



**ÚSTÍ NAD ORLICÍ – VEŘEJNÁ INFRASTRUKTURA  
V RÁMCI REVITALIZACE ÚZEMÍ PERLA 01  
V ÚSTÍ NAD ORLICÍ**

**E.3 Dokladová část – Statika potrubí**

# STATIKA POTRUBÍ

**ŽEBROVANÉ POTRUBÍ**  
**PP D225/DN200 SN16**

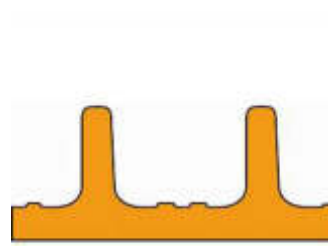
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky:	(PP) SN 16
Označení průměru trubky DN:	200 mm
Vnější průměr trubky:	223,6 mm
Vnitřní průměr trubky:	196,4 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím:	1,5 m
Hladina podzemní vody nad vrcholem:	0,5 m
Šířka výkopu:	1,2 m
Úhel sklonu výkopu:	90°

Způsob pokládky:	Pokládka do otevřeného výkopu
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu:	A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina:	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %
Obsypová zemina (v zóně potrubí):	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %
Zásypová zemina (nad zónou potrubí):	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %

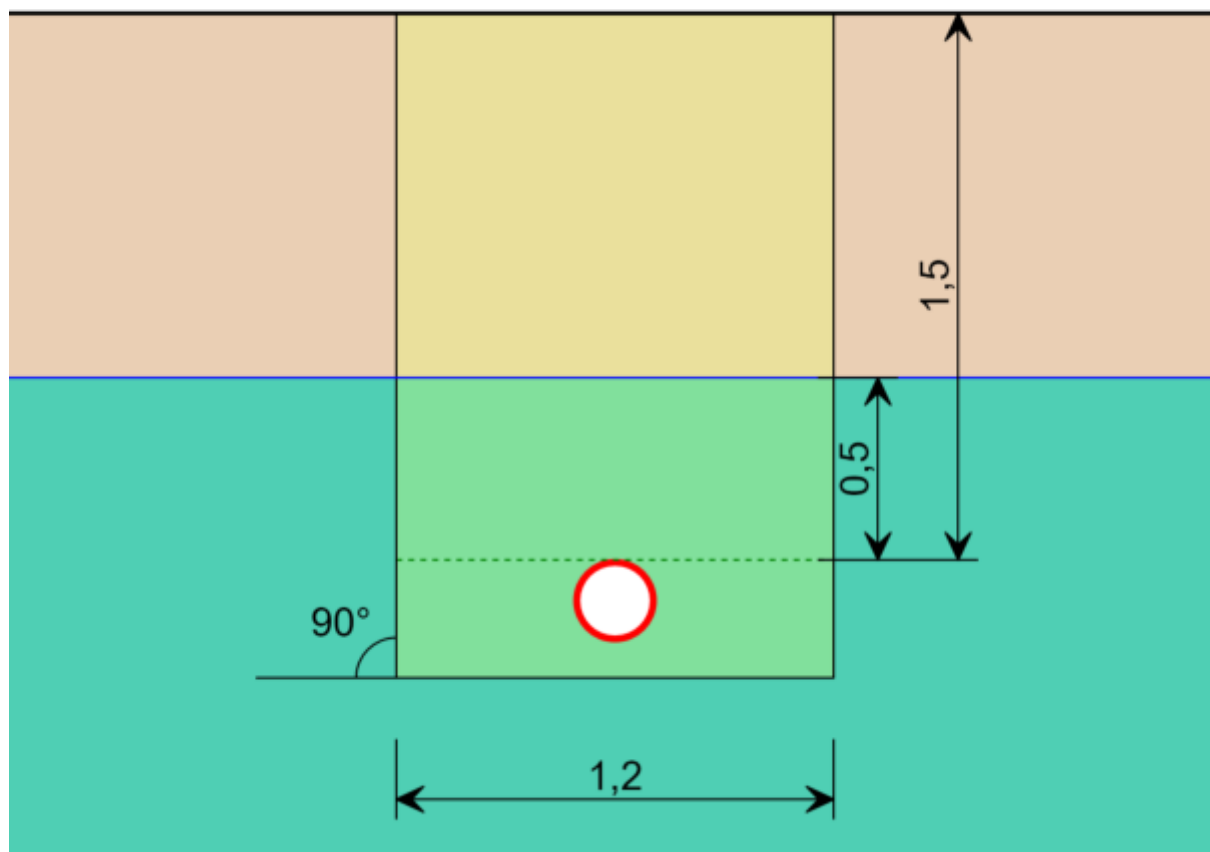
## Zatížení

Zatížení dopravou:	Vozidlo - SLW30 (DIN)
Rovnoměrné plošné zatížení:	0 kN/m <sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,84  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,99  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,68  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,87  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,72  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,35  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,24| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |13,23| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

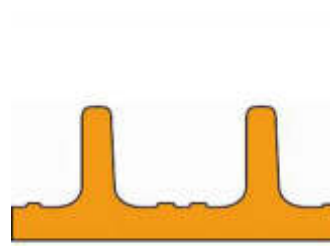
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 200 mm  
Vnější průměr trubky: 223,6 mm  
Vnitřní průměr trubky: 196,4 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 1,5 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 1 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

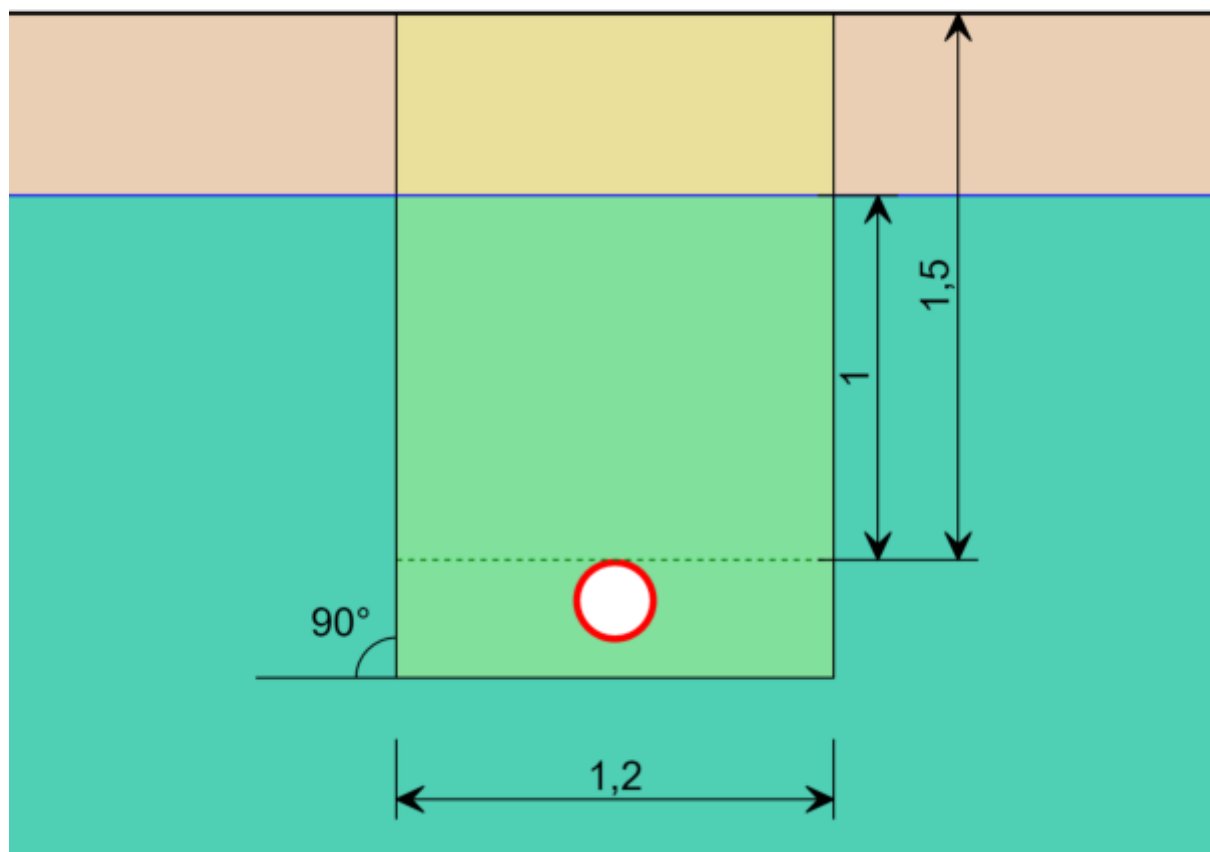
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje  
oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,84  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,99  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,68  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,87  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,72  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,35  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,24| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |9,17| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

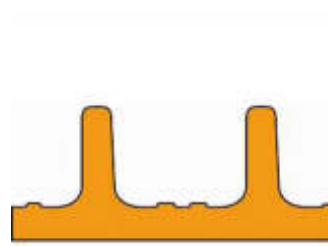
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 200 mm  
Vnější průměr trubky: 223,6 mm  
Vnitřní průměr trubky: 196,4 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 1,5 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 1,5 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

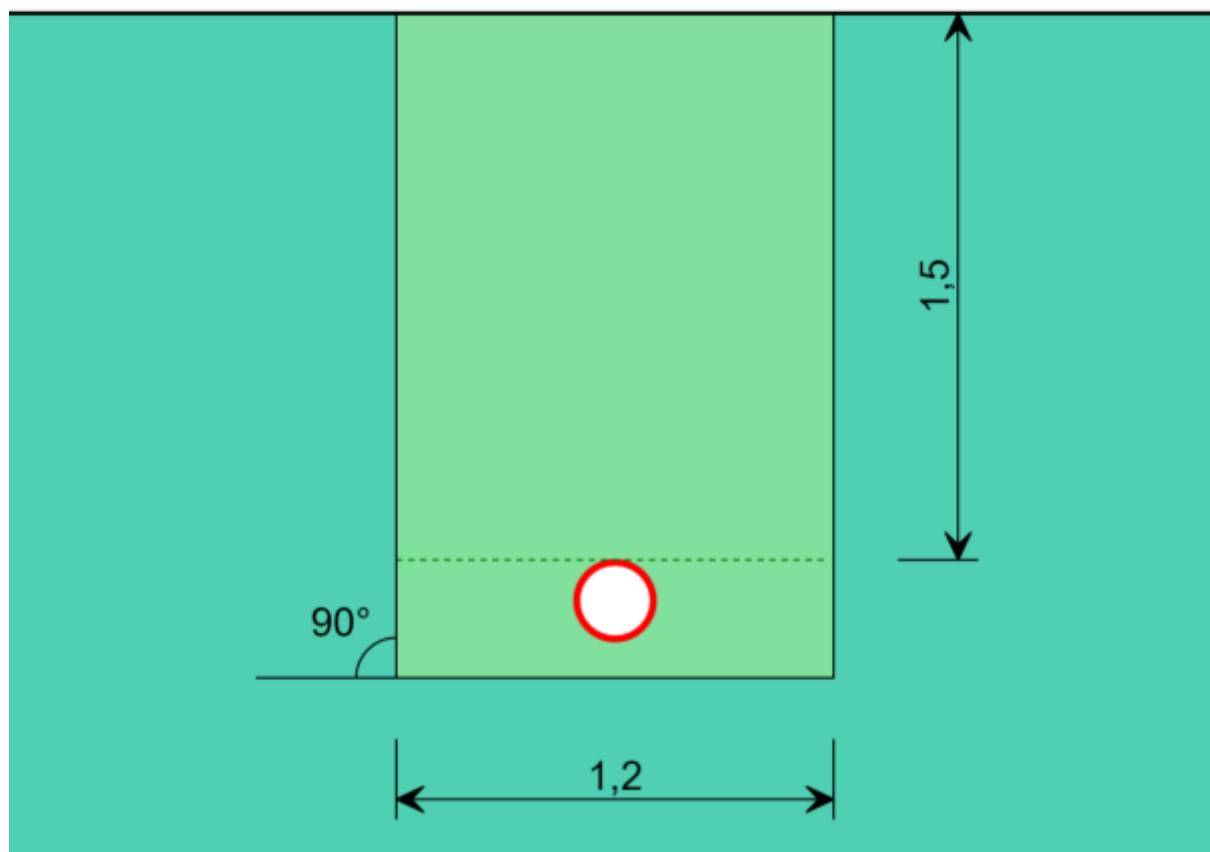
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,84  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,99  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,68  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,87  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,72  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,35  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,24| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |7,02| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

