


Temat projektu:

**Tymczasowe podparcie zbiorników VT, KV, VTC
na żelbetowych płytach drogowych
Obliczenia statyczne**

Zamawiający:

**Messer Polska Sp. z o. o.
41-503 Chorzów 3
ul. Maciejkowska 30**

Niniejszy projekt został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projektant	inż. Arkadiusz Knora	660/01	04.08.2004	 inż. Arkadiusz Knora Uprawn. budowlana do projektowania Nr ewid. 660/01 - U.W. Katowice Specjalność: konstrukcyjno-budowlana

Spis treści:

1. Dane ogólne	3
1.1. Cel opracowania.....	3
1.2. Założenia do obliczeń.	3
1.2.1. Płyta drogowa.	3
1.2.2. Zbiorniki.	3
1.2.2.1. Typ VTC 10.	3
1.2.2.2. Typ: VT9 / 36 bar.....	4
1.2.2.3. Typ: KV 145.....	4
1.2.3. Normowa tabela obciążeń od pojazdów.	5
2. Normy i przepisy.....	6
3. Obliczenia statyczne.....	7
3.1. Typ VTC 10.	7
3.2. Typ: VT9 / 36 bar.....	9
3.3. Typ: KV 145.	10
4. Wnioski.	13

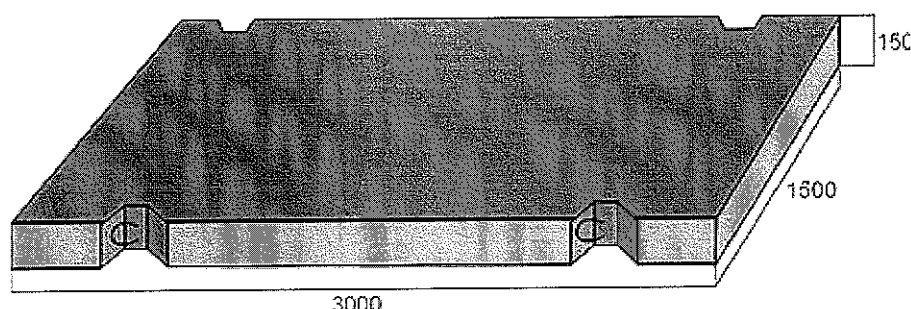
1. Dane ogólne.

1.1. Cel opracowania.

Celem niniejszego opracowania jest sprawdzenie możliwości wykorzystania typowych płyt drogowych o wymiarach 3,0 x 1,5 x 0,15 m jako tymczasowych fundamentów zbiorników.

1.2. Założenia do obliczeń.

1.2.1. Płyta drogowa.



Ze względów technologicznych płyta posiada zbieżność ścianek bocznych ku górze wynosząca 4 mm. W związku z tym wymiar dolnej powierzchni płyty wynosi 3000 x 1500 mm, natomiast górnej powierzchni 2992 x 1492 mm. Grubość płyty wynosi 150 mm.

Płyty drogowe użytkowane są w ciężkich warunkach. Ulegają wielokrotnemu transportowaniu i przekładaniu, układane są na różnych podłożach, narażone są na drgania związane z ruchem kołowym pojazdów.

NAZWA ELEMENTU
Płyta drogowa

CIĘŻAR PŁYTY [kg]
1674

OBJĘTOŚĆ [m³]
0,67

KLASA BETONU
B-20

1.2.2. Zbiorniki.

1.2.2.1. Typ VTC 10.

L.p.	Wielkość	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
1	Odległość skrajnych element. na zbiorniku	L	2 050	mm
2	Całkowita wysokość zbiornika	HT	7 600	mm
3	Średnica zew. zbiornika	ø D	1 800	mm
4	Długość płyty fundamentowej	X		mm
5	Szerokość płyty fundamentowej	Y		mm
6	Maksymalne ciśnienie pracy:	p.	25	bar
7	Pojemność użytkowa:	V _u	9 880	dm ³
8	Pojemność całkowita	V _c	10 400	dm ³
9	Masa pustego zbiornika	m _p	7 040	kg

