

## **ZAŁĄCZNIK 1**

### **Podstawowe wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych**

#### **1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ**

##### **1.1 OBCIĄŻENIA OD CIĘŻARU WŁASNEGO KONSTRUKCJI**

Ciężar własny konstrukcji został uwzględniony automatycznie przez zastosowany program obliczeniowy.

##### **1.2 OBCIĄŻENIA STAŁE**

Obciążenie stałe określono na podstawie ciężarów własnych użytych materiałów:

- Obciążenia stałe dachu pokrytego poliwęglanem, przyjęto:  $0,50 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_G = 1,35$
- Obciążenia stałe balkonów i klatek schodowych – krata zgrzewana, przyjęto:  $0,65 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_G = 1,35$
- Obciążenia stałe balkonów i klatek schodowych od balustrady, przyjęto:  $0,50 \text{ kN/m}$ ,  $\gamma_G = 1,35$
- Obciążenia stałe od obudowy – poliwęglan komorowy/profile aluminiowe, przyjęto:  $0,40 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_G = 1,35$
- Obciążenia stałe od obudowy trzonu windy – obudowa systemowa TRAE szkłem bezpiecznym aluminiowe, przyjęto:  $0,50 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_G = 1,35$

##### **1.3 OBCIĄŻENIA TECHNOLOGICZNE I UŻYTKOWE**

- Obciążenie rozłożone od instalacji podwieszonych -  $0,15 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_Q = 1,5$
- Obciążenie użytkowe tarasów widokowych (kategoria C5) -  $5,00 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_Q = 1,5$
- Obciążenie użytkowe dachu -  $0,40 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_Q = 1,5$
- Obciążenia od dźwigu wg wytycznych dostawcy

##### **1.4 OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM**

Zestawienie wykonano zgodnie z PN-EN 1991-1-3.

Przyjęto wymiary budynków wraz z obudową.

- Śnieg – zgodnie z PN-EN 1991-1-3; przyjęto 2 strefę obciążenia  
 $Q_k = 0,58 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_Q = 1,5$

##### **1.5 OBCIĄŻENIA WIATREM**

Zestawienie wykonano zgodnie z PN-EN 1991-1-4.

Przyjęto wymiary budynków wraz z obudową.

- Wiatr – zgodnie z PN-EN 1991-1-4 ; przyjęto II strefę obciążenia,  $A < 300 \text{ m n.p.m.}$
- Wysokość odniesienia:  $29,5 \text{ m}$ , bazowa prędkość wiatru  $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$
- $q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_Q = 1,5$  – dla wymiarowania konstrukcji hali

| Tablica 7.2 - Współczynniki ciśnienia zewnętrznego dla dachów płaskich (z attyką) |             |            |             |            |             |            |             |            |
|---|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Pole  | F           |            | G           |            | H           |            | I           |            |
|   | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ |
|   | -1,8        | -2,5       | -1,2        | -2         | -0,7        | -1,2       | +0,2 / -0,2 |            |

| Ciśnienie wiatru działające na dach pkt. 5.2 |             |            |             |            |             |            |                        |       |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------------------|-------|
| Pole   | F           |            | G           |            | H           |            | I                      |       |
|  | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10} / C_{pe,1}$ |       |
| $w_e$  | -1,66       | -2,88      | -1,28       | -2,24      | -0,58       | -0,96      | 0,143                  | -0,14 |

| Tablica 7.1 - Wartości współczynników ciśnienia zewnętrznego dla ścian pionowych budynków na rzucie prostokąta |             |            |             |            |             |            |             |            |             |            |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Pole   | A           |            | B           |            | C           |            | D           |            | E           |            |
| h/d  | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ |
| 5  | -1,2        | -1,4       | -0,8        | -1,1       | -0,5        |            | 0,8         | 1,0        | -0,7        |            |
| 1  | -1,2        | -1,4       | -0,8        | -1,1       | -0,5        |            | 0,8         | 1,0        | -0,5        |            |
| ? 0,25   | -1,2        | -1,4       | -0,8        | -1,1       | -0,5        |            | 0,7         | 1,0        | -0,3        |            |

| Ciśnienie wiatru działające na powierzchnię pkt. 5.2 |             |            |             |            |             |            |             |            |             |            |
|--|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Pole   | A           |            | B           |            | C           |            | D           |            | E           |            |
| h/d  | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ | $C_{pe,10}$ | $C_{pe,1}$ |
| 5  | -1,54       | -1,79      | -1,03       | -1,41      | -0,64       |            | 1,03        | 1,28       | -0,89       |            |

## 1.6 KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

Do weryfikacji konstrukcji przyjęto kombinacje obciążeń wg PN-EN 1990:2004

$\gamma_G = 1,35$ ;  $\gamma_Q = 1,5$ ;  $\psi_0 = 0,5$  (śnieg);  $\psi_0 = 0,6$  (wiatr);

STAN GRANICZNY NOŚNOŚCI - kombinacja obliczeniowa wg tabl.A1.2(B) - wzór 6.10

STAN GRANICZNY UŻYTKOWALNOŚCI - kombinacja charakterystyczna wg tabl.A1.4

## 1.7 DOBÓR KRAT POMOSTOWYCH I STOPNI SCHODOWYCH

Kraty przyjęto na podstawie tabeli nośności podanej przez producenta

Obciążenie użytkowe charakterystyczne: 5,0 kN/m<sup>2</sup>

Rozstaw podpór dla  
podestów: max: 1,6m

Rozstaw podpór dla  
schodów: max: 1,5m

Przyjęto kraty zgrzewane na podesty typu Serrated: KOZ / 34x38 / 40x4 / OC  
(oczko w świetle 30x32, płaskownik nośny 40x4)

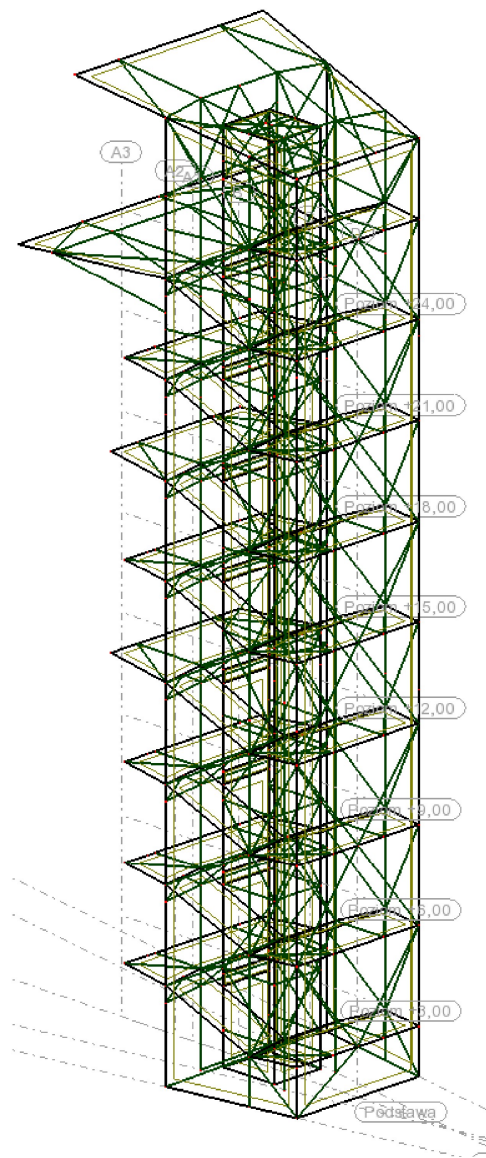
Przyjęto stopnie schodowe typu Serrated: KOZ / 34x38 / 40x3 / OC  
(oczko w świetle 30x32, płaskownik nośny 40x3)

## 2. WYMIAROWANIE KONSTRUKCJI STALOWEJ WIEŻY

Ze względu na dużą liczbę wymiarowanych elementów, przedstawiono wyniki jedynie dla wybranych części konstrukcji. Pozostała część obliczeń znajduje się w archiwum Projektanta.

