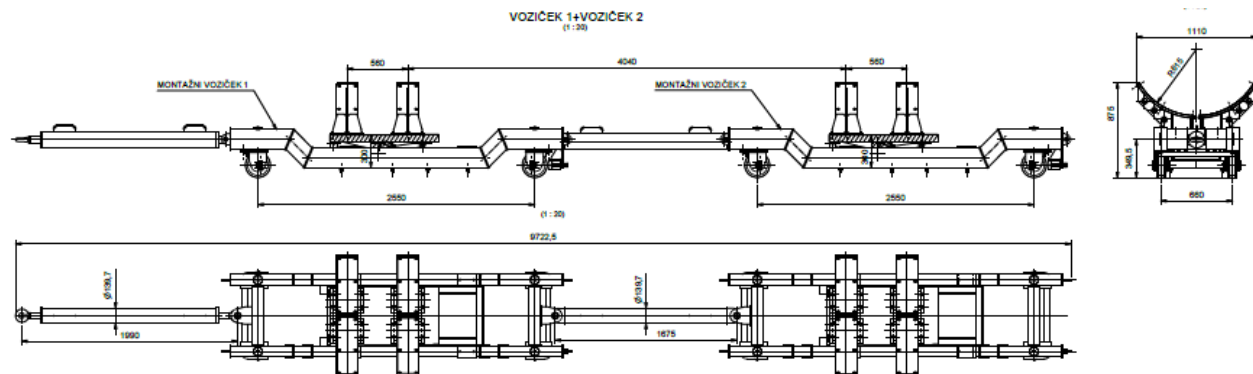


Št. projekta: P-GO-35/22
Št. mape: MPPV--8X/M01



Sprememba:		Opis spremembe:		Datum:		Podpis:	
Investitor: Republika Slovenija Ministrstvo za okolje in prostor Dunajska cesta 48 1000 Ljubljana				Objekt: SANACIJA PREGRADE VOGRŠČEK S PRIPADAJOČIMI OBJEKTI			
Proizvajalec: 				Del objekta: CEVOVOD			
Projektant: 				Vrsta načrta/prikaza: 4. NAČRT S PODROČJA STROJNIŠTVA			
Ime in priimek: (Podpis)		Identifikacijska št.		Vsebina dokumenta/risbe: Transportni vozički STATIČNI IZRAČUN			
Vodja projekta: Martin Cmrekar u.d.i.g.		G-3884					
Pooblaščen inženir: Martin Cmrekar u.d.i.g.		G-3884					
Sodelavec - Pooblaščen inženir:				Vrsta projekta: PID		Št. proj.: P-GO-35/22	
Obdelal: Majda Bonifer				Klasifikacijska oznaka: - - - - -		Stran/Št.strani: 1/18	
Datum izdelave: Februar 2022		Merilo:		Identifikacijska oznaka: M P P V X - - 8 S 0 0 0 8		Rev.:	

Id. oznaka: MPPVX--8S0008
Datoteka: MPPVX--8S0008_Transportni vozički - Statični izračun

Revizija:
Datum: Februar 2022

KAZALO

1.0	UVOD.....	3
2.0	TRANSPORT CEVI ZA TEMELJNI IZPUST Ø1220/8.....	3
2.1	KRATKI ODSEKI	3
2.2	DOLGI ODSEKI	4
3.0	TRANSPORT CEVI ZA NAMAKALNI SISTEM Ø1016/8	6
3.1	KRATKI ODSEKI	6
3.2	DOLGI ODSEKI	7
4.0	VOZIČEK.....	9
4.1	PODVOZJE VOZIČKA	9
4.2	OS KOLESA	10
4.3	DRSNI LEŽAJ.....	11
5.0	TIRNICA	12
5.1	HERTZOVE NAPETOSTI	12
5.2	PRITISK NA BETON	12
6.0	ZAČASNE MONTAŽNE PODPORE.....	13
6.1	CEVI Ø1220/8.....	13
6.2	CEVI Ø1016/8.....	14
7.0	LITERATURA.....	16
8.0	PRILOGE.....	17

