

## **OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE**

do projektu budowlanego budowy łącznika komunikacyjnego między budynkiem Zespołu Szkół im. Ojca Świętego Jana Pawła II i budynkiem ARiMR oraz zmiany sposobu użytkowania pomieszczeń parteru w budynku ARiMR na pomieszczenia szkolne, na działce nr 1645/16, 2500/1, 2500/2, 2501 w Niepołomicach

AUTOR: inż. Zofia Krzeczowska  
upr. BPP-385/82  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
MAP/BO/6002/02

### **ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ.**

Obciążenia w obliczeniach statycznych przyjęto wg następujących norm:

- PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje – część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenie użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje – część 1-3: Oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje – część 1-4: Oddziaływania ogólne – oddziaływanie wiatru.
- PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1 – Zasady ogólne.
- PN-EN 1992 – 1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1995-1-1:2010 Eurokod 5. Projektowanie konstrukcji drewnianych – część 1-1: Postanowienia ogólne. – Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

kwiecień 2019

## ZESTAWIENIA OBCIĄŻEŃ

### DACH NAD PRZEWIĄZKĄ

Zestawienie obciążeń na $1\text{m}^2$ połaci: $\text{kN/m}^2$	charakter.	$\gamma_f$	oblicz.
- dachówka + konstrukcja drewniana:	0,90	1,35	1,22
- wełna Gullfiber: $0,2 \times 0,5 =$	0,10	1,35	0,13
- płyty gipsowo-kartonowe: $0,015 \times 12,0 =$	0,18	1,35	0,24
- obciążenie stałe:	$g_k = 1,18$		$g_d = 1,59$
- śnieg strefa III: $1,20 \times 1,20 =$	$S_k = 1,44$	1,50	$S_d = 2,16$
- wiatr strefa I nawietrzna: $0,30 \times 0,25 \times 1,0 \times 1,8 =$	$p_k = 0,14$	1,50	$p_d = 0,21$
- wiatr strefa I zawietrzna:	$p_k = -0,18$	1,50	$p_d = -0,27$

### OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM

$1,20 \leq Q_k = 0,006A - 0,6 = 0,006 \times 197,70 - 0,6 = 0,60$  – strefa śniegowa III  
 $A = 197,70 \text{ m npm}$

OBCIĄŻENIE WIATREM –  $C_p = 0,30$  – strefa I

### SCHODY

Obciążenie $1\text{m}^2$ płyty biegowej: $\text{kN/m}^2$	charakter.	$\gamma_f$	oblicz.
- okładzina:	0,15	1,35	0,20
- gładź: $0,02 \times 21,0 =$	0,56	1,35	0,76
- stopnie: $0,164 \times 0,30 \times 0,5 \times 24,0 =$	0,60	1,10	0,66
- płyta żelbetowa: $0,12 \times 25,0 / \cos \alpha =$	3,40	1,10	3,74
- tynk: $0,015 \times 19,0 / \cos \alpha =$	0,33	1,35	0,44
- obciążenie stałe:	$g_k = 5,04$		$g_d = 5,80$
- obciążenie użytkowe:	$p_k = 4,00$	1,50	$p_d = 6,00$
- obciążenie całkowite:	$q_k = 9,04$		$q_d = 11,80$

**Poz. 1 - DACH.**

Dach dwuspadowy o konstrukcji krokwiowej z jętką - ściągami.  
Kąt nachylenia połaci  $\alpha=30^\circ$  drewno min. C24.