### 2.1 DANE

#### WIDOK OGÓLNY KONSTRUKCJI



Konstrukcja wieży



Trzon windy

## Dane - Pręty

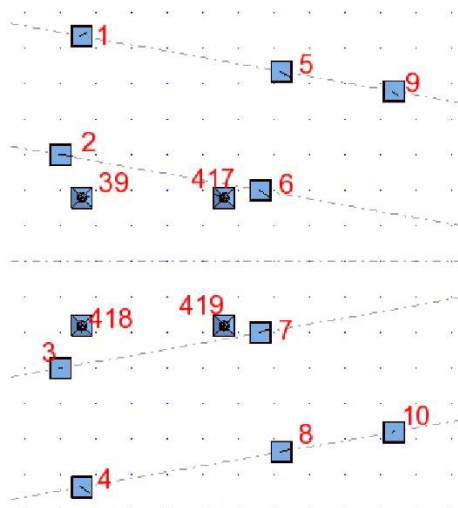
| Lp. | Nazwa                                      | Lista   | Przekrój | Materiał | Typ               |
|-----|--|---|----------|----------|-------------------|
| 1   | Słupy wieża                                | 1do30   | HEB220   | S 235    | Słup              |
| 2   | Słupy winda                                | 700do711  | HEB160   | S 235    | Słup              |
| 3   | Balkon +24,00                              | 370do380  | HEB220   | S 235    | Wspornik          |
| 4   | Balkony +12,00, +18,00                     | 330do334 350do354   | HEB220   | S 235    | Wspornik          |
| 5   | Balkony+3,00, +6,00, +9,00, +15,00, +21,00 | 300do304 310do314 320do324 340do344 360do364  | HEA200   | S 235    | Wspornik          |
| 6   | Belki schodów                              | 100do131 952 953  | C200     | S 235    | Belka             |
| 7   | Podesty półpiętra                          | 200do205 210do215 220do225 230do235 240do245 250do255 260do265 270do275 280do285  | HEA160   | S 235    | Belka             |
| 8   | Belki windy                                | 712do717 720do736 740do778  | HEA160   | S 235    | Belka             |
| 9   | Dach wieży                                 | 400do409  | HEA220   | S 235    | Belka<br>Wspornik |
| 10  | Stężenia pionowe wieży                     | 1142do1159 130 521do537 540 970 131 580do586 968 969 501do520 550do569 570do578 967 1032 1033 1037 1038 1047do1058 1062do1067 1071do1076 1080do1085 1098do1103 1107do1112 1136do1141 1000do1008 1010do1015 1017do1028 | RK100x4  | S 235    | Pręt              |
| 10  | Stężenia poziome podestów                  | 971do976 1142do1159 1010do1015 1017do1028   | RK80x4   | S 235    | Pręt              |
| 11  | Stężenia winda                             | 800do830K10 804do918K38 808do850K14 814 828do924K32 844do886K14 847 852 855 867 870 878 888 901 902 908 910 916 926 932 934 940 945 947 1040  | RK80x4   | S 235    | Pręt              |

## Dane - Charakterystyki - Profile

| Nazwa przekroju | AX (cm2) | AY (cm2) | AZ (cm2) | IX (cm4) | IY (cm4) | IZ (cm4) |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| RK 100x4        | 14,95    | 8,00     | 8,00     | 362,01   | 226,35   | 226,35   |
| RK 80x4         | 11,75    | 6,40     | 6,40     | 180,44   | 111,04   | 111,04   |
| HEB 220         | 91,00    | 70,40    | 20,90    | 76,80    | 8090,00  | 2840,00  |
| HEB 160         | 54,30    | 41,60    | 12,80    | 31,40    | 2490,00  | 889,00   |
| HEA 220         | 64,30    | 48,40    | 14,70    | 28,60    | 5410,00  | 1950,00  |
| HEA 200         | 53,80    | 40,00    | 12,35    | 21,10    | 3690,00  | 1340,00  |
| HEA 160         | 38,80    | 28,80    | 9,12     | 12,30    | 1670,00  | 616,00   |
| C 200           | 32,20    | 17,25    | 17,00    | 11,90    | 1910,00  | 148,00   |
| C 160           | 24,00    | 13,65    | 12,00    | 7,39     | 925,00   | 85,30    |

## Dane - Podpory

| Nazwa podpory | Lista węzłów | Warunki podparcia |
|---------------|--------------|-------------------|
| Utwierdzenie  | 1do10        | UX UY UZ RX RY RZ |
| Przegub       | 39 417do419  | UX UY UZ          |



## 2.2 WYNIKI

### Reakcje – ekstrema globalne

|           | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| MAX       | 45,85   | 19,18   | 638,90  | 20,87    | 11,22    | 0,06     |
| Węzeł     | 1       | 10      | 2       | 3        | 8        | 4        |
| Przypadek | 16 (K)  | 21 (K)  | 15 (K)  | 20 (K)   | 25 (K)   | 25 (K)   |
| MIN       | -33,20  | -60,13  | -243,79 | -1,31    | -14,54   | -0,52    |
| Węzeł     | 9       | 9       | 10      | 2        | 2        | 1        |
| Przypadek | 20 (K)  | 20 (K)  | 18 (K)  | 15 (K)   | 26 (K)   | 23 (K)   |

### Przemieszczenia – ekstrema globalne

|           | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| MAX       | 1,1     | 4,4     | 0,4     | 0,004    | 0,002    | 0,004    |
| Węzeł     | 351     | 347     | 591     | 351      | 1630     | 538      |
| Przypadek | 20 (K)  | 20 (K)  | 9       | 15 (K)   | 20 (K)   | 24 (K)   |
| MIN       | -3,4    | -0,1    | -3,3    | -0,004   | -0,008   | -0,007   |
| Węzeł     | 591     | 182     | 347     | 352      | 678      | 541      |
| Przypadek | 11 (K)  | 15 (K)  | 11 (K)  | 15 (K)   | 11 (K)   | 18 (K)   |

### Siły ekstremalne FX – Słupy wieży

| Pręt/Węzeł/Przypadek | FX (kN)  | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|----------------------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1/ 2/ 15 (K)         | 613,39>> | -0,34   | 3,93    | -0,00    | -2,25    | -0,45    |
| 1/ 2/ 23 (K)         | 9,91<<   | -0,32   | 3,01    | 0,00     | -5,66    | -0,37    |
| 2/ 1/ 11 (K)         | 536,79>> | -0,45   | 1,01    | -0,00    | 2,96     | -0,51    |
| 2/ 1/ 23 (K)         | -12,59<< | -0,71   | 2,75    | -0,00    | -5,59    | -0,63    |
| 3/ 3/ 15 (K)         | 611,21>> | -0,04   | 4,23    | 0,00     | -2,54    | -0,09    |
| 3/ 3/ 23 (K)         | 8,45<<   | 0,07    | 2,96    | 0,00     | -5,37    | 0,01     |
| 4/ 4/ 11 (K)         | 540,62>> | 0,41    | 1,74    | 0,00     | 1,86     | 0,27     |
| 4/ 4/ 23 (K)         | -14,69<< | 1,02    | 1,85    | 0,00     | -3,77    | 0,50     |
| 5/ 5/ 20 (K)         | 338,49>> | -11,67  | 6,36    | 0,01     | -8,41    | -11,73   |
| 5/ 181/ 16 (K)       | 29,63<<  | 0,37    | -1,44   | -0,00    | 1,00     | 0,41     |
| 6/ 6/ 26 (K)         | 297,94>> | 0,08    | 6,51    | -0,00    | -5,29    | 0,06     |
| 6/ 6/ 16 (K)         | -60,65<< | 0,52    | -0,69   | 0,00     | 2,39     | 0,31     |
| 7/ 7/ 26 (K)         | 311,11>> | 0,36    | 8,50    | 0,00     | -6,93    | 0,21     |

|     |     |        |           |        |       |       |       |        |
|-----|-----|--------|-----------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 7/  | 7/  | 16 (K) | -60,63<<  | -0,20  | -3,60 | 0,00  | 5,10  | -0,03  |
| 8/  | 8/  | 21 (K) | 241,53>>  | 1,96   | 3,10  | -0,00 | -3,55 | 1,03   |
| 8/  | 8/  | 19 (K) | -39,13<<  | -13,03 | -8,86 | 0,03  | 10,84 | -12,41 |
| 9/  | 9/  | 20 (K) | 379,45>>  | -3,94  | 3,59  | 0,01  | -5,54 | -5,06  |
| 9/  | 9/  | 11 (K) | -167,85<< | -0,09  | -0,70 | -0,00 | 3,37  | -0,01  |
| 10/ | 10/ | 21 (K) | 265,82>>  | 0,49   | 2,33  | 0,00  | -3,06 | 0,23   |
| 10/ | 10/ | 18 (K) | -209,60<< | -2,20  | -2,92 | 0,01  | 5,85  | -2,75  |

### Siły ekstremalne FX – Słupy trzonu windy

| Pręt/Węzeł/Przypadek | FX (kN)  | MY (kNm) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MZ (kNm) |
|----------------------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|
| 700/ 418/ 11 (K)     | 219,20>> | -0,00    | -0,22   | 0,56    | -0,02    | 0,03     |
| 700/ 418/ 23 (K)     | -15,13<< | 0,00     | 0,29    | 1,09    | 0,01     | -0,01    |
| 701/ 39/ 11 (K)      | 218,04>> | -0,00    | 0,20    | 0,56    | 0,02     | -0,04    |
| 701/ 39/ 23 (K)      | -14,58<< | 0,00     | -0,30   | 1,10    | -0,01    | 0,01     |
| 702/ 419/ 23 (K)     | 116,88>> | 0,00     | 0,47    | 0,67    | 0,00     | -0,00    |
| 702/ 419/ 25 (K)     | -72,53<< | 0,00     | 0,15    | 0,54    | -0,00    | -0,00    |
| 703/ 417/ 20 (K)     | 156,96>> | -0,00    | 0,09    | 0,84    | 0,00     | 0,00     |
| 703/ 417/ 11 (K)     | -47,59<< | 0,03     | -0,17   | 0,82    | -0,02    | -0,00    |