1.0 UVOD

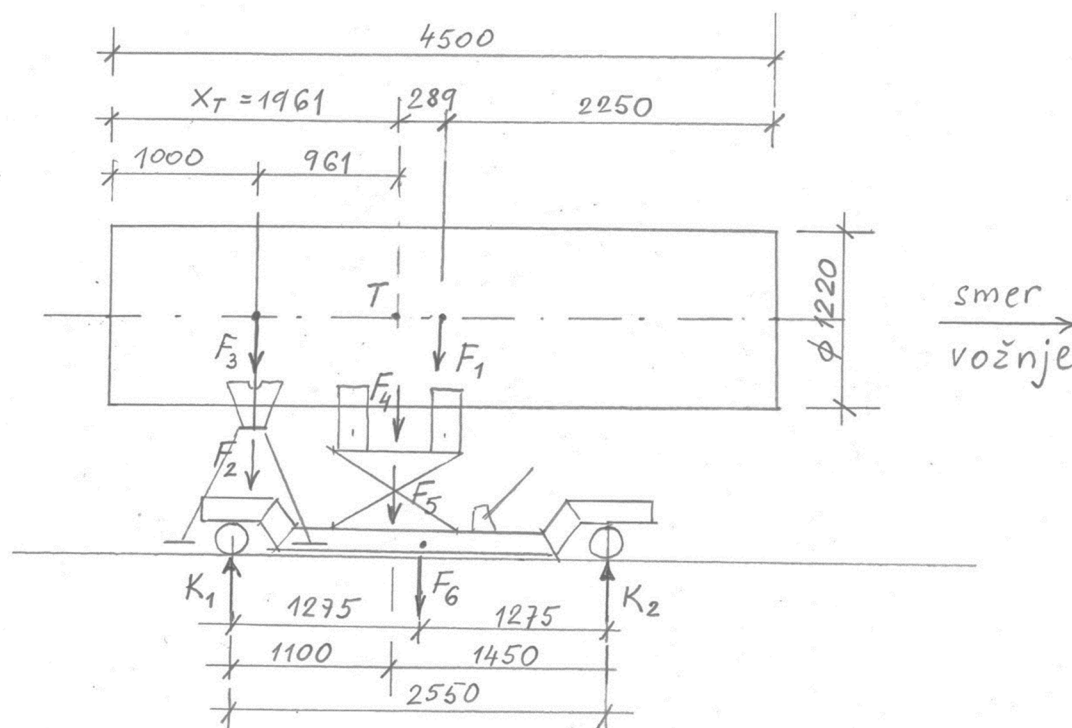
Cevi za temeljni izpust in za namakalni sistem se transportirajo po progi s pomočjo transportnih vozičkov. V zgornjem delu tunela se vozijo krajši odseki cevi dolžine 4,5 m, da jih je možno speljati v ozkem predoru skozi krivino. V spodnjem delu predora pa se vozijo daljši odseki cevi dolžine 9,0 m (glej risbo št. 4.13_MPPVX--7S1027 R1). Na projektirano višino cevovodov se cevi dvigujejo s pomočjo hidravlične dvigalke MESA 2500 kg, glej prilogo 1.

Transportirajo se s pomočjo manjšega traktorja, ki potiska voziček s cevjo na mesto montaže (glej prilogo 2).

2.0 TRANSPORT CEVI ZA TEMELJNI IZPUST Ø1220/8

2.1 KRATKI ODSEKI

Kratki odseki se vozijo na enem vozičku kot je prikazano na Slika 1.



Slika 1

Teže:

$F_1 = \pi \cdot 122 \cdot 0,8 \cdot 0,00785 \cdot 450 = 1083 \text{ daN}$	cevi
$F_2 = 240 \text{ daN}$	podpora
$F_3 = 85 \text{ daN}$	obroč z ojačitvami
$F_4 \cong 80 \text{ daN}$	podstavki
$F_5 = 187 \text{ daN}$	dvigalka
$F_6 = 500 \text{ daN}$	voziček

Položaj težišča cevi s podporo in obročem:

$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (X_T - 1000) = F_1 \cdot 1250$$

$$X_T = \frac{F_1 \cdot 1250 + (F_1 + F_2 + F_3) \cdot 1000}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{1083 \cdot 1250 + 1408 \cdot 1000}{1408} = 1961 \text{ mm}$$

Sile na kolesa vozička:

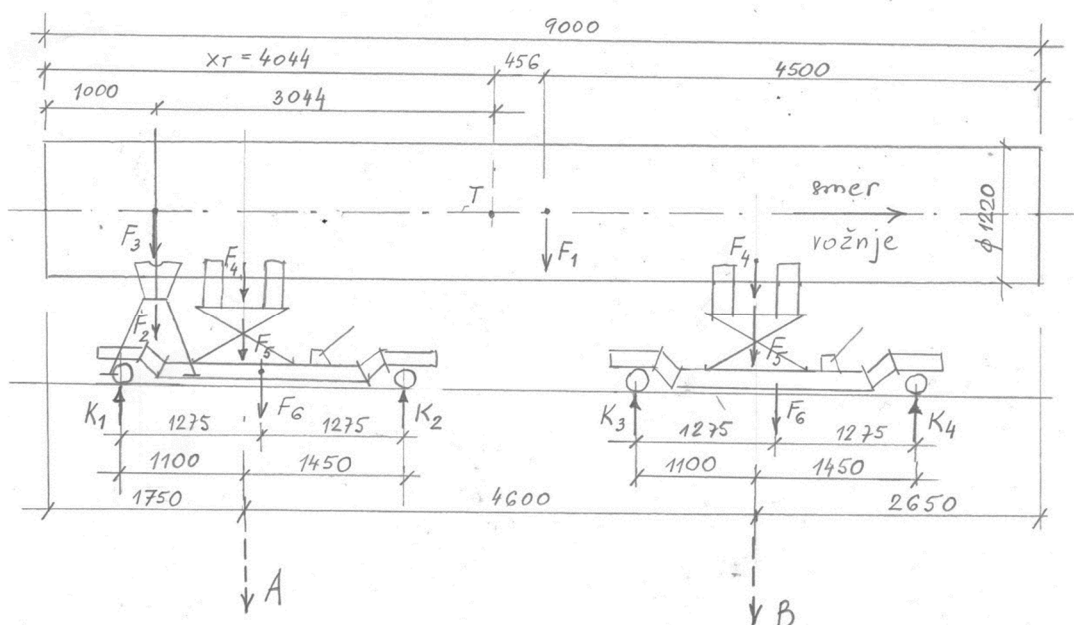
$$(F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5) \cdot 1450 + F_6 \cdot 1275 = 2 \cdot K_1 \cdot 2550$$

