

## WZMOCNIENIE STROPU W REJONIE KOTŁOWNI

### 1. OBCIĄŻENIA NA STROP

**Tablica 2. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA m<sup>2</sup>/POW.**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (wszelkie pokoje biurowe, gabinety lekarskie, naukowe, sale lekcyjne szkolne, szatnie i łaźnie zakładów przemysłowych, pływalnie oraz poddasza użytkowane jako magazyny lub kondygnacje techniczne.) [2,0kN/m <sup>2</sup> ]	2,00	1,40	0,50	2,80
2.	Mur z drobnych elementów z betonu komórkowego odmiany 07 grub. 12 cm [10,000kN/m <sup>3</sup> ·0,12m]	1,20	1,30	--	1,56
3.	Płytki kamionkowe grubości 14 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,640kN/m <sup>2</sup> ]	0,64	1,30	--	0,83
4.	Warstwa cementowa grub. 5 cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	1,05	1,30	--	1,37
5.	Styropian grub. 5 cm [0,45kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	0,02	1,30	--	0,03
6.	Blacha fałdowa stalowa o wysokości fałdy 43,5 (T-40) gr. 0,88 mm [0,097kN/m <sup>2</sup> ]	0,10	1,30	--	0,13
Σ:		<b>5,01</b>	<b>1,34</b>	--	<b>6,71</b>

**Tablica 3. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA m<sup>2</sup>/POW. ZBIORNIKI**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czynszowych, hotelach, schroniskach, szpitalach, więzieniach, pomieszczenie sanitarne, itp.) [1,5kN/m <sup>2</sup> ]	1,50	1,40	0,35	2,10
2.	Mur z drobnych elementów z betonu komórkowego odmiany 07 grub. 12 cm [10,000kN/m <sup>3</sup> ·0,12m]	1,20	1,30	--	1,56
3.	Zbiorniki ciepłej wody użytkowej	3,00	1,10	--	3,30
4.	Płytki kamionkowe grubości 14 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,640kN/m <sup>2</sup> ]	0,64	1,30	--	0,83
5.	Warstwa cementowa grub. 5 cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	1,05	1,30	--	1,37
6.	Styropian grub. 5 cm [0,45kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	0,02	1,30	--	0,03
7.	Blacha fałdowa stalowa o wysokości fałdy 43,5 (T-40) gr. 0,88 mm [0,097kN/m <sup>2</sup> ]	0,10	1,30	--	0,13
Σ:		<b>7,51</b>	<b>1,24</b>	--	<b>9,31</b>

### 2. PŁYTA STROPOWA

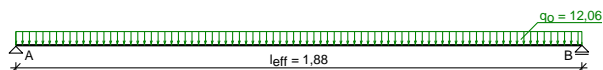
#### 2.1. PŁYTA STROPOWA W STREFIE ZBIORNIKÓW PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

##### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia powierzchniowe [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	Obciążenie zmienne (pokoje i pomieszczenia mieszkalne w domach indywidualnych, czynszowych, hotelach, schroniskach, szpitalach, więzieniach, pomieszczenie sanitarne, itp.) [1,5kN/m <sup>2</sup> ]	1,50	1,40	0,35	2,10
2.	Mur z drobnych elementów z betonu komórkowego odmiany 07 grub. 12 cm [10,000kN/m <sup>3</sup> ·0,12m]	1,20	1,30	--	1,56
3.	Zbiorniki ciepłej wody użytkowej	3,00	1,10	--	3,30
4.	Płytki kamionkowe grubości 14 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,640kN/m <sup>2</sup> ]	0,64	1,30	--	0,83
5.	Warstwa cementowa grub. 5 cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	1,05	1,30	--	1,37
6.	Styropian grub. 5 cm [0,45kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	0,02	1,30	--	0,03
7.	Blacha fałdowa stalowa o wysokości fałdy 43,5 (T-40) gr. 0,88 mm [0,097kN/m <sup>2</sup> ]	0,10	1,30	--	0,13
8.	Płyta żelbetowa grub.10 cm	2,50	1,10	--	2,75
Σ:		<b>10,01</b>	<b>1,21</b>	--	<b>12,06</b>

## SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{\text{eff}} = 1,88 \text{ m}$

Grubość płyty **10,0 cm**

### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{\text{Sd}} = 5,33 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{\text{Sk}} = 4,42 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{\text{Sk,lt}} = 3,99 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa  $R_A = R_B = 11,34 \text{ kN/m}$

### DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C16/20 (B20)**  $\rightarrow f_{\text{cd}} = 10,67 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{ctd}} = 0,87 \text{ MPa}$ ,  $E_{\text{cm}} = 29,0 \text{ GPa}$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-IIIIN (RB500)**  $\rightarrow f_{\text{yk}} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{yd}} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{tk}} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów w przęśle  $\phi_d = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):

