



# Bærekraftige omfyllingsmasser i ledningsgrøfter

– duktile støpejernsrør

# Innhold

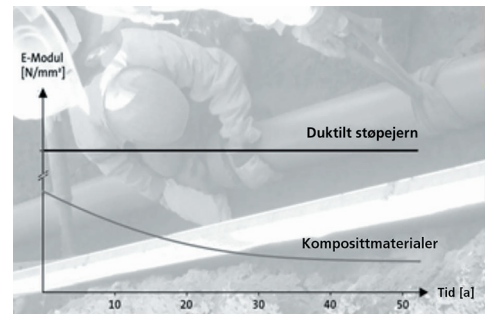
<b>1 Tenk nytt med duktilt støpejern .....</b>	<b>4</b>
1.1 Installer et bærekraftig rørledningssystem.....	4
1.2 Gjenbruk de stedlige massene og reduser CO <sub>2</sub> -utslipp .....	4
1.3 Bidra til sirkulær økonomi.....	4
1.3.1 100% resirkulerbart.....	4
1.3.2 Innsamling og gjenbruk .....	5
<b>2 Omfyllingsmasser - med fokus på grønnere grøfter</b>	<b>5</b>
2.1 Duktile støpejernsrør i åpen grøft .....	5
2.2 Soneinndeling i grøft.....	6
2.3 Omfylling .....	6
2.4 Kontroll av spenning og ovalisering.....	7
2.4.1 Velg DN rør og C-klasse 10	
2.4.2 Velg overdekning Hc .....	10
2.4.3 Velg trafikklastfaktor $\beta$ og sjekk massens E <sup>1</sup> -modul.....	11
2.4.4 Sjekk behovet for komprimering % SP for å oppnå ønsket E <sup>1</sup> -modul .....	12
2.4.5 Anvend riktig komprimeringsmetode for å oppnå jordtettheten .....	12
2.5 Håndtering av masser i rørsonen.....	13
<b>3 Alternative løsninger for å kontrollere partikkelstørrelse ved gjenbruk av oppgravde/stedlige masser</b>	<b>15</b>
3.1 Beskytt rørene mot skader .....	15
<b>4 Annex kalkulasjon i henhold til EN545</b>	<b>16</b>
4.1 Definisjon jordarter .....	17



# 1 Tenk nytt med duktilt støpejern

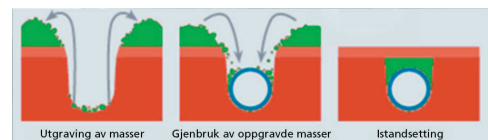
## 1.1 Installer et bærekraftig rørledningssystem

De mekaniske egenskapene til duktilt støpejern er konstante, og brytes ikke ned over tid eller ved gjenbruk. Denne kvaliteten bidrar til holdbarheten til duktile støpejernsrør, og erfaring viser at man kan oppnå en levetid på 100 år eller mer.



## 1.2 Gjenbruk de stedlige massene og reduser CO<sub>2</sub>-utslipp

Duktile støpejernsrør er robuste og leveres med forskjellige utvendige belegg tilpasset ulike grunnforhold. Utviklingen av nye metoder for legging (gjenbruk av oppgravde/stedlige masser, trangere grøfter etc.) kan også bidra til å redusere anleggskostnader og det økologiske fotavtrykket.



## 1.3 Bidra til sirkulær økonomi

### 1.3.1 100% resirkulerbart

Gamle jernrør og rørdeler er allerede i bruk som råmaterialer i produksjon av nye komponenter i duktilt støpejern til ledningsanlegg for drikke- og avløpsvann, vannkraft, brannvern osv. Når 100% av jernet fra brukte rørledninger kan resirkuleres til nye komponenter reduserer dette kostnadene både for produksjon og avhending.



### 1.3.2 Innsamling og gjenbruk

Duktile støpejernsrør drar nytte av en eksisterende verdensomspennende markedsorganisasjon for innsamling, sortering og gjenbruk, som støtter opp under en sirkulær økonomi. Gjenvinning av rør og deler i støpejern er ukomplisert med godt innkjørte rutiner, og organisert av et nettverk av skrapforhandlere. Kvaliteten på skrapet er også overvåket i henhold til etablerte produksjonsstandarder.