10	Masa zbiornika z CO ₂	m	17 970	kg
11	Liczba podpór	szt.	4	

* uwzględniona jest 5% objętości na poduszkę gazową

1.2.2.2. Typ: VT9 / 36 bar.

L.p.	Wielkość	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
1	Odległość skrajnych element. na zbiorniku	L		mm
2	Całkowita wysokość zbiornika	HT	7 600	mm
3	Średnica zew. zbiornika	ø D	1800	mm
4	Długość płyty fundamentowej	X		mm
5	Szerokość płyty fundamentowej	Y		mm
6	Maksymalne ciśnienie pracy:	p.	36	bar
7	Pojemność użytkowa:	V _u	8 300	dm ³
8	Pojemność całkowita	V _c	8 700	dm ³
9	Masa pustego zbiornika	m _p	8 700	kg
10	Masa gazów zbiornika z Ar	m	20360	kg
11	Liczba podpór	szt.	4	

* uwzględniona jest 5% objętości na poduszkę gazową

1.2.2.3. Typ: KV 145.

L.p.	Wielkość	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
1	Odległość skrajnych element. na zbiorniku	L	2 400	mm
2	Całkowita wysokość zbiornika	HT	9 905	mm
3	Średnica zew. zbiornika	ø D	1 900	mm
4	Długość płyty fundamentowej	X		mm
5	Szerokość płyty fundamentowej	Y		mm
6	Maksymalne ciśnienie pracy:	p.	19	bar
7	Pojemność użytkowa:	V _u	13 073	dm ³
8	Pojemność całkowita	V _c	13 762	dm ³
9	Masa pustego zbiornika	m _p	7 215	kg
10	Masa zbiornika z argonem*	m	25437	kg
11	Liczba podpór	szt.	3	

* uwzględniona jest 5% objętości na poduszkę gazową

1.2.3. Normowa tabela obciążeń od pojazdów.

Podane poniżej naciski są wartościami charakterystycznymi obciążeń. Do porównania z wynikami obliczeń statycznych należy je przemnożyć przez współczynnik obciążenia równy 1.2.

Lp.	Pojazdy	Ciężar pojazdu		Obciążenie równomierne rozłożone		Nacisk koła pojazdu				Wymiary pojazdów wg rys. 2											
		bez adunku	z adunkiem	bez adunku	z adunkiem	bez adunku		z adunkiem		długość a	szerokość b	rozstaw osi c	zwis przedni d ₁	zwis tylny d ₂	rozstaw kół przednich e ₁	rozstaw kół tylnych e ₂	szerokość docisku koła przedniego f ₁	szerokość docisku koła tylnego f ₂	długość docisku koła g	wysokość h	
						przedniego	tylnego	przedniego	tylnego												
		kN		kN/m²		kN				m											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	Samochody osobowe ¹⁾	12	18	1,8	2,5	3,2	3,3	4,2	4,8	4,7	1,8	2,8	0,9	1,0	1,4	1,4	0,15	0,15	0,20	1,7	
2	Furgonetki	18	28	1,8	3,0	4,2	5,0	6,5	7,5	5,6	2,0	3,2	1,2	1,2	1,5	1,5	0,16	0,16	0,25	2,4	
3	Samochody ciężarowe	lekkie	28	60	3,0	5,0	5,0	9,0	7,5	22,5	6,0	2,2	4,0	0,8	1,2	1,6	1,6	1,19	2'0,19	0,25	2,9
4		średnie	35	80	3,5	7,0	7,0	10,5	12,5	27,5	6,7	2,4	4,0	1,0	1,7	1,8	1,6	0,21	2'0,21	0,30	3,0
5		ciężkie	80	150	5,0	10,0	15,0	25,0	26,0	50,0	8,0	2,6	4,5	1,25	2,25	1,9	1,8	0,28	2'0,28	0,30	3,1
6	terenowe ²⁾	145	265	7,5	15,0	24,5	24,0	32,6	50,0	9,4	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	Autobusy	95	160	4,0	6,0	16,5	31,0	25,0	50,0	10,1	2,5	5,4	1,8	1,9	1,9	1,8	0,30	0,30	0,30	3,5	
8	Ciężarówki	lekkie	15	-	2,5	-	3,0	4,5	-	3,6	1,7	1,9	0,8	0,9	0,7	1,2	0,19	0,19	0,20	2,4	
9		średnie	23	-	3,0	-	4,5	7,0	-	4,35	1,7	2,15	1,1	1,1	1,05	1,3	0,21	2'0,21	0,30	2,9	
10		ciężkie	36	-	4,0	-	7,5	10,5	-	5,1	2,0	3,3	0,8	1,0	1,45	1,55	0,28	2'0,28	0,30	2,9	
11	Przyczepy	lekkie	38	138	2,5	8,5	9,0	10,0	33,0	36,0	6,7	2,5	4,0	1,0	1,7	1,8	1,8	0,21	2'0,21	0,30	2,9
12		średnie	71	227	3,5	11,5	12,5	23,0	39,5	74,0	8,0	2,5	5,0	1,2	1,6	1,8	1,8	0,21	2'0,21	0,30	3,0
13		ciężkie	95	295	4,0	12,0	17,5	2'15	52,5	95,0	12,7	2,5	9,0	1,65	2,05	1,8	1,8	0,28	2'2'0,28	0,60	3,1
14	Wózki jezdne akumulatorowe	17	40	4,0	9,0	3,5	5,0	8,0	12,0	3,3	1,3	1,6	1,0	0,7	0,9	1,0	0,20	0,20	0,20	1,9	