**KR1 – KROKWIE**

$L=4,85\text{m}$        $L/2=2,425\text{m}$       długość krokwi  $l=2,80\text{m}$

Rozstaw  $a=0,80\text{m}$

Zestawienie obciążeń:

$$g_{k\perp}=g_k \cos\alpha=1,02 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k\parallel}=g_k \sin\alpha=0,59 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{d\perp}=g_d \cos\alpha=1,37 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{d\parallel}=g_d \sin\alpha=0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{k\perp}=S_k \cos^2\alpha=1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{k\parallel}=S_k \sin\alpha \cos\alpha=0,62 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{d\perp}=S_d \cos^2\alpha=1,62 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{d\parallel}=S_d \sin\alpha \cos\alpha=0,94 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k\perp}=(1,02+1,08+0,14)\times 0,80=1,80 \text{ kN/m}$$

nawietrzna

$$q_{d\perp}=(1,37+1,62+0,21)\times 0,80=2,56 \text{ kN/m}$$

$$q_{k\perp 2}=(1,02+1,08-0,18)\times 0,80=1,54 \text{ kN/m}$$

zawietrzna

$$q_{d\perp 2}=(1,37+1,62-0,27)\times 0,80=2,18 \text{ kN/m}$$

$$q_{k\parallel}=(0,59+0,62)\times 0,80=0,97 \text{ kN/m}$$

$$q_{d\parallel}=(0,80+0,94)\times 0,80=1,40 \text{ kN/m}$$

**STATYKA**

$$C_1=0,5 \text{ } q_d \text{ } l=3,58\text{kN}$$

$$C_1=-(1+\sin\beta)/\cos\beta \text{ } C_1=-6,20\text{kN}$$

$$\beta=90-2\alpha=30^\circ$$

$$S=C+q_{d\parallel} \text{ } l=10,12\text{kN}$$

$$M=0,125 \text{ } q_d \text{ } l^2=2,51\text{kNm}$$

**WYMIAROWANIE****Przyjęto przekrój  $b \times h=8 \times 16\text{cm}$** 

$$A=128\text{cm}^2$$

$$W_y=341\text{cm}^3$$

$$I_y=2730\text{cm}^4$$

$$i_y=0,289 \text{ } h=4,62\text{cm}$$

$$\lambda_y=l_d/i=60,60$$

$$\sigma_{c \text{ city}}=\pi^2 E_{0,05}/\lambda^2=19,86 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rely}}=(f_{c0k}/\sigma_{c \text{ crity}})^{0,5}=1,03$$

$$f_{c0k}=23 \text{ MPa}$$

$$k_y=0,5[1+\beta_c(\lambda_{\text{rely}}-0,5)+\lambda_{\text{relu}}^2]=1,08$$

$$k_{cy}=1/[k_y+(k_y^2-\lambda_{\text{rely}}^2)^{0,5}]=0,70$$

$$\sigma_{c0d}=S/A=0,79 \text{ MPa}$$

$$f_{c0d}=21\times 0,7/1,3=11,30 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{myd}}=M/W=7,36\text{kNm}$$

$$f_{\text{myd}}=24\times 0,7/1,3=12,92\text{MPa}$$

$$\sigma_{c0d}/(k_{cy} f_{cod}) + \sigma_{\text{myd}}/f_{\text{myd}}=0,67 < 1$$

warunek spełniony

Obliczenie ugięć.

$$u_{fin1}=0,28\text{cm}$$

$$u_{fin2}=0,30\text{cm}$$

$$u_{fin}=0,28 \times 1,60 + 0,30 \times 1,25 = 0,83\text{cm} < u_{fin\ net}=l/200=1,40\text{cm} \quad \text{warunek spełniony}$$

**J1 – JEŹKI – ŚCIAGI**

$$l=4,85\text{m}$$

$$X=S/\sin \alpha = -20,24\text{ kN}$$

$$q_{kj} = 1,20\text{ kN/m}$$

$$q_{dj}=1,44\text{ kN/m}$$

$$M_d=4,23\text{ kNm}$$

**Przyjęto przekrój b x h= 8x20cm**

$$A=160\text{cm}^2$$

$$W=533\text{cm}^3$$

$$I=5333\text{cm}^4$$

$$i=5,78\text{cm}$$

$$\lambda=83,91$$

$$\sigma_{c\text{ cit.}}=\pi^2 E_{0,05}/\lambda^2=10,36\text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel}=(f_{c0k}/\sigma_{c\text{ crit}})^{0,5}=1,42$$

