

OBLICZENIA STATYCZNE

dla

budynku technicznego

Inwestor: Gmina Miejska Chojnice, ul. Stary Rynek 1, 89-600 Chojnice

Lokalizacja obiektu: Chojnice, woj. pomorskie

1. Zestawienie obciążeń

UWAGI:

1. Ciężary własne elementów konstrukcyjnych (belek, płyt żelbetowych) uwzględniane są automatycznie w programie obliczeniowym Autodesk Robot Structural Analysis.
2. Wymienione poniżej obciążenia to wielkości charakterystyczne. Aby uzyskać wartości obliczeniowe, podane obciążenia należy pomnożyć o odpowiednie dla ich kategorii współczynniki zgodnie z obowiązującymi normami.

Obciążenia klimatyczne.

Wysokość terenu nad poziomem morza: ok. 145,15m n.p.m.

Głębokość przemarzania gruntu: 0,8 m (**I** strefa przemarzania gruntu)

Strefa obciążenia wiatrem: **I**, wg PN-EN-1991-1-4

Strefa obciążenia śniegiem: **III**, wg PN-EN-1991-1-3

Obciążenie śniegiem:

$s_k = 1,2 \text{ kPa}$

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu: $s_k = 1,2 \text{ kPa}$

Przyjmij to:

$c_t = 1,0$ (współczynnik termiczny)

$c_e = 1,0$ (współczynnik ekspozycji)

dach jednopołaciowy, kąt spadku $\alpha = 2^\circ$

$\mu = 0,8$

Obciążenie śniegiem dachu: $s = \mu \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$s = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = \underline{0,96 \text{ kN/m}^2}$

Wiatr

Strefa obciążenia wiatrem: **I**

Wysokość: 146 m n.p.m.

$V_{b0} = 22 \text{ m/s}$

$A = 146 \text{ m n.p.m.}$

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b0}$$

$$c_{dir} \cdot c_{season} = 1,0$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 22 = 22 \text{ [m/s]}$$

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot V_b^2$$

$$= 1,25 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$q_b = 1/2 \cdot 1,25 \text{ [kg/m}^3\text{]} \cdot (22 \text{ [m/s]})^2 = 302,5 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

$$h = 4,30 \text{ m} < b$$

$$z_e = h = 4,30 \text{ m} \quad (\text{nie ci si } w \text{ dopuszczalnych warto ciach } z_{min} \text{ i } z_{max} \text{ dla wyb. kat. terenu})$$

Współczynnik ekspozycji:

Teren kategorii III

$$C_e(z) = 2,8(z/10)^{0,19}$$

$$z_{min,m} = 1 \text{ m}$$

$$z_{max,m} = 200 \text{ m}$$

$$z_e = 4,3 \text{ m}$$

$$C_e(z) = 2,8(4,3/10)^{0,19} = 2,38$$

Intensywność turbulencji:

Teren kategorii III

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

Przyjmij to współczynnik zmięty terenu $C_0(z) = 1,0$

Przyjmij to $k_1 = 1,0$

$$J_v(z) = 1/(1 + \ln(4,3/0,3)) = 0,375$$

Średnia prędkość wiatru:

$$V_m = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot V_b$$

$$C_r(z) = 1,2 \cdot (z/10)^{0,19} \quad \text{I kategoria}$$

$$C_r(z) = 1,2 \cdot (4,3/10)^{0,19} = 1,075$$

$$V_m(z) = 1,075 \cdot 1,0 \cdot 22 \text{ m/s} = 23,66 \text{ m/s}$$

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot (V_m(z))^2$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,375] \cdot 1/2 \cdot 1,25 \text{ kg/m}^3 \cdot (23,66 \text{ m/s})^2 = 1269,34 \text{ N/m}^2 = 1,269 \text{ kN/m}^2$$

$$\underline{q_p(z) = 1,269 \text{ [kN/m}^2\text{]}}$$

Obciążenia stałe i użytkowe.

