



EGZEMPLARZ NR **1**

**PROJEKT ZAMIENNY DO PROJEKTU KONSTRUKCJI**  
będący nieistotnym odstępstwem od zatwierdzonego pozwoleniem na budowę projektu  
budowlanego

**ADAPTACJI ZABYTKOWEGO SĄDU W KOWALEWIE POMORSKIM  
NA SZKOŁĘ MUZYCZNĄ I STOPNIA**

**ETAP II**

**BRANŻA ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANA**

dz.nr 94, obr. ewid. 040504\_4 . 0003 Kowalewo Pomorskie,  
jedn. ewid. 040504\_4  
miasto Kowalewo Pomorskie

Inwestor:

**POWIAT GOLUBSKO-DOBRZYŃSKI**  
**ul. Plac 1000-lecia 25, 87-400 Golub-Dobrzyń**

Jednostka  
projektowa:

**VIZ-ARCH BIURO ARCHITEKTONICZNE**  
**Dorota Czarnołucka – Krzemińska**  
**ul. Stodólna 4a, 87-400 Golub-Dobrzyń**  
**tel. 886 115 708, 881 205 398**

	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	podpis
<b>konstrukcja</b>	mgr inż. Paweł Modrakowski	KUP/0117/PWOK/10 Uprawnienia projektowe konstrukcyjno – budowlane bez ograniczeń	

DATA OPRACOWANIA PROJEKTU: sierpień 2022r

## **SPIS ZAWARTOŚCI**

- I. Opis ogólny budynku**
- II. Odniesienie do pierwotnej oceny stanu technicznego**
- III. Analiza statyczno – wytrzymałościowa do dokumentacji zamiennej**
- IV. Wnioski i zalecenia**

## **CZĘŚĆ GRAFICZNA**

**Rys. K1 – zamienny: „Rzut konstrukcji stropu w piwnicy”**

**Rys. K2 – zamienny: „Rzut konstrukcji stropu nad parterem”**



## I. Opis ogólny budynku.

Przedmiotowy obiekt pobudowany został w tradycyjnej technologii murowanej, w całości podpiwniczony z dwoma kondygnacjami nadziemnymi (parterem i piętrem) oraz poddaszem nieużytkowym. Wzniesiono go na planie litery „L”, dłuższym bokiem, elewacją frontową – północną, równoległą do ulicy Odrodzenia (część wyższa budynku nazywana dalej „**budynkiem głównym**”) oraz krótszym bokiem, elewacją boczną – zachodnią, równoległą do ulicy Działkowej (część niższa budynku – nazywana dalej „**przybudówką**”).

Wejście główne zlokalizowane jest w centralnej części elewacji frontowej i prowadzi poprzez wiatrołap do obszernego holu z otwartą klatką schodową umożliwiającą wejście na piętro i do piwnicy.

## II. Odniesienie do pierwotnej oceny stanu technicznego.

W pierwotnej wersji oceny stanu technicznego obiektu założono że stropy nad parterem typu „Kleina z wypełnieniem pustakami Foerстера”, zbrojone były bednarką. Jednak te elementy konstrukcyjne wykonywane były bez zbrojenia a pustaki Foerстера łączone były na tzw. „pióro i wpust”. Niniejsza dokumentacja uwzględnia ten fakt w analizie statycznej obiektu.

**Pozostałe zapisy pierwotnej wersji oceny stanu technicznego zostają bez zmian.**

## III. Analiza statyczno – wytrzymałościowa do dokumentacji zamiennej.

Analizy statyczno – wytrzymałościowej dokonano na podstawie:

- PN-EN 1990:2004 Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcję. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1993-1-1 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1994-1-1 Eurokod 4: Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo - betonowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN- EN 1996-1-1 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.
- PN- EN 1997-1 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- Literatury technicznej

Analizę przeprowadzono dla nowoprojektowanych przegród budowlanych jak i obciążeń dla planowanej zmiany sposobu użytkowania.

**WIĘŻBA:**

Analizę statyczno – wytrzymałościową więźby dachowej przeprowadzono w pierwszym etapie prac adaptacji i nie ulega ona zmianie.

## STROPY

### STROPY NAD PIWNICĄ:

- a) Strop odcinkowy (Kapa pruska) oparta na murze – bez belek stalowych pośrednich:

Zestawienie obciążeń stropu projektowanego:

Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Warstwa wykończenia podłogi 2cm - (22kN/m <sup>3</sup> )	0,44	1,35	0,59
Wylewka betonowa 5cm - (23kN/m <sup>3</sup> )	1,15	1,35	1,55
Wypełnienie perlitem min. 5cm ÷ 14cm - (1kN/m <sup>3</sup> )	0,10	1,35	0,14
Płyta ceramiczna stropu gr.12cm - (18kN/m <sup>3</sup> )	2,16	1,35	2,92
Tynk cem – wap. gr. 2,0cm - (19kN/m <sup>3</sup> )	0,38	1,35	0,51
<b>Obciążenia stałe razem :</b>	<b>4,23</b>	<b>1,35</b>	<b>5,71</b>
Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m]
<b>Obciążenia stałe x 2,1m:</b>	<b>8,88</b>	<b>1,35</b>	<b>11,99</b>
Obciążenia zmienne (użytkowe 3,0kN/m <sup>2</sup> ) dla planowanej zmiany sposobu. użytk x 2,1m.:	6,30	1,50	9,45
Ciężar ścian działowych (lekkich 30kg/m <sup>2</sup> i h=3,8m) obc. zastępcze równomiernie rozłożone x 2,1m	1,68	1,50	2,52
<b>Obciążenia zmienne razem :</b>	<b>7,98</b>	<b>1,50</b>	<b>11,97</b>
<b>Obciążenia razem :</b>	<b>16,86</b>	<b>- -</b>	<b>23,96</b>

Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie wynosi:

$$f_k = K * f_b^{0,7} * f_m^{0,3} = 0,45 * 10MPa^{0,7} * 2MPa^{0,3} = 2,78MPa$$

- Przyjęto rozpiętość stropu **L=2,1m**

- Strzałkę łuku:  $f = 12cm$

Wytrzymałość muru na ściskanie dla najbardziej wyjątkowej kolebki:

$$N_{Rd} = 133,2kN$$

$$H_R = \frac{q_{obl} * L^2}{8 * f} = \frac{23,96 * 2,1^2}{8 * 0,12} = 110,06 kN$$

$$V_R = \frac{q_{obl} * L}{2} = \frac{23,96 * 2,1}{2} = 25,16 kN$$

$$N_{sd} = \sqrt{H_R^2 + V_R^2} = 112,9 kN$$

**$N_{sd} < N_{Rd}$  warunek spełniony**

**b) Strop odcinkowy (Kapa pruska) – z belkami stalowymi pośrednimi rozstawionymi co 120cm:**

Zestawienie obciążeń stropu projektowanego:

Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Warstwa wykończenia podłogi 2cm - (22kN/m <sup>3</sup> )	0,44	1,35	0,59
Wylewka betonowa 5cm - (23kN/m <sup>3</sup> )	1,15	1,35	1,55
Wypełnienie perlitem min. 5cm ÷ 14cm - (1kN/m <sup>3</sup> )	0,10	1,35	0,14
Płyta ceramiczna stropu gr.12cm - (18kN/m <sup>3</sup> )	2,16	1,35	2,92
Tynk cem – wap. gr. 2,0cm - (19kN/m <sup>3</sup> )	0,38	1,35	0,51
<b>Obciążenia stałe razem :</b>	<b>4,23</b>	<b>1,35</b>	<b>5,71</b>
Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m]
<b>Obciążenia stałe x 1,2m:</b>	<b>5,08</b>	<b>1,35</b>	<b>6,85</b>
Obciążenia zmienne (użytkowe 3,0kN/m <sup>2</sup> ) dla planowanej zmiany sposobu. użyt. x 1,2m.:	3,60	1,50	5,40
Ciężar ścian działowych (lekkich 30kg/m <sup>2</sup> i h=3,8m) obc. zastępcze równomiernie rozłożone x 1,2m	0,96	1,50	1,44
<b>Obciążenia zmienne razem :</b>	<b>4,56</b>	<b>1,50</b>	<b>6,84</b>
<b>Obciążenia razem :</b>	<b>9,64</b>	<b>--</b>	<b>13,69</b>

**c) Belka stalowa IPN 220 (podpierająca strop odcinkowy, rozstaw belek co 1,20m) -**

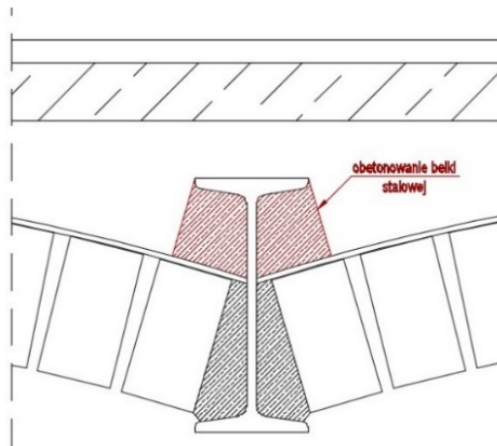
rozpiętość belki w świetle ścian  $l_0 = 5,45\text{m} \times 1,05 = 5,70\text{m}$

(przyjęto stal S235):

<b>1) Przekrój</b>	
Wymiary (cm)	$h = 22.00$ $b = 9.80$ $t_w = 0.81$ $t_f = 1.22$ $r = 0.81$ $r_1 = 0.49$
Przekrój (cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 39.5 $A_{vy} = 25.8803$ $A_{vz} = 18.5526$
Momenty bezwładności (cm <sup>4</sup> )	$I_t = 18.6$ $I_y = 3060$ $I_z = 162$
Momenty bezwładności (cm <sup>6</sup> )	$I_w = 17488.2$
Wskaźniki wytrzymałości (cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 278$ $W_{elysup} = 278$ $W_{elzinf} = 33.1$ $W_{elzsup} = 33.1$ $W_{ply} = 324$ $W_{plz} = 55.7$
<b>2) Ugięcia</b>	
kryterium 1	z: n°106 : 1x[1 G]+1x[2 Q] z: $L / 264.72 < L / 250.00$ (94 %)
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Ścinanie na Z (6.2.6)	n°104 Klasa 1 $F_z < V_{plz} 37.10 < 251.72 \text{ kN}$ (15%)
Zginanie na Y-Y (6.2.5)	n°104 Klasa 1 $M_{yEd} < M_{yRd} 52.87 < 76.14 \text{ kN*m}$ (69%)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Smukłość Dł. zwichrzeniowa	$\lambda_{LT} = 0.022$ $L_{di} = 0.05 \text{ m}$ $L_{ds} = 0.05 \text{ m}$
Przypadek niekorzystny	Przypadek nr 104 : 1.1475x[1 G]+1.5x[2 Q] Przekrój : Klasa 1
Współczynniki	$k_z = 1.00$ $k_w = 1.00$ $C_1 = 1.13$ $C_2 = 0.45$ $X_y = 1.00$ $X_z = 1.00$ $X_{LT} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 1.00$ $k_{zy} = 1.00$ $k_{zz} = 1.00$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $M_{cr} = 157765.82 \text{ kN*m}$ $M_{bRd} = 76.14 \text{ kN*m}$ $N_{crT} = 0.00 \text{ kN}$
Elementy zginane i ściskane (6.61)	$N_{ed} / (X_y N_{rk} / g_{M1}) + k_{yy} (M_{y,Ed} + D M_{y,Ed}) / (X_{LT} M_{y,Rk} / g_{M1}) + k_{yz} (M_{z,Ed} + D M_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / g_{M1}) < 1$ $0.000 + 0.694 + 0.000 = 0.694 < 1$ ( 69% )
Elementy zginane i ściskane (6.62)	$N_{ed} / (X_z N_{rk} / g_{M1}) + k_{zy} (M_{y,Ed} + D M_{y,Ed}) / (X_{LT} M_{y,Rk} / g_{M1}) + k_{zz} (M_{z,Ed} + D M_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / g_{M1}) < 1$ $0.000 + 0.694 + 0.000 = 0.694 < 1$ ( 69% )

**warunek spełniony**

**Zalecenia:** Na etapie prac budowlanych należy zweryfikować czy powyższe belki są obetonowane jeżeli nie, należy je obetonować wg schematu niżej i rys. konstrukcji:



**d) Belka stalowa IPN 140 (podpierająca strop odcinkowy, rozstaw belek co 1,20m)**

rozpiętość belki w świetle ścian  $l_0 = 3,60\text{m} \times 1,05 = 3,78\text{m}$

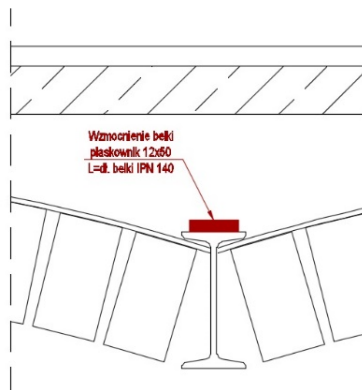
(przyjęto stal S235):

<b>1) Przekrój</b>	
Wymiary (cm)	$h = 14.00$ $b = 6.60$ $t_w = 0.57$ $t_f = 0.86$ $r = 0.57$ $r_1 = 0.34$
Przekrój (cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 18.3 $A_{vy} = 12.3267$ $A_{vz} = 8.4186$
Momenty bezwładności (cm <sup>4</sup> )	$I_t = 4.68$ $I_y = 573$ $I_z = 35.2$
Momenty bezwładności (cm <sup>6</sup> )	$I_w = 1519.4$
Wskaźniki wytrzymałości (cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 81.9$ $W_{elysup} = 81.9$ $W_{elzinf} = 10.7$ $W_{elzsup} = 10.7$ $W_{ply} = 98.5$ $W_{plz} = 18.1$
<b>2) Ugięcia</b>	
kryterium 1	z: n°106 : 1x[1 G]+1x[2 Q] z: $L / 172.77 > L / 250.00$ (145 %)
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Ścinanie na Z (6.2.6)	n°104 Klasa 1 $F_z < V_{plz} 24.25 < 114.22$ kN (21%)
Zginanie na Y-Y (6.2.5)	n°104 Klasa 1 $M_{yEd} < M_{yRd} 22.92 < 23.15$ kN*m (99%)