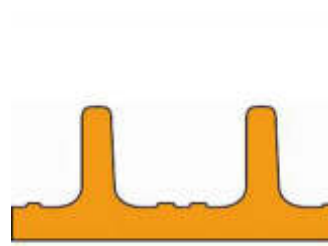
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 200 mm  
Vnější průměr trubky: 223,6 mm  
Vnitřní průměr trubky: 196,4 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 2 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 2 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

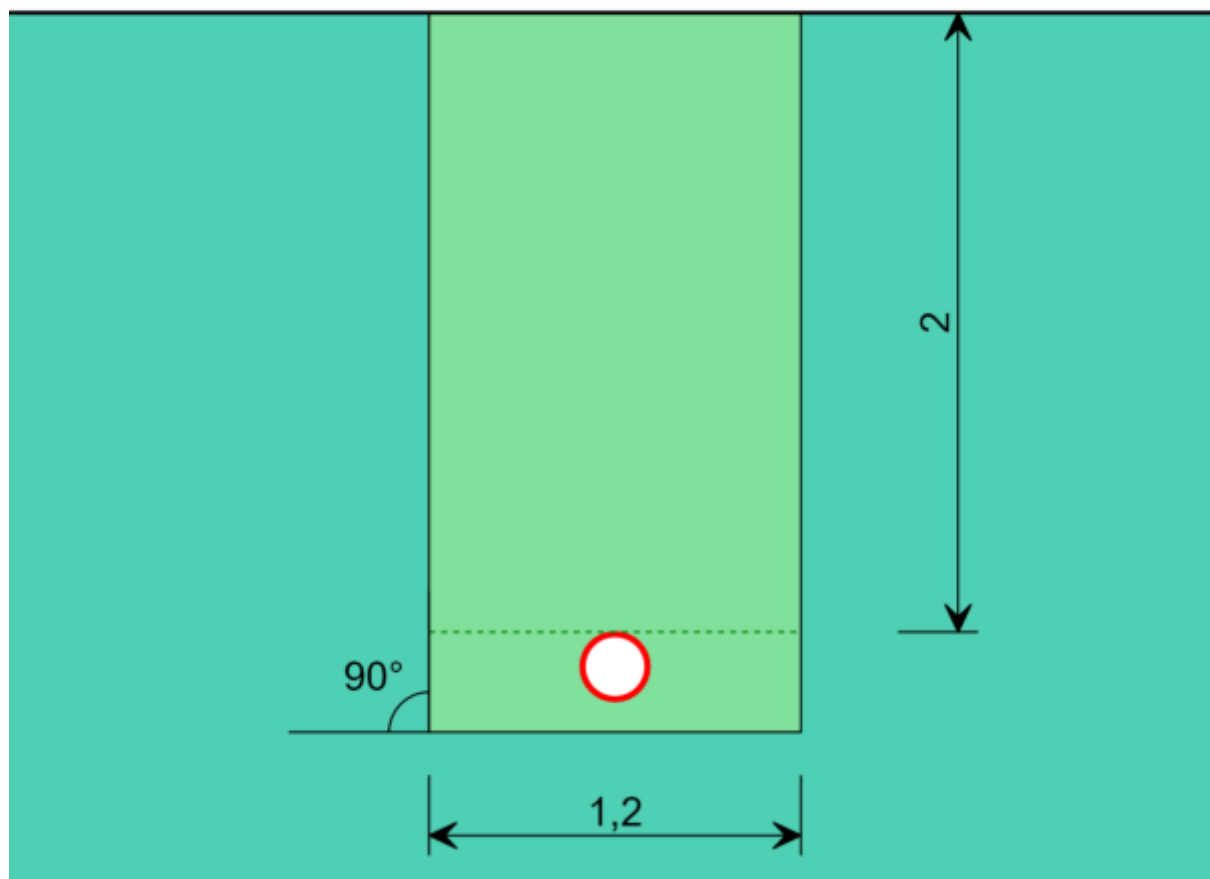
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,27  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,73  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,2  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,6  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,11  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,07  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,16| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |5,68| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

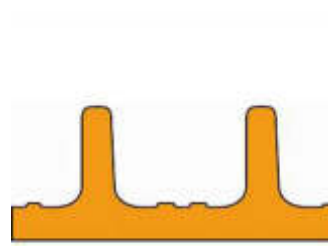
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 200 mm  
Vnější průměr trubky: 223,6 mm  
Vnitřní průměr trubky: 196,4 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 2 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 0 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

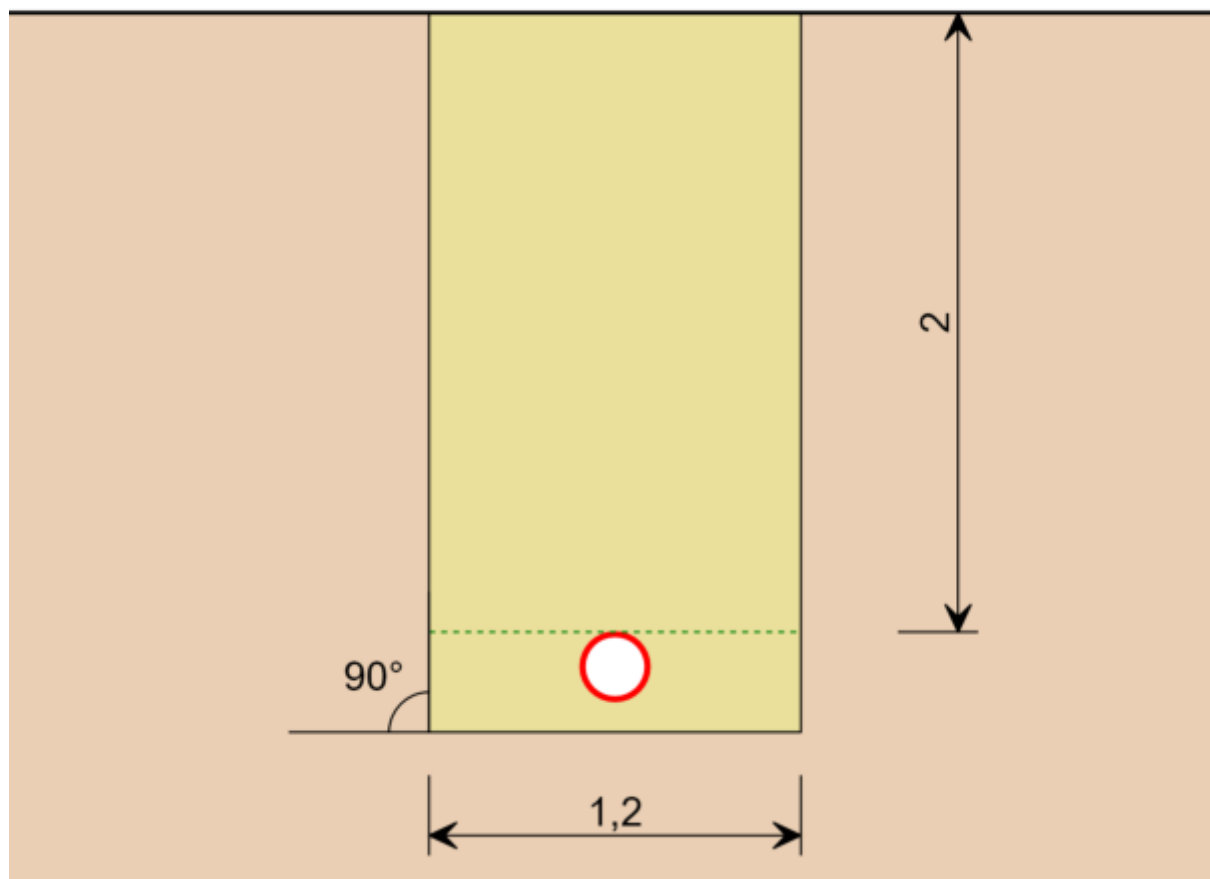
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,27  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,73  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,2  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,6  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,11  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,07  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,16| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |18,55| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

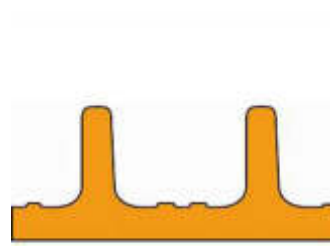
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 200 mm  
Vnější průměr trubky: 223,6 mm  
Vnitřní průměr trubky: 196,4 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 2,5 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 0 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

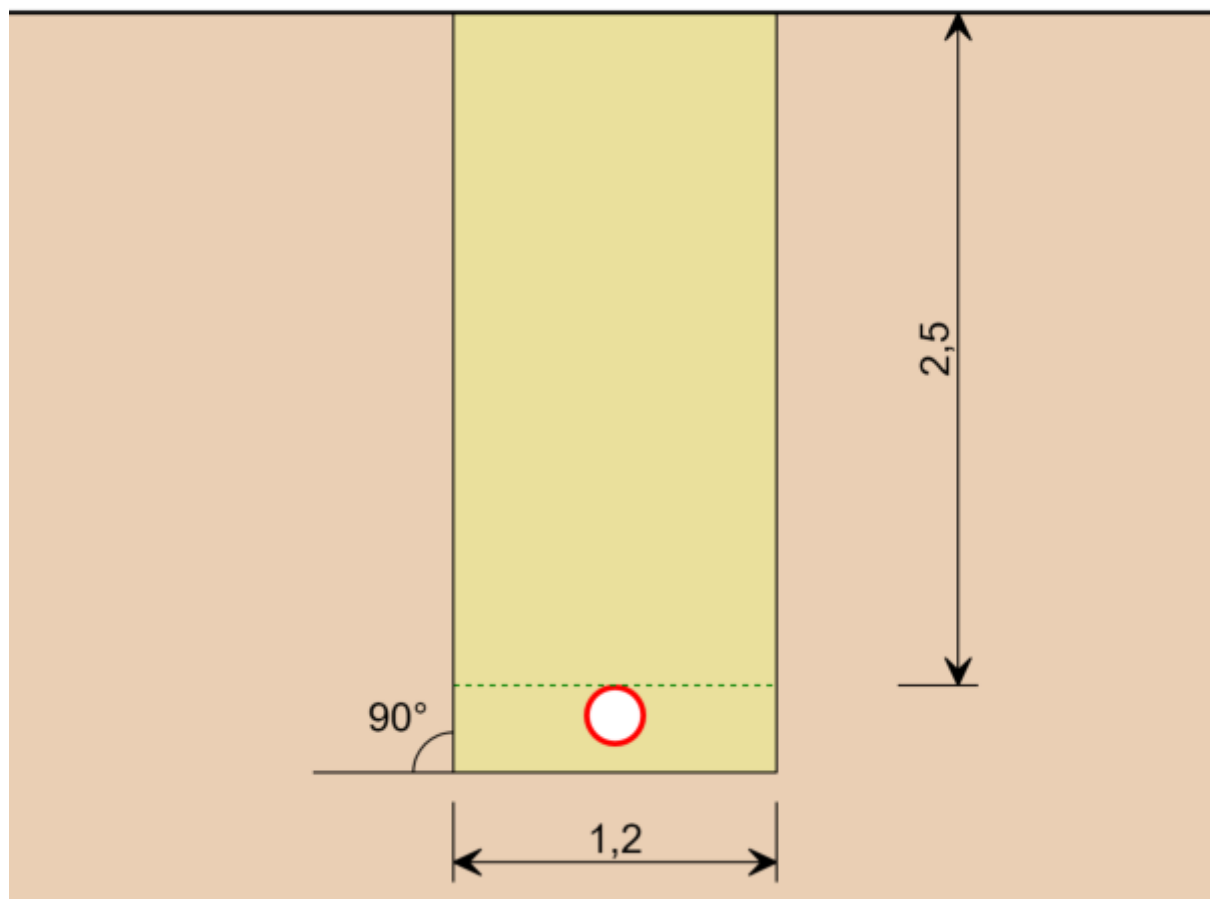
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -2,91  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,56  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  0,9  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,44  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -3,74  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  0,89  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,12| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |18,03| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