Dach - przegroda D1				
	Wyszczególnienie	Grubość warstwy [m]	Ciepota w stanie powietrznosuchym [kJ/m³]	Wartość charakterystyczna obciążenia [kN/m²]
1	2	3	4	5
	Obciążenia stałe			
1	2 x warstwa papy	-	przyj. to	0,15
2	izolacja termiczna z wełny mineralnej, gr. 20cm	0,2	1,7	0,34
3	warstwa spadkowa z keramzytobeton, 5-19cm	0,12	7	0,84
4	płyta gipsowa, gr. 18cm	0,16	25	4,00
5	tynk cem. wap.	0,015	19	0,29
Razem obc. stałe [kN/m²]				5,33
Bez pusty gips [kN/m²]				1,33
6	Obc. Eksploatacyjne kat. H			0,40

ściana zewnętrzna - przegroda S1				
	Wyszczególnienie	Grubość warstwy [m]	Ciepota w stanie powietrznosuchym kJ/m³	Wartość charakterystyczna obciążenia kN/m²
1	2	3	4	5
	Obciążenia stałe			
1	tynk cienkowarstwowy	-	przyj. to	0,04
2	izolacja termiczna, wełna mineralna	0,15	1,7	0,26
3	cegła z betonu komórkowego	0,24	6	1,44
4	tynk cem.-wap.	0,015	19	0,29
Razem g, kN/m²				2,02
wysokość ciany [m] h=				3,20
obciążenie liniowe ściany, kN/m				6,45

cianka attykowa				
	Wyszczególnienie	Grubo warstwy m	Ci ężar w stanie powietrznosuchym kN/m ³	Warto charakterystyczna obci ężenia kN/m ²
1	2	3	4	5
	Obci ężenia stałe			
1	tynk silikatowy/ ywiczny	-	przyj ęto	0,04
2	izolacja termiczna, wełna mineralna	0,15	1,7	0,26
3	pustak z betonu komórkowego	0,24	6	1,44
4	tynk cem.-wap.	0,015	19	0,29
Razem g, kN/m²				2,02
wysoko ść ciany [m] h=				0,60
6	wieniec ceglany 24x12cm	0,0288	25	0,72
obci ężenie liniowe na strop, kN/m				1,93

Obciążenia na belkę podwalinową :

(przyjmij to obciążenie na 1mb fundamentu z pola o szer. 2,0m):

Obciążenie dachem:

Obc. Stała:	$5,33\text{kN/m}^2 \times 2,0\text{m} =$	10,66kN/m
Obc. Eksploatacyjne:	$0,4\text{kN/m}^2 \times 2,0\text{m} =$	0,8kN/m
Obc. śniegiem:	$0,96\text{kN/m}^2 \times 2,0\text{m} =$	1,92kN/m
		13,38 kN/m

Obciążenie cianami:

ciana attykowa:	1,93kN/m
ciana zewnętrzna:	6,45kN/m
	8,38 kN/m

RAZEM OBC. NA BELKĘ PODWALINOWĄ : 21,76kN/m

Ciążar belki podwalinowej: $0,24\text{m} \times 0,6\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 =$ **3,6kN/m**

Obciążenie na odczep fundamentowy:

Na odczep przenoszone są obciążenia z 4,65mb belek podwalinowych:

$$(21,76\text{kN/m} + 3,6\text{ kN/m}) \times 4,65\text{m} = 117,92\text{ kN}$$

DOBÓR MIKROPALI

Lokalizacja obiektu: Chojnice, woj. Pomorskie, Polska

Projektuje się wykonanie posadowienia budynku technicznego na mikropalach Systemu Titan wchodzących w warstwę gruntów spoistych plastycznych (namuły, namuły gliniaste).

Wymagana nośność obliczeniowa mikropala: 200kN

Wg. tabeli 1 poradnika projektowego systemu TITAN warunek nośności spełnia typ TITAN 40/16 o typowej nośności obliczeniowej $N_w = 360\text{kN}$.

Obliczenie wymaganej długości buławy iniekcyjnej: wg. tabeli 2

Nośność zewnętrzna (pal TITAN 40, koronka 150, dla gruntów spoistych plastycznych wg. tabeli 2 poradnika projektowania pali TITAN) : $N_B =$ po konsultacji z inżynierem, przyjęto $30,00\text{ kN/m}^2$

$$L_B = N_w / N_B$$

$$L_B = 360/30,00 = 12 - \text{przyjęto długość buławy iniekcyjnej } L_B = 12,00\text{m}$$

Obliczenie całkowitej długości pala:

Na całkowitą długość pala składa się długość wolna + długość buławy iniekcyjnej + strefa aktywna.