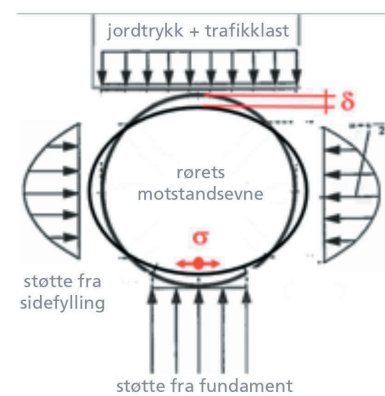
Graden av gjenbruk avhenger av produksjonsprosessen, og for produksjon av duktilt støpejern kan den være opptil 95%.

## 2 Omfyllingsmasser - med fokus på grønnere grøfter

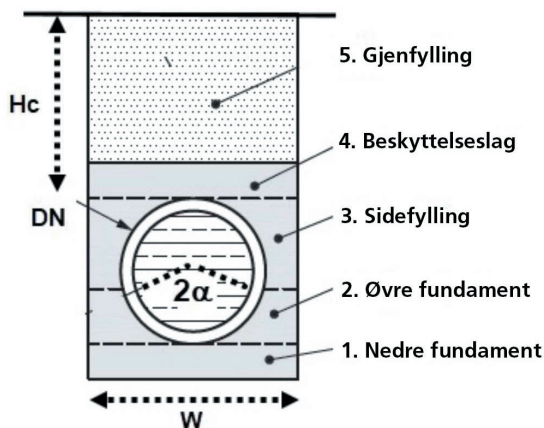
### 2.1 Duktile støpejernsrør i åpen grøft

Det nedgravde røret samhandler med omkringliggende masser. Duktile støpejernsrør er karakterisert som halvstive rør.

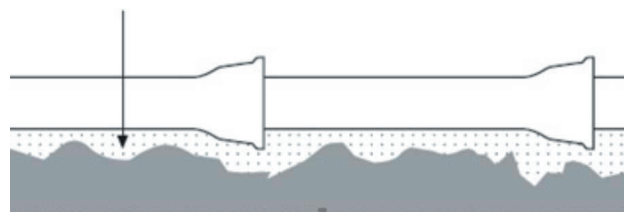
Hensikten med omfylling er å ha kontroll med ovalisering  $\delta$  og spenning  $\sigma$  i rørvæggen forårsaket av belastning (jord og trafikk), uten å overskride verken maksimalt tillatt ovalisering, spesielt ved større DN, eller maksimalt tillatt spenning, spesielt ved mindre DN.



## 2.2 Soneinndeling i grøft



Grøftebunn langs rørledningen



Omfyllingsmassen omfatter nedre fundament, øvre fundament, sidefylling og beskyttelseslag. Gjenfylling er fra beskyttelseslag og opp til terrengnivå.

## 2.3 Omfylling

Omfyllingsmassen (enten tiltransportert eller gjenbruk av oppgravde/stedlige masser) som er i direkte kontakt med røret skal være fri for store steiner. Under driftsperioden kan store eller skarpe steiner i kontakt med røret føre til for stor punktbelastning på rørledningen. I tillegg må de fysiske og kjemiske egenskapene til omfyllingsmassen være kompatible med rørets utvendige korrosjonsbeskyttelse.

### *Nedre fundament (1):*

Grøftebunnen utgjør fundamentet for røret. Det er viktig å sørge for at rørene er lagt korrekt i egnet masse, særlig ved store diametere (DN). Dersom grøftebunnen ikke er egnet for legging av rør må det legges en pute av grus eller sand, med tykkelse på ca.10 cm. I tilfeller der den stedlige massen er godt harvet opp og relativt homogen, kan rørene legges direkte på grøftebunnen, som tidligere beskrevet.

### *Øvre fundament (2):*

For rør i mindre DN legges det nedre og øvre fundamentet samtidig. For middels eller større DN skyves omfyllingsmassen under sidene av røret og komprimeres for å sikre at man har det nødvendige fundamentet. Ved bruk av grøftekasser må disse løftes opp gradvis for å sikre stabilitet i fundament og sidefylling.

Det øvre fundamentet skal legges slik at det oppnår faktor  $K/2\alpha$ -verdien i tabell 2.