**ŽEBROVANÉ POTRUBÍ**  
**PP D280/DN250**  
**SN10, SN16**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SH 10, DN 250

**Krytí nad vrcholem potrubí:** 1,5 m

**Zatížení:** D 400

**Hladina spodní vody:** 0,5 m pod úrovní terénu

**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm

**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	250
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	1.50	Distance from ground level to ground-water level (m) = 0.50 Hw	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>2</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	250.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	30.25	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.8 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.9 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	30.25	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>td</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.37	Average deformation	2.7 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<b>4.7 %</b>
Tangent modulus of backfill above ground-water E <sub>td</sub> (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4355	Long-term deformation from load (formula 16)	2.5 %
Secant modulus of backfill above ground-water	2831	Long-term max.	6.4 %

$E_{sd}$  (Formula 12) -  $\text{kN/m}^2$

deformation (Formula 15)

Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)

0.73

Tangent modulus of backfill below ground-water  $E_{td}$  (Formula 11 x Formula 13) -  $\text{kN/m}^2$

3193

Secant modulus of backfill below ground-water  $E_{sd}$  (Formula 12 x Formula 13) -  $\text{kN/m}^2$

2076

Short-term maximum deformation (Page 42) 4.7 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )

5.33

Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )

489.84

Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )

1409.31

Design load ( $\text{kN/m}^2$ )

70.57

Reduction factor beta

0.81

Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )

396.21

Buckling load combination 2.1 -  $q_s$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  70.57 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta x q_s$  (Formula 22) 396.21 - OK

Při dodržení zadávacích podmínek a zhuštění obsypu na 95% PS potrubí SN 10, DN 250 vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,7 %.

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 250  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 1,5 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 1 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	250
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	1.50	Distance from ground level to ground-water level (m) = 1.00 Hw	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	250.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	30.25	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.7 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.8 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	30.25	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>td</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.37	Average deformation	2.5 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<b>4.5 %</b>
Tangent modulus of backfill above ground-water E <sub>td</sub> (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4355	Long-term deformation from load (formula 16)	2.2 %
Secant modulus of backfill above ground-water E <sub>sd</sub> (Formula 12) - kN/m <sup>2</sup>	2831	Long-term max. deformation (Formula 15)	6.0 %

Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13) 0.87

Tangent modulus of backfill below ground-water  $E_{td}$  (Formula 11 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 3774

Secant modulus of backfill below ground-water  $E_{sd}$  (Formula 12 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 2453

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.5 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness (kN/m <sup>2</sup> )	5.33	Calculated max. buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	532.51
Calculated tangent modulus (kN/m <sup>2</sup> )	1665.55	Design load (kN/m <sup>2</sup> )	70.57
Reduction factor beta	0.82	Design buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	436.86

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20) kN/m<sup>2</sup> 70.57 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_d$  (Formula 22) 436.86 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS potrubí SN 10, DN 250 vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,5 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 250  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 1,5 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 1,5 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	250
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	1.50	Distance from ground level to ground-water level (m) = 1.50 H <sub>w</sub>	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	250.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	30.25	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.7 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.7 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	30.25	Deformation from Installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>td</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.37	Average deformation	2.3 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>4.3 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water E <sub>td</sub> (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4355	Long-term deformation from load (formula 16)	2.0 %
Secant modulus of backfill above ground-water E <sub>sd</sub> (Formula 12) - kN/m <sup>2</sup>	2831	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.7 %
Reduction factor for ground-water influence on	1.00		

soil E-moduli (formula 13)

Tangent modulus of backfill below ground-water  
 $E_{ta}$  (Formula 11 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 4355

Secant modulus of backfill below ground-water  
 $E_{sa}$  (Formula 12 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 2831

Short-term maximum deformation (Page 42) 4.3 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness (kN/m <sup>2</sup> )	5.33	Calculated max. buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	572.01
Calculated tangent modulus (kN/m <sup>2</sup> )	1921.79	Design load (kN/m <sup>2</sup> )	70.57
Reduction factor beta	0.83	Design buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	474.51

Buckling load combination 2.1 -  $q_1$  (Formula 20) kN/m<sup>2</sup> 70.57 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_b$  (Formula 22) 474.51 - OK

Při dodržení zadávacích podmínek a zhuštění obsypu na 95% PS  
potrubí SN 10, DN 250 vyhoví a jeho deformace  
nepřesáhne hodnotu 4,3 %.

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 250

**Krytí nad vrcholem potrubí:** 1,5 m

**Zatížení:** D 400

**Hladina spodní vody:** 2 m pod úrovní terénu

**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm

**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	250
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	1.50	Distance from ground level to ground-water level (m) = 2.00 H <sub>gw</sub>	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	250.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	30.25	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.6 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.6 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	30.25	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>td</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.37	Average deformation	2.2 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<b>4.2 %</b>
Tangent modulus of backfill above ground-water E <sub>td</sub> (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4355	Long-term deformation from load (formula 16)	1.8 %
Secant modulus of backfill above ground-water E <sub>sd</sub> (Formula 12) - kN/m <sup>2</sup>	2831	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.4 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	1.13		

Tangent modulus of backfill below ground-water  
 $E_{td}$  (Formula 11 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 4935

Secant modulus of backfill below ground-water  
 $E_{sd}$  (Formula 12 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 3208

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4,2 % < 9,0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness (kN/m <sup>2</sup> )	5.33	Calculated max. buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	572.01
Calculated tangent modulus (kN/m <sup>2</sup> )	2178.03	Design load (kN/m <sup>2</sup> )	79.32
Reduction factor beta	0.84	Design buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	478.77

**Buckling load combination 2.1 -  $q_s$  (Formula 20) kN/m<sup>2</sup> 79.32 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_b$  (Formula 22) 478.77 - OK**

Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS potrubí SN 10, DN 250 vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,2 %.

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 250

**Krytí nad vrcholem potrubí:** 1,5 m

**Zatížení:** D 400

**Hladina spodní vody:** 3 m pod úrovní terénu

**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm

**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	250
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	1.50	Distance from ground level to ground-water level (m) = 3.00 Hw	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	250.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	30.25	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.5 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.5 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	30.25	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>sd</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.37	Average deformation	2.0 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<b>4.0 %</b>
Tangent modulus of backfill above ground-water E <sub>td</sub> (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4355	Long-term deformation from load (formula 16)	1.5 %
Secant modulus of backfill above ground-water E <sub>sd</sub> (Formula 12) - kN/m <sup>2</sup>	2831	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.1 %
Reduction factor for ground-water influence on	1.40		

soil E-moduli (formula 13)

Tangent modulus of backfill below ground-water  
 $E_{td}$  (Formula 11 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 6097

Secant modulus of backfill below ground-water  
 $E_{sd}$  (Formula 12 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 3963

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.0 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness (kN/m <sup>2</sup> )	5.33	Calculated max. buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	572.01
Calculated tangent modulus (kN/m <sup>2</sup> )	2690.50	Design load (kN/m <sup>2</sup> )	99.32
Reduction factor beta	0.85	Design buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	485.30

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20) kN/m<sup>2</sup> 99.32 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_b$  (Formula 22) 485.30 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS  
potrubí SN 10, DN 250 vyhoví a jeho deformace  
nepřesáhne hodnotu 4,0 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 250  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 1,5 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** bez výskytu spodní vody  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	250
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	1.50	Distance from ground level to ground-water level (m) = 5.00 Hw	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	250.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	30.25	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.4 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.4 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	30.25	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>sd</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.37	Average deformation	1.8 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<b>3.8 %</b>
Tangent modulus of backfill above ground-water E <sub>td</sub> (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4355	Long-term deformation from load (formula 16)	1.2 %
Secant modulus of backfill above ground-water E <sub>sd</sub> (Formula 12) - kN/m <sup>2</sup>	2831	Long-term max. deformation (Formula 15)	4.6 %

Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13) 1.93

Tangent modulus of backfill below ground-water  $E_{td}$  (Formula 11 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 8419

Secant modulus of backfill below ground-water  $E_{sd}$  (Formula 12 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 5472

**Short-term maximum deformation (Page 42) 3.8 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness (kN/m <sup>2</sup> )	5.33	Calculated max. buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	572.01
Calculated tangent modulus (kN/m <sup>2</sup> )	3715.46	Design load (kN/m <sup>2</sup> )	139.32
Reduction factor beta	0.85	Design buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	493.69

**Buckling load combination 2.1 -  $q_s$  (Formula 20) kN/m<sup>2</sup> 139.32 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_b$  (Formula 22) 493.69 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS potrubí SN 10, DN 250 vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 3,8 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 250  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 2,5 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 2 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	250
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	2.50	Distance from ground level to ground-water level (m) = 2.00 H <sub>w</sub>	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	280.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	22.23	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.4 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	1.1 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	22.23	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>s</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.10	Average deformation	2.5 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<b>4.5 %</b>

Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	5052	Long-term deformation from load (formula 16)	2.3 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3284	Long-term max. deformation (Formula 15)	6.1 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.93		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	4715		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3065		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.5 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	595.19
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	2080.71	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	80.15
Reduction factor beta	0.82	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	486.85

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  80.15 < Buckling load combination 2.1 -  $0.8 \times q_d$   
(Formula 22) 486.85 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS  
potrubí SN 10, DN 250 vyhoví a jeho deformace  
nepřesáhne hodnotu 4,5 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 250

**Krytí nad vrcholem potrubí:** 3,2 m

**Zatížení provozem:** D 400

**Hladina spodní vody:** 2 m pod úrovní terénu

**Obsypový materiál:** štěrkopísek, lomová drť 0-16

**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

<b>Pipe type</b>		<b>Pipe dimension (mm)</b>	250
<b>Soil type</b>	Sand		
<b>Safety class</b>	Normal	<b>Control class</b>	Normal
<b>Partial coefficient - safety class</b>	2.27	<b>Partial coefficient - control class</b>	1.50
<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	Compression class Normal > 95% SP		
<b>Installation type</b>	Normal trench and normal up to high compaction	<b>Installation factor %</b>	1.0 %
<b>Bedding/bedding layer</b>	Normal levelling layer	<b>Bedding factor %</b>	2.00 %
<b>Traffic load</b>	Heavy traffic load	<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	0.00
<b>Soil cover above pipe top (m) = H</b>	3.20	<b>Distance from ground level to ground-water level (m) = H<sub>w</sub></b>	2.00
<b>Relative density - below ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	10.00	<b>Relative density - above ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	20.00
<b>Calculated diameter of pipe (mm)</b>	250.00	<b>Pipe ring stiffness</b>	10.00