¹⁾ Wartości obciążenia ustalono jak kwantyle 0,95 a wymiary jako kwantyle 0,5 (wartości średnie).

²⁾ trójosiowe.

PRACOWNIA PROJEKTOWA MONOLIT	Temat: Obliczenia statyczne tymczasowego podparcia zbiorników VT, KV, VTC	Opracował:
		inż. Arkadiusz Knora
		Data: sierpień 2004

2. Normy i przepisy.

PN-82/B-02000	Obciążenia budowli Zasady ustalania wartości
PN-82/B-02001	Obciążenia budowli Obciążenia stałe
PN-82/B-02003	Obciążenia budowli Obciążenia zmienne technologiczne Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe
PN-82/B-02004	Obciążenia budowli Obciążenia zmienne technologiczne Obciążenia pojazdami
PN-80/B-02010	Obciążenia w obliczeniach statycznych Obciążenie śniegiem
PN-77/B-02011	Obciążenia w obliczeniach statycznych Obciążenie wiatrem
PN-81/B-03020	Grunty budowlane Posadowienie bezpośrednie budowli Obliczenia statyczne i projektowanie
PN-90/B-03200	Konstrukcje stalowe Obliczenia statyczne i projektowanie
PN-B-03215:1998	Konstrukcje stalowe Połączenia z fundamentami Projektowanie i wykonanie

- strona 6 -

3. Obliczenia statyczne.

Obliczenia statyczne przeprowadzono dla największego zbiornika z każdego typoszeregu jako najniekorzystniejszego przypadku. Pozostałe zbiorniki mają mniejsze wymiary zewnętrzne, a co za tym idzie są lżejsze i mniej narażone na działanie wiatru.

Poniżej obliczono siły działające na pojedynczą podpórę zbiornika i porównano ją do obciążeń drogowych wynikających z ruchu pojazdów.

3.1. Typ VTC 10.

wysokość zbiornika

$$H := 7600mm$$

średnica zbiornika

$$D := 1800mm$$

średnica rozstawu podpór

$$D_p := 2050mm$$

masa pustego zbiornika

$$m_p := 7040kg$$

maksymalna masa zbiornika

$$m_c := 17970kg$$

masa gazu w zbiorniku

$$m_g := m_c - m_p$$

$$m_g = 10.930 \times 10^3 kg$$

współczynniki obciążenia

- dla ciężaru własnego zbiornika

$$\gamma_{fc} := 1.1 \quad \gamma_{fcmin} := 0.9$$

- dla gazu w zbiorniku

$$\gamma_{fg} := 1.2$$

- dla obciążenia wiatrem

$$\gamma_{fw} := 1.3$$

charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru

$$q_k := 250Pa$$

współczynnik ekspozycji

$$C_e := 1$$

współczynnik działania porywów wiatru

$$\beta := 1.8$$

współczynnik aerodynamiczny

$$C_n := 1.3$$

$$\lambda := \frac{2 \cdot H}{D}$$

$$k := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \frac{1}{\lambda} \leq \frac{1}{90} \\ 0.26 - 0.38 \cdot \log\left(\frac{1}{\lambda}\right) & \text{if } \frac{1}{90} < \frac{1}{\lambda} \leq \frac{1}{8} \\ 0.6 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$k = 0.612$$