### *Sidefylling (3)*

Sidefylling og komprimering av denne utføres lag for lag frem til man får et beskyttelseslag (se punkt 4 nedenfor) på minst 10 cm. Egenskapene til omfyllingsmassen og % SP (Standard Proctor Density) skal oppfylle minst E<sup>1</sup>-verdiene i tabell 2 og samsvare med spesifikasjonene til prosjektet.

Dersom omfylling krever komprimering, gitt krav i tabell 2 eller spesifikke krav i prosjektet, må man påse at massene er egnet for komprimering.

### *Beskyttelseslag (4)*

Beskyttelseslaget skal være minst 10 cm tykt, og skal økes dersom det brukes store steiner i gjenfyllingen. Beskyttelseslagets tykkelse må være minst lik 2/3 av de største steinene i gjenfyllingen.

### *Gjenfylling (5)*

Gjenfylling utføres fortrinnsvis ved gjenbruk av oppgravde masser, hvor de største steinene eventuelt har blitt sortert ut; alternativt med egnede tiltransporterte masser.

Metode for gjenfylling og komprimering skal samsvare med kravene som er definert i prosjektet, samt lokale forskrifter (jernbaner, motorveikryss) og ta hensyn til særlige risikofaktorer knyttet til landskap og klima (flom, frost osv.). Dersom komprimering ved bruk av valse er ønskelig må det tas hensyn til type masser og høyden på overdekningen (H<sub>c</sub>).

## 2.4 Kontroll av spenning og ovalisering

Følgende leggeanvisning er basert på beregningsmodellen i EN 545:2010 annex F

1. Velg DN rør og C-klasse i tabell 1
2. Velg dybde overdekning (H<sub>c</sub>) i tabell 2
3. Velg relevant trafikkbelastning  $\beta$  og kontroller massenes E<sup>1</sup>-modul i tabell 2
4. Sjekk behovet for komprimering % SP for å oppnå E<sup>1</sup>-modulen i tabell 3
5. Anvend riktig komprimeringsmetode for å oppnå komprimeringsgraden i tabell 4

**Eksempel:** Vi forutsetter et DN1000 PAM duktilt støpejernsrør installert med en overdekning (H<sub>c</sub>) på 2m, under et område med trafikkbelastning  $\beta = 0,75$ . De oppgravde massene har relativt dårlig kvalitet; dvs. friksjonsmasser med >12 % silt og / eller leir. Tabell 2 viser at et DN1000 rør med 2m overdekning krever E<sup>1</sup> min = 1000 kN/m<sup>2</sup>. Tabell 3 viser at de oppgravde massene krever komprimering til 80% SP, og tabell 4 viser at komprimeringsgraden oppnås med én passering med standard vibroplate og 45 cm beskyttelseslag.

Tabell 1 Rør i anbefalt trykkklasse iht EN545 F.1

DN	40 - 150	200 - 300	350 - 400	450 - 600	700 - 2000
C-klasse	C40 eller høyere	C40 eller høyere	C30 eller høyere	C30 eller høyere	C25 eller høyere