### Siły ekstremalne – Belki balkon +24,00

|           | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| MAX       | 3,28    | 1,01    | 31,77   | 0,06     | 0,09     | 1,50     |
| Pręt      | 372     | 373     | 372     | 370      | 371      | 373      |
| Węzeł     | 348     | 352     | 416     | 305      | 347      | 308      |
| Przypadek | 18 (K)  | 11 (K)  | 15 (K)  | 18 (K)   | 18 (K)   | 25 (K)   |
| MIN       | -193,57 | -2,04   | -13,14  | -0,06    | -36,13   | -0,57    |
| Pręt      | 371     | 371     | 374     | 373      | 371      | 373      |
| Węzeł     | 306     | 347     | 352     | 308      | 306      | 352      |
| Przypadek | 18 (K)  | 25 (K)  | 15 (K)  | 12 (K)   | 12 (K)   | 18 (K)   |

### Siły ekstremalne – Belki balkon +12,00, +18,00

|           | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| MAX       | 4,78    | 0,90    | 37,74   | 0,07     | 12,99    | 1,70     |
| Pręt      | 352     | 353     | 332     | 334      | 354      | 353      |
| Punkt     | 287     | 294     | 267     | 326      | 3/5      | 294      |
| Przypadek | 18 (K)  | 25 (K)  | 18 (K)  | 11 (K)   | 22 (K)   | 25 (K)   |
| MIN       | -2,73   | -1,70   | -10,11  | -0,07    | -60,07   | -0,87    |
| Pręt      | 354     | 354     | 334     | 334      | 332      | 353      |
| Punkt     | 2/5     | 336     | 4/5     | 325      | 267      | 336      |
| Przypadek | 18 (K)  | 25 (K)  | 18 (K)  | 18 (K)   | 18 (K)   | 25 (K)   |

### Siły ekstremalne – Belki balkon +3,00, +6,00; +9,00, +15,00, +21,00

|           | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| MAX       | 2,90    | 0,83    | 27,70   | 0,15     | 8,49     | 1,35     |
| Pręt      | 340     | 343     | 342     | 1026     | 344      | 303      |
| Punkt     | 275     | 284     | 277     | 190      | 3/5      | 20       |
| Przypadek | 26 (K)  | 25 (K)  | 22 (K)  | 18 (K)   | 22 (K)   | 20 (K)   |
| MIN       | -4,70   | -0,55   | -9,29   | -0,03    | -36,02   | -0,65    |
| Pręt      | 300     | 344     | 344     | 304      | 321      | 342      |

|                  |        |        |        |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Punkt</b>     | 17     | 332    | 4/5    | 313    | 200    | 277    |
| <b>Przypadek</b> | 20 (K) | 19 (K) | 22 (K) | 18 (K) | 15 (K) | 25 (K) |

### Siły ekstremalne – Belki dachu

|                  | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| <b>MAX</b>       | 10,21   | 2,21    | 12,88   | 0,01     | 24,61    | 2,91     |
| <b>Pręt</b>      | 404     | 405     | 407     | 401      | 408      | 405      |
| <b>Punkt</b>     | 589     | 585     | 220     | 584      | 225      | 585      |
| <b>Przypadek</b> | 20 (K)  | 20 (K)  | 10 (K)  | 10 (K)   | 10 (K)   | 20 (K)   |
| <b>MIN</b>       | -17,17  | -2,32   | -12,87  | -0,01    | -24,66   | -2,97    |
| <b>Pręt</b>      | 405     | 404     | 408     | 401      | 407      | 404      |
| <b>Punkt</b>     | 225     | 2/5     | 225     | 583      | 220      | 589      |
| <b>Przypadek</b> | 18 (K)  | 25 (K)  | 10 (K)  | 10 (K)   | 10 (K)   | 25 (K)   |

### Siły ekstremalne – Belki podestów (spoczniki)

|                  | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| <b>MAX</b>       | 16,54   | 2,53    | 21,55   | 0,01     | 11,17    | 1,41     |
| <b>Pręt</b>      | 275     | 265     | 215     | 235      | 255      | 275      |
| <b>Punkt</b>     | 3/5     | 2/5     | 26      | 4/5      | 3/5      | 3/5      |
| <b>Przypadek</b> | 11 (K)  | 13 (K)  | 15 (K)  | 15 (K)   | 15 (K)   | 16 (K)   |
| <b>MIN</b>       | -30,97  | -2,66   | -21,53  | -0,01    | -17,71   | -1,86    |
| <b>Pręt</b>      | 284     | 215     | 275     | 235      | 215      | 223      |
| <b>Punkt</b>     | 394     | 4/5     | 303     | 206      | 26       | 192      |
| <b>Przypadek</b> | 11 (K)  | 16 (K)  | 15 (K)  | 15 (K)   | 15 (K)   | 25 (K)   |

### Siły ekstremalne – Belki policykowe schodów

|                  | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| <b>MAX</b>       | 65,78   | 4,45    | 22,43   | 0,02     | 15,06    | 3,12     |
| <b>Pręt</b>      | 129     | 110     | 127     | 130      | 131      | 110      |
| <b>Punkt</b>     | 296     | 192     | 289     | 305      | 3/5      | 192      |
| <b>Przypadek</b> | 15 (K)  | 20 (K)  | 15 (K)  | 25 (K)   | 15 (K)   | 20 (K)   |
| <b>MIN</b>       | -111,00 | -4,00   | -21,84  | -0,00    | -15,19   | -1,56    |
| <b>Pręt</b>      | 953     | 122     | 129     | 106      | 125      | 110      |
| <b>Punkt</b>     | 308     | 294     | 300     | 24       | 286      | 3/5      |
| <b>Przypadek</b> | 11 (K)  | 25 (K)  | 15 (K)  | 25 (K)   | 15 (K)   | 19 (K)   |

### Siły ekstremalne – Belki trzonu windy

|                  | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kNm) | MY (kNm) | MZ (kNm) |
|------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| <b>MAX</b>       | 77,91   | 0,22    | 1,18    | 0,11     | 0,95     | 0,18     |
| <b>Pręt</b>      | 1001    | 535     | 130     | 511      | 130      | 511      |
| <b>Punkt</b>     | 22      | 271     | 305     | 14       | 3/5      | 3/5      |
| <b>Przypadek</b> | 25 (K)  | 17 (K)  | 17 (K)  | 25 (K)   | 10 (K)   | 10 (K)   |
| <b>MIN</b>       | -85,89  | -0,22   | -1,18   | -0,05    | -0,00    | -0,18    |
| <b>Pręt</b>      | 970     | 533     | 130     | 521      | 517      | 533      |
| <b>Punkt</b>     | 305     | 199     | 396     | 11       | 3/5      | 3/5      |
| <b>Przypadek</b> | 11 (K)  | 17 (K)  | 10 (K)  | 20 (K)   | 17 (K)   | 17 (K)   |

## Siły ekstremalne – Stężenia ścienne

|                  | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) |
|------------------|---------|---------|---------|
| <b>MAX</b>       | 77,91   | 0,22    | 1,18    |
| <b>Pręt</b>      | 1001    | 535     | 130     |
| <b>Punkt</b>     | 22      | 271     | 305     |
| <b>Przypadek</b> | 25 (K)  | 17 (K)  | 17 (K)  |
| <b>MIN</b>       | -85,89  | -0,22   | -1,18   |
| <b>Pręt</b>      | 970     | 533     | 130     |
| <b>Punkt</b>     | 305     | 199     | 396     |
| <b>Przypadek</b> | 11 (K)  | 17 (K)  | 10 (K)  |

## 3. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI STALOWEJ

### 3.1 SŁUP WIEŻY - OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 23

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.11 L = 1.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 18 KOMB12 (1+2)\*1.15+(3+5)\*1.50+8\*0.90+6\*0.75

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 ) fy = 235.00 MPa



**PARAMETRY PRZESZKROJU: HEB 220**

h=22.0 cm

b=22.0 cm

tw=0.9 cm

tf=1.6 cm

gM0=1.00

Ay=76.56 cm<sup>2</sup>

Iy=8090.00 cm<sup>4</sup>

Wply=827.05 cm<sup>3</sup>

gM1=1.00

Az=27.88 cm<sup>2</sup>

Iz=2840.00 cm<sup>4</sup>

Wplz=393.88 cm<sup>3</sup>

Ax=91.00 cm<sup>2</sup>

Ix=76.80 cm<sup>4</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N<sub>Ed</sub> = 151.97 kN

