

**BRANŻA BUDOWLANA  
PROJEKT KONSTRUKCJI**

# **OPIS TECHNICZNY CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA DO PROJEKTU BUDOWLANEGO PRZEBUDOWY PODDASZA ZE ZMIANĄ SPOSOBU UŻYTKOWANIA NA CELE DYDAKTYCZNE POMIESZCZEŃ BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ NR 2 ZLOKALIZOWANEGO W SUWAŁKACH PRZY UL. KOŚCIUSZKI 38**

## **I. Podstawa opracowania.**

- Zlecenie Inwestora.
- Wizja lokalna wykonana dla potrzeb projektu.
- Polskie normy budowlane.
- Ustawa Prawo budowlane.
- Projekt architektoniczny

## **II. Cel i zakres opracowania.**

1. Celem opracowania jest projekt budowlany wzmocnień stropu pomieszczenia na poddaszu budynku Zespołu Szkół nr 2 zlokalizowanego w Suwałkach przy ul. Kościuszki 38
2. Zakres opracowania zgodny ze zleceniem:

## **III. Charakterystyka obiektu zawarta w opisie architektonicznym.**

### **IV CZĘŚĆ I – KONSTRUKCJA STROPU**

#### **1 – STROP ŻELBETOWY**

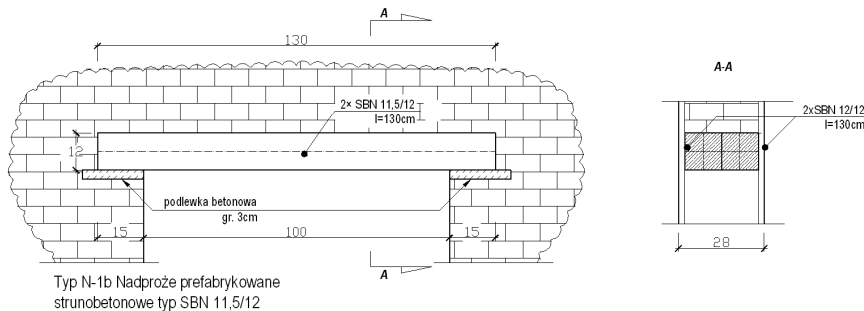
Nad stropem istniejącym poddasza zaprojektowano nowy strop żelbetowy wylewany na budowie z betonu kl. B-25 o zbrojeniu jak dla płyty wieloprzęsłowej stalą kl. A-III pręty rozdzielcze stal kl. A-0 grubość płyty 8 cm . Płyta wsparta jest na stalowych belkach stropowych zaprojektowanych z dwóch dwuteowników IPE140 łączonych spoiną czołową odcinkową montażową . Belki stropowe opierają się na ścianach zewnętrznych i ścianie nośnej środkowej . Strop wykonać wg rys . nr . K-01 , K-02 , K-03 . W przestrzeni międzystropowej należy wykonać poduszki ze styropianu twardego .

#### **2 – NADPROŻA**

Dla ścian w których zostały powiększone otwory drzwiowe i przejścia przyjęto konstrukcyjnie nadproże strunobetonowe typu SBN-B wykonane z belek o wymiarach 11,5 X 12 cm i długościach dobranych w zależności od rozpiętości otworu , oparcie nadproża powinno wynosić po 15 cm z każdej

strony . Dla prawidłowego wypoziomowania nadproże belki żelbetowe należy układać na 3 cm poduszce betonowej wykonanej z betonu kl. B-15 . Przed wykonaniem nadproży ścian nośnych ścianę w której nadproże jest wykonywane należy odciążyć przez podstemplowanie stropów które ją obciążają rys. nr . K-04.

### Przykładowy sposób wykonania nadproża



## CZĘŚĆ II – KONSTRUKCJA DACHU

### WIAZAR DACHOWY W-1

Ze względu na zmianę norm dotyczących obciążenia śniegiem i wiatrem , oraz znaczne uszkodzenia i degradację elementów konstrukcyjnych dachu zaprojektowano nową więźbę dachową jako układ wiązarów krokwiowo płatwiowych . Ze względu na zmianę pokrycia dachu na blachę płaską układaną na rąbek stojący , zaprojektowano pełne deskowanie połaci tarcicą iglastą o gr. 28 mm .

Mocowanie desek należy wykonać przez gwoździowanie desek do projektowanych krokwi gwoździami stalowymi o średnicy 3 mm w układzie trójrzędowym przestawnym . Minimalny rozstaw gwoździ  $a_1=6\text{cm}$  i  $a_2=6\text{cm}$ , minimalna długość gwoździ 8 cm . Gwoździowanie należy wykonać zgodnie z nomą PN-B-03150/2000 .

Tarcicę użytą do deskowania połaci dachu należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 .

#### 1 - KROKWI DACHOWE .

Wszystkie krokwie dachowe o wymiarach 15 x 15 cm wykonać z tarcicy sosnowej kl. C-24 Tarcicę użytą do wzmocnienia krokwi należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym. Odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 .

#### 2 - PŁATWIE

Płatwie o wymiarach 16 x 17 cm należy wykonać z tarcicy sosnowej kl. C-24

Tarcicę użytą do wzmocnienia krokwi należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym . Odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 .

### **3 - SŁUPY**

Słupy o wymiarach 15 x 15 cm należy wykonać z tarcicy iglastej sosnowej kl. C-24 . Tarcicę użytą do wzmocnienia krokwi należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym . Odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 .

### **4- BELKA PODWALINOWA**

Belkę podwalinową zaprojektowano o wymiarach 16 x 14 cm należy ją wykonać z tarcicy sosnowej kl. C-24

Tarcicę użytą do wzmocnienia krokwi należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym . Odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 .

### **5- BELKA KALENICOWA**

Belkę kalenicową zaprojektowano o wymiarach 15 x 15 cm należy ją wykonać z tarcicy sosnowej kl. C-24 , jest ona oparta na grzędzie wykonanej z dwóch desek o wymiarach 5 x 16 cm , grzęda mocowana jest do krokwi wiązara na złącze śrubowe .

Tarcicę użytą do wzmocnienia krokwi należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym . Odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 .

### **6 - MURŁATA**

Murłatę zaprojektowano o wymiarach 16 x 16 cm należy ją wykonać z tarcicy sosnowej kl. C-24 , układana jest na stalowych belkach stropowych i mocowana do kątownika spawanego do stalowych belek stropowych przy pomocy śrub M12 .

Tarcicę użytą do wzmocnienia krokwi należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym . Odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 .

