



A.F.PROJEKT Adam Fidyka 44-100 GLIWICE ul. Św. Katarzyny 2/5
tel. (32) 793-03-22 tel. kom. 0 604-842-926 afprojekt@vp.pl

Obiekt:

**CENTRUM KULTURY
PRZY UL. STRZELECKIEJ 101 W SZCZEPANKU
GM. STRZELCE OPOLSKIE**

obr. Szczepanek dz. nr 73/2, 74
/Kategoria obiektu budowlanego - IX/

Projekt:

**OPINIA TECHNICZNA
NA TEMAT STROPU NAD PARTEREM
I KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ**

Inwestor:

Gmina Strzelce Opolskie
47-400 Strzelce Opolskie
Plac Myśliwca 1

EGZ. 3

autorzy opracowania :

**dr inż. WITOLD BASIŃSKI
nr upr. 519/02**

Lipiec 2016

1. Podstawa opracowania

- 1.1. Umowa zawarta pomiędzy Pracownią A. F. Projekt z siedzibą przy ul. Św. Katarzyny 2/5 w Gliwicach, a Gminą Strzelce Opolskie
- 1.2. Wizja lokalna na przedmiotowym obiekcie odbyte przez autorów opracowania czerwca i lipcu 2016r.
- 1.3. Uzgodnienia z Inwestorem.
- 1.4. Inwentaryzacja budowlana wykonana przez A. F. Projekt

2. Założenia

2.1. 2.2. Pomiary budowlane wykonane w czerwcu i lipcu 2016r.

2.3. Normy:

Wymiarowanie:

PN- B-03150 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie

Obciążenia:

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

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

PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe

3. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ocena stanu konstrukcji dachu oraz stropu w budynku Centrum kultury przy ul. Strzeleckiej 101 w miejscowości Szczepanek w woj. Opolskim.

4. Cel i zakres opracowania

Celem pracy jest określenie stanu przedmiotowego dachu oraz stropu w budynku przy ul. Strzeleckiej 101 w miejscowości Szczepanek

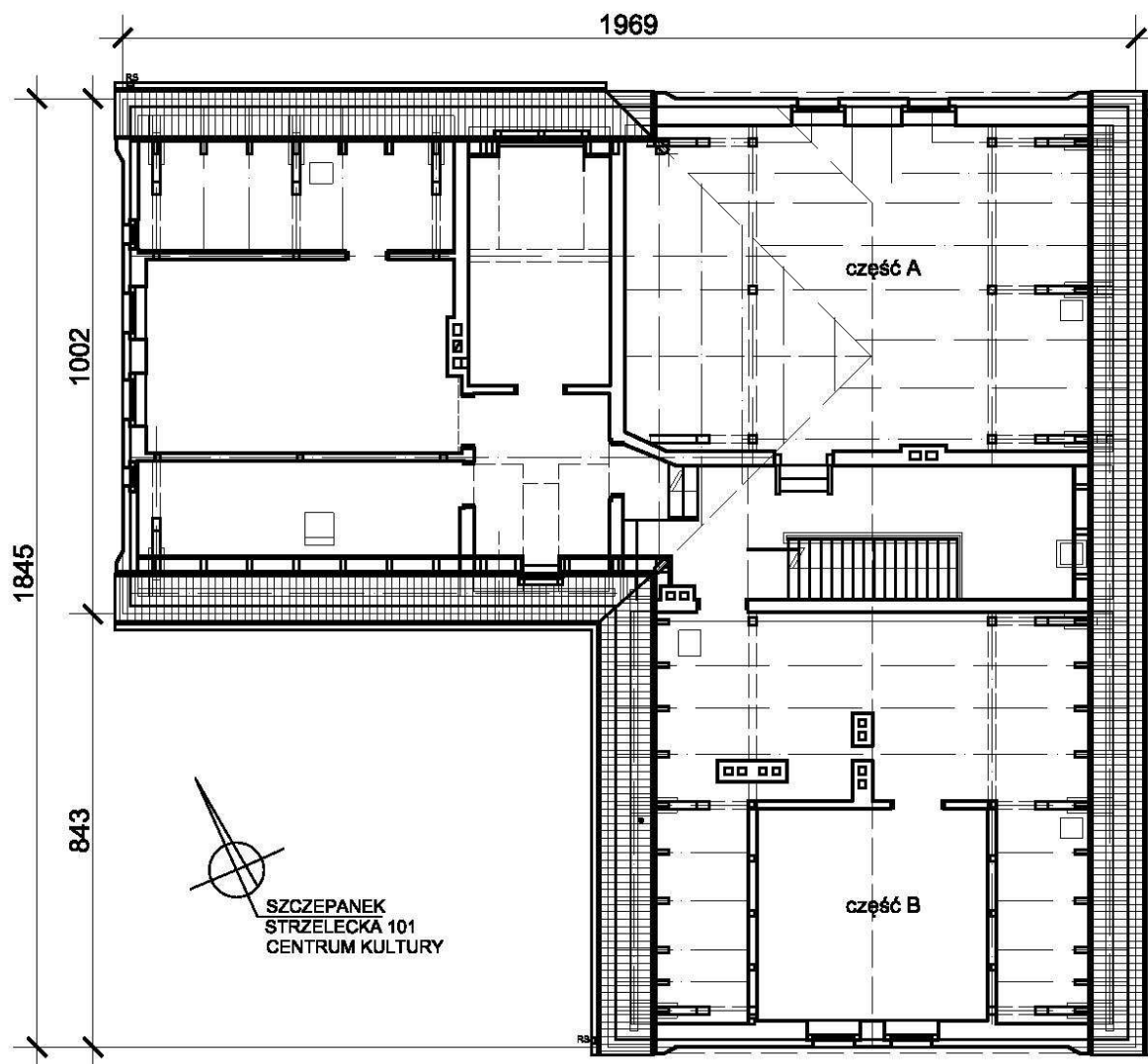
Zgodnie z powyższym, zakres merytoryczny opracowania obejmuje:

- określenie nośności konstrukcji dachu
- stwierdzenie możliwości docieplenia dachu
- określenie stopnia zużycia elementów konstrukcji dachu, podanie zakresu wymiany
- określenie nośności konstrukcji stropu

- określenie stopnia zużycia elementów konstrukcji stropu, podanie zakresu wymiany

5. Ogólny opis konstrukcji budynku

Przedmiotem opracowania jest budynek centrum kultury zlokalizowany przy ul. Strzeleckiej 101 w Szczepanku. Poniżej, na Rys.5.1 pokazano schematycznie kształt obiektu w rzucie.



Rys.5.1 Schematyczny układ przedmiotowego budynku – rzut piętra

Na Fot.5.1 pokazano widok ogólny od strony ulicy Strzeleckiej. Na Fot.5.2 przedstawiono elewację tylną budynku z wejściem. Na Fot.5.3 przedstawiono elewację boczną z wejściem. Z kolei Fot.5.4 przedstawia elewację boczną budynku ze ścianą szczytową.



Fot.5.1 Widok ogólny budynku – elewacja frontowa od ulicy



Fot.5.2 Widok ogólny budynku – elewacja PN-WSCH z wejściem



Fot.5.3 Widok ogólny budynku – elewacja PÓŁNOCNA z wejściem.



Fot.5.4 Widok ogólny budynku – elewacja PD-ZACH.

Szczegółową inwentaryzację architektoniczno-budowlaną wszystkich części składowych (łącznie z podpiwniczeniem) przedmiotowego budynku zawarto w odrębnej części opracowania.