4) Stateczność elementu	
Smukłość Dł. zwirzeniowa	$\Lambda_{LT} = 0.033$ $L_{di} = 0.05 \text{ m}$ $L_{ds} = 0.05 \text{ m}$
Przypadek niekorzystny	Przypadek nr 104 : $1.1475 \times [1 \text{ G}] + 1.5 \times [2 \text{ Q}]$ Przekrój : Klasa 1
Współczynniki	$k_z = 1.00$ $k_w = 1.00$ $C_1 = 1.13$ $C_2 = 0.45$ $X_y = 1.00$ $X_z = 1.00$ $X_{LT} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 1.00$ $k_{zy} = 1.00$ $k_{zz} = 1.00$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $M_{cr} = 21697.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$ $M_{bRd} = 23.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$ $N_{crT} = 0.00 \text{ kN}$
Elementy zginane i ściskane (6.61)	$N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM1) + k_{yy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) / (X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.000 + 0.990 + 0.000 = 0.990 < 1 \quad (99\%)$
Elementy zginane i ściskane (6.62)	$N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM1) + k_{zy} (M_{y,Ed} + DM_{y,Ed}) / (X_{LT} M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} (M_{z,Ed} + DM_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / gM1) < 1$ $0.000 + 0.990 + 0.000 = 0.990 < 1 \quad (99\%)$

**warunek niespełniony**

**Wzmocnienie belki poprzez nadspawanie półki górnej płaskownikiem 50x12mm**



1) Przekrój	
Wymiary (cm)	
Przekrój (cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 24.6305 $A_{vy} = 17.0018$ $A_{vz} = 13.7491$
Momenty bezwładności (cm <sup>4</sup> )	$I_t = 6.41831$ $I_y = 851.612$ $I_z = 53.9479$
Momenty bezwładności (cm <sup>6</sup> )	$I_w = 0$
Wskaźniki wytrzymałości (cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 96.2125$ $W_{elysup} = 134.141$ $W_{elzinf} = 16.3478$ $W_{elzsup} = 16.3478$ $W_{ply} = 128.302$ $W_{plz} = 26.8001$
2) Ugięcia	
kryterium 1	$z: n^{\circ}106 : 1 \times [1 \text{ G}] + 1 \times [2 \text{ Q}]$ $z: L / 255.94 < L / 250.00 \quad (98\%)$

<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Ścinanie na Z (6.2.6)	n°104 Klasa 1 $F_z < V_{plz} 24.36 < 186.54 \text{ kN (13\%)}$
Zginanie na Y-Y (6.2.5)	n°104 Klasa 1 $M_{yEd} < M_{yRd} 23.02 < 30.15 \text{ kN*m (76\%)}$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Smukłość Dł. zwichrzeniowa	$\lambda_{LT} = 0.132$ $L_{di} = 0.05 \text{ m}$ $L_{ds} = 0.05 \text{ m}$
Przypadek niekorzystny	Przypadek nr 104 : $1.1475 \times [1 G] + 1.5 \times [2 Q]$ Przekrój : Klasa 1
Współczynniki	$k_z = 1.00$ $k_w = 1.00$ $C_1 = 1.13$ $C_2 = 0.45$ $X_y = 1.00$ $X_z = 1.00$ $X_{LT} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 1.00$ $k_{zy} = 1.00$ $k_{zz} = 1.00$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $M_{cr} = 1720.63 \text{ kN*m}$ $M_{bRd} = 30.15 \text{ kN*m}$ $N_{crT} = 0.00 \text{ kN}$
Elementy zginane i ściskane (6.61)	$N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM_1) + k_{yy} (M_{yEd} + DM_{yEd}) / (X_{LT} M_{yRk} / gM_1) + k_{yz} (M_{zEd} + DM_{zEd}) / (M_{zRk} / gM_1) < 1$ $0.000 + 0.763 + 0.000 = 0.763 < 1 \text{ ( 76\% )}$
Elementy zginane i ściskane (6.62)	$N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM_1) + k_{zy} (M_{yEd} + DM_{yEd}) / (X_{LT} M_{yRk} / gM_1) + k_{zz} (M_{zEd} + DM_{zEd}) / (M_{zRk} / gM_1) < 1$ $0.000 + 0.763 + 0.000 = 0.763 < 1 \text{ ( 76\% )}$

**warunek spełniony**

#### Sprawdzenie spoiny łączącej płaskownik z kształtownikiem IPN 140

Założono spoiny gr. 4mm

$$\text{Siła ścinająca: } V_{sd} = \frac{13,69 \frac{kN}{m} \cdot 3,78m}{2} = 25,87kN$$

$$\text{Moment statyczny płaskownika względem osi obojętnej przekroju } S_z = 34,3cm^3$$

$$\text{Moment bezwładności całego przekroju } I_z = 834,7cm^4$$

$$\tau_{II} = \frac{V_{sd} \cdot S_z}{I_z \cdot \sum a} = 13,3MPa < 0,8 \cdot 235 = 188MPa$$

**warunek spełniony**

#### e) Belka stalowa IPN140 (podpierająca strop odcinkowy, rozstaw belek co 1,20m)

$$\text{rozpiętość belki w świetle ścian } l_o = 3,20m \times 1,05 = 3,36m$$

(przyjęto stal S235):



<b>1) Przekrój</b>	
Wymiary (cm)	$h = 14.00 \quad b = 6.60 \quad t_w = 0.57 \quad t_f = 0.86 \quad r = 0.57 \quad r_1 = 0.34$
Przekrój (cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 18.3 $A_{vy} = 12.3267 \quad A_{vz} = 8.4186$
Momenty bezwładności (cm <sup>4</sup> )	$I_t = 4.68 \quad I_y = 573 \quad I_z = 35.2$
Momenty bezwładności (cm <sup>6</sup> )	$I_w = 1519.4$
Wskaźniki wytrzymałości (cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 81.9 \quad W_{elysup} = 81.9$ $W_{elzinf} = 10.7 \quad W_{elzsup} = 10.7$ $W_{ply} = 98.5 \quad W_{plz} = 18.1$
<b>2) Ugięcia</b>	
kryterium 1	$z: n^{\circ}106 : 1x[1 \text{ G}]+1x[2 \text{ Q}]$ $z: L / 250.74 < L / 250.00 (100 \%)$
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Ścinanie na Z (6.2.6)	$n^{\circ}104$ Klasa 1 $F_z < V_{plz} 21.05 < 114.22 \text{ kN} (18\%)$
Zginanie na Y-Y (6.2.5)	$n^{\circ}104$ Klasa 1 $M_{yEd} < M_{yRd} 17.68 < 23.15 \text{ kN}\cdot\text{m} (76\%)$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Smukłość Dł. zwichrzeniowa	$\lambda_{LT} = 0.229$ $L_{di} = 0.05 \text{ m} \quad L_{ds} = 3.36 \text{ m}$
Przypadek niekorzystny	Przypadek nr 104 : $1.1475x[1 \text{ G}]+1.5x[2 \text{ Q}]$ Przekrój : Klasa 1
Współczynniki	$k_z=1.00 \quad k_w=1.00 \quad C_1=1.13 \quad C_2=0.45$ $X_y=1.00 \quad X_z=1.00 \quad X_{LT}=1.00$ $k_{yy}=1.00 \quad k_{yz}=1.00 \quad k_{zy}=1.00 \quad k_{zz}=1.00$ $z_g=0.00 \text{ m} \quad M_{cr}=442.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{bRd}=23.15 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad N_{crT}=0.00 \text{ kN}$
Elementy zginane i ściskane (6.61)	$N_{ed} / (X_y N_{rk} / g_{M1}) + k_{yy} (M_{y,Ed} + D M_{y,Ed}) / (X_{LT} M_{y,Rk} / g_{M1}) + k_{yz} (M_{z,Ed} + D M_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / g_{M1}) < 1$ $0.000 + 0.764 + 0.000 = 0.764 < 1 \quad (76\%)$
Elementy zginane i ściskane (6.62)	$N_{ed} / (X_z N_{rk} / g_{M1}) + k_{zy} (M_{y,Ed} + D M_{y,Ed}) / (X_{LT} M_{y,Rk} / g_{M1}) + k_{zz} (M_{z,Ed} + D M_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / g_{M1}) < 1$ $0.000 + 0.764 + 0.000 = 0.764 < 1 \quad (76\%)$