Tabell 2 Overdekning (m) over rør i anbefalt trykkklasse iht EN545 F.1

DN C-klasse		40 - 150 C40	200 - 300 C40	350 - 400 C30	450 - 600 C30	700 - 2000 C25
K (2α)		0,110 (20°)	0,110 (20°)	0,105 (45°)	0,105 (45°)	0,103 (60°)
	kN/m <sup>2</sup>	Overdekning (m)				
β = 0,50 Veier i spredtbygde områder og utenfor vei	E <sup>1</sup> = 0	0,3 - 12,0	0,3 - 7,0	0,3 - 3,8	0,3 - 3,1	0,5 - 1,6
	E <sup>1</sup> = 1 000	0,3 - 12,6	0,3 - 7,8	0,3 - 4,8	0,3 - 4,2	0,3 - 3,0
	E <sup>1</sup> = 2 000	0,3 - 13,2	0,3 - 8,6	0,3 - 5,7	0,3 - 5,2	0,3 - 4,2
	E <sup>1</sup> = 5 000	0,3 - 15,0	0,3 - 11,1	0,3 - 8,5	0,3 - 8,1	0,3 - 7,8
β = 0,75 Mindre veier (ikke tung- trafikk)	E <sup>1</sup> = 0	0,3 - 12,0	0,3 - 6,9	0,4 - 3,7	0,5 - 3,0	0,9 - 1,2
	E <sup>1</sup> = 1 000	0,3 - 12,6	0,3 - 7,7	0,3 - 4,7	0,4 - 4,1	0,4 - 2,9
	E <sup>1</sup> = 2 000	0,3 - 13,2	0,3 - 8,6	0,3 - 5,6	0,3 - 5,1	0,3 - 4,1
	E <sup>1</sup> = 5 000	0,3 - 14,9	0,3 - 11,0	0,3 - 8,5	0,3 - 8,1	0,3 - 7,8
β = 1,50 Hovedveier	E <sup>1</sup> = 0	0,3 - 11,9	0,4 - 6,7	0,9 - 3,2	1,2 - 2,2	a
	E <sup>1</sup> = 1 000	0,3 - 12,5	0,4 - 7,6	0,7 - 4,3	0,8 - 3,7	1,0 - 2,3
	E <sup>1</sup> = 2 000	0,3 - 13,1	0,3 - 8,4	0,6 - 5,4	0,6 - 4,8	0,7 - 3,9
	E <sup>1</sup> = 5 000	0,3 - 14,8	0,3 - 10,9	0,4 - 8,3	0,4 - 7,9	0,4 - 7,7



<sup>a</sup> ikke anbefalt; kun en spesifikk beregning for hvert enkelt tilfelle kan gi et konkret svar

Sterkt trafikkerte veier med tungtrafikk: β = 2,0

Tabell 3 Klassifisering av masser og omfyllingsklasse iht BS 9295

Type jordart/ omfyllings- masse	Omfyllingsklasse E <sup>1</sup> (kN/m <sup>2</sup> )					
	Jordart: Gruppe- symbol	Ingen kompri- mering	Kompri- mering > 80% SP	Kompri- mering > 85% SP	Kompri- mering > 90% SP	Kompri- mering > 95% SP
<b>Friksjonsjord:</b> Ensgadert grus eller pukk	<b>GU</b>	5 000	7 000	7 000	10 000	14 000
<b>Friksjonsjord:</b> Velgradert grus eller pukk	<b>GW</b>	3 000	5 000	7 000	10 000	20 000
<b>Friksjonsjord:</b> <b>Grus, sand og grusig sand:</b> • Silt og leir: < 12 %	<b>GP, SW, SP</b>	1 000	3 000	5 000	7 000	14 000
<b>Friksjonsjord:</b> <b>Siltig grus og sand Leirig grus</b> • Innhold av friksjonsjordarter: > 50 % • Silt og leir: > 12 %	<b>GM, GC, SM,</b>					
<b>Kohesjonsjord:</b> • Innhold av kohesjons- jordarter: > 50 % • Vanninnhold: < 50 % • Plastisitet: 0 til middels • Innhold av friksjonsjordarter: > 25 %	<b>CL, ML</b>  <b>Blandinger: ML/CL ML/MH</b>	0	1 000	3 000	5 000	10 000
<b>Kohesjonsjord:</b> • Innhold av kohesjons- jordarter: > 50 % • Vanninnhold < 50 % • Plastisitet: 0 til middels • Innhold av friksjonsjordarter: < 25 %	<b>CL, ML</b>  <b>Blandinger: ML/CL CL/CH ML/MH</b>	0	0	1 000	3 000	7 000