N<sub>c,Rd</sub> = 2138.50 kN

N<sub>b,Rd</sub> = 1714.99 kN

M<sub>y,Ed</sub> = -42.90 kN\*m

M<sub>y,Ed,max</sub> = 91.73 kN\*m

M<sub>y,c,Rd</sub> = 194.36 kN\*m

MN<sub>y,Rd</sub> = 194.36 kN\*m

M<sub>z,Ed</sub> = -4.72 kN\*m

M<sub>z,Ed,max</sub> = 5.66 kN\*m

M<sub>z,c,Rd</sub> = 92.56 kN\*m

MN<sub>z,Rd</sub> = 92.56 kN\*m

V<sub>y,Ed</sub> = -4.03 kN

V<sub>y,T,Rd</sub> = 1038.28 kN

V<sub>z,Ed</sub> = 67.32 kN

V<sub>z,T,Rd</sub> = 378.17 kN

T<sub>t,Ed</sub> = -0.01 kN\*m

KLASA PRZESKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

L<sub>y</sub> = 8.86 m

L<sub>cr,y</sub> = 2.00 m

L<sub>amy</sub> = 21.21

L<sub>am,y</sub> = 0.23

X<sub>y</sub> = 0.99

k<sub>yy</sub> = 0.90



względem osi z:

L<sub>z</sub> = 8.86 m

L<sub>cr,z</sub> = 3.00 m

L<sub>amz</sub> = 53.70

L<sub>am,z</sub> = 0.57

X<sub>z</sub> = 0.80

k<sub>yz</sub> = 0.57

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

N<sub>Ed</sub>/N<sub>c,Rd</sub> = 0.07 < 1.00 (6.2.4.(1))

(M<sub>y,Ed</sub>/MN<sub>y,Rd</sub>)<sup>2.00</sup> + (M<sub>z,Ed</sub>/MN<sub>z,Rd</sub>)<sup>1.00</sup> = 0.10 < 1.00 (6.2.9.1.(6))

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.18 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{b,y} = 21.21 < \lambda_{b,max} = 210.00 \quad \lambda_{b,z} = 53.70 < \lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.53 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.40 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

## PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** Nie analizowano



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$$v_x = 1.0 \text{ cm} < v_{x,max} = L/250.00 = 3.5 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 32 \text{ KOMB10 } (1+2+7+3) \cdot 1.00$$

$$v_y = 0.3 \text{ cm} < v_{y,max} = L/250.00 = 3.5 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 37 \text{ KOMB23 } (1+2+4+8) \cdot 1.00$$

**Profil poprawny !!!**

## 3.2 SŁUP WINDY - OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014](#), [Eurocode 3: Design of steel structures](#).

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 701

**PUNKT:** 5

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.45 \text{ L} = 5.41 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 25 \text{ KOMB27 } (1+2) \cdot 1.15 + (3+4) \cdot 1.05 + 8 \cdot 1.50$$

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZĘKROJU: HEB 160**

$$h = 16.0 \text{ cm}$$

$$gM0 = 1.00$$

$$gM1 = 1.00$$

$$b = 16.0 \text{ cm}$$

$$A_y = 45.98 \text{ cm}^2$$

$$A_z = 17.64 \text{ cm}^2$$

$$A_x = 54.30 \text{ cm}^2$$

$$t_w = 0.8 \text{ cm}$$

$$I_y = 2490.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 889.00 \text{ cm}^4$$

$$I_x = 31.40 \text{ cm}^4$$

$$t_f = 1.3 \text{ cm}$$

$$W_{ply} = 353.97 \text{ cm}^3$$

$$W_{plz} = 169.96 \text{ cm}^3$$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$$N_{Ed} = 157.22 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 1.53 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} = 4.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,Ed} = -3.49 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = 1276.05 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed,max} = 1.54 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed,max} = 4.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,T,Rd} = 623.21 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 935.10 \text{ kN}$$

$$M_{y,c,Rd} = 83.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,c,Rd} = 39.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,Ed} = 1.04 \text{ kN}$$

$$M_{N,y,Rd} = 82.59 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{N,z,Rd} = 39.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,T,Rd} = 239.19 \text{ kN}$$

$$T_{t,Ed} = 0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

KLASA PRZĘKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

$$L_y = 12.00 \text{ m}$$

$$\lambda_{m,y} = 0.39$$

$$L_{cr,y} = 2.50 \text{ m}$$

$$X_y = 0.93$$

$$\lambda_{m,y} = 36.92$$

$$k_{zy} = 0.55$$



względem osi z:

$$L_z = 12.00 \text{ m}$$

$$\lambda_{m,z} = 0.69$$

$$L_{cr,z} = 2.61 \text{ m}$$

$$X_z = 0.73$$

$$\lambda_{m,z} = 64.50$$

$$k_{zz} = 1.02$$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.12 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.11 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{y,Ed} = 36.92 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 64.50 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.22 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.29 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

## PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** Nie analizowano



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$$v_x = 0.7 \text{ cm} < v_{x,max} = L/250.00 = 4.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 32 KOMB10 (1+2+7+3)\*1.00

$$v_y = 1.2 \text{ cm} < v_{y,max} = L/250.00 = 4.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 37 KOMB23 (1+2+4+8)\*1.00

**Profil poprawny !!!**

## 3.3 BELKA BALKONU - OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 362 Belka\_wspornik\_362

**PUNKT:**

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 18 KOMB12 (1+2)\*1.15+(3+5)\*1.50+8\*0.90+6\*0.75

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 200**

$$h = 19.0 \text{ cm}$$

$$g_{M0} = 1.00$$

$$g_{M1} = 1.00$$

$$b = 20.0 \text{ cm}$$

$$A_y = 45.09 \text{ cm}^2$$

$$A_z = 18.05 \text{ cm}^2$$

$$A_x = 53.80 \text{ cm}^2$$

$$t_w = 0.7 \text{ cm}$$

$$I_y = 3690.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 1340.00 \text{ cm}^4$$

$$I_x = 21.10 \text{ cm}^4$$

$$t_f = 1.0 \text{ cm}$$

$$W_{ply} = 429.48 \text{ cm}^3$$

$$W_{plz} = 203.82 \text{ cm}^3$$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$$N_{Ed} = -0.04 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = -0.14 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} = 28.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,Ed} = 23.32 \text{ kN}$$

$$N_{t,Rd} = 1264.30 \text{ kN}$$

$$M_{y,pl,Rd} = 100.93 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,pl,Rd} = 47.90 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,T,Rd} = 610.60 \text{ kN}$$

$$M_{y,c,Rd} = 100.93 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,c,Rd} = 47.90 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,Ed} = 0.33 \text{ kN}$$

$$M_{N,y,Rd} = 100.93 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{N,z,Rd} = 47.90 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,T,Rd} = 244.59 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = 100.93 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{t,Ed} = -0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$$z = 1.00$$

$$M_{cr} = 1002.67 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Krzywa, LT - b}$$

$$X_{LT} = 1.00$$

$$L_{cr,low} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{m,LT} = 0.32$$

$$f_{i,LT} = 0.52$$

$$X_{LT,mod} = 1.00$$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.60 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{\text{Ed}}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

## PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/250.00 = 0.7 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 39 KOMB25 (1+2+3+8)\*1.00

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/250.00 = 0.7 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 30 KOMB10 (1+2+6+3+5)\*1.00



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## 3.4 BELKA SPOCZNIKA - OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** [PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014](#), [Eurocode 3: Design of steel structures](#).

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 275 Belka\_275

**PUNKT:**

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

**Decydujący przypadek obciążenia:** 15 KOMB7 (1+2)\*1.15+(3+5+4)\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 160**

h=15.2 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=16.0 cm

Ay=32.56 cm<sup>2</sup>

Az=13.24 cm<sup>2</sup>

Ax=38.80 cm<sup>2</sup>

tw=0.6 cm

Iy=1670.00 cm<sup>4</sup>

Iz=616.00 cm<sup>4</sup>

Ix=12.30 cm<sup>4</sup>

tf=0.9 cm

Wply=245.15 cm<sup>3</sup>

Wplz=117.63 cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N<sub>y,Ed</sub> = -0.05 kN

M<sub>y,Ed</sub> = -17.64 kN\*m

M<sub>z,Ed</sub> = -0.58 kN\*m

V<sub>y,Ed</sub> = -0.94 kN

N<sub>t,Rd</sub> = 911.80 kN

M<sub>y,pl,Rd</sub> = 57.61 kN\*m

M<sub>z,pl,Rd</sub> = 27.64 kN\*m

V<sub>y,T,Rd</sub> = 440.62 kN

M<sub>y,c,Rd</sub> = 57.61 kN\*m

M<sub>z,c,Rd</sub> = 27.64 kN\*m

V<sub>z,Ed</sub> = 21.54 kN

M<sub>N,y,Rd</sub> = 57.61 kN\*m

M<sub>N,z,Rd</sub> = 27.64 kN\*m

V<sub>z,T,Rd</sub> = 179.33 kN

M<sub>b,Rd</sub> = 45.91 kN\*m

T<sub>t,Ed</sub> = -0.01 kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

z = 1.00

M<sub>cr</sub> = 75.84 kN\*m

Krzywa,LT - b

XLT = 0.78

L<sub>cr,low</sub> = 4.80 m

Lam\_LT = 0.87

f<sub>i,LT</sub> = 0.87

XLT,mod = 0.80

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{y,Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.11 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.12 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{\text{Ed}}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{\text{Ed}}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.38 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

## PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



### Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/250.00 = 1.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 32 KOMB10 (1+2+7+3)\*1.00

$u_z = 0.4 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/250.00 = 1.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 41 KOMB29 (1+2+4+7)\*1.00



