

# **Ekspertyza techniczna**

## **1. Przedmiot opracowania.**

Przedmiotem opracowania jest przebudowa budynku głównego Powiatowego Zespołu Szkół nr 2 w Kościerzynie dz. nr 248/II, obręb 0005 na cele dydaktyczne.

## **2. Podstawa opracowania.**

- zlecenie zamawiającego

Do zaprojektowania i wykonania konstrukcji użyto niżej wymienionych norm:

- PN-EN 1990:2004/A1:2008P Eurokod -- Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-1:2004P Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1991-1-3:2005P Eurokod 1 -- Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-3: Oddziaływania ogólne -- Obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4:2008/A1:2010E Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu
- PN-EN 1993-1-3: Eurokod 3 – Projektowanie konstrukcji stalowych
- PN-EN 1995-1-1:2010P Eurokod 5 -- Projektowanie konstrukcji drewnianych -- Część 1-1: Postanowienia ogólne -- Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
- PN-EN 1996 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych
- PN-EN 1997 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne

## **3. Cel opracowania i zakres.**

Celem opracowania jest zmiana sposobu użytkowania kondygnacji poddasza na cele dydaktyczne.

Opracowanie sporządza się w celu określenia oddziaływania projektowanych zmian i założeń do obliczeń konstrukcyjnych na budynek oraz oceny konstrukcji obiektu po wykonaniu zmian projektowych.

Ekspertyza techniczna ma dać odpowiedź czy możliwa jest zmiana sposobu użytkowania kondygnacji poddasza budynku i jaki zakres prac będzie wymagany by dostosować konstrukcję budynku do projektowanych zmian.

Na poddaszu budynku będą wykonane ścianki działowe murowane z bloczków wapienno piaskowych gr 8cm wydzielające pomieszczenia zgodnie z nową funkcją użytkową oraz prace instalacyjne i termomodernizacyjne. Prace nie mają wpływu na

zewnątrzny wygląd budynku. Wszystkie prace będą prowadzone we wnętrzu budynku.

#### **4. Opis stanu technicznego poszczególnych części budynku.**

Budynek 3 kondygnacyjny podpiwniczony z poddaszem. Budynek wybudowany w 1878 roku wpisany do Gminnej Ewidencji Zabytków pod numerem GEZ266.

W wyniku makroskopowych oględzin elementów nośnych i konstrukcyjnych budynku dokonano oceny poszczególnych elementów:

Fundamenty : Fundamenty ceglane. Nie wykonuje się zmian konstrukcyjnych w budynku a zmiany obciążeń użytkowych poddasza w stopniu znikomym wpływają na zwiększenie obciążeń na posadowienie. Ocena stanu technicznego fundamentów została pominięta.

##### Ściany budynku:

Ściany nośne budynku wykonane murowane z cegły pełnej ceramicznej o zróżnicowanej grubości.

Pomieszczenia kondygnacji użytkowych pokryte wyprawą wapienną. Ściany wykazują lokalne pęknięcia i zarysowania. Stan techniczny średni.

##### Stropy:

W budynku występują stropy masywne. Stropy wykończone od spodu tynkiem i warstwami wykończeniowymi od góry. Opracowanie projektowe nie ingeruje w zmiany obciążeń stopów użytkowanych kondygnacji.

Strop poddasza będący przedmiotem analizy konstrukcyjnej jest ceglany na belkach stalowych od spodu pokryty tynkiem cementowym. Wykończenie podłogi stanowi posadzka betonowa na warstwie styropianu. Pod warstwą styropianu wykonano warstwę wylewki betonowej. Posadzka betonowa, styropian i warstwa wylewki betonowej przeznaczona do usunięcia.

Wykonano lokalną odkrywkę i zinwentaryzowano belki stalowe INP220 w rozstawie 1,8m. Wypełnienie między belkami wykonane cegłą pełną. Wypełnienie do płaszczyzny górnej półki belki gruzobetonem.

Występują lokalne pęknięcia i zarysowania. Stan techniczny średni.

##### Dach:

Dach wielospadowy o krokwiach o wymiarach 14x16 wspartych na płatwiach drewnianych 16x18 i słupach 16x16. Dach kryty blachą miedzianą.

Wykonano odkrywkę podwaliny drewnianej. Zinwentaryzowano ślady korozji biologicznej fragmentu podwaliny z oznakami ingerencji naturalnych szkodników drewna.

Stan techniczny średni, brak oznak długotrwałego zaciekania.

## 5. Analiza statyczna

### Strop poddasza:

W budynku w stropie poddasza mogą występować różne belki stropowe stalowe o różnych wysokościach i rozstawach. Na etapie wykonania ekspertyzy wykonuje się analizę belek nośnych stalowych w miejscu wykonanej odkrywki. Założeniem projektowym jest usunięcie istniejących warstw podłogowych i szczegółowa inwentaryzacja występujących w stropie belek i ich rozstawów.

Do obliczeń przyjęto nowe projektowane warstwy stropowe i obciążenie użytkowe zgodne z projektowaną funkcją użytkową.

Założono że słupy konstrukcji drewnianej nie obciążają analizowanych belek stropowych.

Do obliczeń belek stropowych nie przyjęto obciążenia od konstrukcji drewnianej.

