1 Dane ogólne

1.1 Przedmiot opracowania
Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny konstrukcji pawilonu stacji paliw ORLEN S.A. nr 1450 Twierdza, 38-130 Twierdza, Twierdza 242a.

1.2 Podstawa opracowania
Projekt konstrukcji został opracowany w oparciu o:
- zlecenie Inwestora
- projekt architektoniczny
- opinię geotechniczną
- literaturę techniczną, normy i przepisy obowiązujące w budownictwie

2 Opinia geotechniczna

2.1 Charakterystyka warunków wodno-gruntowych
W obrębie podłoża gruntowego wydzielono następujące warstwy geotechniczne:
warstwa geotechniczna N - wykształcona jest głównie jako nasyp niekontrolowany w postaci mieszaniny głównie glin i glin piaszczystych z rumoszem oraz humusem a także w formie piasku silnie zaglinionego. Nasypy te mają z reguły naruszoną strukturę szkieletu gruntowego, są nieskonsolidowane, o zmiennych wartościach parametrów wytrzymałościowych. Nie określono dla tej warstwy wartości parametrów geotechnicznych. W rozumieniu norm geotechnicznych nie są to utwory konstrukcyjne, o wyznaczalnych parametrach wytrzymałościowych i nie powinny stanowić podłoża budowlanego.
warstwa geotechniczna I1 - tworzą ją plastyczne na pograniczu twardoplastycznych, wilgotne osady mało spoiste. Litologicznie wykształcone są w postaci pyłów i pyłów piaszczystych. Stopień plastyczności wynosi IL = 0.25. Pod względem stopnia geologicznej konsolidacji przypisano je do grupy "C".
warstwa geotechniczna I2 - tworzą ją twardoplastyczne, wilgotne osady mało i średnio spoiste. Litologicznie wykształcone są w postaci glin pylastych, pyłów na pograniczu glin pylastych oraz w postaci pyłów piaszczystych. Stopień plastyczności wynosi IL = 0.15. Pod względem stopnia geologicznej konsolidacji przypisano je do grupy "C".

Na podstawie przedmiotowych badań, wg stanu na maj 2025 r., w rozpoznanym przedziale głębokości, nie stwierdzono występowania wody podziemnej.

2.2 Wnioski i zalecenia
Grunty warstwy nasypów N nie nadają się do bezpośredniego posadowienia. Należy je usunąć i zastąpić zagęszczonym warstwami piaskiem lub pospółką. Zagęszczenie do stopnia średniozagęszczony.

Głębokość przemarzania wynosi 1,20m.

2.3 Kategoria geotechniczna
Obiekt zalicza się do 1 kategorii geotechnicznej i prostych warunków gruntowych.

3 Opis konstrukcji

3.1 Fundamenty pawilonu
Jako posadowienie zastosowano stopy fundamentowe o wymiarach 1,8x1,8m grubości 40cm pod słupami ram głównych oraz 1,1x1,1m pod słupami ścian szczytowych. Fundamenty

wykonać z betonu C25/30 W8 zbrojone stalą AIIIN B500. Pod stopami wykonać podkład betonowy gr. 10cm. Posadowienie na rzędnej -1,40m względem zera budynku.
Pod posadowienie wykonać wymianę gruntów polegającą na usunięciu nasypów niebudowlanych i zastąpieniu ich zagęszczoną warstwami pospółką lub piaskiem, do stopnia średniozagęszczony.

3.2 Konstrukcja budynku pawilonu

Budynek stacji paliw został zaprojektowany w całości jako konstrukcja stalowa prefabrykowana. Obiekt na rzucie z góry w kształcie prostokąta o wymiarach 19,30x12,90m, wysokość maksymalna względem zera budynku to 4,80m.
Budynek składa się z 6ciu osi głównych o rozstawach 3x4,20m, 2,34m, 4,00m. Rozpiętość ram wynosi 12,70m. Elementami nośnymi są kratownice oparte na słupach. Obiekt zwieńczony jest attyką. Dach ze spadkiem dwustronnym 2%.
Głównym elementem konstrukcyjnym jest kratownica stalowa o rozpiętości osiowej 12,548m spoczywająca na dwóch słupach utwierdzonych w stopach fundamentowych. Cały pawilon tworzy 6 kratownic. Elementy główne połączone są ze sobą za pomocą stężeń dachowych i ściennych; sztywności konstrukcji nadaje również ryglówka będąca podstawą do montażu stolarki okiennej i drzwiowej oraz elewacji. Elewację tworzą płyty warstwowe o gr. 12cm montowane pośrednio do konstrukcji stalowej.
Dach dwuspadowy, przekrycie z blach trapezowych TR94P o gr. 1,5mm. Spadek dachu wynoszący 2% utworzony poprzez odpowiednie ukształtowanie dźwigara głównego kratownicy. Odwodnienie realizowane poprzez układ kolektorów spustowych.
Konstrukcja została obliczona na śnieg odpowiadający strefie III/V oraz wiatr dla strefy III.