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

**Profil poprawny !!!**

## 3.5 BELKA SCHODÓW - OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

### GRUPA:

**PRĘT:** 131 Belka\_1\_131

**PUNKT:**

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.00 \text{ L} = 0.00 \text{ m}$

### OBCIĄŻENIA:

**Decydujący przypadek obciążenia:** 15 KOMB7 (1+2)\*1.15+(3+5+4)\*1.50

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: C 200

$h = 20.0 \text{ cm}$

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 7.5 \text{ cm}$

$A_y = 19.11 \text{ cm}^2$

$A_z = 17.25 \text{ cm}^2$

$A_x = 32.20 \text{ cm}^2$

$t_w = 0.9 \text{ cm}$

$I_y = 1910.00 \text{ cm}^4$

$I_z = 148.00 \text{ cm}^4$

$I_x = 11.90 \text{ cm}^4$

$t_f = 1.1 \text{ cm}$

$W_{ply} = 234.03 \text{ cm}^3$

$W_{plz} = 63.67 \text{ cm}^3$

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = 10.15 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = -23.21 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed} = -0.06 \text{ kN*m}$

$V_{y,Ed} = -0.03 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 756.70 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,max} = -23.21 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed,max} = -0.06 \text{ kN*m}$

$V_{y,T,Rd} = 259.20 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 756.70 \text{ kN}$

$M_{y,c,Rd} = 55.00 \text{ kN*m}$

$M_{z,c,Rd} = 14.96 \text{ kN*m}$

$V_{z,Ed} = 19.70 \text{ kN}$

$M_{N,y,Rd} = 54.99 \text{ kN*m}$

$M_{N,z,Rd} = 14.96 \text{ kN*m}$

$V_{z,T,Rd} = 233.99 \text{ kN}$

$M_{b,Rd} = 31.28 \text{ kN*m}$

$T_{t,Ed} = 0.00 \text{ kN*m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$M_{cr} = 54.17 \text{ kN*m}$

Krzywa, LT - d

$X_{LT} = 0.56$

$L_{cr,low} = 3.22 \text{ m}$

$\lambda_{m,LT} = 1.01$

$\phi_{i,LT} = 1.11$

$X_{LT,mod} = 0.57$

### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$k_{yy} = 0.90$



względem osi z:

$k_{yz} = 0.54$

### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

#### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{,Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$

$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.43 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$

$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$

$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$

$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$

$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$

#### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.74 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$

$N_{,Ed}/(X_y \cdot N_{c,Rd}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rd}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rd}/gM1) = 0.68 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$

$N_{,Ed}/(X_z \cdot N_{c,Rd}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rd}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rd}/gM1) = 0.46 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$

**Profil poprawny !!!**

### 3.6 STĘŻENIA ŚCIENNE - OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1001 Pręt\_1\_1001

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.25 L = 0.90 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 25 KOMB27 (1+2)\*1.15+(3+4)\*1.05+8\*1.50

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU:** RK 80x4

$h=8.0 \text{ cm}$

$b=8.0 \text{ cm}$

$t_w=0.4 \text{ cm}$

$t_f=0.4 \text{ cm}$

$gM0=1.00$

$A_y=5.88 \text{ cm}^2$

$I_y=111.04 \text{ cm}^4$

$W_{ply}=33.07 \text{ cm}^3$

$gM1=1.00$

$A_z=5.88 \text{ cm}^2$

$I_z=111.04 \text{ cm}^4$

$W_{plz}=33.07 \text{ cm}^3$

$A_x=11.75 \text{ cm}^2$

$I_x=180.44 \text{ cm}^4$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{,Ed} = 73.11 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 276.13 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 137.79 \text{ kN}$

$M_{z,Ed} = 0.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed,max} = 0.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,c,Rd} = 7.77 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$MN_{,z,Rd} = 7.40 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{y,Ed} = -0.05 \text{ kN}$

$V_{y,T,Rd} = 79.58 \text{ kN}$

$T_{t,Ed} = 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

$L_y = 3.61 \text{ m}$

$L_{cr,y} = 3.61 \text{ m}$

$L_{amy} = 117.43$

$L_{am,y} = 1.25$

$X_y = 0.50$

$k_{yz} = 0.77$



względem osi z:

$L_z = 3.61 \text{ m}$

$L_{cr,z} = 3.61 \text{ m}$

$L_{amz} = 117.43$

$L_{am,z} = 1.25$

$X_z = 0.50$

$k_{zz} = 1.28$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{,Ed}/N_{c,Rd} = 0.26 < 1.00$  (6.2.4.(1))

$M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.5.(1))

$M_{z,Ed}/MN_{,z,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.9.1.(2))

$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)

$\tau_{u,ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}\cdot gM0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

$\tau_{u,tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}\cdot gM0)) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{bda,y} = 117.43 < \lambda_{bda,max} = 210.00$   $\lambda_{bda,z} = 117.43 < \lambda_{bda,max} = 210.00$  STABILNY

$N_{,Ed}/(X_y \cdot N_{c,Rd}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rd}/gM1) = 0.54 < 1.00$  (6.3.3.(4))

$N_{,Ed}/(X_z \cdot N_{c,Rd}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rd}/gM1) = 0.55 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 1.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 35 KOMB21 (1+2+5+8)\*1.00



**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):**

$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 2.4 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 32 KOMB10 (1+2+7+3)\*1.00

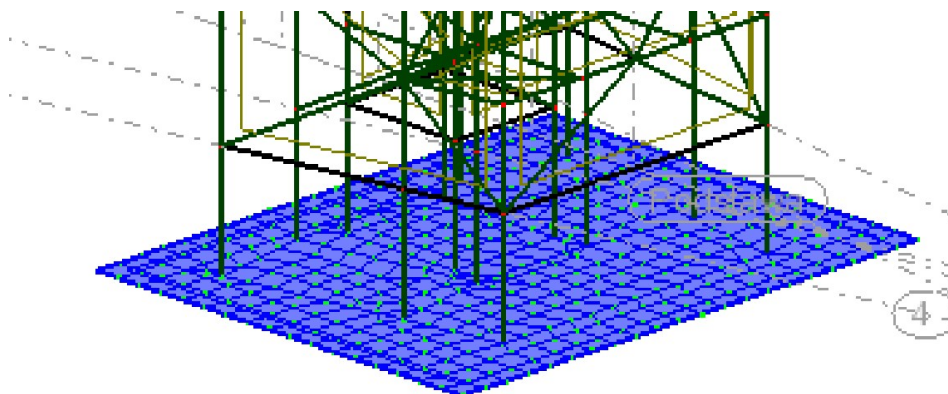
$v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 2.4 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 39 KOMB25 (1+2+3+8)\*1.00

**Profil poprawny !!!**

#### 4. WYMIAROWANIE PŁYTY FUNDAMENTOWEJ



##### Dane - Panele

| Panel | Grubość | Material | Typ siatkowania | Typ zbrojenia |
|-------|---------|----------|-----------------|---------------|
| 1170  | GR_60   | C25/30   | Coons           | Płyta         |

##### Dane - Charakterystyki - Panele

| Nazwa grubości | Lista paneli | Typ grubości | Material | Grubość (cm) | KZ (kN/m3) |
|----------------|--------------|--------------|----------|--------------|------------|
| GR_60          | 1170         | stała        | C25/30   | 60,00        | 35455,70   |

