



# Korrekt lægning af betonrør. Lægningsanvisning.

# Korrekt lægning af betonrør

Dette temablad beskriver normgrundlaget for lægning af betonrør og uddyber nogle af normernes krav og anvisninger. Der gennemgås specielt den seneste revision af normerne (september 1997), som især har indflydelse på lægning af rør i befæstede arealer.

V i har i Danmark to normer, som fastsætter kravene til lægning af betonrør:

**Norm for etablering af ledningsanlæg i jord, DS 475**, som giver generelle krav til lægning af alle typer ledninger, og som specielt for betonrørene stiller supplerende krav til lægning i befæstede arealer, og **Norm for lægning af stive ledninger af beton mv i jord, DS 437**, som beskriver de grundlæggende krav til lægningsarbejdet og desuden giver regler for beregning af styrker og belastninger.

Indenfor en overskuelig periode erstattes dele af disse to normer af en fælles europæisk norm EN 1610 "Construction and testing of drains and sewers".

I det følgende vil principperne i de to danske normer blive beskrevet.

## Rørenes bæreevne

Et rørs beregningsmæssige bæreevne i jord er bestemt af følgende tre forhold:

- ◆ Rørets egenstyrke. Egenstyrken afhænger af rørets dimensioner (diameter og godstykkelse) samt af betonens kvalitet. Disse forhold vil fremgå af rørproducenterens deklARATIONER.
- ◆ Kontrolniveauet. På grundlag af den omhu som kontrollen med rørene udføres med, fastsættes kontrolniveauet som enten lempet, normalt eller skærpet. Jo bedre kontrol des højere bæreevne får røret i jorden.
- ◆ Understøtningen. Alle rør skal placeres på et udjævningslag af en vis tykkelse. Røret skal understøttes ensartet i hele sin læng-

deretning. Ved cirkulære rør skal der desuden udgraves for muffer, og der skal etableres et støttelag, som har væsentlig betydning for bæreevnen, se figuren nederst på siden.

Belastningen på det øverste rør i en dobbeltgrav og på gennempresningsrør mv. afviger fra det normale tilfælde, men skal ikke gennemgås her.

Det er ikke nødvendigt som f.eks. for fleksible rør at kende noget til omkringfyldningens konsolideringsmodul etc. (beregningen er simpel, idet betonrør har styrken i sig selv). Det samme gælder ledningsgravens bredde, idet man dog bør gøre den så smal som muligt af hensyn til belastningen på røret.

## Belastningen på røret

Den belastning, som røret påvirkes af, afhænger af lægningsdybden samt af følgende forhold:

- ◆ Terrænbelastningen, som oftest er en trafiklast fra veje eller jernbanespor.

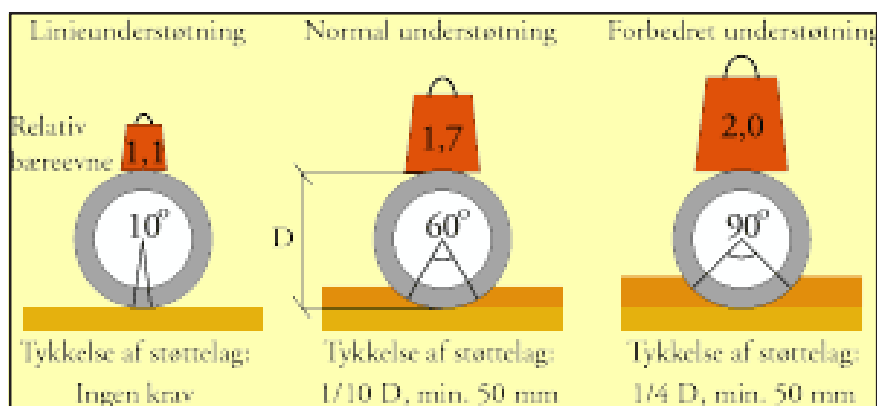
- ◆ Jordlasten, hvor man normalt forudsætter rumvægten til at være  $21 \text{ kN/m}^3$ .

- ◆ Lægningsklassen, som er et udtryk for den omhu, hvormed fylden omkring røret og i en vis højde herover udføres med. Der skelnes mellem tre lægningsklasser, der er nærmere beskrevet i rammen på side 3.