Obiekt ma w rzucie kształt litery L o wymiarach 18,45 x 19,69 m z wejściami od elewacji PN-WSCH i PD-ZACH. Całość budynku wykonana została jako jednokondygnacyjna z poddaszem użytkowym, w części podpiwniczona z przekryciem drewnianą konstrukcją dachu. Funkcjonalnie obiekt obejmuje znajdujące się na parterze pomieszczenia centrum kultury oraz dawne pomieszczenia mieszkalne na poddaszu.

Układ konstrukcyjny stanowią zewnętrzne ściany nośne oraz cztery wewnętrzne ściany poprzeczne. Komunikację zapewniono poprzez jednobiegowe schody wykonane

w konstrukcji drewnianej usytuowane w części środkowej budynku opartą na belce stropu. Obiekt posadowiono na ławach fundamentowych, na których oparto ściany cokołów.

Ściany zewnętrzne wymurowano z ceramicznej cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Grubość ścian wynosi 80 cm w części podpiwniczonej, 58 cm w części parteru oraz 45 cm w części poddasza użytkowego. Elewacje zewnętrzne pokryto tynkiem. Wewnątrz ściany pokryto tynkiem cementowo-wapiennym. W części podziemnej znajdują się pomieszczenia piwniczne, na których zabudowano ceglany strop łukowy. Dolną powierzchnię stropu otynkowano.

Strop drewniany nad parterem oparto na ścianach zewnętrznych, poprzecznych oraz podciągach. Elementami nośnymi stropu są belki drewniane o schemacie swobodnie podpartym w rozstawie co około 90 cm i rozpiętości w świetle ścian i podciągu 4,5 m. Belki oparto na ścianie zewnętrznej oraz na podciągu i osadzono w gniazdach. Strop pokryto deskami. Pod nimi, na kolejnej warstwie desek opartych na listwach mocowanych do belek nośnych, ułożono warstwę izolacji. Od spodu do belek nośnych przymocowano płyty GK oraz wykonano tynk.

Strop zaprojektowano tak by przenosił obciążenia od ciężaru własnego oraz obciążenia użytkowe. Istniejące belki wykonano o szerokości 21cm. Podciąg w części A wykonano jako belkę stalową, zaś w części B jako belkę drewnianą.

Konstrukcję dachu wykonano w postaci więźby drewnianej. Konstrukcję dachu oparto na ścianach zewnętrznych oraz poprzez słupki drewniane na belkach stropowych. Dach wykonano jako konstrukcję krokwiowo - płatwiową ze słupami opartymi na belkach stropu pośredniego oraz dodatkowo z zastrzałami podpierającymi słupy. Krokwie dachu wykonano o przekrojach 15x17 oraz 13.5x15.5 (krokiew pośrednia) oraz 15x18cm (krokiew koszowa – $b \times h$). Dach w dawnych pomieszczeniach mieszkalnych wykonano z poszyciem wewnętrznym. W pozostałej części dach funkcjonuje jako nieocieplony. Pokrycie stanowi dachówka karpiówka o kryciu podwójnym.

*Fot.5.5 Widok ogólny więźby dachowej z zastrzałem**Fot.5.6 Widok krokwi koszowej*

6. Przegląd stanu konstrukcji nośnej dachu oraz stropu

Przegląd stanu technicznego części składowych przedmiotowego budynku prowadzony był wewnątrz pomieszczeń poszczególnych segmentów obiektu.

W trakcie wizji lokalnych na obiekcie stwierdzono nieliczne uszkodzenia elementów konstrukcji nośnej, a mianowicie:

a) uszkodzenia konstrukcji dachu

Podstawowe uszkodzenia stwierdzone w wyniku oględzin dachu budynku dotyczą nielicznych ognisk korozji biologicznej oraz zacieków występującej na krokwiach, zastrzałach łątach oraz deskach stanowiących podsufitkę w pomieszczeniach mieszkalnych.

Ponadto występują liczne spękania elementów konstrukcyjnych dachu: zastrzałów i krokwi.

Na rys. K-1 zaznaczono uszkodzone elementy dachu przeznaczone do wymiany. Ponadto w wyniku oględzin do wymiany zaordynowano dodatkowo do 15% z całości krokwi oraz zastrzałów.

*Fot.6.1 Widok ogólny dachu**Fot.6.2 Zacieki na podbitce z desek**Fot.6.3 Widok spękanej krokwi narożnej**Fot.6.4 Widok uszkodzonego zastrzału*

c) uszkodzenia stropów

Podczas przeprowadzanych oględzin stanu technicznego w budynku stwierdzono występowanie nielicznych uszkodzeń konstrukcji nośnej belek stropu. Strop nie wykazuje nadmiernych ugięć. Występują pojedyncze ogniska zbutwienia na krawędziach belek. Główne uszkodzenia stropu dotyczą pokrycia deskami czyli elementów nienośnych. (Fot. 6.5.). Deski przeważnie są zbutwiałe. Występuje konieczność ich wymiany.



Fot.6.5 Uszkodzenia pokrycia z desek oraz belki nośne

7. Ocena stanu technicznego

Na podstawie przeprowadzonych oględzin, analiz oraz obliczeń (obliczenia nośności głównych elementów konstrukcji zawarte w Załączniku 1 do niniejszego opracowania) można obecnie przyjąć, że stan techniczny elementów nośnych dachu oraz stropu przedmiotowego obiektu jest dobry.

A) Dach

Występujące uszkodzenia w postaci ognisk korozji nie stanowią zagrożenia dla bezpieczeństwa użytkowania całości obiektu. Także konstrukcja przekrycia nie wykazuje większych uszkodzeń. Nośność wszystkich elementów konstrukcyjnych dachu przy jego planowanym dociepleniu jest wystarczająca.

B) Strop

Ogólny stan techniczny stropu nad I kondygnacją budynku także nie budzi w chwili obecnej żadnych zastrzeżeń. Stwierdzono jedynie uszkodzenia pokrycia deskami czyli elementów nienośnych. Nośność belek drewnianych stropu jest wystarczająca. W przypadku podciągu stalowego założono, iż minimalny przekrój spełniający wymogi stanu granicznego nośności i użytkowania spełnia przekrój HEA 280.

8. Podsumowanie i wnioski – wymagania remontowe

Podsumowując można stwierdzić, że w chwili stan techniczny budynku jest zupełnie dobry. Nie stwierdzono, aby wymagały one wykonania poważniejszych prac remontowo-wzmacniających.

Biorąc zatem przytoczone punkty pod uwagę, można sformułować następujące wnioski i zalecenia dotyczące budynku i jego prac remontowych:

1. Stan techniczny elementów konstrukcji nośnej dachu przedmiotowego obiektu jest dobry i nie stanowi zagrożenia bezpieczeństwa użytkowania. Na rys. K-1 zaznaczono uszkodzone elementy dachu przeznaczone do wymiany. Ponadto przed dociepleniem zakłada się wymianę do 15% krokwi oraz zastrzałów skażonych korozją biologiczną oraz wykonać zszycie elementów spękanych – 30% elementów. Dodatkowo wykonać docieplenie wg odrębnego opracowania.
2. Stan techniczny elementów konstrukcji nośnej stropu nad parterem przedmiotowego budynku jest dobry i nie stanowi zagrożenia bezpieczeństwa użytkowania. Przy robotach w obrębie stropu występuje konieczność potwierdzenia przekroju podciągu stalowego w części A budynku – HEA 280. Należy wykonać wymianę pokrycia z desek.

