

10



Store betonrør - en bæredygtig løsning

Temablad 10. Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening

Store betonrør - en solid løsning

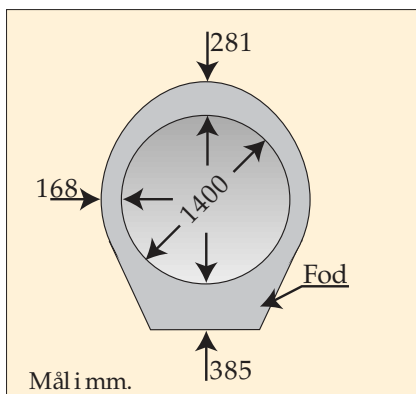
Når der skal vælges rørtype til et afløbsprojekt med store rør, står valget kun mellem to rørtyper - stive eller fleksible rør. De to rørtyper har vidt forskellige egenskaber. Stive rør er i høj grad en selv bærende konstruktion, mens fleksible rør kræver støtte fra den omgivende jord.

Når talen i dag drejer sig om store rør, er de stive rør i praksis betonrør, mens de fleksible rør hovedsagelig er plastør (PEH) eller glasfiberarmerede rør.

Med store rør menes der rør med en indvendig diameter på 700 mm eller mere.

Vidt forskellige rørtyper

De store betonrør er meget forskellige fra de mindre (cirkulære) rør. For det første er de udstyret med en „fod“ for at sikre en optimal understøtning. Dernæst er rørets tværsnit udformet således, at der sker en god spændingsfordeling i røret. Derfor er der større godstykkelse i toppen og bunden af røret.



De store betonrør er udstyret med en fod for at sikre god understøtning. Her et Ø 1400 mm rør af typen Euro.

Alle betonrør er naturligvis lavet af høj kvalitets beton med stor styrke.

Betonrør leveres såvel uarmeret som armeret til netop den belastning, det skal udsættes for. I én dimension leveres der således flere typer rør, alt efter hvilken bæreevne der er krævet:

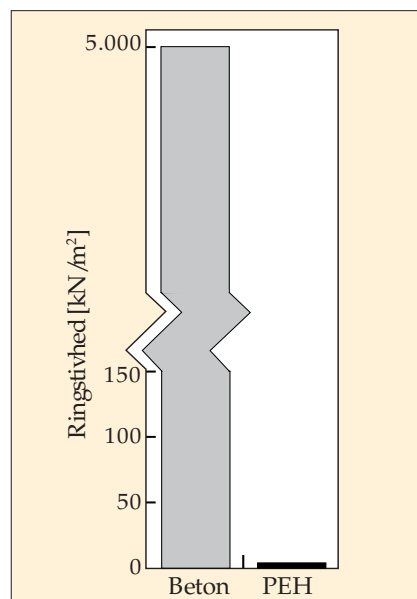
- ◆ Standardrør
- ◆ Specialrør. (Kan enten være med tykkere gods eller med standard-armering).
- ◆ Special-armerede rør.

Rørleverandørerne benytter specielle rørberegningsprogrammer, der er udviklet til dimensionering af såvel armerede som uarmerede betonrør.

Stivhedsklasser

Inden for betonrør opereres der ikke med stivhedsklasser som for fleksible rør, men en beregning viser, at store betonrør har en ringstivhed af størrelsesordenen 5.000 kN/m².

Fleksible rør har typisk en ringstivhed på enten 2, 4 eller 8 kN/m² (stivhedsklasse Lav, Normal eller Høj). Stivheden af betonrør er således utrolig stor sammenlignet med stivheden af fleksible rør.

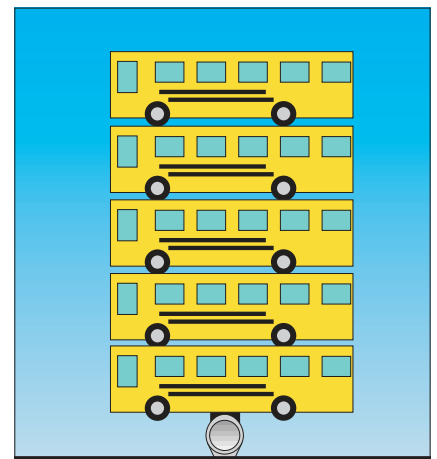


Af diagrammet fremgår den store forskel i stivheden af beton- og PEH-rør.

Betonrørets store egenstyrke

Et betonrør har en meget høj bæreevne. Brudlasten for et Ø 1400 mm betonrør på 2 m's længde er eksempelvis over 450 kN, hvilket svarer til vægten af 4-5 busser.

Beton har desuden den egenskab, at der til stadighed sker en styrkeudvikling, så røret faktisk bliver stærkere år efter år.



