

PROJEKT WYKONAWCZY

egz. nr ...

Temat opracowania: Projekt rozbudowy i przebudowy budynku komisariatu Policji

Lokalizacja: powiat Nowy Targ, gmina Czarny Dunajec
Czarny Dunajec, działka nr 3829/1 i 3815/2

Faza: Projekt wykonawczy

Inwestor: Urząd Gminy w Czarnym Dunajcu
ul. Piłsudskiego 2
34-470 Czarny Dunajec

Branża: KONSTRUKCJA

Temat: Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Projektował	mgr inż. Wacław Zubik	Uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr 192/90	
Sprawdził	inż. Janusz Leszko	Uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr 93/KW/71	

Kraków, grudzień 2010 r.

Spis treści

Strona tytułowa.....str. 1

Spis treści.....str. 2

1. Założenia do obliczeń.....str. 3÷5

2. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe.....str. 5÷21

Poz.1 – Wieżba dachowa nad nową klatką schodową.....str. 5÷8

Poz.2 – Strop nad parterem.....str. 8÷16

Poz.3 – Schody.....str. 16÷18

Poz.4 – Nadproża stalowe.....str. 18÷19

Poz.5 – Schody na piętro.....str. 19÷20

Poz.6 - Fundament klatki schodowej.....str. 20÷21

3. Rysunki konstrukcyjne

Fundamenty klatki schodowej.....Kw1

Strop nad parterem i klatka schodowa.....Kw2

Strop nad piętrem i klatka schodowa.....Kw3

Rzut wieżby dachowej nad klatką schodową.....Kw4

Schody na piętro – dolny bieg.....Kw5

Schody na piętro – środkowy bieg.....Kw6

Schody na piętro – górny bieg.....Kw7

Strop nad parterem - klatka schodowa.....Kw8

Schody na poddasze - dolny bieg.....Kw9

Schody na poddasze - środkowy bieg.....Kw10

Schody na poddasze - górny bieg.....Kw11

Strop nad piętrem - klatka schodowa.....Kw12

Strop nad parterem – klatka schodowa.....Kw13

Elementy konstrukcyjne.....Kw14

Elementy stalowe stropu nad Piętem.....Kw15

Zbiorcze zestawienie stali.....Kw16

1. Założenia do obliczeń

1.1. Wstęp

Budynek został wykonany w technologii tradycyjnej murowanej, niepodpiwniczony, natomiast w części kotłowni zagłębiony w ziemi. Posadowienie na ławach i ścianach fundamentowych. Strop nad parterem żelbetowy, monolityczny z układem żeber podłużnych. Nad I piętrzem strop drewniany, belkowy z poszyciem z desek. Więźba dachowa drewniana, krokwiowo-płatwiowa, w układzie wielospadowym.

1.2. Zastosowane schematy statyczne

Nadproża, płyta schodów i belki stropowe obliczone w schemacie belki jednoprzęsłowej.

1.3. Założenia przyjęte do obliczeń statycznych

1.3.1. Obciążenia

- Obciążenie stropu nad I piętrzem $2,00 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie biegu schodów - $3,00 \text{ kN/m}^2$

1.3.2. Podstawowe wyniki obliczeń

Poz.1.1 Krokiew $M = 1,99 \text{ kNm}$

Poz.1.2 Jętka $M = 1,00 \text{ kNm}$

Poz.2.1 Płyta żelbetowa $M = 3,35 \text{ kNm}$

Poz.2.2 Belka stalowa $M = 30,54 \text{ kNm}$

Poz.2.7 – Belka $M = 18,18 \text{ kNm}$

Poz.3.1 Schody $M = 47,59 \text{ kNm}$

Poz.5 Fundament $q_f = 97,51 \text{ kNm}$

1.4. Rozwiązania budowlane, konstrukcyjno – materiałowe

1.4.1 Posadowienie

Poziom wód gruntowych znajduje się poniżej poziomu posadowienia. Budynek posadowiony na ławach konstrukcyjnie zbrojonych z betonu klasy B20.

I kategoria geotechniczna posadowienia

1.4.2 Stropy

Beton klasy B20 wylewany na szalunku traconym z blachy trapezowej T-55/0,75 mm pozytyw, stal zbrojeniowa klasy A-III i A-O (strzemiona). Belki stalowe dwuteownik HEB 160 ze stali ST3SY.

1.4.3 Nadproża

Stalowe belki z dwuteownika zwykłego 100 oraz dwuteownika HEB 100 ze stali St3SY

1.4.4 Dach

Nad budynkiem dach wielospadowy. Konstrukcja więźby krokwiowo-jętkowa wzmocniona elementami podłużnic.

1.4.5 Dane techniczne zastosowanych materiałów budowlanych

	gęstość (ciężar.obj.)	wytrzymałość
stal St3SY	$\gamma = 15,0 \text{ kN/m}^3$	$f_m = 5,0 \text{ MPa}$
beton B20	$\gamma = 24,0 \text{ kN/m}^3$	$f_{cd} = 10,6 \text{ MPa}$
stal A-III	$\gamma = 78,5 \text{ kN/m}^3$	$f_{yd} = 420 \text{ MPa}$
stal A-O StOS	$\gamma = 78,5 \text{ kN/m}^3$	$f_{yd} = 190 \text{ MPa}$
drewno sosnowe kl. C24	$\gamma = 6,0 \text{ kN/m}^3$	$f_{mk} = 24,0 \text{ MPa}$

1.5 Normy

PN-82/B-02000 - Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości

PN-82/B-02001 - Obciążenia budowli. Obciążenia stałe

PN-82/B-02003 - Obciążenia zmienne technologiczne

PN-80/B-02010/Az1:2006 - Obciążenie śniegiem

PN-77/B-02011/Az:2009- Obciążenie wiatrem

PN-B-03264:2002/Ap1:2004 - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.

PN-B-03150:2000/Az1:2001/Az2:2003/Az3:2004 – Konstrukcje drewniane

1.6 Dokumentacja

1.6.1 Projekt budowlany - konstrukcje

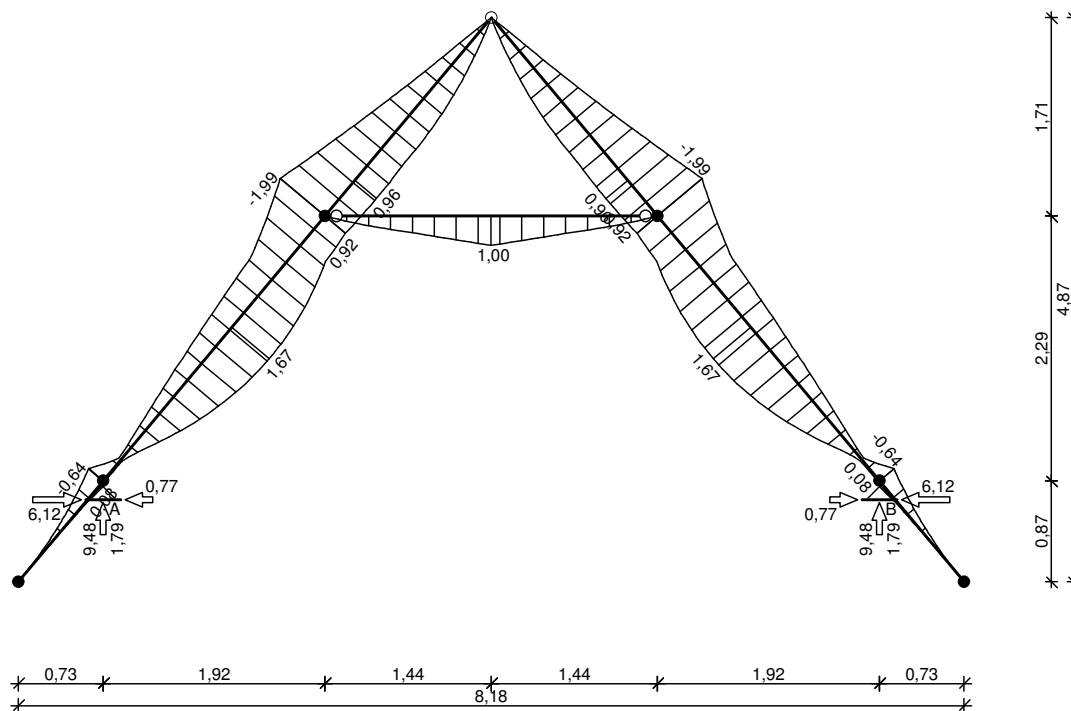
1.6.2 Inwentaryzacja architektoniczna budynku

