

II. Obliczenia.

1. Zadaszenie

1.1. Poszycie

1.1.1. Zestawienie obciążeń.

Kąt nachylenia połaci dachowej: 5 °.

Rozstaw krokwi: 1.05 m

Obciążenie stałe równomiernie rozłożone na rzut połaci.

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN/m ²	Współcz. oblicz.	Wartość obciążenia obliczeniowego kN/m ²
Blacha trapezowa	0.060	1.35	0.081
Obciążenie łączne:	0.06		0.08

Obciążenie od śniegu równomiernie rozłożone na rzut połaci.

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN/m ²	Współcz. oblicz.	Wartość obciążenia obliczeniowego kN/m ²
Śnieg , $(0.006 \cdot 202.00 - 0.60) = 0.61$ przyj $Q_k = 1.20 \text{ kN/m}^2$ $\mu = 0.80$, $C_e = 1$, $C_t = 1$	$1.20 \cdot 0.80 = 0.96$	1.5	1.44

Obciążenie wiatrem

strefa III ob. wiatrem, $h = 6.0 \text{ m}$, $C_e = 0.85$,

Wiatr z lewej

- parcie -w części centralnej 0.51 kN/m²
- w pasie krawędziowym 0.26 m 0.83 kN/m²,
- w pasie krańcowym szer 1.2 m 1.29 kN/m²

Wiatr z prawej

- ssanie -w części centralnej -1.11 kN/m²
- w pasie krawędziowym 0.26 m -1.74 kN/m²,
- w pasie krańcowym szer 1.2 m -1.53 kN/m²

Maksymalne obciążenie dla przęsła blachy (przęsło skrajne)

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN/m ²	Współcz. oblicz.	Wartość obciążenia obliczeniowego kN/m ²
Blacha trapezowa	0.060	1.35	0.081
Śnieg	0.960	1.50	1.440
Wiatr -parcie	1.290	1.50	1.940
Obciążenie łączne:	2.31		3.46

1.1.2. Obliczenia statyczne

Schemat statyczny belki wolnopodpartej , rozpiętość obliczeniowa $l_o = 0.83 \text{ m}$

Moment zginający w przęśle.: $M = 0.125 \cdot 3.46 \cdot 0.83^2 = 0.29 \text{ kNm}$

Moment zginający char. w przęśle $M_k = 0.125 \cdot 2.31 \cdot 0.83^2 = 0.20 \text{ kNm}$

Reakcja oblicz. : $R = 3.46 \cdot 0.83 / 2 = 1.44 \text{ kN}$

Reakcja char : $R_k = 2.31 \cdot 0.83 / 2 = 0.96 \text{ kN}$

$f_d = 255 \text{ MPa}$ (S280)

Blacha trapezowa T35 gr. 0.6 mm $W_x = 4.41 \text{ cm}^3/\text{m}$, $I_x = 10.82 \text{ cm}^4/\text{m}$,

$MR = W_x \cdot f_d = 4.41 \cdot 255 \cdot 10^{-3} = 1.12 \text{ kNm}$

$M/\varphi_L \cdot MR = 0.29 / 1.12 = 0.26 < 1.00$

Przyjęto blachę trapezową T35 0.6 mm

1.2. Płatwie

1.2.1. Zestawienie obciążeń.

Obciążenie równomierne płatwi środkowej

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN/m	Współcz. oblicz.	Wartość obciążenia obliczeniowego kN/m
C. własny	0.060	1.35	0.081
Reakcja z blachy	$2 \cdot 0.96 = 1.920$		$2 \cdot 1.440 = 2.880$
Obciążenie łączne:	1.98		2.96

1.2.2. Obliczenia statyczne

Schemat statyczny belki wolnopodpartej, rozpiętość obliczeniowa $l_0 = 1.50 \text{ m}$

Moment zginający w przęśle.: $M = 0.125 \cdot 2.96 \cdot 1.50^2 = 0.83 \text{ kNm}$

Moment zginający char. w przęśle $M_k = 0.125 \cdot 1.98 \cdot 1.50^2 = 0.55 \text{ kNm}$

Teoretyczna rozpiętość wyboczeniowa rozpiętości $l_{0z} = 1.50 \text{ m}$, $f_d = 215 \text{ MPa}$