## Lægningsdybder

Den tilladelige lægningsdybde for et givet rør bestemmes ved, at rørets bæreevne mindst skal være lig med belastningen på røret, idet såvel bæreevne som laster påføres såkaldte partialkoefficienter, således at der indbygges en vis sikkerhed i beregningen.

De største tilladelige lægningsdybder fremgår af rørproducenterens kataloger. Det fremgår heraf, at cirkulære rør under normale omstændigheder har tilladelige lægningsdybder (dybder til bundløb) på mindst 5 m og rør med fod på omkring 6 m.



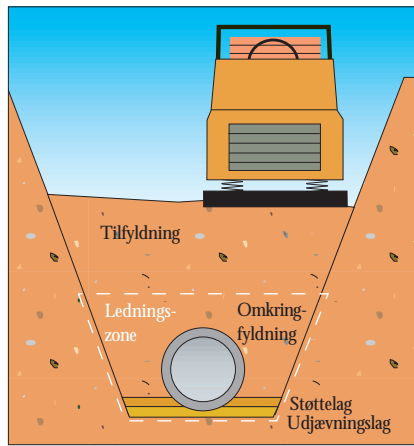
Som det fremgår, har støttelaget en væsentlig betydning for cirkulære rørs bæreevne.

## Ledningsgravens opbygning

Ledningsgravens opbygning fremgår af figuren.

Gravens nederste del kaldes ledningszonen, den er opbygget af udjævningslaget, for cirkulære rør desuden et støttelag, og omkringfyldningen, der skal strække sig mindst 0,1 m over rørtoppen. Øverst afsluttes med tilfyldningen, hvorover der kan være en befæstelse.

Krav til materialer og komprimering af ledningszonen er fastsat i lægningsnormerne, og Vejreglerne supplerer desuden med krav til komprimeringen i tilfyldningen i befæstede arealer.



Ledningsgravens opbygning fremgår af figuren.

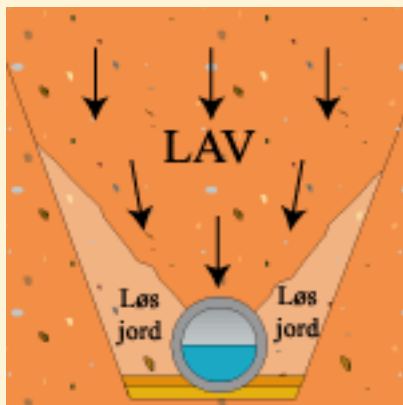
Ledningsgravens opbygning fremgår af figuren.

### Lægningsklasser

Lægningsklassen er et udtryk for den omhu, hvormed fylden omkring røret og i en vis højde herover udføres med, og har stor betydning for belastningen på røret.

#### Lav lægningsklasse

I lav lægningsklasse stilles der ingen krav til komprimeringen omkring og over røret. Røret skal derfor kunne bære hele jordlasten i rørgraven. Lav lægningsklasse benyttes typisk i ubefæstede arealer.

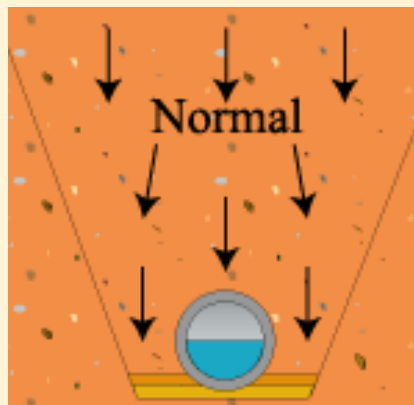


Hvis jorden omkring røret ikke komprimeres, skal røret bære hele vægten af jorden i rørgraven, idet den løse jord på rørets side intet kan bære, og da der ikke er etableret nogen friktion op til rørgravens sider.

#### Normal lægningsklasse

I normal lægningsklasse skal omkringfyldningen være komprimeret til samme stivhed som tilfyldningen, dog mindst 91 % SP for sand- og grusfyld. På grund af den friktion som herved etableres op til gravens sider, og fordi jorden på rørets sider vil bære en del af lasten, bliver røret kun udsat for en belastning svarende til 1,6 gange lasten fra jorden i den lodrette zone direkte over røret.

