

## Miljøvenlig lægning af betonrør

Temablad 12. Afløbsfraktionen, Dansk Beton Industriforening

# Miljøbelastninger ved lægning af afløbsrør

Miljørapporter har vist, at energiforbruget ved lægning af afløbsrør er meget afhængigt af projekttypen og lokale forhold. Det er ligeledes vist, at energiforbruget til jordflytning i lægningsfasen kan være en dominerende miljøbelastning i afløbsrørets livscyklus<sup>1,2,3,4</sup>.

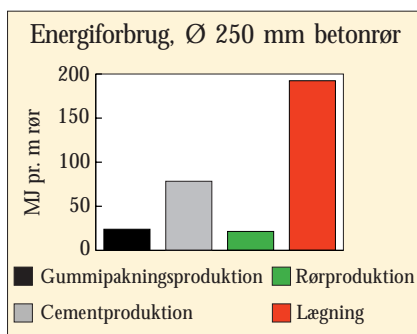
Dette temablad sætter fokus på energiforbruget i lægningsfasen.

Energiforbrug ved fremstilling og lægning af forskellige betonrør er kortlagt i et dansk miljøprojekt<sup>1</sup>.

Energiforbruget foranlediger en række kendte miljøbelastninger, som drivhuseffekt, forbrug af ikke-fornyelige ressourcer mv., hovedsageligt ved fremstilling af el og forbrænding af dieselolie i forbrændingsmotorer. Næsten alle miljøeffekter er relateret til energiforbruget, hvorfor det netop er energiforbruget der sættes fokus på.

## Små betonrør - energiforbrug ved fremstilling og lægning

Figuren viser energiforbruget til fremstilling og lægning af Ø 250 mm betonrør.

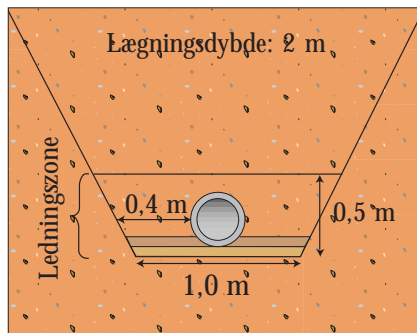


Energiforbrug ved fremstilling og lægning af Ø 250 mm betonrør<sup>1</sup>.

Det ses, at lægningen forårsager større energiforbrug end produktionen. For lægningen er der forudsat følgende:

- ◆ Anvendelse af gravemaskine
- ◆ 15 km til fyldplads og grusgrav
- ◆ 70 % genbrug i tilfyldningen
- ◆ 50 % genbrug i omkringfyldningen
- ◆ Gennemsnit af bred og smal rørgrav

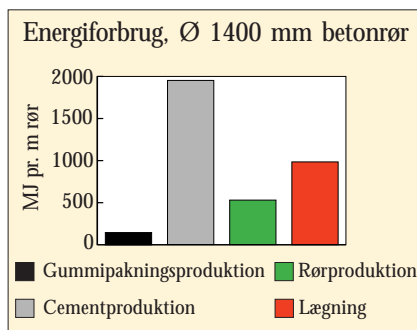
- ◆ En byggemodning
- ◆ Rørgravsmål som vist på figur



Rørgrav med Ø 250 mm betonrør (bred rørgrav).

## Store betonrør - energiforbrug ved fremstilling og lægning

Fordelingen af det totale energiforbrug på de enkelte faser i et rørs livscyklus ændrer sig markant med rørets diameter. For mindre rørs vedkommende er lægningsfasen som vist dominerende, mens det for de store rørs vedkommende er produktionsfasen, der repræsenterer det største energiforbrug.

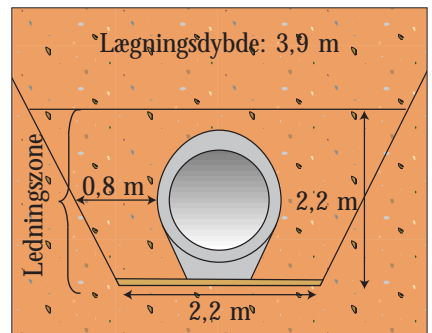


Energiforbrug ved fremstilling og lægning af Ø 1400 mm betonrør<sup>1</sup>.