Brudlasten for et Ø 1400 mm betonrør svarer til vægten af 4-5 busser.

Betonrøret er en selv bærende konstruktion

Som det kan forstås, er betonrøret en selv bærende konstruktion. Bæreevnen og stivheden kombineret med rørets fod og høje egenvægt resulterer i et rør, der ikke er særlig følsomt overfor udsving i kvaliteten af lægningen (understøtning, komprimering, omkringfyldens sammensætning, vandspejl mv.)

Betonrørets styrke giver sig også udtryk i kravene til jorddækning i trafikbelastede arealer. Da betonrør er stive og stærke, kræver lægningsnormen¹ kun min. 0,6 m jorddækning. Dette er væsentlig mindre, end det anbefales for andre rørtyper. Praksis har vist, at de 0,6 m således giver en rimelig sikkerhed mod utilsigtede kraftkoncentrationer (punktbelastninger). Ved meget omhyggeligt udført arbejde kan de 0,6 m reduceres, men det er ikke generelt tilrådeligt. I stedet kan anvendes specialrør eller armerede rør.

Rørets omgivelser er aldrig perfekte

Når man fremstiller et rør, har man megen viden om materialerne og deres formåen, og man kan således producere rør af en meget ensartet kvalitet.

Med hensyn til de materialer, der indgår ved rørlægningen, er man knap så privilegeret. Dette er dog kun et mindre problem, når der benyttes stive og stærke rør².

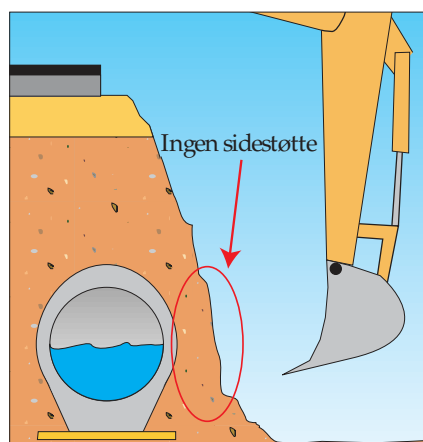
Endvidere kan der anvendes et forholdsvis kraftigt komprimeringsudstyr. Det er derfor nemt at opnå den nødvendige komprimeringsgrad på trods af de variationer, der forekommer i de forskellige materialer, der omgiver røret.

Fordelagtigt med stærke rør ved senere udgravning

Når der udgraves for at arbejde på de forskellige kabler og installationer, der ligger i jorden eller i forbindelse med byggeri, sker det ofte i nærheden af afløbsrør.

Udgraves der i umiddelbar nærhed af et afløbsrør mister det sidestøtten. Det har kun mindre betydning for betonrør.

Da der ofte arbejdes under vanskelige forhold, kan det endvidere være vanskeligt at få retableret udgravningen, så forholdene er tilstrækkeligt gode. Her er betonrørens styrke, stivhed og vægt en afgørende fordel, da rørene som nævnt er mindre følsomme over for ændringer i omkringfylden mv..

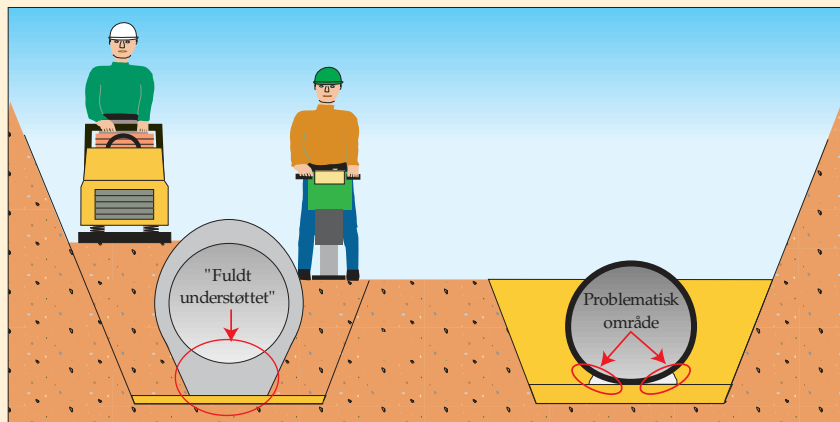


Ved udgravninger i umiddelbar nærhed af eksisterende afløbsledninger, er det en fordel, hvis disse er betonrør. Da de er stive og stærke, er den manglende sidestøtte sjældent noget problem.

Store betonrør har „fod“ på understøtningen

Et stort betonrør er støbt med en „fod“. Det sikrer en god understøtning af røret og giver mulighed

for at opnå en optimal komprimering af rørgraven. „Foden“ medfører endvidere, at rørene står sikkert og stabilt under transport og oplagring.