$$C_x := k \cdot C_n$$

$$C_x = 0.796$$

obliczeniowe obciążenie wiatrem

$$P_{Wo} := q_k \cdot C_e \cdot C_x \cdot H \cdot D \cdot \gamma_{fw}$$

$$P_{Wo} = 3.538 \text{ kN}$$

moment od obciążenia wiatrem

$$M_o := P_{Wo} \cdot \frac{H}{2}$$

$$M_o = 13.444 \text{ kNm}$$

dodatkowa siła pionowa od momentu zginającego

$$V_{Mo} := \frac{M_o}{D_p}$$

$$V_{Mo} = 6.558 \text{ kN}$$

maksymalna i minimalna obliczeniowa reakcja pionowa

$$V_{max} := \frac{m_p \cdot g \cdot \gamma_{fc} + m_g \cdot g \cdot \gamma_{fg}}{4} + V_{Mo}$$

$$V_{max} = 57.700 \text{ kN}$$

$$V_{min} := \frac{m_p \cdot g \cdot \gamma_{fcmin}}{4} - V_{Mo}$$

$$V_{min} = 8.976 \text{ kN}$$

obliczeniowa reakcja pozioma

$$H_{max} := \frac{P_{Wo}}{4}$$

$$H_{max} = 0.884 \text{ kN}$$

3.2. Typ: VT9 / 36 bar.

wysokość zbiornika

$$H := 7600mm$$

średnica zbiornika

$$D := 1800mm$$

średnica rozstawu podpór

$$D_p := 2050mm$$

masa pustego zbiornika

$$m_p := 8700kg$$

maksymalna masa zbiornika

$$m_c := 20360kg$$

masa gazu w zbiorniku

$$m_g := m_c - m_p$$

$$m_g = 11.660 \times 10^3 kg$$

współczynniki obciążenia

- dla ciężaru własnego zbiornika

$$\gamma_{fc} := 1.1 \quad \gamma_{fcmin} := 0.9$$

- dla gazu w zbiorniku

$$\gamma_{fg} := 1.2$$

- dla obciążenia wiatrem

$$\gamma_{fw} := 1.3$$

charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru

$$q_k := 250Pa$$

współczynnik ekspozycji

$$C_e := 1$$

współczynnik działania porywów wiatru

$$\beta := 1.8$$

współczynnik aerodynamiczny

$$C_n := 1.3$$

$$\lambda := \frac{2 \cdot H}{D}$$

$$k := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \frac{1}{\lambda} \leq \frac{1}{90} \\ 0.26 - 0.38 \cdot \log\left(\frac{1}{\lambda}\right) & \text{if } \frac{1}{90} < \frac{1}{\lambda} \leq \frac{1}{8} \\ 0.6 & \text{otherwise} \end{cases}$$
$$k = 0.612$$

$$C_x := k \cdot C_z$$

$$C_x = 0.796$$

obliczeniowe obciążenie wiatrem

$$P_{Wo} := q_k \cdot C_e \cdot C_x \cdot H \cdot D \cdot \gamma_{fw}$$

$$P_{Wo} = 3.538 \text{ kN}$$

moment od obciążenia wiatrem

$$M_o := P_{Wo} \cdot \frac{H}{2}$$

$$M_o = 13.444 \text{ kNm}$$

dodatkowa siła pionowa od momentu zginającego

$$V_{Mo} := \frac{M_o}{D_p}$$

$$V_{Mo} = 6.558 \text{ kN}$$

maksymalna i minimalna obliczeniowa reakcja pionowa

$$V_{max} := \frac{m_p \cdot g \cdot \gamma_{fc} + m_g \cdot g \cdot \gamma_{fg}}{4} + V_{Mo}$$

