forhold til rett linje for 6 meter rør

Tabell 8.10

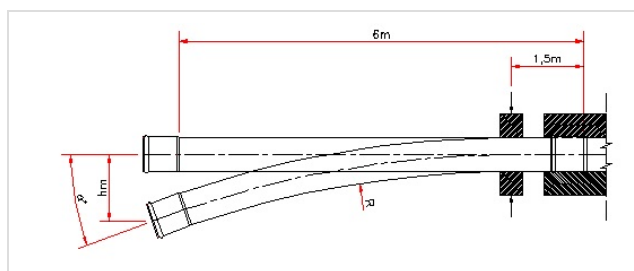


Figur 8.3

Små retningsforandringer kan utføres ved bøyning av rør. Da er det viktig å komprimere slik at avvinklingen i mufte ikke blir for stor. Bøyning av rør kan gjøres iht. nedenstående tabell og skisse.

α= Vinkelendring

NB! Av tillatt vinkelavvik må noe avsettes for fremtidige setninger alt etter lokale grunnforhold.



Figur 8.4

PVC

$d_e$ [mm]	R[m]	hm[m]	$\alpha$
110	33	0,31	
125	38	0,27	
160	48	0,21	
200	60	0,17	
250	125	0,08	
315	158	0,06	
400	200	0,05	
500	250	0,04	
630	315	0,03	

Tabell 8.11

### Avvinkling og bøyning av PE-rør

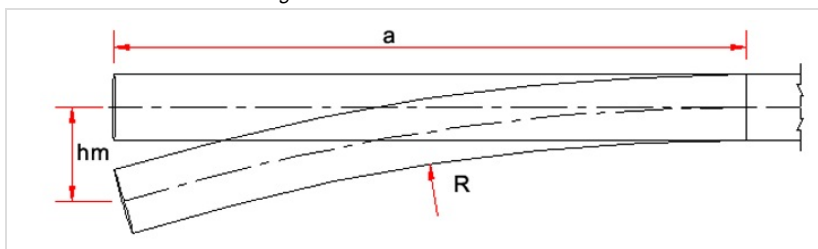
PE-rørets fleksibilitet kan utnyttes ved å bøye røret. En vanlig måte å lage riktig bøyeradius på er å benytte et tau like langt som radien og merke sirkelbuen. Hvor mye rørenden skal flyttes kan også beregnes ut fra formel. Se formler og figur.

Normale verdier. I enkelte tilfeller bør dette beregnes mer nøyaktig. (Alle enheter i meter):  $R = 60 d_e$  (Rør med trykk)

$R = 30 d_e$  (Trykkløst rør og under installasjon av trykkør)

$$hm = \frac{a^2}{2 \cdot R}$$

Figur 8.5

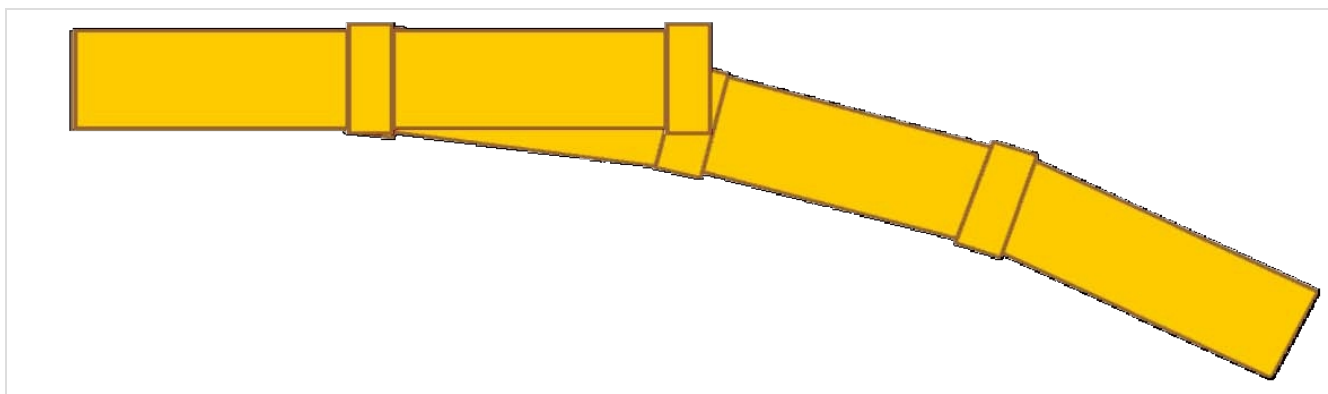


Figur 8.6 - Bøyning av PE-rør

### Avvinkling av GRP-rør

GRP-rør skjøtes vanligvis med en dobbelmuffe i GRP som leveres påsatt ene rørenden fra fabrikk. Muffen har et senterregister som senterer koblingen på skjøten og i tillegg sikrer tilstrekkelig avstand mellom spissene for ekspansjon. Alternative skjøtemetoder er flenseforbindelser, laminerte skjøter eller mekaniske koblinger.