### Load combination 1,1 Deformation calculation serviceability limit state

<b>Average stress from traffic load (q<sub>tm</sub>) kN/m<sup>2</sup></b>	17.38	<b>Short-term deformation from variable load (traffic)</b>	0.3 %
<b>Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)</b>	1.00	<b>Short-term deformation from permanent load (soil)</b>	1.4 %
<b>Characteristic traffic load q<sub>tk</sub> kN/m<sup>2</sup> (Formula 9)</b>	17.38	<b>Deformation from installation (Table 2.9)</b>	1.0 %

Additional soil cover for determination of soil modulus $E_{td}$ when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	0.88	Average deformation	2.7 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>4.7 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	5693	Long-term deformation from load (formula 16)	2.6 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3700	Long-term max. deformation (Formula 15)	6.4 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.85		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	4839		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3145		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.7 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	602.96
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	2135.38	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	87.85
Reduction factor beta	0.81	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	486.97

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  87.85 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_d$  (Formula 22) 486.97 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek potrubí  
vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,7 %.**

**SN 10, DN 250**

## Zadávací podmínky

Použité potrubí: **SN 10, DN 250**

Krytí nad vrcholem potrubí: 0,75 m

Zatížení provozem: D 400

Hladina spodní vody: 1,06 m pod úrovní terénu

Obsypový materiál: štěrkopísek, lomová drť 0-16

Stupeň zhutnění obsypu: 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	250
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	0.75	Distance from ground level to ground-water level (m) = Hw	1.06
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	250.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	81.29	Short-term deformation from variable load (traffic)	1.5 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.3 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	81.29	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>s</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	2.28	Average deformation	2.8 %
delta H factor dependent on type of road	1.0	Short-term maximum	<b>4.8 %</b>

**traffic load**

Tangent modulus of backfill above ground-water  $E_{td}$  (Formula 11) - kN/m<sup>2</sup> 4475

Secant modulus of backfill above ground-water  $E_{sd}$  (Formula 12) - kN/m<sup>2</sup> 2909

Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13) 1.21

Tangent modulus of backfill below ground-water  $E_{td}$  (Formula 11 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 5395

Secant modulus of backfill below ground-water  $E_{sd}$  (Formula 12 x Formula 13) - kN/m<sup>2</sup> 3507

**deformation (Page 42)**

Long-term deformation from load (formula 16) 2.6 %

Long-term max. deformation (Formula 15) 6.5 %

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.8 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness (kN/m <sup>2</sup> )	5.33	Calculated max. buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	579.83
Calculated tangent modulus (kN/m <sup>2</sup> )	2380.93	Design load (kN/m <sup>2</sup> )	126.88
Reduction factor beta	0.80	Design buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	466.44

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20) kN/m<sup>2</sup> 126.88 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_d$  (Formula 22) 466.44 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek potrubí SN 10, DN 250  
vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,8 %.**

V těchto podmínkách potrubí obsypte nesoudržným materiálem (pískem nebo lomovou prosívkou 0-4) do úrovně 10 cm nad vrchol. Zbývající vrstvu o tloušťce cca 25 cm vytvořte z hrubšího materiálu frakce 32-63. Takto se vytvoří nad potrubím skladba, která odolá pojezdům běžné techniky při vytváření dalších vrstev vozovky a asfaltového povrchu.

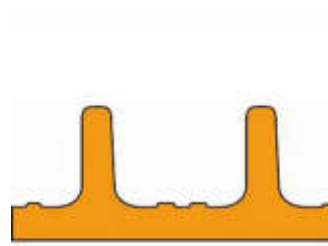
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 250 mm  
Vnější průměr trubky: 278,3 mm  
Vnitřní průměr trubky: 245,3 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 1,5 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 0,5 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

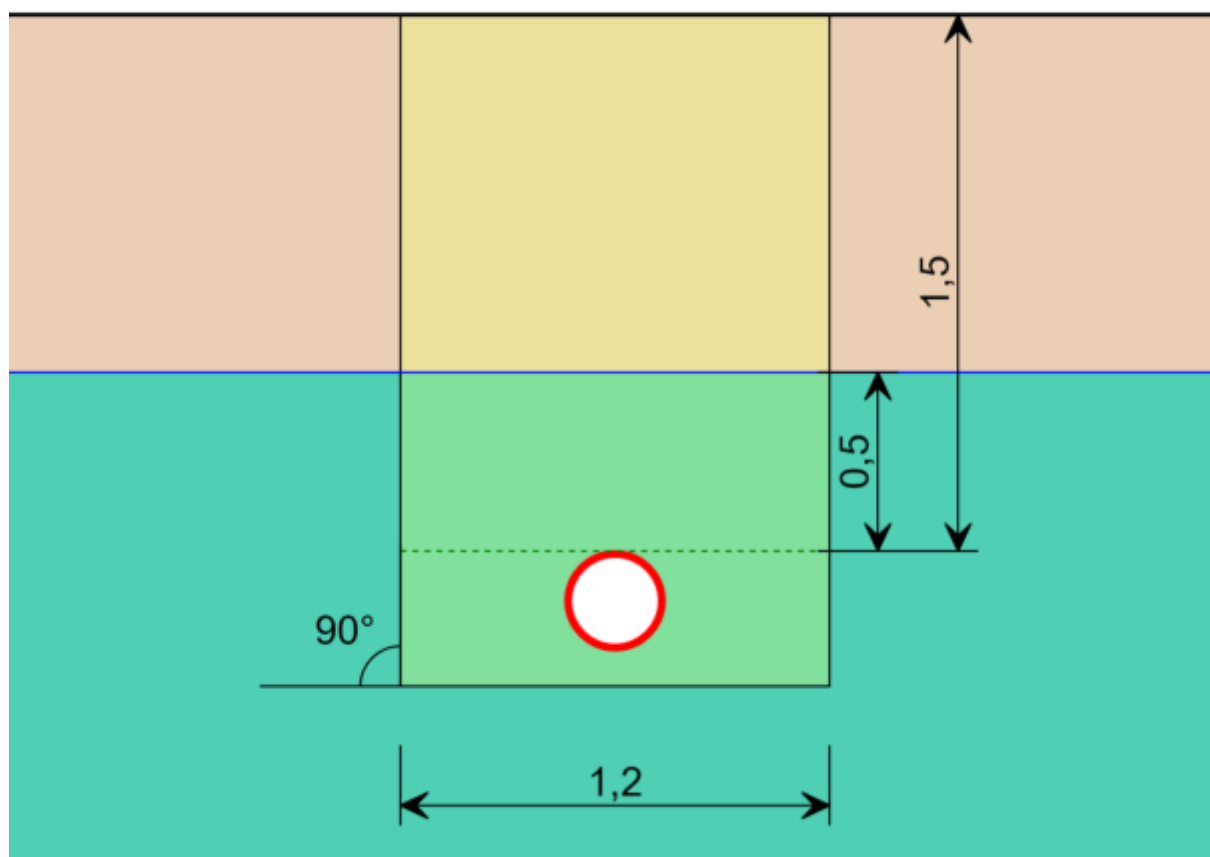
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,72  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  1  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,53  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,93  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,59  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,39  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,23| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |13,08| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

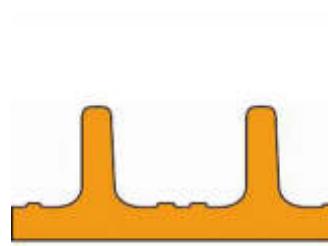
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 250 mm  
Vnější průměr trubky: 278,3 mm  
Vnitřní průměr trubky: 245,3 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 1,5 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 0,5 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

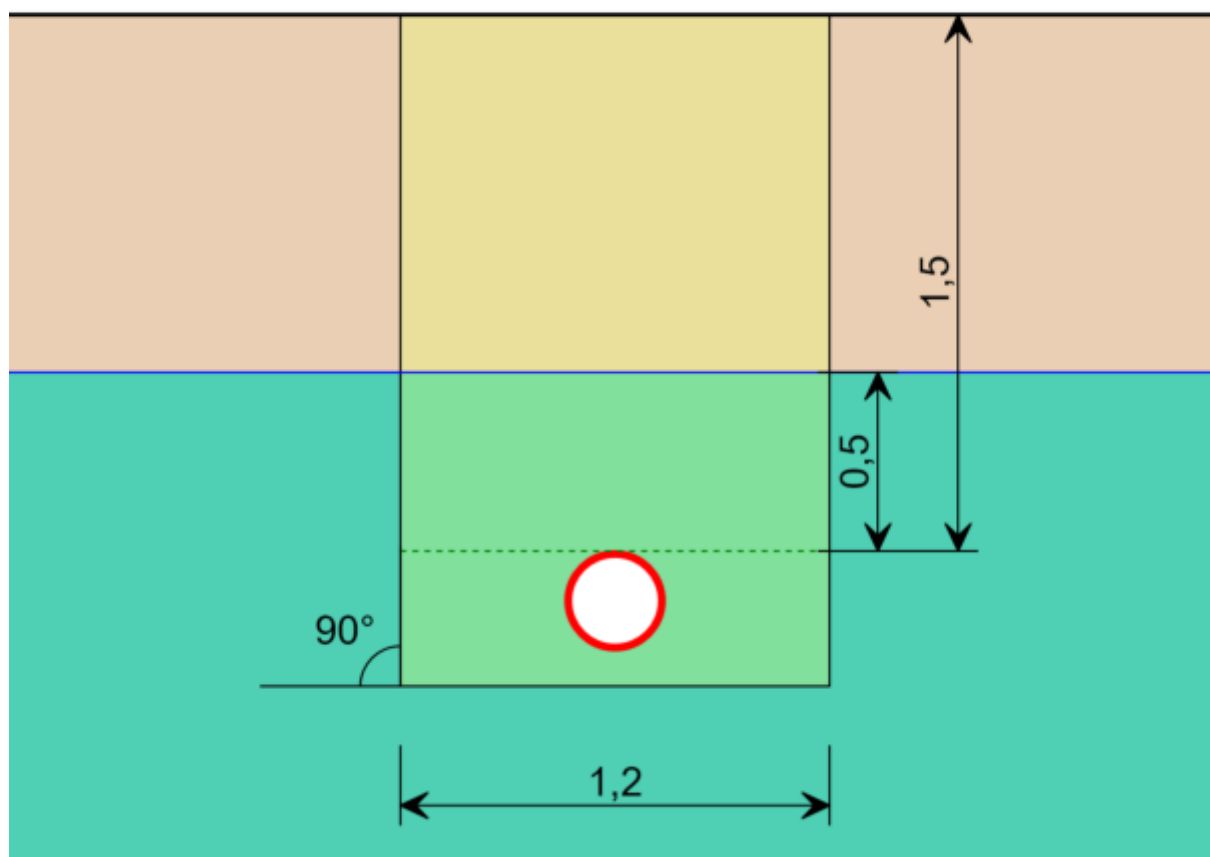
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,72  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  1  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,53  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,93  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,59  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,39  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,23| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |13,08| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

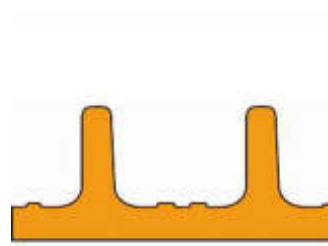
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 250 mm  
Vnější průměr trubky: 278,3 mm  
Vnitřní průměr trubky: 245,3 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 1,5 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 1,5 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