**warunek spełniony**

**f) Strop odcinkowy (Kapa pruska) z belkami stalowymi pośrednimi rozstawionymi co**

**180cm:**

Zestawienie obciążeń stropu projektowanego:

Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Warstwa wykończenia podłogi 2cm - (22kN/m <sup>3</sup> )	0,44	1,35	0,59
Wylewka betonowa 5cm - (23kN/m <sup>3</sup> )	1,15	1,35	1,55
Wypełnienie perlitem min. 5cm ÷ 14cm - (1kN/m <sup>3</sup> )	0,10	1,35	0,14
Płyta ceramiczna stropu gr.12cm - (18kN/m <sup>3</sup> )	2,16	1,35	2,92
Tynk cem – wap. gr. 2,0cm - (19kN/m <sup>3</sup> )	0,38	1,35	0,51
<b>Obciążenia stałe razem :</b>	<b>4,23</b>	<b>1,35</b>	<b>5,71</b>
Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m]
<b>Obciążenia stałe x 1,8m:</b>	<b>7,61</b>	<b>1,35</b>	<b>10,27</b>
Obciążenia zmienne (użytkowe 3,0kN/m <sup>2</sup> ) dla planowanej zmiany sposobu. użyt. x 1,2m.:	5,40	1,50	8,10
Ciężar ścian działowych (lekkich 30kg/m <sup>2</sup> i h=3,8m) obc. zastępcze równomiernie rozłożone x 1,8m	1,44	1,50	2,16
<b>Obciążenia zmienne razem :</b>	<b>6,84</b>	<b>1,50</b>	<b>10,26</b>
<b>Obciążenia razem :</b>	<b>14,45</b>	<b>--</b>	<b>20,53</b>

**g) Belka stalowa IPN 200 (podpierająca strop odcinkowy, rozstaw belek co 1,80m)**

rozpiętość belki w świetle ścian  $l_0 = 4,50m \times 1,05 = 4,73m$

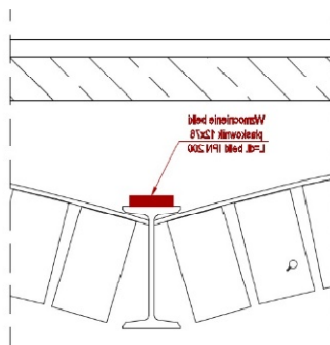
(przyjęto stal S235):

<b>1) Przekrój</b>	
Wymiary (cm)	$h = 20.00$ $b = 9.00$ $t_w = 0.75$ $t_f = 1.13$ $r = 0.75$ $r_1 = 0.45$
Przekrój (cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 33.4 $A_{vy} = 22.0275$ $A_{vz} = 15.6025$
Momenty bezwładności (cm <sup>4</sup> )	$I_t = 13.5$ $I_y = 2140$ $I_z = 117$
Momenty bezwładności (cm <sup>6</sup> )	$I_w = 10415.2$
Wskaźniki wytrzymałości (cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 214$ $W_{elysup} = 214$ $W_{elzinf} = 26$ $W_{elzsup} = 26$ $W_{ply} = 250$ $W_{plz} = 43.5$
<b>2) Ugięcia</b>	
kryterium 1	z: $n^{\circ}106 : 1x[1 G]+1x[2 Q]$ z: $L / 218.64 > L / 250.00$ (114 %)

<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Ścinanie na Z (6.2.6)	n°104 Klasa 1 $F_z < V_{plz} 45.61 < 211.69 \text{ kN (22\%)}$
Zginanie na Y-Y (6.2.5)	n°104 Klasa 1 $M_{yEd} < M_{yRd} 53.94 < 58.75 \text{ kN*m (92\%)}$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Smukłość Dł. zwichrzeniowa	$\lambda_{LT} = 0.903$ $L_{di} = 0.05 \text{ m}$ $L_{ds} = 4.73 \text{ m}$
Przypadek niekorzystny	Przypadek nr 104 : $1.1475 \times [1 G] + 1.5 \times [2 Q]$ Przekrój : Klasa 1
Współczynniki	$k_z = 1.00$ $k_w = 1.00$ $C_1 = 1.13$ $C_2 = 0.45$ $X_y = 1.00$ $X_z = 1.00$ $X_{LT} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 1.00$ $k_{zy} = 1.00$ $k_{zz} = 1.00$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $M_{cr} = 103480.86 \text{ kN*m}$ $M_{bRd} = 58.75 \text{ kN*m}$ $N_{crT} = 0.00 \text{ kN}$
Elementy zginane i ściskane (6.61)	$N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM_1) + k_{yy} (M_{yEd} + DM_{yEd}) / (X_{LT} M_{yRk} / gM_1) + k_{yz} (M_{zEd} + DM_{zEd}) / (M_{zRk} / gM_1) > 1$ $0.000 + 0.918 + 0.000 = 0.918 > 1 \text{ ( 92\% )}$
Elementy zginane i ściskane (6.62)	$N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM_1) + k_{zy} (M_{yEd} + DM_{yEd}) / (X_{LT} M_{yRk} / gM_1) + k_{zz} (M_{zEd} + DM_{zEd}) / (M_{zRk} / gM_1) > 1$ $0.000 + 0.918 + 0.000 = 0.918 > 1 \text{ ( 92\% )}$

**warunek niespełniony**

**Wzmocnienie belki poprzez nadspawanie półki górnej płaskownikiem 76x12mm**



<b>1) Przekrój</b>	
Wymiary (cm)	
Przekrój (cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 42.6 $A_{vy} = 29.065$ $A_{vz} = 23.9304$
Momenty bezładności (cm <sup>4</sup> )	$I_t = 18.98$ $I_y = 2947$ $I_z = 160.9$
Momenty bezładności (cm <sup>6</sup> )	$I_w = 10500$
Wskaźniki wytrzymałości (cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 240.2$ $W_{elysup} = 329.9$ $W_{elzinf} = 35.76$ $W_{elzsup} = 35.76$

