

**OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE PRZEKROJU STALOWEGO**

©1997-2010 SPECBUD Gliwice

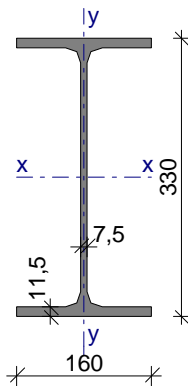
Użytkownik: Biuro Inżynierskie SPECBUD

Autor: mgr inż. Jan Kowalski

Tytuł: **Strop stalowy**

**Belka 1**

**Dwuteownik równoległościenny IPE 330 (wg PN-H-93419:1997)**



**Wymiary przekroju**

$h = 330 \text{ mm}$        $b_f = 160 \text{ mm}$   
 $t_w = 7,5 \text{ mm}$        $t_f = 11,5 \text{ mm}$   
 $r = 18,0 \text{ mm}$

**Cechy geometryczne przekroju**

$A = 62,60 \text{ cm}^2$        $A_{vy} = 24,75 \text{ cm}^2$        $A_{vx} = 36,80 \text{ cm}^2$   
 $J_x = 11770 \text{ cm}^4$        $J_y = 788,0 \text{ cm}^4$   
 $W_x = 713,0 \text{ cm}^3$        $W_y = 98,50 \text{ cm}^3$   
 $W_{pl,x} = 804,0 \text{ cm}^3$        $W_{pl,y} = 151,5 \text{ cm}^3$   
 $i_x = 13,70 \text{ cm}$        $i_y = 3,550 \text{ cm}$   
 $J_\omega = 199100 \text{ cm}^6$        $J_T = 28,15 \text{ cm}^4$   
 $W_\omega = 1563 \text{ cm}^4$        $S_x = 402,0 \text{ cm}^3$   
 $A_L = 1,254 \text{ m}^2/\text{mb}$        $A_G = 2,554 \text{ m}^2/\text{t}$   
 $U/A = 200,3 \text{ m}^{-1}$        $m = 49,10 \text{ kg/m}$

**Stal:** St3,  $f_d = 215 \text{ MPa}$ ;

**Nośność obliczeniowa przy zginaniu**

$M_{Rx} = 163,1 \text{ kNm}$  (klasa: 1,  $\alpha_{px} = 1,064$ )

$M_{Ry} = 26,47 \text{ kNm}$  (klasa: 1,  $\alpha_{py} = 1,250$ )

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

pominięto zwichrzenie elementu  $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

**Nośność obliczeniowa przy ścinaniu**

$V_{Ry} = 308,6 \text{ kN}$  (klasa: 1,  $\varphi_{pvy} = 1,000$ )

$V_{Rx} = 458,9 \text{ kN}$  (klasa: 1,  $\varphi_{pvx} = 1,000$ )

**KOMBINACJA 1**

**Obciążenie elementu**

$M_x = 143,7 \text{ kNm}$

**Warunki nośności elementu**

(52)  $M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,881 < 1$

**KOMBINACJA 2**

**Obciążenie elementu**

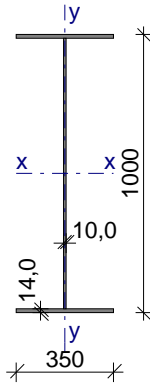
$V_y = 99,10 \text{ kN}$

**Warunki nośności elementu**

(53)  $V_y / V_{Ry} = 0,321 < 1$

## Podciąg

Dwuteownik spawany IKSH-1000-8 (wg BN-76/0647-01 wyd.III arkusz 02)



### Wymiary przekroju

$$h = 1000 \text{ mm} \quad b_f = 350 \text{ mm}$$
$$t_w = 10,0 \text{ mm} \quad t_f = 14,0 \text{ mm}$$