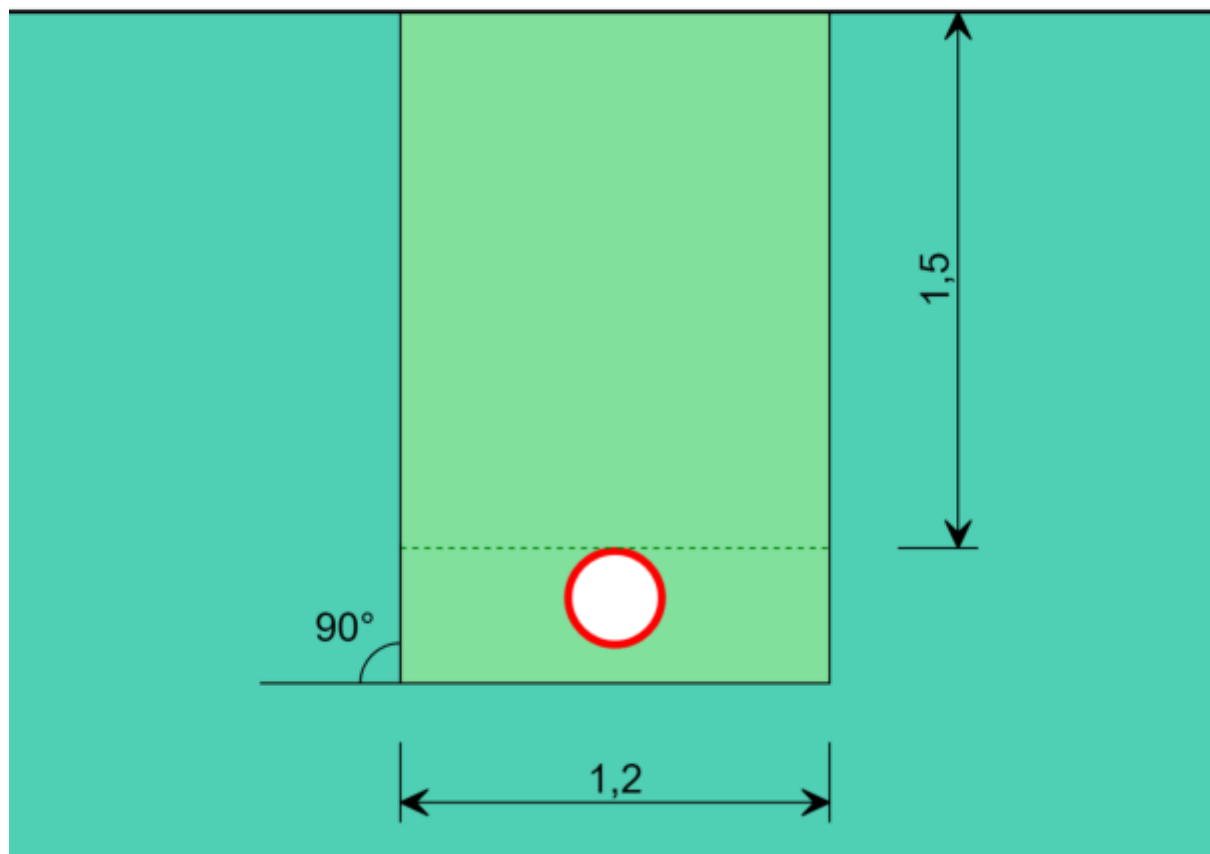
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje  
oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,72  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  1  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,53  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,93  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,59  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,39  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,23| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |6,93| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

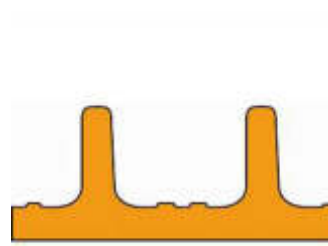
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 250 mm  
Vnější průměr trubky: 278,3 mm  
Vnitřní průměr trubky: 245,3 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím:	2 m
Hladina podzemní vody nad vrcholem:	2 m
Šířka výkopu:	1,2 m
Úhel sklonu výkopu:	90°
Způsob pokládky:	Pokládka do otevřeného výkopu
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu:	A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina:	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %
Obsypová zemina (v zóně potrubí):	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %
Zásypová zemina (nad zónou potrubí):	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %

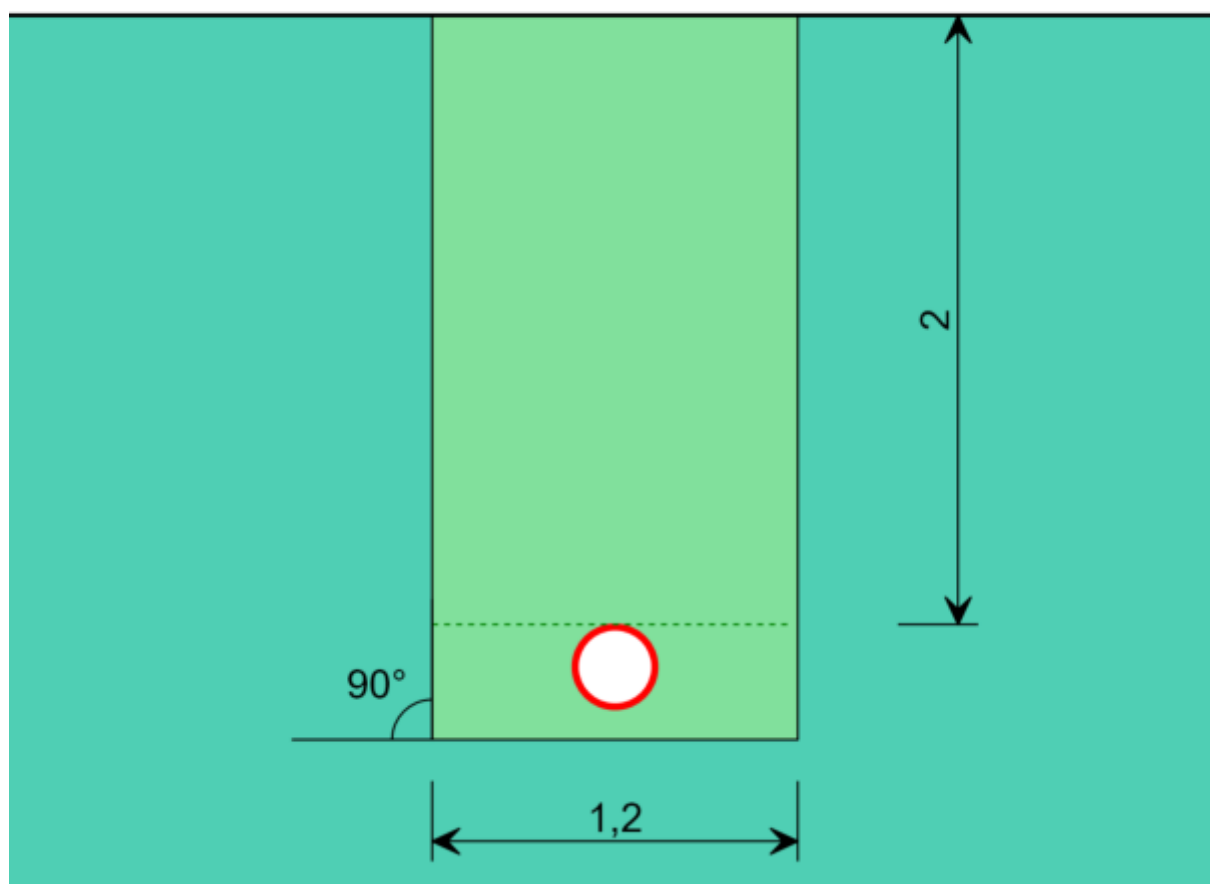
## Zatížení

Zatížení dopravou:	Vozidlo - SLW30 (DIN)
Rovnoměrné plošné zatížení:	0 kN/m <sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,17  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,73  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,08  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,66  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,02  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,1  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,16| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |5,61| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

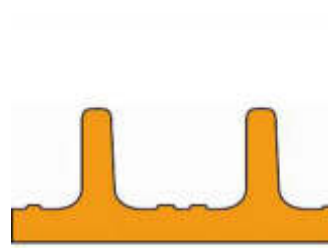
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 250 mm  
Vnější průměr trubky: 278,3 mm  
Vnitřní průměr trubky: 245,3 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím:	2 m
Hladina podzemní vody nad vrcholem:	0 m
Šířka výkopu:	1,2 m
Úhel sklonu výkopu:	90°
Způsob pokládky:	Pokládka do otevřeného výkopu
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu:	A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina:	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %
Obsypová zemina (v zóně potrubí):	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %
Zásypová zemina (nad zónou potrubí):	G1
Stupeň zhutnění (Standard Proctor) $S_{pr}$ :	90 %

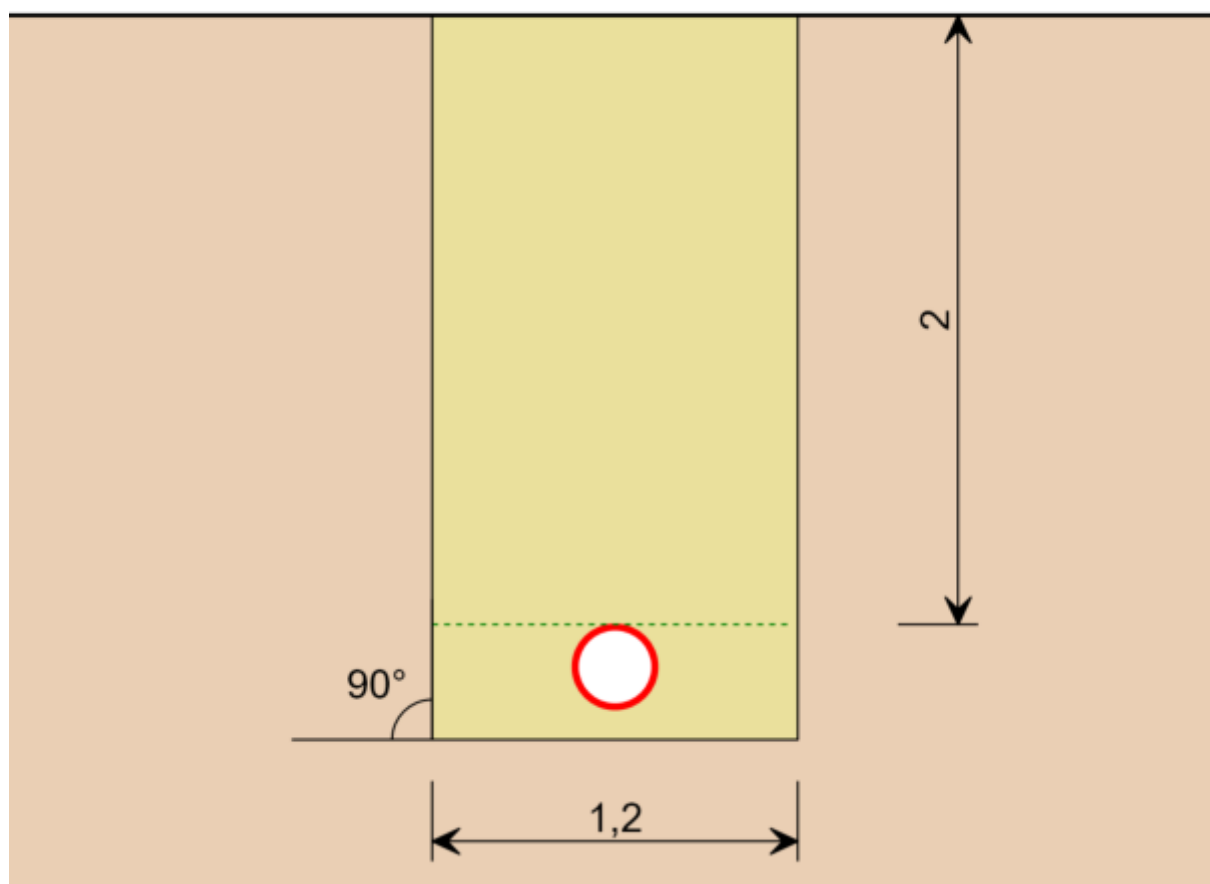
## Zatížení

Zatížení dopravou:	Vozidlo - SLW30 (DIN)
Rovnoměrné plošné zatížení:	0 kN/m <sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -3,17  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,73  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  1,08  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,66  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -4,02  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  1,1  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,16| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |18,36| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