Klasa stali **A-IIIIN (RB500)**  $\rightarrow f_{\text{yk}} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{yd}} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{tk}} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów  $\phi = 6 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty  $c_{\text{nom,g}} = 20 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty  $c_{\text{nom,d}} = 20 \text{ mm}$

### ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

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

### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona)

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,72 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  **$\phi 6$  co 12,0 cm** o  $A_s = 2,36 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,31\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{\text{Sd}} = 5,33 \text{ kNm/mb} < M_{\text{Rd}} = 7,16 \text{ kNm/mb}$  (74,4%)

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,162 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 0,3 \text{ mm}$  (54,2%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{\text{Sk,lt}}$ :  $a(M_{\text{Sk,lt}}) = 7,09 \text{ mm} < a_{\text{lim}} = 9,40 \text{ mm}$  (75,5%)

Podpora:

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{\text{Sd}} = 11,34 \text{ kN/mb} < V_{\text{Rd1}} = 44,86 \text{ kN/mb}$  (25,3%)

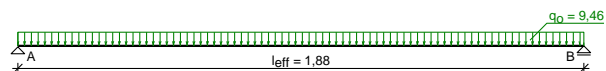
## 2.2. POZOSTAŁA PŁYTA STROPOWA KOTŁOWNI

### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciażenia powierzchniowe  $[\text{kN/m}^2]$ :

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	Obciążenie zmienne (wszelkie pokoje biurowe, gabinety lekarskie, naukowe, sale lekcyjne szkolne, szatnie i łaźnie zakładów przemysłowych, pływalnie oraz poddasza użytkowane jako magazyny lub kondygnacje techniczne.) [2,0kN/m2]	2,00	1,40	0,50	2,80
2.	Mur z drobnych elementów z betonu komórkowego odmiany 07 grub. 12 cm [10,000kN/m3-0,12m]	1,20	1,30	--	1,56
3.	Płytki kamionkowe grubości 14 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm [0,640kN/m2]	0,64	1,30	--	0,83
4.	Warstwa cementowa grub. 5 cm [21,0kN/m3-0,05m]	1,05	1,30	--	1,37
5.	Styropian grub. 5 cm [0,45kN/m3-0,05m]	0,02	1,30	--	0,03
6.	Blacha fałdowa stalowa o wysokości fałdy 43,5 (T-40) gr. 0,88 mm [0,097kN/m2]	0,10	1,30	--	0,13
7.	Płyta żelbetowa grub.10 cm	2,50	1,10	--	2,75
$\Sigma$ :		7,51	1,26		9,46

## SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{\text{eff}} = 1,88 \text{ m}$

Grubość płyty **10,0 cm**

## WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{\text{Sd}} = 4,18 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{\text{Sk}} = 3,32 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{\text{Sk,lt}} = 2,88 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa  $R_A = R_B = 8,90 \text{ kN/m}$

## DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C16/20 (B20)**  $\rightarrow f_{\text{cd}} = 10,67 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{ctd}} = 0,87 \text{ MPa}$ ,  $E_{\text{cm}} = 29,0 \text{ GPa}$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-IIIIN (RB500)**  $\rightarrow f_{\text{yk}} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{yd}} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{tk}} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów w przęsle  $\phi_d = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):

Klasa stali **A-IIIIN (RB500)**  $\rightarrow f_{\text{yk}} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{yd}} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{tk}} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów  $\phi = 6 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty  $c_{\text{nom,g}} = 20 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty  $c_{\text{nom,d}} = 20 \text{ mm}$

## ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

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

## WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona)

Prześło:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,34 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  **$\phi 6$  co 12,0 cm** o  $A_s = 2,36 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,31\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{\text{Sd}} = 4,18 \text{ kNm/mb} < M_{\text{Rd}} = 7,16 \text{ kNm/mb}$  (58,4%)

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,085 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 0,3 \text{ mm}$  (28,5%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{\text{Sk,lt}}$ :  $a(M_{\text{Sk,lt}}) = 1,85 \text{ mm} < a_{\text{lim}} = 9,40 \text{ mm}$  (19,7%)

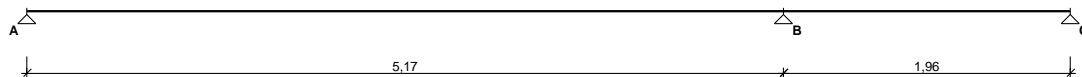
Podpora:

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{\text{Sd}} = 8,90 \text{ kN/mb} < V_{\text{Rd1}} = 44,86 \text{ kN/mb}$  (19,8%)