### **UWAGA**

**Więźbę dachową wykonać zgodnie z rys. nr. K-05**

### **V. UWAGI**

1 - Zorganizowanie procesu budowy w sposób zgodny z projektem i pozwoleniem na budowę należy do kierownika budowy.

2 - Prace należy wykonać zgodnie z „ Warunkami technicznymi prowadzenia i odbioru robót budowlanych i montażowych„ ITB

3 - Wszystkie roboty budowlane należy wykonać sposobem remontowym zgodnie ze sztuką budowlaną , oraz przepisami BHP i PPOŻ. oraz Ochrony Środowiska.

4 – Projekt budowlany przeznaczony jest dla potrzeb urzędów w celu uzyskania niezbędnych uzgodnień i zezwoleń .

5 – Projekt rozpatrywać jako całość z opracowaniem architektonicznym

6 - Prace budowlane wykonywać zgodnie z przepisami BHP i PPOŻ dla robót remontowych .

inż. Piotr Kodur

upr. nr 28/89/Pw

## **VI . SPIS RYSUNKÓW:**

**Rysunek K-01 PRZEBUDOWA PODDASZA ZMIANA SPOSOBU  
UŻYTKOWANIA**

**Rysunek K-02 BELKI STROPOWE**

**Rysunek K-03 PŁYTA ŻELBETOWA**

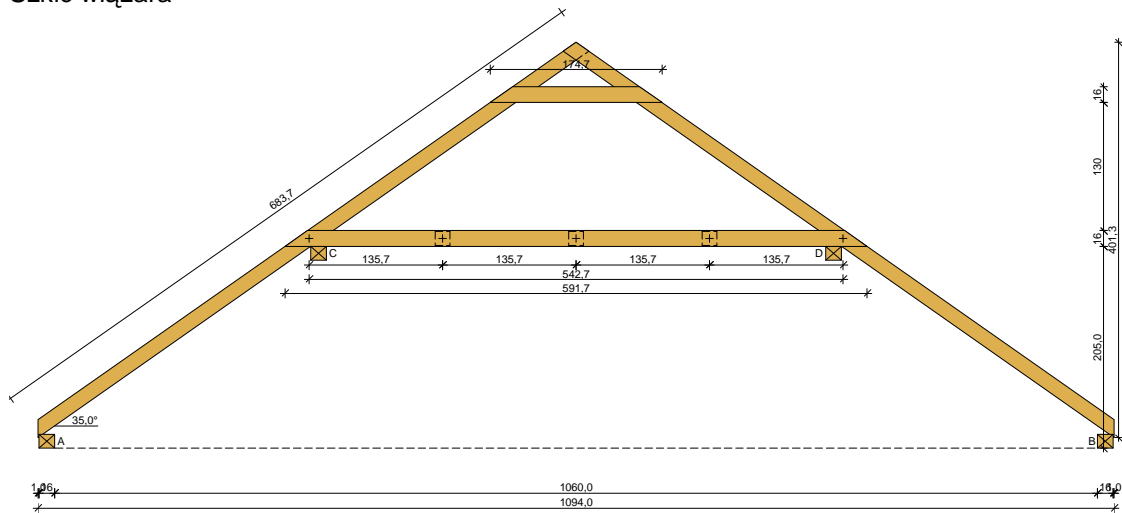
**Rysunek K-04 NADPROŻE**

## VII. OBLICZENIA

### 1. WIAZAR

#### DANE:

Szkic wiazara



#### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 35,0^\circ$

Rozpiętość wiazara  $l = 10,94$  m

Rozstaw murłat w świetle  $l_s = 10,60$  m

Poziom jętka  $h = 2,05$  m

Poziom grzędę  $h_g = 1,30$  m

Rozstaw wiazarów  $a = 1,15$  m

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Dodatkowe usztywnienia boczne jętki - brak

Dodatkowe usztywnienia boczne grzędę - brak

Rozstaw podparć poziomych murłaty  $l_{mo} = 2,50$  m

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

#### Dane materiałowe:

- krokiew 15/15 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 2\*3 = 6 cm, grzędę - 3 cm) z drewna C24

- jętka 2x 5/16 cm z drewna C24 z przewiazkami co 136 cm,

- grzędę 5/16 cm z drewna C24,

- murłata 16/14 cm z drewna C24

#### Obciążenia (wartości charakterystyczne):

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

$$g_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny wiazara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 4, nachylenie połaci 35,0 st.):

- na połaci lewej  $s_{kl} = 1,60 \text{ kN/m}^2$

- na połaci prawej  $s_{kp} = 1,07 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale

- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 10,0$  m):

- na połaci nawietrznej  $p_{kl I} = -0,12 \text{ kN/m}^2$

- na połaci nawietrznej  $p_{kl II} = 0,18 \text{ kN/m}^2$

- na połaci zawietrznej  $p_{kp} = -0,22 \text{ kN/m}^2$

- obciążenie ociepleniem na całej długości krokwi ():

$$g_{kk} = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie stałe jętki :  $q_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$

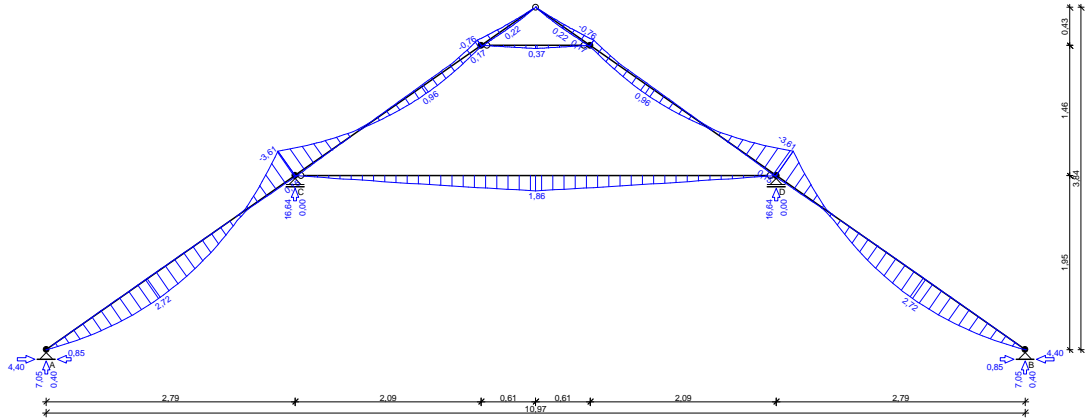
- obciążenie zmienne jętki :  $p_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe grzędy :  $q_{gk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie zmienne grzędy :  $p_{gk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe jętki i grzędy  $F_k = 1,0 \text{ kN}$