3.3 Ustrój nośny pawilonu

Ramy środkowe jednonawowe kratowe. Słupy zewnętrzne z HEA160, długość wyboczeniowa w płaszczyźnie ramy 2,0, długość wyboczeniowa z płaszczyzny ramy 1,0. Pas górny z HEA160. Długość wyboczenia w płaszczyźnie kratownicy równa rozstawowi krzyżulców, z płaszczyzny krat. równa rozstawowi stężeń poziomych. Pas dolny z HEA140. Długość wyboczenia w płaszczyźnie kratownicy równa rozstawowi krzyżulców, z płaszczyzny krat. równa rozstawowi stężeń poziomych. Wykratowanie z RK80x5.
Rama szczytowa składa się z słupów skrajnych HEA160 oraz słupów pośrednich RP160x80x4 w rozstawie wynikającym z lokalizacji stężeń pionowych dźwigara. Belka wieńcząca ścianę szczytową IPE160. Długość zwichrzenia belki równa rozstawowi słupów.
Zakotwienie wszystkich słupów przewidziano jako utwierdzenie. Konstrukcję nośną dachu stanowić będzie blacha trapezowa T94 P gr. 1,5mm S350. Rygle w ścianach szczytowych i podłużnych zaprojektowano jako RP 100x100x4. Belki pod bramy i okna zaprojektowano jako RP 100x100x4. Stężenia pionowe z RK 50x3 w ścianach zewnętrznych oraz stężenia pasa górnego i dolnego kratownic. Stężenia pionowe z RK 70x3. Stężenia typu X z fi12mm. Attyka z ceownika C160x60x4.

3.4 Skrócenie wiaty naddystrybutorowej

Istniejącą wiatę naddystrybutorową skrócić o 550cm od strony pawilonu. W pierwszej kolejności należy skrócić blachę trapezową i płatwie. Wysięg wspornika płatwi względem osi słupa głównego powinien wynosić 350cm. Następnie wyburzyć słupy główne i fundamenty.

3.5 Wiata śmietnikowa

Posadowienie stalowej konstrukcji śmietnika (konstrukcja lekka stalowa typowa, poza opracowaniem) zrealizować na płycie fundamentowej o grubości 25cm. Płytę wykonać z betonu C20/25 W10 i zbroić stalą klasy B500. Pod płytą wykonać warstwę betonu podkładowego o grubości 10cm. W miejscu wiaty należy usunąć warstwy nienadające się do bezpośredniego posadowienia, do głębokości przemarzania i zastąpić je zagęszczonym piaskiem lub pospółką.

3.6 Materiały konstrukcyjne

Beton fundamentów C25/30 W8
Stal zbrojeniowa B500
Stal kształtowa: - S355JR – słupy główne, pas górny i dolny kratownicy
- S235JR – pozostałe elementy

3.7 Zabezpieczenie antykorozyjne

Konstrukcję należy zabezpieczyć antykorozyjnie przez cynkowanie ogniowe zgodnie z normą PN-EN ISO 1461.
Główną konstrukcję stalową: słupy ścian zewnętrznych – należy zabezpieczyć przed pożarem farbami pęczniejącymi do klasy odporności ogniowej R30.
Konstrukcja dachu kratownice wewnętrzne bez wymagań co do zabezpieczenia.

4 Warunki wykonawstwa

4.1 Warunki ogólne

Wykonywanie robót powinno odpowiadać „Warunkom technicznym wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych", odpowiednim normom oraz zaleceniom producenta. Zastosowane materiały powinny posiadać odpowiednie atesty i świadectwa dopuszczenia potwierdzone znakiem wyrobu budowlanego.
Warunki techniczne wykonania i odbiotu robót budowlanych ITB:
Konstrukcja:

Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne, zeszyt 1: Roboty ziemne
Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne, zeszyt 2: Konstrukcje geotechniczne. Pale i mikropale
Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne, zeszyt 3: Konstrukcje murowe
Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne, zeszyt 4: Konstrukcje drewniane
Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne, zeszyt 5: Konstrukcje betonowe i żelbetowe
Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne, zeszyt 6: Zbrojenie konstrukcji żelbetowych
Część A: Roboty ziemne i konstrukcyjne. Zeszyt 7. Lekkie ściany działowe