1.6.3 Część architektoniczna niniejszego projektu budowlanego

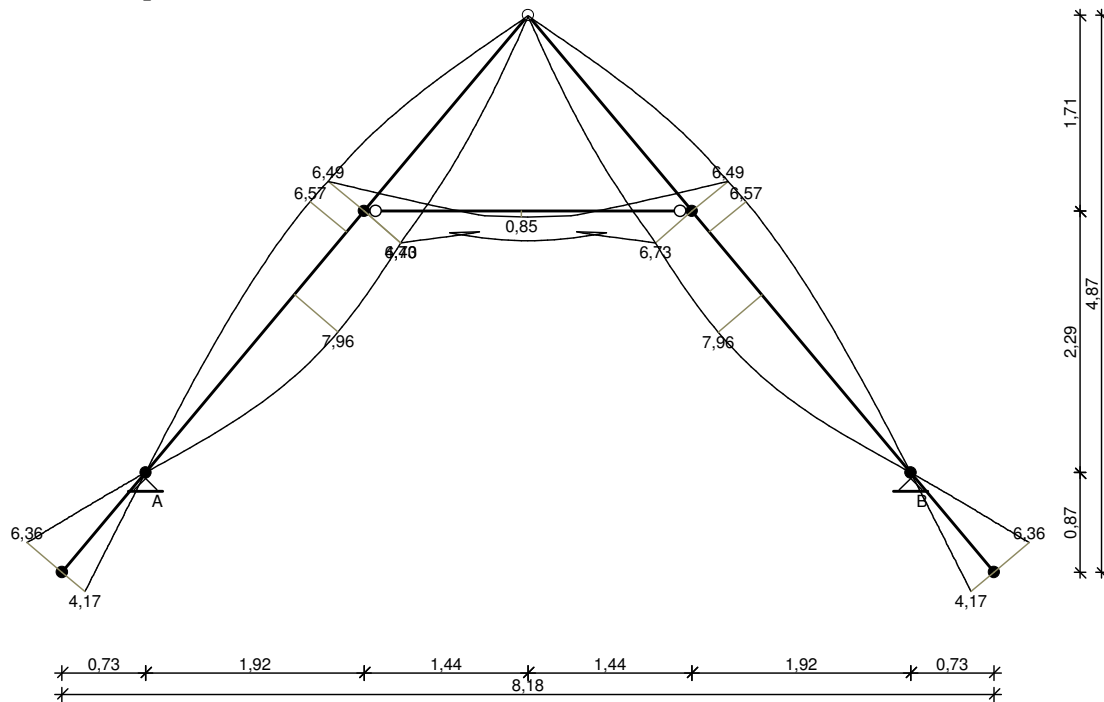
1.7 Zakres opracowania

1.7.1 Dobudowa klatki schodowej i biegów

1.7.2 Wykonanie nowych nadproży



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja
2 (A)	9,48 8,19 2,09	3,29 6,12 -0,77	K8: stałe-max+śnieg+0,90·zmiennie na jętce+0,80·wiatr z lewej K30: stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg-wariant II+0,80·zmiennie na jętce K49: stałe-min+wiatr z lewej
6 (B)	9,48 2,09 8,93	-3,29 0,77 -6,12	K17: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·zmiennie na jętce+0,80·wiatr z prawej K50: stałe-min+wiatr z prawej K22: stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg-wariant II+0,80·zmiennie na jętce

Wymiarowanie wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C24

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Poz.1.1 - Krokiew 8/16 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 90,5 < 150$$

$$\lambda_z = 21,7 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: K30 stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg-wariant II+0,80·zmiennie na jętce

$$M = -1,99 \text{ kNm}, \quad N = 6,12 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 14,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,82 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,48 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,373$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,438 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,246 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murłacie

decyduje kombinacja: K16 stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·zmiennie na jętce+0,80·wiatr z lewej

$$M = -0,53 \text{ kNm}, \quad N = 8,08 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,35 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,78 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,218 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: K30 stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg-wariant II+0,80·zmiennie na jętce

$$M = -1,99 \text{ kNm}, \quad N = 6,12 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 14,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,89 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,65 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,477 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (odcinek górny)

decyduje kombinacja: K18 stałe-max+wiatr z lewej

$$u_{fin} = 6,73 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 2238 / 200 = 11,19 \text{ mm}$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: K18 stałe-max+wiatr z lewej

$$u_{fin} = 6,36 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot 1 / 200 = 2 \cdot 1138 / 200 = 11,38 \text{ mm}$$

Poz.1.2 - Jętka 6,3/16 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 63,3 < 150$$

$$\lambda_z = 0,0 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: K47 stałe-max+montażowe jętki

$$M = 1,00 \text{ kNm}, \quad N = 2,82 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,72 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,668$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,325 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,202 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: K18 stałe-max+wiatr z lewej

$$u_{fin} = 4,40 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 2877 / 200 = 14,39 \text{ mm}$$

Poz.1.3 - Murłata 14/14 cm

Część murłaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 11,56 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 7,47 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: K28 stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg+0,80·zmiennie na jętce

$$M_z = 1,80 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 3,935 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,355 < 1$$

Część wspornikowa murłaty

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,\max} = 11,56 \text{ kN/m}, \quad q_{y,\max} = 7,47 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: K14 stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej+0,80·zmiennie na jętce

$$M_y = 1,44 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,93 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,14 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,04 \text{ MPa} ; \quad k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,413 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,383 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: K2 stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,31 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm}$$

Poz.1.4 – Podłużnica

Przyjęto konstrukcyjnie przekrój o wymiarach **14 • 14 cm**

Poz.1.5 – Krokiew koszowa

Przyjęto konstrukcyjnie przekrój o wymiarach **20 • 20 cm**

W-1 – Wieniec ściany szczytowej

Przyjęto przekrój konstrukcyjny **25 • 25 cm**, zbrojony prętami **4 ϕ 12** oraz strzemiona **ϕ 6 co 25 cm**.
Wieniec należy poprowadzić na ścianie szczytowej ukośnie w górę.