Zestawienie obciążeń.

| Strop kondygnacji poddasza |  |  | qk   | af   | qc   |
|----------------------------|--|--|------|------|------|
| 1.                         | wykładzina PCV                             |  | 0,15 | 1,35 | 0,20 |
| 2.                         | plyta Farmacell 2E32                       |  | 0,25 | 1,35 | 0,34 |
| 3.                         | osb 22mm na legarach                       |  | 0,25 | 1,35 | 0,34 |
| 4.                         | izolacja akustyczna 10cm                   |  | 0,01 | 1,35 | 0,01 |
| 5.                         | tynk 1,5cm                                 |  | 0,19 | 1,35 | 0,26 |
| 6.                         | Zastępcze od ścianki działowej             |  | 1,25 | 1,50 | 1,88 |
| suma                       |  |  | 2,10 | 1,44 | 3,02 |
| 7.                         | użytkowe                                   |  | 2,00 | 1,50 | 3,00 |
| suma                       |  |  | 4,10 |      | 6,02 |
| 8.                         | ciężar własny stropu kleina typu ciężkiego |  | 2,20 | 1,35 | 2,97 |
| suma                       |  |  | 6,30 | 1,43 | 8,99 |

Do obliczeń przyjęto belkę IPN 260 ze stali S235. Analizowana belka wykazuje niewielką rezerwę nośności i rezerwę dopuszczalnego ugięcia. Belka stropowa jednoprzęsłowa o rozpiętości 6,5m ułożona w stropie w rozstawie 1,8.

Po inwentaryzacji pozostałych belek stropowych, fragmenty stropu w którym rozpiętość między podporami lub rozstawy belek stropowych są większe od założonych należy przeprowadzić dodatkowe obliczenie statyczne.

### Dach:

Dach wielospadowy będzie obciążony nowymi i dodatkowymi obciążeniami stałymi. Projektuje się warstwy termiczne z wełny mineralnej i warstwy wykończeniowe.

Do obliczeń przyjęto nowe warstwy wykończeniowe zgodne z projektem architektury.

Obciążenia przyjęte do obliczeń:

| Dach  |                               |  | qk   | af   | qc   |
|-------|-------------------------------|--|------|------|------|
| 1.    | blacha miedziana              |  | 0,20 | 1,35 | 0,27 |
| 2.    | poliamidowa mata strukturalna |  | 0,05 | 1,35 | 0,07 |
| 3.    | deskowanie płyt MFP           |  | 0,20 | 1,35 | 0,27 |
| 4.    | wełna mineralna 25cm          |  | 0,20 | 1,35 | 0,27 |
| 5.    | sufit podwieszony GKx2        |  | 0,30 | 1,35 | 0,41 |
| razem |                               |  | 0,95 | 1,35 | 1,28 |

Obciążenia klimatyczne są automatycznie dodawane do obciążeń w programie Konstrukcja dachowa wykazuje rezerwę nośności.

## 6. Wnioski i zalecenia.

Po usunięciu warstw stropowych przeznaczonych do demontażu należy wykonać inwentaryzację belek stalowych i porównać do zaleceń zawartych w ekspertyzie. Słupy konstrukcji dachowej nieobciążające bezpośrednio ścian murowanych jak belki stalowe, lub inne elementy konstrukcyjne należy analizować wykonując dodatkowe obliczenie statyczne.

Bariera termiczna na stropie wykonania w postaci styropianowej izolacji spowodowała lokalny mostek termiczny w miejscach przejścia elementów drewnianych przez izolację. Elementy drewniane niezabezpieczone przed systematycznym zamakaniem w porze zimowej i schnięciem w porze letniej są szczególnie narażone na korozję. Fragmenty podwalin które zostały odsłonięte podczas lokalnej odkrywki wykazały znaczną korozję drewna co może być potwierdzeniem tezy o niewłaściwej izolacji stropu. Zachodzi również prawdopodobieństwo że wszystkie podwaliny mogą wymagać wymiany. Należy dokonać oceny stanu faktycznego po usunięciu istniejących warstw podłogowych.. Elementy konstrukcji dachowej nie obciążające bezpośrednio ścian murowanych będą wymagały konsultacji konstrukcyjnej. Wykonać zabezpieczenie drewna natryskowo preparatami PPOŻ i preparatami do ochrony przed naturalnymi szkodnikami drewna.

Ściany i stropy budynku w miejscach zarysowanych wymagają prac naprawczych.

Ocena ogólna elementów konstrukcyjnych budynku określam na stan techniczny dobry. Zmiana sposobu użytkowania i związane z tym prace instalacyjno-wykończeniowe nie zmieniają założeń i schematów statycznych w stosunku do pierwotnie przyjętych. Zmiana sposobu użytkowania przy spełnieniu założeń obliczeniowych nie powoduje konieczności wykonania dodatkowych prac wzmacniających istniejącą konstrukcję co może ulec zmianie po wykonaniu prac

odkrywkowych.

Montaż ścian działowych nie wpływa na ogólną statykę budynku i może zostać wykonane pod warunkiem zachowania odpowiednich przepisów BHP.

Opierając się Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 (z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz na podstawie dokonanych oględzin i pomiarów stwierdzam, że zmiana sposobu użytkowania budynku w oparciu o obowiązujące przepisy i zgodnie z projektem zrealizowanym pod nadzorem osób posiadających stosowne uprawnienia nie wpłynie w żaden istotny sposób na pogorszenie stanu technicznego konstrukcji budynku. Zmiany nie mają negatywnego wpływu na budynki sąsiednie.