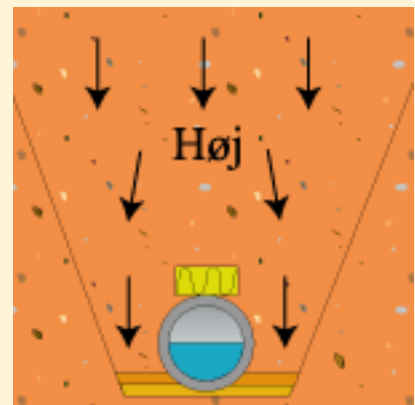
Normal lægningsklasse benyttes ved rørlægning i befæstede arealer, men også i ubefæstede arealer.



Når jorden omkring røret mindst er komprimeret som det ovenliggende, reduceres lasten på røret, idet jorden på rørets sider vil bære en del af lasten, og da der desuden er etableret en friktion op til rørgravens sider.

#### Høj lægningsklasse

I høj lægningsklasse stilles der krav til en bedre komprimering omkring røret end over røret. Dette kan opnås ved at lægge et eftergivende lag, for eksempel en isoleringsmätte direkte over rørledningen, hvorved belastningen på røret kan nedsættes med godt 10 %. Denne lægningsmåde bør kun udnyttes i de tilfælde, hvor man ønsker at nedsætte belastningen på røret for at opnå en lidt større lægningsdybde, og bør ikke benyttes under vejarealer på grund af faren for sætninger.



Ved at lægge en isoleringsmätte eller komprimere lettere over rørledningen nedsættes belastningen på røret med godt 10 %, idet jorden over røret ikke ikke belaster det.

Efter denne generelle beskrivelse af korrekt lægning af betonrør, vil følgende emner blive nærmere beskrevet:

- ◆ Etablering af støttelag
- ◆ Krav til materialer i ledningszonen
- ◆ Komprimeringskrav
- ◆ Komprimeringskontrol.

# Etablering af støttelag

Som nævnt er det vigtigt for rørets bæreevne, at der etableres et støttelag. Støttelaget etableres i praksis i fire trin:

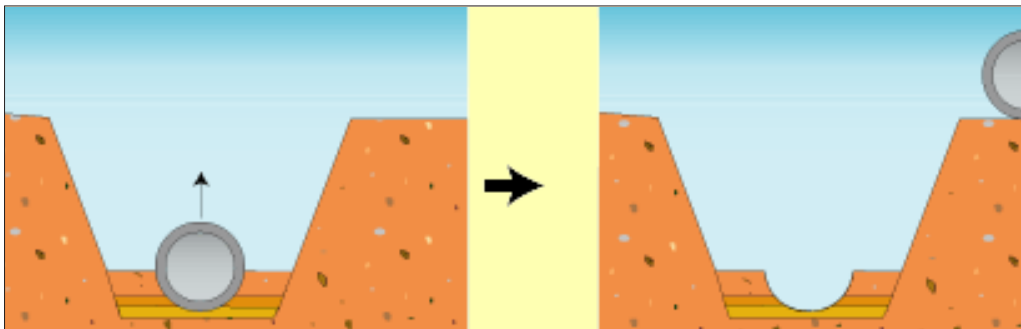
- ◆ Rørets egenvægt medfører, at det synker en anelse ned i udjævningslaget, det giver ca. 10° understøtning. Dette kan evt. forstærkes ved at trykke let på røret med gravemaskinens skovl.

- ◆ Ved fodtramp eller ved brug af en håndstamper komprimeres støttelaget ind under røret.

- ◆ Ved komprimeringen af omkringfylden opnås en yderligere komprimering af støttelaget.

- ◆ Ved komprimering over røret synker det en anelse ned i støtte- og udjævningslaget og giver derved den sidste komprimering.

I forbindelse med den almindelige komprimeringskontrol kan støttelaget ikke kontrolleres. Det er dog muligt, at kontrollere det visuelt ved at fjerne et rør, hvor omkringfylden er udlagt og komprimeret op til ca. rørets midte. Man har derved mulighed for at inspicere resultatet og vurdere, om den valgte fremgangsmåde sikrer en god understøtning.



*Støttelaget kan kontrolleres ved at fjerne et rør, efter omkringfylden er udlagt og komprimeret op til rørets midte.*

## Krav til materialer i ledningszonen

Generelt kræves det af de materialer, som skal benyttes i ledningszonen, at de skal være af en sådan art, at komprimeringen kan udføres som foreskrevet. Materialerne må desuden ikke være frosne eller indeholde skadelige mængder af planterester, muld, ler- eller siltklumper. Materialerne i såvel støttelag som omkringfyldning må derudover ikke indeholde stoffer, der er aggressive over for beton.