	Wply = 326.1 Wplz = 61.45
<b>2) Ugięcia</b>	
kryterium 1	z: n°106 : 1x[1 G]+1x[2 Q] z: L / 299.97 < L / 250.00 (83 %)
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Ścinanie na Z (6.2.6)	n°104 Klasa 1 Fz < Vplz45.81 < 324.68 kN (14%)
Zginanie na Y-Y (6.2.5)	n°104 Klasa 1 MyEd < MycRd54.17 < 76.63 kN*m (71%)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Smukłość Dł. zwirzeniowa	LambdaLT = 0.897 Ldi = 0.05 m Lds = 0.05 m
Przypadek niekorzystny	Przypadek nr 104 : 1.1475x[1 G]+1.5x[2 Q] Przekrój : Klasa 1
Współczynniki	kz=1.00 kw=1.00 C1=1.13 C2=0.45 Xy=1.00 Xz=1.00 XLT=1.00 kyy=1.00 kyz=1.00 kzy=1.00 kzz=1.00 zg=0.00 m Mcr=121874.32 kN*m MbRd=76.63 kN*m NcrT=0.00 kN
Elementy zginane i ściskane (6.61)	Ned / (Xy NrK / gM1) + kyy ( My,Ed + DMMy,Ed ) / (XLT My,Rk / gM1) + kyz (Mz,Ed + DMz,Ed)/(Mz,Rk / gM1) < 1 0.000 + 0.707 + 0.000 = 0.707 < 1 ( 71% )
Elementy zginane i ściskane (6.62)	Ned / (Xz NrK / gM1) + kzy ( My,Ed + DMMy,Ed ) / (XLT My,Rk / gM1) + kzz (Mz,Ed + DMz,Ed)/(Mz,Rk / gM1) < 1 0.000 + 0.707 + 0.000 = 0.707 < 1 ( 71% )

**warunek spełniony**

#### Sprawdzenie spoiny łączącej płaskownik z kształtownikiem IPN 200

Założono spoiny gr. 4mm

$$\text{Siła ścinająca: } V_{sd} = \frac{20,53 \frac{kN}{m} * 4,73m}{2} = 48,55kN$$

Moment statyczny płaskownika względem osi obojętnej przekroju  $S_z = 75,99cm^3$

Moment bezwładności całego przekroju  $I_z = 2947cm^4$

$$\tau_{II} = \frac{V_{sd} * S_z}{I_z * \sum a} = 15,6MPa < 0,8 * 235 = 188MPa$$

**warunek spełniony**

## STROPY NAD PARTEREM:

- a) Sprawdzenie stropu typu Kleina z zastosowaniem pustaków Foerster'a i belkami stalowymi pośrednimi rozstawionymi co 130cm:

Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Warstwa wykończenia podłogi 2cm - (22kN/m <sup>3</sup> )	0,44	1,35	0,59
Wylewka betonowa 5cm - (23kN/m <sup>3</sup> )	1,15	1,35	1,55
Wypełnienie perlitem min. 10cm - (1kN/m <sup>3</sup> )	0,10	1,35	0,14
Płyta ceramiczna stropu gr.9cm - (0,9kN/m <sup>2</sup> )	0,90	1,35	1,21
Tynk cem – wap. gr. 1,5cm - (19kN/m <sup>3</sup> )	0,29	1,35	0,39
<b>Obciążenia stałe razem :</b>	<b>2,88</b>	<b>1,35</b>	<b>3,89</b>
Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m]
<b>Obciążenia stałe x 1,3m:</b>	<b>3,74</b>	<b>1,35</b>	<b>5,05</b>
Obciążenia zmienne (użytkowe 3,0kN/m <sup>2</sup> ) dla planowanej zmiany sposobu. użyt. x 1,3m.:	3,90	1,50	5,85
Ciężar ścian działowych (lekkih 30kg/m <sup>2</sup> i h=3,95m) obc. zastępcze równomiernie rozłożone 0,8 kN/m <sup>2</sup> x 1,3m	1,04	1,50	1,56
<b>Obciążenia zmienne razem :</b>	<b>4,94</b>	<b>1,50</b>	<b>7,41</b>
<b>Obciążenia razem :</b>	<b>8,68</b>	<b>- -</b>	<b>12,46</b>

$$M_{\max} = 0,125 \cdot [3,89 + (3 + 0,8) \cdot 1,5] \cdot 1,3^2 = 2,03 \text{ kNm}$$

Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie wynosi:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,3 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{0,3} = 3,00 \text{ MPa}$$

Wytrzymałość obliczeniowa muru na ściskanie wynosi:

$$f_d = f_b / \gamma_m = 3,00 / 2,7 = 1,11 \text{ MPa}$$

$z = 2,88 \text{ cm}$  ramię sił wewnętrznych

$$\text{Siła ściskająca } F_d = \frac{M_{\max}}{z} = \frac{2,03}{0,0288} = 70,5 \text{ kN}$$

Pole przekroju strefy ściskanej  $A_s = 26,28 \text{ cm}^2$

Na 1mb stropu przypada 8,33szt pustaka ( 100cm : 12cm = 8,33 )

$$\text{Naprężenia ściskające } \sigma_c = \frac{F_d}{8,33 \cdot A_s} = \frac{70,5}{8,33 \cdot 26,28} = 3,22 \text{ MPa} > 1,11 \text{ MPa}$$

**warunek niespełniony**

**b) Belka stalowa IPN 200** (podpierająca strop typu Kleina z pustaków Foerster, rozstaw belek co 1,30m) - rozpiętość belki w świetle ścian  $l_0 = 5,60 \text{ m} \times 1,05 = 5,90 \text{ m}$