Opracował  
mgr inż. Piotr Fic

# OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 1 Pręt\_1  
m

**PUNKT:** 2

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.50 L = 3.25$

**OBCIĄŻENIA:**

*Decydujący przypadek obciążenia:* 3 KOMB1 1\*1.35+2\*1.44

**MATERIAŁ:**

Steel ( S235 )  $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU:** IPN 260

$h = 26.0$  cm

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 11.3$  cm

$A_y = 33.32$  cm<sup>2</sup>

$A_z = 25.45$  cm<sup>2</sup>

$A_x = 53.34$  cm<sup>2</sup>

$t_w = 0.9$  cm

$I_y = 5732.15$  cm<sup>4</sup>

$I_z = 287.69$  cm<sup>4</sup>

$I_x = 34.40$  cm<sup>4</sup>

$t_f = 1.4$  cm

$W_{ply} = 513.19$  cm<sup>3</sup>

$W_{plz} = 85.88$  cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$M_{y,Ed} = 89.17$  kN\*m

$M_{y,pl,Rd} = 120.60$  kN\*m

$M_{y,c,Rd} = 120.60$  kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

*Kontrola wytrzymałości przekroju:*

$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.74 < 1.00$  (6.2.5.(1))

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**



**Ugięcia**

$u_y = 0.0$  cm  $< u_{y,max} = L/250.00 = 2.6$  cm

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:* 1 STA1

$u_z = 2.2$  cm  $< u_{z,max} = L/250.00 = 2.6$  cm

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:* 2 STA2



**Przemieszczenia**

$v_x = 0.0$  cm  $< v_{x,max} = L/150.00 = 4.3$  cm

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:* 1 STA1

$v_y = 0.0$  cm  $< v_{y,max} = L/150.00 = 4.3$  cm

Zweryfikowano

*Decydujący przypadek obciążenia:* 1 STA1

**Profil poprawny !!!**

Obliczeń więzara dokonano przy użyciu programu komputerowego

Wersja : 2019d

Program opracowany przez: Construction Software Center Europe (tel +46 910-87930)  
Box 709  
S-931 27 Skellefteå, SWEDEN

OBLICZENIA WYKONANE PRZEZ

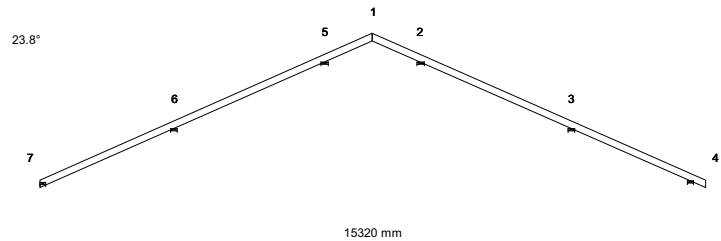
Partner lic. 3

DANE PROJEKTU.

Nazwa projektu: L4  
Klient :

Osiowy rozstaw więzarów

Zadanie nr : L4  
Kod rysunku :  
Rysunek nr : 1



GLÓWNE ZAŁOŻENIA PROJEKTU

Norma obliczeniowa dla tarcicy : PN-EN 1995-1-1:2010 + załącznik krajowy.  
Norma obliczeniowa dla płytek : PN-EN 1995-1-1:2010 + załącznik krajowy.  
Obciążenie stałe i obciążenie zmienne: PN-EN 1991-1-1:2004 + załącznik krajowy.  
Obciążenie śniegiem : PN-EN 1991-1-3:2005 + załącznik krajowy.  
Obciążenie wiatrem : PN-EN 1991-1-4:2008 + załącznik krajowy.

Kontrola produkcji : Tak Nr upr.: - CPD - 12234  
Klasa użytkowania : 2  
Współcz. redystryb. obc.: 1.1  
Rozstaw więzarów : 1000 mm

Inne parametry zastosowane do części więzarów zostały zestawione pod nagłówkiem "PARAMETRY TARCICY".

Kształt więzara jest widoczny na załączonym schemacie.

Siły zostały obliczone zgodnie z pierwszym prawem teorii odkształceń.  
Wpływ odkształcenia poprzecznego został wzięty do zliczenia.  
Model statyczny zbudowano wg rozdziału 5.4.2 (model płytkowy).

OBCIĄŻENIA STANADAROWE

OBCIĄŻENIA STAŁE

Pas górny L 1 = 950 N/m2  
Pas górny P 1 = 950 N/m2

CIEŻAR KONSTRUKCJI

Pas górny L 1 = 92 N/m  
Pas górny P 1 = 92 N/m  
Masa = 158 kg/warstwę

ŚNIEG

Wartość wyjściowa ( $q_k \cdot C_e \cdot C_t$ ) = 1200 N/m2  
Wysokość = 160 [n.p.m]  
Barrierki śnieżne Nie  
Nawis śnieżny lewy Tak  
prawy Tak

WIATR

Wartość wyjściowa ( $q_p$ ) = 761 N/m2  
Wymiary budynku (mm): L=50000,B=15320,H=15000

OBCIĄŻENIA SPECJALNE

DODATKOWE OBCIĄŻENIA PUNKTOWE

POZYCJE

| Poz | Węzeł | Wym.  | Nazwa grupy | Obrót | Nazwa | Dolny | Dodatkowe właściwości |
|-----|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 1   | 5     | -1737 | Pas górny L | Brak  |       | NIE   | NIE                   |
| 3   | 2     | 1737  | Pas górny P | Brak  |       | NIE   | NIE                   |
| 5   | 4     | -100  | Pas górny P | Brak  |       | NIE   | NIE                   |

Wartości obciążenia punktowego

| Poz | Obr ° | Pion. N | Poz. N | Moment kNm | Przp.obciążenia Typ             |
|-----|-------|---------|--------|------------|---------------------------------|
| 1   |       | 1000    | 0      | 0.00       | Człowiek na lewym pasie górnym  |
| 3   |       | 1000    | 0      | 0.00       | Człowiek na prawym pasie górnym |
| 5   |       | 1000    | 0      | 0.00       | Człowiek na wsporniku           |