$$K_1 = \frac{(1083 + 240 + 85 + 80 + 187) \cdot 1450 + 500 \cdot 1275}{2 \cdot 2550} = 601 \text{ daN}$$

$$K_2 = \frac{\sum F_i - 2 \cdot K_1}{2} = \frac{1083 + 240 + 85 + 80 + 187 + 500 - 2 \cdot 601}{2} = 487 \text{ kN}$$

2.2 DOLGI ODSEKI

Dolgi odseki se vozijo na dveh vozičkih kot je prikazano na Slika 2.



Slika 2

Teže:

$F_1 = \pi \cdot 122 \cdot 0,8 \cdot 0,00785 \cdot 900 = 2170 \text{ daN}$	ceva
$F_2 = 240 \text{ daN}$	podpora
$F_3 = 85 \text{ daN}$	obroč z ojačitvami
$F_4 \cong 80 \text{ daN}$	podstavki/1 voziček
$F_5 = 187 \text{ daN}$	dvigalka/1 voziček
$F_6 = 500 \text{ daN}$	1 voziček

Položaj težišča cevi s podporo in obročem:

$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (X_T - 1000) = F_1 \cdot 3500$$

$$X_T = \frac{F_1 \cdot 3500 + (F_1 + F_2 + F_3) \cdot 1000}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{2170 \cdot 3500 + 2495 \cdot 1000}{2495} = \mathbf{4044 \text{ mm}}$$

Sile na vozička:

$$A = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot 2306}{4600} = \frac{(2170 + 240 + 85) \cdot 2306}{4600} = 1250 \text{ daN}$$

$$B = F_1 + F_2 + F_3 - A = 2170 + 240 + 85 - 1250 = 1245 \text{ daN}$$

Sile na kolesa vozička:

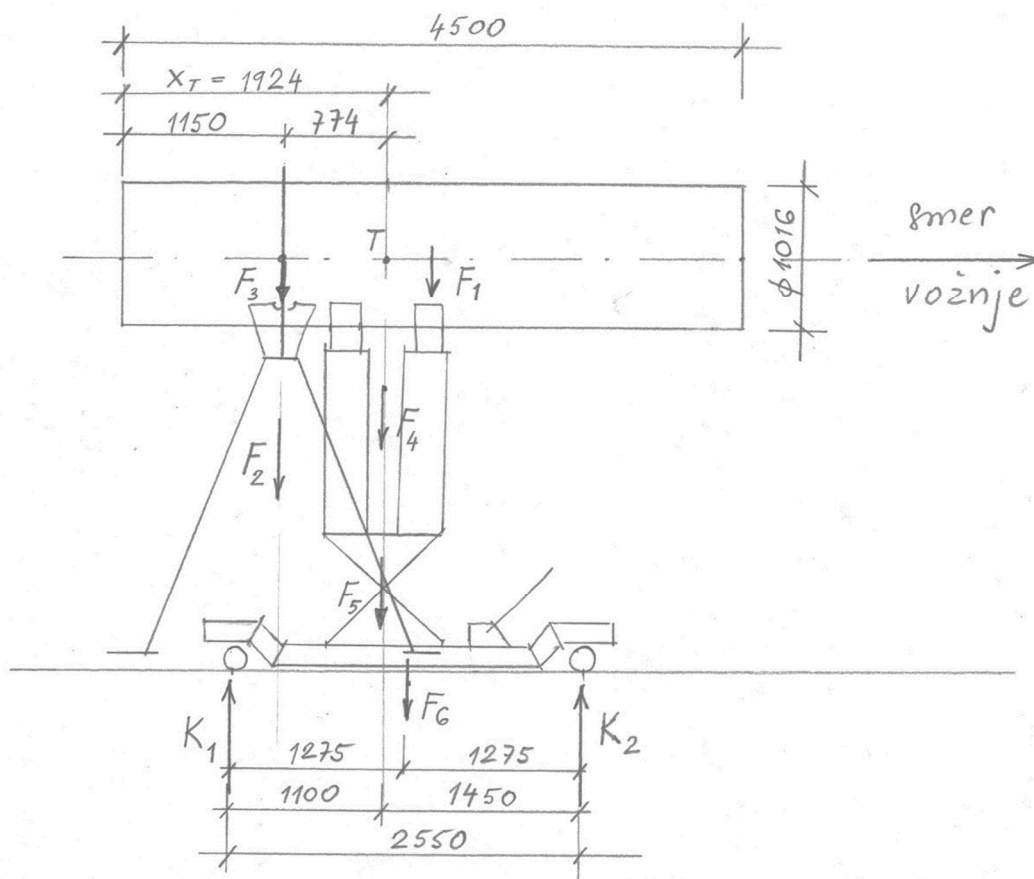
$$K_1 \approx K_3 = \frac{(A + F_4 + F_5) \cdot 1450 + F_6 \cdot 1275}{2 \cdot 2550} = \frac{(1250 + 80 + 187) \cdot 1450 + 500 \cdot 1275}{2 \cdot 2550} = \mathbf{556 \text{ daN}}$$

