



Dansk Byggekomponent ApS
Att: Henrik Pommergaard Hansen
Farum Gydevej 67
3520 Farum

Beräkningar utförda av:

Teknologisk Institut
Kongsvang Alle 29
DK-8000 Aarhus C
Tel. +45 72 20 10 00
Fax +45 72 20 20 19

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

4. februar 2022
118997 /JRB

Beräkning av last på DBK rörbärare placerade i grus

Teknologisk Institut, Plast & Förpackning har av Dansk Byggekomponent ApS ombetts att utföra beräkningar av laster på två typer DBK rörbärare vid täckning av rör med ej komprimerat grus.

Vid överfyllning med grus över rör och rörbärare kommer det med tiden att ske viss sättning i gruset samt i underliggande jordlager, vilket medför en nedåtriktad rörelse av gruset som påverkar rör och rörbärare med last.

Det beräknas för tre olika lastscenarier, där grusöverfyllningen påverkar rör och rörbärare på olika sätt:

1. Grus stående direkt ovanpå röret i rördiameterens bredd
2. Grus stående i en vinkel på 45 grader ned mot röret – last i form av en triangel med spets placerad i centrumlinjen ovanpå röret
3. Grus stående i en vinkel på 45 grader ned mot röret – last i form av en triangel med spets placerad i rörcentrum

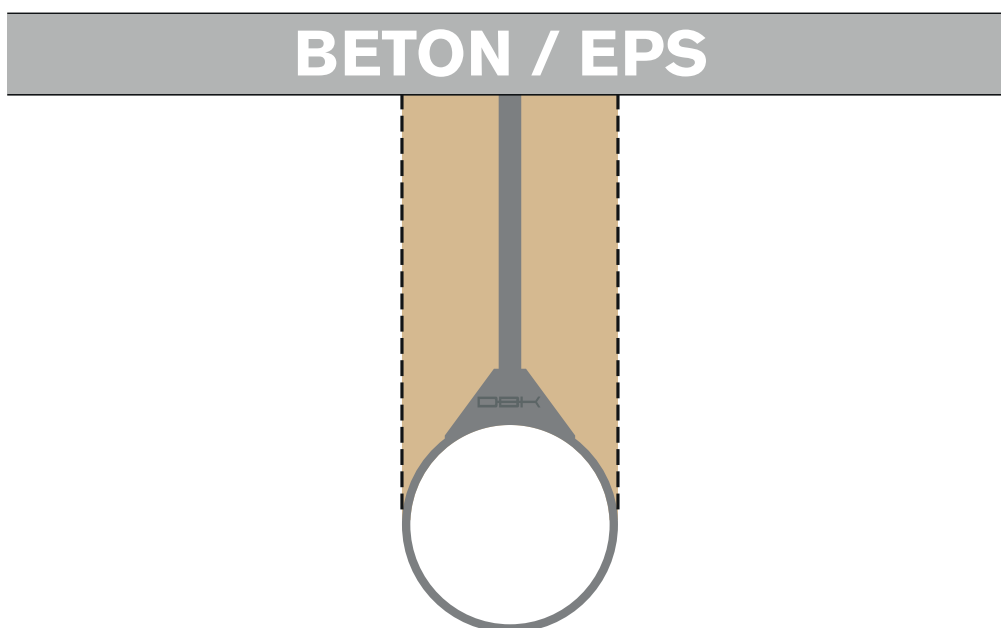
Beräkningarna utförs för två storlekar av DBK rörbärare: Ø110 mm och Ø160 mm.

Beräkningar

Förutsättningar:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| • Tjocklek av grustäckning över rör: | $t = 0,25 \text{ m}$ |
| • Volymvikt för grus: | $\gamma = 11 \text{ kN/m}^3$ |
| • Friktionsvinkel (konservativt): | $\phi = 45^\circ$ |
| • Rördiameter (Ø110 mm): | $d_{\text{Ø110}} = 0,11 \text{ m}$ |
| • Rördiameter (Ø160 mm): | $d_{\text{Ø160}} = 0,16 \text{ m}$ |
| • Egenvikt rör (vattenfyllt Ø110 mm): | $m_{\text{Ø110}} = 93 \text{ N/m}$ |
| • Egenvikt rör (vattenfyllt Ø160 mm): | $m_{\text{Ø160}} = 197 \text{ N/m}$ |
| • Avstånd mellan rörbärare: | $l_b = 0,5 \text{ m}$ |

Scenario 1: Grus stående ovenpå røret i rördiameters bredd



Last per rørbærer (Ø110 mm):

$$F_{1a} = (P_{1a} * l_b * \gamma) + (m_{\emptyset 110} * l_b) , \text{ hvor}$$

$$P_{1a} = \left(d_{\emptyset 110} * \left(t + \frac{d_{\emptyset 110}}{2} \right) \right) - \left(0,5 * \frac{\pi}{4} * d_{\emptyset 110}^2 \right)$$

$$P_{1a} = \left(0,11 * \left(0,25 + \frac{0,11}{2} \right) \right) - \left(0,5 * \frac{\pi}{4} * 0,11^2 \right) [\text{m}^2]$$

$$P_{1a} = 0,024 [\text{m}^2]$$

Last per rørbærer:

$$F_{1a} = (0,024 * 0,5 * 11 * 10^3) + (93 * 0,5) = 178,8 [\text{N}] = 18,2 [\text{kg}]$$