For lægningen er der forudsat følgende:

- ◆ Anvendelse af gravemaskine
- ◆ 15 km til fyldplads og grusgrav
- ◆ 70 % genbrug i tilfyldningen

- ◆ 50 % genbrug i omkringfyldningen
- ◆ Rørgravsmål som vist på figur



Rørgrav med Ø 1400 mm betonrør.

## Meget varierende energiforbrug

Energiforbruget ved rørlægning er meget afhængigt af såvel lokale forhold som projekttypen. Der er eksempelvis som oftest lavt energiforbrug ved lægning af rør ved vejbyggeri, mens energiforbruget vil være forholdsvis stort ved en kompliceret kloakfornyelse i et befæstet og stærkt trafikeret område. Energiforbruget ved en bestemt rørlægning er desuden afhængigt af mange parametre:

- ◆ Rørgravens størrelse (bredde og dybde)
- ◆ Hvor meget af den opgravede jord, der skal bortkøres
- ◆ Hvor meget nyt grusmateriale, der skal indvindes i grusgrav
- ◆ Afstand til grusgrav og fyld/depotplads
- ◆ Rørgravens kompleksitet
- ◆ Rørkomponenternes størrelse
- ◆ Maskinparkens brændstoføkonomi
- ◆ Hvor brændstoføkonomisk, der køres med maskinerne
- ◆ Arbejdets tilrettelæggelse
- ◆ Retableringen af det eventuelle befæstede areal

## Stort genbrug giver lavt energiforbrug

Transport af grusmaterialer udgør ofte et betydende energiforbrug ved lægning af rør. Derfor kan genbrug af opgravet materiale i rørgraven reducere energiforbruget.

Det kan illustreres ved følgende eksempel, angivet ved det antal lastbiler, der skal køre til fyldplads og grusgrav pr. 100 meter rørlægning ved forskellige grader af genbrug. Rørgraven er som på figuren på foregående side, Ø 250 mm.

Der er set bort fra eventuel ny bundsikring og nyt bærelag for vejen.

### 100 % genbrug:

Overskudsjord til fyldplads (jord der er fortrængt af røret)



### 50 % genbrug i ledningszonen, 70 % genbrug i tilfyldningen:

Overskudsjord til fyldplads



Nyt grusmateriale fra grusgrav



### Ingen genbrug:

Overskudsjord til fyldplads.



Nyt grusmateriale fra grusgrav.



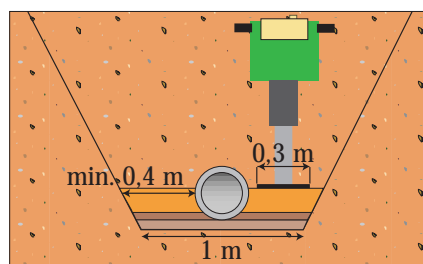
## Rørgravsbredden er en betydende parameter

Rørgravens bundbredde i det konkrete afløbsprojekt har stor betydning for energiforbruget ved lægningen. Specielt hvis genbrug af det opgravede materiale ikke kan praktiseres i særlig stor udstrækning. Brændstofforbruget og dermed miljøbelastningerne kan derfor reduceres ved at lave så smalle rørgrave som muligt. Dette forsøges normalt også i praksis, idet smalle rørgrave som regel også sikrer en bedre økonomi ved projektet.