$$K_2 \approx K_4 = \frac{(A + F_4 + F_5 + F_6) - 2 \cdot K_1}{2} = \frac{1250 + 80 + 187 + 500 - 2 \cdot 556}{2} = \mathbf{453 \text{ daN}}$$

3.0 TRANSPORT CEVI ZA NAMAKALNI SISTEM Ø1016/8

3.1 KRATKI ODSEKI

Kratki odseki se vozijo na enem vozičku kot je prikazano na Slika 3.



Slika 3

Teže:

$F_1 = \pi \cdot 101,6 \cdot 0,8 \cdot 0,00785 \cdot 450 = 902 \text{ daN}$	ceva
$F_2 = 310 \text{ daN}$	podpora
$F_3 = 70 \text{ daN}$	obroč z ojačitvami
$F_4 \approx 120 \text{ daN}$	podstavki
$F_5 = 187 \text{ daN}$	dvigalka
$F_6 = 500 \text{ daN}$	voziček

Položaj težišča cevi s podporo in obročem:

$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (X_T - 1150) = F_1 \cdot 1100$$

$$X_T = \frac{F_1 \cdot 1100 + (F_1 + F_2 + F_3) \cdot 1150}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{902 \cdot 1100 + (902 + 310 + 70) \cdot 1150}{902 + 310 + 70} = 1924 \text{ mm}$$

Sile na kolesa vozička:

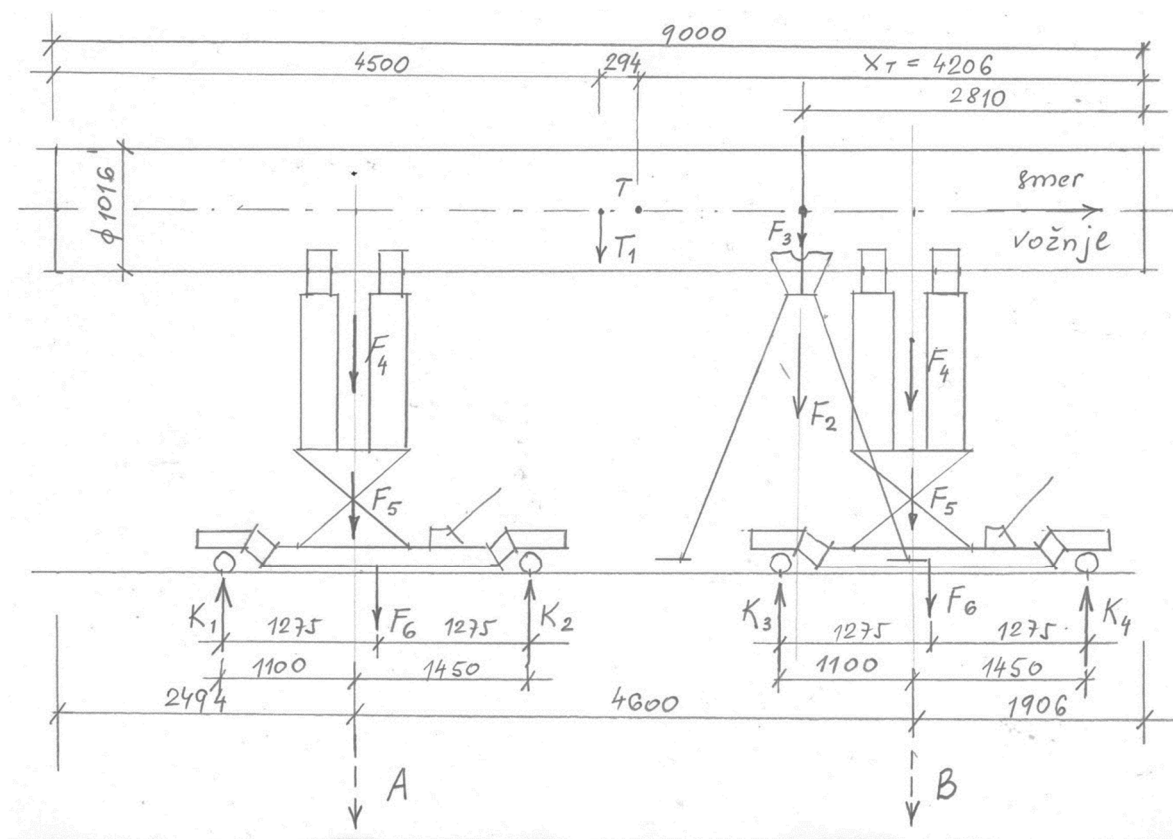
$$(F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5) \cdot 1450 + F_6 \cdot 1275 = 2 \cdot K_1 \cdot 2550$$