<b>1) Przekrój</b>	
Wymiary (cm)	$h = 20.00 \quad b = 9.00 \quad t_w = 0.75 \quad t_f = 1.13 \quad r = 0.75 \quad r_1 = 0.45$
Przekrój (cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 33.4 $A_{vy} = 22.0275 \quad A_{vz} = 15.6025$
Momenty bezwładności (cm <sup>4</sup> )	$I_t = 13.5 \quad I_y = 2140 \quad I_z = 117$
Momenty bezwładności (cm <sup>6</sup> )	$I_w = 10415.2$
Wskaźniki wytrzymałości (cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 214 \quad W_{elysup} = 214$ $W_{elzinf} = 26 \quad W_{elzsup} = 26$ $W_{ply} = 250 \quad W_{plz} = 43.5$
<b>2) Ugięcia</b>	
kryterium 1	z: $n^{\circ}106 : 1x[1 \text{ G}] + 1x[2 \text{ Q}]$ z: $L / 183.79 > L / 250.00 \text{ (136 \%)}$
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Ścinanie na Z (6.2.6)	$n^{\circ}104$ Klasa 1 $F_z < V_{plz} 35.80 < 211.69 \text{ kN (17\%)}$
Zginanie na Y-Y (6.2.5)	$n^{\circ}104$ Klasa 1 $M_{yEd} < M_{yRd} 52.80 < 58.75 \text{ kN*m (90\%)}$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Smukłość	$\lambda_{LT} = 0.024$
Dł. zwichrzeniowa	$L_{di} = 0.05 \text{ m} \quad L_{ds} = 0.05 \text{ m}$
Przypadek niekorzystny	Przypadek nr 104 : $1.1475x[1 \text{ G}] + 1.5x[2 \text{ Q}]$ Przekrój : Klasa 1
Współczynniki	$k_z = 1.00 \quad k_w = 1.00 \quad C_1 = 1.13 \quad C_2 = 0.45$ $X_y = 1.00 \quad X_z = 1.00 \quad X_{LT} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00 \quad k_{yz} = 1.00 \quad k_{zy} = 1.00 \quad k_{zz} = 1.00$ $z_g = 0.00 \text{ m} \quad M_{cr} = 103480.68 \text{ kN*m} \quad M_{bRd} = 58.75 \text{ kN*m} \quad N_{crT} = 0.00 \text{ kN}$
Elementy zginane i ściskane (6.61)	$N_{ed} / (X_y N_{rk} / gM_1) + k_{yy} (M_{yEd} + DM_{yEd}) / (X_{LT} M_{yRk} / gM_1) + k_{yz} (M_{zEd} + DM_{zEd}) / (M_{zRk} / gM_1) < 1$ $0.000 + 0.899 + 0.000 = 0.899 < 1 \quad (90\%)$
Elementy zginane i ściskane (6.62)	$N_{ed} / (X_z N_{rk} / gM_1) + k_{zy} (M_{yEd} + DM_{yEd}) / (X_{LT} M_{yRk} / gM_1) + k_{zz} (M_{zEd} + DM_{zEd}) / (M_{zRk} / gM_1) < 1$ $0.000 + 0.899 + 0.000 = 0.899 < 1 \quad (90\%)$

**warunek niespełniony**

c) **Belka stalowa - IPN 140** (podpierająca strop typu Kleina z pustaków Foerstera,  
rozstaw belek co 1,30m) - rozpiętość belki w świetle ścian  $l_0 = 3,20\text{m} \times 1,05 = 3,40\text{m}$

<b>1) Przekrój</b>	
Wymiary (cm)	$h = 14.00$ $b = 6.60$ $t_w = 0.57$ $t_f = 0.86$ $r = 0.57$ $r_1 = 0.34$
Przekrój (cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 18.3 $A_{vy} = 12.3267$ $A_{vz} = 8.4186$
Momenty bezwładności (cm <sup>4</sup> )	$I_t = 4.32$ $I_y = 573$ $I_z = 35.2$
Momenty bezwładności (cm <sup>6</sup> )	$I_w = 1519.4$
Wskaźniki wytrzymałości (cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 81.9$ $W_{elysup} = 81.9$ $W_{elzinf} = 10.7$ $W_{elzsup} = 10.7$ $W_{ply} = 95.4$ $W_{plz} = 17.9$
<b>2) Ugięcia</b>	
kryterium 1	$z: n^{\circ}106 : 1x[1 G]+1x[2 Q]$ $z: L / 259.68 < L / 250.00$ (96 %)
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Ścinanie na Z (6.2.6)	$n^{\circ}104$ Klasa 1 $F_z < V_{plz} 20.40 < 114.22 \text{ kN}$ (18%)
Zginanie na Y-Y (6.2.5)	$n^{\circ}104$ Klasa 1 $M_{yEd} < M_{yRd} 17.34 < 22.42 \text{ kN*m}$ (77%)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Smukłość Dł. wyboczeniowa	Brak sprawdzenia wyboczenia
Smukłość Dł. zwichrzeniowa	$\lambda_{LT} = 0.032$ $L_{di} = 0.05 \text{ m}$ $L_{ds} = 0.05 \text{ m}$
Przypadek niekorzystny	Przypadek nr 104 : $1.1475x[1 G]+1.5x[2 Q]$ Przekrój : Klasa 1
Współczynniki	$k_z = 1.00$ $k_w = 1.00$ $C_1 = 1.13$ $C_2 = 0.45$ $X_y = 1.00$ $X_z = 1.00$ $X_{LT} = 1.00$ $k_{yy} = 1.00$ $k_{yz} = 1.00$ $k_{zy} = 1.00$ $k_{zz} = 1.00$ $z_g = 0.00 \text{ m}$ $M_{cr} = 21695.33 \text{ kN*m}$ $M_{bRd} = 22.42 \text{ kN*m}$ $N_{crT} = 0.00 \text{ kN}$
Elementy zginane i ściskane (6.61)	$N_{ed} / (X_y N_{rk} / g_{M1}) + k_{yy} (M_{y,Ed} + D M_{y,Ed}) / (X_{LT} M_{y,Rk} / g_{M1}) + k_{yz} (M_{z,Ed} + D M_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / g_{M1}) < 1$ $0.000 + 0.774 + 0.000 = 0.774 < 1$ ( 77% )
Elementy zginane i ściskane (6.62)	$N_{ed} / (X_z N_{rk} / g_{M1}) + k_{zy} (M_{y,Ed} + D M_{y,Ed}) / (X_{LT} M_{y,Rk} / g_{M1}) + k_{zz} (M_{z,Ed} + D M_{z,Ed}) / (M_{z,Rk} / g_{M1}) < 1$ $0.000 + 0.774 + 0.000 = 0.774 < 1$ ( 77% )

**warunek spełniony**

- d) W związku z przekroczeniem SGN w płycie „Kleina”, SGU belek IPN 200 oraz występującego zjawiska silnego drgania stropu (zjawisko charakterystyczne dla stropów Kleina, których belki niewspółpracują ze sobą) zaleca się wzmocnienie stropów nad partrem poprzez zespolenie żelbetowej płyty (C20/25) gr. 6cm z istniejącymi belkami stalowymi.

#### Wyniki wymiarowania dla przekrojów zespolonych z belkami stalowymi IPN 200:

$$\text{Zginanie } \frac{M_{max}}{M_{pl,Rd}} = \frac{53,68kNm}{97,35kNm} = 0,551$$

$$\text{Ścinanie } \frac{V_{max}}{V_{pl,Rd}} = \frac{37,02kN}{200,19kN} = 0,185$$

$$\text{Ugięcie } \frac{w_{max}}{w_{gr}} = \frac{1,08cm}{2,32cm} = 0,466$$

Zweryfikowano czy naprężenia od obciążeń charakterystycznych pozostają w stanie sprężystym. Dla siły rozwarstwiającej  $N_{cf} = 718,1kN$  sprawdzono nośność i rozstaw łączników:

Nośność pojedynczego łącznika wynosi  $F_{Rdu} = 80,59kN$  czyli dobrano 9szt na połowie długości belki w rozstawie co 30cm (ceownik zwykły 80).