9. Zakres koniecznych prac zabezpieczających oraz budowlanych

Zgodnie z przedstawionym w p.6 i p7 niniejszego opracowania opisem stanu technicznego poszczególnych elementów konstrukcji przedmiotowego budynku należy wykonać docelowo następujące prace remontowo-wzmacniające:

1. *Wykonać wymianę uszkodzonych krokwi i zastrzałów wg rys. K-1 na elementy nowe o przekrojach jak istniejące oraz innych skorodowanych elementów (do 15%).*
2. *Wykonać zszycie spękanych elementów konstrukcyjnych dachu.*

Należy w miejscu występowania spękań umieścić co 2 grubości elementu np. pręty spiralne HeliBar (lub równorzędne) o średnicy zewnętrznej $\phi = 4,5$ mm wykonanych z nierdzewnej stali austenitycznej gatunku 304 lub 314. Pręty należy wkręcać

wiertarką wolnoobrotową. Po wykonaniu zszycia spękania należy uzupełnić szpachlą do drewna.

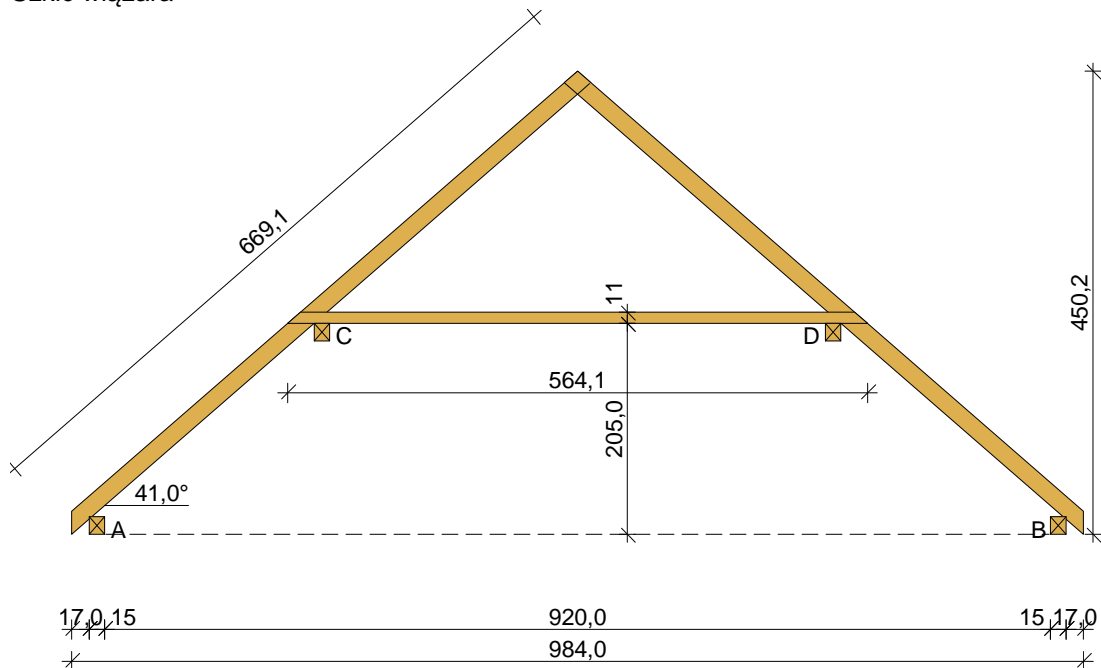
3. *Wykonać docieplenie wg odrębnego opracowania oraz odtworzenie poszycia wewnętrznego wraz z izolacją termiczną.*
4. *Wykonać wymianę pokrycia z desek na stropie nad I kondygnacją np. na płyty OSB.*

OBLICZENIA STATYCZO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE

1. Obliczenia schematu jętkowego

DANE:

Szkic więzara



Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 41,0^\circ$

Rozpiętość więzara $l = 9,84 \text{ m}$

Rozstaw murłat w świetle $l_s = 9,20 \text{ m}$

Poziom jętka $h = 2,05 \text{ m}$

Rozstaw wiązarów $a = 0,90 \text{ m}$

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi $= 0,50 \text{ m}$

Odległość między usztywnieniami bocznymi jętki $= 0,50 \text{ m}$

Odległość w świetle podprać murłaty $l_m = 2,50 \text{ m}$

Wysięg wspornika murłaty $l_{mw} = 0,50 \text{ m}$

Dane materiałowe:

- krokiew 15/17 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 3 cm) z drewna C24

- jętka 15/11 cm z drewna C24,

- murłata 15/17 cm z drewna C24

Obciążenia (wartości obliczeniowe):

- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001:):

$$g_o = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny więzara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci $41,0^\circ$ st.):

- na połaci lewej $s_{ol} = 1,03 \text{ kN/m}^2$

- na połaci prawej $s_{op} = 0,68 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale

- obciążenie wiatrem :

- na połaci nawietrznej $p_{ol} = 0,34 \text{ kN/m}^2$

- na połaci zawietrznej $p_{op} = -0,32 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie ociepleniem na całej długości krokwi

$$g_{ok} = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie stałe jętki :

$$q_{jo} = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie zmienne jętki :

$$p_{jo} = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

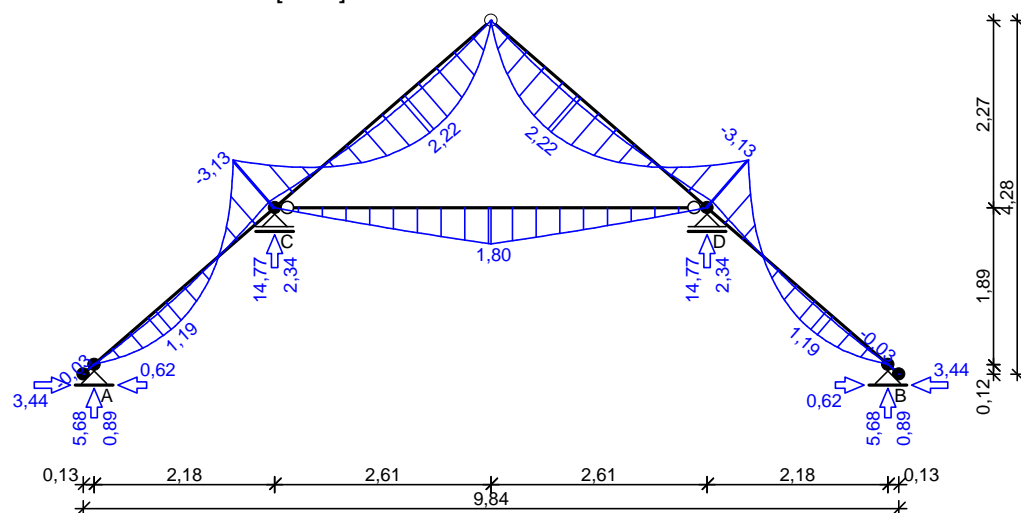
- obciążenie montażowe jętki $F_o = 1,2 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

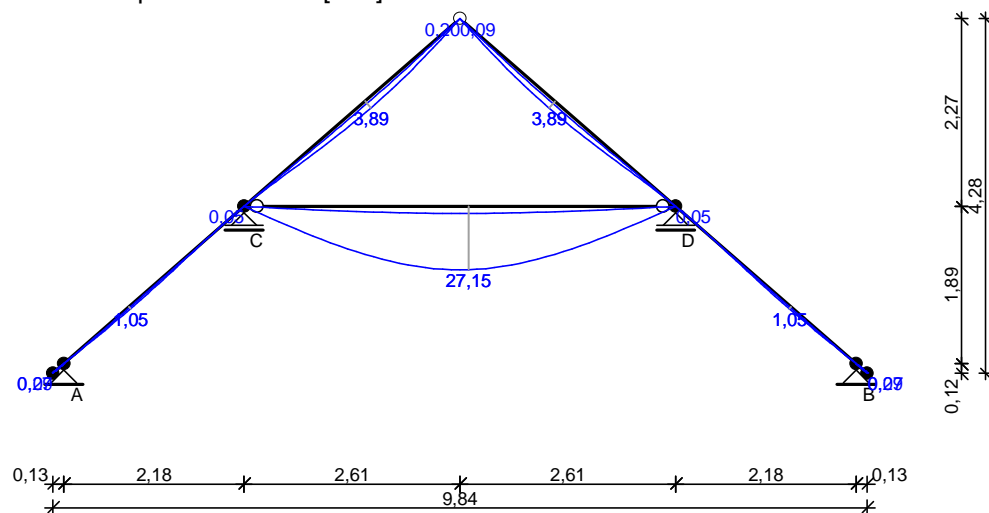
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