$$f_{c0k}=21\text{ MPa}$$

$$k_y=0,5[1+\beta_c(\lambda_{rel}-0,5)+\lambda_{rel}^2]=1,61$$

$$k_{cy}=1/[k_y+(k_y^2-\lambda_{rel}^2)^{0,5}]=0,42$$

$$\sigma_{c0d}=X/A=1,27\text{ MPa}$$

$$f_{c0d}=11,30\text{ MPa}$$

$$\sigma_{myd}=M/W=7,94\text{ MPa}$$

$$f_{myd}=12,92\text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0d}/(k_{cy} f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}=0,88 < 1$$

warunek spełniony

**Ksz 1 – BELKA KOSZOWA**

$$L_o=1,47\text{m}$$

$$q_{k1}=2,76\text{kN/m}^2$$

$$q_{k1}=2,76 \times 1,04=2,87\text{kN/m}$$

$$q_{d1}=3,96\text{kN/m}^2$$

$$q_{d1}=3,96 \times 1,04=4,12\text{kN/m}$$

$$M_d=0,64\text{kNm}$$

$$V_d=3,03\text{kN}$$

**Przyjęto przekrój b x h =8x16cm**

$$W=341\text{cm}^3$$

$$I=2730\text{cm}^4$$

$$f_{myd}=24 \times 0,7/1,3=12,92\text{ MPa}$$

$$\sigma_{myd}=M/W=1,88\text{ MPa}$$

$$\sigma_{myd}/f_{myd}=0,15 < 1$$

warunek spełniony

**KN 1 -BELKA NAROŻNA**

$$L_o=3,72\text{m}$$

$$q_k=2,76\text{kN/m}^2$$

$$q_{k1}=2,76 \times 2,63=7,25\text{kN/m}$$

$$q_d=3,96\text{kN/m}^2$$

$$q_{d1}=3,96 \times 2,63=10,41\text{kN/m}$$

$$P_d=3,03\text{kN}$$

$$M=V l_{\max} /7= 10,29\text{kNm}$$

$$V=19,36\text{kN}$$

**Przyjęto przekrój b x h =16x20cm**

$$W=1066\text{cm}^3$$

$$I=10666\text{cm}^4 \quad \text{drewno C24} \quad f_{myd}=12,92\text{MPa}$$

$$\sigma_{myd}=M/W=9,65\text{MPa}$$

$$f_{myd}=12,92\text{ MPa}$$

$$\sigma_{myd}/f_{myd}=0,75 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

**KN 2 -BELKA NAROŻNA**

$$L_o=3,38\text{m}$$

$$q_k=2,76\text{kN/m}^2$$

$$q_d=3,96\text{kN/m}^2$$

$$q_{k1}=2,76 \times 2,39=6,60\text{kN/m}$$

$$q_{d1}=3,96 \times 2,39=9,46\text{kN/m}$$

$$M=V l_{\max} / 7=7,72\text{kNm}$$

$$V=15,99\text{kN}$$

**Przyjęto przekrój b x h =16x20cm**

$$W=1066\text{cm}^3$$

$$I=10666\text{cm}^4 \quad \text{drewno C24} \quad f_{\text{myd}}=12,92\text{MPa}$$

$$\sigma_{\text{myd}}=M/W=7,24\text{MPa}$$

$$f_{\text{myd}}=12,92\text{MPa}$$

$$\sigma_{\text{myd}}/f_{\text{myd}}=0,56 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