WSPÓŁCZYNNIKI OBCIĄŻEŃ

| Grupa tarcicy | Współ.    | Obszar                       | Przyp. obc. |
|---------------|-----------|------------------------------|-------------|
| Pas górny L 1 | 0.80      | Śnieg myllewo, 0.5mylprawo   |             |
|               | 0.40      | Śnieg 0.5myllewo, mylprawo   |             |
|               | 0.80      | Śnieg myllewo, mylprawo      |             |
|               | 0.32 H    | Wiatr z lewej (brak ssania)  |             |
|               | 0.49 G    | Wiatr z lewej (brak ssania)  |             |
|               | -0.72 H   | Wiatr na szczyt              |             |
|               | 0.80      | Śnieg myllewo, 0 prawo       |             |
|               | 0.32 H    | Wiatr z lewej                |             |
|               | 0.49 G    | Wiatr z lewej                |             |
|               | -0.71 J   | Wiatr z prawej               |             |
|               | -0.40 I   | Wiatr z prawej               |             |
|               | -0.24 H   | Wiatr z lewej (maks ssania)  |             |
|               | -0.62 G   | Wiatr z lewej (maks ssania)  |             |
|               | -0.71 J   | Wiatr z prawej (maks ssania) |             |
|               | -0.40 I   | Wiatr z prawej (maks ssania) |             |
| Pas górny P 1 | 0.40      | Śnieg myllewo, 0.5mylprawo   |             |
|               | 0.80      | Śnieg 0.5myllewo, mylprawo   |             |
|               | 0.80      | Śnieg myllewo, mylprawo      |             |
|               | 0.49 I+E  | Wiatr z lewej (brak ssania)  |             |
|               | 0.32 H    | Wiatr z prawej (brak ssania) |             |
|               | 0.49 G    | Wiatr z prawej (brak ssania) |             |
|               | -0.30 G+D | Wiatr z prawej (brak ssania) |             |
|               | -0.72 H   | Wiatr na szczyt              |             |
|               | 0.08 H+B  | Wiatr na szczyt              |             |
|               | 0.80      | Śnieg 0 lewo, mylprawo       |             |
|               | -0.71 J   | Wiatr z lewej                |             |
|               | -0.40 I   | Wiatr z lewej                |             |
|               | 0.09 I+E  | Wiatr z lewej                |             |
|               | 0.32 H    | Wiatr z prawej               |             |
|               | 0.49 G    | Wiatr z prawej               |             |
|               | -0.30 G+D | Wiatr z prawej               |             |
|               | -0.71 J   | Wiatr z lewej (maks ssania)  |             |
|               | -0.40 I   | Wiatr z lewej (maks ssania)  |             |
|               | 0.09 I+E  | Wiatr z lewej (maks ssania)  |             |
|               | -0.24 H   | Wiatr z prawej (maks ssania) |             |
|               | -0.62 G   | Wiatr z prawej (maks ssania) |             |
|               | -1.42 G+D | Wiatr z prawej (maks ssania) |             |



KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

| Nr | Warunek |    | KTO  |
|----|---------|----|--|
| 1  | S       | St | 1.35*Stałe   |
| 2  | S       | Śr | 1.15*Stałe + 1.5*ŚniegL(0.5P) + 1.05*(OZ1 + OZ2 + OZ3)         |
| 3  | S       | Śr | 1.15*Stałe + 1.5*ŚniegP(0.5L) + 1.05*(OZ1 + OZ2 + OZ3)         |
| 4  | S       | Śr | 1.15*Stałe + 1.5*Śnieg + 1.05*(OZ1 + OZ2 + OZ3)                |
| 5  | S       | Śr | 1.15*Stałe + 0.75*Śnieg + 1.5*OZ1 +1.05*(OZ2 + OZ3)            |
| 6  | S       | Śr | 1.15*Stałe + 0.75*ŚniegP(0L) + 1.5*OZ2 +1.05*(OZ1 + OZ3)       |
| 7  | S       | Śr | 1.15*Stałe + 0.75*ŚniegL(0P) + 1.5*OZ2 +1.05*(OZ1 + OZ3)       |
| 8  | S       | Kr | 1.15Stałe+1.5Śnieg+1.05 (OZ1+OZ2+OZ3)+.9WiatrL(brakssania)     |
| 9  | S       | Kr | 1.15Stałe+1.5Śnieg+1.05 (OZ1+OZ2+OZ3)+.9WiatrP(brakssania)     |
| 10 | S       | Kr | Stałe + 1.5*Wiatr na szczyc                                    |
| 11 | S       | Śr | 1.15*Stałe + 1.05*(OZ1 + OZ2 inne poł. + OZ3)+1.5*ŚniegL(0P)   |
| 12 | S       | Śr | 1.15*Stałe + 1.05*(OZ1 + OZ2 inne poł. + OZ3)+1.5*ŚniegP(0L)   |
| 13 | S       | Ch | 1.15*Stałe + 1.5*Człowiek na lewym PG                          |
| 14 | S       | Ch | 1.15*Stałe + 1.5*Człowiek na prawym PG                         |
| 15 | S       | Ch | 1.15*Stałe + 1.5*Człowiek na wsporniku                         |
| 16 | S       | Ch | 1.15*Stałe + 1.5*WiatrL(maks ssania)                           |
| 17 | S       | Ch | 1.15*Stałe + 1.5*WiatrP(maks ssania)                           |
| 18 | S       | Kr | 1.15*Stałe+1.05*(OZ1+OZ2+OZ3)+1.5*ŚniegL(0P)+0.9*WiatrL        |
| 19 | S       | Kr | 1.15*Stałe+1.05*(OZ1+OZ2+OZ3)+1.5*ŚniegP(0L)+0.9*WiatrP        |
| 20 | S       | Kr | 1.15*Stałe+1.05*(OZ1+OZ2+OZ3)+0.75*ŚniegL(0P)+1.5*WiatrL       |
| 21 | S       | Kr | 1.15*Stałe+1.05*(OZ1+OZ2+OZ3)+0.75*ŚniegP(0L)+1.5*WiatrP       |
| 22 | S       |    | Stałe + Śnieg + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3), Winst                   |
| 23 | S       |    | Stałe + Śnieg + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3), Wfin                    |
| 24 | S       |    | Stałe + ŚniegP(0L) + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3), Winst              |
| 25 | S       |    | Stałe + ŚniegP(0L) + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3), Wfin               |
| 26 | S       |    | Stałe + ŚniegL(0P) + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3), Winst              |
| 27 | S       |    | Stałe + ŚniegL(0P) + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3), Wfin               |
| 28 | S       |    | Stałe + 0.5*Śnieg + OZ2 inne poł. +0.7*(OZ1 + OZ3), Winst      |
| 29 | S       |    | Stałe + 0.5*Śnieg + OZ2 inne poł. +0.7*(OZ1 + OZ3), Wfin       |
| 30 | S       |    | Stałe + 0.5*ŚniegP(0L) + OZ2 inne poł. +0.7*(OZ1 + OZ3), Winst |
| 31 | S       |    | Stałe + 0.5*ŚniegP(0L) + OZ2 inne poł. +0.7*(OZ1 + OZ3), Wfin  |
| 32 | S       |    | Stałe + 0.5*ŚniegL(0P) + OZ2 inne poł. +0.7*(OZ1 + OZ3), Winst |
| 33 | S       |    | Stałe + 0.5*ŚniegL(0P) + OZ2 inne poł. +0.7*(OZ1 + OZ3), Wfin  |
| 34 | S       |    | Stałe + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.5*ŚniegL(0P) + WiatrL, Winst |
| 35 | S       |    | Stałe + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.5*ŚniegL(0P) + WiatrL, Wfin  |
| 36 | S       |    | Stałe + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.5*ŚniegP(0L) + WiatrP, Winst |
| 37 | S       |    | Stałe + 0.7*(OZ1 + OZ2 + OZ3) + 0.5*ŚniegP(0L) + WiatrP, Wfin  |