WYNIKI:

Obwódka momentów [kNm]:



Obwódka przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
2 (A)	5,68 5,62 0,89	3,36 3,44 -0,62	K4: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z prawej K12: stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg K16: stałe-min+wiatr z lewej
3 (C)	14,77	--	K3: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej
5 (D)	14,77	--	K7: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej
6 (B)	5,68 0,89 5,62	-3,36 0,62 -3,44	K6: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z lewej K17: stałe-min+wiatr z prawej K10: stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg-wariant II

WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ **Krokiew 15/17 cm** (zacosy: murłata - 3 cm, jętka - 3 cm)Smukłość $\lambda_y = 103,4 < 150$ $\lambda_z = 11,5 < 150$

Maksymalne siły i naprężenia w prześledecyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M = -3,13 \text{ kNm},$$

$$N = 9,28 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 4,33 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,36 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,292$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,520 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,275 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murłaciedecyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M = -0,03 \text{ kNm},$$

$$N = 3,57 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,05 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,17 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,005 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętcedecyduje kombinacja: **K7** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej

$$M = -3,13 \text{ kNm},$$

$$N = -1,83 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 5,42 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = -0,09 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,503 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy jętką a kalenicą)decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 3,82 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3455 / 200 = 17,28 \text{ mm} \quad (22,1\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwidecyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,27 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 177 / 200 = 1,77 \text{ mm} \quad (15,5\%)$$

Jętka 15/11 cm z drewna C24Maksymalne siły i naprężeniadecyduje kombinacja: **K14** stałe-max+montażowe jętki

$$M = 1,80 \text{ kNm}, \quad N = -1,61 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 5,94 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = -0,10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,472 < 1$$

Maksymalne ugięciedecyduje kombinacja: **K14** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 27,15 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 150 = 5216 / 150 = 34,77 \text{ mm} \quad (78,1\%)$$

Murłata 15/17 cm**Część murłaty oparta na podporach**Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,31 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -3,82 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężeniadecyduje kombinacja: **K10** stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg-wariant II

$$M_y = 4,88 \text{ kNm}, \quad M_z = 2,99 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 6,75 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 4,68 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,905 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,849 < 1$$

Maksymalne ugięcie:decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 6,57 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2500 / 200 = 12,50 \text{ mm} \quad (52,6\%)$$

Część wspornikowa murłatyEkstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,31 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -3,82 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężeniadecyduje kombinacja: **K10** stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg-wariant II

$$M_y = 0,78 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,48 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 1,08 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,75 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,145 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,136 < 1$$

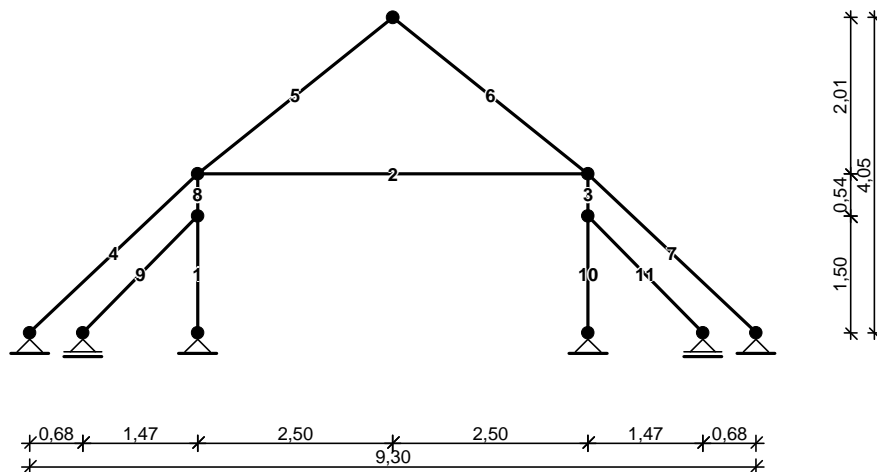
Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K5** stałe-max+śnieg-wariant II

$$u_{fin} = 0,10 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm} \quad (2,0\%)$$

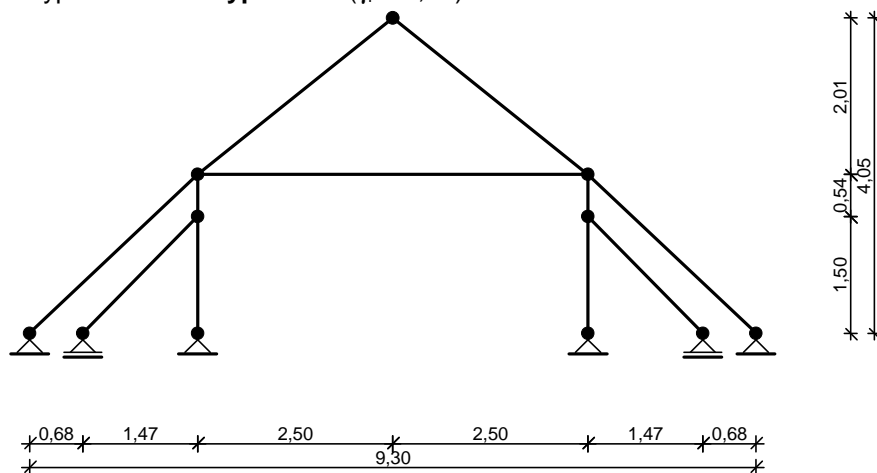
2. Obliczenia schematu krokwiowo- płatwiowego z zastrzałami