Poz. 2 – Strop nad parterem

Poz. 2.1 – Płyta żelbetowa jednokierunkowo zbrojona

zestawienie obciążeń obliczeniowych

parkiet

$$0,23 \cdot 1,2 = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

wylewka cementowa gr.5 cm

$$19,0 \cdot 0,05 \cdot 1,3 = 1,37 \text{ kN/m}^2$$

styropian gr.5 cm

$$0,60 \cdot 0,05 \cdot 1,2 = 0,04 \text{ kN/m}^2$$

płyta żelbetowa **gr.8 cm**

$$25,0 \cdot 0,08 \cdot 1,1 = 2,20 \text{ kN/m}^2$$

obciążenie użytkowe

$$\underline{2,00 \cdot 1,4 = 2,80 \text{ kN/m}^2}$$

$$\Sigma 6,69 \text{ kN/m}^2$$

wymiarowanie

$$l_o = 2,00 \text{ m} ; \quad M = \frac{6,69 \cdot 2,00^2}{8} = 3,35 \text{ kNm}$$

$$b = 100,0 \text{ cm} ; \quad \mathbf{h = 8,0 \text{ cm}} ; \quad a_1 = a_2 = 2,3 \text{ cm} ; \quad d = h - a_2 = 8,0 - 2,3 = 5,7 \text{ cm}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa} ; \quad f_{cd} = 10,6 \text{ MPa (B20)} ; \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa (A-III)}$$

$$\epsilon_{cu} = 0,0035 ; \epsilon_{yd} = -\frac{f_{yd}}{E_s} = -\frac{350}{200 \cdot 10^3} = -0,0018$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} - \epsilon_{yd}} \right) = 0,8 \cdot \left(\frac{0,0035}{0,0035 + 0,0018} \right) = 0,53$$

$$\xi_{eff,lim} = \frac{x_{eff,lim}}{d} \Rightarrow x_{eff,lim} = d \xi_{eff,lim} = 5,7 \cdot 0,53 = 3,0 \text{ cm}$$

przyjęto zbrojenie główne $\phi 8$ co **18,8 cm** $\Rightarrow A_{s1} = 2,67 \text{ cm}^2$

pręty rozdzielcze $\phi 6$ co **25 cm**

$$A_{cc,eff} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{f_{cd}} = x_{eff} b \Rightarrow x_{eff} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{b f_{cd}} = \frac{350 \cdot 2,67}{100,0 \cdot 10,6} = 0,8 \text{ cm} < x_{eff,lim} = 3,0 \text{ cm}$$

$$S_{cc,eff} = b x_{eff} (d - 0,5 x_{eff}) = 100,0 \cdot 0,8 \cdot (5,7 - 0,5 \cdot 0,8) = 424 \text{ cm}^3$$

$$M_{Rd} = f_{cd} S_{cc,eff} = 10,6 \cdot 10^3 \cdot 424 \cdot 10^{-6} = 17,42 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 3,35 \text{ kNm} < M_{Rd} = 17,42 \text{ kNm}$$

ugięcie montażowe blachy trapezowej **T 55 x 188 strona A pozytywna**

ciężar własny betonu

$$24,00 \cdot 0,08 \cdot 1,3 = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

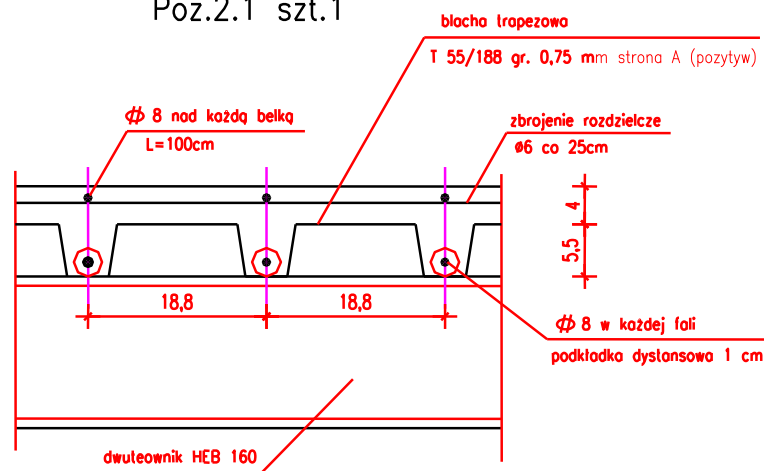
blacha trapezowa

$$\frac{0,09 \cdot 1,1 = 0,10 \text{ kN/m}^2}{2,60 \text{ kN/m}^2}$$

$$l_o = 2,00 \text{ m} ; E = 215 \text{ GPa} ; J = 37,3 \text{ cm}^4$$

$$f_{max} = \frac{5ql_o^4}{384EJ} = 0,7 \text{ cm} ; f_{dop} = \frac{200}{200} = 1,0 \text{ cm} \Rightarrow f_{max} < f_{dop}$$

Płyta stropowa
Poz.2.1 szt.1



Poz. 2.2 – Belka stalowa stropu

zestawienie obciążeń obliczeniowych

parkiet

$$0,23 \cdot 1,2 \cdot 2,00 = 0,56 \text{ kN/m}$$

wylewka cementowa gr.5 cm

$$19,0 \cdot 0,05 \cdot 1,3 \cdot 2,00 = 2,74 \text{ kN/m}$$

styropian gr.5 cm

$$0,60 \cdot 0,05 \cdot 1,2 \cdot 2,00 = 0,08 \text{ kN/m}$$

płyta żelbetowa **gr.8 cm**

$$25,0 \cdot 0,08 \cdot 1,1 \cdot 2,00 = 4,40 \text{ kN/m}$$

obciążenie użytkowe

$$\underline{2,00 \cdot 1,4 \cdot 2,00 = 5,60 \text{ kN/m}}$$

$$\Sigma 13,38 \text{ kN/m}$$

zestawienie obciążeń charakterystycznych

płytki

$$0,23 \cdot 2,00 = 0,46 \text{ kN/m}$$

wylewka cementowa gr.5 cm

$$19,0 \cdot 0,05 \cdot 2,00 = 1,90 \text{ kN/m}$$

styropian gr.5 cm

$$0,60 \cdot 0,05 \cdot 2,00 = 0,06 \text{ kN/m}$$

płyta żelbetowa **gr.8 cm**

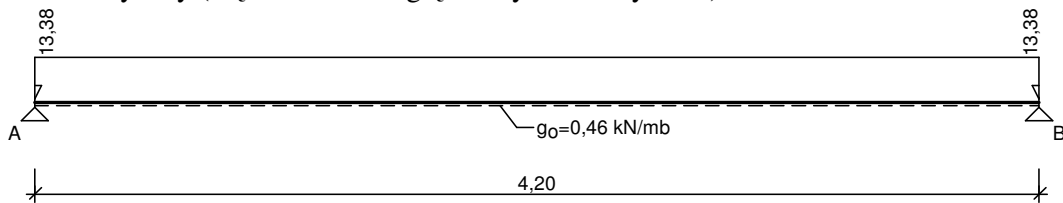
$$25,0 \cdot 0,08 \cdot 2,00 = 4,00 \text{ kN/m}$$

obciążenie użytkowe

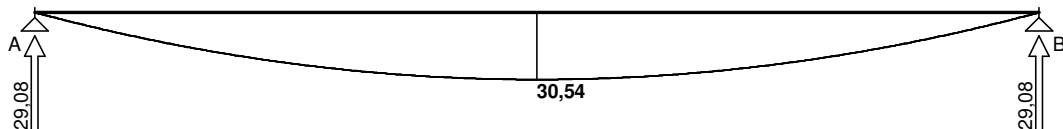
$$\underline{2,00 \cdot 2,00 = 4,00 \text{ kN/m}}$$

$$\Sigma 10,42 \text{ kN/m}$$

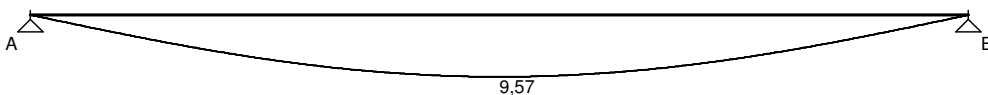
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