### Ubefæstede arealer

I ubefæstede arealer er kravene til materialer i udjævnings- og støttelag:

- ◆ maksimal Kornstørrelse = 32 mm
- ◆ indholdet af korn mellem 16 og 32 mm må højst udgøre 10 %.

Til omkringfyldningsmaterialer er

kravet:

- ◆ maksimal Kornstørrelse = 64 mm.

### Befæstede arealer

I befæstede arealer er kravene til alle materialer i ledningszonen:

- ◆ maksimal Kornstørrelse = 8 mm
- ◆ indholdet af korn under 0,075 mm må højst udgøre 9 %.

Til materialer til støttelag og omkringfyldning kræves desuden:

- ◆ uensformighedstallet U mindre end 3.

Disse skærpede krav i befæstede arealer, som er anført i DS 475 og Vejreglerne, skyldes et ønske om, at der ikke må ske sætninger i ledningsgraven. Materialerne er næsten "selvkomprimerende". Der er imidlertid indført en væsentlig undtagelse for

betonrør i et nyt tillæg til DS 475 (Til.1:1997), fordi der omkring disse stive rør kan benyttes tungt komprimeringsmateriel.

Efter disse nye regler kan der, hvis der sikres en omhyggelig komprimering, anvendes de samme materialer i såvel støttelag som omkringfyldning, som der er foreskrevet for betonrør i ubefæstede arealer. Det giver mulighed for nemmere at genbruge opgravet materiale omkring betonrør.

For cirkulære rør er det dog et krav, at støttelaget har en tykkelse svarende til en forbedret understøtning. I den forbindelse er sand- eller grusfyld velegnet, og morænelersfyld er anvendeligt, men kræver en mere effektiv komprimering.

Komprimering af grusmaterialer kan alternativt ske udelukkende ved vanding, hvis vandet ellers kan bortledes effektivt.

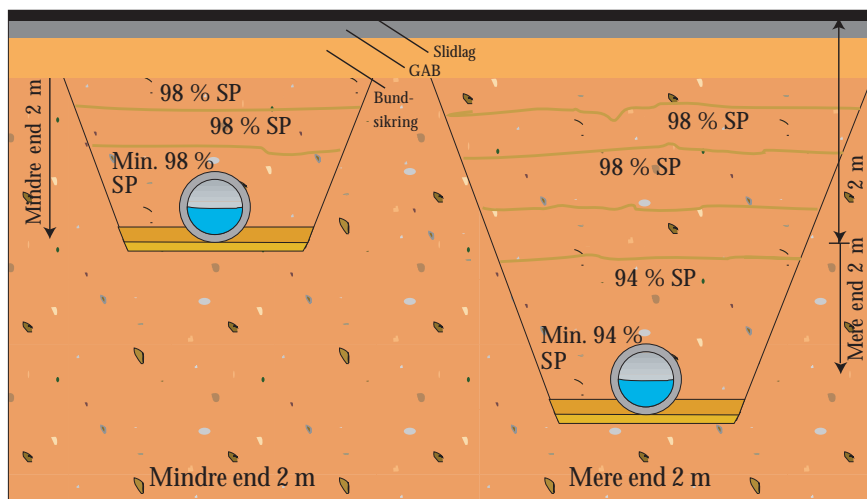
# Komprimeringskrav

Som nævnt fastsætter både lægningsnormerne og Vejreglerne krav til komprimeringen.

I ubefæstede arealer fastsættes kravene af lægningsnormerne alene. I lav lægningsklasse er der ingen krav. I normal lægningsklasse er kravet min. 91 % standard proctor for sand- og grusfyld.

I befæstede arealer fastsætter Vejreglerne komprimeringskravene i tilfyldningen, og indirekte kravene til omkringfylden, da lægningsnormerne foreskriver, at omkringfylden minimum skal komprimeres som det ovenliggende. Der skelnes mellem dybder over og under 2 m, som vist i figuren.

Ved retablering kan kravene til tider fraviges idet rørgraven, og den eksisterende vej skal fungere som en helhed.<sup>1, 2</sup>



For at sikre en tilstrækkelig bæreevne under gader, veje, pladser etc. stiller vejmyndighederne særlige krav til komprimeringen af ledningsgrave i sådanne arealer. På figuren er vist de komprimeringskrav, der kræves opfyldt i tilfyldningen nemlig 98 % SP i en dybde på mindst 2 m og 94 % SP derunder; for sand- og grusfyld. Materialerne i ledningszonen skal ifølge lægningsnormerne desuden komprimeres til mindst samme stivhed, jævnfør normal lægningsklasse.