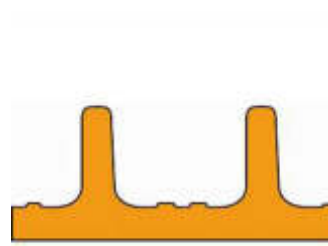
Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Trubka

Typ trubky: (PP) SN 16  
Označení průměru trubky DN: 250 mm  
Vnější průměr trubky: 278,3 mm  
Vnitřní průměr trubky: 245,3 mm



Řez stěnou



## Podmínky uložení

Výška krytí zeminy nad potrubím: 2,5 m  
Hladina podzemní vody nad vrcholem: 0 m  
Šířka výkopu: 1,2 m  
Úhel sklonu výkopu: 90°

Způsob pokládky: Pokládka do otevřeného výkopu  
Způsob uložení potrubí a provedení zásypu: A4B4

## Zemní prostředí

Okolní rostlá zemina: G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Obsypová zemina (v zóně potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %  
  
Zásypová zemina (nad zónou potrubí): G1  
Stupeň zhutnění (Standard Proctor)  $S_{pr}$ : 90 %

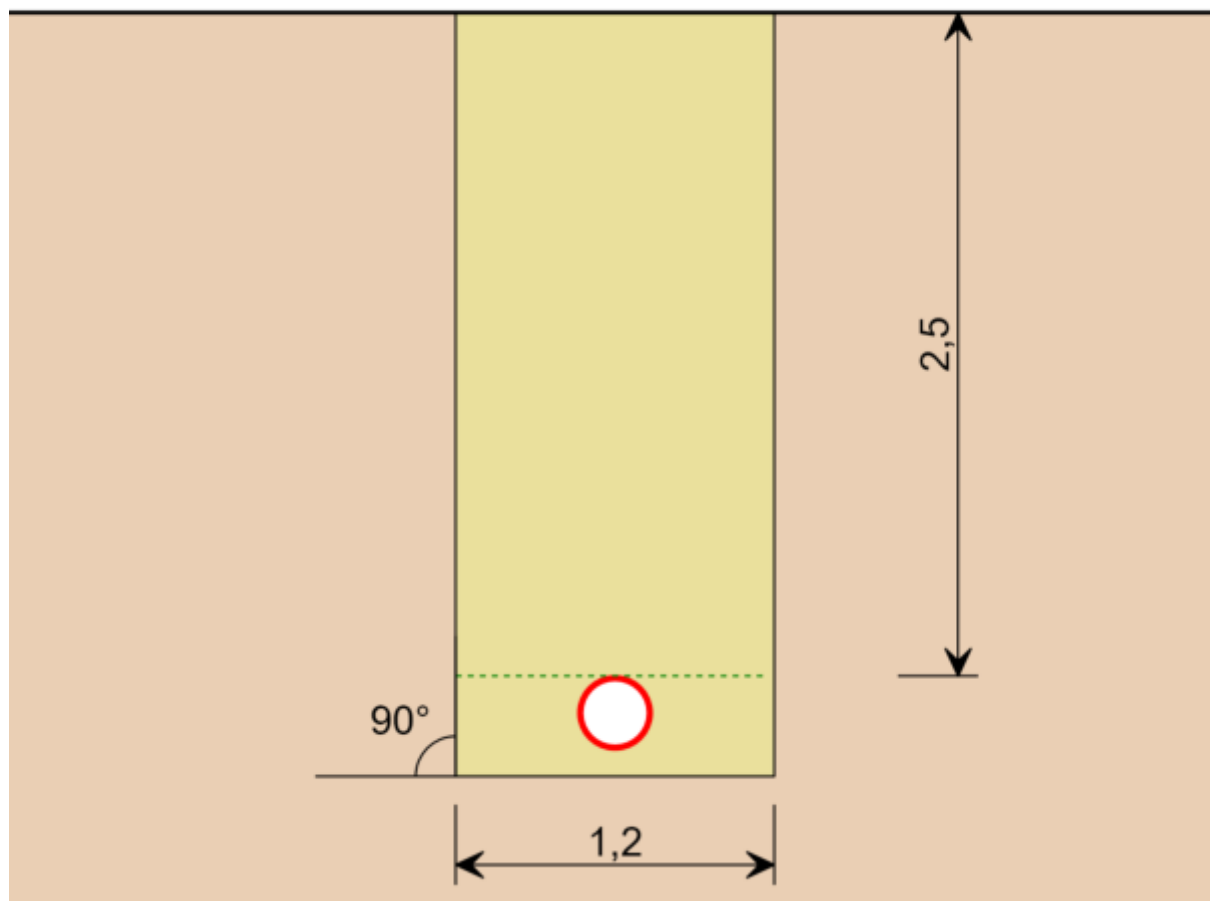
## Zatížení

Zatížení dopravou: Vozidlo - SLW30 (DIN)  
Rovnoměrné plošné zatížení: 0 kN/m<sup>2</sup>

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

Název akce:	Ústí nad Orlicí - Perla 01
Firma:	M Projekt CZ, s.r.o.
Vypracoval:	
Datum:	1.2.2019

## Zemní profil



## Posouzení

### Napětí:

Vrchol trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{v,e}  =  -2,83  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Vrchol trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{v,i}  =  0,55  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{b,e}  =  0,79  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Bok trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{b,i}  =  -1,5  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnější povrch:	$ \sigma_{p,e}  =  -3,65  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>
Pata trubky - vnitřní povrch:	$ \sigma_{p,i}  =  0,92  \text{ MPa} \leq \sigma_{dov} = 8,5 \text{ MPa}$	<b>VYHOVUJE</b>

**Deformace:**  $\delta = |1,11| \% \leq \delta_{dov} = 6 \%$  **VYHOVUJE**

**Ztráta stability:**  $\lambda_{krit} = |17,84| \geq \lambda_{dov} = 2$  **VYHOVUJE**

Tento výpočet je proveden dle ATV-DVWK-A 127: 2000 a nenahrazuje oficiální statické posouzení provedené autorizovaným statikem.

**ŽEBROVANÉ POTRUBÍ**  
**PP D335/DN300**  
**SN10, SN16**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 0,8 m  
**Zatížení provozem:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 0,7 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

<b>Pipe type</b>		<b>Pipe dimension (mm)</b>	335
<b>Soil type</b>	Sand		
<b>Safety class</b>	Normal	<b>Control class</b>	Normal
<b>Partial coefficient - safety class</b>	2.27	<b>Partial coefficient - control class</b>	1.50
<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	Compression class Normal > 95% SP		
<b>Installation type</b>	Normal trench and normal up to high compaction	<b>Installation factor %</b>	1.0 %
<b>Bedding/bedding layer</b>	Normal levelling layer	<b>Bedding factor %</b>	2.00 %
<b>Traffic load</b>	Heavy traffic load	<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	0.00
<b>Soil cover above pipe top (m) = H</b>	0.80	<b>Distance from ground level to ground-water level (m) = H<sub>w</sub></b>	0.70
<b>Relative density - below ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	10.00	<b>Relative density - above ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	20.00
<b>Calculated diameter of pipe (mm)</b>	335.00	<b>Pipe ring stiffness</b>	10.00
<b>Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state</b>			
<b>Average stress from traffic load (q<sub>tm</sub>) kN/m<sup>2</sup></b>	61.93	<b>Short-term deformation from variable load (traffic)</b>	1.6 %
<b>Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)</b>	1.00	<b>Short-term deformation from permanent load (soil)</b>	0.4 %

Characteristic traffic load $q_{tk}$ $\text{kN/m}^2$ (Formula 9)	61.93	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus $E_{td}$ when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.54	Average deformation	3.0 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>5.0 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground- water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	3777	Long-term deformation from load (formula 16)	3.0 %
Secant modulus of backfill above ground- water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	2455	Long-term max. deformation (Formula 15)	6.9 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-modul (formula 13)	0.95		
Tangent modulus of backfill below ground- water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3588		
Secant modulus of backfill below ground- water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	2332		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 5.0 % < 9.0 % ( Pipe material: PP) - OK**

#### **Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	519.22
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	1583.46	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	98.09
Reduction factor beta	0.79	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	410.99

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  98.09 < Buckling load combination  
2.1 -  $8 \times q_b$  (Formula 22) 410.99 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek potrubí  
vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 5,0%.**

**SN 10, DN 300**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 0,8 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 2 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

<b>Pipe type</b>		<b>Pipe dimension (mm)</b>	335
<b>Soil type</b>	Sand		
<b>Safety class</b>	Normal	<b>Control class</b>	Normal
<b>Partial coefficient - safety class</b>	2.27	<b>Partial coefficient - control class</b>	1.50
<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	Compression class Normal > 95% SP		
<b>Installation type</b>	Normal trench and normal up to high compaction	<b>Installation factor %</b>	1.0 %
<b>Bedding/bedding layer</b>	Normal levelling layer	<b>Bedding factor %</b>	2.00 %
<b>Traffic load</b>	Heavy traffic load	<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	0.00
<b>Soil cover above pipe top (m) = H</b>	0.80	<b>Distance from ground level to ground-water level (m) = H<sub>w</sub></b>	2.00
<b>Relative density - below ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	10.00	<b>Relative density - above ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	20.00
<b>Calculated diameter of pipe (mm)</b>	315.00	<b>Pipe ring stiffness</b>	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

<b>Average stress from traffic load (q<sub>tm</sub>) kN/m<sup>2</sup></b>	61.93	<b>Short-term deformation from variable load (traffic)</b>	1.0 %
<b>Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)</b>	1.00	<b>Short-term deformation from permanent load (soil)</b>	0.3 %

Characteristic traffic load $q_{tk}$ $\text{kN/m}^2$ (Formula 9)	61.93	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus $E_{sd}$ when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.54	Average deformation	2.3 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>4.3 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	3777	Long-term deformation from load (formula 16)	2.0 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	2455	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.6 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	1.60		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	6043		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3928		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.3 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

#### **Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	532.71
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	2666.88	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	120.51
Reduction factor beta	0.83	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	443.17

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  120.51 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta x q_d$  (Formula 22) 443.17 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,3%.**

V úseku s takto malým krytím doporučujeme, potrubí obsypat nesoudržným materiálem (pískem nebo lomovou prosívkou 0-4) do úrovně 10 cm nad vrchol. Další vrstvu o tloušťce 20 cm vytvořte z hrubšího materiálu frakce 0-32 nebo ještě hrubšího. Takto se vytvoří nad potrubím skladba, která odolá pojezdům běžné techniky.