**WK1 – WIĄZAR OBCIĄŻONY BELKAMI NAROŻNYMI**

$$L=4,85\text{m}$$

$$L/2=2,425\text{m}$$

$$\text{długość krokwi w osiach podpór } l=2,80\text{m}$$

$$\text{Obciążenie z powierzchni } a_{\text{sr}}=0,80\text{m}$$

$$q_{k\perp}=(1,02+1,08+0,14) \times 0,80=1,80\text{ kN/m}$$

nawietrzna

$$q_{d\perp}=(1,37+1,62+0,21) \times 0,80=2,56\text{ kN/m}$$

$$P_d=35,35\text{kN}$$

$$P_d/2=17,68\text{kN}$$

**STATYKA**

$$C_1=0,5 \quad q_d \quad l=3,58\text{kN}$$

$$C_1=-(1+\sin\beta)/\cos\beta \quad C_1=-6,20\text{kN}$$

$$\beta=90-2\alpha=30^\circ$$

$$S=C+q_{d\parallel} l - P_d/2=27,80\text{kN}$$

$$M=0,125 \quad q_d \quad l^2=2,51\text{kNm}$$

**Przyjęto przekrój b x h =16x20cm**

$$A=320\text{cm}^2$$

$$W_y=1066\text{cm}^3$$

$$I_y=10666\text{cm}^4$$

$$i_y=0,289 \quad h=5,78\text{cm}$$

$$\lambda_y=l_{\text{sr}}/i=48,44$$

$$\sigma_{c \text{ crity}}=\pi^2 E_{0,05}/\lambda^2=31,09\text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rely}}=(f_{c0k}/\sigma_{c \text{ crity}})^{0,5}=0,82$$

$$f_{c0k}=21\text{ MPa}$$

$$k_y=0,5[1+\beta_c(\lambda_{\text{rely}}-0,5)+\lambda_{\text{rely}}^2]=0,87$$

$$k_{cy}=1/[k_y+(k_y^2-\lambda_{\text{rely}}^2)^{0,5}]=0,87$$

$$\sigma_{c0d}=S/A=0,87\text{ MPa}$$

$$f_{c0d}=21 \times 0,7/1,3=11,30\text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{myd}}=M/W=2,35\text{ MPa}$$

$$f_{\text{myd}}=24 \times 0,7/1,3=12,92\text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0d}/(k_{cy} f_{c0d}) + \sigma_{\text{myd}}/f_{\text{myd}}=0,29 < 1$$

warunek spełniony

**Jętki - kleszcze wiązara 2x(8x20)cm**

**Poz. 2. ELEMENTY ŻELBETOWE****B1 – BELKA**

Belka trójprzęsłowa

 $L_1=2,40\text{m}$        $l_2=3,00\text{m}$        $l_3=2,40\text{m}$  $q_d=3,96 \times 2,95 + 10,00 = 21,68 \text{ kN/m}$ 

STATYKA	$M_1=M_3=11,99 \text{ kNm}$	$M_2=14,63 \text{ kNm}$	$M_{\text{podp.}}=-17,39 \text{ kNm}$
$V_A=20,81 \text{ kN}$	$V_{B1}=32,52 \text{ kN}$	$V_{Bp}=32,52 \text{ kN}$	

**WYMIAROWANIE**

beton C16/20 (B20)

 $f_{cd}=10,6 \text{ MPa}$ 

stal A-IIIIN

 $f_{yd}=420 \text{ MPa}$  $b=0,25\text{m}$  $h=0,35\text{m}$  $d=0,315\text{m}$  $b_{\text{eff}}=0,25\text{m}$ zbrojenie w przęsłach: $\mu_{\text{eff}}=0,065$        $\zeta_{\text{eff}}=0,965$  $A_s=1,38 \text{ cm}^2$ Zbrojenie dołem : 2  $\Phi$  12 $A_s=2,26 \text{ cm}^2$ zbrojenie na podporach: $\mu_{\text{eff}}=0,078$        $\zeta_{\text{eff}}=0,959$  $A_s=1,64 \text{ cm}^2$ Zbrojenie górą : 2  $\Phi$  12 $A_s=2,26 \text{ cm}^2$ **ŚCINANIE** $V_{sd1\text{max}}=29,27 \text{ kN}$  $V_{sd2}=22,44 \text{ kN}$  $V_{rd1}=31,89 \text{ kN} > V_{sd2}$ Strzemiona 4 (5)  $\phi$  6 co 10 cm przy podporach, w przęsle co 20cm.**B2 – BELKA**