ZDUPLIKOWANE KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

5 S Śr 1.15\*Stałe + 0.75\*Śnieg + 1.5\*OZ2 +1.05\*(OZ1 + OZ3)

PARAMETRY TARCICY

|   |  |   |      |      |     |      |      |         |     |                    |     |                   |         |
|---|--|---|------|------|-----|------|------|---------|-----|--------------------|-----|-------------------|---------|
| SNr: Sprawdzenie nr (1 = moment i siła osiowa, 2 = siła poprzeczna)           |  |   |      |      |     |      |      |         |     |                    |     |                   |         |
| CSI: Złożony Index Naprężeń, KO: Kombinacja obciążeń, KLU : Klasa Użytkowania |  |   |      |      |     |      |      |         |     |                    |     |                   |         |
| Grupa tarcicy   |  |   |      | kMod |     | gM   |      | Rozimar |     | Klasa Stężenie Max |     | Różniące się dane |         |
| Od -Do  |  |   |      | KO   | SNr |      |      | mm      |     | mm                 |     | CSI               | KLU SaC |
| Pas górny L   |  | 1 | 1- 7 | 8    | 1   | 0.90 | 1.30 | 140x    | 160 | C24                | 340 | 0.29              |         |
| Pas górny P   |  | 1 | 1- 4 | 9    | 1   | 0.90 | 1.30 | 140x    | 160 | C24                | 400 | 0.26              |         |

DODATKOWE OBCIĄŻENIE SKUPIONE W KAŻDEJ KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ (SGN) .

| Węzeł Wym. Grupa tarcicy |       |             | KO | Pion. | Poz. | Moment |
|--------------------------|-------|-------------|----|-------|------|--------|
|                          |       |             | Nr | N     | N    | kNm    |
| 5                        | -1737 | Pas górny L | 13 | 1500  | 0    | 0.00   |
| 2                        | 1737  | Pas górny P | 14 | 1500  | 0    | 0.00   |
| 4                        | -100  | Pas górny P | 15 | 1500  | 0    | 0.00   |