### Założenia obliczeniowe:

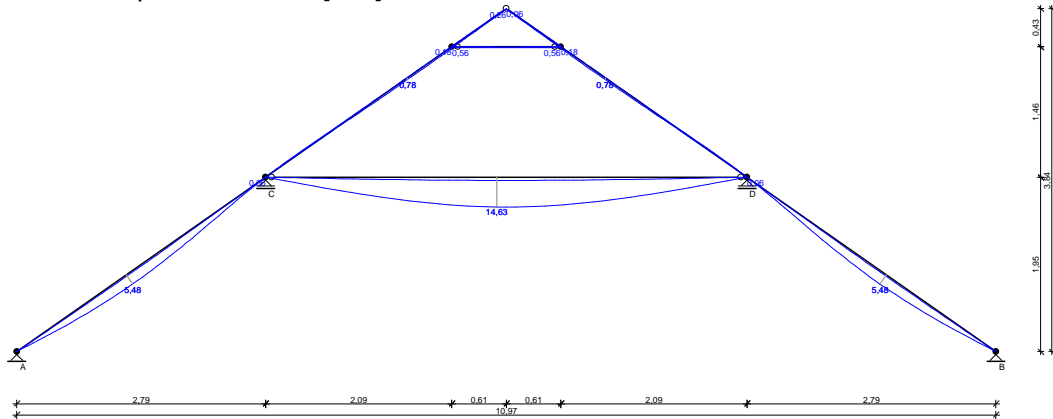
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

### WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
1 (A)	7,05 0,40	4,40 -0,85	<b>K6:</b> stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II <b>K28:</b> stałe-min+wiatr z lewej-wariant II
2 (C)	16,64	--	<b>K4:</b> stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II
6 (D)	16,64	--	<b>K11:</b> stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II
7 (B)	7,05 0,40	-4,40 0,85	<b>K9:</b> stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z lewej-wariant II <b>K30:</b> stałe-min+wiatr z prawej-wariant II

### WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

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

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

**Krokiew 15/15 cm** (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 2·3 = 6 cm, grzęda - 3 cm)

#### Smukłość

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

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

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M = -3,61 \text{ kNm}, \quad N = 11,31 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,41 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,50 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,538 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,305 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętcie

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

$$M = -3,22 \text{ kNm}, \quad N = 0,01 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 9,53 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,860 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - grzędzie

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M = -0,76 \text{ kNm}, \quad N = 2,17 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,70 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,12 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,115 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłata a jętka)

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

$$u_{fin} = 5,50 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3405 / 200 = 17,03 \text{ mm} \quad (32,3\%)$$

**Jętka 2x 5/16 cm** z przewiązkami co 136 cm z drewna C24

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$M = 1,86 \text{ kNm}, \quad N = -1,33 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 4,35 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = -0,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,348 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 14,63 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5393 / 200 = 26,96 \text{ mm} \quad (54,3\%)$$

**Grzęda 5/16 cm**

Smukłość

$$\lambda_y = 27,2 < 150$$

$$\lambda_z = 87,1 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K25** stałe-max+montażowe grzędy

$$M = 0,37 \text{ kNm} \quad N = 3,05 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 1,75 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,38 \text{ MPa}$$

$$k_{c,z} = 0,399$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,136 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,220 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K25** stałe-max+montażowe grzędy

$$u_{fin} = 0,31 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 1223 / 200 = 6,11 \text{ mm} \quad (5,0\%)$$

**Murłata 16/14 cm**

**Część murłaty leżąca na ścianie**

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,13 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 3,83 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M_z = 2,56 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 4,288 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,290 < 1$$



## Część wspornikowa murłaty

### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,13 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 3,83 \text{ kN/m}$$

### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M_y = 0,77 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,48 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,47 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,80 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,137 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,124 < 1$$

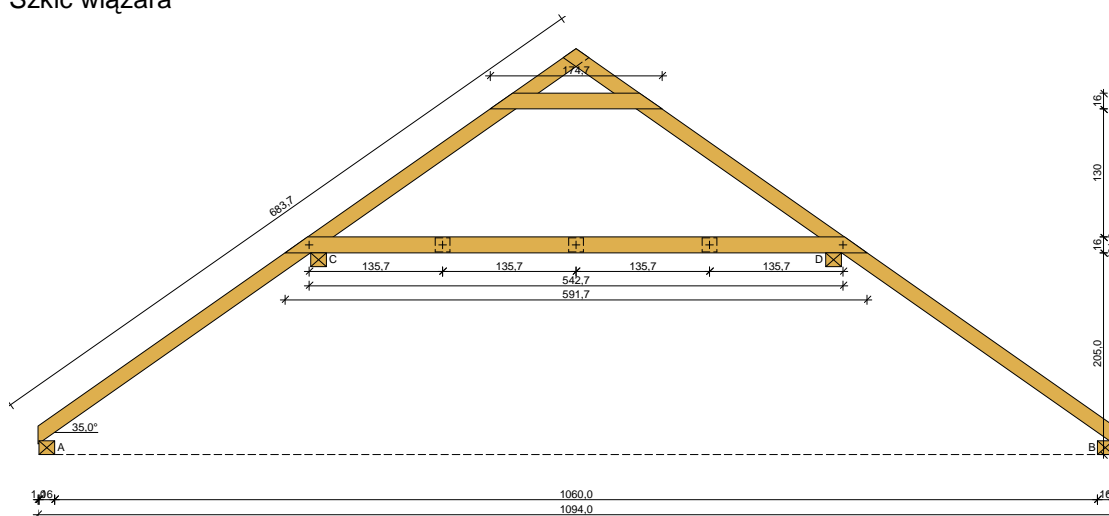
### Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 0,13 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm} \quad (2,6\%)$$

## DANE:

Szkic więzara



### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 35,0^\circ$

Rozpiętość więzara  $l = 10,94 \text{ m}$

Rozstaw murłat w świetle  $l_s = 10,60 \text{ m}$

Poziom jętki  $h = 2,05 \text{ m}$

Poziom grzędy  $h_g = 1,30 \text{ m}$

Rozstaw więzarów  $a = 1,15 \text{ m}$

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Dodatkowe usztywnienia boczne jętki - brak

Dodatkowe usztywnienia boczne grzędy - brak

Rozstaw podparć poziomych murłaty  $l_{m0} = 2,50 \text{ m}$

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

### Dane materiałowe:

- krokiew 15/15 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 2·3 = 6 cm, grzęda - 3 cm) z drewna C24