Całkowita długość pala: $\text{min. } 2\text{m} + 12,00\text{ m} = \text{min. } 14,00\text{m} \Rightarrow \text{przyjęto } 15,0\text{m}$

2. Wyniki

2.1 Wyniki obliczeniowe płyty stropowej.

Zbrojenie:

- Typ : Otulina 2cm, fi10
- Kierunek zbrojenia głównego : 0°
- Klasa zbrojenia głównego : A-IIIN (B500SP); wytrzymałość
- charakterystyczna = 500,00 MPa
- Klasa cięgliwości : C
- Redukcje prętów : C
- Otulina zbrojenia : dolnych d1 = 1,0 (cm) d2 = 1,0 (cm)
- Odchyłki otuliny : górnych d1 = 1,0 (cm) d2 = 1,0 (cm)
- : dolna c1 = 2,0 (cm)
- : górna c2 = 2,0 (cm)
- : Cdev = 1,0(cm), Cdur = 0,0(cm)

Beton

- Klasa : C20/25; wytrzymałość charakterystyczna = 20,00 MPa
- Gęstość : prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Współczynnik peźnienia betonu : 2501,36 (kG/m3)
- OUT : Klasa cementu : 1,70
- : N

Hipotezy

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008
- Metoda obliczeń powierzchni zbrojenia : Analityczna
- Dopuszczalna szerokość rozwarcia rys :
 - górna warstwa : 0,40 (mm)
 - dolna warstwa : 0,40 (mm)
- Dopuszczalne ugięcia : 3,0 (cm)
- Weryfikacja przebiecia : nie
- Środowisko :
 - górna warstwa : XC1
 - dolna warstwa : XC1
- Typ obliczeń : czyste zginanie
- Klasa konstrukcji : S1

Geometria płyty

Grubość 0,16 (m)

Kontur:

krawędź	początek		koniec		długość (m)
	x1	y1	x2	y2	
1	0,00	0,00	3,60	0,00	3,60
2	3,60	0,00	4,00	0,00	0,40

3	4,00	0,00	4,00	-5,70	5,70
4	4,00	-5,70	3,60	-5,70	0,40
5	3,60	-5,70	0,00	-5,70	3,60
6	0,00	-5,70	0,00	0,00	5,70

Podparcie:

n°	Nazwa	wymiary	współz	dne
kraw	d	(m)	x	y
* - obecnie głowicy				

Wyniki obliczeniowe:

Maksymalne momenty + zbrojenie na zginanie

	Ax(+)	Ax(-)	Ay(+)	Ay(-)
Zbrojenie rzeczywiste (cm2/m):				
Zbrojenie teoretyczne zmodyfikowane (cm2/m):	3,33	3,14	3,23	3,14
Zbrojenie teoretyczne pierwotne (cm2/m):	3,14	3,14	3,14	3,14
Współz dne (m):	3,14	3,14	3,14	3,14
	3,60;-4,66	0,50;-0,50	3,60;-4,66	0,50;-0,50

Maksymalne momenty + zbrojenie na zginanie

	Ax(+)	Ax(-)	Ay(+)	Ay(-)
Oznaczenie: powierzchnia teoretyczna/powierzchnia rzeczywista				
Ax(+) (cm2/m)	3,14/3,33	0,46/3,33	3,14/3,33	0,46/3,33
Ax(-) (cm2/m)	3,14/3,14	3,14/3,14	3,14/3,14	3,14/3,14
Ay(+) (cm2/m)	3,14/3,23	0,43/3,23	3,14/3,23	0,43/3,23
Ay(-) (cm2/m)	3,14/3,14	3,14/3,14	3,14/3,14	3,14/3,14
SGU				
Mxx (kN*m/m)	1,02	-1,29	1,02	-1,29
Myy (kN*m/m)	0,33	-1,01	0,33	-1,01
Mxy (kN*m/m)	-2,14	-2,92	-2,14	-2,92
Nxx (kN/m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Nyy (kN/m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Nxy (kN/m)	0,00	0,00	0,00	0,00
SGN				
Mxx (kN*m/m)	1,37	-1,74	1,37	-1,74
Myy (kN*m/m)	0,44	-1,36	0,44	-1,36
Mxy (kN*m/m)	-2,87	-3,92	-2,87	-3,92
Nxx (kN/m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Nyy (kN/m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Nxy (kN/m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Współz dne (m)	3,60;-4,66	0,50;-0,50	3,60;-4,66	0,50;-0,50
Współz dne* (m)	4,66;3,60;0,00	0,50;0,50;0,00	4,66;3,60;0,00	0,50;0,50;0,00
* - Współz dne w układzie globalnym konstrukcji				