# Komprimeringskontrol

Kontrollen af komprimeringen i rørgraven foretages for det meste ved at undersøge komprimeringsgraden, dvs. materialets tørdensitet målt i rørgraven i forhold til den tørdensitet der kan opnås ved et standardiseret forsøg.

Tørdensiteten i rørgraven fastlægges for det meste ved hjælp af isotopmetoden. Ved isotopmetoden fastlægges materialets våddensitet samt vandindhold i rørgraven. Herefter udregnes tørdensiteten. Denne densitet sammenlignes med den tørdensitet, der opnås i laboratoriet ved en standardiseret komprimering af det samme materiale. For det meste benyttes standard proctor-forsøget (SP), til denne komprimering.

En komprimeringsgrad på f.eks. 98 % SP betyder således, at materialets tørdensitet er 98 % af den densitet, der opnås ved standard proctor-forsøget.

## Potentielle fejlkilder

De største problemer i forbindelse med komprimeringskontrollen opstår i forbindelse med fastlæggelsen af tørdensiteten i rørgraven. Isotopmetoden er dog rimelig præcis<sup>1</sup>, og man kan normalt regne med, at af-

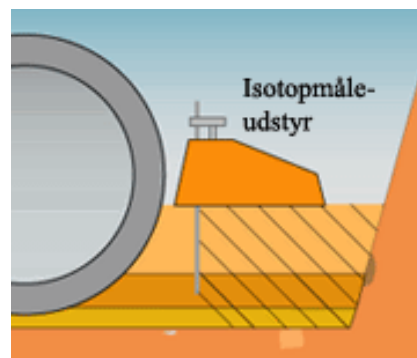
vigelserne ikke er større end 50 kg/m<sup>3</sup>, og der er dermed tale om få procents afvigelse. Der er dog flere potentielle fejlkilder, bl.a. skal man være opmærksom på de refleksioner, der kan forekomme, når man måler tæt på f.eks. et rør. Det kan specielt give problemer at måle i nærheden af plastrør. Det skyldes, at man ved måling af vandindholdet faktisk måler brintindholdet, og da plast indeholder brint, er der mulighed for, at der opstår fejl. Problemet er det samme med al plast, også hvis der eksempelvis ligger en cigaretpakning i nærheden.

De bedste resultater opnås, når der måles på et homogent materiale. I denne forbindelse er eksempelvis stabilt grus tilstrækkeligt homogent.

Det er altså flere potentielle fejlkilder, men udføres målingerne af en person med tilstrækkelig viden og erfaring med isotopmetoden, opnår man gode resultater.

## Støttelaget undersøges ikke ved isotopmetoden

Ved isotopmetoden er det ikke muligt at kontrollere støttelagets kom-



Det er kun det skraverede område, samt det ovenliggende lag, der kan kontrolleres ved en isotopmåling.

primering. Det er i hovedtræk kun området, der er skraveret på figuren samt de ovenliggende lag, der kan kontrolleres.

## Vigtigt med mere komprimeringskontrol

Komprimeringen ved siden af røret kan således undersøges ved hjælp af isotopmetoden, og den er også mindst ligeså vigtig som understøtningen specielt i befæstede arealer, da den bl.a. har stor betydning for, hvor store sætninger, der eventuelt kommer i de overliggende lag.

---

## Referencer

1. *Vejregler. Udbuds- og anlægskrifter.  
Etablering af ledningsanlæg i jord.  
Vejdirektoratet, oktober 1994.*
2. *Norm for lægning af stive ledninger af  
beton mv. i jord, DS 437. 2. udgave  
marts 1986.*
3. *Norm for etablering af ledningsanlæg i  
jord, DS 475, 1. udgave december 1993  
+ Tillæg 1, 2. udgave april 1997.*

*Afløbsfraktionen, tlf. 33 747 747  
Temablade kan også rekvireres pr. e-  
mail: danent@danent.dk  
Juni 1998*

Se også temablad 8

“Betonrør sikrer god komprime-  
ring og hydraulik.  
Fordele ved lægning af betonrør.“

Udkommer august '98.