

Investitor: Komrad d.o.o. Slatina

4. STATIČKI PRORAČUN

- 4.1. Deformacija PVC cijevi
- 4.2. Kontrola nosivosti armirano betonskog okna precrpne stanice

PROJEKTANT:

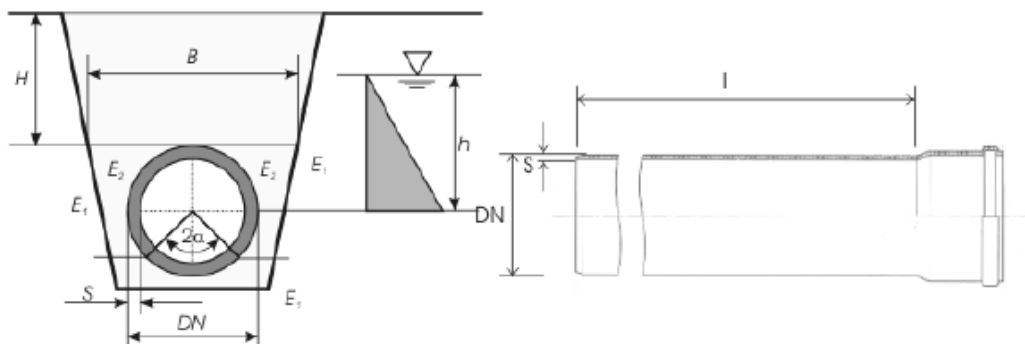
Ana Moržan, dipl.ing.građ.



Osijek, lipanj 2011.g.

4.1. DEFORMACIJA PVC CIJEVI

DN 315 mm (SN 4 SDR 41)



Proračun deformacije prstena cijevi po Spanglerovoj metodi za PVC
glatke kanalizacione cijevi s naglavkom i brtvom po EN 1401, ISO 9969

Podaci o cjevima

Promjer	DN	315 mm
Kružna čvrstoća	SN	SN 2 SDR 51 kN/m ²
Modul elastičnosti	Et	300000 kN/m ²

Tipologija iskopa

Dubina do tjemena cijevi	H	1,10 m
Širina rova u visini tjemena cijevi	B	0,79 m
Tipologija terena	E1	Glina plastična
Tipologija bočnog zasipa oko cijevi	E2	Pijesak suhi
Specifična težina bočnog zasipa	γ_t	15,00 kN/m ³
Unutarnji kut trenja (E1)	φ	20,00 °
Koeficijent trenja	μ	0,36 °
Kut nosivosti	2α	60 °
Vrsta sabijanja po Proctoru		Srednje (85-94%)
Nivo podzemne vode	h	0,00 m

Određivanje opterećenja

Tipologija prometa		HT60 (100.0 kN)
Hidrostatsko opterećenje	Q _{idr}	0,00 kN/m ²
Koeficijent aktivnog pritiska	Ka	0,49
Koeficijent statičkog opterećenja	χ	1,10
Statičko opterećenje	Q _{st}	5,20 kN/m ²
Koeficijent dinamičnosti	ω	1,27
Koeficijent deformacije obloge	F	1,50
Dinamički pritisak	σ_z	47,80 kN/m ²
Dinamičko opterećenje	Q _d	19,16 kN/m ²
Ukupno opterećenje	Q	24,36 kN/m ²

Zaključak

Apsolutna deformacija	Δd	8,50 mm
Relativna deformacija	δ	2,70 %

Zadovoljava PVC glatka kanalizaciona cijev DN 315.0 mm; SN 2 SDR 51

DN 250 mm (SN 4 SDR 41)

Podaci o cijevima

Promjer	DN	250 mm
Kružna čvrstoća	SN	SN 2 SDR 51 kN/m ²
Modul elastičnosti	Et	300000 kN/m ²

Tipologija iskopa

Dubina do tjemena cijevi	H	1,00 m
Širina rova u visini tjemena cijevi	B	0,63 m
Tipologija terena	E1	Glina plastična
Tipologija bočnog zasipa oko cijevi	E2	Pjesak suhi
Specifična težina bočnog zasipa	γ_t	15,00 kN/m ³
Unutarnji kut trenja (E1)	φ	20,00 °
Koeficijent trenja	μ	0,36 °
Kut nosivosti	2α	60 °
Vrsta sabijanja po Proctoru		Srednje (85-94%)
Nivo podzemne vode	h	0,00 m