SCHEMAT RAMY

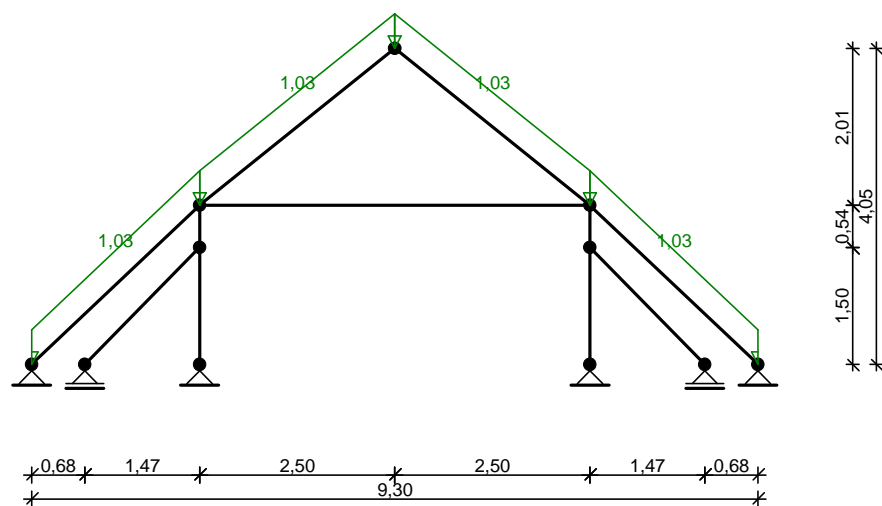
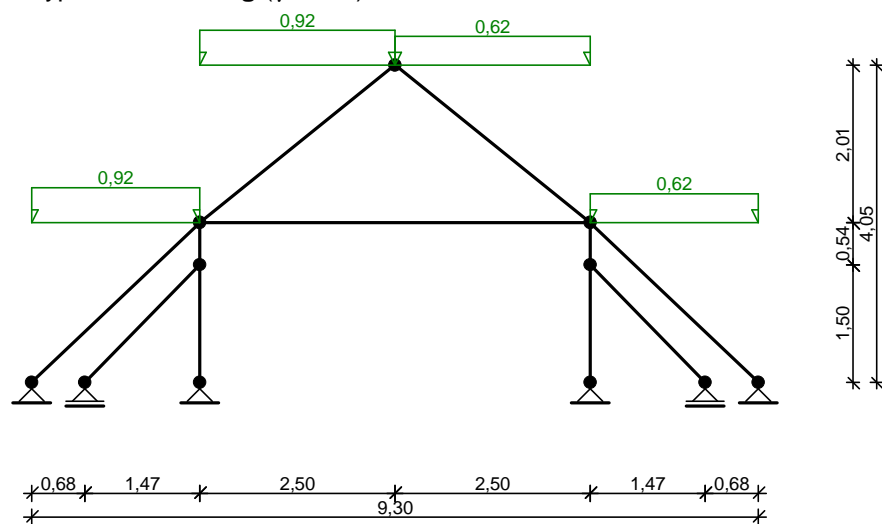
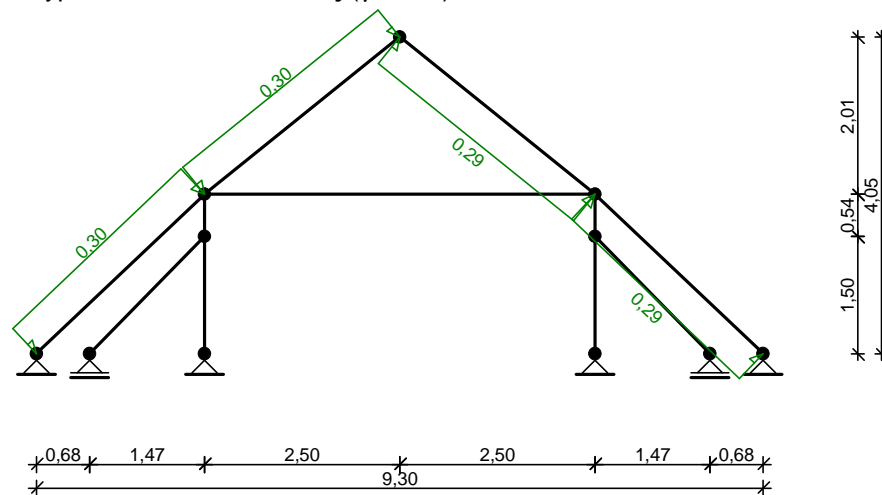


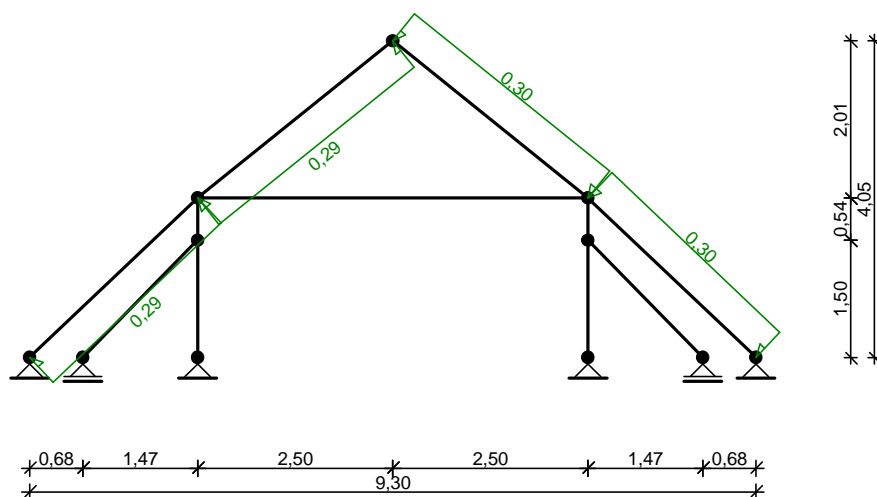
OBCIĄŻENIA: (wartości obliczeniowe)

Przypadek **P1**: Przypadek 1 ($\gamma_f = 1,20$)

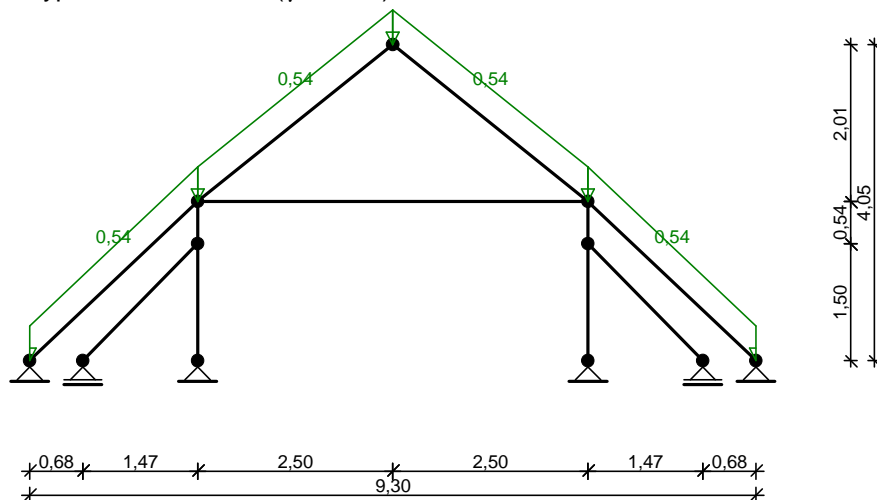


Przypadek **P2**: stałe ($\gamma_f = 1,20$)

Przypadek P3: śnieg ($\gamma_f = 1,5$)Przypadek P4: wiatr z lewej ($\gamma_f = 1,5$)Przypadek P5: wiatr z prawej ($\gamma_f = 1,5$)



Przypadek P6: stała 2 ($\gamma_f = 1,20$)



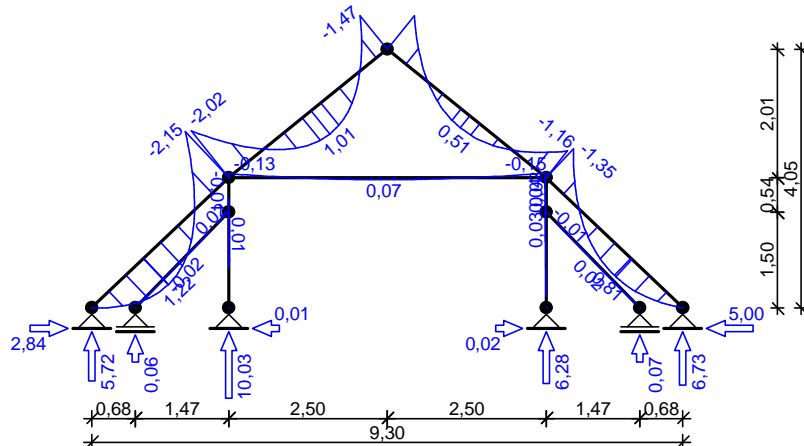
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Przypadek 1+stała+śnieg+0,90·wiatr z lewej+stała 2	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 0,90 \cdot P4 + 1,0 \cdot P6$
K2: Przypadek 1+stała 2+stała+śnieg+0,90·wiatr z prawej	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P6 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 0,90 \cdot P5$

WYNIKI:

Kombinacja K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 0,90 \cdot P4 + 1,0 \cdot P6$

Wykres momentów zginających:



The diagram illustrates a truss structure with influence lines for a unit load. The truss consists of a central horizontal chord and two inclined side members. The influence lines are shown as blue curves with values ranging from 0.1 to 1.0. The dimensions are provided as follows:

- Horizontal distances (from left to right): 0.68, 1.47, 2.50, 2.50, 1.47, and 0.68.
- Vertical distances (from bottom to top): 1.50, 0.54, 2.01, and 4.05.