Tabell 4 Informasjon om komprimering av masser

Type omfyllingsmasse	Jordart: Gruppe- symbol	Grad av komprimering %SP	Ant. passeringer med std vibroplate	Lagtykkelse cm
<b>Friksjonsjord:</b>  Ensgradert eller velgradert grus eller pukk	<b>GW, GU</b>	80	1	45
		85	1	45
		90	1	30
		95	2	30
<b>Friksjonsjord:</b>  <b>Grus, sand og grusig sand:</b> • Innhold av silt og leir: < 12 %	<b>GP, SW, SP</b>	80	1	45
		85	1	30
		90	2	30
		95	3	30
<b>Friksjonsjord:</b>  <b>Siltig grus, leirig sand og siltig sand:</b> • Materiale med kornstørrelse større enn 0,075 mm: > 50 % • Innhold av silt og leir: > 12 %	 <b>GM, GC, SM</b>	80	 1	45
		85	1	30
		90	2	15
		95	3	15
<b>Kohesjonsjord (silt/leire):</b> • Kornstørrelse < 0,075 mm: > 50 % • Vanninnhold: < 50 % • Plastisitet: 0 til middels • Innhold av friksjonsjord: > 25 %	<b>CL, ML</b> <b>Blandinger:</b> <b>ML/CL</b> <b>ML/MH</b>	80	1	45
		85	2	30
		90	2	15
		95	3	15
<b>Kohesjonsjord (silt/leire):</b> • Kornstørrelse < 0,075 mm: > 50 % • Vanninnhold: < 50 % • Plastisitet: 0 til middels • Innhold av friksjonsjord: < 25 %	<b>CL, ML</b> <b>Blandinger:</b> <b>ML/CL</b> <b>CL/CH</b> <b>ML/MH</b>	80	1	30
		85	3	30
		90	3	15
		95	4	15

#### 2.4.1 Velg DN rør og C-klasse

I dette dokumentet gjelder beregninger for rør med foretrukket DN og trykkklasse C i henhold til EN 545 definisjoner.

#### 2.4.2 Velg overdekning Hc

Tabell 2 gir de mest konservative verdiene for tillatt overdekning Hc for hver gruppe av DN og C-klasser. Disse verdiene (i meter), kan brukes uten ytterligere beregning.

For overdekning Hc utenfor området gitt i tabellen, og for andre leggeforshold, kan kalkuleringer utføres ved å bruke formlene i EN545 annex F.

**NB:** Rørets egenskaper og deformasjonskriterier skal være i samsvar med standard EN 545 (maks rørveggspenning og maks vertikal ovalisering). Ovalisering beregnet ved hjelp av formelen bør ikke overstige den tillatte ovaliseringen vist i EN545 tabell C.1. Den tillatte ovaliseringen øker med DN, men forblir godt under verdien som den innvendige sementmørtelforingen tåler uten risiko for skade. I tillegg gir den en sikkerhetsfaktor på 1,5 i forhold til elastisitetsgrensen for duktilt støpejern ved bøyning (minimum 500 MPa) ved at den begrenser spenningen i rørveggen til 330 MPa.

Hc: Overdekningen skal være i samsvar med prosjektspesifikasjonene og lokale forskrifter vedrørende veier (trafikkfrekvens og veibelastning), slik at den ivaretar sikkerheten samt gir nødvendig frostbeskyttelse.

W: Grøftebredden må være tilstrekkelig for komprimering av omfyllingen (stor nok plass for eventuelt komprimeringsutstyr), samt at den må ivareta sikkerheten til arbeidere i grøften; og være egnet for bruk av grøftekasse/spunt der hvor det er nødvendig.

PAM duktile støpejernsrør har høy ringstivhet. Det muliggjør smalere/grunnere grøfteinstallasjoner der hvor komprimering ikke er nødvendig.

#### 2.4.3 Velg trafikklastfaktor $\beta$ og sjekk massens $E^1$ -modul

##### Trafikklast:

Tabell 2 gjelder ikke for  $H < 0,3$  m.

3 trafikkklaster er vurdert:

- $\beta = 0,5$ : Veier i spredtbygde områder og utenfor vei;
- $\beta = 0,75$ : Mindre veier (ikke tungtrafikk);
- $\beta = 1,5$ : Hovedveier.

Merk at alle rørledninger bør designes for minst  $\beta = 0,5$  selv der de ikke forventes å bli utsatt for trafikkbelastning. I tillegg bør rørledninger som legges i kant/fylling av veier beregnes for å tåle den fulle trafikkbelastningen som forventes på disse veiene. For rørledninger som kan være utsatt for spesielt høy trafikkbelastning bør man benytte faktor  $\beta = 2$ .

**Faktor for fundament  $K/2\alpha$** 

Nedre og øvre fundament bør utføres slik at minimumskravene til fundamentet er sikret.

Fundamentfaktor  $K$  varierer normalt fra 0,11 for fundamentvinkel  $2\alpha = 20^\circ$  til 0,09 for  $2\alpha = 120^\circ$ , alt etter jordtrykkfordelingen på toppen av røret og kontaktflaten mot øvre fundament.

