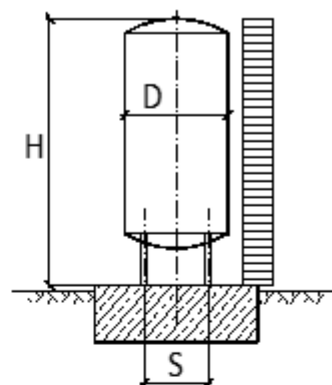


Stateczność zbiornika

ZBIORNIK VT11DANE ZBIORNIKA

- Wysokość zbiornika	H =	6,430 m
- Średnica zbiornika	D =	2,100 m
- Masa zbiornika pustego	G1 =	6 440 kg
- Masa zbiornika pełnego	G2 =	18 170 kg
- Rozstaw podpór	S =	1,800 m

WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW OBCIĄŻENIOWYCH

- Współczynnik obciążeniowy min	$\gamma_{min} =$	0,90
- Współczynnik obciążeniowy max	$\gamma_{max} =$	1,10
- Współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma =$	1,50

DANE DLA OBCIĄŻENIA WIATREM

- Strefa obciążenia wiatrem 1	$q_k =$	0,30 kN/m ²
- Współczynnik ekspozycji dla $H \leq 10m$	$C_e =$	1,00
- Współczynnik porywów wiatru	$\beta =$	1,80
- Współczynnik aerodynamiczny	$C_x =$	0,45
- Współczynnik smukłości	$\gamma_s =$	1,02
- Współczynnik aerodynamiczny $C = C_x \times \gamma_s$	$C =$	0,46

OBLICZENIA

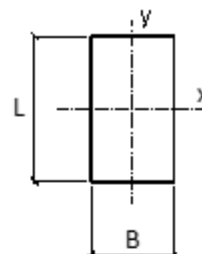
- Obciążenie wiatrem na m ²		
	$p_k = q_k \times C_e \times C_x \times \beta =$	0,25 kN/m ²
	$p = p_k \times \gamma =$	0,37 kN/m ²
- Obciążenie wiatrem na jednostkę wysokości zbiornika		
	$w = p \times D =$	0,78 kN/m
- Siła poprzeczna od wiatru		
	$H_p = w \times H =$	5,02 kN
- Moment wywracający w podstawie zbiornika od wiatru		
	$M_p = H \times w \times 0,5 H =$	16,14 kNm
- Moment utrzymujący w podstawie zbiornika od ciężaru własnego dla $\gamma = 0,9$		
	$M_u = G1 \times \gamma_{min} \times S/2 =$	52,16 kNm
- Stateczność zbiornika w jego podstawie		
	$M_u / M_p =$	3,23 > 1,5

Stateczność zbiornika zapewniona

Śruby kotwiące zbiornik do fundamentu spełniają rolę śrub szczepnych

PAROWNICA**dane:**

- wysokość całkowita H =	3,860	m	
- dłuższy bok L =	1,210	m	
- krótszy bok B =	0,900	m	
- masa parownicy pustej G1	184	kg =	1,84 kN
- masa parownicy oblodzonej G2	2024	kg =	20,24 kN
- rozstaw śrub w kierunku x - sx	0,900	m	
- rozstaw śrub w kierunku y - sy	1,200	m	
- współczynnik wypełnienia ϕ	1		

**WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW OBCIĄŻENIOWYCH**

- współ. obciążeniowy min - w1	0,9
- współ. obciążeniowy max - w2	1,1
- współ. bezpiecz. γ	1,5

OBCIĄŻENIE WIATREM

Strefa obciążenia wiatrem	1	= qk =	0,3 kN/m ²
współ. ekspozycji C _e	0,69		
współ. porywów wiatru - β	1,8		