The diagram shows a portal frame structure with dimensions and internal forces. The horizontal dimensions are 6,68, 1,47, 2,50, 2,50, 1,47, and 6,68, totaling 9,30. The vertical dimensions are 1,50, 4,05, and 2,01, totaling 7,56. The structure consists of two columns and two beams. The columns are 1,50 high. The beams are 4,05 high. The top chord is 2,01 high. The internal forces are indicated by blue arrows and numbers. The horizontal forces at the base are 5,00 (left), 0,01 (right), 0,01 (left), and 2,85 (right). The vertical forces at the base are 6,96 (up), 7,15 (up), 9,15 (up), and 5,49 (up). The internal forces on the beams are 0,06 (down), 0,02 (down), 0,07 (down), and 0,06 (down). The internal forces on the columns are 0,02 (down), 0,02 (down), 0,02 (down), and 0,02 (down). The internal forces on the top chord are 0,02 (down), 0,02 (down), 0,02 (down), and 0,02 (down).

The diagram shows a truss structure with internal force distributions. The structure is a triangular truss with a horizontal chord and two inclined chords. The horizontal chord is supported by a roller support at the left end and a pin support at the right end. The inclined chords are supported by pin supports at their base. The horizontal chord is divided into segments of 0.68, 1.47, 2.50, 2.50, 1.47, and 0.68. The total length of the horizontal chord is 9.30. The inclined chords are divided into segments of 0.1, 0.5, 0.8, 0.1, 0.9, and 0.1. The total length of the inclined chords is 4.05. The vertical height of the truss is 1.50. The internal force distributions are shown as blue curves. The horizontal chord has a maximum internal force of 0.5 at the center. The inclined chords have a maximum internal force of 0.1 at the top. The internal force distributions are also shown as blue curves on the vertical supports.

Krokiew 1

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 13,5 \text{ cm}$

Wysokość $h = 15,5 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Siła ściskająca $N_c = 8,00 \text{ kN}$

Moment zginający $M_y = 2,02 \text{ kNm}$

Moment zginający $M_z = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Zwchrzeniowa długość obliczeniowa $l_d = 1,00 \text{ m}$

Poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

Długość wyboczeniowa $l_{ey} = 3,00 \text{ m}$

Długość wyboczeniowa $l_{ez} = 3,00 \text{ m}$

WYNIKI:

$$A = 209 \text{ cm}^2$$

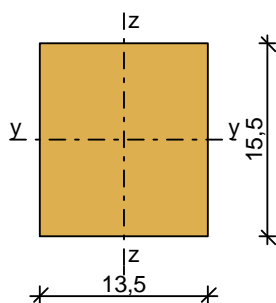
$$W_y = 541 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 471 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 4189 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 3178 \text{ cm}^4$$

$$m = 7,32 \text{ kg/m}$$



Zginanie ze ściskaniem:

$$N_c = 8,00 \text{ kN}; \quad M_y = 2,02 \text{ kNm}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 67,05 < \lambda_c = 150 \quad (44,7\%)$$

$$\lambda_z = 76,98 < \lambda_c = 150 \quad (51,3\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,616; \quad k_{c,z} = 0,494$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,38 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,74 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,064 + 0,337 = 0,401 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,080 + 0,337 = 0,417 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit,y} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,74 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa} \quad (33,7\%)$$

Słup

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 15,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 15,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Siła ściskająca $N_c = 10,00 \text{ kN}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Długość wyboczeniowa $l_{ey} = 2,00 \text{ m}$

Długość wyboczeniowa $l_{ez} = 2,00 \text{ m}$

WYNIKI:

$$A = 225 \text{ cm}^2$$

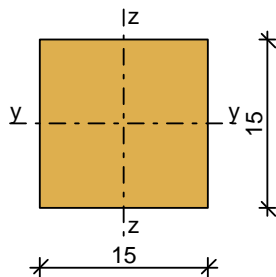
$$W_y = 563 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 563 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 4219 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 4219 \text{ cm}^4$$

$$m = 7,88 \text{ kg/m}$$



Ściskanie równoległe:

$$N_c = 10,00 \text{ kN}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 46,19 < \lambda_c = 150 \quad (30,8\%)$$

$$\lambda_z = 46,19 < \lambda_c = 150 \quad (30,8\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,889; \quad k_{c,z} = 0,889$$

$$\sigma_{c,y,d} = 0,50 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa} \quad (5,2\%)$$

$$\sigma_{c,z,d} = 0,50 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa} \quad (5,2\%)$$

Zastrzał

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 16,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 16,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

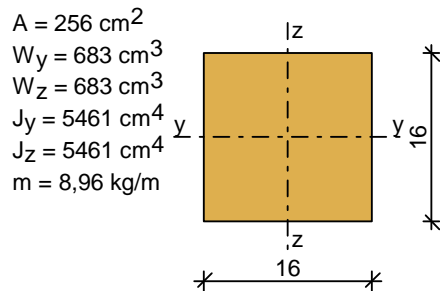
Siła ściskająca $N_c = 1,00 \text{ kN}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Długość wyboczeniowa $l_{ey} = 5,00 \text{ m}$

Długość wyboczeniowa $l_{ez} = 5,00 \text{ m}$

WYNIKI:

Ściskanie równoległe:

$$N_c = 1,00 \text{ kN}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 108,25 < \lambda_c = 150 \quad (72,2\%)$$

$$\lambda_z = 108,25 < \lambda_c = 150 \quad (72,2\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,268; \quad k_{c,z} = 0,268$$

$$\sigma_{c,y,d} = 0,15 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa} \quad (1,5\%)$$

$$\sigma_{c,z,d} = 0,15 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa} \quad (1,5\%)$$

Płatew**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 12,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 17,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Płatew podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów $l = 2,80 \text{ m}$

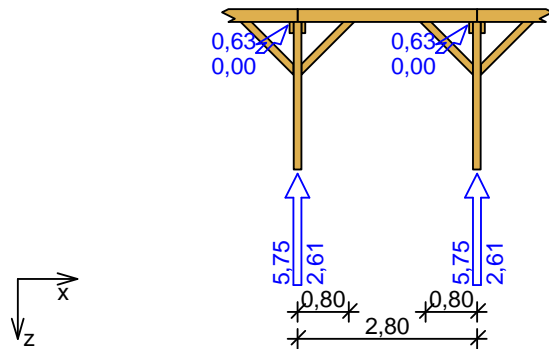
Odległość podparcia płatwi mieczem $a_m = 0,80 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $G_k = 2,000 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,10$
- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi
- obciążenie śniegiem $S_k = 0,920 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie wiatrem $W_{k,z} = 0,300 \text{ kN/m}$; $W_{k,y} = 0,300 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

WYNIKI:

R_z [kN]
 R_y [kN] } dla jednego odcinka (przęsła)

**Zginanie:**

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)

Momenty obliczeniowe

$$M_{y,max} = 0,73 \text{ kNm}; \quad M_{z,max} = 0,44 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} = 1,27 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 1,08 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,118 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,122 < 1$$

Ugięcie:

decyduje kombinacja C (obc.stałe+wiatr-wariant I)

$$u_{fin,z} = 0,28 \text{ mm}; \quad u_{fin,y} = 0,89 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 0,93 \text{ mm} < u_{net,fin} = 13,48 \text{ mm} \quad (6,9\%)$$

Krokiew koszowa**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 15,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 18,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowych $\alpha = 40,0^\circ$