Belka dwuprzęsłowa

 $L_1=3,00\text{m}$        $l_2=2,40\text{m}$  $q_d=3,96 \times 1,50 + 10,00 = 15,94 \text{ kN/m}$ 

STATYKA	$M_1=13,77 \text{ kNm}$	$M_2=8,81 \text{ kNm}$	$M_{\text{podp.}}=-14,53 \text{ kNm}$
$V_A=20,32 \text{ kN}$	$V_{B1}=30,00 \text{ kN}$		

**WYMIAROWANIE**

beton C16/20 (B20)

 $f_{cd}=10,6 \text{ MPa}$ 

stal A-IIIIN

 $f_{yd}=420 \text{ MPa}$  $b=0,25\text{m}$  $h=0,35\text{m}$  $d=0,315\text{m}$  $b_{\text{eff}}=0,25\text{m}$ zbrojenie w przęsłach: $\mu_{\text{eff}}=0,062$        $\zeta_{\text{eff}}=0,965$  $A_s=1,29 \text{ cm}^2$ Zbrojenie dołem : 2  $\Phi$  12 $A_s=2,26 \text{ cm}^2$ zbrojenie na podporze:Zbrojenie górą : 2  $\Phi$  12 $A_s=2,26 \text{ cm}^2$

**ŚCINANIE**

Strzemiona 5 (4)  $\phi$  6 co 10 cm przy podporach, w przęśle co 20cm.

**SŁ1 – SŁUP BELKI B1, B2**

$b=0,25\text{m}$        $h=0,30\text{m}$

$N_{sd\max}=75,00\text{ kN}$

dla słupa betonowego - beton B20

$\varphi=0,89$        $\alpha=0,85$

$f_{cd}^*=8,9\text{ MPa}$

$N_{Rd}=\varphi \alpha f_{cd}^* A=504,96\text{ kN}$

$N_{sd} < N_{Rd}$

Zbrojenie 4  $\Phi$  12 , strzemiona  $\phi$  6 co 15 cm.

**W1 – WIENIEC**

$b=0,25\text{m}$        $h=0,25\text{m}$

Zbrojenie dołem i górą : 2  $\Phi$  12

$A_s=2,26\text{ cm}^2$

Strzemiona  $\phi$  6 co 25 cm

W wieńcach osadzić kotwy do murłaty – M16 co 1,50m.

**Poz. 3. ELEMENTY STALOWE W BUDYNKU ISTNIEJĄCYM****Bst1 – BELKA STALOWA POD ŚCIANĘ PIĘTRA**

Obciążenie belek stanowią:

- dach, strop drewniany nad poddaszem, strop żelbetowy nad parterem, ściany murowane poddasza

$L_{eff}=4,00 \times 1,05=4,20\text{m}$

Obciążenie:

$q_{d1}=(1,30+8,70) \times 1,00+11,00=21,00\text{kN/m}$

$q_{d2}=(1,80+12,30) \times 1,00 +14,85=28,95\text{kN/m}$

Obciążenie z dachu:

$P_k=2,76 \times 3,70 \times 2,50=25,53\text{kN}$

$P_d=3,96 \times 3,70 \times 2,50=36,63\text{kN}$

STATYKA:       $M_d=101,84\text{kNm}$        $V_d=79,11\text{kN}$

## WYMIAROWANIE

**Przyjęto 2 [240**      stal S235JR       $f_d=215 \text{ MPa}$   
 $W=300 \times 2=600 \text{ cm}^3$        $I=7200 \text{ cm}^4$

$M_R = W f_d = 129,00 \text{ MPa}$   
 $M_d / \varphi M_R = 0,79 < 1$  - warunek spełniony