Muffen kan også ta noe vinkelavvik som også kan benyttes under prosjektering og legging for installasjon i kurver før man går inn og benytter bend. Av tillatt vinkelavvik må noe avsettes for fremtidige setninger alt etter lokale grunnforhold. I områder med bløt grunn mer og i fjellgrøft mindre. Kurven reguleres med bruk av varierende rørlengder.



Figur 8.7

DN mm	Maks vinkelavvik grader	Utslag rørende i mm for rørlengder			Nom radius i m for rørlengder		
		3m	6m	12m	3m	6m	12m
DN<500mm	3(2,5,2,0,1,5)	157	314	628	57	115	229

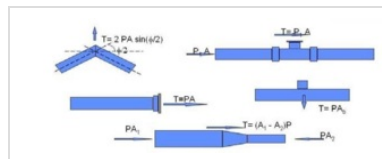
500<DN<900	2(1,5,1,3,1,0)	105	209	419	86	172	344
900<DN<1800	1(0,8,0,5,0,5)	52	105	209	172	344	688

Tabell 8.12

### Strekkfaste rør og koblinger:

Ved prosjektering og utførelse av trykkledninger må det på en eller annen måte alltid tas hensyn til ubalanserte krefter som virker i rørsystemet, som f.eks. i alle bend, T-rør, reduksjoner etc. – se for øvrig installasjon av GRP-rør.

Dette gjøres i de fleste tilfeller for VA-anlegg, gjennom bruk av forankringsblokker i betong, enten med opptak av reaksjonskrefter gjennom passivt/aktivt jordtrykk mot omgivelsene eller som friksjon mot underlaget. Forankringsblokker er også stort sett enkleste og billigste løsning i de fleste situasjoner.



Figur 8.8

Standard rørdeler i GRP er også stort sett designet for omstøping litt avhengig av trykk og installasjonsforhold.

Skulle grunn- eller plassforholdene på stedet vanskeliggjøre forankringsblokker, kan også et rørsystem prosjekteres med helt eller delvis biaxiale rør og deler.

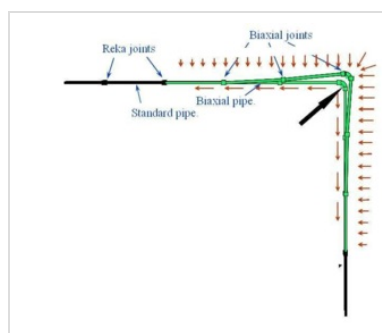
Her er styrkeegenskapene til rørene slik at kreftene forankres gjennom rørledningen med eventuell overføring til omfyllingen gjennom friksjon mellom omfyllings- massene og røret.

Når tilstrekkelig forankringslengde er oppnådd går en over til standard rør og koblinger.

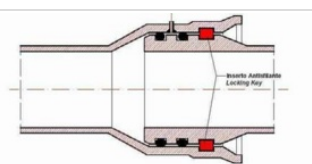
For rette strekk benyttes standard rør og muffers.

Strekkfaste skjøter for GRP-rør kan utføres på flere måter, med laminering av skjøten, ved flenseforbindelser eller enklest ofte

gjennom bruk av strekkfaste koblinger med mekanisk forankring/låsing som vist på nedenstående skisse og bilde.



Figur 8.9



Tabell 8.13

Forankringslengder for biaxiale rør:

Forankringslengden av f.eks. et 90 grader bend kan omtrent halveres ved når plassen tillater det, å bruke 2 x 45 ° bend med 2-3 meter mellom.

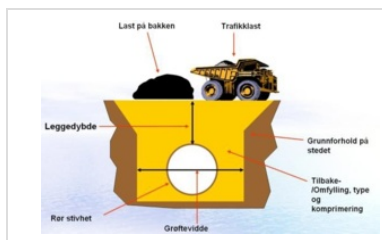
Overdekningsdybden og trykket i rørledningen er vesentlig for kalkulasjonene. Følgende tabell gir en veiledning for forankringslengden, basert på AWWA M45:

Overdekning	Diameter, DN	Trykk, bar	90grader	45grader	30grader
1,0meter	600	10	29,4m	16,1m	10,9m
1,0meter	600	16	47,7m	29,5m	20,0m
1,5meter	600	10	20,3m	11,1m	7,5m

Tabell 8.14

GRP-rør et fleksibelt rørsystem hvor tvøe rør velæes ut fra de

en for dimensjonert rørsystem hvor type rør følges ut fra de forhold en har på stedet, både installasjonsmessig og driftsmessig.



Figur 8.10