$$K_1 = \frac{(902 + 310 + 70 + 120 + 187) \cdot 1450 + 500 \cdot 1275}{2 \cdot 2550} = 577 \text{ daN}$$

$$K_2 = \frac{\sum F_i - 2 \cdot K_1}{2} = \frac{902 + 310 + 70 + 120 + 187 + 500 - 2 \cdot 577}{2} = 468 \text{ kN}$$

3.2 DOLGI ODSEKI

Dolgi odseki se vozijo na dveh vozičkih kot je prikazano na Slika 4.



Slika 4

Teže:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \pi \cdot 101,6 \cdot 0,8 \cdot 0,00785 \cdot 900 = 1804 \text{ daN} && \text{cev} \\
 F_2 &= 310 \text{ daN} && \text{podpora} \\
 F_3 &= 70 \text{ daN} && \text{obroč z ojačitvami} \\
 F_4 &\cong 120 \text{ daN} && \text{podstavki/1 voziček} \\
 F_5 &= 187 \text{ daN} && \text{dvigalka/1 voziček} \\
 F_6 &= 500 \text{ daN} && \text{1 voziček}
 \end{aligned}$$

Položaj težišča cevi s podporo in obročem:

$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot (X_T - 2810) = F_1 \cdot 1690$$

$$X_T = \frac{F_1 \cdot 1690 + (F_1 + F_2 + F_3) \cdot 2810}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{1804 \cdot 1690 + (1804 + 310 + 70) \cdot 2810}{1804 + 310 + 70} = 4206 \text{ mm}$$

Sile na vozička:

$$B = \frac{(F_1 + F_2 + F_3) \cdot 2300}{4600} = \frac{(1804 + 310 + 70) \cdot 2300}{4600} = 1092 \text{ daN}$$

$$A = F_1 + F_2 + F_3 - B = 1804 + 310 + 70 - 1092 = 1092 \text{ daN}$$

Sile na kolesa vozička:

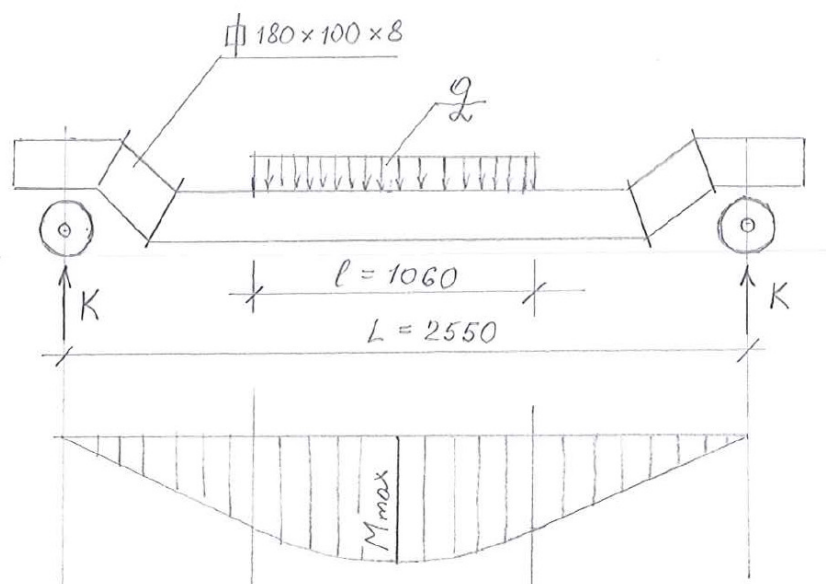
$$K_1 = K_3 = \frac{(B + F_4 + F_5) \cdot 1450 + F_6 \cdot 1275}{2 \cdot 2550} = \frac{(1092 + 120 + 187) \cdot 1450 + 500 \cdot 1275}{2 \cdot 2550} = 523 \text{ daN}$$

$$K_2 = K_4 = \frac{(B + F_4 + F_5 + F_6) - 2 \cdot K_1}{2} = \frac{1092 + 120 + 187 + 500 - 2 \cdot 523}{2} = 427 \text{ daN}$$

4.0 VOZIČEK

4.1 PODVOZJE VOZIČKA

Glavni nosilni element vozička predstavljata 2 škatlasta nosilca 180x100x8 (EN10219-2) iz jekla S235J2.