**St1 - SŁUPY STALOWE RAMY**

$V_d = 79,11 + 1,64 = 80,75 \text{ kN}$   
 $l_o = 2,50 \text{ m}$

## WYMIAROWANIE

**Przyjęto 2 [180**       $A=56 \text{ cm}^2$        $i_x=6,95 \text{ cm}$        $i_y=5,47 \text{ cm}$   
 $\lambda_x=35,97$        $\lambda_y=45,70$   
 $\lambda_p=84$        $\lambda_{\max} / \lambda_p = 0,55 \rightarrow \varphi=0,957$   
 $N_{rc}=A f_d=1204 \text{ kN}$   
 $N_d / \varphi N_{rc} = 0,10 < 1$  - warunek spełniony

**Nst1, Nst4 – NADPROŻE STALOWE ZEWNĘTRZNE**

$L_{\text{eff}}=1,80 \times 1,05=1,89 \text{ m}$        $l_{\text{eff}}=1,40 \times 1,05=1,47 \text{ m}$

Obciążenie:

$q_{d1}=(1,30+8,70) \times 4,61 \times 0,5 + 2,76 \times 1,40 + 10,00 = 36,91 \text{ kN/m}$   
 $q_{d2}=(1,80+12,30) \times 4,61 \times 0,5 + 3,96 \times 1,40 + 13,00 = 51,04 \text{ kN/m}$

STATYKA:       $M_{d1}=22,79 \text{ kNm}$        $V_d=48,23 \text{ kN}$

## WYMIAROWANIE

**Przyjęto 4 I 120 NP**      stal St3SY       $W=54,1 \times 4=218,8 \text{ cm}^3$        $f_d=215 \text{ MPa}$

$M_R = W f_d = 47,04 \text{ kNm}$   
 $M_d / \varphi M_R = 0,48 < 1$  - warunek spełniony

**Nst2 – NADPROŻE STALOWE WEWNĘTRZNE**

$L_{\text{eff}}=2,00 \times 1,05=2,10 \text{ m}$

Obciążenie:

$q_{d1}=(1,30+8,70) \times 3,27 + 20,00 = 52,70 \text{ kN/m}$   
 $q_{d2}=(1,80+12,30) \times 3,27 + 26,00 = 72,11 \text{ kN/m}$

STATYKA:       $M_{d1}=39,75 \text{ kNm}$        $V_d=75,72 \text{ kN}$



## WYMIAROWANIE

**Przyjęto 4 I 140 NP** stal St3SY  $W=4 \times 81,9=327,6 \text{ cm}^3$   $f_d=215 \text{ MPa}$

$$M_R = W f_d = 70,43 \text{ kNm}$$

$$M_d / \varphi M_R = 0,56 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

**Nst3 – NADPROŻE STALOWE WEWNĘTRZNE**

$$L_{\text{eff}} = 1,00 \times 1,05 = 1,05 \text{ m}$$

Obciążenie:

$$q_{d1} = (1,30 + 8,70) \times 3,27 + 20,00 = 52,70 \text{ kN/m}$$

$$q_{d2} = (1,80 + 12,30) \times 3,27 + 26,00 = 72,11 \text{ kN/m}$$

STATYKA:  $M_{d1} = 9,94 \text{ kNm}$   $V_d = 37,86 \text{ kN}$

## WYMIAROWANIE

**Przyjęto 4 I 120 NP** stal St3SY  $W=54,1 \times 4=218,8 \text{ cm}^3$   $f_d=215 \text{ MPa}$

$$M_R = W f_d = 47,04 \text{ kNm}$$

$$M_d / \varphi M_R = 0,21 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

**Poz. 4. FUNDAMENTY**

Fundamenty posadowione na piaskach drobnych w stanie średnio zagęszczonym o  $I_D=0,40$ .