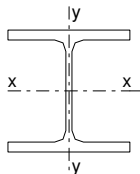
Momenty zginające [kNm]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 160 B**

$$A_v = 12,8 \text{ cm}^2, \quad m = 42,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2490 \text{ cm}^4, \quad J_y = 889 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 47940 \text{ cm}^6, \quad J_T = 31,4 \text{ cm}^4, \quad W_x = 311 \text{ cm}^3$$

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,069$) $M_R = 71,49 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 159,62 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,10 \text{ m}$

Współczynnik zwężenia $\varphi_L = 0,913$

Moment maksymalny $M_{\max} = 30,54 \text{ kNm}$

$M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,468 < 1$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 29,08 \text{ kN}$

$V_{\max} / V_R = 0,182 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 29,08 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 95,77 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,10 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 9,57 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 12,00 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 9,57 \text{ mm} < f_{gr} = 12,00 \text{ mm}$

Poz.2.3 - Belka stalowa stropu

Przyjęto profil belki stalowej jak w Poz.2.2 (rozpiętość mniejsza)

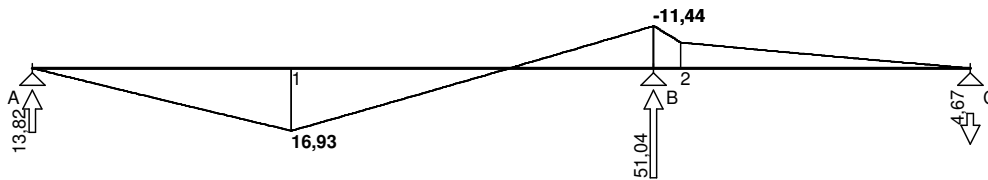
Poz.2.4.1 – Nadproże stalowe

zestawienie obciążeń

obciążenie skupione z Poz.2.2

29,08 kN

Momenty zginające [kNm]:

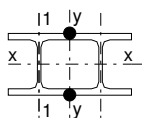


Tablica wyników obliczeń statycznych:

L.p.	z [m]	M_l [kNm]	M_p [kNm]	V_l [kN]	V_p [kN]	f_k [mm]
Przęsło A - B ($l_o = 3,00 \text{ m}$)						
A.	0,00	--	0,00	--	13,82	--
1.	1,25	16,93	16,93	13,26	-15,82	4,72
2.	1,30	16,06	16,06	-15,84	-15,84	4,73
B.	3,00	-11,44	--	-16,60	--	--
Przęsło B - C ($l_o = 1,53 \text{ m}$)						
B.	3,00	--	-11,44	--	34,43	--
3.	3,13	-6,97	-6,97	34,37	5,29	-0,21
4.	3,64	-4,32	-4,32	5,06	5,06	-0,53
C.	4,53	0,00	--	4,67	--	--

Reakcje podporowe: $R_A = 13,82 \text{ kN}$, $R_B = 51,04 \text{ kN}$, $R_C = -4,67 \text{ kN}$

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **2 HE 100 B**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 12,0 \text{ cm}^2, m = 40,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 900 \text{ cm}^4, J_y = 1634 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 3375 \text{ cm}^6, J_T = 9,29 \text{ cm}^4, W_x = 180 \text{ cm}^3$$

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,080$) $M_R = 41,73 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 149,64 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 1,25 \text{ m}$

Współczynnik zwężenia $\phi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 16,93 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,406 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 3,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 34,43 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,230 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)16,60 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 89,78 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,30 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 4,73 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 8,57 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 4,73 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm}$$

Poz. 2.5 - Strop żelbetowy dwukierunkowo zbrojony

zestawienie obciążeń

płytki

$$0,23 \cdot 1,2 = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

wylewka cementowa gr.5 cm

$$19,0 \cdot 0,05 \cdot 1,3 = 1,37 \text{ kN/m}^2$$

tynek cementowo-wapienny

$$19,00 \cdot 0,015 \cdot 1,3 = 0,38 \text{ kN/m}^2$$

ciężar własny płyty żelbetowej **gr.15 cm**

$$25,0 \cdot 0,15 \cdot 1,1 = 4,13 \text{ kN/m}^2$$

obciążenie użytkowe

$$3,00 \cdot 1,3 = 3,90 \text{ kN/m}^2$$

$$\Sigma 10,06 \text{ kN/m}^2$$

wymiarowanie

$$l_{ox} = 1,05 \cdot 2,20 = 2,31 \text{ m}$$

$$l_{oy} = 1,05 \cdot 2,74 = 2,88 \text{ m}$$

$$\frac{l_{oy}}{l_{ox}} = \frac{2,88}{2,31} = 1,25 \Rightarrow \phi_{1x} = 0,0550; \phi_{1y} = 0,0227$$

$$M_x = q l_{ox}^2 \phi_{1x} = 10,06 \cdot 2,31^2 \cdot 0,0550 = 2,96 \text{ kNm}$$

$$M_y = q l_{oy}^2 \phi_{1y} = 10,06 \cdot 2,88^2 \cdot 0,0227 = 1,90 \text{ kNm}$$

zbrojenie w kierunku mniejszej rozpiętości

$$b = 100 \text{ cm} ; h = 15,0 \text{ cm} ; a_1 = a_2 = 2,3 \text{ cm} ; d = h - a_2 = 15,0 - 2,3 = 12,7 \text{ cm}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa} ; f_{cd} = 10,6 \text{ MPa} ; f_{yd} = 350 \text{ MPa} ; \epsilon_{cu} = 0,0035 ; \epsilon_{yd} = -\frac{f_{yd}}{E_s} = -\frac{350}{200 \cdot 10^3} = -0,0018$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} - \epsilon_{yd}} \right) = 0,8 \cdot \left(\frac{0,0035}{0,0035 + 0,0018} \right) = 0,53$$

$$\xi_{eff,lim} = \frac{x_{eff,lim}}{d} \Rightarrow x_{eff,lim} = d \xi_{eff,lim} = 12,7 \cdot 0,53 = 6,0 \text{ cm}$$

przyjęto zbrojenie **φ 8 co 20 cm** $\Rightarrow A_{s1} = 2,51 \text{ cm}^2$

$$A_{cc,eff} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{f_{cd}} = x_{eff} b \Rightarrow x_{eff} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{b f_{cd}} = \frac{350 \cdot 2,51}{100,0 \cdot 10,6} = 0,8 \text{ cm} < x_{eff,lim} = 6,0 \text{ cm}$$

$$S_{cc,eff} = b x_{eff} (d - 0,5 x_{eff}) = 100,0 \cdot 0,8 (11,9 - 0,5 \cdot 0,8) = 984 \text{ cm}^3$$