Određivanje opterećenja

Tipologija prometa		HT60 (100.0 kN)
Hidrostatsko opterećenje	Q _{dr}	0,00 kN/m ²
Koeficijent aktivnog pritiska	Ka	0,49
Koeficijent statičkog opterećenja	χ	1,21
Statičko opterećenje	Q _{st}	3,75 kN/m ²
Koeficijent dinamičnosti	ω	1,30
Koeficijent deformacije obloge	F	1,50
Dinamički pritisak	σ_z	52,81 kN/m ²
Dinamičko opterećenje	Q _d	17,16 kN/m ²
Ukupno opterećenje	Q	20,91 kN/m ²

Zaključak

Apsolutna deformacija	Δd	7,29 mm
Relativna deformacija	δ	2,92 %

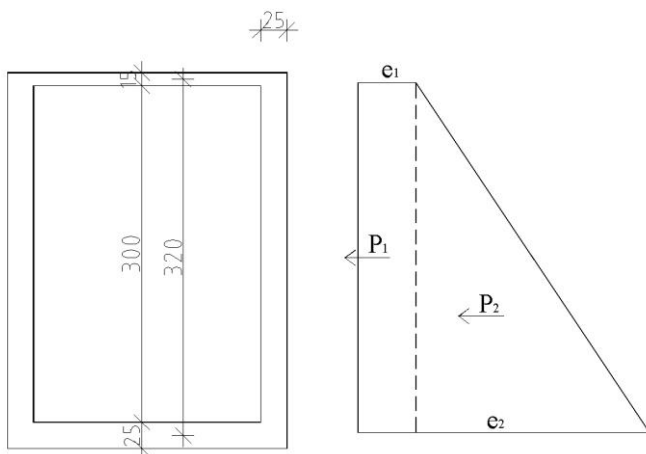
Zadovoljava PVC glatka kanalizacijska cijev DN 250.0 mm; SN 2 SDR 51

Napomena: Proračun deformacija zadovoljava za PVC cijevi DN 315 i 250 mm klase SN 2 SDR 51 što znači da zadovoljava i za klasu SN 4 SDR 41.

4.2. KONTROLA NOSIVOSTI ARMIRANOBETONSKOG OKNA PRECRPNE STANICE

1. ZID OKNA

Opterećenje od okolnog tla



$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 25^\circ$$

$$P = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$k_1 = \tan^2(45 - \varphi/2) = 0,41$$

$$h' = P / \gamma = 0,5 \text{ m}$$

$$e_1 = k_1 \times \gamma \times h' = 0,41 \times 20 \times 0,5 = 4,10 \text{ kN/m}^2$$

$$e_2 = k_1 \times \gamma \times (h + h') = 0,41 \times 20 \times (3,2 + 0,5) = 30,34 \text{ kN/m}^2$$

C 25/30

RA 400/500

MA 500/560

- opterećenje ravnomjerno raspoređeno po cijeloj ploči:

$$\text{stalno} \quad G = (e_2 - e_1) \times 0,5 = 19,68 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{pokretno} \quad Q = e_1 = 4,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\lambda = l_y / l_x = 4,8 / 2,5 = 1,92$$

Rezne sile

- statički sustav: ploča nosiva u dva okomita smjera
(sa tri strane upeta i odozgo slobodno oslonjena)

- maksimalni momenti u polju:

$$l_x = 2,5 \text{ m} \quad l_y = 3,2 \text{ m}$$

$$\lambda = l_y / l_x = 4,8 / 2,5 = 1,92$$

$$\begin{aligned} M_{sd,p^x} &= (1,35 \times (G / \varphi_{3x}) + 1,5 \times ((Q/2) / \varphi_{3x})) + 1,5 \times ((Q/2) / \varphi_{1x}) \times l_x^2 = \\ &= (1,35 \times (19,68 / 27,73) + 1,5 \times ((4,1/2) / 27,73) + 1,5 \times ((4,1/2) / 11,82)) \times 2,5^2 = \\ &= 8,25 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{sd,p}^y &= (1,35 \times (G/\phi_{3y}) + 1,5 \times ((Q/2)/\phi_{3y}) + 1,5 \times ((Q/2)/\phi_{1y})) \times l_y^2 \\ &= (1,35 \times (19,68/298) + 1,5 \times ((4,1/2)/298) + 1,5 \times ((4,1/2)/109,14)) \times 4,34^2 \\ &= 2,40 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- momenti nad osloncima:

$$\begin{aligned} M_{sd,o}^x &= -2 \times M_{sd,p}^x = -2 \times 8,25 = -16,50 \text{ kNm} \\ M_{sd,o}^y &= -1,78 \times M_{sd,p}^y = -1,78 \times 2,85 = -5,07 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dimenzioniranje

- računске čvrstoće:

$$\begin{aligned} f_{cd} &= f_{ck} / \gamma_c = 25 / 1,5 = 16,67 \text{ N/mm}^2 = 1,67 \text{ kN/cm}^2 \\ f_{yd} &= f_{yk} / \gamma_s = 400 / 1,15 = 347,83 \text{ N/mm}^2 = 34,78 \text{ kN/cm}^2 \end{aligned}$$

-dimenzioniramo na maksimalni moment nad osloncem:

$$\mu_{sd} = M_{sd,o}^x / (b \times d^2 \times f_{cd}) = 1662 / (100 \times 22^2 \times 1,67) = 0,02 < \mu_{Rd,lim} = 0,332$$

$$A_{s1} = M_{sd,o}^x / (\zeta \times d \times f_{yd}) = 1662 / (0,982 \times 22 \times 34,78) = 2,20 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

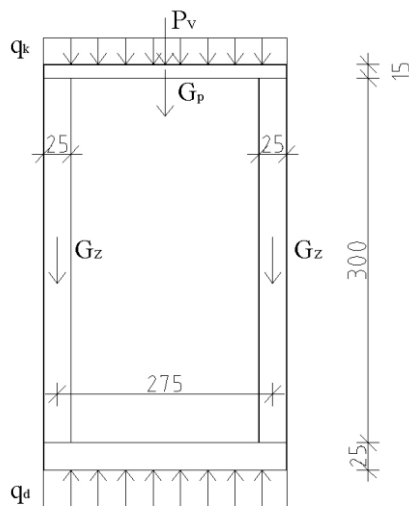
-minimalna površina armature na 100 cm širine:

$$A_{s1,min} = 0,01\% \text{ od } A_c = 0,001 \times 100 \times 25 = 2,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrano: $\phi 8/15\text{cm}$ (3,33 cm²/m') ili Q-257

2. TEMELJNA PLOČA

Opterećenje temeljne ploče



C 25/30
RA 400/500
MA 500/560

Podzemna voda: $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$

- uzgon $q_u = 10 \times 2,0 = 20 \text{ kN/m}^2$
- korisno $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$
- izvanredno $P_v = 50 \text{ kN}$
- težina zida $G_z = (2,75 \text{ m} \times 2 + 2,25 \text{ m} \times 2) \times 25 \times 0,25 \times 4,8 = 300 \text{ kN}$
- težina ploče $G_p = 25 \times 0,15 \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 28,13 \text{ kN}$

$$G = (303,13 / (2,75 \text{ m} \times 2,25 \text{ m}) + 28,13 / (2,75 \text{ m} \times 2,25 \text{ m})) = 53,03 \text{ kN/m}^2$$

$$Q = (50 / (2,75 \text{ m} \times 2,25 \text{ m}) + 20 + 5) = 33,08 \text{ kN/m}^2$$