Slika 5

$$q = \frac{\Sigma F_i}{2 \cdot l} = \frac{21750}{2 \cdot 1060} = 10,26 \text{ N/mm}$$

$$\Sigma F_i = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 = 1083 + 240 + 85 + 80 + 187 + 500 = 2175 \text{ daN}$$

$$K = \frac{\Sigma F_i}{4} = 5440 \text{ N}$$

$$M_{max} = K \cdot \frac{(L - l)}{2} + \frac{q \cdot l^2}{8} = 5440 \cdot \frac{(2550 - 1060)}{2} + \frac{10,26 \cdot 1060^2}{8} = 5,494 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Q_{max} = K = 5440 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} = \frac{5,494 \cdot 10^6}{1,78 \cdot 10^5} = 30,9 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{dop}$$

$$\tau = \frac{Q_{max}}{A_{str}} = \frac{5440}{2 \cdot 180 \cdot 8} = 1,9 \text{ N/mm}^2 \ll \tau_{dop}$$

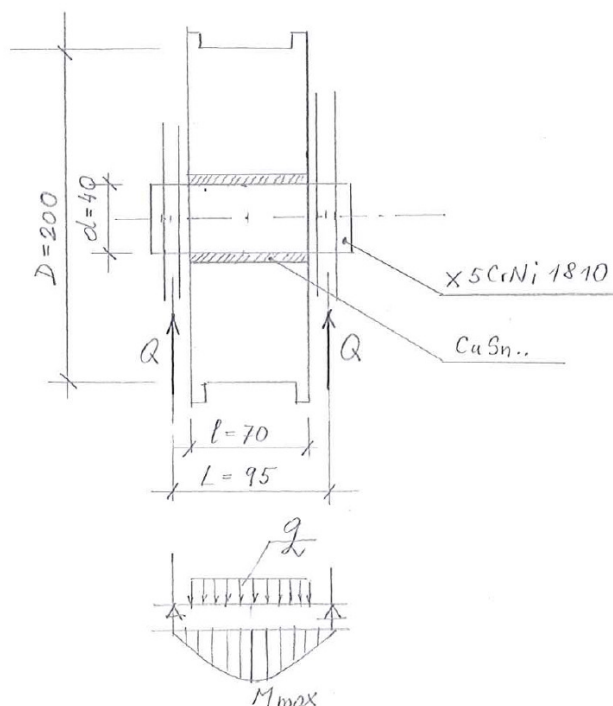
Dopustne napetosti:

$$\sigma_{dop} = \frac{f_y}{\gamma_F \gamma_M} = \frac{235}{1,35 \cdot 1,1} = 158 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{dop} = \frac{\sigma_{dop}}{\sqrt{3}} = 91 \text{ N/mm}^2$$

4.2 OS KOLESA

Izdelana je iz nerjavnega jekla X5CrNi18-10 z mejo plastičnosti $f_y = 190 \text{ N/mm}^2$



Slika 6

$$q = \frac{K_{max}}{l} = \frac{6010}{70} = 85,9 \text{ N/mm}$$

$$K_{max} = K_1 = 601 \text{ daN} \dots\dots\dots \text{glej točko 2.1}$$

$$Q = \frac{K_{max}}{2} = \frac{6010}{2} = 3005 \text{ N}$$

$$M_{max} = Q \cdot \frac{(L-l)}{2} + \frac{q \cdot l^2}{8} = 3005 \cdot \frac{(95-70)}{2} + \frac{85,9 \cdot 70^2}{8} = 9,018 \cdot 10^4 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} = \frac{9,018 \cdot 10^4}{6,283 \cdot 10^3} = 14,4 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{dop}$$

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 40^3}{32} = 6,283 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\tau = 1,33 \cdot \frac{Q}{A} = 1,33 \cdot \frac{3005}{1,257 \cdot 10^3} = 3,2 \text{ N/mm}^2 \ll \tau_{dop}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 40^2}{4} = 1,257 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Dopustne napetosti:

$$\sigma_{dop} = \frac{f_y}{\gamma_F \cdot \gamma_M} = \frac{190}{1,35 \cdot 1,5} = 94 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{dop} = \frac{\sigma_{dop}}{\sqrt{3}} = 54 \text{ N/mm}^2$$