### Cechy geometryczne przekroju

$$A = 195,2 \text{ cm}^2 \quad A_{vy} = 97,20 \text{ cm}^2 \quad A_{vx} = 98,00 \text{ cm}^2$$
$$J_x = 314732 \text{ cm}^4 \quad J_y = 10012 \text{ cm}^4$$
$$W_x = 6295 \text{ cm}^3 \quad W_y = 572,1 \text{ cm}^3$$
$$i_x = 40,10 \text{ cm} \quad i_y = 7,160 \text{ cm}$$
$$J_\omega = 24334066 \text{ cm}^6 \quad J_T = 96,43 \text{ cm}^4$$
$$W_\omega = 28205 \text{ cm}^4 \quad S_x = 3597 \text{ cm}^3$$
$$A_L = 3,380 \text{ m}^2/\text{m} \quad A_G = 21,64 \text{ m}^2/\text{t}$$
$$U/A = 173,2 \text{ m}^{-1} \quad m = 156,2 \text{ kg/m}$$

**Stal:** St3,  $f_d = 215 \text{ MPa}$ ,  $\lambda_p = 84,0$ ;

### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 4197 \text{ kN}$$

### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 1389 \text{ kN}$  (klasa: 4, rozstaw żeber poprzecznych  $a = 2800 \text{ mm}$ , stan krytyczny  $\rightarrow \psi = \varphi_p = 0,331$ )  
pominięto wyoboczenie elementu  $\rightarrow \varphi_x = 1,0$ ;  $\varphi_y = 1,0$ ;  $\varphi_\omega = 1,0$

### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 1353 \text{ kNm}$  (klasa: 3,  $\psi_x = 1,000$ )

$M_{Ry} = 123,0 \text{ kNm}$  (klasa: 3,  $\psi_y = 1,000$ )

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

$l_{zw} = 2,80 \text{ m}$ ; warunki podparcia: P,P;  $\mu_y = 1,00$ ,  $\mu_\omega = 1,00$ ;

moment liniowo zmienny przyłożony do środka ciężkości,  $\beta = 1,00$

$M_{cr} = 12816,12 \text{ kNm}$ ,  $\bar{\lambda}_L = 1,15 \cdot \sqrt{M_{Rx}/M_{cr}} = 0,374$ , wg "a"  $\rightarrow \varphi_L = 0,990$

$$\varphi_L \cdot M_{Rx} = 1340 \text{ kNm}$$

### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 877,2 \text{ kN}$  (klasa: 4,  $\varphi_{pvy} = 0,724$ )

$V_{Rx} = 1222 \text{ kN}$  (klasa: 1,  $\varphi_{pvx} = 1,000$ )

### Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 252,4 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,3 \cdot V_{R,y} = 263,2 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$

$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 366,6 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$

## KOMBINACJA 1

### Obciążenie elementu

$$M_x = 1069 \text{ kNm}$$

### Warunki nośności elementu

$$(52) \quad M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,798 < 1$$

## KOMBINACJA 2

### Obciążenie elementu

$$V_y = 256,8 \text{ kN}$$

### Warunki nośności elementu

$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,293 < 1$$

## KOMBINACJA 3

### Obciążenie elementu

$$M_x = 712,9 \text{ kNm}, \quad V_y = 252,4 \text{ kN}$$

### Warunki nośności elementu

$$(52) \quad M_x / (\phi_L \cdot M_{Rx}) = 0,532 < 1$$

$$(55) \quad M_x / M_{Rx,V} = 0,527 < 1$$

$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,288 < 1$$

## KOMBINACJA 4

### Obciążenie elementu

$$M_x = 1069 \text{ kNm}, \quad V_y = 125,1 \text{ kN}$$

### Warunki nośności elementu

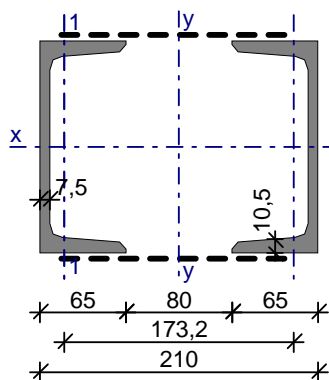
$$(52) \quad M_x / (\phi_L \cdot M_{Rx}) = 0,798 < 1$$

$$(55) \quad M_x / M_{Rx,V} = 0,790 < 1$$

$$(53) \quad V_y / V_{Ry} = 0,143 < 1$$

## Słup

2 ceowniki zwykłe C 160  $a_c = 210 \text{ mm}$ , połączone przewiązkami co 840 mm (wg PN-86/H-93403)