Wykończenie i izolacje:

Część B: Roboty wykończeniowe
Część C: Zabezpieczenia i izolacje

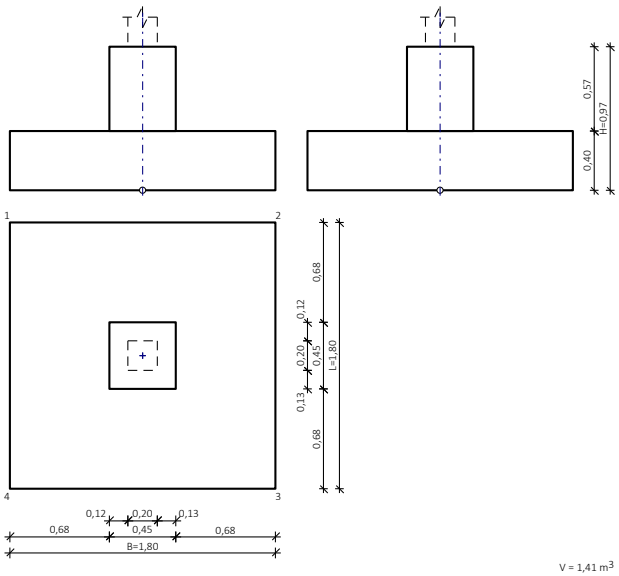
4.2 Warunki BHP i ppoż.

Wszelkie prace budowlane należy wykonywać zgodnie z przepisami BHP dotyczącymi budownictwa (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych) oraz BHP pracy (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy). Pracownicy powinni być przeszkoleni, a nadzór prowadzić osoba posiadająca odpowiednie uprawnienia. W szczególności należy zwrócić uwagę na prace montażowe na wysokości wymagające odpowiednich rusztowań, sprzętu ochrony osobistej. Wszelkie prace należy wykonywać zachowując szczególną ostrożność i przestrzegając przepisów ochrony przeciwpożarowej. Należy się stosować do wymagań właściciela obiektu oraz państwowych służb nadzoru budowlanego.

5 Obliczenia statyczne

5.1 Stopa ST1

SZKIC FUNDAMENTU



GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa schodkowa**

B = 1,80 m	L = 1,80 m	H = 0,97 m	w = 0,40 m
B_g = 0,45 m	L_g = 0,45 m	B_t = 0,68 m	L_t = 0,68 m
B_s = 0,20 m	L_s = 0,20 m	e_B = 0,00 m	e_L = 0,00 m

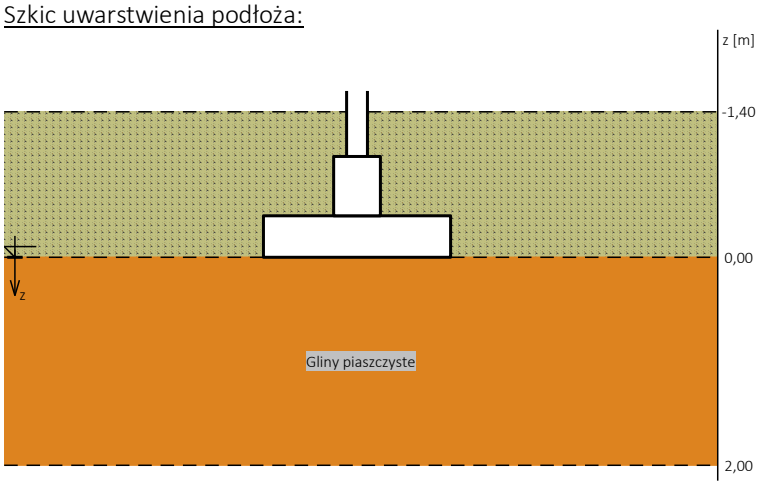
Posadowienie fundamentu:

D = 1,40 m D_{min} = 1,40 m

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m³]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Gliny piaszczyste	2,00	nie	2,10	0,90	1,10	15,60	26,76	32769	43681

Naprężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 180,0 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	na wierzchu	137,78	19,75	45,67	-12,59	-4,71	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasypka:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m^3

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

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy ρ = 24,0 kN/m^3

Maksymalny rozmiar kruszywa d_g = 16 mm

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

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow$ f_{yk} = 500 MPa, f_{yd} = 420 MPa, f_{tk} = 550 MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B ϕ_B = 12 mm

Średnica prętów wzdłuż boku L ϕ_L = 12 mm

Maksymalny rozstaw prętów ϕ_L = 20,0 cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu c_{nom} = 85 mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b}$ = 25 mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej m = 1,00
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie m = 1,00
- dla stateczności na obrót m = 1,00