MAX/MIN REAKCJE PODPOROWE (N) W STANIE GRANICZNYM NOŚNOŚCI

Węzeł

| Nr | Kier. | KO   | St(Nr)    | KO | Dł(Nr) | KO    | Śr(Nr) | KO    | Kr(Nr) | KO   | Ch(Nr) |
|----|-------|------|-----------|----|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|
| 2  | Pion  | Max: | 4224 ( 1) | 0  | ( 0)   | 7667  | (12)   | 7912  | (19)   | 4583 | (14)   |
|    |       | Min: | 4224 ( 1) | 0  | ( 0)   | 3485  | (11)   | 1995  | (10)   | 2059 | (16)   |
| 3  | Pion  | Max: | 5501 ( 1) | 0  | ( 0)   | 9837  | ( 4)   | 11164 | ( 9)   | 5628 | (14)   |
|    |       | Min: | 5501 ( 1) | 0  | ( 0)   | 4704  | ( 7)   | 68    | (10)   | 2184 | (16)   |
| 4  | Pion  | Max: | 2082 ( 1) | 0  | ( 0)   | 3731  | (12)   | 4082  | (19)   | 3442 | (15)   |
|    |       | Min: | 2082 ( 1) | 0  | ( 0)   | 1766  | (11)   | 654   | (10)   | 232  | (17)   |
| 5  | Pion  | Max: | 4102 ( 1) | 0  | ( 0)   | 7483  | (11)   | 8870  | (18)   | 4490 | (13)   |
|    |       | Min: | 4102 ( 1) | 0  | ( 0)   | 3347  | (12)   | -2    | (21)   | 1825 | (17)   |
| 6  | Pion  | Max: | 5817 ( 1) | 0  | ( 0)   | 10402 | ( 4)   | 11654 | ( 8)   | 5868 | (13)   |
|    |       | Min: | 5817 ( 1) | 0  | ( 0)   | 4978  | ( 6)   | 155   | (10)   | 2386 | (16)   |
| 7  | Poz   | Max: | 0 ( 1)    | 0  | ( 0)   | 0     | ( 2)   | 3431  | (20)   | 412  | (16)   |
|    |       | Min: | 0 ( 1)    | 0  | ( 0)   | 0     | ( 2)   | -113  | (10)   | 0    | (13)   |
| 7  | Pion  | Max: | 1832 ( 1) | 0  | ( 0)   | 3285  | (11)   | 3614  | ( 9)   | 1560 | (15)   |
|    |       | Min: | 1832 ( 1) | 0  | ( 0)   | 1552  | (12)   | 329   | (10)   | 326  | (16)   |

Węzeł

| Nr | Aktualnie | CSI z płytka | Wymag. wiązara |    |      |      | Wymag. podp. |    |
|----|-----------|--------------|----------------|----|------|------|--------------|----|
|    | mm        |              | mm             | KO | Pole | kc90 | mm           | KO |
| 2  | 160       | -            | 19             | 3  | 2660 | 1.50 | 0            |    |
| 3  | 160       | -            | 25             | 9  | 3500 | 1.50 | 0            |    |
| 4  | 140       | -            | 10             | 3  | 1400 | 1.50 | 0            |    |
| 5  | 160       | -            | 20             | 18 | 2800 | 1.50 | 0            |    |
| 6  | 160       | -            | 26             | 2  | 3640 | 1.50 | 0            |    |
| 7  | 140       | -            | 9              | 11 | 1260 | 1.50 | 0            |    |

REAKCJE PODPOROWE W KAŻDEJ KOMBINACJI (N)

| Węzeł | Węzeł | Węzeł | Węzeł | Węzeł | Węzeł | Węzeł | KO |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Kier. | Kier. | Kier. | Kier. | Kier. | Kier. | Kier. |    |
| 2     | 3     | 5     | 6     | 4     | 7     | 7     |    |
| Pion  | Pion  | Pion  | Pion  | Pion  | Poz   | Pion  |    |
| 4224  | 5501  | 4102  | 5817  | 2082  | 0     | 1832  | 1  |
| 5520  | 7280  | 7410  | 10379 | 2744  | 0     | 3281  | 2  |
| 7610  | 9819  | 5342  | 7702  | 3727  | 0     | 2414  | 3  |
| 7554  | 9837  | 7336  | 10402 | 3723  | 0     | 3277  | 4  |
| 5576  | 7262  | 5415  | 7679  | 2748  | 0     | 2419  | 5  |
| 5633  | 7243  | 3421  | 4978  | 2752  | 0     | 1556  | 6  |
| 3542  | 4704  | 5489  | 7656  | 1770  | 0     | 2423  | 7  |
| 7530  | 9833  | 7988  | 11654 | 3845  | 855   | 3409  | 8  |
| 7768  | 11164 | 6845  | 10549 | 4072  | -830  | 3614  | 9  |
| 1995  | 68    | 1962  | 155   | 654   | -113  | 329   | 10 |
| 3485  | 4723  | 7483  | 10357 | 1766  | 0     | 3285  | 11 |
| 7667  | 9800  | 3347  | 5001  | 3731  | 0     | 1552  | 12 |
| 3244  | 4797  | 4490  | 5868  | 1750  | 0     | 1419  | 13 |
| 4583  | 5628  | 3146  | 5061  | 1610  | 0     | 1540  | 14 |
| 3643  | 4488  | 3475  | 4961  | 3442  | 0     | 1560  | 15 |
| 2059  | 2184  | 3917  | 2386  | 1349  | 412   | 326   | 16 |
| 3781  | 2383  | 1825  | 2429  | 232   | -369  | 1157  | 17 |
| 2583  | 3215  | 8870  | 11389 | 1512  | 2059  | 2930  | 18 |
| 7912  | 11117 | 1294  | 3799  | 4082  | -2033 | 2048  | 19 |
| 2038  | 2192  | 7801  | 9376  | 1347  | 3431  | 1830  | 20 |
| 6042  | 9437  | -2    | 2974  | 3338  | -3388 | 2383  | 21 |

MAKSYMALNE UGIĘCIE (mm) W STANIE GRANICZNYM UŻYTKOWANIA

| Wiązar/<br>Pręt | Całkowite (KO) |      |      |  |
|-----------------|----------------|------|------|--|
|                 | Pion           | Poz  |      |  |
| 2- 3            | 4.0            | -3.4 | (37) |  |
| 5- 6            | 3.8            | 1.7  | (23) |  |
| 6- 7            | 3.1            | 1.4  | (35) |  |
| 3- 4            | 1.6            | -2.3 | (37) |  |
| 1               | -1.7           | -0.8 | (37) |  |