Parametry dla w-wy I:

$$\gamma_{gr} = 1,75 \text{ t/m}^3 \quad \gamma_{gr}^r = 1,75 \times 0,9 = 1,58 \text{ t/m}^3$$

$$\Phi_u = 30^\circ \quad \Phi_u^r = 30 \times 0,9 = 27^\circ$$

$$N_D = 13,20 \quad N_B = 4,66 \quad B = 0,40 \text{ m}$$

$$D_{\min} = 1,00 \text{ m} \quad B/L = 0,070$$

Jednostkowy opór obliczeniowy:

$$q_f = (1 + 1,5B/L) N_D D_{\min} \gamma_D + (1 - 0,25B/L) N_B B \gamma_{gr} = 259,38 \text{ kPa}$$

$$m \quad q_f = 0,80 \quad q_f = 207,50 \text{ kPa}$$

**Ł1 - ŁAWA ZEWNĘTRZNA**

Obciążenie 1m ławy: kN/m	charakter.	$\gamma_F$	oblicz.
- dach: (2,76) 3,96x1,50=	4,14		5,94
- ściana nadziemna: 0,25x3,10x14=	10,85	1,30	14,11
- 0,20x3,10x0,50=	0,31	1,30	0,40
- 0,03x3,10x19,00=	1,77	1,30	2,30
- ściana podziemna: 0,25x0,70x25,00=	4,37	1,30	5,69
- fundament:	5,00	1,10	5,50
	$q_k=26,44$		$q_d=33,94$

$B=0,40m$        $h=0,40m$

$\sigma_z=q_d/(B \times 1,0)=84,85kPa < m \ q_f=207,50 \ kPa$

Zbrojenie podłużne 4  $\Phi$  12, strzemiona  $\phi$  6 co 25cm.

**BF –BELKA NAD PRZYŁĄCZAMI WOD.-KAN.**

$l_1=3,00m$        $l_2=2,40m$

$q_{d1}=10,00kN/m$

STATYKA       $M_{sdmax}=11,25 \ kNm$

$V_{sdmax}=16,50kN$

**WYMIAROWANIE**

beton C16/205 (B20)

$f_{cd}=10,6 \ MPa$

stal A-IIIIN

$f_{yd}=420 \ MPa$

$b=0,25m$

$h=0,65m$

$d=0,60m$

zbrojenie górą i dołem :

$\mu_{eff}=0,039$        $\zeta_{eff}=0,980$

$A_s=2,44 \ cm^2$

Zbrojenie górą i dołem : 3  $\Phi$  12

$A_s=3,39 \ cm^2$

Ścinanie:

Strzemiona dwuramienne  $\phi$  6 co 20 cm.

**ST1 – STOPA SŁUPA**

$N_{sdmax}=75,00+27,00+10,00=112,00kN$

$B=0,65m$        $L=0,70m$        $h=1,00m$

$B/L=0,85$

$Q_{fnB} = B_L L_L (1+1,5B/L) N_D D_{min} \gamma_D + (1-0,25B/L) N_B B \gamma_{gr}=181,02 \ kPa$

$N_{sd} < 0,80 \ Q_{fnB}=144,80kN$

Zbrojenie dołem  $\Phi$  12 co 18x18cm

**R1 - RAMA STAŁOWA POD CENTRAŁĘ WENTYLACYJNĄ NA PODDASZU**

$$q_{k1}=4,00/2,10 \times 1,00=1,74 \text{ kN/m}^2 \quad q_{d1}=1,91 \times 1,50=2,85 \text{ kN/m}^2$$

**BELKA NOŚNA**

$$L_o=2,30 \text{ m}$$

$$\text{Obciążenie: } q_d=2,85 \times 2,30 \times 0,50 + 1,00=4,28 \text{ kN/m}$$

$$\text{STATYKA:} \quad M_d=2,83 \text{ kNm} \quad V_d=4,92 \text{ kN}$$

**WYMIAROWANIE**

$$\text{I 140} \quad W=81,9 \text{ cm}^3 \quad \text{stal S235JR} \quad f_d=215 \text{ MPa}$$

$$M_R = W f_d = 17,62 \text{ MPa} > M_d$$

$$M_d / \varphi M_R = 0,16 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

Belkę kotwić do ścian nośnych I piętra za pomocą blach stalowych i kotew M12.

Opracowanie: inż. Zofia Krzeczowska