## 3. BELKI STALOWE WZMOCNIENIA STROPU

### 3.1. BELKA STROPOWA DWUSPRZĘŚŁOWA

#### SCHEMAT BELKI



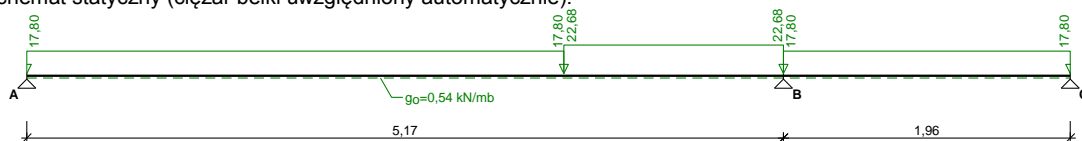
Parametry belki:

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

#### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

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

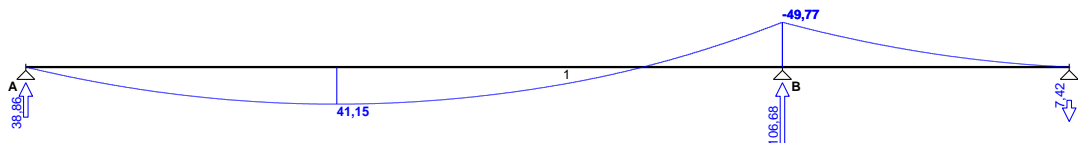
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



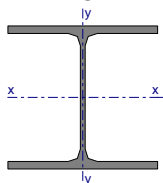
## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

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 220 A**

$A_v = 14,7 \text{ cm}^2$ ,  $m = 50,5 \text{ kg/m}$

$J_x = 5410 \text{ cm}^4$ ,  $J_y = 1950 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\omega} = 193300 \text{ cm}^6$ ,  $J_T = 28,6 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 515 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

### Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,051$ )

$M_R = 116,42 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 183,31 \text{ kN}$

### Belka

#### Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 5,17 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\varphi_L = 0,971$

Moment maksymalny  $M_{\max} = -49,77 \text{ kNm}$

(52)  $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,441 < 1$

#### Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 5,17 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -63,31 \text{ kN}$

(53)  $V_{\max} / V_R = 0,345 < 1$

#### Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = (-)63,31 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 109,99 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiarodajny

#### Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 2,34 \text{ m}$

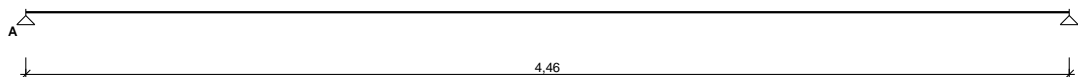
Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 7,64 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 5170 / 350 = 14,77 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 7,64 \text{ mm} < f_{gr} = 14,77 \text{ mm}$  (51,7%)

## 2.3. BELKA STROPOWA JEDNOSPZĘSŁOWA – HEA 220

### SCHEMAT BELKI



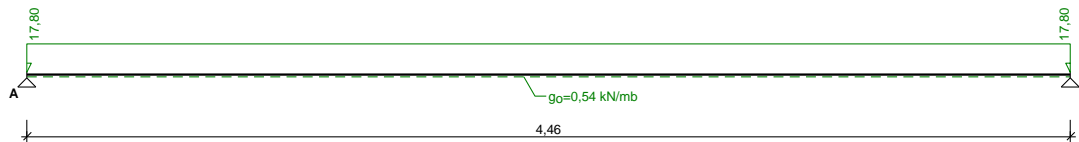
Parametry belki:

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

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

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

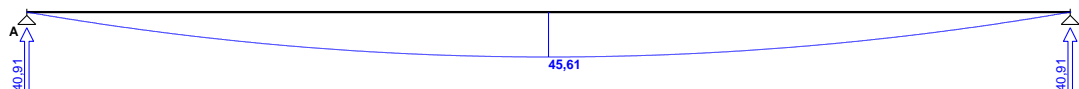
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



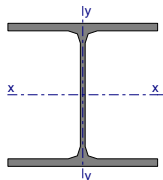
## ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

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 220 A**

$A_v = 14,7 \text{ cm}^2$ ,  $m = 50,5 \text{ kg/m}$

$J_x = 5410 \text{ cm}^4$ ,  $J_y = 1950 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\omega} = 193300 \text{ cm}^6$ ,  $J_T = 28,6 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 515 \text{ cm}^3$

Stal: **S13**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ( $\alpha_p = 1,051$ )  $M_R = 116,42 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 183,31 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 2,23 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia  $\varphi_L = 0,891$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 45,61 \text{ kNm}$

(52)  $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,440 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = 40,91 \text{ kN}$

(53)  $V_{\max} / V_R = 0,223 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 40,91 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 109,99 \text{ kN} \rightarrow$  warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 2,23 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 7,42 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 4460 / 350 = 12,74 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 7,42 \text{ mm} < f_{gr} = 12,74 \text{ mm}$  (58,2%)