$$M_{Rd} = f_{cd} S_{cc,eff} = 10,6 \cdot 10^3 \cdot 984 \cdot 10^{-6} = 10,43 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 5,74 \text{ kNm} < M_{Rd} = 10,43 \text{ kNm}$$

zbrojenie w kierunku większej rozpiętości

$$a_1 = a_2 = 3,1 \text{ cm} ; d = h - a_2 = 15,0 - 3,1 = 11,9 \text{ cm}$$

$$f_{yd} = 350 \text{ MPa} ; \epsilon_{cu} = 0,0035 ; \epsilon_{yd} = -\frac{f_{yd}}{E_s} = -\frac{350}{200 \cdot 10^3} = -0,0018$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} - \epsilon_{yd}} \right) = 0,8 \cdot \left(\frac{0,0035}{0,0035 + 0,0018} \right) = 0,53$$

$$\xi_{eff,lim} = \frac{x_{eff,lim}}{d} \Rightarrow x_{eff,lim} = d \xi_{eff,lim} = 11,9 \cdot 0,53 = 6,3 \text{ cm}$$

przyjęto zbrojenie **φ 8 co 20** $\Rightarrow A_{s1} = 2,51 \text{ cm}^2$

$$A_{cc,eff} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{f_{cd}} = x_{eff} b \Rightarrow x_{eff} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{b f_{cd}} = \frac{350 \cdot 2,51}{100,0 \cdot 10,6} = 0,8 \text{ cm} < x_{eff,lim} = 6,3 \text{ cm}$$

$$S_{cc,eff} = b x_{eff} (d - 0,5 x_{eff}) = 100,0 \cdot 0,8 \cdot (11,9 - 0,5 \cdot 0,8) = 920 \text{ cm}^3$$

$$M_{Rd} = f_{cd} S_{cc,eff} = 10,6 \cdot 10^3 \cdot 920 \cdot 10^{-6} = 9,75 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 1,94 \text{ kNm} < M_{Rd} = 9,75 \text{ kNm}$$

Poz. 2.6 – Płyta żelbetowa jednokierunkowo zbrojona

zestawienie obciążeń

jak w Poz.2.5

$$10,06 \text{ kN/m}^2$$

wymiarowanie

$$l_{ox} = 1,05 \cdot 5,20 = 5,46 \text{ m}$$

$$l_{oy} = 1,05 \cdot 2,70 = 2,84 \text{ m}$$

$$\frac{l_{oy}}{l_{ox}} = \frac{2,84}{5,46} = 0,55 \Rightarrow \phi_{1x} = 0,0082; \phi_{1y} = 0,0880$$

$$M_x = q l_{ox}^2 \phi_{1x} = 10,06 \cdot 5,46^2 \cdot 0,0082 = 2,46 \text{ kNm}$$

$$M_y = q l_{oy}^2 \phi_{1y} = 10,06 \cdot 2,84^2 \cdot 0,0880 = 7,15 \text{ kNm}$$

zbrojenie **dołem** w kierunku większego wymiaru (5,20 m)

$$b = 100 \text{ cm} ; h = 15,0 \text{ cm} ; a_1 = a_2 = 2,6 \text{ cm} ; d = h - a_2 = 15,0 - 2,6 = 12,4 \text{ cm}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa} ; f_{cd} = 10,6 \text{ MPa} ; f_{yd} = 350 \text{ MPa} ; \epsilon_{cu} = 0,0035 ; \epsilon_{yd} = -\frac{f_{yd}}{E_s} = -\frac{350}{200 \cdot 10^3} = 0,0018$$

$$\xi_{\text{eff,lim}} = 0,8 \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} - \epsilon_{yd}} \right) = 0,8 \cdot \left(\frac{0,0035}{0,0035 + 0,0018} \right) = 0,53$$

$$\xi_{\text{eff,lim}} = \frac{x_{\text{eff,lim}}}{d} \Rightarrow x_{\text{eff,lim}} = d \xi_{\text{eff,lim}} = 12,4 \cdot 0,53 = 6,0 \text{ cm}$$

przyjęto zbrojenie **φ 10 co 15 cm** $\Rightarrow A_{s1} = 5,23 \text{ cm}^2$

$$A_{cc,\text{eff}} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{f_{cd}} = x_{\text{eff}} b \Rightarrow x_{\text{eff}} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{b f_{cd}} = \frac{350 \cdot 5,23}{100,0 \cdot 10,6} = 1,7 \text{ cm} < x_{\text{eff,lim}} = 6,0 \text{ cm}$$

$$S_{cc,\text{eff}} = b x_{\text{eff}} (d - 0,5 x_{\text{eff}}) = 100,0 \cdot 1,7 (12,4 - 0,5 \cdot 1,7) = 1963 \text{ cm}^3$$

$$M_{Rd} = f_{cd} S_{cc,\text{eff}} = 10,6 \cdot 10^3 \cdot 1963 \cdot 10^{-6} = 20,81 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 3,26 \text{ kNm} < M_{Rd} = 20,81 \text{ kNm}$$

zbrojenie **dołem** w kierunku mniejszego wymiaru (2,84 cm)

$$a_1 = a_2 = 3,6 \text{ cm} ; d = h - a_2 = 15,0 - 3,6 = 11,4 \text{ cm}$$

$$f_{yd} = 350 \text{ MPa} ; \epsilon_{cu} = 0,0035 ; \epsilon_{yd} = -\frac{f_{yd}}{E_s} = -\frac{350}{200 \cdot 10^3} = -0,0018$$

$$\xi_{\text{eff,lim}} = 0,8 \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} - \epsilon_{yd}} \right) = 0,8 \cdot \left(\frac{0,0035}{0,0035 + 0,0018} \right) = 0,53$$

$$\xi_{\text{eff,lim}} = \frac{x_{\text{eff,lim}}}{d} \Rightarrow x_{\text{eff,lim}} = d \xi_{\text{eff,lim}} = 11,4 \cdot 0,53 = 6,1 \text{ cm}$$

przyjęto zbrojenie **φ 10 co 20** $\Rightarrow A_{s1} = 3,92 \text{ cm}^2$

$$A_{cc,\text{eff}} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{f_{cd}} = x_{\text{eff}} b \Rightarrow x_{\text{eff}} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{b f_{cd}} = \frac{350 \cdot 3,92}{100,0 \cdot 10,6} = 1,2 \text{ cm} < x_{\text{eff,lim}} = 6,1 \text{ cm}$$

$$S_{cc,\text{eff}} = b x_{\text{eff}} (d - 0,5 x_{\text{eff}}) = 100,0 \cdot 1,2 (11,4 - 0,5 \cdot 1,2) = 1296 \text{ cm}^3$$

$$M_{Rd} = f_{cd} S_{cc,\text{eff}} = 10,6 \cdot 10^3 \cdot 1296 \cdot 10^{-6} = 13,73 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 1,94 \text{ kNm} < M_{Rd} = 13,73 \text{ kNm}$$

zbrojenie **góra** w kierunku większego wymiaru (5,20 m)

przyjęto zbrojenie **φ 10 co 20 cm**

zbrojenie **góra** w kierunku mniejszego wymiaru (2,84 cm)

przyjęto zbrojenie **φ 10 co 15 cm**

Poz.2.7 – Belka podestowa

zestawienie obciążeń

obciążenie z Poz.2.5

$$10,06 \cdot 0,5 \cdot 2,74 = 13,78 \text{ kN/m}$$

obciążenie ze schodów

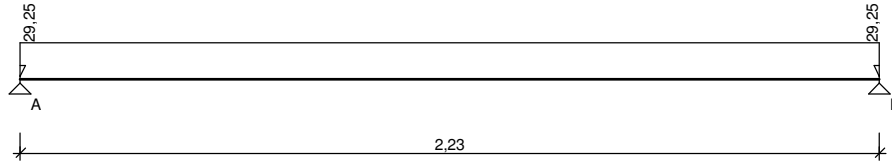
$$10,00 \cdot 0,5 \cdot 2,75 = 13,75 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma 27,53 \text{ kN/m}$$

