



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

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

1. marts 2022  
118997 /JRB

## Beregning af last på DBK rørbæringer placeret i grus

Teknologisk Institut, Plast & Emballage er af Dansk Byggekomponent ApS anmodet om at foretage beregninger af laster på to typer DBK rørbæringer ved dækning af rør med et komprimeret grus.

Ved grusoverdækning af rør og rørbæringer vil der over tid ske en vis sætning i grus samt underliggende jordmasser, hvilket vil bevirke en nedadgående bevægelse af gruset der medfører en lastpåvirkning af rør og rørbæringer.

Der beregnes for tre forskellige lastscenarier, hvor grusoverdækningen indvirker på rør og rørbæringer på forskellig vis:

1. Grus stående oven på røret i rørets bredde (diameter)
2. Grus stående i en vinkel på 45 grader ned på rør - last i form af en trekant med dybeste spids placeret i centerlinjen oven på røret
3. Grus stående i en vinkel på 45 grader ned på rør - last i form af en trekant med dybeste spids placeret i rørets centerpunkt

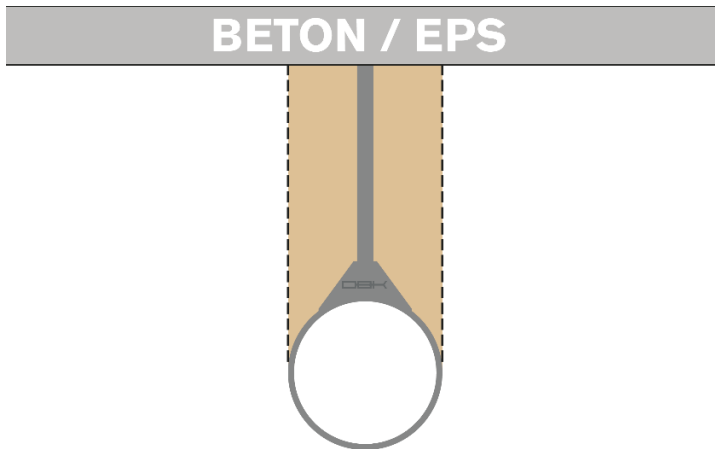
Der beregnes for to størrelser af DBK rørbæringer:  $\varnothing 110$  mm og  $\varnothing 160$  mm.

### Beregninger

Forudsætninger:

- Lagtykkelse af grusdækning over rør:  $t = 0,25$  m
- Rumvægt af grus:  $\gamma = 11$  kN/m<sup>3</sup>
- Friktionsvinkel (konservativ):  $\varphi = 45^\circ$
- Rørdiameter ( $\varnothing 110$  mm):  $d_{\varnothing 110} = 0,11$  m
- Rørdiameter ( $\varnothing 160$  mm):  $d_{\varnothing 160} = 0,16$  m
- Egenvægt rør (vandfyldt  $\varnothing 110$  mm):  $m_{\varnothing 110} = 93$  N/m
- Egenvægt rør (vandfyldt  $\varnothing 160$  mm):  $m_{\varnothing 160} = 197$  N/m
- Afstand mellem rørbæringer:  $l_b = 0,5$  m

### Scenarie 1: Grus stående oven på røret i rørets bredde



Figur 1. Illustration af belastning på ophæng med ej komprimeret grus stående oven på røret i rørets bredde (diameter)

#### Last på rørbæring (Ø110 mm):

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

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

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

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

Samlet last pr. rørbæring:

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

#### Last på rørbæring (Ø160 mm):

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

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

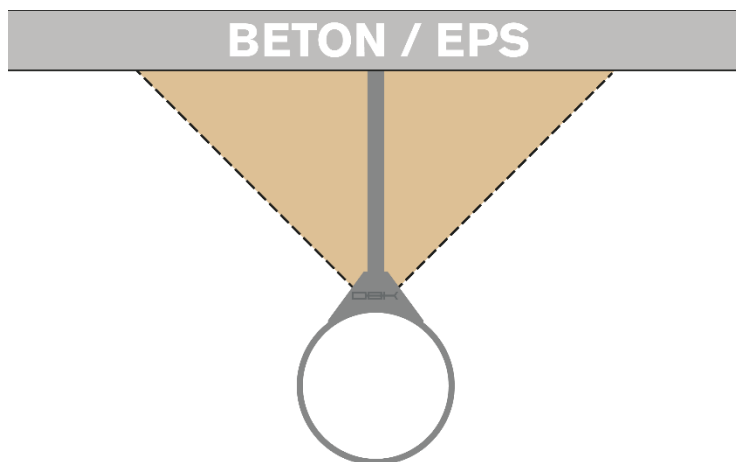
$$P_{1b} = \left( 0,16 * \left( 0,25 + \frac{0,16}{2} \right) \right) - \left( 0,5 * \frac{\pi}{4} * 0,16^2 \right) [\text{m}^2]$$