Last per rørbærer (Ø160 mm):

$$F_{1b} = (P_{1b} * l_b * \gamma) + (m_{\emptyset 160} * l_b) , \text{ hvor}$$

$$P_{1b} = \left(d_{\emptyset 160} * \left(t + \frac{d_{\emptyset 160}}{2} \right) \right) - \left(0,5 * \frac{\pi}{4} * d_{\emptyset 160}^2 \right)$$

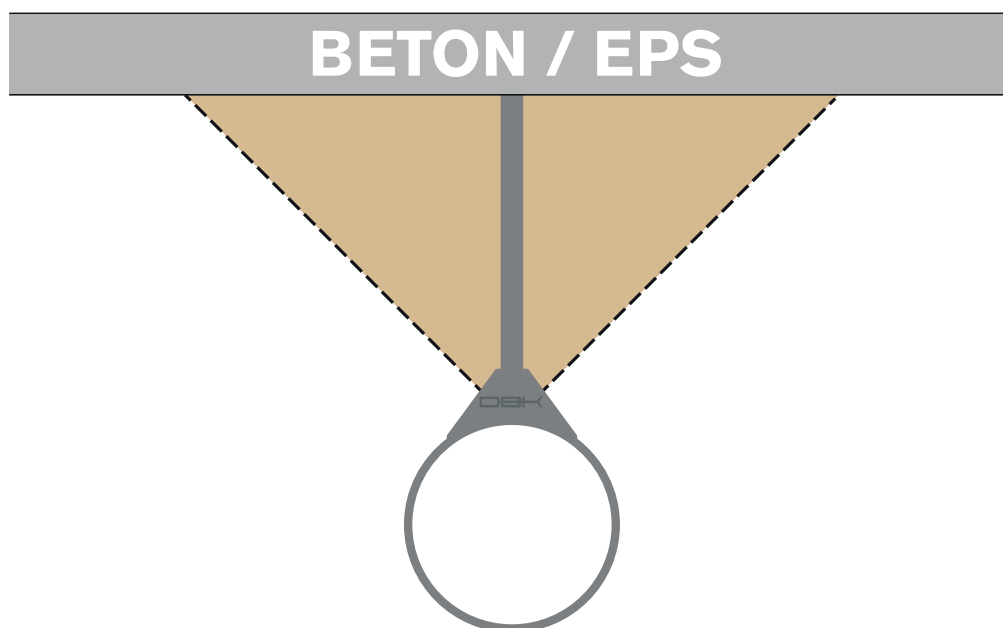
$$P_{1b} = \left(0,16 * \left(0,25 + \frac{0,16}{2} \right) \right) - \left(0,5 * \frac{\pi}{4} * 0,16^2 \right) [\text{m}^2]$$

$$P_{1b} = 0,033 [\text{m}^2]$$

Last per rørbærer:

$$F_{1b} = (0,033 * 0,5 * 11 * 10^3) + (197 * 0,5) = 278,3 [\text{N}] = 28,3 [\text{kg}]$$

Scenario 2: Grus stående i 45° vinkel ned mot røret (triangel, spets i centrumlinje)



Last per rørbærer (Ø110 mm):

$$F_{2a} = (P_{2a} * l_b * \gamma) + (m_{\emptyset 110} * l_b) , \text{ hvor}$$

$$P_{2a} = \left(\frac{1}{2} * t * (2 * t) \right) = (t * t)$$

$$P_{2a} = (0,25 * 0,25) [\text{m}^2]$$

$$P_{2a} = 0,063 [\text{m}^2]$$

Last per rørbærer:

$$F_{2a} = (0,063 * 0,5 * 11 * 10^3) + (93 * 0,5) = 390,3 [\text{N}] = 39,7 [\text{kg}]$$

Last per rørbærer (Ø160 mm):