En normal rørgravs størrelse er afhængig af mange faktorer:

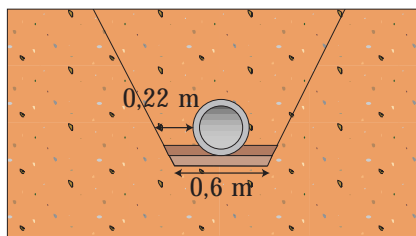
- ◆ Rørets lægningsdybde
- ◆ Rørets yderdiameter
- ◆ Jordens beskaffenhed
- ◆ Nødvendigt arbejdsareal til rørlæggere
- ◆ Nødvendigt areal til foreskrevne komprimering af rørgraven
- ◆ Entreprenørens udvalg af skovle til rendegraver eller gravemaskine
- ◆ Gravekassensystem

## Bred eller smal rørgrav



Bred rørgrav.

Komprimeringsmetoden afgør ofte, om der laves bred eller smal rørgrav. Såfremt omkringfyldet skal komprimeres med en vibrationsstamper, kræves en minimumafstand på ca. 0,4 m fra røret til gravens side. Stamperens pladebredde er typisk 0,3 m, men ved komprimering skal der være luft ind til røret og til rørgravens side, for at vibrationsenergien ikke overføres til rør eller rørgravssiden.



Smal rørgrav.

En smal rørgrav kan etableres såfremt omkringfyldet ikke skal komprimeres, kan fodtrampes eller kan vandes ned. Men ofte er der for lidt plads til rørlæggeren. Det betyder, at man i praksis graver bredere.

## Skovlen bestemmer bundbredden

For mindre rør er det som regel rendegraveren eller gravemaskinens skovl og ikke rørets ydre diameter, der bestemmer rørgravens bundbredde og dermed i princippet rørgravens bredde. Ved lægningsdybder større end 1,7 m benyttes gravemaskine i stedet for rendegraver. Den anvender typisk en skovl med bredden 1 m.

## Smallere rørgrave ved betonrør

Betonrør lagt i lav lægningsklasse kræver ingen komprimering af omkringfyldet. Det er derfor kun det nødvendige arbejdsareal til rørlæggeren, der sætter begrænsningen for, hvor smal rørgraven kan blive.

Betonrør med fod er lettere at omkringfylde end cirkulære plastrør, der skal understoppes. Understopningen nødvendiggør en bredere rørgrav.

Ved betonrør kan omkringfyldet også ofte vandes ned, hvilket giver mulighed for at lave en smal rørgrav. Det er f.eks. praktiseret ved lægning af 20 km Ø 1400 mm rør i København.

Udjævningslaget under plastrør er tillige tykkere end det lag, der skal anvendes ved betonrør, hvilket betyder, at der for små rør op til ca. Ø 500 mm, skal laves en dybere rørgrav for plastrør. Anvendes samme skovlbredde giver plastrør en lidt større rørgrav.

Ved sammenligning af rørgrave for plast- og betonrør skal man være opmærksom på, at f.eks. et Ø 250 mm betonrør har ca. 20 % større vandføringsevne end et Ø 250 mm Ultrarør pga. den større indvendige diameter.

## Der spares mange penge ved genbrug

Se beregninger af, hvilke jordmængder der kan spares ved at anvende betonrør på:

[www.afloefsfraktionen.dk](http://www.afloefsfraktionen.dk)

## Genbrug giver basis for god retablering

Ved rørlægning skal det af såvel vejtekniske som miljømæssige og økonomiske årsager, tilstræbes at genbruge en så stor del af den opgravede jord som muligt i rørgraven.

Ved kloakreivering i befæstet areal giver genbrug følgende tekniske fordele for det retablerede område:

- ◆ Bæreevnen af området over rørene er lig bæreevnen i den øvrige vej, hvis komprimeringen er tilstrækkelig. Hermed sikres, at gammel og ny belægning har samme egenskaber.
- ◆ Vandbalancen i området genskabes
- ◆ Risikoen for skader pga. frosthævninger mindskes

De tre vejtekniske argumenter er anført i norm for etablering af ledningssanlæg i jord, DS 475.