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,90 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 2,60 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 1,97 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe $g_k = 0,900 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem $S_k = 0,920 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

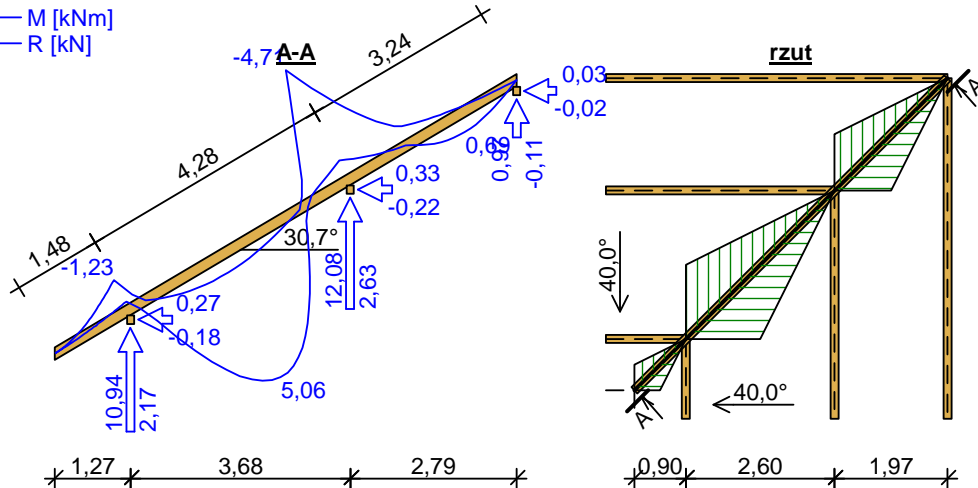
- obciążenie parciem wiatru $p_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru $p_k = -0,200 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,900 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej na środkowym odcinku krokwi; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]

Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)

Momenty obliczeniowe:

$$M_{\text{prześl}} = 5,06 \text{ kNm}; \quad M_{\text{podp}} = -4,71 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - prześło:

$$\sigma_{m,y,d} = 6,24 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,564 < 1$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 8,37 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,755 < 1$$

Ugięcie (wspornik):

$$u_{\text{fin}} = (-) 13,43 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 2,0 \cdot l / 200 = 14,80 \text{ mm} \quad (90,7\%)$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 12,11 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 21,38 \text{ mm} \quad (56,7\%)$$

Belka stropowa

Założenia

- rozpiętość belek : $L := 4.50 \cdot \text{m}$
- rozstaw belek $l_x := 0.9 \cdot \text{m}$
- lokalizacja : -Szczepanek

1. Belka stropowa nr 1 - obciążona słupkiem

1.1. Zestawienie obciążeń

1.1.1. Obciążenia stałe :

- pokrycie

$$g_d := 18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 2 \cdot \text{cm} \cdot l_x$$

$$g_{d1} := g_d \cdot 1.1$$

$$g_d = 0.324 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{d1} = 0.356 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$
- łaty 5x2.5cm

$$g_l := 6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.05 \cdot 0.025 \cdot \text{m}^2 \cdot 2$$

$$g_{l1} := g_l \cdot 1.3$$

$$g_l = 0.015 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{l1} = 0.02 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$
- izolacja - wełna twarda 15 cm

$$g_{wm} := 15 \cdot \text{cm} \cdot 2.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot l_x$$

$$g_{wm1} := g_{wm} \cdot 1.2$$

$$g_{wm} = 0.27 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{wm1} = 0.324 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$
- belka - **160x235**

$$g_{kr} := 6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.18 \cdot 0.235 \cdot \text{m}^2$$

$$g_{kr1} := g_{kr} \cdot 1.1$$

$$g_{kr} = 0.254 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{kr1} = 0.279 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$
- deski 1"

$$g_b := 6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 2.52 \cdot \text{cm} \cdot l_x$$

$$g_{b1} := g_b \cdot 1.1$$

$$g_b = 0.136 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{b1} = 0.15 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$
- siatka + tynk

$$g_{st} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 21 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot l_x$$

$$g_{st1} := g_{st} \cdot 1.1$$

$$g_{st} = 0.284 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{st1} = 0.312 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_k := g_d + g_l + g_{wm} + g_b + g_{kr} + g_{st} \quad q_k = 1.282 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{RAZEM :} \quad q_o := g_{d1} + g_{l1} + g_{wm1} + g_{b1} + g_{kr1} + g_{st1} \quad q_o = 1.441 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.1.2. Obciążenie użytkowe

$$p_k := 2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot l_x \quad p_o := p_k \cdot 1.4 \quad p_o = 2.52 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_o := 10 \cdot \text{kN} \quad - \text{ obciążenie z dachu}$$

1.1.3. Obciążenie całkowite

$$q_{ck} := q_k + p_k \quad q_{ck} = 3.082 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_c := q_o + p_o \quad q_c = 3.961 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

1.2. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe belki

1.2.1. Siły wewnętrzne

$$L = 4.5 \text{ m} \quad l := 1.0 \cdot L \quad l = 4.5 \text{ m} \quad - \text{ odległość między podporami}$$

Momenty zginające

$$M_{x1} := \frac{(q_c) \cdot l^2}{8} + \frac{P_o \cdot l}{4} \quad M_{x1} = 21.275 \text{ kNm}$$

Siły poprzeczne

$$V_{x1} := \frac{(q_c) \cdot l}{2} + \frac{P_o}{2} \quad V_{x1} = 13.911 \text{ kN}$$

Siły osiowe

$$N_{x1} := 0 \cdot \text{kN}$$

1.2.2. Parametry belki

$$h_b := 210 \cdot \text{mm} \quad b_b := 210 \cdot \text{mm}$$

$$A_b := h_b \cdot b_b \quad A_b = 441 \text{ cm}^2$$

$$I_{xb} := b_b \cdot \frac{h_b^3}{12} \quad I_{xb} = 16207 \text{ cm}^4 \quad W_{xb} := b_b \cdot \frac{h_b^2}{6} \quad W_{xb} = 1543 \text{ cm}^3 \quad i_{xb} := \sqrt{\frac{I_{xb}}{A_b}} \quad i_{xb} = 6.062 \text{ cm}$$

$$I_{yb} := h_b \cdot \frac{b_b^3}{12} \quad I_{yb} = 16207 \text{ cm}^4 \quad W_{yb} := h_b \cdot \frac{b_b^2}{6} \quad W_{yb} = 1543 \text{ cm}^3 \quad i_{yb} := \sqrt{\frac{I_{yb}}{A_b}} \quad i_{yb} = 6.062 \text{ cm}$$

1.2.3. Nośność elementu zginanego

Wytrzymałości płatwi : wykonane z drewna sosnowego klasy C24 o wilgotności do 20%

$$f_{mk} := 24 \cdot \text{MPa} \quad f_{cok} := 21 \cdot \text{MPa} \quad f_{vk} := 2.5 \cdot \text{MPa} \quad k_{mod} := 0.8 \quad \gamma_M := 1.3$$

$$E_d := 12000 \cdot \text{MPa} \quad E_{05} := 8000 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{md} := \frac{(f_{mk} \cdot k_{mod})}{\gamma_M} \quad f_{md} = 14.77 \text{ MPa} \quad \text{wytrzymałość na zginanie}$$

$$f_{cod} := \frac{(f_{cok} \cdot k_{mod})}{\gamma_M} \quad f_{cod} = 12.92 \text{ MPa} \quad \text{wytrzymałość na zginanie}$$

$$f_{mv} := \frac{(f_{vk} \cdot k_{mod})}{\gamma_M} \quad f_{mv} = 1.54 \text{ MPa} \quad \text{wytrzymałość na ścinanie}$$

określenie współczynnika wyboczeniowego

$$\lambda_x := \frac{1}{i_{xb}} \quad \lambda_x = 74.231$$

$$\sigma_{ccr} := \frac{\pi^2 \cdot E_{05}}{\lambda_x^2} \quad \sigma_{ccr} = 14.329 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{xr} := \sqrt{\frac{f_{cok}}{\sigma_{ccr}}} \quad \lambda_{xr} = 1.211 \quad \beta_c := 0.2$$

$$k_y := 0.5 \cdot 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{xr} - 0.5) + \lambda_{xr}^2 \quad k_y = 1.304$$

$$k_{cy} := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{xr}^2}} \quad k_{cy} = 0.559$$

sprawdzenie warunku wytrzymałości: $N_{x1} := 0 \cdot \text{kN}$

$$\sigma_{cod} := \frac{N_{x1}}{A_b} \quad \sigma_{cod} = 0 \text{ MPa} \quad \sigma_{myd} := \frac{M_{x1}}{W_{xb}} \quad \sigma_{myd} = 13.784 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{cod}}{k_{cy} \cdot f_{cod}} + \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} = 0.933 < 1$$