$20^\circ$  tilsvarer et rør som legges rett på den flate grøftbunnen, uten komprimering.

**Massenes  $E^1$ -modul**

3 verdier av  $E^1$  er vurdert som retningsgivende:

$E^1 = 1000 \text{ kN/m}^2$ , ingen komprimering

$E^1 = 2000 \text{ kN/m}^2$ , lavt komprimeringsnivå

$E^1 = 5000 \text{ kN/m}^2$ ; godt komprimeringsnivå

$E^1 = 0$  er gitt kun til informasjon og anbefales ikke. Det er vist som et grensetilfelle for ugunstige leggeforshold i dårlig jordsmonn (ingen komprimering, vannspeil over røret).

En geoteknisk undersøkelse vil kunne angi  $E^1$ -modulen, og denne verdien bør da benyttes i spesifikke beregninger.

**2.4.4 Sjekk behovet for komprimering % SP for å oppnå ønsket  $E^1$ -modul**

Massene i tabell 3 er hentet fra BS9295: 2020 tabell 28.

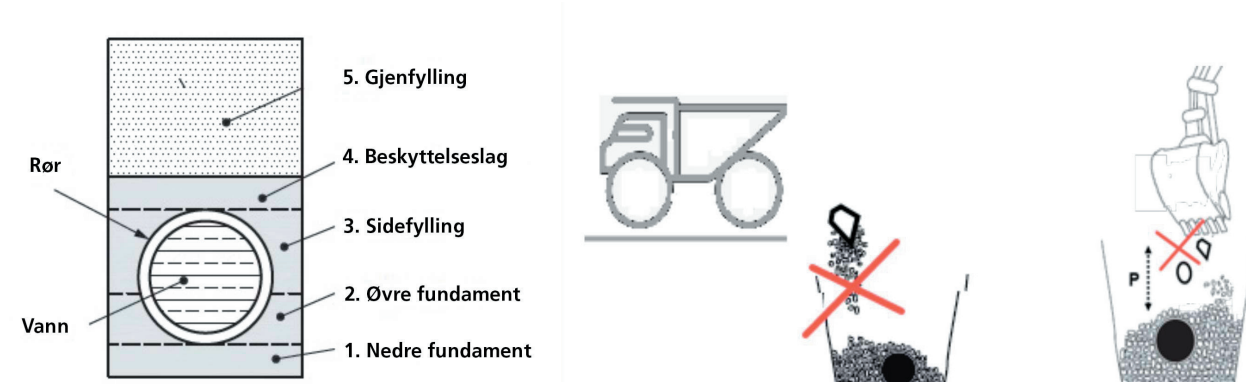
Omfyllingsmassens ønskede tetthet kan oppnås med komprimering ved bruk av vibrerende plater eller vals.

**2.4.5 Anvend riktig komprimeringsmetode for å oppnå jordtettheten**

Krav til komprimering er gitt i tabell 4.

Dersom det benyttes grøftkasser eller spunt, bør de løftes trinnvis opp til fyllesjiktshøyde før komprimering. Under dette arbeidet, som er nært røret, er det nødvendig å være særlig oppmerksom for ikke å skade rørets utvendige belegg.

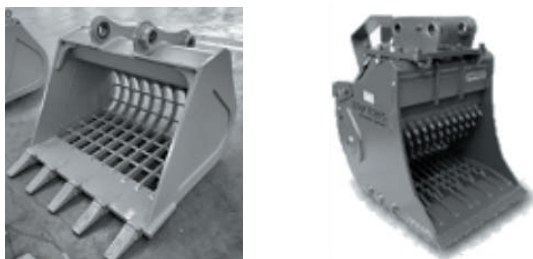
## 2.5 Håndtering av masser i rørsonen



Vær ekstra påpasselig for å unngå skade på belegget under omfyllings- og komprimeringsarbeidet.