### Wymiary profilu podstawowego C 160

$h = 160 \text{ mm}$	$b_f = 65 \text{ mm}$
$t_w = 7,5 \text{ mm}$	$t_f = 10,5 \text{ mm}$
$r = 10,5 \text{ mm}$	$r_l = 5,5 \text{ mm}$
$e = 1,84 \text{ cm}$	$a = 2,10 \text{ cm}$

### Cechy geometryczne przekroju

$A = 48,00 \text{ cm}^2$	$A_{vy} = 24,00 \text{ cm}^2$	$A_{vx} = 27,30 \text{ cm}^2$
$J_x = 1850 \text{ cm}^4$	$J_y = 3770 \text{ cm}^4$	
$W_x = 232,0 \text{ cm}^3$	$W_y = 359,1 \text{ cm}^3$	
$i_x = 6,210 \text{ cm}$	$i_y = 8,863 \text{ cm}$	$i_1 = 1,890 \text{ cm}$
$A_L = 1,090 \text{ m}^2/\text{mb}$	$A_G = 28,98 \text{ m}^2/\text{t}$	
$U/A = 227,0 \text{ m}^{-1}$	$m = 37,60 \text{ kg/m}$	

**Stal:** St3,  $f_d = 215 \text{ MPa}$ ,  $\lambda_p = 84,0$ ;

### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 1032 \text{ kN}$$

### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

• wyboczenie względem osi materiałowej

$$N_{Rc,x} = 1032 \text{ kN} \quad (\text{klasa: 1, } \psi_x = 1,000)$$

$$l_{ex} = 4,20 \text{ m}, \quad \lambda_x = 67,6, \quad \bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,805 \quad \text{wg "c"} \rightarrow \phi_x = 0,678$$

$$\phi_x \cdot N_{Rc,x} = 699,6 \text{ kN}$$

- wyboczenie pojedynczej gałęzi między przewiązkami

$$l_1 = 0,82 \text{ m}, \lambda_v = l_1/i_1 = 43,4, \bar{\lambda}_v = \lambda_v/\lambda_p = 0,517 \text{ wg "c"} \rightarrow \varphi_1 = 0,856$$

- wyboczenie względem osi niemateriałowej

$$N_{Rc,y} = 883,6 \text{ kN (klasa: 4, } \psi_y = \min(\varphi_1; \varphi_p) = \min(0,856; 1,000) = 0,856)$$

$$l_{ey} = 4,20 \text{ m}, \lambda_y = 47,4, \lambda_{m,y} = 64,3$$

$$\bar{\lambda}_{my} = (\lambda_{m,y}/\lambda_p) \cdot \text{pierw}(\psi_y) = 0,708 \text{ wg "b"} \rightarrow \varphi_y = 0,836$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc,y} = 739,0 \text{ kN}$$

#### **Nośność obliczeniowa przy zginaniu**

$$M_{Rx} = 49,88 \text{ kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju } \rightarrow \alpha_{px} = 1,000)$$

$$M_{Ry} = 77,20 \text{ kNm (klasa: 1, pominięto rezerwę plastyczną przekroju } \rightarrow \alpha_{py} = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

nie uwzględniono zwichrzenia elementu, założono  $\varphi_L = 1,000$

#### **Nośność obliczeniowa przy ścinaniu**

$$V_{Ry} = 299,3 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 340,4 \text{ kN (klasa: 1, } \varphi_{pvx} = 1,000)$$

#### **Obciążenie elementu**

$$N = 636,4 \text{ kN}$$

#### **Warunki nośności elementu**

$$(39) \quad N / (\varphi_x \cdot N_{Rc,x}) = 0,910 < 1$$

$$(39) \quad N / (\varphi_y \cdot N_{Rc,y}) = 0,861 < 1$$