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.		27,53	1,00	--	27,53	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,25m·25,0kN/m ³]	1,56	1,10	--	1,72	cała belka
Σ :		29,09	1,01		29,25	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

Klasa betonu: B20 (C16/20) $\rightarrow f_{cd} = 10,67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0,87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29,0 \text{ GPa}$ Ciężar objętościowy $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$ Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$ Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

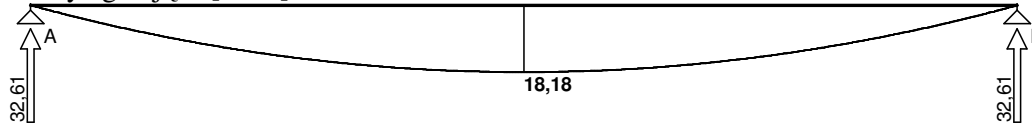
Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,67$ Stal zbrojeniowa główna A-III (34GS) $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 500 \text{ MPa}$ Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (St0S-b) $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$

Stal zbrojeniowa montażowa A-III (34GS)

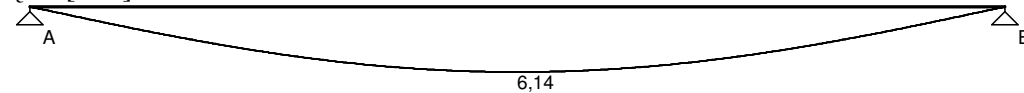
Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$ Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

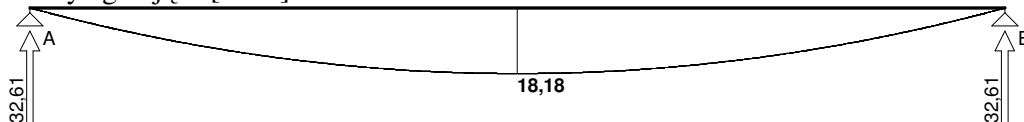
Momenty zginające [kNm]:



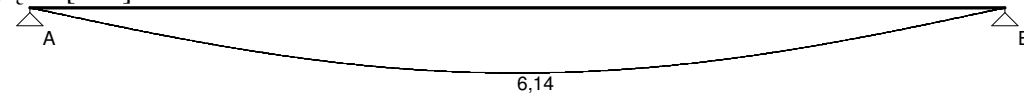
Ugięcia [mm]:



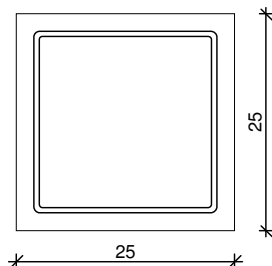
Momenty zginające [kNm]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 25,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 18,18 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,58 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3 $\phi 12$** o $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,62\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 18,18 \text{ kNm} < M_{Rd} = 23,24 \text{ kNm}$

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 22,58 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi **$\phi 6$ co 150 mm** na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 22,58 \text{ kN} < V_{Rd1} = 33,61 \text{ kN}$

SGU:

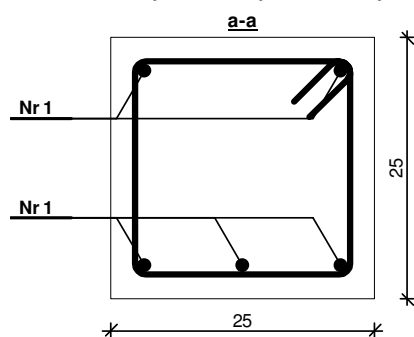
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 18,08 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,284 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 6,14 \text{ mm} < a_{lim} = 11,15 \text{ mm}$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 28,80 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje



Poz. 3.1 - Schody

zestawienie obciążeń - bieg schodów

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{16,7}{30,00} = 0,557 \rightarrow \alpha = 29,10^\circ ; \cos \alpha = 0,874$$

ciężar własny **plyty o gr. 16 cm**

$$\frac{25,00 \cdot 0,16}{0,874} \cdot 1,1 = 4,58 \text{ kN/m}$$

ciężar własny stopni

$$25,0 \cdot 16,7 \cdot 0,5 \cdot 1,1 = 2,30 \text{ kN/m}$$

wykładzina stopni gr. 2,00 cm

$$19,00 \cdot 0,02 \cdot 1,3 = 0,50 \text{ kN/m}$$

ciężar tynku

$$\frac{19,00 \cdot 0,015}{0,874} \cdot 1,3 = 0,00 \text{ kN/m}$$

obciążenie użytkowe

$$3,00 \cdot 1,3 = 3,90 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma 11,28 \text{ kN/m}$$

wymiarowanie

$$l = 5,88 + 0,20 = 6,08 \text{ m}$$

$$M = 0,10 \cdot 11,28 \cdot 6,08^2 = 41,69 \text{ kNm}$$

$$b = 100,0 \text{ cm} ; h = 16,0 \text{ cm} ; a_1 = a_2 = 3,5 \text{ cm} ; d = h - a_2 = 16,0 - 3,5 = 12,5 \text{ cm}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa} ; f_{cd} = 10,6 \text{ MPa} ; f_{yd} = 350 \text{ MPa} ; \epsilon_{cu} = 0,0035 ; \epsilon_{yd} = -\frac{f_{yd}}{E_s} = -\frac{350}{200 \cdot 10^3} = -0,0018$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} - \epsilon_{yd}} \right) = 0,8 \cdot \left(\frac{0,0035}{0,0035 + 0,0018} \right) = 0,53$$

$$\xi_{eff,lim} = \frac{x_{eff,lim}}{d} \Rightarrow x_{eff,lim} = d \xi_{eff,lim} = 12,5 \cdot 0,53 = 6,0 \text{ cm}$$

przyjęto zbrojenie $\phi 12$ co $8 \text{ cm} \Rightarrow A_{s1} = 14,13 \text{ cm}^2$

$$A_{cc,eff} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{f_{cd}} = x_{eff} b \Rightarrow x_{eff} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{b f_{cd}} = \frac{350 \cdot 14,13}{100,0 \cdot 10,6} = 4,6 \text{ cm} < x_{eff,lim} = 6,0 \text{ cm}$$

$$S_{cc,eff} = b x_{eff} (d - 0,5 x_{eff}) = 100,0 \cdot 4,6 (12,5 - 0,5 \cdot 4,6) = 4692 \text{ cm}^3$$

$$M_{Rd} = f_{cd} S_{cc,eff} = 10,6 \cdot 10^3 \cdot 4692 \cdot 10^{-6} = 49,73 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 41,69 \text{ kNm} < M_{Rd} = 49,73 \text{ kNm}$$

zbrojenie rozdzielcze $\phi 6$ co 25 cm

Poz. 3.2 – Schody

zestawienie obciążeń - bieg schodów

$$\tan \alpha = \frac{16,7}{30,00} = 0,557 \rightarrow \alpha = 29,10^\circ ; \cos \alpha = 0,874$$