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

Samlet last pr. rørbæring:

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

## Scenarie 2: Grus stående i en vinkel på 45 grader ned på rør



Figur 2. Illustration af belastning på ophæng med ej komprimeret grus stående i en vinkel på 45 grader ned på rør - last i form af en trekant med dybeste spids placeret i centerlinjen oven på røret

### Last på rørbæring (Ø110 mm):

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

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

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

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

Samlet last pr. rørbæring:

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

### Last på rørbæring (Ø160 mm):

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

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

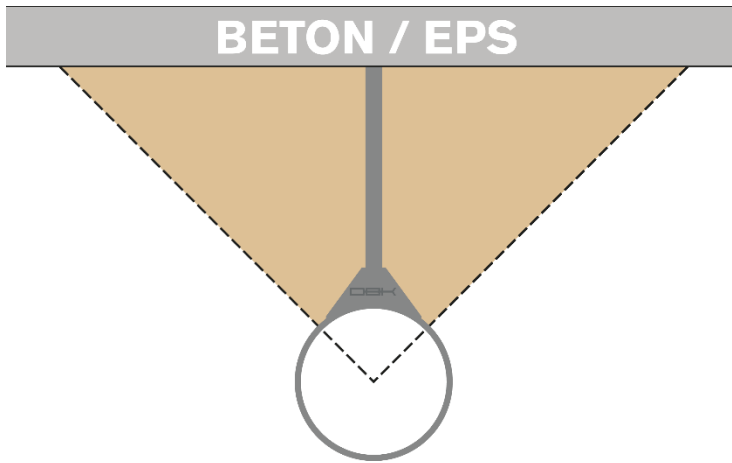
$$P_{2b} = (0,25 * 0,25) [\text{m}^2]$$

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

Samlet last pr. rørbæring:

$$F_{2b} = (0,063 * 0,5 * 11 * 10^3) + (197 * 0,5) = 440,3 [\text{N}] = 44,8 [\text{kg}]$$

### Scenarie 3: Grus stående i en vinkel på 45 grader ned på rørets centerpunkt



Figur 3. Illustration af belastning på ophæng med ej komprimeret grus stående i en vinkel på 45 grader ned på rør - last i form af en trekant med dybeste spids placeret i rørets centerpunkt

#### Last på rørbæring (Ø110 mm):

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

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

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

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

Samlet last pr. rørbæring:

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

#### Last på rørbæring (Ø160 mm):

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

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

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

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

Samlet last pr. rørbæring:

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

## Sikkerhed

Tidligere gennemførte prøvninger af DBK's rørbæringer viste følgende gennemsnitlige niveau for brudstyrke:

- ø110 mm – brudstyrke/bæreevne: 152 [kg]
- ø160 mm – brudstyrke/bæreevne: 124 [kg]

Ved største belastning jf. ovenstående beregninger er sikkerhed mod brud ved korttidslast følgende for ø110 rørbæring:

$$S_{\text{ø110}} = \frac{\text{Brudstyrke}}{\text{Maks. last}} = \frac{152}{F_{3a}} = \frac{152}{55,5} = 2,7$$

Ved største belastning jf. ovenstående beregninger er sikkerhed mod brud ved korttidslast følgende for ø160 rørbæring:

$$S_{\text{ø160}} = \frac{\text{Brudstyrke}}{\text{Maks. last}} = \frac{124}{F_{3b}} = \frac{124}{68,2} = 1,8$$

## Kommentarer

Af de tre beregnede scenarier er det scenarie 3 der kommer tættest på en klassiske funderingsberegning i jord. I beregningen af scenarie 3 er der anvendt en friktionsvinkel på 45°, hvilket er ret konservativt for ej komprimeret grus.

Den faktiske belastning af rør og rørbæringer er formentlig på et niveau lavere end alle tre beregnede lastscenarier.

Da der foreskrives anvendt ej komprimeret grus vil en eventuel lastopbygning i det overliggende grus over røret, være meget kortvarig og hurtig udligne sig ved at grus glider af og forbi røret, hvorefter rørbæringer igen kun belastes af rør og rørets indhold.

Med venlig hilsen  
Plast & Emballage

Jørn Bech  
Seniorspecialist

Telefon: 72 20 16 74  
E-mail: [jrb@teknologisk.dk](mailto:jrb@teknologisk.dk)