Rezne sile

- statički sustav: ploča nosiva u dva okomita smjera (sa četiri strane upeta)
- maksimalni momenti u polju:

$$l_x = 2,25 \text{ m} \quad l_y = 2,75 \text{ m}$$
$$\lambda = l_y / l_x = 2,75 / 2,25 = 1,22$$

$$M_{sd,p}^x = (1,35 \times (G / \phi_{6x}) + 1,5 \times ((Q/2) / \phi_{6x}) + 1,5 \times ((Q/2) / \phi_{1x})) \times l_x^2$$
$$= (1,35 \times (53,03 / 40,1) + 1,5 \times ((33,08/2) / 40,1) + 1,5 \times ((33,08/2) / 18,96)) \times 2,25^2$$
$$= 18,82 \text{ kNm}$$

$$M_{sd,p}^y = (1,35 \times (G / \phi_{3y}) + 1,5 \times ((Q/2) / \phi_{3y}) + 1,5 \times ((Q/2) / \phi_{1y})) \times l_y^2$$
$$= (1,35 \times (53,03 / 88,91) + 1,5 \times ((33,08/2) / 88,91) + 1,5 \times ((33,08/2) / 41,99)) \times 2,75^2$$
$$= 12,66 \text{ kNm}$$

- momenti nad osloncima:

$$M_{sd,o}^x = -2,0 \times M_{sd,p}^x = -2,0 \times 18,12 = -37,64 \text{ kNm}$$

$$M_{sd,o}^y = -2,0 \times M_{sd,p}^y = -2,0 \times 12,18 = -25,31 \text{ kNm}$$

Dimenzioniranje

- računske čvrstoće:

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25 / 1,5 = 16,67 \text{ N/mm}^2 = 1,667 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 400 / 1,15 = 347,83 \text{ N/mm}^2 = 34,78 \text{ kN/cm}^2$$

- dimenzioniramo na maksimalni moment nad osloncem:

$$\mu_{sd} = M_{sd,o}^x / (b \times d^2 \times f_{cd}) = 3335 / (100 \times 22^2 \times 1,667) = 0,041 < \mu_{Rd,lim} = 0,332$$

$$A_{s1} = M_{sd,o}^x / (\zeta \times d \times f_{yd}) = 3335 / (0,968 \times 22 \times 34,78) = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

- minimalna površina armature na 100 cm širine:

$$A_{s1,min} = 0,01\% \text{ od } A_c = 0,001 \times 100 \times 25 = 2,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabrano: $\phi 8/10 \text{ cm}$ ($5,03 \text{ cm}^2/\text{m}'$) ili Q-335

Kontrola napona u tlu

- voda $G_{vode} = 10,0 \times 2 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 100 \text{ kN/m}^2$
- korisno $Q_{korisno} = 5,0 \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 37,50 \text{ kN/m}^2$
- izvanredno $P_{vozilo} = 50 \text{ kN}$
- težina zida $G_{zid} = (2,75 \text{ m} \times 2 + 2,25 \text{ m} \times 2) \times 25 \times 0,25 \times 4,85 = 300 \text{ kN}$
- težina ploče $G_{ploča} = 25 \times 0,15 \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 28,13 \text{ kN}$
- težina tem. ploče $G_{tem.ploče} = 25 \times 0,25 \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 46,88 \text{ kN}$

$$\Sigma G = 562,51 \text{ kN/m'}$$

$$\sigma = (536,89 \text{ kN} / 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}) = 75 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop}$$

3. GORNJA PLOČA OKNA

Opterećenje gornje ploče

- vlastita težina: $q_u = 25 \times 0,15 = 3,75 \text{ kN/m}^2$
- pokretno opterećenje: $q_p = 5 \text{ kN/m}^2$

$$q_d = 1,35 \times 3,75 + 1,5 \times 5,0 = 12,56 \text{ kN/m}^2$$

Rezne sile

- statički sustav: prosta greda, $L=2,75 \text{ m}$:

$$M_{sd} = g_d \times L^2 / 8 = 11,87 \text{ kNm/m'}$$

Dimenzioniranje

- računske čvrstoće:

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25 / 1,5 = 16,67 \text{ N/mm}^2 = 1,667 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,8 \text{ N/mm}^2 = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$\mu_{sd} = M_{sd} / (b \times d^2 \times f_{cd}) = 1187 / (100 \times 12^2 \times 1,667) = 0,049 < \mu_{Rd,lim} = 0,332$$

$$A_{s1} = M_{sd} / (\zeta \times d \times f_{yd}) = 1187 / (0,966 \times 12 \times 43,48) = 2,36 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

odabrano: Q-257

PROJEKTANT:

Ana Moržan, dipl.ing.građ.



Osijek, lipanj 2011.g.