Ved at genbruge de opgravede materialer opnås følgende miljømæssige fordele:

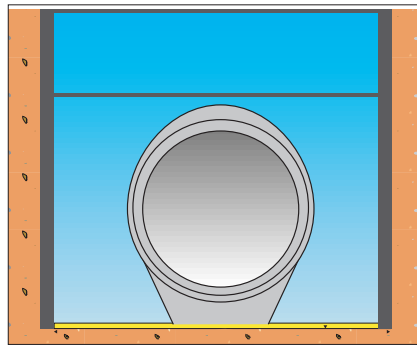
- ◆ Ved udstrakt genbrug spares energi til indvinding og transport af sand og grusmaterialer.
- ◆ Der spares på sand- og grusforekomster
- ◆ Generne ved opgravning begrænses.

## Effektiv komprimering letter genbrug ved betonrørlægning

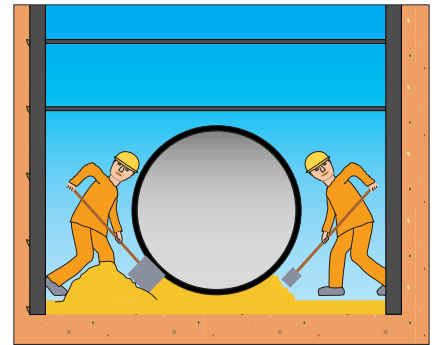
Betonrørs positive egenskaber som robusthed, rethed og god stabilitet i rørgraven, gør det langt lettere for entreprenøren at opnå den nødvendige komprimering i zonen omkring rørene og i rørgraven over ledningszonen.

Der er mulighed for at anvende kraftigere komprimeringsudstyr, og lægningsnormen tillader grovere omkringfyldningsmaterialer ved lægning af betonrør end ved lægning af plastrør.

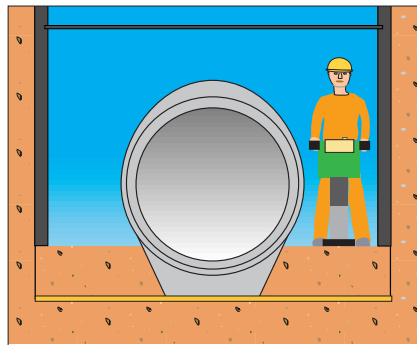
I det følgende vises eksempler på komprimering af rørgrave til Ø 1600 mm rør i henholdsvis beton og plast. For plastrør er det valgt at anvende nyt sand som omkringfyldning.



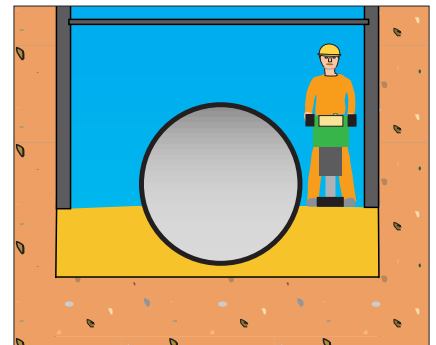
Rørets fod giver en god understøtning og optimale forhold for komprimering.



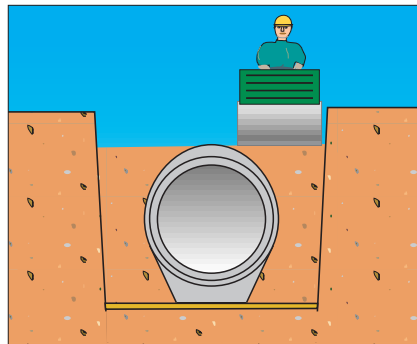
Pladskrævende understøtning af plastrør.



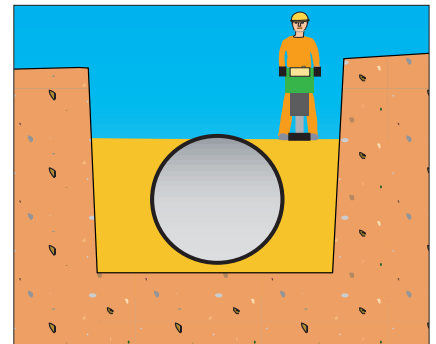
Komprimering af omkringfyldet. Gravekasse er hævet ca. 50 cm.