ciężar własny płyty o gr. **16 cm**

$$\frac{25,00 \cdot 0,16}{0,874} \cdot 1,1 = 4,58 \text{ kN/m}$$

ciężar własny stopni

$$25,0 \cdot 16,7 \cdot 0,5 \cdot 1,1 = 2,30 \text{ kN/m}$$

wykładzina stopni gr. 2,00 cm

$$19,00 \cdot 0,02 \cdot 1,3 = 0,50 \text{ kN/m}$$

ciężar tynku

$$\frac{19,00 \cdot 0,015}{0,874} \cdot 1,3 = 0,29 \text{ kN/m}$$

obciążenie użytkowe

$$3,00 \cdot 1,3 = 3,90 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma 11,57 \text{ kN/m}$$

wymiarowanie

$$M = 0,125 \cdot 11,57 \cdot 3,65^2 = 19,27 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,6 \text{ MPa (B20)} ; f_{yd} = 350,00 \text{ MPa (A-III)} ; b = 100,0 \text{ cm} ; h = 16,0 \text{ cm} ; d = 13,5 \text{ cm}$$

$$A = \frac{19,27 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 0,14^2} = 1,058 \Rightarrow \xi_{eff} = 0,170 \Rightarrow \rho = 0,39 \%$$

$$A_{s1} = pbd = 0,0039 \cdot 100,0 \cdot 13,5 = 5,25 \text{ cm}^2$$

przyjęto **zbrojenie ϕ 12 co 16 cm** $\Rightarrow A_{s1} = 7,06 \text{ cm}^2 > 5,25 \text{ cm}^2$

Poz. 3.3 – Schody

Grubość płyty i zbrojenie jak w Poz.3.1.

Poz. 3.4 – Schody zabiegowe

zestawienie obciążeń - bieg schodów

$$\tan \alpha = \frac{16,4}{27,50} = 0,596 \rightarrow \alpha = 30,81^\circ ; \cos \alpha = 0,859$$

ciężar własny **płyty o gr. 15 cm**

$$\frac{25,00 \cdot 0,15}{0,859} \cdot 1,1 = 4,37 \text{ kN/m}$$

ciężar własny stopni

$$25,0 \cdot 16,4 \cdot 0,5 \cdot 1,1 = 2,26 \text{ kN/m}$$

wykładzina stopni gr. 2,00 cm

$$19,00 \cdot 0,02 \cdot 1,3 = 0,50 \text{ kN/m}$$

ciężar tynku

$$\frac{19,00 \cdot 0,015}{0,859} \cdot 1,3 = 0,29 \text{ kN/m}$$

obciążenie użytkowe

$$3,00 \cdot 1,3 = 3,90 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma 11,32 \text{ kN/m}$$

wymiarowanie

$$M = 0,125 \cdot 11,32 \cdot 3,15^2 = 14,04 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,6 \text{ MPa (B20)} ; f_{yd} = 350,00 \text{ MPa (A-III)} ; b = 100,0 \text{ cm} ; h = 15,0 \text{ cm} ; d = 12,5 \text{ cm}$$

$$A = \frac{14,04 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 0,13^2} = 0,899 \Rightarrow \xi_{eff} = 0,140 \Rightarrow \rho = 0,32 \% ; A_{s1} = pbd = 0,0032 \cdot 100,0 \cdot 12,5 = 3,98 \text{ cm}^2$$

$$\text{przyjęto zbrojenie } \phi 10 \text{ co } 15 \text{ cm} \Rightarrow A_{s1} = 5,23 \text{ cm}^2 > 3,98 \text{ cm}^2$$

zbrojenie rozdzielcze **ϕ 6 co 25 cm**

Poz. 4.1, 4.2 – Nadproża stalowe

Przyjęto konstrukcyjnie nadproża złożone z dwuteowników zwykłych **100**.

Nośność nadproża

dla przekrojów bisymetrycznych o przekroju dwuteowym

$h = 100 \text{ mm}$ - wysokość elementu

$b = 200 \text{ mm}$ - szerokość pasa półki (4 dwuteowniki)

$t_f = 7,0 \text{ mm}$ - grubość pasa półki

$$\lambda_L = 0,045 \cdot \sqrt{\frac{l_0 h}{b t_f} \cdot \frac{f_d}{215}} = 0,045 \cdot \sqrt{\frac{120 \cdot 10}{20 \cdot 0,7} \cdot \frac{215}{215}} = 0,45$$

$$W = 4 \cdot 34,2 = 136,8 \text{ cm}^3 \text{ - wskaźnik wytrzymałości przekroju}$$

$f_d = 215 \text{ MPa}$ - wytrzymałość obliczeniowa stali

$$M_R = W f_d = 136,8 \cdot 10^{-6} \cdot 215 \cdot 10^3 = 29,41 \text{ kNm}$$

$$q = \frac{8M}{l^2} = \frac{8 \cdot 29,41}{1,05^2} = 213,40 \text{ kN/m}$$

Poz. 4.3 - Płyta żelbetowa jednokierunkowo zbrojona

Grubość płyty i zbrojenie jak w Poz.2.6

Poz.4.4 – Nadproże wejścia

zestawienie obciążeń

ze stropu Poz.4.3

$$10,06 \cdot 0,3125 \cdot 2,00 = 6,29 \text{ kN/m}$$

ciężar własny ściany

$$2,80 \cdot 0,56 \cdot 1,1 = 1,73 \text{ kN/m}$$

ciężar własny nadproża

$$\underline{25,00 \cdot 0,25 \cdot 0,25 \cdot 1,1 = 1,72 \text{ kN/m}}$$

$$\Sigma 9,74 \text{ kN/m}$$

wymiarowanie

$$l = 1,05 \cdot 2,00 = 2,10 \text{ m}$$

$$M = 0,125 \cdot 9,74 \cdot 2,10^2 = 5,37 \text{ kNm}$$

$$\mathbf{b = 25,0 \text{ cm} ; h = 25,0 \text{ cm} ; a_1 = a_2 = 3,5 \text{ cm} ; d = h - a_2 = 25,0 - 3,5 = 21,5 \text{ cm}}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa} ; f_{cd} = 10,6 \text{ MPa} ; f_{yd} = 350 \text{ MPa} ; \epsilon_{cu} = 0,0035 ; \epsilon_{yd} = -\frac{f_{yd}}{E_s} = -\frac{350}{200 \cdot 10^3} = -0,0018$$

$$\xi_{\text{eff,lim}} = 0,8 \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} - \epsilon_{yd}} \right) = 0,8 \cdot \left(\frac{0,0035}{0,0035 + 0,0018} \right) = 0,53$$

$$\xi_{\text{eff,lim}} = \frac{x_{\text{eff,lim}}}{d} \Rightarrow x_{\text{eff,lim}} = d \xi_{\text{eff,lim}} = 21,5 \cdot 0,53 = 11,0 \text{ cm}$$

$$\text{przyjęto zbrojenie } \mathbf{2 \phi 12} \Rightarrow A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$$

$$A_{cc,\text{eff}} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{f_{cd}} = x_{\text{eff}} b \Rightarrow x_{\text{eff}} = \frac{f_{yd} A_{s1}}{b f_{cd}} = \frac{350 \cdot 2,26}{25,0 \cdot 10,6} = 2,9 \text{ cm} < x_{\text{eff,lim}} = 11,0 \text{ cm}$$