- Under omfylling: Materialer bør slippes fra gravemaskinskuffen eller fra tipperen i lavest mulig høyde (P= maks 1m er god praksis)
- Under komprimering: Størrelsen på omfyllingsmassene som skal brukes i rørsonen er gitt i tabell 5, som tar for seg tiltransporterte masser eller gjenbruk av oppgravde/stedlige masser
- Gjenbruk av oppgravde/stedlige masser (kolonne B og C i tabell 5) gjelder generelt innenfor landlige områder (dyrket mark, mark og skogområder, uten trafikk) og ellers når de stedlige massene tillater det. I slike tilfeller:
  - a. Nedre fundament (1) må være av et egnet gradert materiale
  - b. Omfylling utføres i regelmessige og påfølgende lag for øvre fundament (2), sidefylling (3) og beskyttelseslag (5).
  - c. Oppgravde/stedlige masser og omfylling skal være i henhold til kolonne B eller C, og inntil ønsket E<sup>1</sup>-modul er oppnådd.

Ved bruk av oppgravde/stedlige masser kan steinstørrelsen kontrolleres ved bruk av en knuse- eller sikteskuffe. Dette for å sikre rett størrelse på omfyllingsmassen.



Alternativt kan det benyttes duk som beskyttelse rundt rørene som vist i avsnitt 3.

Noen ganger legges det på en liten overhøyde i gjenfyllingen for å kompensere for forventet setning over tid.

Tabell 5 Største nominelle kornstørrelse for omfyllingsmasser

Løsning	A	B	C
<b>Omfylling</b>	<b>Tiltransporterte masser</b> rundkornet eller knust	<b>Gjenbruk av oppgravde eller stedlige masser</b> oppgravde/stedlige masser	
	Komprimering	Komprimering	Ingen komprimering
<b>BioZinalium</b>	45	45	63
<b>PE-belegg</b>	32	32	56
<b>PUX-belegg</b>	22	22	45
<b>ZMU-belegg</b>	63	63	90

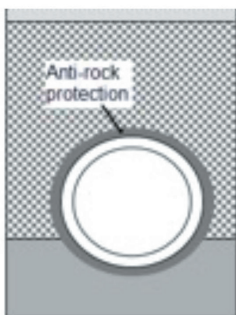
Tilkjøpte masser skal være i henhold til NS-EN13242.

Oppgravde/stedlige masser bør være siktet og ha gradering som etter NS-EN13242.

## 3 Alternative løsninger for å kontrollere partikkelstørrelse ved gjenbruk av oppgravde/stedlige masser

### 3.1 Beskytt rørene mot skader

Dersom man ønsker å ha en ekstra sikkerhet kan det brukes en beskyttelse som surres rundt røret. Beskyttelsen bidrar til å absorbere trykk fra fallende masser, og disse finnes i form av geotekstil eller andre former for ekstra beskyttelse.



# 4 Annex kalkulasjon i henhold til EN545

EN545 annex F detaljerte ligninger, basert på marston-spangler-modellen

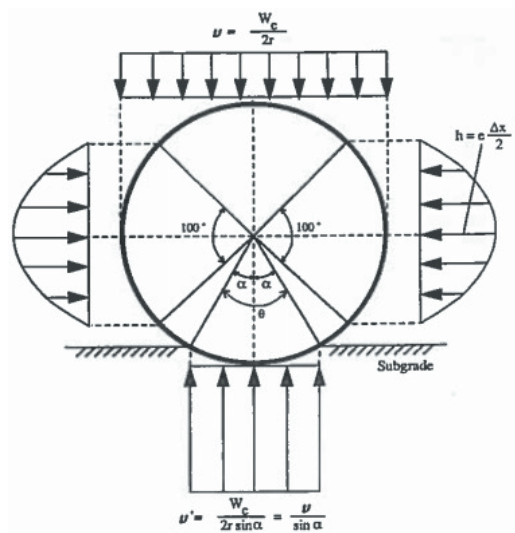
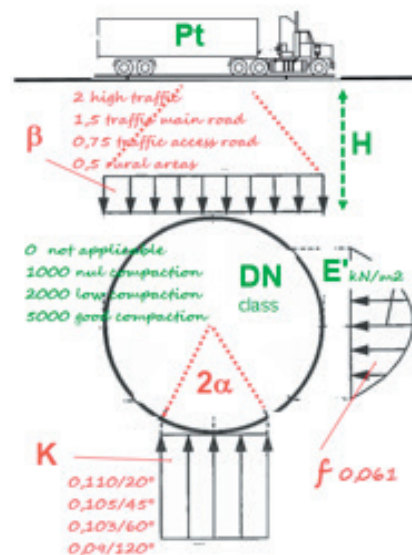