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: β = 1,50

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: f = 0,55

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: powyżej 1 roku (λ=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 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża Q_{fNB} = 1126,0 kN, Q_{fNL} = 1201,0 kN

N_r = 249,6 kN < $m \cdot Q_{fN}$ = 1,00·1126,0 kN = 1126,0 kN (22,2%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża Q_{fT} = 91,1 kN

T_r = 23,4 kN < $m \cdot Q_{fT}$ = 1,00·91,1 kN = 91,1 kN (25,7%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne σ_{max} = 161,1 kPa

σ_{max} = 161,1 kPa < σ_{dop} = 180,0 kPa (89,5%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3}$ = 64,83 kNm, moment utrzymujący $M_{uB,2-3}$ = 201,78 kNm

M_o = 64,83 kNm < $m \cdot M_u$ = 1,00·201,8 kNm = 201,8 kNm (32,1%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne s'= 0,10 cm, wtórne s''= 0,06 cm, całkowite s = 0,16 cm

s = 0,16 cm < s_{dop} = 1,00 cm (16,1%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta A = 0,53 m^2

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{max} \cdot A$ = 85,6 kN

Nośność na przebicie N_{Rd} = 273,8 kN

N_{Sd} = 85,6 kN < N_{Rd} = 273,8 kN (31,3%)

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne A_s = 5,77 cm^2

Przyjęto konstrukcyjnie **10 prętów ϕ12 mm** o A_s = 11,31 cm^2

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne A_s = 5,77 cm^2

Przyjęto konstrukcyjnie **10 prętów ϕ12 mm** o A_s = 11,31 cm^2

5.2 Obliczenia konstrukcji stalowej

Ciężar własny konstrukcji został uwzględniony przez program, w którym przeprowadzono obliczenia

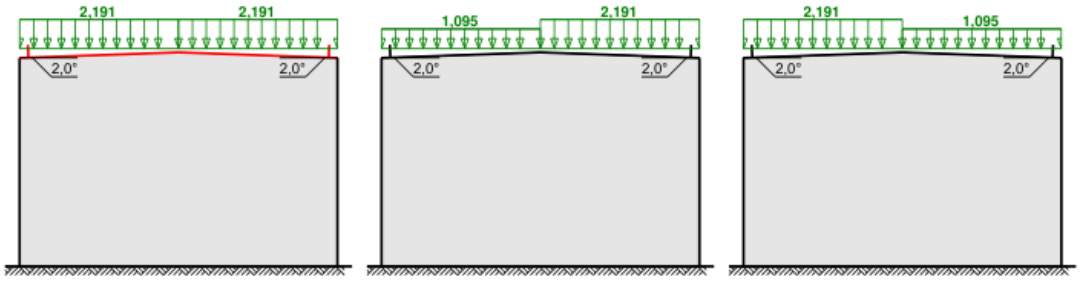
Obciążenia stałe

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziały wania	Wartość char. kN/m²	Ψ	Wartość rep. kN/m²	γ_F	Wartość obl. kN/m²
1.	PAPA 2x	stałe	0,05	--	0,05	1,35	0,07
2.	IZOLACJA TERMICZNA	stałe	0,15	--	0,15	1,35	0,20
3.	PAROIZOLACJA	stałe	0,00	--	0,00	1,35	0,00
4.	BLACHA TRAPEZOWA	stałe	0,30	--	0,30	1,35	0,41
5.	SUFIT PODWIESZANY GK	stałe	0,51	--	0,51	1,35	0,69
	Σ:		**1,01**		**1,01**		**1,36**

Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (p.5.3.3)

przypadek (i) przypadek (ii) przypadek (iii) s [kN/m²]



Połać dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):

- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
  - granica stref obciążenia śniegiem 3 i 5; A = 645 m n.p.m.
  - dla strefy obciążenia śniegiem 3:
    $s_{k,3} = 0,006 \cdot A - 0,6 = 3,270$ kN/m²
  - dla strefy obciążenia śniegiem 5:
    $s_{k,5} = 0,93 \cdot \exp(0,00134 \cdot A) = 2,207$ kN/m²