SILY W PRĘTACH WE WSZYSTKICH KOMBINACJACH OBCIĄŻEŃ W STANIE GRANICZNYM NOŚNOŚCI

M1,O1,P1= moment,osiowa i poprzeczna siła na początku pręta (koniec 1)  
M2,O2,P2= moment,osiowa i poprzeczna siła na końcu pręta (koniec 2)  
moment dodatni = odwrotnie do wskazówek zegara  
siła osiowa dodatnia = rozciąganie

| Pręt |     |     | KO | M1    | O1    | P1    | M2    | O2    | P2    |
|------|-----|-----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nr   | Od  | -Do | Nr | kNm   | N     | N     | kNm   | N     | N     |
| ( 1) | 1 - | 2   | 1  | -0.04 | -11   | -25   | -1.01 | -697  | -1580 |
|      |     |     | 2  | -0.05 | 2     | 5     | -1.29 | -903  | -2048 |
|      |     |     | 3  | -0.06 | -37   | -84   | -1.84 | -1263 | -2864 |
|      |     |     | 4  | -0.06 | -20   | -45   | -1.80 | -1246 | -2826 |
|      |     |     | 5  | -0.05 | -15   | -34   | -1.33 | -920  | -2086 |
|      |     |     | 6  | -0.04 | -32   | -72   | -1.37 | -937  | -2125 |
|      |     |     | 7  | -0.04 | 7     | 17    | -0.82 | -576  | -1308 |
|      |     |     | 8  | -0.07 | -58   | -28   | -1.78 | -1284 | -2808 |
|      |     |     | 9  | -0.15 | -782  | 282   | -1.65 | -2008 | -2760 |
|      |     |     | 10 | 0.27  | 2423  | -1077 | -1.13 | 1916  | -1240 |
|      |     |     | 11 | -0.04 | 24    | 55    | -0.78 | -560  | -1269 |
|      |     |     | 12 | -0.05 | -54   | -122  | -1.88 | -1280 | -2903 |
|      |     |     | 13 | -0.09 | 98    | 223   | -0.62 | -486  | -1102 |
|      |     |     | 14 | -0.09 | -116  | -263  | -1.20 | -700  | -1587 |
|      |     |     | 15 | -0.03 | -15   | -35   | -0.88 | -599  | -1359 |
|      |     |     | 16 | 0.17  | 1792  | -734  | -0.93 | 1208  | -1084 |
|      |     |     | 17 | 0.14  | 1468  | -727  | -1.34 | 884   | -1719 |
|      |     |     | 18 | 0.08  | 1099  | -387  | -0.83 | 515   | -1127 |
|      |     |     | 19 | -0.13 | -826  | 184   | -1.75 | -2051 | -2859 |
|      |     |     | 20 | 0.17  | 1798  | -720  | -0.91 | 1214  | -1070 |
|      |     |     | 21 | -0.18 | -1318 | 439   | -1.15 | -2223 | -2051 |
| ( 1) | 2 - | 3   | 1  | -1.01 | 1007  | 2285  | -1.61 | -1148 | -2604 |
|      |     |     | 2  | -1.29 | 1324  | 3003  | -2.14 | -1521 | -3451 |
|      |     |     | 3  | -1.84 | 1807  | 4099  | -2.87 | -2047 | -4644 |
|      |     |     | 4  | -1.80 | 1801  | 4086  | -2.88 | -2053 | -4657 |
|      |     |     | 5  | -1.33 | 1330  | 3016  | -2.13 | -1515 | -3437 |
|      |     |     | 6  | -1.37 | 1336  | 3029  | -2.12 | -1510 | -3424 |
|      |     |     | 7  | -0.82 | 852   | 1933  | -1.38 | -984  | -2231 |
|      |     |     | 8  | -1.78 | 1754  | 4082  | -2.88 | -2100 | -4661 |
|      |     |     | 9  | -1.65 | 1125  | 4347  | -3.30 | -2729 | -5220 |
|      |     |     | 10 | -1.13 | 2721  | 586   | 0.12  | 1124  | 73    |
|      |     |     | 11 | -0.78 | 846   | 1920  | -1.39 | -990  | -2245 |
|      |     |     | 12 | -1.88 | 1813  | 4113  | -2.86 | -2041 | -4630 |
|      |     |     | 13 | -0.62 | 823   | 1866  | -1.44 | -1013 | -2298 |
|      |     |     | 14 | -1.20 | 1149  | 2606  | -1.82 | -1292 | -2931 |
|      |     |     | 15 | -0.88 | 870   | 1974  | -1.29 | -966  | -2191 |
|      |     |     | 16 | -0.93 | 2039  | 800   | -0.50 | 203   | -905  |
|      |     |     | 17 | -1.34 | 2409  | 1740  | -0.65 | 573   | -1378 |
|      |     |     | 18 | -0.83 | 1557  | 1237  | -0.87 | -279  | -1452 |
|      |     |     | 19 | -1.75 | 1140  | 4381  | -3.28 | -2714 | -5186 |
|      |     |     | 20 | -0.91 | 2036  | 795   | -0.50 | 200   | -910  |
|      |     |     | 21 | -1.15 | 214   | 3477  | -2.81 | -2631 | -4351 |
| ( 1) | 3 - | 4   | 1  | -1.61 | 1071  | 2429  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 2  | -2.14 | 1415  | 3211  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 3  | -2.87 | 1914  | 4341  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 4  | -2.88 | 1915  | 4345  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 5  | -2.13 | 1414  | 3207  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 6  | -2.12 | 1412  | 3203  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 7  | -1.38 | 914   | 2073  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 8  | -2.88 | 1866  | 4336  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 9  | -3.30 | 1774  | 4995  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 10 | 0.12  | 1152  | 136   | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 11 | -1.39 | 916   | 2077  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 12 | -2.86 | 1912  | 4337  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 13 | -1.44 | 922   | 2091  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 14 | -1.82 | 978   | 2219  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 15 | -1.29 | 844   | 1916  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 16 | -0.50 | 1084  | 1094  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 17 | -0.65 | 1534  | 802   | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 18 | -0.87 | 1018  | 1490  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 19 | -3.28 | 1770  | 4986  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 20 | -0.50 | 1084  | 1095  | 0.00  | 0     | 0     |
|      |     |     | 21 | -2.81 | 1176  | 4284  | 0.00  | 0     | 0     |
| ( 2) | 1 - | 5   | 1  | -0.04 | 11    | -25   | -0.94 | -674  | 1529  |
|      |     |     | 2  | -0.05 | -2    | 5     | -1.74 | -1228 | 2785  |