FIG. 1. Stress Distributions Hypothesized by Spangler



Ovalisering:

$$\Delta = \frac{100K (P_e + P_t)}{8S + (f \cdot E')}$$

- $\Delta$  is the pipe ovalization (%);
- $K$  is the bedding factor;
- $P_e$  is the pressure from earth loading, in kilonewtons per square metre;
- $P_t$  is the pressure from traffic loading, in kilonewtons per square metre;
- $S$  is the pipe diametral stiffness, in kilonewtons per square metre, see Table C.1;
- $f$  is the factor of lateral pressure ( $f = 0,061$ );
- $E'$  is the modulus of soil reaction, in kilonewtons per square metre.

Jordtrykk:

$$P_e = \gamma H$$

- $P_e$  is the pressure from earth loading, in kilonewtons per square metre;
- $\gamma$  is the unit weight of backfill, in kilonewtons per cubic metre;
- $H$  is the height of cover, in metres, that is the distance from the top of the pipe to the ground surface.

Trafikkbelastning:

$$P_t = 40 \cdot (1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot DN) \frac{\beta}{H}$$

- $P_t$  is the pressure from traffic loading in kilonewtons per square metre;
- $\beta$  is the traffic load factor.

Massens E<sup>1</sup>-modul:

$$E^1 = \frac{4000K}{\delta \cdot f} \left( \frac{\beta}{H} (1 - 2 \cdot 10^{-4} DN) + 0,5 H \right) - \frac{8 S}{f}$$

- $E'$  is the modulus of soil reaction, in kilonewtons per square metre;
- $\delta$  is the allowable ovalization, in %.

## 4.1 Definisjon jordarter

**Friksjonsjordarter: Grovkornet jord (mer enn 50 % av materialet har kornstørrelse større enn 0,075 mm)**

G: Grus  
S: Sand

Grus: *Mer enn 50 % av den grove fraksjonen større enn 4,76 mm*

GU: Ensgradert grus

GW: Velgradert grus, samt blanding av grus og sand. Lavt eller ikke noe innhold av silt og leire.

GP: Dårlig gradert grus, samt blanding av grus og sand. Lavt eller ikke noe innhold av silt og leire.

GM: Siltig grus, blanding av grus, sand og silt

GC: Leirig grus, blanding av grus, sand og leire

Sand: *50 % eller mer av den grove fraksjonen er mindre enn 4,76 mm*

SW: Velgradert sand, grusig sand. Lavt eller ikke noe innhold av silt og leire.

SP: Dårlig gradert sand og grusig sand, lavt eller ikke innhold av finstoff (silt og leire)

SM: Siltig sand, blanding av sand og silt

SC: Leirig sand, blanding av sand og leire

**Kohesjonsjordarter: Finkornet jord (mer enn 50 % av materialet har kornstørrelse mindre enn 0,075 mm)**

M: Silt  
C: Leire  
O: Jord av organiske materiale

Silt og leire med vanninnhold mindre enn 50 %

ML: Uorganisk silt og svært fin sand, finkorning materiale fra breelver, siltig eller leirig finsand, samt leirig silt med lav plastisitet.

CL: Uorganisk leire med lav til middels plastisitet, grusig leire, sandig leire, siltig leire, mager leire.

OL: Silt med høyt innhold av organisk og siltig leire med høyt innhold av organisk stoff og lav plastisitet.

Silt og leire med vanninnhold 50 % eller større

MH: Uorganisk silt, finsand med glimmer eller kiselholdige leirmineraler ellersiltige jordarter, elastiske leirer.

CH: Uorganisk leire med høy plastisitet. Feit leire.

OH: Leire med høyt innhold av organisk stoff, og som har middels til høy plastisitet.  
Silt med høyt innhold av organisk stoff.

PT: Torv eller annen jordart med særlig høyt innhold av organisk stoff.



**PAM**

SAINT-GOBAIN

**PAM Norge**

Tlf. 23 17 58 60

[firmapost@pamline.no](mailto:firmapost@pamline.no)

[www.pamline.no](http://www.pamline.no)