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 2,0 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** bez výskytu spodní vody  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	300
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	2.00	Distance from ground level to ground-water level (m) = 5.00 H <sub>w</sub>	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	335.00	Pipe ring stiffness	10.00
<b>Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state</b>			
Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	24.64	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.3 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.6 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	24.64	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>sd</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.13	Average deformation	1.9 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<b>3.9 %</b>
Tangent modulus of backfill above ground-water	4646	Long-term deformation	1.4 %

$E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$		from load (formula 16)	
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3020	Long-term max. deformation (Formula 15)	4.9 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	1.60		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	7433		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	4831		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 3.9 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	590.79
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	3280.17	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	132.04
Reduction factor beta	0.85	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	504.12

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  132.04 < Buckling load combination 2.1 -  $8 \times q_b$   
(Formula 22) 504.12 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS  
potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace  
nepřesáhne hodnotu 3,9 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 2,0 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 0,7 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	300
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	2.00	Distance from ground level to ground-water level (m) = 0.70 Hw	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	335.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (qtm) kN/m <sup>2</sup>	24.64	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.6 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	1.1 %
Characteristic traffic load qtk kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	24.64	Deformation from Installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>so</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.13	Average deformation	2.7 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	4.7 %
Tangent modulus of backfill above ground-water	4646	Long-term deformation	2.6 %

$E_{ad}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$		from load (formula 16)	
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{ad}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3020	Long-term max. deformation (Formula 15)	6.5 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.74		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{bd}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3438		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	2235		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.7 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	508.22
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	1517.08	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	73.61
Reduction factor beta	0.81	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	409.84

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  73.61 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_d$   
(Formula 22) 409.84 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS  
potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace  
nepřesáhne hodnotu 4,7 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 2,0 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 1 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

Pipe designation Uponor Ultra Rib 2 sewer system

Homepage: [www.uponor.dk](http://www.uponor.dk)

Calculations of this program shall always be subject to an engineering examination prior to use. Uponor A/S and the program designers undertake no responsibility of whatsoever nature for errors or defects arising as a result of the use of the program.

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	315
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	2.00	Distance from ground level to ground-water level (m) = H <sub>w</sub>	1.00
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground- water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	315.00	Pipe ring stiffness	8.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	24.64	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.6 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	1.0 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	24.64	Deformation from Installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>td</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.13	Average deformation	2.6 %
delta H factor dependent on type of road	1.0	Short-term maximum	<b>4.6 %</b>

traffic load		deformation (Page 42)	
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	4646	Long-term deformation from load (formula 16)	2.4 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3020	Long-term max. deformation (Formula 15)	6.3 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.80		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3716		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	2416		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.6 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	528.42
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	1640.09	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	73.61
Reduction factor beta	0.81	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	429.12

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  73.61 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_d$  (Formula 22) 429.12 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,6 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 2,0 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 1,6 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	315
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	2.00	Distance from ground level to ground-water level (m) = 1.60 Hw	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	315.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	24.64	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.5 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.9 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	24.64	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>sd</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.13	Average deformation	2.5 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>4.5 %</u>

Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	4646	Long-term deformation from load (formula 16)	2.2 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3020	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.9 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.92		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	4274		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	2778		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.5 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	566.67
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	1886.10	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	73.61
Reduction factor beta	0.82	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	465.64

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  73.61 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_k$   
(Formula 22) 465.64 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS  
potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace  
nepřesáhne hodnotu 4,5 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 2,0 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 2 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	315
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	2.00	Distance from ground level to ground-water level (m) = 2.00 H <sub>w</sub>	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	315.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	24.64	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.5 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.9 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	24.64	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>td</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.13	Average deformation	2.4 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>4.4 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water E <sub>td</sub> (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4646	Long-term deformation from load (formula 16)	2.1 %

Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3020	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.8 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-modull (formula 13)	1.00		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	4646		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3020		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.4 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	590.79
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	2050.11	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	73.61
Reduction factor beta	0.83	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	488.67

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  73.61 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta x q_d$   
(Formula 22) 488.67 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS  
potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace  
nepřesáhne hodnotu 4,4 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 2,0 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 2,5 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

<b>Pipe type</b>		<b>Pipe dimension (mm)</b>	315
<b>Soil type</b>	Sand		
<b>Safety class</b>	Normal	<b>Control class</b>	Normal
<b>Partial coefficient - safety class</b>	2.27	<b>Partial coefficient - control class</b>	1.50
<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	Compression class Normal > 95% SP		
<b>Installation type</b>	Normal trench and normal up to high compaction	<b>Installation factor %</b>	1.0 %
<b>Bedding/bedding layer</b>	Normal levelling layer	<b>Bedding factor %</b>	2.00 %
<b>Traffic load</b>	Heavy traffic load	<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	0.00
<b>Soil cover above pipe top (m) = H</b>	2.00	<b>Distance from ground level to ground-water level (m) = Hw</b>	2.50
<b>Relative density - below ground-water level (kN/m³)</b>	10.00	<b>Relative density - above ground-water level (kN/m³)</b>	20.00
<b>Calculated diameter of pipe (mm)</b>	315.00	<b>Pipe ring stiffness</b>	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

<b>Average stress from traffic load (q<sub>tm</sub>) kN/m²</b>	24.64	<b>Short-term deformation from variable load (traffic)</b>	0.5 %
<b>Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)</b>	1.00	<b>Short-term deformation from permanent load (soil)</b>	0.8 %
<b>Characteristic traffic load q<sub>tk</sub> kN/m² (Formula 9)</b>	24.64	<b>Deformation from installation (Table 2.9)</b>	1.0 %

Additional soil cover for determination of soil modulus $E_{td}$ when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.13	Average deformation	2.3 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>4.3 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	4646	Long-term deformation from load (formula 16)	1.9 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3020	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.6 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	1.10		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	5110		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3322		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.3 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	590.79
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	2255.12	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	82.04
Reduction factor beta	0.83	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	492.17

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  82.04 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_b$  (Formula 22) 492.17 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhuštění obsypu na 95% PS potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,3 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 2,0 m  
**Zatížení:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 3 m  
**Obsypový materiál:** písek, štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	300
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	2.00	Distance from ground level to ground-water level (m) = 3.00 Hw	
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	335.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	24.64	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.4 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.8 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	24.64	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>so</sub> when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.13	Average deformation	2.2 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<b>4.2 %</b>
Tangent modulus of backfill above ground-water E <sub>so</sub> (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4646	Long-term deformation from load (formula 16)	1.8 %

Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3020	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.4 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	1.20		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	5575		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3624		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 4.2 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	590.79
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	2460.13	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	92.04
Reduction factor beta	0.84	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	495.19

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  92.04 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_t$   
(Formula 22) 495.19 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek a zhutnění obsypu na 95% PS  
potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace  
nepřesáhne hodnotu 4,2 %.**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300

**Krytí nad vrcholem potrubí:** 3,2 m

**Zatížení provozem:** D 400

**Hladina spodní vody:** 2,5 m pod úrovní terénu

**Obsypový materiál:** štěrkopísek, lomová drť 0-16

**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

<b>Pipe type</b>		<b>Pipe dimension (mm)</b>	335
<b>Soil type</b>	Sand		
<b>Safety class</b>	Normal	<b>Control class</b>	Normal
<b>Partial coefficient - safety class</b>	2.27	<b>Partial coefficient - control class</b>	1.50
<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	Compression class Normal > 95% SP		
<b>Installation type</b>	Normal trench and normal up to high compaction	<b>Installation factor %</b>	1.0 %
<b>Bedding/bedding layer</b>	Normal levelling layer	<b>Bedding factor %</b>	2.00 %
<b>Traffic load</b>	Heavy traffic load	<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	0.00
<b>Soil cover above pipe top (m) = H</b>	3.20	<b>Distance from ground level to ground-water level (m) = H<sub>w</sub></b>	2.50
<b>Relative density - below ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	10.00	<b>Relative density - above ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	20.00
<b>Calculated diameter of pipe (mm)</b>	335.00	<b>Pipe ring stiffness</b>	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

<b>Average stress from traffic load (q<sub>tm</sub>) kN/m<sup>2</sup></b>	17.38	<b>Short-term deformation from variable load (traffic)</b>	0.3 %
<b>Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)</b>	1.00	<b>Short-term deformation from permanent load (soil)</b>	1.3 %
<b>Characteristic traffic load q<sub>tk</sub> kN/m<sup>2</sup> (Formula 9)</b>	17.38	<b>Deformation from installation (Table 2.9)</b>	1.0 %
<b>Additional soil cover for determination of</b>	0.87	<b>Average deformation</b>	2.6 %

soil modulus  $E_{td}$  when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)

delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>4.6 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	5673	Long-term deformation from load (formula 16)	2.4 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3688	Long-term max. deformation (Formula 15)	6.2 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.91		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	5177		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3365		

Short-term maximum deformation (Page 42) 4.6 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK

#### **Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	623.66
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	2284.58	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	88.17
Reduction factor beta	0.81	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	506.93

Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  88.17 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_b$  (Formula 22) 506.93 - OK

Při dodržení zadávacích podmínek potrubí  
vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,6 %.

SN 10, DN 300

## Zadávací podmínky

Použité potrubí: **SN 10, DN 300**

Krytí nad vrcholem potrubí: 3,6 m

Zatížení provozem: D 400

Hladina spodní vody: 1,6 m pod úrovní terénu

Obsypový materiál: štěrkopísek, lomová drť 0-16

Stupeň zhutnění obsypu: 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	335
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Normal > 95% SP		
Installation type	Normal trench and normal up to high compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Normal levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	3.60	Distance from ground level to ground-water level (m) = H <sub>w</sub>	1.60
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	335.00	Pipe ring stiffness	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	14.96	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.3 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	1.6 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	14.96	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus E <sub>td</sub> when influenced by	0.75	Average deformation	2.9 %

heavy road traffic load (Table 2.8)

delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>4.9 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	5990	Long-term deformation from load (formula 16)	2.8 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	3893	Long-term max. deformation (Formula 15)	6.8 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-modull (formula 13)	0.78		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	4659		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3028		

Short-term maximum deformation (Page 42) 4.9 % < 9.0 % ( Pipe material: PP) - OK

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	591.63
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	2055.89	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	93.02
Reduction factor beta	0.80	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	471.57

Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  93.02 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_{sk}$  (Formula 22) 471.57 - OK

Print

Při dodržení zadávacích podmínek potrubí SN 10, DN 300 vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 4,9 %.