- Wiatr prostopadle do krótszego boku

pk.bk = qk x C _e x Cp.bk x beta x ϕ	0,55 kN/m ²
p.bk = pk x γ	0,83 kN/m ²

- Wiatr prostopadle do dłuższego boku

pk.bd = qk x C _e x Cp.bd x beta x ϕ	0,58 kN/m ²
p.bd = pd x γ	0,87 kN/m ²

Siła parcia wiatru - Wy - krótszy bok

A _y = B x H =	3,47 m ²
W _y = p.bk x A _y =	2,87 kN

Siła parcia wiatru - Wx - dłuższy bok

A _x = L x H =	4,67 m ²
W _x = p.bd x A _x =	4,09 kN

Moment wywracający od siły parcia wiatru - M_{wx}

$$M_{wx} = W_x \times H/2 = \boxed{7,89} \text{ kNm}$$

Moment wywracający od siły parcia wiatru - M_{wy}

$$M_{wy} = W_y \times H/2 = \boxed{5,54} \text{ kNm}$$

Moment utrzymujący od ciężaru własnego - M_{ux}

$$M_{ux} = G_1 \times w_1 \times s_x/2 = \boxed{0,75} \text{ kNm}$$

Moment utrzymujący od ciężaru własnego - M_{uy}

$$M_{uy} = G_1 \times w_1 \times s_y/2 = \boxed{0,99} \text{ kNm}$$

Stosunek $M_{ux} / M_{wx} > 1,5$

$$M_{ux} / M_{wx} = \boxed{0,09} \quad - \text{ niespełnione}$$

Stosunek $M_{uy} / M_{wy} > 1,5$

$$M_{uy} / M_{wy} = \boxed{0,18} \quad - \text{ niespełnione}$$

Uwagi !

- Stateczność dla kierunku x nie jest zapewniona , konieczne jest mocowanie parownicy śrubami
- Stateczność dla kierunku y nie jest zapewniona , konieczne jest mocowanie parownicy śrubami

Siła wyrywająca dla kierunku x

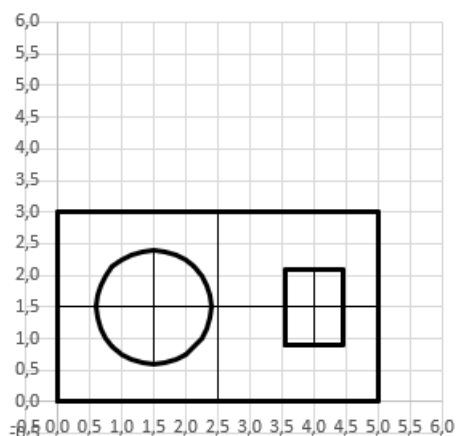
$$S_{wx} = M_{wx} / s_x = \boxed{6,57} \text{ kN}$$

Siła wyrywająca dla kierunku y

$$S_{wy} = M_{wy} / s_y = \boxed{4,62} \text{ kN}$$

FUNDAMENT

Wypadkowa sił i momentów względem środka ciężkości fundamentu



Fundament

- środek ciężkości oś x
- środek ciężkości oś y

Zbiornik

- współrzędna x środka
- współrzędna y środka
- wypadkowa W do poz.terenu

$$\begin{aligned} \text{zbior.Ox} &= \boxed{1,50} \text{ m} \\ \text{zbior.Oy} &= \boxed{1,50} \text{ m} \\ \text{zbior.hpom} &= 3,92 \text{ m} \end{aligned}$$

Parownica

- współrzędna x środka
- współrzędna y środka
- wypadkowa W do poz.terenu

$$\begin{aligned} \text{paro.Ox} &= \boxed{4,00} \text{ m} \\ \text{paro.Oy} &= \boxed{1,50} \text{ m} \\ \text{paro.hpom} &= 2,93 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{fund.Ox} &= 2,500 \text{ m} \\ \text{fund.Oy} &= 1,500 \text{ m} \end{aligned}$$