Betonrørets fod sikrer en god understøtning og giver optimale forhold for komprimeringen. Understøtningen af et stort cirkulært rør er derimod meget vanskelig at etablere, idet det er vanskeligt at få materiale komprimeret ind under et rør med så stor diameter. Det er desuden praktisk umuligt at kontrollere komprimeringen af understøtningen.

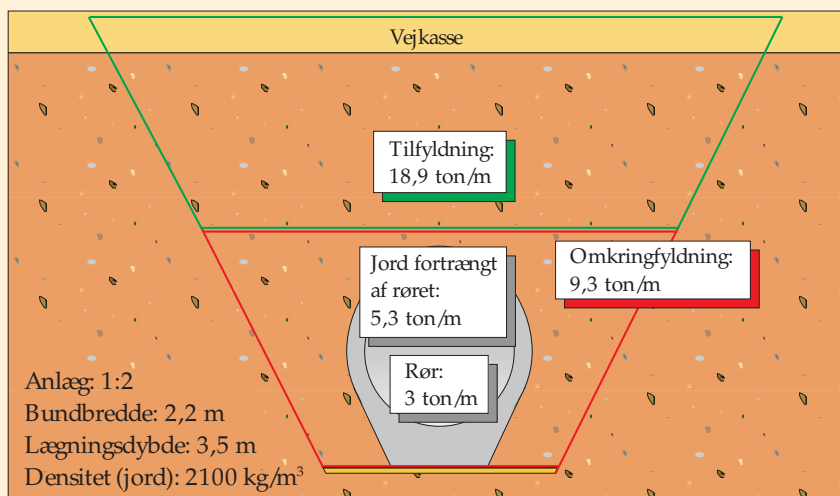
Store rørgrave kræver store gravemaskiner

Når der lægges store rør, skal der også flyttes store mængder jord. Som det fremgår af nedenstående figur, er rørets vægt ubetydelig sammenlignet med den mængde jord, der skal flyttes. For at lægningsarbejdet forløber tilstrækkeligt hurtigt og økonomisk, kræves der således en stor gravemaskine, hvad enten det er lette eller tunge rør.

Desuden har betonrør istøbte løfteankre der letter håndteringen.

Let at genbruge opgravede materialer ved betonrør

På grund af betonrørs vægt, styrke og stivhed er det nemt at genbruge opgravede materiale. Det skyldes, at det er muligt at anvende forholdsvis kraftigt komprimeringsudstyr, da der er minimal risiko for, at rørene forskubbes eller beskadiges, når rørgraven tilfyldes og komprimeres^{2,3}. Det kan dreje sig om betydelige mængder jord, der kan genbruges.



Typisk rørgrav for Ø 1400 mm betonrør. Som det ses, er rørets vægt ubetydelig sammenlignet med de mængder jord, der flyttes. En økonomisk optimal rørlægning kræver en effektiv gravemaskine.

Sammenligning af store plast- og betonrør - se bagsiden

Store betonrør kontra store PEH-rør

I nedenstående tabel er der foretaget en sammenligning af et Ø 1400 mm rør af henholdsvis beton og PEH (PolyEthylen med Høj densitet). Sammenligningen omhandler miljø-, lægnings- og driftsområdet.