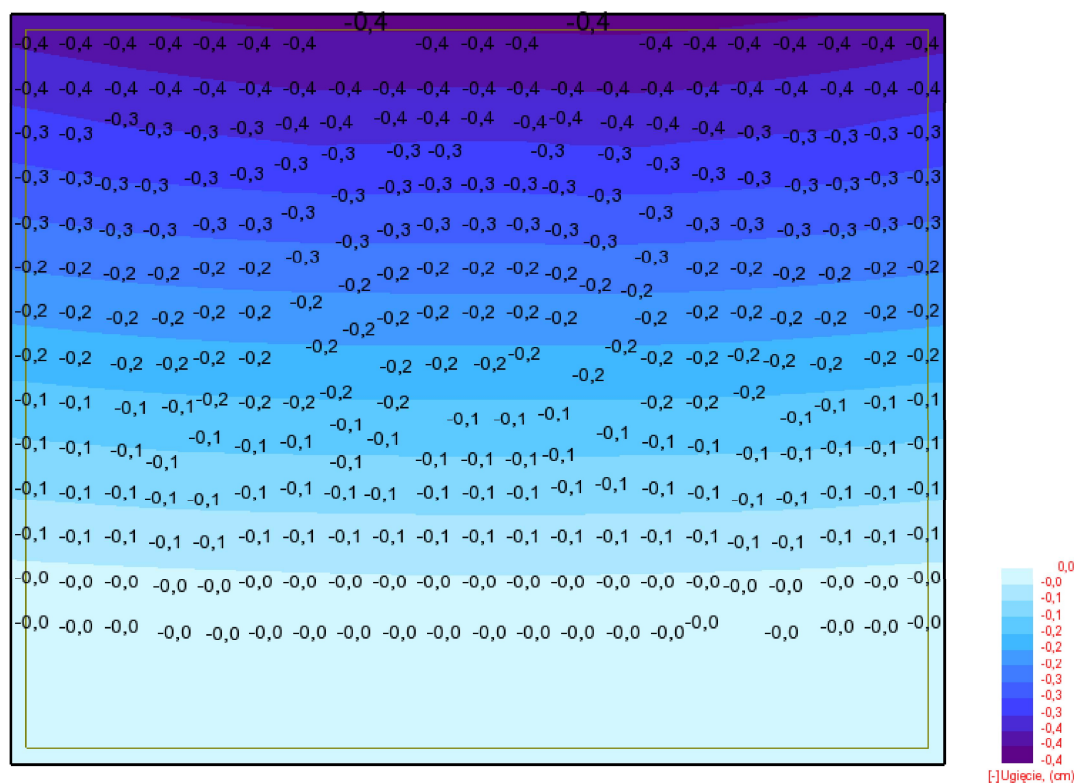
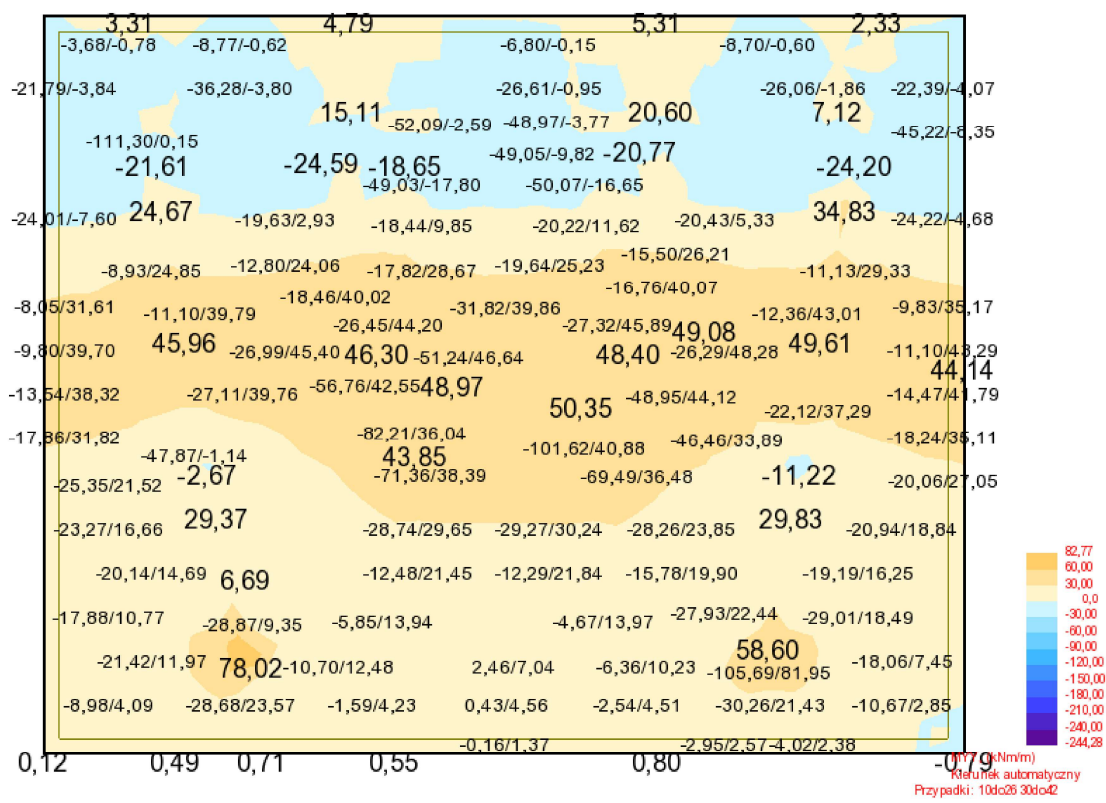
##### Wyniki zbrojenia - Info

| Filtrowanie                  | Panel  | Węzeł |
|------------------------------|--|-------|
| Ilość całkowita              | 1  | 1359  |
| Ilość wybrana                | 1  | 1359  |
| Typ zbrojenia                | Płyta  |       |
| Kierunek zbrojenia :         | zgodny z osią Y  |       |
| Beton :                      | C25/30, wytrzymałość charakterystyczna 25,00(MPa)            |       |
| Stal :                       | A-IIIIN (RB500W), wytrzymałość charakterystyczna 500,00(MPa) |       |
| Średnice zbrojenia dolnego : | d1 = 16, d2 = 16   |       |
| Średnice zbrojenia górnego : | d1' = 16, d2' = 16   |       |
| Otulina :                    | dolna c1 = 6,00(cm), górna c2 = 4,00(cm),                    |       |
| Typ wymiarowania:            | zginanie + ściskanie/rozciąganie                             |       |
| Układ zbrojenia:             | dwukierunkowy  |       |
| Zbrojenie minimalne:         | dla ES, dla których zbrojenie $A_s > 0$                      |       |
| Klasa ciągliwości:           | B  |       |
| Klasa cementu:               | N  |       |
| Klasa konstrukcji:           | S4   |       |
| Odechyłki otuliny:           | Cdev = 1,00(cm), Cdur = 0,00(cm)                             |       |
| Zakres obliczeń              |  |       |
| Zarysowanie:                 | TAK  |       |
| - korekta zbrojenia:         | TAK  |       |
| Ugięcie:                     | TAK  |       |
| - korekta zbrojenia:         | TAK  |       |

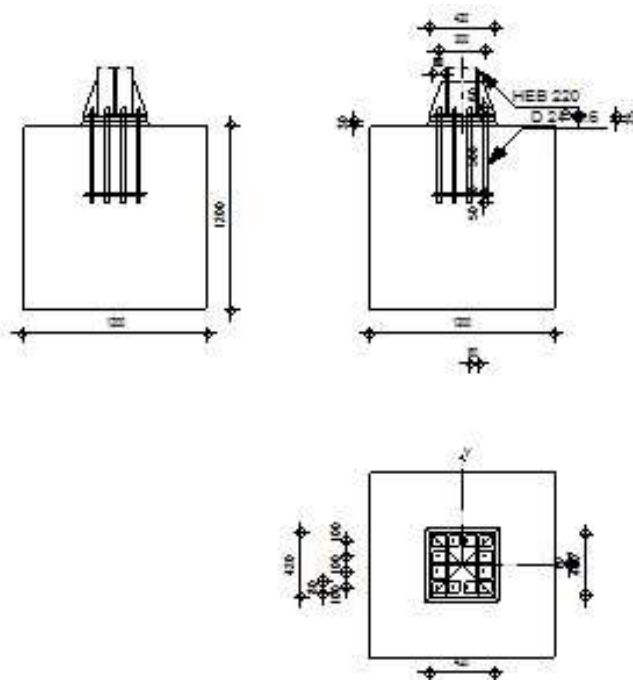




## UGIĘCIA



## 5. ZAKOTWIENIE SŁUPA WIEŻY



### OGÓLNE

Nr połączenia: 20  
 Nazwa połączenia: Stopa zamocowana  
 Węzeł konstrukcji: 10  
 Pręty konstrukcji: 10

### GEOMETRIA

#### SŁUP

Profil: HEB 220  
 Nr pręta: 10  
 $L_c = 11,50$  [m] Długość słupa  
 Materiał: S 235

#### PODSTAWA STOPY SŁUPA

$l_{pd} = 420$  [mm] Długość  
 $b_{pd} = 420$  [mm] Szerokość  
 $t_{pd} = 25$  [mm] Grubość  
 Materiał: S 355  
 $f_{ypd} = 355,00$  [MPa] Wytrzymałość  
 $f_{upd} = 470,00$  [MPa] Granica wytrzymałości materiału

#### ZAKOTWIENIE

Płaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

Klasa = 5.6 Klasa kotew  
 $f_{yb} = 300,00$  [MPa] Granica plastyczności materiału śruby  
 $f_{ub} = 500,00$  [MPa] Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie  
 $d = 24$  [mm] Średnica śruby  
 $n_H = 4$  Ilość kolumn śrub  
 $n_V = 4$  Ilość rzędów śrub  
 Rozstaw poziomy  $e_{Hi} = 100; 100$  [mm]  
 Rozstaw pionowy  $e_{Vi} = 100; 100$  [mm]

#### ŻEBRO

|         |     |      |           |
|---------|-----|------|-----------|
| $l_s =$ | 420 | [mm] | Długość   |
| $w_s =$ | 400 | [mm] | Szerokość |
| $h_s =$ | 220 | [mm] | Wysokość  |
| $t_s =$ | 10  | [mm] | Grubość   |
| $d_1 =$ | 20  | [mm] | Wycięcie  |
| $d_2 =$ | 20  | [mm] | Wycięcie  |

#### **WSPÓŁCZYNNIKI MATERIAŁOWE**

|                 |      |                                       |
|-----------------|------|---------------------------------------|
| $\gamma_{M0} =$ | 1,00 | Częściowy współczynnik bezpieczeństwa |
| $\gamma_{M2} =$ | 1,25 | Częściowy współczynnik bezpieczeństwa |
| $\gamma_C =$    | 1,50 | Częściowy współczynnik bezpieczeństwa |