Kombinacje

				wiatr wxL				
	$\Sigma N(v)$	$\Sigma My(v)$	$\Sigma Mx(v)$	ΣH	$\Sigma My(h)$	N.o	My.o	Mx.o
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kNm
k1.1	59,62	-55,48	0,00	9,09	33,14	59,62	-22,34	0,00
k2.1	80,22	-24,56	0,00	9,09	33,14	80,22	8,58	0,00
k3.1	201,53	-197,39	0,00	9,09	33,14	201,53	-164,25	0,00
k4.1	222,13	-166,47	0,00	9,09	33,14	222,13	-133,33	0,00
k5.1	59,62	-55,48	0,00	9,09	33,14	59,62	-22,34	0,00
k6.1	80,22	-24,56	0,00	9,09	33,14	80,22	8,58	0,00
k7.1	201,53	-197,39	0,00	9,09	33,14	201,53	-164,25	0,00
k8.1	222,13	-166,47	0,00	9,09	33,14	222,13	-133,33	0,00

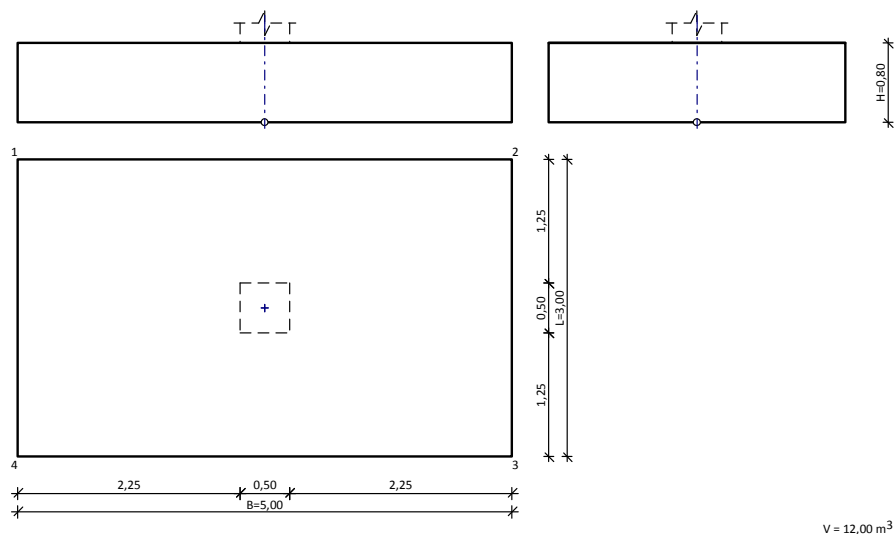
				wiatr wxP				
	$\Sigma N(v)$	$\Sigma My(v)$	$\Sigma Mx(v)$	ΣH	$\Sigma My(h)$	N.o	My.o	Mx.o
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kNm
k1.2	59,62	-55,48	0,00	-9,09	-33,14	59,62	-88,62	0,00
k2.2	80,22	-24,56	0,00	-9,09	-33,14	80,22	-57,70	0,00
k3.2	201,53	-197,39	0,00	-9,09	-33,14	201,53	-230,53	0,00
k4.2	222,13	-166,47	0,00	-9,09	-33,14	222,13	-199,61	0,00
k5.2	59,62	-55,48	0,00	-9,09	-33,14	59,62	-88,62	0,00
k6.2	80,22	-24,56	0,00	-9,09	-33,14	80,22	-57,70	0,00
k7.2	201,53	-197,39	0,00	-9,09	-33,14	201,53	-230,53	0,00
k8.2	222,13	-166,47	0,00	-9,09	-33,14	222,13	-199,61	0,00

				wiatr wyL				
	$\Sigma N(v)$	$\Sigma My(v)$	$\Sigma Mx(v)$	ΣH	$\Sigma Mx(h)$	N.o	My.o	Mx.o
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kNm
k1.3	59,62	-55,48	0,00	7,93	-29,74	59,62	-55,48	-29,74
k2.3	80,22	-24,56	0,00	7,93	-29,74	80,22	-24,56	-29,74
k3.3	201,53	-197,39	0,00	7,93	-29,74	201,53	-197,39	-29,74
k4.3	222,13	-166,47	0,00	7,93	-29,74	222,13	-166,47	-29,74
k5.3	59,62	-55,48	0,00	7,93	-29,74	59,62	-55,48	-29,74
k6.3	80,22	-24,56	0,00	7,93	-29,74	80,22	-24,56	-29,74
k7.3	201,53	-197,39	0,00	7,93	-29,74	201,53	-197,39	-29,74
k8.3	222,13	-166,47	0,00	7,93	-29,74	222,13	-166,47	-29,74