	Ø 1400 rør		Bemærkninger
	Beton	PEH	
Miljø			
Udbredt genbrug af grus ved lægning	Ja	Nej	Materiale med $D_{\max} \leq 64$ mm kan ofte genbruges ved betonrør i befæstede arealer. Ved PEH-rør skal $D_{\max} \leq 8$ mm. ⁴
Forbrug af ikke-fornyelige ressourcer	Lavt	Højt	Ca. 45 kg (kul, olie og naturgas) ved beton og 310 kg ved PEH (fremstilling af rør) ⁵ .
Energiforbrug ved fremstilling	Lavt	Højt	Energiforbruget til fremstilling er ca. 2600 MJ/m for betonrør og 14200 MJ/m for PEH-rør. Rørfremstillingen udgør ofte det dominerende energiforbrug. ⁵
Energiforbrug ved lægning	Lavt	Lavt	Energiforbruget til lægning og transport ved et typisk rørprojekt, er ca. 1000 MJ/m for betonrør og 1150 MJ/m for PEH-rør. ³ (Se "rørgrav" på forrige side). ⁵
Drivhusgas (CO ₂)	Højt	Højt	
Lægning			
Anvendelse af tungt komprimeringsudstyr	Ja	Nej	For di betonrøret er stærkt, tungt og stift, kan der anvendes forholdsvis kraftigt komprimeringsudstyr.
Opdrift	Nej	Ja	Hvis et Ø1400 mm PEH-rør er vanddækket, er den resulterende opdrift ca. 1,5 ton/meter. Et tilsvarende betonrør har derimod en beskedent "resulterende tyngde" (Egenvægten er større end opdriften).
Indbygget løfteanker	Ja	Nej	Løftesystemer er med til at sikre en korrekt håndtering.
Problemfrit at etablere understøtning	Ja	Nej	Betonrørets fod sikrer god understøtning. Man undgår således problemer med at få understøtningsmateriale ind under røret.
Komprimering umiddelbart over rør	Ja	Nej	Ved komprimering umiddelbart over et PEH-rør risikerer man for store deformationer.
Min. jorddækning	0,6 m	1,4 m	PEH-rørene kræver min. én rørdiameter. ⁶ For betonrør kan de 0,6 m reduceres ved anvendelse af forstærkede rør.
Temperaturfølsomhed	Ja	Ja	Ved betonrør skal man undgå ekstraordinært store temperaturforskelle i betonen, f.eks. mellem inder- og yderside - ellers risikeres trækspændinger over det tilladelige. Sorte PEH-rør bliver varme i stærk sollys. Derved kan stivheden falde til 55 % af den oprindelige stivhed ⁷ , endvidere udvider rørene sig - en 50 m PEH rørledning vil blive ca. 36 cm længere/kortere ved en stigning/fald på 40°C. (længdeudvidelseskoeff. = 0,18 mm/mK). ⁶
Anvendelse af store gravemaskiner	Ja	Ja	Ved udgravning for store rør skal der flyttes store mængder jord, ofte 30 ton pr. meter. Det gøres mest optimalt med en gravemaskine med stor skovl.
Anvendelse af kraftigt løfteudstyr	Ja	Nej	Betonrør skal sænkes med kraftige maskiner, men de er alligevel tilstede til udgravningen.
Godkendte påboringer	Ja	Nej	Pga. betonrørens store godstykkelse kan der laves VA-godkendte påboringer.
Drift			
Tæt samling	Ja	Ja	Forudsætningen for en tæt samling i PEH-rør er, at deformationerne er begrænsede. Betonrørssamlingen er formfast.
Deformationer	Nej	Ja	Den tilladelige deformation for PEH-rør er 9 %, hvilket er knap 130 mm for Ø1400 mm rør. ⁸
Vandføringsevne	God	God	Når rørene har samme indvendige diameter, er vandføringsevnen i praksis ens (Rørene har samme driftsruhed). ⁹
Selvrensningsevne	God	God	Hvis plastrør deformeres, bliver selvrensningsevnen forringet. ¹⁰
Levetid	>100 år	?	Gælder med alm. forekommende spildevand ¹¹ . Det har ikke været muligt at finde oplysninger om PEH-rørs levetid. Der kan dog henvises til www.concrete-pipe.org .
Korrosionsbestandighed	God	God	I afløbsledninger med alm. forekommende spildevand har rørene ingen problemer med korrosion ¹¹ . Under 1 % af vort afløbsnet transporterer specielt aggressivt eller varmt spildevand, som kan forårsage en mindsket levetid for de to rørtyper.
Let at reparere	Ja	Ja	
Tåler højtryksspuling	Ja	Ja	Betonrørets indvendige stærke overflade er modstandsdygtig over for højtryksspuling, også med slyngende spulehoveder.

Referencer

- „Lægning af stive ledninger af beton mv. i jord“. DS 437. bejdsrapport nr. 3, som kun kan ses på nettet, www.mst.dk
- „Betonrør sikrer god komprimering og hydraulik. Fordele ved lægning af betonrør.“. Temablad 8. Afløbsfraktionen. 1998.
- „Korrekt lægning af betonrør. Lægningsanvisning“. Temablad 7. Afløbsfraktionen. 1998.
- Anneks A til „Norm for etablering af ledningsanlæg i jord“. DS 475. 1997.
- „Afløbskomponenter af PVC, HDPE, PP og beton). Miljømæssig screening“. Ar
- Uponor. Produktkatalog. 1997.
- American Concrete Pipe Association. Foredrag fra Las Vegas af Mike Kusch, Director of Technical Marketing, Sherman-Dixie Concrete Industries.
- „Lægning af fleksible ledninger af plast i jord“. DS 430.
- „Betonrør har den største vandføringsevne“. Temablad 9. Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening. 1998.
- „Hydrauliske forhold ved ovale afløbsledninger“. Civ. ing. J.B. Ingwersen. 1979.
- „Betonrør har god bestandighed og lang levetid“. Temablad 3, Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening. 1995.

Temablade kan rekvireres på tlf. 33 747 747 eller via afløbsfraktionen.dk
www.afløbsfraktionen.dk
 Afløbsfraktionen Juni 1999