#### **STOPA FUNDAMENTOWA**

|       |      |      |                 |
|-------|------|------|-----------------|
| $L =$ | 1200 | [mm] | Długość stopy   |
| $B =$ | 1200 | [mm] | Szerokość stopy |
| $H =$ | 1200 | [mm] | Wysokość stopy  |

#### **Beton**

Klasa C25/30

|            |       |       |   |
|------------|-------|-------|---|
| $f_{ck} =$ | 25,00 | [MPa] | Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie |
|------------|-------|-------|---|

#### **Warstwa wyrównawcza**

|              |       |       |   |
|--------------|-------|-------|---|
| $t_g =$      | 30    | [mm]  | Grubość warstwy wyrównawczej (podsypki)     |
| $f_{ck,g} =$ | 12,00 | [MPa] | Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie |
| $C_{f,d} =$  | 0,30  |       | Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem |

#### **SPOINY**

|         |   |      |                          |
|---------|---|------|--------------------------|
| $a_p =$ | 6 | [mm] | Płyta główna stopy słupa |
| $a_s =$ | 4 | [mm] | Żebra                    |

#### **OBCIĄŻENIA**

Przypadek: 18: KOMB12 (1+2) \* 1.15 + (3+5) \* 1.50 + 8 \* 0.90 + 6 \* 0.75

|                |        |        |                  |
|----------------|--------|--------|------------------|
| $N_{i,Ed} =$   | 236,57 | [kN]   | Siła osiowa      |
| $V_{j,Ed,y} =$ | 25,83  | [kN]   | Siła ścinająca   |
| $V_{i,Ed,z} =$ | 18,95  | [kN]   | Siła ścinająca   |
| $M_{j,Ed,y} =$ | -6,78  | [kN*m] | Moment zginający |
| $M_{i,Ed,z} =$ | 3,24   | [kN*m] | Moment zginający |

#### **REZULTATY**

#### **STREFA ROZCIĄGANA**

##### **ZERWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ**

|                 |        |      |                           |               |
|-----------------|--------|------|---------------------------|---------------|
| $F_{t,Rd,s1} =$ | 108,02 | [kN] | Nośność śruby na zerwanie | [Tablica 3.4] |
| $F_{t,Rd,s2} =$ | 88,25  | [kN] | Nośność śruby na zerwanie | CEB [9.2.2]   |

$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$

$F_{t,Rd,s} = 88,25$  [kN] Nośność śruby na zerwanie

##### **WYRWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ Z BETONU**

|                |        |      |                                     |             |
|----------------|--------|------|-------------------------------------|-------------|
| $F_{t,Rd,p} =$ | 828,79 | [kN] | Nośność obl. ze względu na wrywanie | CEB [9.2.3] |
|----------------|--------|------|-------------------------------------|-------------|

##### **WYŁAMANIE STOŻKA BETONU**

|                |        |      |   |                       |
|----------------|--------|------|---|-----------------------|
| $N_{Rk,c}^0 =$ | 233,83 | [kN] | Nośność obl. ze względu na wrywanie                   | CEB [9.2.4]           |
| $F_{t,Rd,c} =$ | 108,25 | [kN] | Nośność obliczeniowa kotwi na wyłamanie stożka betonu | EN 1992-1:[8.4.2.(2)] |

##### **ROZSADZANIE BETONU**

|                 |        |      |  |             |
|-----------------|--------|------|--|-------------|
| $N_{Rk,c}^0 =$  | 503,12 | [kN] | Nośność obl. ze względu na wrywanie              | CEB [9.2.5] |
| $F_{t,Rd,sp} =$ | 217,39 | [kN] | Nośność obliczeniowa kotwi na rozsadzanie betonu | CEB [9.2.5] |

##### **NOŚNOŚĆ KOTWI NA ROZCIĄGANIE**

|  |       |      |                              |
|--|-------|------|------------------------------|
| $F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$ |       |      |                              |
| $F_{t,Rd} =$   | 88,25 | [kN] | Nośność kotwi na rozciąganie |

##### **ZGINANIE PŁYTY PODSTAWY**

|                   |        |      |                                |         |
|-------------------|--------|------|--------------------------------|---------|
| $F_{t,pl,Rd,y} =$ | 353,00 | [kN] | Nośność płyty przy rozciąganiu | [6.2.4] |
| $F_{t,pl,Rd,z} =$ | 353,00 | [kN] | Nośność płyty przy rozciąganiu | [6.2.4] |

##### **NOŚNOŚĆ ŚRODNIA SŁUPA PRZY ROZCIĄGANIU**

|                   |        |      |                      |               |
|-------------------|--------|------|----------------------|---------------|
| $F_{t,wc,Rd,z} =$ | 369,73 | [kN] | Nośność środka słupa | [6.2.6.3.(1)] |
|-------------------|--------|------|----------------------|---------------|

**NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ROZCIĄGANEJ**

|   |      |  |           |
|---|------|--|-----------|
| $N_{j,Rd} = 1059,00$                              | [kN] | Nośność stopy przy rozciąganiu osiowym | [6.2.8.3] |
| $F_{T,Rd,y} = F_{T,pl,Rd,y}$                      |      |  |           |
| $F_{T,Rd,y} = 353,00$                             | [kN] | Nośność stopy w strefie rozciąganej    | [6.2.8.3] |
| $F_{T,Rd,z} = \min(F_{T,pl,Rd,z}, F_{T,wc,Rd,z})$ |      |  |           |
| $F_{T,Rd,z} = 353,00$                             | [kN] | Nośność stopy w strefie rozciąganej    | [6.2.8.3] |

**KONTROLA NOŚNOŚCI POŁĄCZENIA**

|  |               |                                |           |
|--|---------------|--------------------------------|-----------|
| $N_{i,Ed} / N_{i,Rd} \leq 1,0$ (6.24)                        | $0,22 < 1,00$ | zweryfikowano                  | (0,22)    |
| $M_{j,Rd,y} = 16,98$   | [kN*m]        | Nośność połączenia na zginanie | [6.2.8.3] |
| $M_{i,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)                    | $0,40 < 1,00$ | zweryfikowano                  | (0,40)    |
| $M_{j,Rd,z} = 8,86$  | [kN*m]        | Nośność połączenia na zginanie | [6.2.8.3] |
| $M_{i,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)                    | $0,37 < 1,00$ | zweryfikowano                  | (0,37)    |
| $M_{i,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{i,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | $0,76 < 1,00$ | zweryfikowano                  | (0,76)    |

**ŚCINANIE****DOCISK ŚRUBY KOTWIĄCEJ DO PŁYTY PODSTAWY**

|                          |      |   |             |
|--------------------------|------|---|-------------|
| $F_{1,vb,Rd,y} = 433,85$ | [kN] | Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy | [6.2.2.(7)] |
| $F_{1,vb,Rd,z} = 433,85$ | [kN] | Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy | [6.2.2.(7)] |

**ŚCIECIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ**

|                       |      |   |             |
|-----------------------|------|---|-------------|
| $F_{2,vb,Rd} = 63,33$ | [kN] | Nośność śruby na ściecie - bez efektu dźwigni | [6.2.2.(7)] |
| $F_{v,Rd,sm} = 8,57$  | [kN] | Nośność śruby na ściecie - z efektem dźwigni  | CEB [9.3.1] |

**WYWAŻANIE STOŻKA BETONU**

|                        |      |                             |             |
|------------------------|------|-----------------------------|-------------|
| $F_{v,Rd,cp} = 216,51$ | [kN] | Nośność betonu na wyważanie | CEB [9.3.1] |
|------------------------|------|-----------------------------|-------------|

**ZNISZCZENIE KRAWĘDZI BETONU**

|                         |      |   |             |
|-------------------------|------|---|-------------|
| $F_{v,Rd,c,y} = 234,82$ | [kN] | Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi | CEB [9.3.1] |
| $F_{v,Rd,c,z} = 234,82$ | [kN] | Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi | CEB [9.3.1] |

**POŚLIZG STOPY**

|                   |      |                    |             |
|-------------------|------|--------------------|-------------|
| $F_{f,Rd} = 0,00$ | [kN] | Nośność na poślizg | [6.2.2.(6)] |
|-------------------|------|--------------------|-------------|

**KONTROLA ŚCINANIA**

|  |               |                                |             |
|--|---------------|--------------------------------|-------------|
| $V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$ |               |                                |             |
| $V_{j,Rd,y} = 102,79$  | [kN]          | Nośność połączenia na ścinanie | CEB [9.3.1] |
| $V_{i,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$   | $0,25 < 1,00$ | zweryfikowano                  | (0,25)      |
| $V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$ |               |                                |             |
| $V_{j,Rd,z} = 102,79$  | [kN]          | Nośność połączenia na ścinanie | CEB [9.3.1] |
| $V_{i,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$   | $0,18 < 1,00$ | zweryfikowano                  | (0,18)      |
| $V_{i,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{i,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$   | $0,44 < 1,00$ | zweryfikowano                  | (0,44)      |