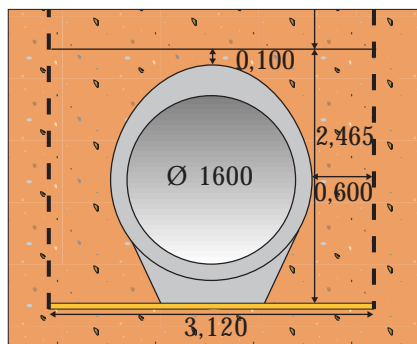
Komprimering af omkringfyldet. Gravekasse er hævet ca. 50 cm.



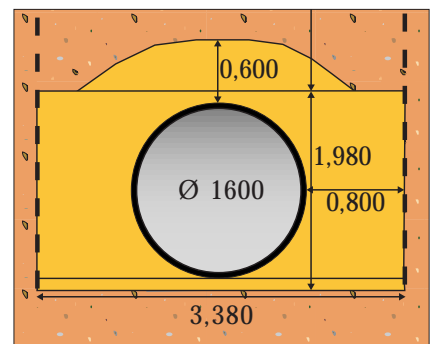
Hurtig komprimering af omkringfyldet og senere tilfyldningen. Forskelligt tungt udstyr kan anvendes.



Tidkrævende komprimering af omkringfyldet med vibrationsstamper eller andet let komprimeringsudstyr.



Rørgravsmål for Ø 1600 mm betonrør. Stiplet linie viser placering af gravekasse. Gul farve angiver det ikke genbrugte materiale. Afstanden 0,6 m mellem rør og gravside er ofte praktiseret. Se næste side.



Rørgravsmål for Ø 1600 mm plastrør. Stiplet linie viser gravekassens placering. Gul farve angiver det ikke genbrugte materiale. Entreprenøren vælger ofte at lave en sandzone over rørene som beskyttelse under tilfyldning og komprimering.

## Genbrug i praksis

Aalborg Kommune er i gang med et kloakprojekt.

### Projekterende:

Niras A/S

### Entreprenør:

Hjørring Entreprenørforretning A/S

### Projekt, 1. etape:

700 m Ø 1600 mm betonrør i boligvej i bydelen Vejgaard. 1. etape er udført og færdig før tidsplanen. Entreprenøren har afleveret en fejlfri TV-inspektion.

Entreprenøren havde til opgave at vælge mellem beton- og plastrør til opgaven. Der blev valgt betonrør, idet komprimeringskontrollen og komprimeringen for alternative plastrør var mere omkostningskrævende.

Ved at anvende betonrør var det også muligt at genbruge en del af den opgravede jord til ny omkringfyldning af rørene. Det drejer sig om ca. 5 m<sup>3</sup> pr. m rør i alt 3500 m<sup>3</sup> for de 700 m rør. Da fyldpladsafgiften er 40 kr/ton, er genbruget en vigtig økonomisk parameter ved rørlægning. Hvis entreprenøren havde valgt plastrør skulle han have anvendt nyt sandmateriale til omkringfyldning af rørene.

På projektet har man derfor sparet:

Nyt grus: 3500 m <sup>3</sup> á 60	
kr/ton inkl. transport .....	kr. 210.000
Fyldpladsafgift og transport: 3500 m <sup>3</sup> á 60	
kr/ton .....	kr. 210.000
I alt ca .....	<u>kr. 420.000</u>

En del af den opgravede jord skulle dog køres til depotplads 500 m fra rørgraven af pladshensyn og for at blive grovsorteret på sigte inden den kunne bruges som omkring- og tilfyldning. Hertil har entreprenøren haft nogle transportomkostninger på i alt kr. 40.000.

## Andre merudgifter

Entreprenøren mener, at hvis han havde valgt plastrør, ville han have fået en merudgift til komprimeringskontrol og komprimering på ca. kr. 75.000 på det aktuelle projekt.