4.3 DRSNI LEŽAJ

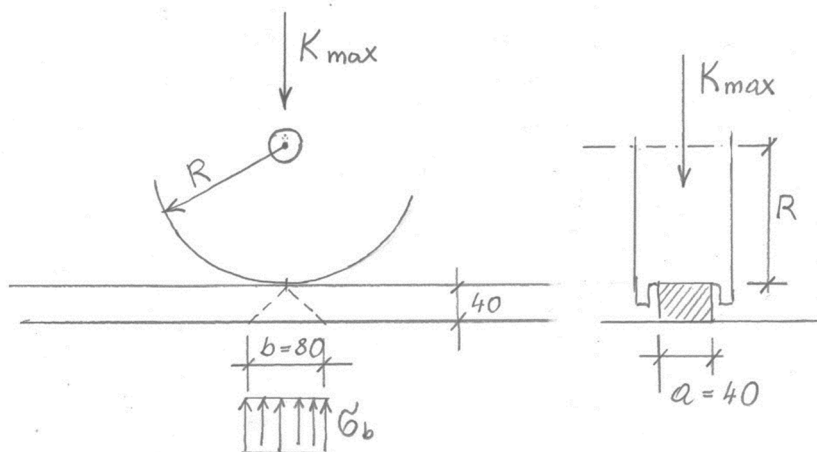
Drsni ležaji so izdelani iz brona (CuSn) z minimalno mejo plastičnosti $f_y = 130 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma = 1,5 \cdot \frac{K_{max}}{d \cdot l} = 1,5 \cdot \frac{6010}{40 \cdot 70} = 3,2 \text{ N/mm}^2 \ll \sigma_{dop}$$

$$\sigma_{dop} = \frac{f_y}{\gamma_F \cdot \gamma_M} = \frac{130}{1,35 \cdot 1,5} = 64 \text{ N/mm}^2$$

5.0 TIRNICA

Maksimalni kolesni pritisk na tirnico znaša $K_{max} = 601 \text{ daN}$. Tirnica je iz kvadratnega jekla 40 x 40 mm kvalitete S235.



Slika 7

5.1 HERTZOVE NAPETOSTI

$$\sigma_h = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{K_{max} \cdot E}{l \cdot R}} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{6010 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{40 \cdot 100}} = 235 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{H,dop}$$

$$l = a = 40 \text{ mm}$$

$$R = 100 \text{ mm}$$

Dopustna Hertzova napetost:

$$\sigma_{H,dop} = 1,6 \cdot f_u = 1,6 \cdot 360 = 576 \text{ N/mm}^2$$

5.2 PRITISK NA BETON

$$\sigma_b = \frac{K_{max}}{a \cdot b} = \frac{6010}{40 \cdot 80} = 1,9 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{b,dop}$$

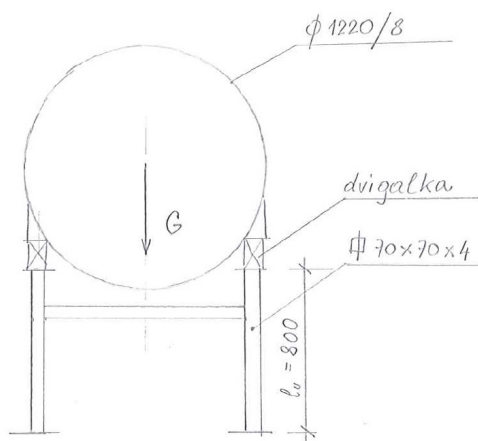
Dopustne napetosti za beton C20/25

$$\sigma_{dop} = \frac{f_{ck}}{\gamma_F} = \frac{20}{1,5} = 13 \text{ N/mm}^2$$

6.0 ZAČASNE MONTAŽNE PODPORE

Pri montaži kratkih odsekov cevi dolžine 4,5 m bo potrebno uporabiti začasne montažne podpore, prikazane na risbi št. 4.16_MPPVX--7S1032. Potem, ko se postavi montažna podpora je potrebno izvesti vsaj 400 mm zvara na zgornji in 400 mm zvara na spodnji strani cevi predno se voziček odpelje.

6.1 CEVI $\phi 1220/8$



Sl. 8

$$G = F_1 + F_2 = 1083 + 240 = 1323 \text{ daN} \rightarrow \mathbf{2000 \text{ daN}}$$

Stabilnost noge na uklon

$$N_d < \frac{\kappa \cdot S \cdot f_y}{\gamma_M}$$

$$\mathbf{13,5 < 174,8 \text{ kN}} \dots\dots\dots \text{pogoj izpolnjen}$$

$$N_d = \gamma_F \cdot \frac{G}{2} = 1,35 \cdot \frac{20}{2} = 13,5 \text{ kN}$$

$$\frac{\kappa \cdot S \cdot f_y}{\gamma_M} = \frac{0,957 \cdot 855 \cdot 235}{1,1} = 1,748 \cdot 10^5 \text{ N} = 174,8 \text{ kN}$$

$$\kappa = \frac{1}{\phi + [\phi^2 - \lambda_p^2]^{0,5}} = \frac{1}{0,571 + [0,571^2 - 0,319^2]^{0,5}} = 0,957$$