- jętka 2x 5/16 cm z drewna C24 z przewiązkami co 136 cm,

- grzęda 5/16 cm z drewna C24,

- murłata 16/14 cm z drewna C24

### Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

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

$$g_k = 0,30 \text{ kN/m}^2, \quad g_o = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny więzara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 4,

nachylenie połaci 35,0 st.):

- na połaci lewej  $s_{kl} = 1,60 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{ol} = 2,40 \text{ kN/m}^2$
- na połaci prawej  $s_{kp} = 1,07 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{op} = 1,60 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotwałe
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 10,0 \text{ m}$ ):

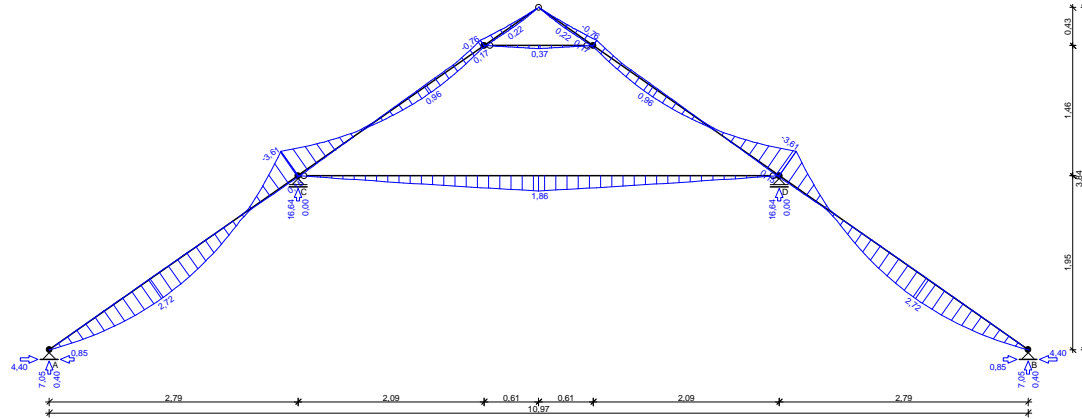
- na połaci zewnętrznej  $p_{kl I} = -0,12 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol I} = -0,18 \text{ kN/m}^2$
- na połaci zewnętrznej  $p_{kl II} = 0,18 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol II} = 0,26 \text{ kN/m}^2$
- na połaci wewnętrznej  $p_{kp} = -0,22 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{op} = -0,32 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ociepleniem na całej długości krokwi ():  
 $g_{kk} = 0,40 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_{ok} = 0,48 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe jętki :  $q_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ ,  $q_{jo} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie zmienne jętki :  $p_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{jo} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe grzędę :  $q_{gk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ ,  $q_{go} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie zmienne grzędę :  $p_{gk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{go} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe jętki i grzędę  $F_k = 1,0 \text{ kN}$ ,  $F_o = 1,2 \text{ kN}$

### Założenia obliczeniowe:

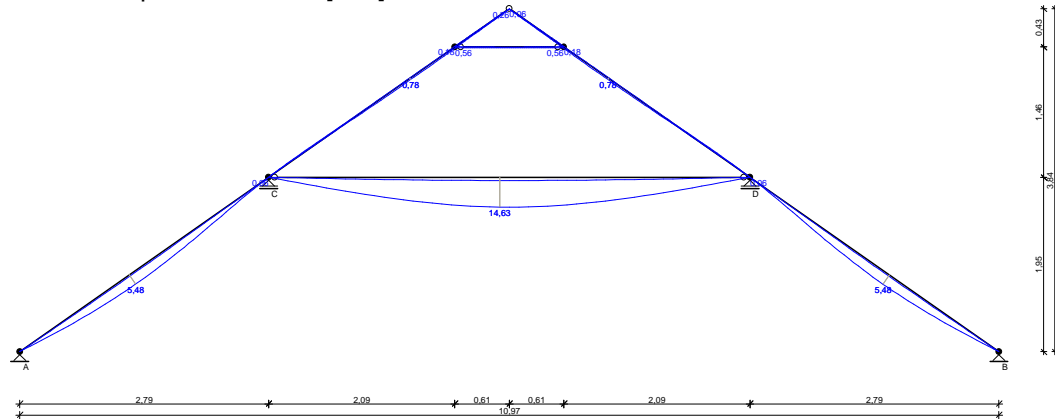
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

### WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
1 (A)	<b>7,05</b> 0,40	<b>4,40</b> <b>-0,85</b>	<b>K6:</b> stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II <b>K28:</b> stałe-min+wiatr z lewej-wariant II
2 (C)	<b>16,64</b>	--	<b>K4:</b> stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II
6 (D)	<b>16,64</b>	--	<b>K11:</b> stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II
7 (B)	<b>7,05</b> 0,40	<b>-4,40</b> <b>0,85</b>	<b>K9:</b> stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z lewej-wariant II <b>K30:</b> stałe-min+wiatr z prawej-wariant II

## **WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000**

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

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

**Krokiew 15/15 cm** (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 2·3 = 6 cm, grzędą - 3 cm)

### Smukłość

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

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

### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$\begin{aligned} M &= -3,61 \text{ kNm}, & N &= 11,31 \text{ kN} \\ f_{m,y,d} &= 14,77 \text{ MPa}, & f_{c,0,d} &= 12,92 \text{ MPa} \\ \sigma_{m,y,d} &= 6,41 \text{ MPa}, & \sigma_{c,0,d} &= 0,50 \text{ MPa} \\ k_{c,y} &= 0,373 \end{aligned}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,538 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,305 < 1$$

### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

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

$$\begin{aligned} M &= -3,22 \text{ kNm}, & N &= 0,01 \text{ kN} \\ f_{m,y,d} &= 11,08 \text{ MPa}, & f_{c,0,d} &= 9,69 \text{ MPa} \\ \sigma_{m,y,d} &= 9,53 \text{ MPa}, & \sigma_{c,0,d} &= 0,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,860 < 1$$

### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - grzędzie

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$\begin{aligned} M &= -0,76 \text{ kNm}, & N &= 2,17 \text{ kN} \\ f_{m,y,d} &= 14,77 \text{ MPa}, & f_{c,0,d} &= 12,92 \text{ MPa} \\ \sigma_{m,y,d} &= 1,70 \text{ MPa}, & \sigma_{c,0,d} &= 0,12 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,115 < 1$$

### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłatą a jętką)

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

$$u_{fin} = 5,50 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3405 / 200 = 17,03 \text{ mm} \quad (32,3\%)$$