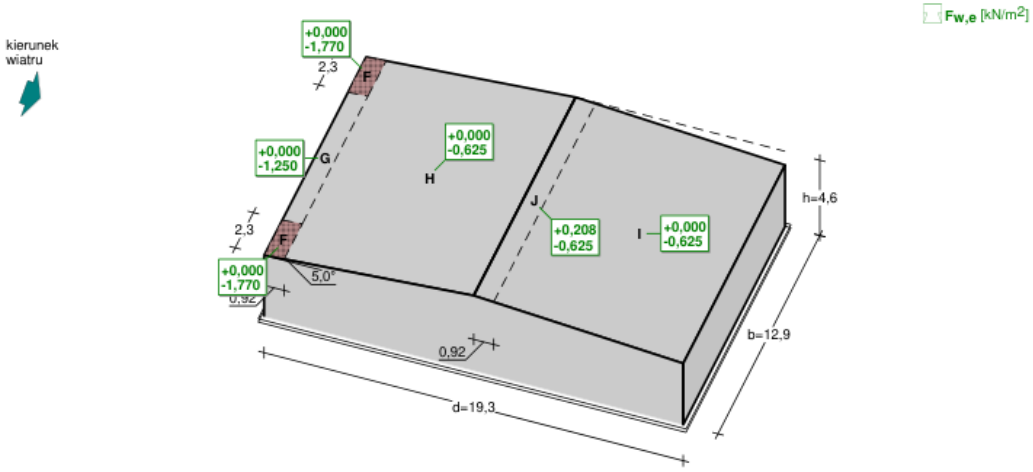
  → $s_k = (s_{k,3} + s_{k,5})/2 = (3,270+2,207)/2 = 2,739$ kN/m²
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
  - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
  nachylenie połaci $\alpha = 2,0^o$
  zabezpieczenie przed zsunięciem się śniegu z dachu
  $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,739 =$ **2,191 kN/m²**

Wiatr przód tył dach

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)



Połać - pole F - parcie:

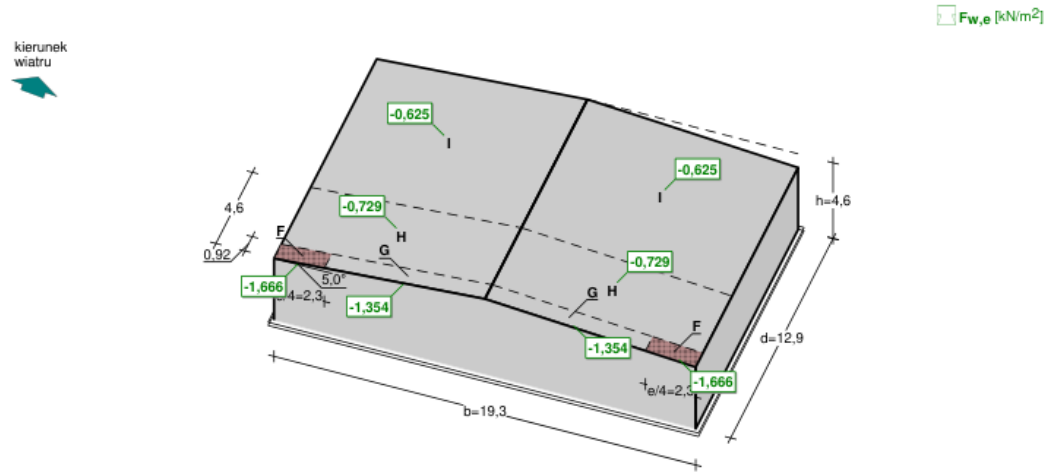
- Dach dwuspadowy o wymiarach: b = 12,9 m, d = 19,3 m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5{,}0^{o}$
- Budynek o wysokości h = 4,6 m
- Wymiar e = min(b,2·h) = 9,2 m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną, $\theta = 0^{o}$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia wiatrem 3; A = 645 m n.p.m. $\rightarrow v_{b,0} = 22\cdot[1+0{,}0006\cdot(A-300)] = 26{,}55$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1{,}0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1{,}00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir}\cdot c_{season}\cdot v_{b,0} = 26{,}55$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4{,}60$ m
- Kategoria terenu I $\rightarrow$ współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 1{,}2\cdot(4{,}6/10)^{0{,}13} = 1{,}08$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1{,}00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e)\cdot c_o(z_e)\cdot v_b = 28{,}81$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0{,}163$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1{,}25\cdot[(20000-A)/(20000+A)] = 1{,}17$ kg/m^3
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
  $q_p(z_e) = [1+7\cdot I_v(z_e)]\cdot(1/2)\cdot\rho\cdot v_m^2(z_e) = 1041{,}3$ Pa $= 1{,}041$ kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1{,}000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0{,}0$

<u>Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:</u>

$F_{w,e} = c_s c_d\cdot q_p(z_e)\cdot c_{pe} = 1{,}000\cdot 1{,}041\cdot(0{,}0) =$ **0,000 kN/m^2**