				wiatr wyP				
	$\Sigma N(v)$	$\Sigma My(v)$	$\Sigma Mx(v)$	ΣH	$\Sigma Mx(h)$	N.o	My.o	Mx.o
	kN	kNm	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kNm
k1.4	59,62	-55,48	0,00	-7,93	29,74	59,62	-55,48	29,74
k2.4	80,22	-24,56	0,00	-7,93	29,74	80,22	-24,56	29,74
k3.4	201,53	-197,39	0,00	-7,93	29,74	201,53	-197,39	29,74
k4.4	222,13	-166,47	0,00	-7,93	29,74	222,13	-166,47	29,74
k5.4	59,62	-55,48	0,00	-7,93	29,74	59,62	-55,48	29,74
k6.4	80,22	-24,56	0,00	-7,93	29,74	80,22	-24,56	29,74
k7.4	201,53	-197,39	0,00	-7,93	29,74	201,53	-197,39	29,74
k8.4	222,13	-166,47	0,00	-7,93	29,74	222,13	-166,47	29,74

Fundament 3,0x5,0 - zbiornik i parownica

SZKIC FUNDAMENTU



GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa prostokątnościenna**

$B = 5,00 \text{ m}$ $L = 3,00 \text{ m}$ $H = 0,80 \text{ m}$

$B_s = 0,50 \text{ m}$ $L_s = 0,50 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = 0,00 \text{ m}$

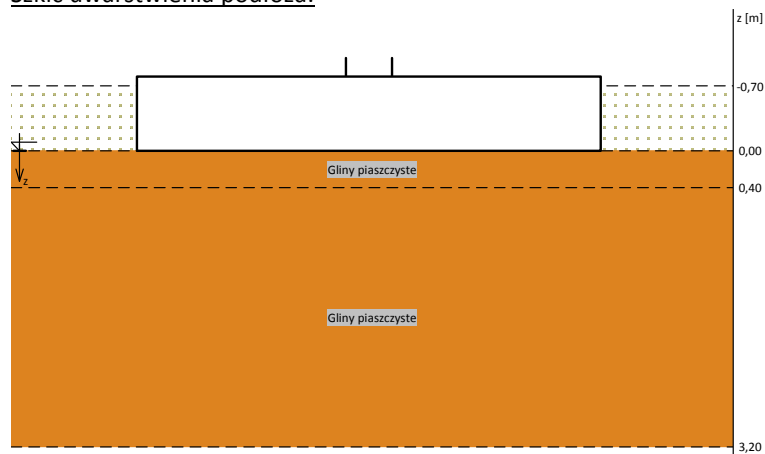
Posadowienie fundamentu:

$D = 0,70 \text{ m}$ $D_{\min} = 0,70 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Gliny piaszczyste	0,40	nie	2,20	0,90	1,10	19,69	36,22	48090	53428
2	Gliny piaszczyste	2,80	nie	2,20	0,90	1,10	20,00	37,06	50624	56243

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 150,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	z_N [m]	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	w podszwie	59,62	-9,09	-88,62	0,00	0,00	0,00	0,00
2	całkowite	w podszwie	80,22	-9,09	-57,70	0,00	0,00	0,00	0,00
3	całkowite	w podszwie	201,53	-9,09	-230,53	0,00	0,00	0,00	0,00
4	całkowite	w podszwie	222,13	-9,09	-199,61	0,00	0,00	0,00	0,00
5	całkowite	w podszwie	59,62	0,00	-55,48	7,93	29,74	0,00	0,00
6	całkowite	w podszwie	80,22	0,00	-24,56	7,93	29,74	0,00	0,00
7	całkowite	w podszwie	201,53	0,00	-197,39	7,93	29,74	0,00	0,00
8	całkowite	w podszwie	222,13	0,00	-166,47	7,93	29,74	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: $20,0 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C25/30** (B30) $\rightarrow f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,20 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**A-IIIN**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 12 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 30 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: $0,50$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda=1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 8**