**Jętka 2x 5/16 cm** z przewiązkami co 136 cm z drewna C24

### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$\begin{aligned} M &= 1,86 \text{ kNm}, & N &= -1,33 \text{ kN} \\ f_{m,y,d} &= 12,92 \text{ MPa}, & f_{c,0,d} &= 11,31 \text{ MPa} \\ \sigma_{m,y,d} &= 4,35 \text{ MPa}, & \sigma_{c,0,d} &= -0,08 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,348 < 1$$

### Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 14,63 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5393 / 200 = 26,96 \text{ mm} \quad (54,3\%)$$

**Grzędą 5/16 cm**

### Smukłość

$$\lambda_y = 27,2 < 150$$

$$\lambda_z = 87,1 < 150$$

### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K25** stałe-max+montażowe grzędą

$$\begin{aligned} M &= 0,37 \text{ kNm} & N &= 3,05 \text{ kN} \\ f_{m,y,d} &= 12,92 \text{ MPa}, & f_{c,0,d} &= 11,31 \text{ MPa} \\ \sigma_{m,y,d} &= 1,75 \text{ MPa}, & \sigma_{c,0,d} &= 0,38 \text{ MPa} \\ k_{c,z} &= 0,399 \end{aligned}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,136 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,220 < 1$$

### Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K25** stałe-max+montażowe grzędą

$$u_{fin} = 0,31 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 1223 / 200 = 6,11 \text{ mm} \quad (5,0\%)$$

### **Murłata 16/14 cm**

#### **Część murłaty leżąca na ścianie**

##### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,13 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 3,83 \text{ kN/m}$$

##### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M_z = 2,56 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 4,288 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,290 < 1$$

#### **Część wspornikowa murłaty**

##### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,13 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 3,83 \text{ kN/m}$$

##### Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M_y = 0,77 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,48 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,47 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,80 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,137 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,124 < 1$$

##### Maksymalne ugięcie:

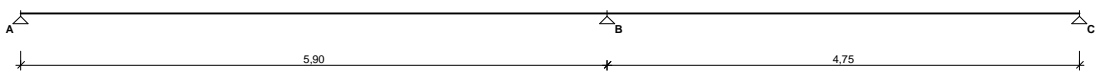
decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,13 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm} \quad (2,6\%)$$

**Tablica 2. STROP NIEUŻYTKOWY**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (poddasza z dostępem z klatki schodowej) [1,2kN/m <sup>2</sup> ]	1,20	1,40	0,50	1,68
2.	Cegła cementowa pełna grub. 12 cm [22,0kN/m <sup>3</sup> ·0,12m]	2,64	1,30	--	3,43
3.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,02m]	0,38	1,30	--	0,49
4.	Tłuczeń z lekkich betonów izolacyjnych grub. 10 cm [4,0kN/m <sup>3</sup> ·0,10m]	0,40	1,20	--	0,48
$\Sigma$ :		<b>4,62</b>	1,32	--	<b>6,09</b>

**STROP PODDASZA ISTNIEJĄCY  
SCHEMAT BELKI**



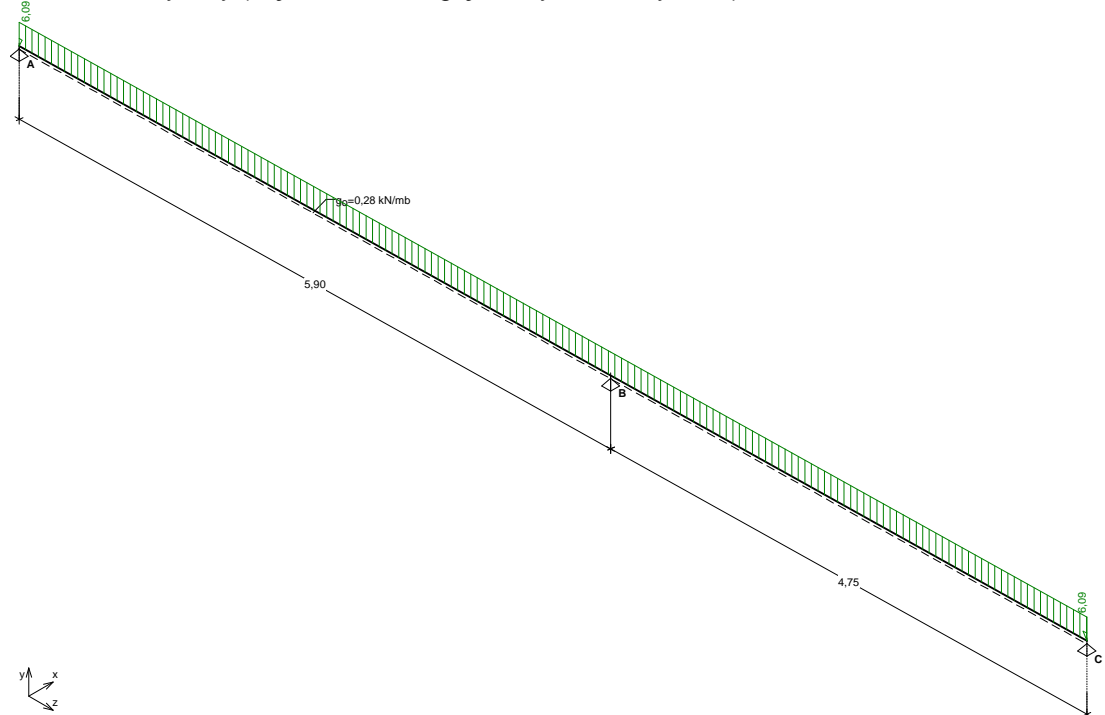
Parametry belki:

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

**OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI**

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

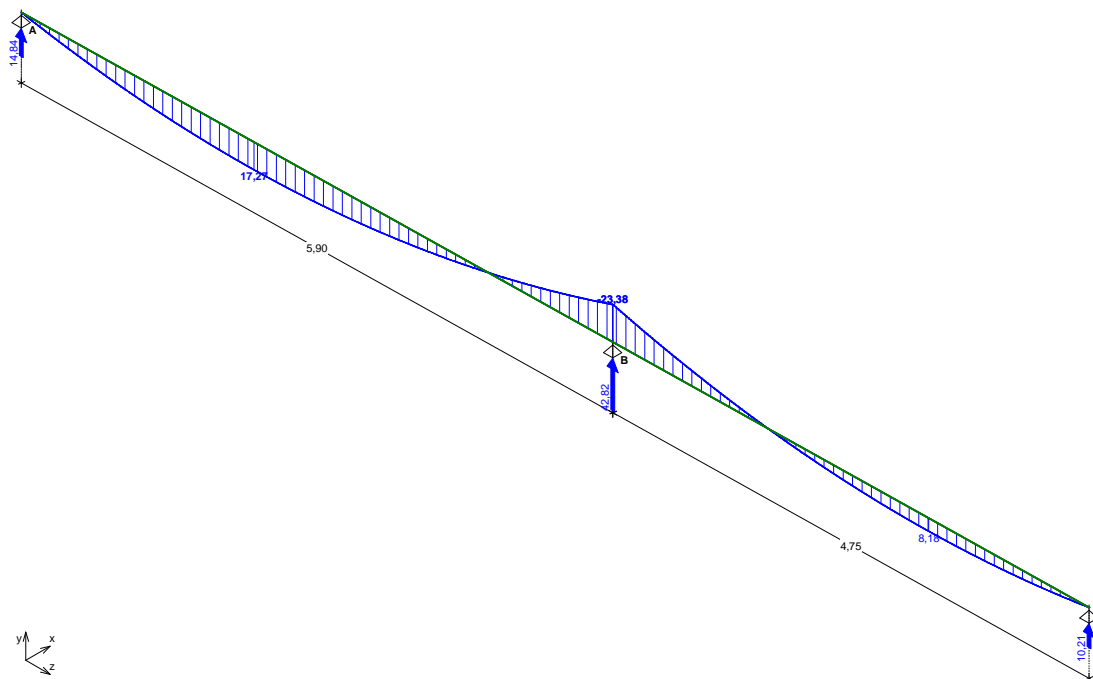
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



**WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH**

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



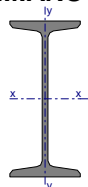
### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwiczenia:

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

### WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **I 200**

$$A_v = 15,0 \text{ cm}^2, \quad m = 26,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2140 \text{ cm}^4, \quad J_y = 117 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 10400 \text{ cm}^6, \quad J_T = 14,6 \text{ cm}^4, \quad W_x = 214 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,079$ )  $M_R = 49,67 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 187,05 \text{ kN}$

### Belka

Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 2,32 \text{ m}$

Współczynnik zwiczenia  $\phi_L = 0,427$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 17,27 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,814 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 5,90 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -22,76 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,122 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)22,76 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 112,23 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 2,60 \text{ m}$

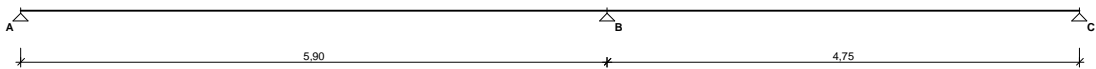
Ugięcie maksymalne  $f_{k,max} = 10,07$  mm  
 Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 16,86$  mm  
 $f_{k,max} = 10,07$  mm <  $f_{gr} = 16,86$  mm (59,7%)

WARUNEK SPEŁNIONY

**Tablica 3. STROP NIEUŻYTKOWY+SALA**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (audytoria, aule, sale zebrań i sale rekreacyjne w szkołach, restauracyjne, kawiarniane, widownie teatralne, koncertowe, kinowe, sale bankowe, pomieszczenia koszar.) [3,0kN/m <sup>2</sup> ]	3,00	1,30	0,50	3,90
2.	Deszczułki podłogowe (na lepiku) o grubości 19 mm [0,200kN/m <sup>2</sup> ]	0,20	1,30	--	0,26
3.	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, niezbrojony, zagęszczony grub. 5 cm [24,0kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	1,20	1,30	--	1,56
4.	Cegła cementowa pełna grub. 12 cm [22,0kN/m <sup>3</sup> ·0,12m]	2,64	1,30	--	3,43
5.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,02m]	0,38	1,30	--	0,49
6.	Tłuczeń z lekkich betonów izolacyjnych grub. 10 cm [4,0kN/m <sup>3</sup> ·0,10m]	0,40	1,20	--	0,48
$\Sigma$ :		<b>7,82</b>	1,29	--	<b>10,13</b>

**STROP ISTNIEJĄCY + SALA DYDAKTYCZNA  
 SCHEMAT BELKI**



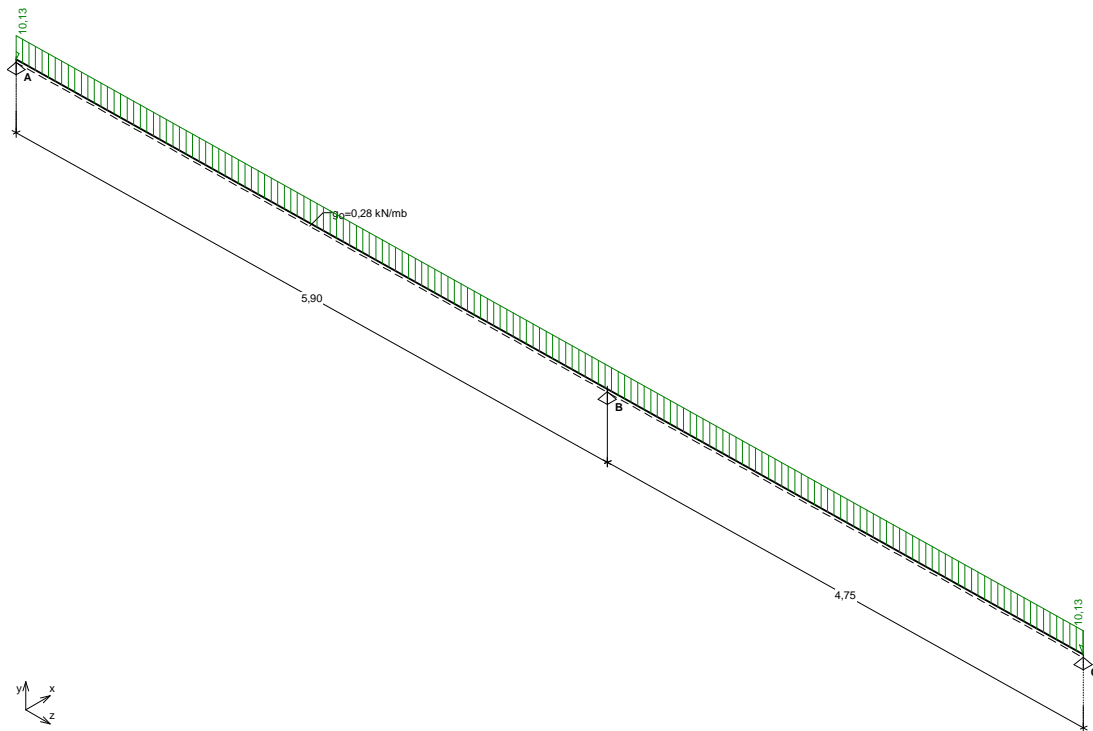
Parametry belki:

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

**OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI**

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

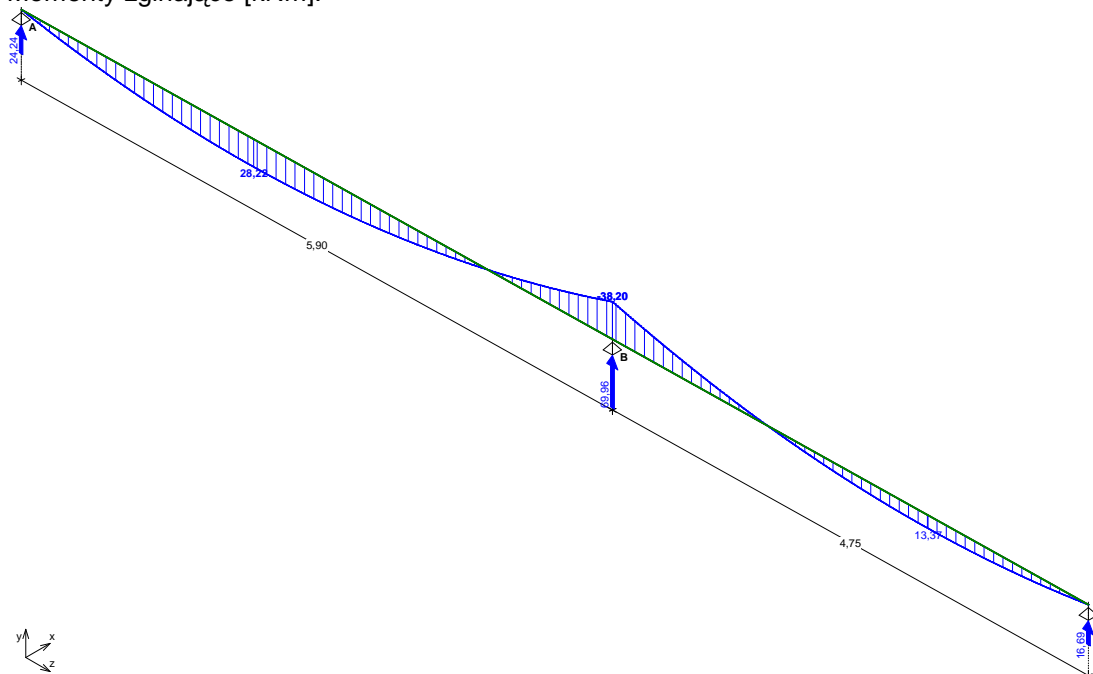
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

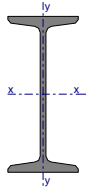
Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

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: **I 200**

$$A_v = 15,0 \text{ cm}^2, \quad m = 26,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 2140 \text{ cm}^4, \quad J_y = 117 \text{ cm}^4, \quad J_w = 10400 \text{ cm}^6, \quad J_T = 14,6 \text{ cm}^4, \quad W_x = 214 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,079$ )  $M_R = 49,67 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 187,05 \text{ kN}$

### **Belka**

Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 2,32 \text{ m}$

Współczynnik zwężenia  $\phi_L = 0,427$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 28,22 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 1,329 > 1$$

**(!!!) WARUNEK NISPEŁNIONY**

Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 5,90 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -37,19 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,199 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = (-)37,19 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 112,23 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 2,60 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 16,44 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 16,86 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 16,44 \text{ mm} < f_{gr} = 16,86 \text{ mm} \quad (97,5\%)$$

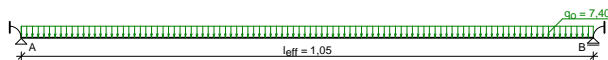
## VII. OBLICZENIA

### 2. PLYTA STOPOWA

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.		4,00	1,30	--	5,20
2.	Płyta żelbetowa grub.8 cm	2,00	1,10	--	2,20
$\Sigma$ :		6,00	1,23		7,40

#### Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff} = 1,05$  m

#### Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,78$  kNm/m

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd,p} = 0,51$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 0,64$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,64$  kNm/m

Reakcja obliczeniowa  $R_A = R_B = 3,89$  kN/m

#### Dane materiałowe :

**Grubość płyty 8,0 cm**

Klasa betonu **B25 (C20/25)**  $\rightarrow f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25$  kN/m<sup>3</sup>

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,35$

Stal zbrojeniowa główna **A-III (RB400W)**  $\rightarrow f_{yk} = 400$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa,  $f_{tk} = 440$  MPa

Pręty rozdzielcze  $\phi 4,5$  co max. 30,0 cm, stal A-0 (**St0S-b**)

Otulenie zbrojenia przęsłowego  $c_{nom} = 20$  mm

Otulenie zbrojenia podporowego  $c_{nom} = 20$  mm

#### Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm

Graniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/200$  - jak dla stropów (tablica 8)

**Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002** (metoda uproszczona):

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 0,82 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 6$  co 12,0 cm o  $A_s = 2,36 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,41\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,78 \text{ kNm}/\text{mb} < M_{Rd} = 4,45 \text{ kNm}/\text{mb}$  (17,6%)

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (0,0%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = 0,21 \text{ mm} < a_{lim} = 5,25 \text{ mm}$  (4,0%)

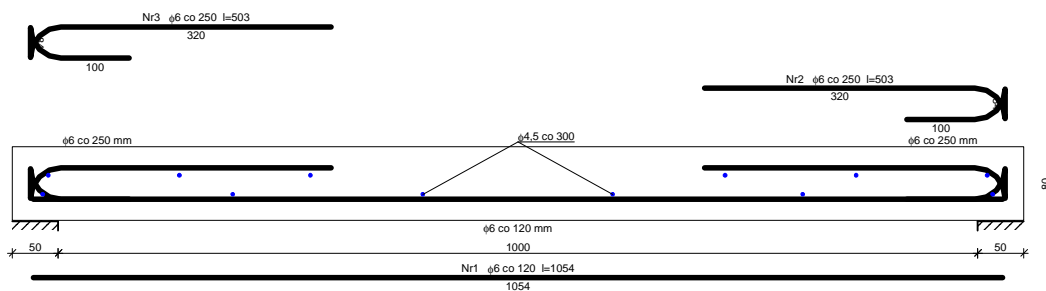
Podpora:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 0,82 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 6$  co 25,0 cm o  $A_s = 1,13 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,20\%$ )