$$V_{max} = 64.324 \text{ kN}$$

$$V_{min} := \frac{m_p \cdot g \cdot \gamma_{fcmin}}{4} - V_{Mo}$$

$$V_{min} = 12.639 \text{ kN}$$

obliczeniowa reakcja pozioma

$$H_{max} := \frac{P_{Wo}}{4}$$

$$H_{max} = 0.884 \text{ kN}$$

3.3. Typ: KV 145.

wysokość zbiornika

$$H := 9905 \text{ mm}$$

średnica zbiornika

$$D := 1900 \text{ mm}$$

średnica rozstawu podpór

$$D_p := 2400 \text{ mm}$$

masa pustego zbiornika

$$m_p := 7215 \text{ kg}$$

maksymalna masa zbiornika

$$m_c := 25437 \text{ kg}$$

masa gazu w zbiorniku

$$m_g := m_c - m_p$$

$$m_g = 18.222 \times 10^3 \text{ kg}$$

współczynniki obciążenia

- dla ciężaru własnego zbiornika

$$\gamma_{fc} := 1.1 \quad \gamma_{fcmin} := 0.9$$

- dla gazu w zbiorniku

$$\gamma_{fg} := 1.2$$

- dla obciążenia wiatrem

$$\gamma_{fw} := 1.3$$

charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru

$$q_k := 250 \text{ Pa}$$

współczynnik ekspozycji

$$C_e := 1$$

współczynnik działania porywów wiatru

$$\beta := 1.8$$

współczynnik aerodynamiczny

$$C_n := 1.3$$

$$\lambda := \frac{2 \cdot H}{D}$$

$$k := \begin{cases} 1.0 & \text{if } \frac{1}{\lambda} \leq \frac{1}{90} \\ 0.26 - 0.38 \cdot \log\left(\frac{1}{\lambda}\right) & \text{if } \frac{1}{90} < \frac{1}{\lambda} \leq \frac{1}{8} \\ 0.6 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$k = 0.647$$

$$C_x := k \cdot C_n$$

$$C_x = 0.841$$

obliczeniowe obciążenie wiatrem

$$P_{Wo} := q_k \cdot C_e \cdot C_x \cdot H \cdot D \cdot \gamma_{fw}$$

$$P_{Wo} = 5.144 \text{ kN}$$

moment od obciążenia wiatrem

$$M_o := P_{Wo} \cdot \frac{H}{2}$$

$$M_o = 25.474 \text{ kNm}$$

dodatkowa siła pionowa od momentu zginającego

$$V_{Mo} := \frac{M_o}{0.75 \cdot D_p}$$

$$V_{Mo} = 14.152 \text{ kN}$$

maksymalna i minimalna obliczeniowa reakcja pionowa

$$V_{max} := \frac{m_p \cdot g \cdot \gamma_{fc} + m_g \cdot g \cdot \gamma_{fg}}{3} + V_{Mo}$$

$$V_{max} = 111.574 \text{ kN}$$

$$V_{min} := \frac{m_p \cdot g \cdot \gamma_{fcmin}}{3} - V_{Mo}$$

$$V_{min} = 7.075 \text{ kN}$$

obliczeniowa reakcja pozioma

$$H_{max} := \frac{P_{Wo}}{3}$$

$$H_{max} = 1.715 \text{ kN}$$

4. Wnioski.

Po przeprowadzeniu obliczeń statycznych stwierdzono, co następuje:

- siły reakcji od zbiorników na żelbetową płytę drogową nie przekraczają wartości od obciążeń pojazdami wg tabeli normowej (po przemnożeniu przez współczynnik obciążenia 1.2 maksymalny nacisk koła dla przyczep ciężkich wynosi 114 kN);
- zaleca się takie ustawienie zbiorników, aby odległość podpór od brzegu płyty była większa od 20 cm;
- z powodu występowania niewielkich sił poziomych i braku sił odrywających w skrajnych przypadkach można zrezygnować z kotwienia zbiorników, niemniej zaleca się zakładanie kotew ze względów konstrukcyjnych.

Mając powyższe na uwadze można przyjąć, że typowe żelbetowe płyty drogowe mogą stanowić tymczasowe podparcie zbiorników typów VT, KV, VTC.

inż. Arkadiusz Knora
Uprawn. bud. projektowania
Nr ewid. 6... Katowice
Specjalność: ...budowlana