Decyduje nośność w poziomie: **$z = 0,40 \text{ m}$**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 14223,1 \text{ kN}$, $Q_{fNL} = 13397,4 \text{ kN}$

$N_r = 689,1 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 13397,4 \text{ kN} = 10851,9 \text{ kN} \quad (6,3\%)$

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 360,2 \text{ kN}$

$T_r = 9,1 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 360,2 \text{ kN} = 259,3 \text{ kN} \quad (3,5\%)$

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 7**

Napężenie maksymalne $\sigma_{\max} = 54,3 \text{ kPa}$

$\sigma_{\max} = 54,3 \text{ kPa} < \sigma_{\text{dop}} = 150,0 \text{ kPa} \quad (36,2\%)$

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 3**

Decyduje moment wywracający $M_{\text{OB},1-4} = 230,53 \text{ kNm}$, moment utrzymujący $M_{\text{UB},1-4} = 1151,83 \text{ kNm}$

$M_o = 230,53 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 1151,8 \text{ kNm} = 829,3 \text{ kNm} \quad (27,8\%)$

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 4**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,04 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,03 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,08 \text{ cm}$

$s = 0,08 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 1,00 \text{ cm} \quad (7,7\%)$

Napężenia:

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	Q_{fN} [kN]	m_N	[%]	z [m]	N [kN]	Q_{fN} [kN]	m_N	[%]
1	376,4	11516,6	0,03	4,0	0,40	526,6	14644,7	0,04	4,4
2	397,0	11973,0	0,03	4,1	0,40	547,2	15014,4	0,04	4,5
3	518,3	10688,6	0,05	6,0	0,00	518,3	10688,6	0,05	6,0
4	538,9	11050,7	0,05	6,0	0,40	689,1	14100,9	0,05	6,0
5	376,4	10748,8	0,04	4,3	0,40	526,6	13741,0	0,04	4,7
6	397,0	11130,5	0,04	4,4	0,40	547,2	14051,7	0,04	4,8
7	518,3	10186,9	0,05	6,3	0,40	668,5	13130,3	0,05	6,3
8	538,9	10494,0	0,05	6,3	0,40	689,1	13397,4	0,05	6,3

Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	Q_{fT} [kN]	m_T	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	Q_{fT} [kN]	m_T	[%]
1	318,8	9,1	360,2	0,03	3,5	0,00	318,8	9,1	360,2	0,03	3,5
2	339,4	9,1	377,3	0,02	3,3	0,00	339,4	9,1	377,3	0,02	3,3
3	460,7	9,1	388,2	0,02	3,3	0,00	460,7	9,1	388,2	0,02	3,3
4	481,3	9,1	403,7	0,02	3,1	0,00	481,3	9,1	403,7	0,02	3,1
5	318,8	7,9	356,3	0,02	3,1	0,00	318,8	7,9	356,3	0,02	3,1
6	339,4	7,9	373,2	0,02	3,0	0,00	339,4	7,9	373,2	0,02	3,0
7	460,7	7,9	386,3	0,02	2,9	0,00	460,7	7,9	386,3	0,02	2,9
8	481,3	7,9	401,6	0,02	2,7	0,00	481,3	7,9	401,6	0,02	2,7

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 7**

Pole powierzchni wielokąta $A = 4,27 \text{ m}^2$

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 232,1 \text{ kN}$

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 1096,4 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 232,1 \text{ kN} < N_{Rd} = 1096,4 \text{ kN} (21,2\%)$

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 7**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 15,79 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **16 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 18,10 \text{ cm}^2$

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 7**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 8,55 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **26 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 29,41 \text{ cm}^2$