Wiatr prawo lewo dach

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)



Połać - pole F:

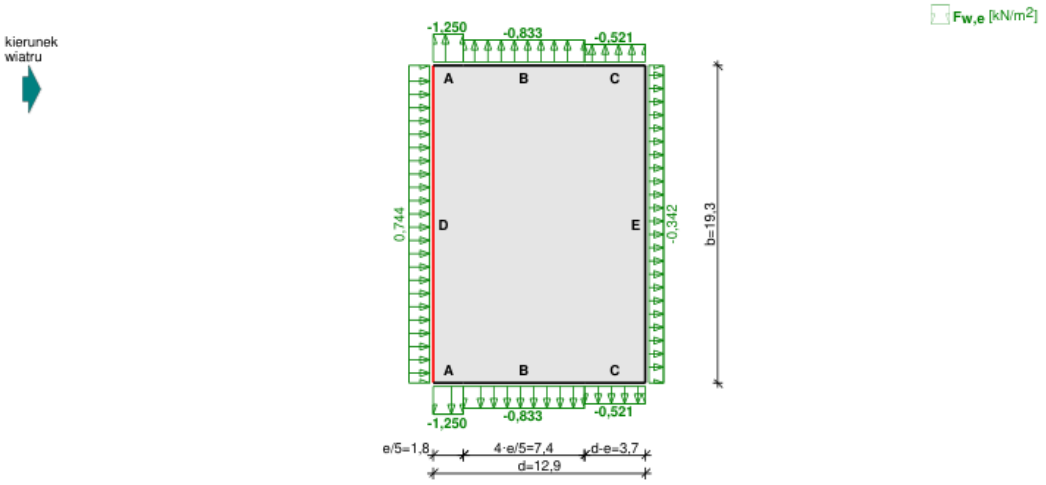
- Dach dwuspadowy o wymiarach: b = 19,3 m, d = 12,9 m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 5{,}0^{o}$
- Budynek o wysokości h = 4,6 m
- Wymiar e = min(b,2·h) = 9,2 m
- Wiatr wiejący na ścianę szczytową, $\theta = 90^{o}$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia wiatrem 3; A = 645 m n.p.m. $\rightarrow v_{b,0} = 22\cdot[1+0{,}0006\cdot(A-300)] = 26{,}55$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1{,}0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1{,}00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir}\cdot c_{season}\cdot v_{b,0} = 26{,}55$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4{,}60$ m
- Kategoria terenu I $\rightarrow$ współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 1{,}2\cdot(4{,}6/10)^{0{,}13} = 1{,}08$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1{,}00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e)\cdot c_o(z_e)\cdot v_b = 28{,}81$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0{,}163$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1{,}25\cdot[(20000-A)/(20000+A)] = 1{,}17$ kg/m^3
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
  $q_p(z_e) = [1+7\cdot I_v(z_e)]\cdot(1/2)\cdot\rho\cdot v_m^2(z_e) = 1041{,}3$ Pa $= 1{,}041$ kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1{,}000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1{,}6$

<u>Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:</u>

$F_{w,e} = c_s c_d\cdot q_p(z_e)\cdot c_{pe} = 1{,}000\cdot 1{,}041\cdot(-1{,}6) =$ **-1,666 kN/m^2**

Wiatr przód tył ściany

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta (p.7.2.2)



Elewacja nawietrzna - pole D:

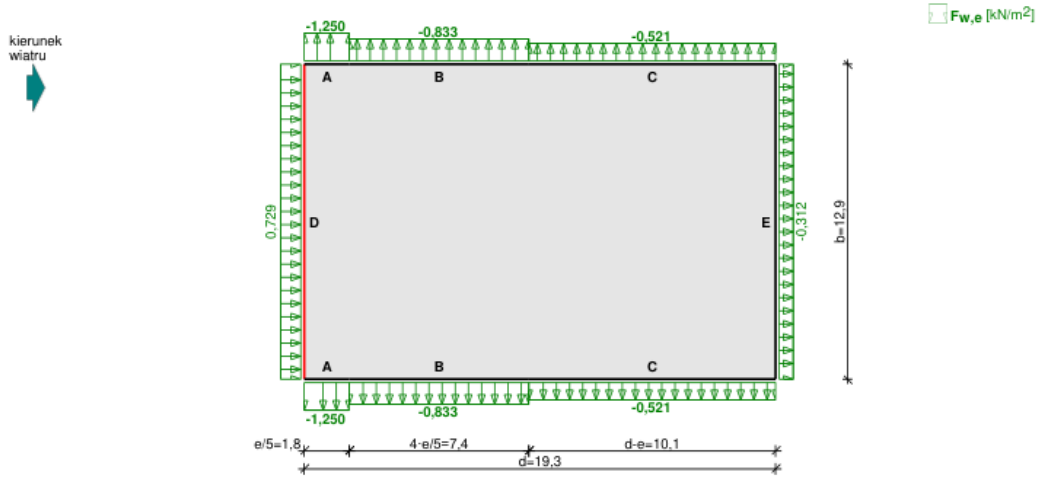
- Budynek o wymiarach: d = 12,9 m, b = 19,3 m, h = 4,6 m
- Wymiar e = min(b,2·h) = 9,2 m
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia wiatrem 3; A = 645 m n.p.m. → $v_{b,0}$ = 22·[1+0,0006·(A-300)] = 26,55 m/s
- Współczynnik kierunkowy: c_{dir} = 1,0
- Współczynnik sezonowy: c_{season} = 1,00
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$ = 26,55 m/s
- Wysokość odniesienia: z_e = h = 4,60 m
- Kategoria terenu I → współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 1,2 \cdot (4,6/10)^{0,13}$ = 1,08 (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e)$ = 1,00
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b$ = 28,81 m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e)$ = 0,163
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \cdot [(20000-A)/(20000+A)]$ = 1,17 kg/m^3
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
  $q_p(z_e) = [1+7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e)$ = 1041,3 Pa = 1,041 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d$ = 1,000
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10}$ = +0,714

<u>Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:</u>

$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe}$ = 1,000·1,041·0,714 = **0,744 kN/m^2**

Wiatr prawo lewo ściany

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta (p.7.2.2)



Elewacja nawietrzna - pole D:
- Budynek o wymiarach: d = 19,3 m, b = 12,9 m, h = 4,6 m
- Wymiar e = min(b,2·h) = 9,2 m
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
  - strefa obciążenia wiatrem 3; A = 645 m n.p.m. → $v_{b,0} = 22\cdot[1+0{,}0006\cdot(A-300)] = 26{,}55$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1{,}0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1{,}00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir}\cdot c_{season}\cdot v_{b,0} = 26{,}55$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 4{,}60$ m
- Kategoria terenu I → współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 1{,}2\cdot(4{,}6/10)^{0{,}13} = 1{,}08$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1{,}00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e)\cdot c_o(z_e)\cdot v_b = 28{,}81$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0{,}163$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1{,}25\cdot[(20000-A)/(20000+A)] = 1{,}17$ kg/m^3
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:
  $q_p(z_e) = [1+7\cdot I_v(z_e)]\cdot(1/2)\cdot\rho\cdot v_m^2(z_e) = 1041{,}3$ Pa $= 1{,}041$ kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1{,}000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = +0{,}700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:
$F_{w,e} = c_s c_d\cdot q_p(z_e)\cdot c_{pe} = 1{,}000\cdot1{,}041\cdot0{,}700 =$ **0,729 kN/m^2**

Obciążenia technologiczne

Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1 / Obciążenia użytkowe powierzchni stropów i dachów (p.6.3)
Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii H (dach bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw) → od 0,0 do 1,0 kN/m^2, zalecane 0,4 kN/m^2

Obciążenie fotowoltaiką

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m^2	Ψ	Wartość rep. kN/m^2	γ_F	Wartość obl. kN/m^2
1.	obciążenie fotowoltaika	zmienne	0,50	1,00	0,50	1,50	0,75
	Σ:		**0,50**		**0,50**		**0,75**

Z powyższych przypadków obciążeń zdefiniowano w programie obliczeniowym wszystkie możliwe kombinacje normowe (SGN (Stan Graniczny Nośności) i SGU (Stan Graniczny Użytkowalności)) według PN-EN-1990 i na te kombinacje sprawdzono konstrukcje.

Blacha trapezowa

Dane wejściowe:

Rozpiętość przęsła: 4200 mm
Obciążenie obliczeniowe: 6,00 kN/m²
Obciążenie charakterystyczne: 4,10 kN/m²
Układ blachy: POZYTYW
Kryterium ugięcia: L/200
Szerokość podpory wewnętrznej: 100 mm
Profil: T94 S350 t = 1,50
Do zadanych obciążeń dodano ciężar własny blachy ze współczynnikiem γ=1,35
Ze względów ppoż. wykorzystanie Wytrzymałości ograniczono do 80.0 %



Wyniki (dwa przęsła):

Wykorzystanie nośności - warunek wytrzymałości 90,84%
Wykorzystanie nośności - warunek ugięcia 64,80%