$$F_{2b} = (P_{2b} * l_b * \gamma) + (m_{\emptyset 160} * l_b) , \text{ hvor}$$

$$P_{2b} = (t * t)$$

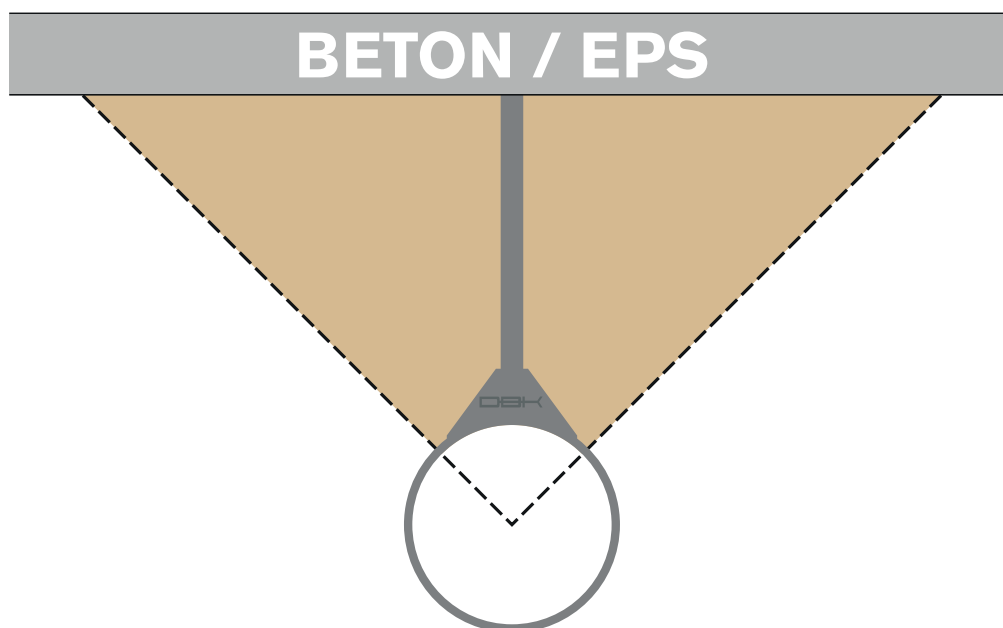
$$P_{2b} = (0,25 * 0,25) [\text{m}^2]$$

$$P_{2b} = 0,063 [\text{m}^2]$$

Last per rørbærer:

$$F_{2b} = (0,051 * 0,5 * 11 * 10^3) + (197 * 0,5) = 440,3 [\text{N}] = 44,8 [\text{kg}]$$

Scenario 3: Grus stående i 45° vinkel ned mot rörcentrum (triangel, spets i centrum)



Last per rörbärare (Ø110 mm):

$$F_{3a} = (P_{3a} * l_b * \gamma) + (m_{\emptyset 110} * l_b) , \text{ hvor}$$

$$P_{3a} = \left(t + \frac{d_{\emptyset 110}}{2} \right) * \left(t + \frac{d_{\emptyset 110}}{2} \right) - \left(\frac{1}{4} * \frac{\pi}{4} * d_{\emptyset 110}^2 \right)$$

$$P_{3a} = (0,31 * 0,31) - \left(\frac{1}{4} * \frac{\pi}{4} * 0,11^2 \right) [\text{m}^2]$$

$$P_{3a} = 0,091 [\text{m}^2]$$

Last per rörbärare:

$$F_{3a} = (0,091 * 0,5 * 11 * 10^3) + (93 * 0,5) = 545,1 [\text{N}] = 55,5 [\text{kg}]$$

Last per rörbärare (Ø160 mm):

$$F_{3b} = (P_{3b} * l_b * \gamma) + (m_{\emptyset 160} * l_b) , \text{ hvor}$$

$$P_{3b} = \left(t + \frac{d_{\emptyset 160}}{2} \right) * \left(t + \frac{d_{\emptyset 160}}{2} \right) - \left(\frac{1}{4} * \frac{\pi}{4} * d_{\emptyset 160}^2 \right)$$

$$P_{3b} = (0,33 * 0,33) - \left(\frac{1}{4} * \frac{\pi}{4} * 0,16^2 \right) [\text{m}^2]$$

$$P_{3b} = 0,104 [\text{m}^2]$$

Last per rörbärare:

$$F_{3b} = (0,104 * 0,5 * 11 * 10^3) + (197 * 0,5) = 669,8 [\text{N}] = 68,2 [\text{kg}]$$

Sikkerhet

Tidigare gennemførte prøvninger af DBK's rørbærere viste følgende gennemsnitlige brottlast/bærførmåge:

- Ø110 mm – brottlast: 152 kg
- Ø160 mm – brottlast: 124 kg

Vid største belastning enligt ovenstående beregninger blir sikkerhedsfaktoren mot brott vid korttidslast:

$$S_{\varnothing 110} = \frac{\text{Brudstyrke}}{\text{Maks. last}} = \frac{152}{F_{3a}} = \frac{152}{55,5} = 2,7$$

Vid største belastning enligt ovenstående beregninger blir sikkerhedsfaktoren mot brott vid korttidslast:

$$S_{\varnothing 160} = \frac{\text{Brudstyrke}}{\text{Maks. last}} = \frac{124}{F_{3b}} = \frac{124}{68,2} = 1,8$$

Kommentarer

Av de tre beregnede scenarierna är scenario 3 det som mest liknar en klassisk grundläggningsberegning i jord. Vid beregningen av scenario 3 har en friktionsvinkel på 45° använts, vilket är konservativt för ej komprimerat grus.

Den faktiska belastningen på rör och rørbærere är sannolikt lägre än i alla tre beregnede lastscenarier.

Eftersom det föreskrivs användning av ej komprimerat grus kommer eventuell lastoppbyggnad i det överliggande gruset över røret att vara mycket kortvarig och snabbt utjämnas, då grus glider av och förbi røret. Därefter belastas rørbærerne återigen endast av rör och dess innehåll.

Med vänlig hälsning
Plast & Førpækning

Jørn Bech
Seniorspecialist

Telefon: 72 20 16 74
E-mail: jrb@teknologisk.dk