UPN 50 $W_x = 10.6 \text{ cm}^3$, $I_x = 26.4 \text{ cm}^4$,

$MR = W_x \cdot f_d = 10.6 \cdot 215 \cdot 10^{-3} = 2.28 \text{ kNm}$

$M/\varphi_L \cdot MR = 0.83 / 0.50 \cdot 2.28 = 0.72 < 1.00$

Ugięcie: $E = 205000 \text{ MPa}$, $l_0 = 1.50 \text{ m}$, moment char. w przęśle $M_k = 0.55 \text{ kNm}$

$f = 5 \cdot M_k \cdot l_0^2 / 48 \cdot E \cdot I = 0.0024 \text{ m} = 2.4 \text{ mm} < f_{dop} = L/250 = 1500/250 = 6 \text{ mm}$

Przyjęto UPN50

1.3. Dźwigar

1.3.1. Zestawienie obciążeń.

Obciążenie charakteryz. dźwigara od obc. c. własnym ST1.

Obciążenie charakteryz. pasa górnego od obc. stałych schemat ST2.

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN/m	Współcz. oblicz.
Blacha trapezowa	$0.060 \cdot 1.50 = 0.09$	1.35
Obciążenie łączne:	0.09	

Obciążenie charakteryst. pasa górnego od śniegu schemat SN1

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN/m	Współcz. oblicz.
Blacha trapezowa	$0.96 \cdot 1.50 = 1.44$	1.50
Obciążenie łączne:	1.44	

Wiatr z lewej schemat WIATR 1, wsp. obl. 1.50

- parcie -w części centralnej $1.29 \cdot 1.50 = 1.94 \text{ kN/m}^2$
- w pasie krawędziowym $1.47 \cdot 1.50 = 2.21 \text{ kN/m}^2$
- w pasie krańcowym szer 1.2 m $1.29 \cdot 1.50 = 1.94 \text{ kN/m}$ (przyjęto do obl. dla części środk. między pasami skrajnymi)

Wiatr z prawej schemat WIATR2, wsp. obl. 1.50

- ssanie -w części centralnej $-1.11 \cdot 1.50 = -1.67 \text{ kN/m}$
- w pasie krawędziowym zawietrznym $-1.74 \cdot 1.50 = -2.61 \text{ kN/m}$,
- w pasie krańcowym szer 1.2 m $-1.53 \cdot 1.50 = -2.29 \text{ kN/m}$ (przyjęto do obl. dla części środk. między pasami skrajnymi)

Wykres momentów zginających od kombinacji obciążeń KOMB1Reakcje

	Fx	Fz	My
4/1	-0,00	0,71	-0,06
4/2	-0,00	0,46	-0,04
4/3	-0,00	7,39	-0,70
4/4	-5,72	3,78	5,59
4/5	5,71	-5,21	-5,40
4/6 (K)	-0,02	10,53	-0,91

Przyjęto przekrój pasa górnego RP 80x40x5, krzyżulce i słupki RP 60x40x5.

2.Sprawdzenie belki wciągnika.

2.1.Zestawienie obciążeń.

c. własny generowany przez program obliczeniowy STA1.

Obciążenie skupione od obc. stałych na długości belki STA2

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN	Współcz. oblicz.
Reakcja od dźwigara	0.46	1.35

Obciążenie skupione od śniegu na długości belki SN1

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN	Współcz. oblicz.
Reakcja od dźwigara	7.39	1.50

Obciążenie momentem skręcającym od śniegu na długości belki SN1

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kNm	Współcz. oblicz.
Reakcja od dźwigara	0.70	1.50

zaniedbywalny

Wiatr z lewej WIATR 1 (wsp. 1.5) $F_x = -5,72 \text{ kN}$ $F_z = 3,78 \text{ kN}$ $M = 5,59 \text{ kNm}$

Wiatr z prawej WIATR 2 (wsp. 1.5) $F_x = 5,71 \text{ kN}$ $F_z = -5,21 \text{ kN}$ $M = -5,40 \text{ kNm}$

Obciążenie skupione od wciągnika na długości belki EKSP1

Rodzaj obciążenia	Wartość obciążenia charakterystycznego kN	Współcz. oblicz.
Obciążenie wciągnika	20.00	1.50
Ciężar wciągnika	1.00	1.50
Razem	21.00	1.50

2.2. Obliczenia statyczne

Sprawdzenie nośności wspornika

Sprawdzenie nośności belki – siła od wciągnika na końcu wspornika belki.