Ugięcie $|f(+)| = 0,0 \text{ (cm)} \leq f_{\text{dop}}(+)= 3,0 \text{ (cm)}$ $|f(-)| = 0,1 \text{ (cm)} \leq f_{\text{dop}}(-)= 3,0 \text{ (cm)}$ **Zarysowanie**

górną warstwą

 $a_x = 0,00 \text{ (mm)} \leq a_{\text{dop}} = 0,40 \text{ (mm)}$ $a_y = 0,00 \text{ (mm)} \leq a_{\text{dop}} = 0,40 \text{ (mm)}$

dolną warstwą

 $a_x = 0,00 \text{ (mm)} \leq a_{\text{dop}} = 0,40 \text{ (mm)}$ $a_y = 0,00 \text{ (mm)} \leq a_{\text{dop}} = 0,40 \text{ (mm)}$

2.2 Wyniki obliczeniowe belki podwalinowej.

Charakterystyki materiałów:

- Beton : C20/25 $f_{ck} =$
20,00 (MPa)
[3.1.7(3)]
Gęstość : 2501,36 (kg/m³)
średnica kruszywa : 20,0 (mm)
- Zbrojenie podłużne: : A-IIIN (B500SP) $f_{yk} =$
500,00 (MPa)
gałki pozioma wykresu
naprężenie-odkształcenie
Klasa cięgliwości : C
A-IIIN (B500SP) $f_{yk} =$
gałki pozioma wykresu
- Zbrojenie poprzeczne: :
500,00 (MPa)
naprężenie-odkształcenie
Klasa cięgliwości : C
A-IIIN (B500SP) $f_{yk} =$
gałki pozioma wykresu
- Dodatkowe zbrojenie: :
500,00 (MPa)
naprężenie-odkształcenie
gałki pozioma wykresu

Geometria:

2.2.1	Przebieg	Pozycja	Pl (m)	L (m)	Pp (m)
P1	Przebieg	Przebieg	0,30	5,40	0,30
Rozpiętość obliczeniowa: $L_o = 5,70$ (m)					
Przekrój od 0,00 do 5,40 (m)					
24,0 x 60,0 (cm)					
Bez lewej płyty					
Bez prawej płyty					

Opcje obliczeniowe:

- Regulamin kombinacji : PN-EN 1990:2004
- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymaga
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : dolna $c = 4,0$ (cm)
: boczna $c_1 = 4,0$ (cm)
: górna $c_2 = 4,0$ (cm)
- Odchyłki otuliny : $C_{dev} = 1,0$ (cm), $C_{dur} = 0,0$ (cm)
- Współczynnik $\beta_2 = 0.50$: obciążenie długotrwałe lub cykliczne
- Metoda obliczania ścinania : krzywe ukośnych

Obciążenia:

2.4.1 Ciężary:

Typ	Natura	Poz.	Prz. słoń	γ_f	X_0 (m)	P_{z0} (kN/m)	X_1 (m)	P_{z1} (kN/m)	X_2 (m)	P_{z2}	X_3
	(kN/m)	(m)									
ciężar własny	(ciężar własny)		- 1		1,35	-	-	-	-	-	-
jednородne		górn	1	1,35	-	21,00	-	-	-	-	-

γ_f - współczynnik obciążenia

Wyniki obliczeniowe:

Reakcje

Podpora V1

Przypadek	F_x (kN)	F_z (kN)	M_x (kN*m)	M_y (kN*m)
G1	-	10,07	-	-0,00
G2	-	59,85	-	0,00

Podpora V2

Przypadek	F_x (kN)	F_z (kN)	M_x (kN*m)	M_y (kN*m)
G1	-	10,07	-	0,00
G2	-	59,85	-	0,00