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 10, DN 300

**Krytí nad vrcholem potrubí:** 3,6 m

**Zatížení provozem:** D 400

**Hladina spodní vody:** 1,6 m pod úrovní terénu

**Obsypový materiál:** štěrkopísek, lomová drť 0-16

**Stupeň zhutnění obsypu:** 90 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

<b>Pipe type</b>		<b>Pipe dimension (mm)</b>	335
<b>Soil type</b>	Sand		
<b>Safety class</b>	Normal	<b>Control class</b>	Normal
<b>Partial coefficient - safety class</b>	2.27	<b>Partial coefficient - control class</b>	1.50
<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	Compression class Low > 90% SP		
<b>Installation type</b>	Normal trench and no compaction	<b>Installation factor %</b>	3.0 %
<b>Bedding/bedding layer</b>	Smoothly levelled and surface loose levelling layer	<b>Bedding factor %</b>	2.00 %
<b>Traffic load</b>	Heavy traffic load	<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	0.00
<b>Soil cover above pipe top (m) = H</b>	3.60	<b>Distance from ground level to ground-water level (m) = Hw</b>	1.60
<b>Relative density - below ground-water level (kN/m³)</b>	10.00	<b>Relative density - above ground-water level (kN/m³)</b>	20.00
<b>Calculated diameter of pipe (mm)</b>	335.00	<b>Pipe ring stiffness</b>	10.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

<b>Average stress from traffic load (qtm) kN/m²</b>	14.96	<b>Short-term deformation from variable load (traffic)</b>	0.4 %
<b>Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)</b>	1.00	<b>Short-term deformation from permanent load (soil)</b>	2.0 %
<b>Characteristic traffic load qtk kN/m² (Formula 9)</b>	14.96	<b>Deformation from installation (Table 2.9)</b>	3.0 %
<b>Additional soil cover for determination of</b>	0.75	<b>Average deformation</b>	5.4 %

soil modulus  $E_{sd}$  when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)

delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>7.4 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{bd}$ (Formula 11) - kN/m <sup>2</sup>	4614	Long-term deformation from load (formula 16)	3.6 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - kN/m <sup>2</sup>	2768	Long-term max. deformation (Formula 15)	9.8 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.78		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{bd}$ (Formula 11 x Formula 13) - kN/m <sup>2</sup>	3589		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - kN/m <sup>2</sup>	2153		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 7.4 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

**Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness (kN/m <sup>2</sup> )	5.33	Calculated max. buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	519.26
Calculated tangent modulus (kN/m <sup>2</sup> )	1583.71	Design load (kN/m <sup>2</sup> )	93.02
Reduction factor beta	0.71	Design buckling pressure (kN/m <sup>2</sup> )	367.12

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20) kN/m<sup>2</sup> 93.02 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_k$  (Formula 22) 367.12 - OK**

Print

**Při dodržení zadávacích podmínek potrubí vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 7,4 %.**

**SN 10, DN 300**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 16, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 0,8 m  
**Zatížení provozem:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 0,7 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** štěrkopísek, lomová prosívka 0-8 mm  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 95 %PS

### Result

**Calculation OK**

### Given values

<b>Pipe type</b>	sewer system	<b>Pipe dimension (mm)</b>	335
<b>Soil type</b>	Sand		
<b>Safety class</b>	Normal	<b>Control class</b>	Normal
<b>Partial coefficient - safety class</b>	2.27	<b>Partial coefficient - control class</b>	1.50
<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	Compression class High > 95% SP		
<b>Installation type</b>	Normal trench and normal up to high compaction	<b>Installation factor %</b>	1.0 %
<b>Bedding/bedding layer</b>	Smoothly levelled and surface loosend levelling layer	<b>Bedding factor %</b>	1.00 %
<b>Traffic load</b>	Heavy traffic load	<b>Max. negative pressure in pipe (kPa)</b>	0.00
<b>Soil cover above pipe top (m) = H</b>	0.80	<b>Distance from ground level to ground-water level (m) = H<sub>w</sub></b>	0.70
<b>Relative density - below ground-water level (kN/m<sup>3</sup>)</b>	10.00	<b>Relative density - above ground-water level {kN/m<sup>3</sup>}</b>	20.00
<b>Calculated diameter of pipe (mm)</b>	335.00	<b>Pipe ring stiffness</b>	16.00
<b>Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state</b>			
<b>Average stress from traffic load (q<sub>tm</sub>)</b>	61.93	<b>Short-term deformation</b>	1.4 %

$\text{kN/m}^2$		from variable load (traffic)	
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	0.4 %
Characteristic traffic load $q_{tk}$ $\text{kN/m}^2$ (Formula 9)	61.93	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %
Additional soil cover for determination of soil modulus $E_{sd}$ when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	1.54	Average deformation	2.7 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>3.7 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	4446	Long-term deformation from load (formula 16)	2.6 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	2890	Long-term max. deformation (Formula 15)	5.5 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.95		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	4223		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	2745		

**Short-term maximum deformation (Page 42) 3.7 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK**

#### **Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	563.30
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	1863.74	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	98.09
Reduction factor beta	0.84	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	470.66

**Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  98.09 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta \times q_{d0}$  (Formula 22) 470.66 - OK**

**Při dodržení zadávacích podmínek potrubí vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 3,7%.**

**SN 16, DN 300**

## Zadávací podmínky

**Použité potrubí:** SN 16, DN 300  
**Krytí nad vrcholem potrubí:** 3,6 m  
**Zatížení provozem:** D 400  
**Hladina spodní vody:** 1,6 m pod úrovní terénu  
**Obsypový materiál:** štěrkopísek, lomová drť 0-16  
**Stupeň zhutnění obsypu:** 90 %PS

### Result

## Calculation OK

### Given values

Pipe type		Pipe dimension (mm)	335
Soil type	Sand		
Safety class	Normal	Control class	Normal
Partial coefficient - safety class	2.27	Partial coefficient - control class	1.50
Max. negative pressure in pipe (kPa)	Compression class Low > 90% SP		
Installation type	Normal trench and no compaction	Installation factor %	1.0 %
Bedding/bedding layer	Smoothly levelled and surface loosend levelling layer	Bedding factor %	2.00 %
Traffic load	Heavy traffic load	Max. negative pressure in pipe (kPa)	0.00
Soil cover above pipe top (m) = H	3.60	Distance from ground level to ground-water level (m) = Hw	1.60
Relative density - below ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	10.00	Relative density - above ground-water level (kN/m <sup>3</sup> )	20.00
Calculated diameter of pipe (mm)	335.00	Pipe ring stiffness	16.00

### Load combination 1.1 Deformation calculation serviceability limit state

Average stress from traffic load (q <sub>tm</sub> ) kN/m <sup>2</sup>	14.96	Short-term deformation from variable load (traffic)	0.4 %
Load factor C regarding the stiffness ratio of pipe to backfilling material (applied)	1.00	Short-term deformation from permanent load (soil)	2.0 %
Characteristic traffic load q <sub>tk</sub> kN/m <sup>2</sup> (Formula 9)	14.96	Deformation from installation (Table 2.9)	1.0 %

Additional soil cover for determination of soil modulus $E_{td}$ when influenced by heavy road traffic load (Table 2.8)	0.75	Average deformation	3.4 %
delta H factor dependent on type of road traffic load	1.0	Short-term maximum deformation (Page 42)	<u>5.4 %</u>
Tangent modulus of backfill above ground-water $E_{td}$ (Formula 11) - $\text{kN/m}^2$	4614	Long-term deformation from load (formula 16)	3.6 %
Secant modulus of backfill above ground-water $E_{sd}$ (Formula 12) - $\text{kN/m}^2$	2768	Long-term max. deformation (Formula 15)	7.8 %
Reduction factor for ground-water influence on soil E-moduli (formula 13)	0.78		
Tangent modulus of backfill below ground-water $E_{td}$ (Formula 11 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	3589		
Secant modulus of backfill below ground-water $E_{sd}$ (Formula 12 x Formula 13) - $\text{kN/m}^2$	2153		

Short-term maximum deformation (Page 42) 5.4 % < 9.0 % ( Pipematerial: PP) - OK

#### **Load deformation 2.1 Deformation calculation ultimate limit state**

Calculated ring stiffness ( $\text{kN/m}^2$ )	5.33	Calculated max. buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	519.26
Calculated tangent modulus ( $\text{kN/m}^2$ )	1583.71	Design load ( $\text{kN/m}^2$ )	93.02
Reduction factor beta	0.77	Design buckling pressure ( $\text{kN/m}^2$ )	398.27

Buckling load combination 2.1 -  $q_d$  (Formula 20)  $\text{kN/m}^2$  93.02 < Buckling load combination 2.1 -  $\beta x q_b$  (Formula 22) 398.27 - OK

Při dodržení zadávacích podmínek potrubí  
vyhoví a jeho deformace nepřesáhne hodnotu 5,4 %.

**SN 16, DN 300**

# LITINOVÉ POTRUBÍ

## DN150, DN100

## Podklady pro projektanty

### Mechanické vlastnosti potrubí

Pevnost v tahu R <sub>m</sub>		min. 420 Mpa
Plastická únosnost R <sub>p0,2</sub>		min 300 Mpa
Pevnost v tahu za ohybu		min 420 MPa
Vrcholová pevnost v tlaku		min 550 MPa
Modul pružnosti E		170 000 MPa
Možný odklon od podélné osy	DN 100 - 400	6°
	DN 500 - 600	3°
	DN 700	2°

### Základní vlastnosti polyuretanové vrstvy

Tloušťka vnitřní vrstvy	DN 80 - 150	1.3 mm
	DN 200 - 700	1.3 mm
	DN 100 - 700	1.5 mm
	DN 100 - 700	1.5 mm
Tloušťka vnější vrstvy		0.9 mm
Teplotní odolnost		90° C dlouhodobě
Rázová odolnost		15 Nm
Pevnost PUR vrstvy v tahu		25 MPa
Povrchová drsnost "K"		0.01 mm
Chemická odolnost	vodní roztok anorganických kyselin a solí	pH 1 - 14
Přilnavost PUR na litinu	pískovaná SA 2 1/2	min. 12 MPa
Dielektrická pevnost PUR		200 - 240 kV/cm
Zkouška ostřikem slanou vodou	po 1000 hod.	bez viditelného poškození
Abrazivní odolnost dle DIN 52108 (ztráta objemu v cm <sup>3</sup> po 16 cyklech)		1,8
Požárně technické vlastnosti	Hořlavost	tř. A - nehořlavý dle DIN 4102
	Vývin dýmu	st. 3 - slabý vývin dle SIA 183

### Maximální průhyb potrubí

Potrubí třídy K9, vzdálenost podpor 6,0 m, zatěžovací síla působí ve středu potrubí.

Jmenovitý průměr	Ohybový moment	Zatížení	Průhyb
DN	dle EN 545	F	d
mm	kNm	kN	m
80	8	5.33	0.081
100	11.8	7.87	0.067
125	17.9	11.93	0.054
150	25.2	16.8	0.045
200	44.4	29.6	0.034

## Povolené tlaky

### Tlaky dle normy EN545 2002 pro hrdlové potrubí a tvarovky

DN	Potrubí třídy K9			Potrubí třídy K10		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
40	85	102	107	85	102	107
50	85	102	107	85	102	107
65	85	102	107	85	102	107
80	85	102	107	85	102	107
100	85	102	107	85	102	107
125	85	102	107	85	102	107
150	79	95	100	85	102	107
200	62	74	79	71	85	90
250	54	65	70	61	73	78
300	49	59	64	56	67	72
350	45	54	59	51	61	66
400	42	51	56	48	58	63
500	38	46	51	44	53	58
600	36	43	48	41	49	54
700	34	41	46	38	46	51

#### PFA:

Povolený provozní tlak.

Nejvyšší hydrostatický tlak, který může potrubí zvládnout v opakovaných cyklech.

#### PMA:

Nejvyšší povolený tlak.

Nejvyšší dočasný hydrostatický tlak, zahrnující rázy, který může potrubí zvládnout v opakovaných cyklech.

#### PEA:

Testovací tlak.

Nejvyšší hydrostatický tlak, který může nově nainstalované potrubí krátkodobě zvládnout při testech kompletace a těsnosti potrubí.

### Povolené tlaky pro zámkové spoje

DN	vnitřní zámký		vnější zámkové spoje		
	Fig. 2807	Fig. 2504-1 (Tyton SIT)	Fig. 2806	Fig. 2805	Fig. 2506
	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA
80	25	16*	63**		
100	25	16*	63**		
125	25	16*	63**		
150	25	16*	63**		
200	25	16*	63**		
250	16	10	40		
300	16	10	40		
350	16		25		
400	16	10	16	16	16
500	16		10	16	na poptávku
600	10		10	16	na poptávku
700	-		-	16	na poptávku

\* pro potrubí ecopur 10barů

\*\*pro tlaky >40 barů, musí být použito potrubí třídy K10 nebo vyšší