WARUNEK NOŚNOŚCI SPEŁNIONY !**1.2.4. Nośność elementu na ścinanie :**

$$\tau := 1.5 \cdot \frac{V_{x1}}{b_b \cdot h_b} \quad \tau = 0.473 \text{ MPa} < f_{mv} = 1.54 \text{ MPa}$$

1.2.5. Sprawdzenie stanu granicznego ugięć

$$E_d = 12000 \text{ MPa} \quad I_{xb} = 16206.75 \text{ cm}^4 \quad l = 4.5 \text{ m} \quad - \text{ odległość między podporami}$$

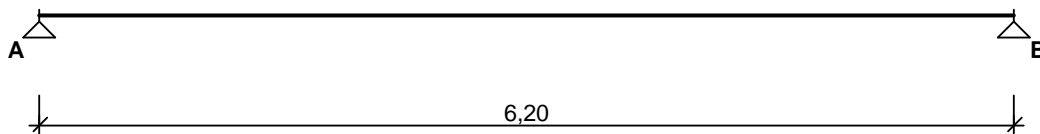
$$U_1 := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{E_d \cdot I_{xb}} \cdot 1.6 \quad U_1 = 0.56 \text{ cm} \quad U_2 := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_k \cdot l^4}{E_d \cdot I_{xb}} \cdot 1.2 + \frac{1}{48} \cdot \frac{\frac{P_o}{1.4} \cdot l^3}{E_d \cdot I_{xb}} \cdot 1.2 \quad U_2 = 1.43 \text{ cm}$$

$$U_c := U_1 + U_2 \quad U_c = 1.99 \text{ cm} \quad \sim < \frac{1}{200} = 2.25 \text{ cm}$$

WARUNEK UGIĘĆ SPEŁNIONY !

PODCIĄG STALOWY

SCHEMAT BELKI



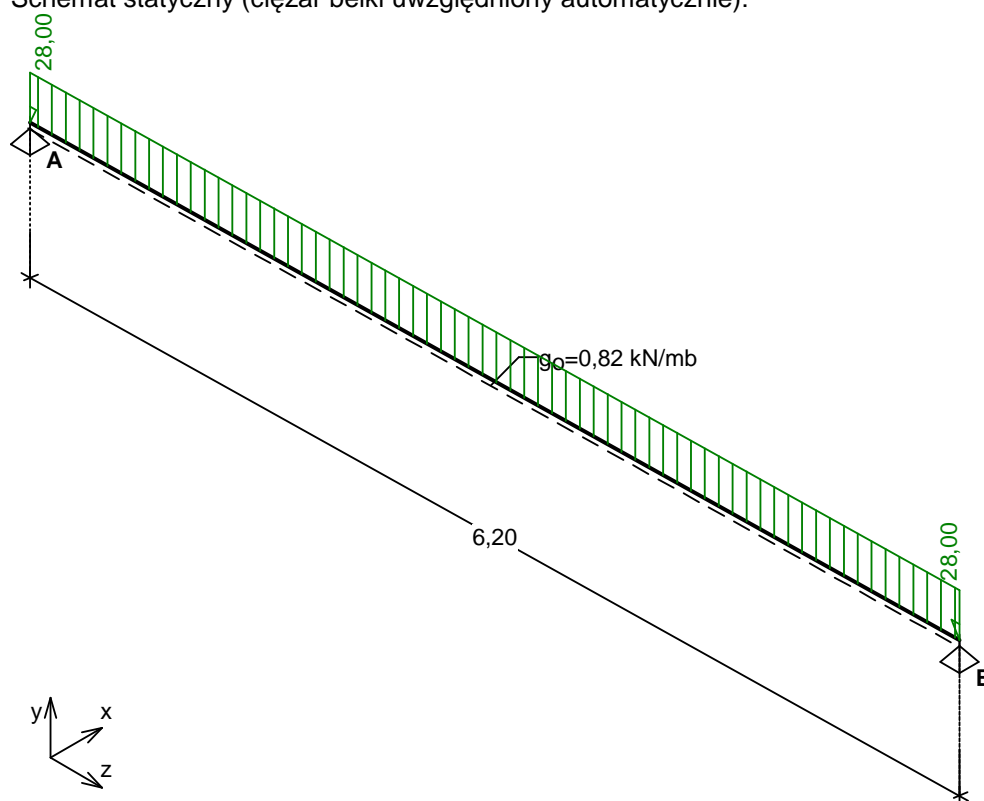
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

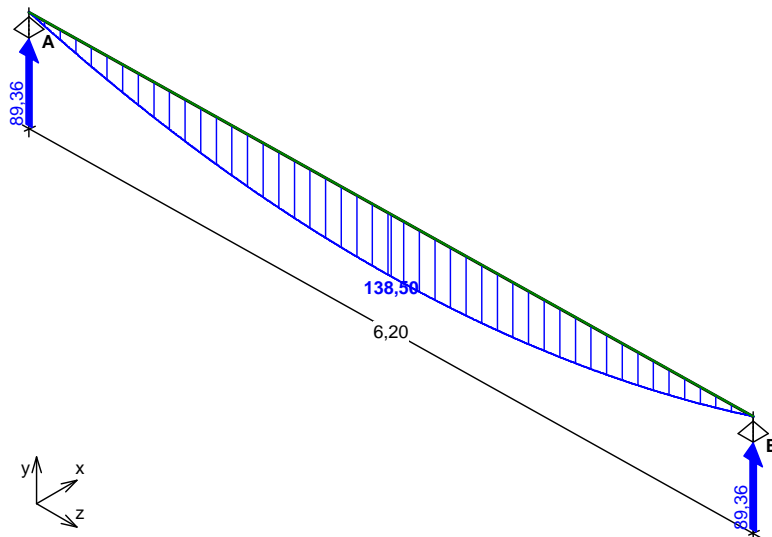
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



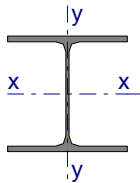
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **HE 280 A**

$$A_v = 21,6 \text{ cm}^2, \quad m = 76,4 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 13670 \text{ cm}^4, \quad J_y = 4760 \text{ cm}^4, \quad J_w = 785400 \text{ cm}^6, \quad J_T = 62,4 \text{ cm}^4, \quad W_x = 1010 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,050$) $M_R = 228,12 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 269,35 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 3,10 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,848$

Moment maksymalny $M_{\max} = 138,50 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,716 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 6,20 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -89,36 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,332 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)89,36 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 161,61 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 3,10 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 17,23 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 17,71 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 17,23 \text{ mm} < f_{gr} = 17,71 \text{ mm} \quad (97,3\%)$$

koniec obliczeń