Kombinacja obciążeń w płaszczyźnie ZX

GRUPA:

PRĘT: 1 Pręt_1

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 5 WIATR2

MATERIAŁ: S 235 $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

$E = 210000.00 \text{ MPa}$

PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 400

$h = 40.0 \text{ cm}$

$b = 18.0 \text{ cm}$

$t_w = 0.9 \text{ cm}$

$t_f = 1.4 \text{ cm}$

$A_y = 48.60 \text{ cm}^2$

$I_y = 23130.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 1156.50 \text{ cm}^3$

$A_z = 34.40 \text{ cm}^2$

$I_z = 1320.00 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 146.67 \text{ cm}^3$

$A_x = 84.50 \text{ cm}^2$

$I_x = 52.40 \text{ cm}^4$

SŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI: KLASA PRZEKROJU = 1

$M_y = 17.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 248.65 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 248.65 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_z = -19.64 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz} = 31.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz_v} = 31.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_y = 11.42 \text{ kN}$

$V_{ry} = 606.04 \text{ kN}$

$V_z = 10.42 \text{ kN}$

$V_{rz} = 428.97 \text{ kN}$

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$

$L_d = 2.56 \text{ m}$

$La_L = 0.85$

$N_z = 1043.65 \text{ kN}$

$N_w = 6836.80 \text{ kN}$

$M_{cr} = 454.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\phi_L = 0.86$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$M_y / (\phi_L \cdot M_{ry}) + M_z / M_{rz} = 0.08 + 0.62 = 0.71 < 1.00 \quad (54)$

$V_y / V_{ry} = 0.02 < 1.00 \quad V_z / V_{rz} = 0.02 < 1.00 \quad (53)$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

$u_y = 0.2 \text{ cm} < u_{y \max} = L / 250.00 = 1.0 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 4 WIATR1

$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \max} = L / 250.00 = 1.0 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 6 EKSP1

Zweryfikowano

Zweryfikowano

Przemieszczenia

$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_{x \max} = L / 150.00 = 1.7 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1

$v_y = 1.9 \text{ cm} > v_{y \max} = L / 150.00 = 1.7 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 4 WIATR1

Zweryfikowano

Konieczne wzmocnienie

Sprawdzenie nośności belki w pęśle.

PRĘT: 2 Pręt_2

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 5 WIATR2

MATERIAŁ: S 235

$f_d = 215.00 \text{ MPa}$

$E = 210000.00 \text{ MPa}$

PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 400

$h = 40.0 \text{ cm}$

$b = 18.0 \text{ cm}$

$t_w = 0.9 \text{ cm}$

$t_f = 1.4 \text{ cm}$

$A_y = 48.60 \text{ cm}^2$

$I_y = 23130.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 1156.50 \text{ cm}^3$

$A_z = 34.40 \text{ cm}^2$

$I_z = 1320.00 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 146.67 \text{ cm}^3$

$A_x = 84.50 \text{ cm}^2$

$I_x = 52.40 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$M_y = -22.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 248.65 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 248.65 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_z = 24.28 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz} = 31.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz_v} = 31.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_y = 3.78 \text{ kN}$

$V_{ry} = 606.04 \text{ kN}$

$V_z = 3.45 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 1

$V_{rz} = 428.97 \text{ kN}$

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$

$L_d = 8.10 \text{ m}$

$La_L = 1.08$

$N_z = 416.99 \text{ kN}$

$N_w = 1986.96 \text{ kN}$

$M_{cr} = 281.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\phi L = 0.70$

WERYFIKACJA:

$M_y / (\phi L \cdot M_{ry}) + M_z / M_{rz} = 0.13 + 0.77 = 0.90 < 1.00 \quad (54)$

$V_y / V_{ry} = 0.01 < 1.00 \quad V_z / V_{rz} = 0.01 < 1.00 \quad (53)$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

$u_y = 5.2 \text{ cm} > u_{y \max} = L / 250.00 = 3.2 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 4 WIATR1

$u_z = 0.5 \text{ cm} < u_{z \max} = L / 250.00 = 3.2 \text{ cm}$

Decydujący przypadek obciążenia: 6 EKSP1

Konieczne wzmocnienie

Zweryfikowano

Istniejący przekrój IPE 400 wymaga wzmocnienia z uwagi na ugięcie, zastosowano obustronne przykładki boczne na pas górny w postaci płaskowników 90x16 ciągłych na długości.