**warunek spełniony**

#### Wyniki wymiarowania dla przekrojów zespolonych z belkami stalowymi IPN 140:

$$\text{Zginanie } \frac{M_{max}}{M_{pl,Rd}} = \frac{17,61kNm}{43,22kNm} = 0,407$$

$$\text{Ścinanie } \frac{V_{max}}{V_{pl,Rd}} = \frac{21,09kN}{200,19kN} = 0,198$$

$$\text{Ugięcie } \frac{w_{max}}{w_{gr}} = \frac{0,36cm}{1,33cm} = 0,271$$

Zweryfikowano czy naprężenia od obciążeń charakterystycznych pozostają w stanie sprężystym. Dla siły rozwarstwiającej  $N_{cf} = 391,3kN$  sprawdzono nośność i rozstaw łączników:

Nośność pojedynczego łącznika wynosi  $F_{Rdu} = 47,5kN$  czyli dobrano 8szt, na połowie długości belki w rozstawie co 20cm (ceownik zwykły 50).

**warunek spełniony**



## STROPY NAD PARTEREM PRZYBUDÓWKI:

### a) Strop odcinkowy z belkami stalowymi pośrednimi rozstawionymi co 120cm:

Zestawienie obciążeń stropu projektowanego:

Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Warstwa wykończenia podłogi 2cm - (22kN/m <sup>3</sup> )	0,44	1,35	0,59
Wylewka betonowa 5cm - (23kN/m <sup>3</sup> )	1,15	1,35	1,55
Wypełnienie perlitem min. 5cm ÷ 14cm - (1kN/m <sup>3</sup> )	0,10	1,35	0,14
Płyta ceramiczna stropu gr.12cm - (18kN/m <sup>3</sup> )	2,16	1,35	2,92
Tynk cem – wap. gr. 2,0cm - (19kN/m <sup>3</sup> )	0,38	1,35	0,51
<b>Obciążenia stałe razem :</b>	<b>4,23</b>	<b>1,35</b>	<b>5,71</b>
Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m]
<b>Obciążenia stałe x 1,2m:</b>	<b>5,08</b>	<b>1,35</b>	<b>6,85</b>
Obciążenia zmienne (użytkowe 3,0kN/m <sup>2</sup> ) dla planowanej zmiany sposobu. użyt. x 1,2m.:	3,60	1,50	5,40
Ciężar ścian działowych (lekkich 30kg/m <sup>2</sup> i h=3,8m) obc. zastępcze równomiernie rozłożone x 1,2m	0,96	1,50	1,44
<b>Obciążenia zmienne razem :</b>	<b>4,56</b>	<b>1,50</b>	<b>6,84</b>
<b>Obciążenia razem :</b>	<b>9,64</b>	<b>--</b>	<b>13,69</b>

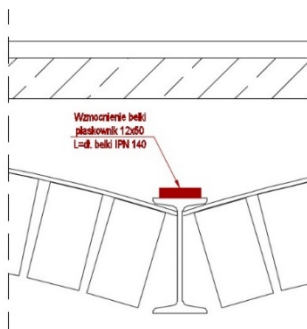
### b) Belka stalowa IPN 140 (podpierająca strop odcinkowy, rozstaw belek co 1,20m)

rozpiętość belki w świetle ścian  $l_o = 3,60m \times 1,05 = 3,78m$

(przyjęto stal S235):

Jak dla belki IPN 140 stropu nad piwnicą

Wzmocnienie belki poprzez nadspawanie półki górnej płaskownikiem 50x12mm



### STROPY NAD PIĘTREM BUDYNKU GŁÓWNEGO:

- a) Płyta Kleina założono, iż na nieużytkowym poddaszu w celu ułatwienia obsługi i konserwacji elementów dachu i kominów ułożona zostanie drewniana podłoga na legarach.

Zestawienie obciążeń:

Rodzaj obciążenia	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Podłoga drewniana na legarach	0,22	1,35	0,30
Wypełnienie perlitem 10cm	0,10	1,35	0,14
Płyta ceramiczna stropu gr.9cm	0,90	1,35	1,21
Tynk cem – wap. gr. 2,0cm	0,29	1,35	0,39
Obciążenia stałe razem:	1,51	-	2,04
Obciążenia zmienne (użytkowe) dla poddasza nieużytkowego.:	0,5	1,50	0,75

- Przyjęto średni rozstaw belek stalowych  $L=1,2m$

$$M_{max} = 0,125 \cdot (2,04 + 0,75) \cdot 1,2^2 = 0,50 kNm$$

Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie wynosi:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,3 \cdot 10^{0,7} \cdot 10^{0,3} = 3,00 MPa$$

Wytrzymałość obliczeniowa muru na ściskanie wynosi:

$$f_d = f_b / \gamma_m = 3,00 / 2,7 = 1,11 MPa$$

$z = 2,88 cm$  ramię sił wewnętrznych

$$Siła ściskająca  $F_d = \frac{M_{max}}{z} = \frac{0,50}{0,0288} = 17,4 kN$$$

Pole przekroju strefy ściskanej  $A_s = 26,28 cm^2$

Na 1mb stropu przypada 8,33szt pustaka ( 100cm : 12cm = 8,33 )

$$Napężenia ściskające  $\sigma_c = \frac{F_d}{8,33 \cdot A_s} = \frac{17,4}{8,33 \cdot 26,28} = 0,79 MPa < 1,11 MPa$$$

**warunek spełniony**

**b) Belka stalowa - rozpiętość belki w świetle ścian  $l_n = 5,95\text{m}$  i rozstaw  $1,2\text{m}$**

- Z dokonanych odkrywek istniejących stropów wynika iż belki stalowe użyte do wykonstruowania stropu to kształtowniki IPN 200 o parametrach jak niżej:

- wymiarach przekroju:  $h_0 = 200\text{mm}$ ;  $b_f = 90\text{mm}$ ;  $t_w = 7,5\text{mm}$ ;  $t_f = 11,3\text{mm}$ ;  
 charakterystyce geometrycznej:  $A_a = 33,4\text{cm}^2$ ;  $I_x = 2140\text{cm}^4$ ;  $I_y = 117\text{cm}^4$ ;  
 $W_x = 214\text{cm}^3$ ;  $W_y = 26,0\text{cm}^3$ ;  $i_x = 8,00\text{cm}$ ;  $i_y = 1,87\text{cm}$ ;  $m_b = 26,2\text{kg/m}$
- właściwościach stali konstrukcyjnej S235:  $f_{yd} = f_d = 215\text{MPa}$ ,  $f_{yk} = R_e = 235\text{MPa}$ ,  $E_a = E = 210\text{GPa}$

Rozpiętość obliczeniowa:  $l_{eff} = 1,05 \cdot l_n = 1,05 \cdot 5,95\text{m} \approx 6,25\text{m}$

Max mom. zginający od obc. obl. -  $M_o = 0,125 \cdot 5,87 \cdot 6,25^2 = 28,66\text{kNm}$

Przyjęto że belki są zabezpieczone przed zwichrzeniem

$$\varphi_l = 0 \text{ i } \alpha_p = 1,07$$

$$\text{SGN} \quad \frac{M_o}{W_x \cdot \alpha_p \cdot f_d} \leq 1 \rightarrow \frac{2866}{214 \cdot 1,07 \cdot 21,5} = \mathbf{0,58 - \text{warunek spełniony}}$$

$$\text{SGU} \quad \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{char} \cdot l_{eff}^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,0390 \cdot 625^4}{20500 \cdot 2140} = 1,77\text{cm} \leq \frac{l_{eff}}{350} = \frac{625}{350} = 1,785\text{cm} - \mathbf{\text{warunek spełniony}}$$