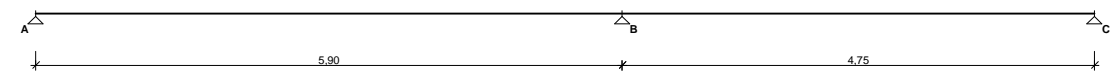
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,p} = 0,51 \text{ kNm}/\text{mb} < M_{Rd,p} = 2,20 \text{ kNm}/\text{mb}$  (23,2%)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 3,89 \text{ kN}/\text{mb} < V_{Rd1} = 39,48 \text{ kN}/\text{mb}$  (9,8%)

**Szkic zbrojenia:**



### 3. SCHEMAT BELKI STROPOWEJ



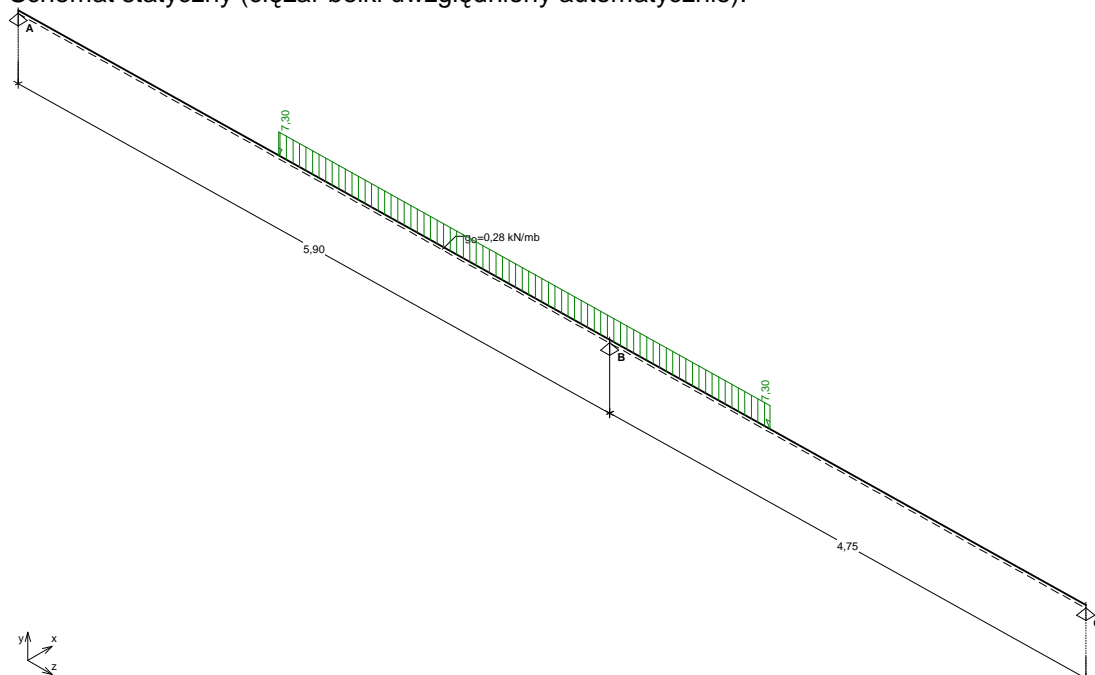
Parametry belki:

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

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

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

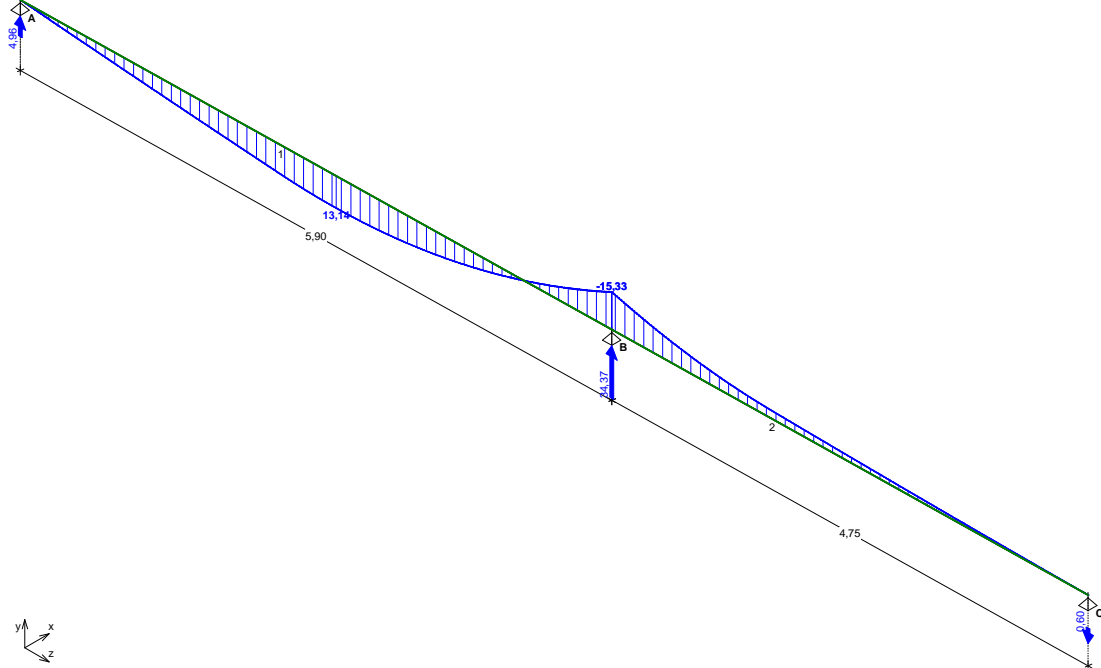
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek P1: Przypadek 1

Momenty zginające [kNm]:



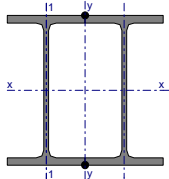
### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

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: **2 IPE 140**, połączone spoinami ciągłymi

$$A_v = 13,2 \text{ cm}^2, \quad m = 25,8 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 1082 \text{ cm}^4, \quad J_y = 527 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 1980 \text{ cm}^6, \quad J_T = 2,45 \text{ cm}^4, \quad W_x = 155 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,072$ )  $M_R = 35,63 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 164,11 \text{ kN}$

### Belka

Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 5,90 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny  $M_{\max} = -15,33 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,430 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 5,90 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -20,77 \text{ kN}$

<sup>(53)</sup>  $V_{\max} / V_R = 0,127 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = (-)20,77 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 98,46 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 2,94 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 15,52 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 16,86 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 15,52 \text{ mm} < f_{gr} = 16,86 \text{ mm} \quad (92,1\%)$