$$S_{cc,\text{eff}} = b x_{\text{eff}} (d - 0,5 x_{\text{eff}}) = 25,0 \cdot 2,9 (21,5 - 0,5 \cdot 2,9) = 1453 \text{ cm}^3$$

$$M_{Rd} = f_{cd} S_{cc,\text{eff}} = 10,6 \cdot 10^3 \cdot 1453 \cdot 10^{-6} = 15,40 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 5,37 \text{ kNm} < M_{Rd} = 15,40 \text{ kNm}$$

strzemiona $\mathbf{\phi 6 \text{ co } 15 \text{ cm}}$

Poz.5.1 – Schody na piętro – górny bieg

Grubość płyty schodów i zbrojenie jak w Poz.3.1

Poz.5.2 – Schody na piętro – środkowy bieg

Grubość płyty schodów i zbrojenie jak w Poz.3.2

Poz. 5.3 – Schody na piętro – dolny bieg

zestawienie obciążeń - bieg schodów

$$\text{tg} \alpha = \frac{16,7}{30,00} = 0,557 \rightarrow \alpha = 29,10^\circ ; \cos \alpha = 0,874$$

ciężar własny płyty o **gr. 16 cm**

$$\frac{25,00 \cdot 0,16}{0,874} \cdot 1,1 = 4,58 \text{ kN/m}$$

ciężar własny stopni

$$25,0 \cdot 16,7 \cdot 0,5 \cdot 1,1 = 2,30 \text{ kN/m}$$

wykładzina stopni gr. 2,00 cm

$$19,00 \cdot 0,02 \cdot 1,3 = 0,50 \text{ kN/m}$$

ciężar tynku

$$\frac{19,00 \cdot 0,015}{0,874} \cdot 1,3 = 0,29 \text{ kN/m}$$

obciążenie użytkowe

$$\underline{3,00 \cdot 1,3 = 3,90 \text{ kN/m}}$$

$$\Sigma 11,57 \text{ kN/m}$$

wymiarowanie

$$M = 0,125 \cdot 11,57 \cdot 2,75^2 = 10,94 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,6 \text{ MPa (B20)} ; f_{yd} = 350,00 \text{ MPa (A-III)} ; b = 100,0 \text{ cm} ; h = 16,0 \text{ cm} ; d = 13,5 \text{ cm}$$

$$A = \frac{10,94 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 0,14^2} = 0,601 \Rightarrow \xi_{eff} = 0,090 \Rightarrow \rho = 0,20 \%$$

$$A_{s1} = \rho b d = 0,0020 \cdot 100,0 \cdot 13,5 = 2,70 \text{ cm}^2$$

$$\text{przyjęto } \mathbf{zbrojenie \phi 8 \text{ co } 15 \text{ cm}} \Rightarrow A_{s1} = 3,35 \text{ cm}^2 > 2,70 \text{ cm}^2$$

zbrojenie rozdzielcze **$\phi 6$ co 25 cm**

Poz.5.4 – Rama żelbetowa

Przyjęto konstrukcyjnie przekrój słupów **30 • 20 cm** oraz łuk nadproża **30 • 20 cm**.

Zbrojenie prętami **4 $\phi 12$** oraz strzemionami **$\phi 6$ co 18 cm**.

Poz. 6 – Fundamenty klatki schodowej

zestawienie obciążeń

obciążenie z więźby dachowej

$$9,48 \text{ kN/m}$$

ciężar własny ściany o wysokości 7,00 m

$$0,41 \cdot 13,00 \cdot 7,00 \cdot 1,1 = 41,05 \text{ kN/m}$$

obciążenie ze stropu parteru (Poz.3.1 i 5.1)

$$29,98 \text{ kN/m}$$

ciężar własny betonowej ściany fundamentowej szerokości 40 cm i wysokości 1,00 m

$$24,0 \cdot 0,40 \cdot 1,00 \cdot 1,1 = 10,56 \text{ kN/m}$$

ciężar własny betonowej ławy fundamentowej szerokości 61 cm i wysokości 0,40 m

$$\underline{24,0 \cdot 0,61 \cdot 0,40 \cdot 1,1 = 6,44 \text{ kN/m}}$$

$$\Sigma 97,51 \text{ kN/m}$$

parametry geotechniczne podłoża gruntowego

rodzaj gruntu – grunt spoisty nieskonsolidowany

$$\Phi_n = 14^\circ - \text{charakterystyczna wartość kąta tarcia wewnętrznego}$$

$$\gamma_m = 0,9 - \text{współczynnik materiałowy}$$

$$\Phi_r = 12^\circ - \text{obliczeniowa wartość kąta tarcia wewnętrznego}$$

$$N_C = 9,28 - \text{współczynnik nośności}$$

$$N_D = 2,97 - \text{współczynnik nośności}$$

$N_B = 0,31$ - współczynnik nośności

$C_u^{(n)} = 15,00 \text{ kPa}$ - charakterystyczna wartość spójności gruntu spoistego zalegającego poniżej poziomu posadowienia

$C_u^{(r)} = 13,50 \text{ kPa}$ - obliczeniowa wartość spójności gruntu spoistego

$\rho_B^{(n)} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ - charakterystyczna średnia gęstość objętościowa gruntu powyżej poziomu posadowienia

$\gamma_m = 0,9$ - współczynnik materiałowy

$\rho_B^{(n)} = 18,00 \text{ kN/m}^3$ - obliczeniowa średnia gęstość objętościowa gruntu powyżej poziomu posadowienia

$\rho_D^{(n)} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ - charakterystyczna średnia gęstość objętościowa gruntu poniżej poziomu posadowienia

$\rho_D^{(n)} = 18,00 \text{ kN/m}^3$ - obliczeniowa średnia gęstość objętościowa gruntu powyżej poziomu posadowienia

parametry fundamentu

$B = 0,60 \text{ m}$ - szerokość fundamentu

$D_{\min} = 1,20 \text{ m}$ - głębokość posadowienia mierzona od najniższego poziomu terenu

obliczeniowy opór jednostkowy podłoża gruntowego

$$q_f = \left(1 + 0,3 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot N_C \cdot C_u + \left(1 + 1,5 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot N_D \cdot \rho_D \cdot D_{\min} + \left(1 - 0,25 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot N_B \cdot \rho_B \cdot B$$

$$q_f = \left(1 + 0,3 \cdot \frac{0,60}{4,00}\right) \cdot 9,28 \cdot 13,50 + \left(1 + 1,5 \cdot \frac{0,60}{4,00}\right) \cdot 2,97 \cdot 18,00 \cdot 1,20 +$$

$$+ \left(1 - 0,25 \cdot \frac{0,60}{4,00}\right) \cdot 0,31 \cdot 18,00 \cdot 0,60 = 212,73 \text{ kN/m}^2$$

ława fundamentowa

$q_f(\text{ławy}) = B \cdot q_f = 0,60 \cdot 212,73 = 127,64 \text{ kN/m}$ - obliczeniowy opór podłoża liczony na 1 mb ławy

$m = 0,90$ - współczynnik korekcyjny

$q_r = 97,51 \text{ kN/mb}$ - obciążenie równomiernie rozłożone na 1 mb ławy

$B \cdot q_f \cdot m = 127,64 \cdot 0,9 = 114,87 \text{ kN/mb} > q_r = 97,51 \text{ kN/m}$

-----koniec obliczeń-----