Oddziaływania w SGN

Prz. słoń	M_t maks (kN*m)	M_t min (kN*m)	M_l (kN*m)	M_p (kN*m)	Q_l (kN)	Q_p (kN)
P1	134,50	-0,00	33,39	33,39	89,42	-89,42

Oddziaływania w SGU

Prz. słoń	M_t maks (kN*m)	M_t min (kN*m)	M_l (kN*m)	M_p (kN*m)	Q_l (kN)	Q_p (kN)
P1	99,63	0,00	-14,94	-14,94	66,24	-66,24

Teoretyczna powierzchnia zbrojenia

Prz. słoń	Prz. słoń (cm ²)		Podpora lewa (cm ²)		Podpora prawa (cm ²)	
	dolne	górn	dolne	górn	dolne	górn
P1	6,18	0,00	1,39	0,83	1,39	0,83

Ugięcia i zarysowanie

$w_t(QP)$ całkowite od kombinacji quasi-permanentnej
 $w_t(QP)_{dop}$ dopuszczalne od kombinacji quasi-permanentnej
 $Dwt(QP)$ przyrost ugięcia od obciążenia kombinacji prawie-stalej po wzniesieniu konstrukcji
 $Dwt(QP)_{dop}$ dopuszczalny przyrost ugięcia od obciążenia kombinacji prawie-stalej po wzniesieniu konstrukcji

w_k - szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi elementu

Prz. słoń	$w_t(QP)$ (cm)	$w_t(QP)_{dop}$ (cm)	$Dwt(QP)$ (cm)	$Dwt(QP)_{dop}$ (cm)	w_k (mm)
P1	1,6	2,3	0,1	1,1	0,4

Wyniki teoretyczne - szczegółowe:

P1 : Prz sówne od 0,30 do 5,70 (m)

Odcie ta (m)	SGN		SGU		A dolne (cm ²)	A górne (cm ²)
	M maks (kN*m)	M min (kN*m)	M maks (kN*m)	M min (kN*m)		
0,30	33,39	-20,18	9,44	-14,94	1,39	0,83
0,72	64,48	-11,67	35,87	0,00	2,83	0,50
1,29	97,55	-0,00	63,76	0,00	4,38	0,00
1,86	119,86	-0,00	83,69	0,00	5,45	0,00
2,43	131,42	-0,00	95,65	0,00	6,02	0,00
3,00	134,50	0,00	99,63	0,00	6,18	0,00
3,57	131,42	-0,00	95,65	0,00	6,02	0,00
4,14	119,86	-0,00	83,69	0,00	5,45	0,00
4,71	97,55	-0,00	63,76	0,00	4,38	0,00
5,28	64,48	-11,67	35,87	0,00	2,83	0,50
5,70	33,39	-20,18	9,44	-14,94	1,39	0,83

Odcie ta (m)	SGN		SGU
	V maks (kN)	V maks (kN)	
0,30	89,42	66,24	0,0
0,72	75,51	55,93	0,2
1,29	56,63	41,95	0,2
1,86	37,76	27,97	0,3
2,43	18,88	13,98	0,3
3,00	0,00	0,00	0,4
3,57	-18,88	-13,98	0,3
4,14	-37,76	-27,97	0,3
4,71	-56,63	-41,95	0,2
5,28	-75,51	-55,93	0,2
5,70	-89,42	-66,24	0,0

Zbrojenie:

P1 : Prz sówne od 0,30 do 5,70 (m)

Zbrojenie podłne:

- dolne (A-IIIN (B500SP))
 - 3 ϕ 12 l = 5,92 od 0,04 do 5,96
 - 3 ϕ 12 l = 4,48 od 0,76 do 5,24
- monta owe (górne) (A-IIIN (B500SP))
 - 2 ϕ 8 l = 4,45 od 0,77 do 5,23
- podporowe (A-IIIN (B500SP))
 - 3 ϕ 12 l = 1,48 od 0,04 do 1,52
 - 3 ϕ 12 l = 1,48 od 4,48 do 5,96
 - 1 ϕ 8 l = 1,64 od 0,05 do 0,05
 - 1 ϕ 8 l = 1,64 od 5,95 do 5,95

Zbrojenie poprzeczne:

- główna (A-IIIN (B500SP))
 - strzemiona 24 ϕ 8 l = 1,46
 - e = 1*0,13 + 6*0,20 + 11*0,25 + 6*0,20 (m)