Obliczenia zgodne z PN-EN 1993-1-3: Sierpień 2008

Po przeprowadzonych obliczeniach przyjęto blachę T94P t=1.50 S350

Wytężenie elementów konstrukcji

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż.	Przypadek
Grupa : 1 PAS GÓRNY KRATOWNICY						
60 Pręt Lwy Lwz 2.1m_60	HEA 160	S 355	32.01	52.70	0.83	10 SGN /45/
Grupa : 2 PAS DOLNYY KRATOWNICY						
13 Pręt Lwy Lwz 2.1m_13	HEA 140	S 355	36.67	59.66	0.73	10 SGN /45/
Grupa : 3 WYKRATOWANIE						
17 Pręt_17	RK 80x80x5	S 235	48.71	48.71	0.86	10 SGN /45/
Grupa : 4 SŁUPY GŁÓWNE						
2 Słup lwy 2.0 lwz 1.0_2	HEA 160	S 355	152.55	125.59	0.92	10 SGN /31/
Grupa : 5 SŁUPY SCIANA SZCZYTOWA						
107 Słup_107	RP 160x80x4	S 235	86.77	149.19	0.43	10 SGN /29/
Grupa : 6 ATTYKA						
144 Belka_144	C 160x60x4	S 235	69.23	230.84	0.86	10 SGN /36/
Grupa : 7 SŁUPKI PODEST						
268 Słup_268	RK 80x80x5	S 235	26.27	26.27	0.90	10 SGN /21/
Grupa : 8 BELKI PODEST						
279 Belka_279	C 160	S 235	118.88	391.46	0.50	10 SGN /21/
Grupa : 9 WYMIANY PODEST						
156 Pręt_156	RK 140x140x5	S 235	76.40	76.40	0.93	10 SGN /21/
Grupa : 10 STĘŻENIA POZIOME						
22 Pręt_22	RK 50x50x3	S 235	123.15	123.15	0.67	10 SGN /45/
Grupa : 11 DŹWIGAR SZCZYTOWY						
74 Belka zw 2.1m_74	IPE 160	S 235	95.38	340.23	0.60	10 SGN /49/
Grupa : 12 STĘŻENIE W DRZWIACH						
292 Pręt_292	RK 50x50x3	S 235	154.50	154.50	0.70	10 SGN /35/
Grupa : 13 RYGLÓWKA						
288 Pręt_288	RK 100x100x4	S 235	107.50	107.50	0.62	10 SGN /35/
Grupa : 14 DASZEK GŁÓWNE						
261 Belka_261	RK 100x100x4	S 235	102.39	102.39	0.88	10 SGN /47/
Grupa : 15 DASZEK POŚREDNIE						
257 Belka_257	RK 60x60x3	S 235	213.59	213.59	0.67	10 SGN /47/
Grupa : 16 DASZEK ŚCIĄG						
263 Belka_263	RK 60x60x3	S 235	43.58	43.58	0.27	10 SGN /31/
Grupa : 17 DASZEK WYMIAN						
219 Pręt_219	RK 100x100x4	S 235	102.39	102.39	0.36	10 SGN /45/

Maksymalne reakcje dla słupów zewnętrznych ramy:

- Fx= -12.59 kN do /+11.62 kN
- Fy= -18.35 do / +19.75 kN
- Fz= -17.54 kN do / +137.78 kN
- Mx= -45.67kNm do / +42.98 kNm
- My= -4.44kNm do / +4.71 kNm
- Mz= -0,05kNm do / +0,06 kNm

Maksymalne reakcje dla słupów ściany szczytowej:

- Fx= -6.48 kN do /+6.71 kN
- Fy= -4.76 do / +5.24 kN
- Fz= -18.69 kN do / +35.98 kN
- Mx= -1.15kNm do / +1.11 kNm
- My= -2.96kNm do / +2.76 kNm
- Mz= -0,16kNm do / +0,14 kNm

Kierunek X- z płaszczyzny ramy głównej
Kierunek Y w płaszczyźnie ramy głównej
Zakotwienie słupów zaprojektowano jako utwierdzenie.

5.3 Uwagi końcowe

- Wszelkie wątpliwości lub ewentualne odstępstwa, należy konsultować z projektantem
- Konstrukcji dachu nie wolno obciążać punktowymi instalacjami np. klimatyzator bez wcześniejszego uzgodnienia tego z projektantem.
- Nie wolno dokonywać owierceń profili nośnych, które powodują zmniejszenie nośności profili.
- Należy monitorować stan zabezpieczenia antykorozyjnego profili.