**KONTROLA ŻEBER****Żebro równoległe do środnika (na przedłużeniu środnika słupa)**

|   |               |   |                         |
|---|---------------|---|-------------------------|
| $\sigma_d = 1,61$   | [MPa]         | Naprężenie normalne na styku żebra i płyty  | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\sigma_g = 35,42$  | [MPa]         | Naprężenie normalne w górnych włóknach      | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\tau = 69,74$  | [MPa]         | Naprężenie styczne w żebrze                 | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\sigma_z = 120,81$   | [MPa]         | Naprężenie zastępcze na styku żebra i płyty | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0$ (6.1) | $0,34 < 1,00$ | zweryfikowano                               | (0,34)                  |

**Żebro prostopadłe do środnika (na przedłużeniu półek słupa)**

|   |               |   |                         |
|---|---------------|---|-------------------------|
| $\sigma_d = 2,11$   | [MPa]         | Naprężenie normalne na styku żebra i płyty  | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\sigma_g = 17,52$  | [MPa]         | Naprężenie normalne w górnych włóknach      | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\tau = 32,86$  | [MPa]         | Naprężenie styczne w żebrze                 | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\sigma_z = 56,96$  | [MPa]         | Naprężenie zastępcze na styku żebra i płyty | EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)] |
| $\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0$ (6.1) | $0,16 < 1,00$ | zweryfikowano                               | (0,16)                  |

**SPOINY MIĘDZY SŁUPEM I PŁYTA PODSTAWY**

|  |               |   |             |
|--|---------------|---|-------------|
| $\sigma_{\perp} = 29,44$   | [MPa]         | Naprężenie normalne w spoinie                 | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{\perp} = 29,44$   | [MPa]         | Naprężenie styczne prostopadłe                | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{yII} = 3,21$  | [MPa]         | Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,y}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{zII} = 4,91$  | [MPa]         | Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,z}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\beta_W = 0,80$   |               | Współczynnik zależny od wytrzymałości         | [4.5.3.(7)] |
| $\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)  | $0,11 < 1,00$ | zweryfikowano                                 | (0,11)      |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1) | $0,16 < 1,00$ | zweryfikowano                                 | (0,16)      |
| $\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{yII}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1) | $0,10 < 1,00$ | zweryfikowano                                 | (0,10)      |

## SPOINY PIONOWE ŻEBER

### **Żebro równoległe do środka (na przedłużeniu środka słupa)**

|   |        |       |                                       |                      |
|---|--------|-------|---------------------------------------|----------------------|
| $\sigma_{\perp} =$  | 67,25  | [MPa] | Napężenie normalne w spoinie          | [4.5.3.(7)]          |
| $\tau_{\perp} =$  | 67,25  | [MPa] | Napężenie styczne prostopadłe         | [4.5.3.(7)]          |
| $\tau_{\parallel} =$  | 87,18  | [MPa] | Napężenie styczne równoległe          | [4.5.3.(7)]          |
| $\sigma_z =$  | 202,21 | [MPa] | Sumaryczne napężenie zastępcze        | [4.5.3.(7)]          |
| $\beta_W =$   | 0,80   |       | Współczynnik zależny od wytrzymałości | [4.5.3.(7)]          |
| $\max(\sigma_{\perp}, \tau_{\parallel} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_{td} / (\beta_W * \gamma_{M2})) \leq 1.0 \text{ (4.1)}$ |        |       |                                       |                      |
| 0,56 < 1,00   |        |       |                                       | zweryfikowano (0,56) |

### **Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu półek słupa słupa)**

|   |       |       |                                       |                      |
|---|-------|-------|---------------------------------------|----------------------|
| $\sigma_{\perp} =$  | 31,69 | [MPa] | Napężenie normalne w spoinie          | [4.5.3.(7)]          |
| $\tau_{\perp} =$  | 31,69 | [MPa] | Napężenie styczne prostopadłe         | [4.5.3.(7)]          |
| $\tau_{\parallel} =$  | 41,08 | [MPa] | Napężenie styczne równoległe          | [4.5.3.(7)]          |
| $\sigma_z =$  | 95,28 | [MPa] | Sumaryczne napężenie zastępcze        | [4.5.3.(7)]          |
| $\beta_W =$   | 0,80  |       | Współczynnik zależny od wytrzymałości | [4.5.3.(7)]          |
| $\max(\sigma_{\perp}, \tau_{\parallel} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_{td} / (\beta_W * \gamma_{M2})) \leq 1.0 \text{ (4.1)}$ |       |       |                                       |                      |
| 0,26 < 1,00   |       |       |                                       | zweryfikowano (0,26) |

## SPOINY POZIOME ŻEBER

### **Żebro równoległe do środka (na przedłużeniu środka słupa)**

|   |        |       |                                       |                      |
|---|--------|-------|---------------------------------------|----------------------|
| $\sigma_{\perp} =$  | 135,62 | [MPa] | Napężenie normalne w spoinie          | [4.5.3.(7)]          |
| $\tau_{\perp} =$  | 135,62 | [MPa] | Napężenie styczne prostopadłe         | [4.5.3.(7)]          |
| $\tau_{\parallel} =$  | 119,43 | [MPa] | Napężenie styczne równoległe          | [4.5.3.(7)]          |
| $\sigma_z =$  | 341,12 | [MPa] | Sumaryczne napężenie zastępcze        | [4.5.3.(7)]          |
| $\beta_W =$   | 0,80   |       | Współczynnik zależny od wytrzymałości | [4.5.3.(7)]          |
| $\max(\sigma_{\perp}, \tau_{\parallel} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_{td} / (\beta_W * \gamma_{M2})) \leq 1.0 \text{ (4.1)}$ |        |       |                                       |                      |
| 0,73 < 1,00   |        |       |                                       | zweryfikowano (0,73) |

### **Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu półek słupa słupa)**

|   |        |       |                                       |                      |
|---|--------|-------|---------------------------------------|----------------------|
| $\sigma_{\perp} =$  | 71,00  | [MPa] | Napężenie normalne w spoinie          | [4.5.3.(7)]          |
| $\tau_{\perp} =$  | 71,00  | [MPa] | Napężenie styczne prostopadłe         | [4.5.3.(7)]          |
| $\tau_{\parallel} =$  | 57,87  | [MPa] | Napężenie styczne równoległe          | [4.5.3.(7)]          |
| $\sigma_z =$  | 173,81 | [MPa] | Sumaryczne napężenie zastępcze        | [4.5.3.(7)]          |
| $\beta_W =$   | 0,80   |       | Współczynnik zależny od wytrzymałości | [4.5.3.(7)]          |
| $\max(\sigma_{\perp}, \tau_{\parallel} * \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_{td} / (\beta_W * \gamma_{M2})) \leq 1.0 \text{ (4.1)}$ |        |       |                                       |                      |
| 0,37 < 1,00   |        |       |                                       | zweryfikowano (0,37) |

## SZTYWNOŚĆ POŁĄCZENIA

### **Zginanie momentem $M_{j,Ed,y}$**

|   |          |        |   |                |
|---|----------|--------|---|----------------|
| $k_{13,y} =$                            | 22       | [mm]   | Wsp. sztywności ściskanego betonu               | [Tablica 6.11] |
| $k_{15,y} =$                            | 29       | [mm]   | Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu | [Tablica 6.11] |
| $k_{16,y} =$                            | 2        | [mm]   | Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie            | [Tablica 6.11] |
| $\lambda_{0,y} =$                       | 1,30     |        | Smukłość słupa                                  | [5.2.2.5.(2)]  |
| $S_{j,ini,y} =$                         | 18483,39 | [kN*m] | Początkowa sztywność obrotowa                   | [Tablica 6.12] |
| $S_{j,rig,y} =$                         | 44319,13 | [kN*m] | Sztywność połączenia sztywnego                  | [5.2.2.5]      |
| $S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ PÓŁ-SZTYWNE |          |        |   | [5.2.2.5.(2)]  |

### **Zginanie momentem $M_{j,Ed,z}$**

|  |          |        |   |                |
|--|----------|--------|---|----------------|
| $k_{13,z} =$                           | 25       | [mm]   | Wsp. sztywności ściskanego betonu               | [Tablica 6.11] |
| $k_{15,z} =$                           | 25       | [mm]   | Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu | [Tablica 6.11] |
| $k_{16,z} =$                           | 2        | [mm]   | Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie            | [Tablica 6.11] |
| $\lambda_{0,z} =$                      | 2,19     |        | Smukłość słupa                                  | [5.2.2.5.(2)]  |
| $S_{j,ini,z} =$                        | 18318,29 | [kN*m] | Początkowa sztywność obrotowa                   | [6.3.1.(4)]    |
| $S_{j,rig,z} =$                        | 15558,26 | [kN*m] | Sztywność połączenia sztywnego                  | [5.2.2.5]      |
| $S_{j,ini,z} \geq S_{j,rig,z}$ SZTYWNE |          |        |   | [5.2.2.5.(2)]  |

**Połączenie zgodne z normą**