Entreprenøren påpeger også, at det



Lægning af Ø1600 mm betonrør. Gravekassen begrænser rørgravens bredde.



En del af den opgravede jord blev grovsorteret vha. en rist på depotplads tæt ved rørgraven.

generelt er en stor fordel ved lægning af betonrør, at den jord, der graves op for at lægge næste rør, kan fyldes omkring det rør, der allerede er lagt. Det mindsker håndteringen af grusmaterialer.

## Lavere miljøbelastning

Hvis man ikke havde kunnet genbruge den opgravede jord omkring betonrørene, havde der været et betragteligt energiforbrug til indvinding og transport af grus og af til-

svarende mængde jord til fyldplads.

Energibesparelsen er på ca. 10.000 liter dieselolie, og miljøet er altså sparet for de forurenende stoffer, som afbrænding af 10.000 liter olie i en forbrændingsmotor giver.

Ved genbrug er der desuden sparet på grusforekomster og arealanvendelse til fyldpladser.

## Arbejds miljø ved lægning af rør

Arbejds miljøet er en vigtig del af „miljøvenlig lægning af betonrør“.

Der skal ved enhver rørlægning tilstræbes et så godt arbejds miljø som muligt.

Plastrørsproducenter har i flere publikationer hævdet, at arbejds miljøet er bedst ved lægning af plastrør. Dette skulle specielt fremgå af en af plastbranchen udarbejdet livscyklusvurdering for afløbsrør.

Betonrørsbranchen mener modsat, at arbejds miljøbelastninger opgjort som arbejdsulykker og arbejdsbetingede lidelser er færrest ved lægning af betonrør.

Det skyldes primært, at der anvendes maskiner til en større del af lægningsarbejdet. Ved at anvende robuste og stærke betonafløbskomponenter, kan der desuden arbejdes tættere på produkterne med gravemaskinens skovl og vibrationsudstyret. Derved lettes det hårde manuelle arbejde med grusmaterialer.

Det skyldes også, at rørgravsopbygning samt indvinding og transport af de store mængder grus er langt mere dominerende for arbejds miljøet, end lægningen af en type rør fremfor en anden. Arbejds miljøpåvirkningerne i grusgravs- og transportbranchen har dermed stor indflydelse på de samlede arbejds miljøpåvirkninger ved etablering af afløbsledninger. At der kan genbruges langt mere af den opgravede jord ved lægning af betonrør, er således medvirkende til, at de samlede arbejds miljøbelastninger bliver lavere ved etablering af betonafløbsledninger.



*Der kan arbejdes tæt på de robuste betonafløbskomponenter. Dette letter det manuelle arbejde med tilpasning af grusmaterialer i rørgraven.*



*Alle betonkomponenter håndteres let med effektive hjælpeværktøjer.*

## Referencer

1. "Miljømæssig screening af afløbskomponenter i PVC, HDPE, PP og beton set i livscyklusperspektiv". Miljøstyrelsen, Arbejdsrapport nr. 3. 1998. Kan ses på [www.mst.dk](http://www.mst.dk)
2. "Livscykelanalys av avloppsrör - Forstudie - En översiktlig inventeringsstudie". Institutet för vatten- och luftvårdsforskning. Håkan Stripple. Göteborg 1995-09-27.
3. Engelsk oversættelse af rapport fra Intron, Holland. Rapporten er et sammendrag af følgende to Intron-rapporter:  
"Environmental profile and environmental measures of concrete external sewer" LCA Study. Intron report number 95027.  
"Environmental profile and environmental measures of concrete external sewer of PVC an vitrified clay in comparison to concrete". Intron report number 95195.
4. "Livscykelanalyse af betonrør". Chalmers Industriteknik. Sverige. 1996

Afløbsfraktionen, tlf. 33 747 747  
Temablade kan også rekvireres og ses på afløbsfraktionens hjemmeside [www.afloefsfraktionen.dk](http://www.afloefsfraktionen.dk)  
April 2000