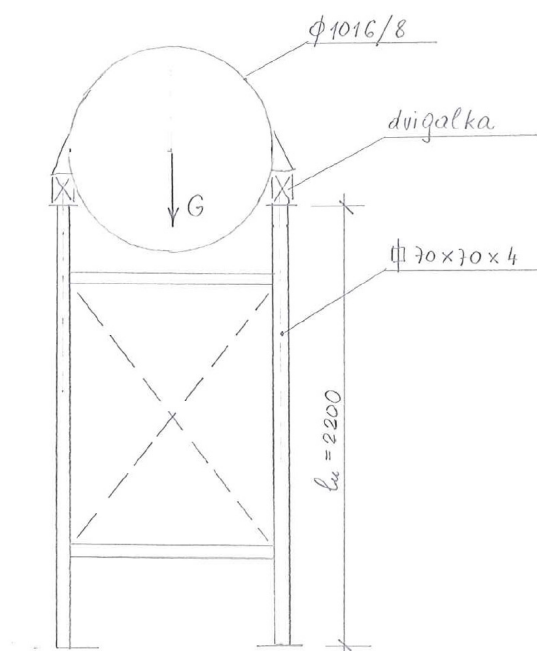
$$\phi = 0,5[1,0 + \alpha(\lambda_p - 0,2) + \lambda_p^2] = 0,5 \cdot [1,0 + 0,34(0,319 - 0,2) + 0,319^2] = 0,571$$

$$\lambda_p = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{30}{93,9} = 0,319$$

$$\lambda = \frac{l_u}{i_z} = \frac{800}{26,7} = 30$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{235}} = 93,9$$

6.2 CEVI $\phi 1016/8$



Sl. 9

$$G = F_1 + F_2 = 902 + 310 = 1212 \text{ daN} \rightarrow \mathbf{2000 \text{ daN}}$$

Stabilnost noge

$$N_d < \frac{\kappa \cdot S \cdot f_y}{\gamma_M}$$

$$\mathbf{13,5 < 123,4 kN}$$

$$N_d = \gamma_F \cdot \frac{G}{2} = 1,35 \cdot \frac{20}{2} = 13,5 \text{ kN}$$

$$\frac{\kappa \cdot S \cdot f_y}{\gamma_M} = \frac{0,675 \cdot 855 \cdot 235}{1,1} = 1,234 \cdot 10^5 \text{ N} = 123,4 \text{ kN}$$

$$\kappa = \frac{1}{\phi + [\phi^2 - \lambda_p^2]^{0,5}} = \frac{1}{1 + [1^2 - 0,877^2]^{0,5}} = 0,675$$

$$\phi = 0,5[1,0 + \alpha(\lambda_p - 0,2) + \lambda_p^2] = 0,5 \cdot [1,0 + 0,34 \cdot (0,877 - 0,2) + 0,877^2] = 1,0$$

$$\lambda_p = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{82,4}{93,9} = 0,877$$

$$\lambda = \frac{l_u}{i_z} = \frac{2200}{26,7} = 82,4$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{235}} = 93,9$$

7.0 LITERATURA

- (1) Strojniški priročnik, B. Kraut, Ljubljana 1987
- (2) Orodje Žabjek – tehnični podatki dvigalke

Izdelal: Satler Borut, univ.dipl.inž.grad.
Ljubič Janez, univ.dipl.inž.str.

Čistopis: Bonifer Majda

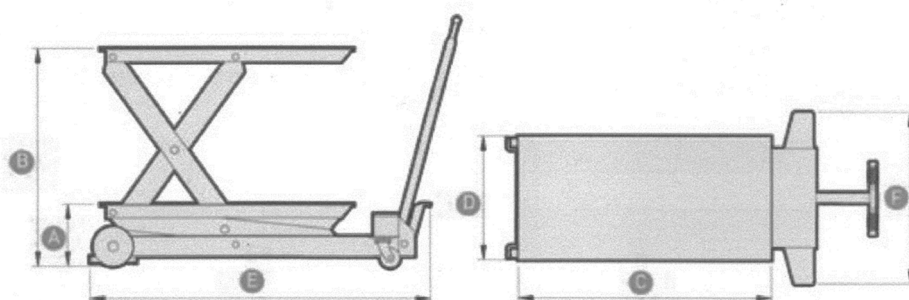
Ljubljana, februar 2022

8.0 PRILOGE

PRILOGA I

Od: Orodje Žabjek <info@orodje-zabjek.si>
Poslano: petek, 12. februar 2021 08:16
Za: janez.ljubic@siol.net
Kp: Jure Židov
Zadeva: ME-2500G
Priloge: MESA_DE_TALLER_DISPLAY_MEGA_04[5] (1).pdf

Spodaj pošiljam dimenzije:



TECHNICAL SHEET

Capacity (kg)	A	B	C	D	E	F	Weight (kg)	References
2500	300	880	1060	540	1440	795	187	ME-2500G

Prilagam še navodila.

Javite če rabite še kakšno pojasnilo.

Lep pozdrav/ Regards/ Mit freundlichen Grüßen

Anže Žabjek
Prodaja / Sales



Žabjek d.o.o
Hudourniška pot 2
1000 Ljubljana
T: +386 1 42 80 120
M: +386 41 416 577
Email: anze.zabjek@orodje-zabjek.si

www.orodje-zabjek.si



PRILOGA II