**c) Belka stalowa - rozpiętość belki w świetle ścian  $l_n = 2,20\text{m}$  i rozstaw  $1,2\text{m}$**

- Z dokonanych odkrywek istniejących stropów wynika iż belki stalowe użyte do wykonstruowania stropu to kształtowniki IPN 100 o parametrach jak niżej:

- wymiarach przekroju:  $h_0 = 100\text{mm}$ ;  $b_f = 50\text{mm}$ ;  $t_w = 4,5\text{mm}$ ;  $t_f = 6,8\text{mm}$ ;  
 charakterystyce geometrycznej:  $A_a = 10,6\text{cm}^2$ ;  $I_x = 171\text{cm}^4$ ;  $I_y = 12,2\text{cm}^4$ ;  
 $W_x = 34,2\text{cm}^3$ ;  $W_y = 4,88\text{cm}^3$ ;  $i_x = 4,01\text{cm}$ ;  $i_y = 1,07\text{cm}$ ;  $m_b = 8,34\text{kg/m}$
- właściwościach stali konstrukcyjnej S235:  $f_{yd} = f_d = 215\text{MPa}$ ,  $f_{yk} = R_e = 235\text{MPa}$ ,  $E_a = E = 205\text{GPa}$

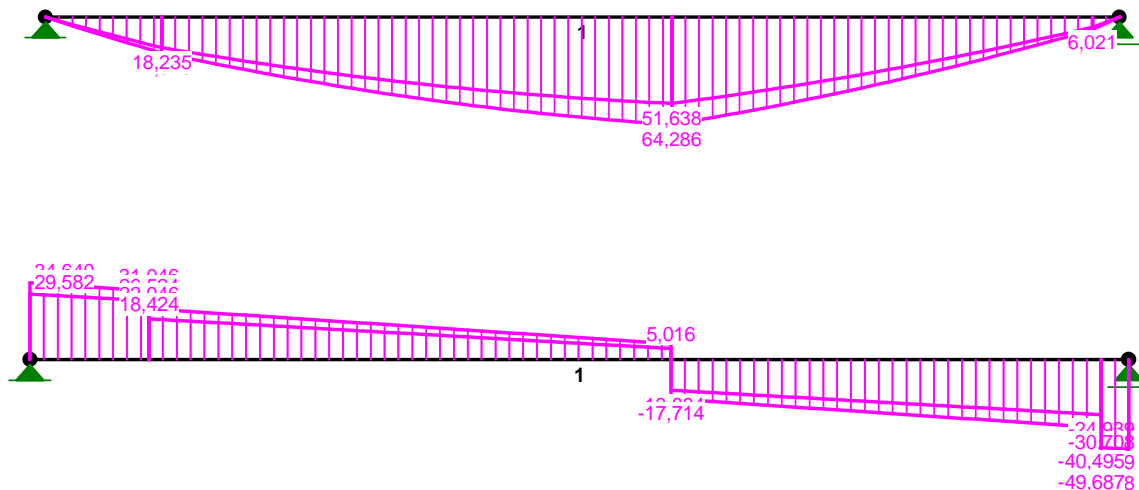
Rozpiętość obliczeniowa:  $l_{eff} = 1,05 \cdot l_n = 1,05 \cdot 2,20\text{m} \approx 2,30\text{m}$

Max mom. zginający od obc. obl. -  $M_o = 0,125 \cdot 5,67 \cdot 2,30^2 = 3,75\text{kNm}$

Przyjęto że belki są zabezpieczone przed zwichrzeniem



## Momenty zginające i siły tnące:



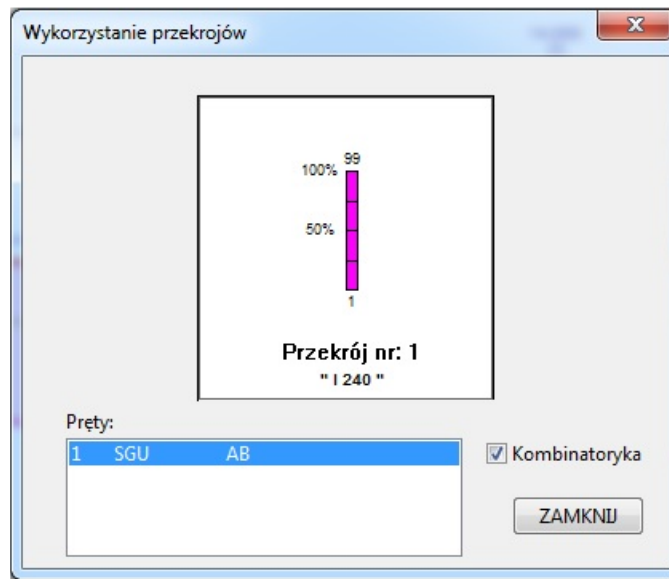
### SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

1	3,500	<b>64,286*</b>	-17,714	0,000	AB
	3,500	<b>64,286*</b>	7,186	0,000	AB
	6,000	<b>-0,000*</b>	-40,495	0,000	A
	0,000	<b>-0,000*</b>	29,582	0,000	A
	6,000	0,000	<b>-49,687*</b>	0,000	AB
	6,000	0,000	-49,687	<b>0,000*</b>	AB
	3,500	64,286	7,186	<b>0,000*</b>	AB
	0,000	-0,000	29,582	<b>0,000*</b>	A
	6,000	0,000	-49,687	<b>0,000*</b>	AB
	3,500	64,286	7,186	<b>0,000*</b>	AB
	0,000	-0,000	29,582	<b>0,000*</b>	A

\* = Wartości ekstremalne



warunek spełniony

e) Schody:

Wg opracowania pierwotnego

f) Fundamenty:

Wg opracowania pierwotnego

#### IV. Wnioski i zalecenia.

W większości przypadków analizowane układy konstrukcyjne budynku (przy obciążeniach dla dotychczasowego sposobu użytkowania ) nie wykazują nadmiernych ugięć, zarysowań lub przemieszczeń, co oznacza, iż nie jest przekroczony ich stan graniczny nośności i użytkowości (wyjątkiem tutaj są niektóre belki stalowe stropów w „przybudówce” gdzie widoczne jest przekroczenie jest S.G.U.).

Jednak po zadaniu obciążeń na stropach zgodnych z obowiązującymi normami dla planowanej zmiany sposobu użytkowania część elementów konstrukcji wykazała nadmierne wyężenie. **Należy zatem wzmocnić nadmiernie wyężoną konstrukcję a belki stalowe należy oczyścić z rdzy i zabezpieczyć antykorozyjnie.**

**Obiekt nadaje się do przeprowadzenia prac związanych z jego remontem, przebudową i zmianą sposobu użytkowania pod warunkiem wykonania ich zgodnie z dokumentacją projektową.**

Projektował:

mgr inż. Paweł Modrakowski

upr. nr KUP/0117/PWOK/10