|       |       |    |       |       |       |       |       |      |
|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| ( 2 ) | 5 - 6 | 3  | -0.06 | 37    | -84   | -1.20 | -868  | 1969 |
|       |       | 4  | -0.06 | 20    | -45   | -1.69 | -1206 | 2735 |
|       |       | 5  | -0.05 | 15    | -34   | -1.25 | -890  | 2019 |
|       |       | 6  | -0.04 | 32    | -72   | -0.75 | -552  | 1252 |
|       |       | 7  | -0.04 | -7    | 17    | -1.30 | -912  | 2069 |
|       |       | 8  | -0.07 | -18   | -62   | -1.83 | -1244 | 2981 |
|       |       | 9  | -0.15 | -736  | -387  | -1.36 | -1962 | 2394 |
|       |       | 10 | 0.27  | 2430  | 1063  | -1.11 | 1922  | 1226 |
|       |       | 11 | -0.04 | -24   | 55    | -1.79 | -1250 | 2836 |
|       |       | 12 | -0.05 | 54    | -122  | -0.70 | -530  | 1202 |
|       |       | 13 | -0.09 | -98   | 223   | -1.16 | -682  | 1547 |
|       |       | 14 | -0.09 | 116   | -263  | -0.57 | -468  | 1062 |
|       |       | 15 | -0.03 | 15    | -35   | -0.79 | -569  | 1290 |
|       |       | 16 | 0.17  | 1750  | 828   | -1.43 | 1167  | 1820 |
|       |       | 17 | 0.14  | 1527  | 593   | -0.79 | 943   | 943  |
|       |       | 18 | 0.08  | 1027  | 550   | -2.42 | -199  | 3593 |
|       |       | 19 | -0.13 | -693  | -485  | 0.01  | -1277 | 254  |
|       |       | 20 | 0.17  | 1745  | 841   | -2.35 | 840   | 3331 |
|       |       | 21 | -0.18 | -1213 | -677  | 0.43  | -1797 | -327 |
|       |       | 1  | 0.94  | 981   | -2224 | 1.78  | -1175 | 2665 |
|       |       | 2  | 1.74  | 1761  | -3995 | 3.17  | -2093 | 4748 |
| ( 2 ) | 6 - 7 | 3  | 1.20  | 1287  | -2919 | 2.36  | -1558 | 3535 |
|       |       | 4  | 1.69  | 1754  | -3978 | 3.18  | -2101 | 4765 |
|       |       | 5  | 1.25  | 1294  | -2936 | 2.35  | -1551 | 3518 |
|       |       | 6  | 0.75  | 828   | -1878 | 1.53  | -1008 | 2287 |
|       |       | 7  | 1.30  | 1302  | -2953 | 2.34  | -1543 | 3501 |
|       |       | 8  | 1.83  | 1978  | -4328 | 3.56  | -1876 | 5240 |
|       |       | 9  | 1.36  | 799   | -3869 | 3.27  | -3055 | 4873 |
|       |       | 10 | 1.11  | 2713  | -570  | -0.08 | 1117  | -57  |
|       |       | 11 | 1.79  | 1768  | -4011 | 3.16  | -2086 | 4731 |
|       |       | 12 | 0.70  | 820   | -1861 | 1.54  | -1016 | 2304 |
|       |       | 13 | 1.16  | 1129  | -2561 | 1.94  | -1312 | 2976 |
|       |       | 14 | 0.57  | 801   | -1817 | 1.58  | -1035 | 2348 |
|       |       | 15 | 0.79  | 833   | -1890 | 1.52  | -1003 | 2274 |
|       |       | 16 | 1.43  | 2747  | -1764 | 0.65  | 911   | 1354 |
|       |       | 17 | 0.79  | 1679  | -728  | 0.63  | -157  | 977  |
|       |       | 18 | 2.42  | 3379  | -4524 | 3.41  | -475  | 5044 |
|       |       | 19 | -0.01 | -755  | -929  | 1.20  | -2591 | 1760 |
|       |       | 20 | 2.35  | 3986  | -3807 | 2.76  | 1141  | 4022 |
|       |       | 21 | -0.43 | -1798 | -325  | 0.95  | -3634 | 1380 |
|       |       | 1  | 1.78  | 1172  | -2658 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 2  | 3.17  | 2094  | -4749 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 3  | 2.36  | 1549  | -3513 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 4  | 3.18  | 2095  | -4753 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 5  | 2.35  | 1547  | -3509 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 6  | 1.53  | 1000  | -2268 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 7  | 2.34  | 1545  | -3505 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 8  | 3.56  | 2825  | -5424 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 9  | 3.27  | 1200  | -4779 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 10 | -0.08 | 1179  | -199  | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 11 | 3.16  | 2092  | -4745 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 12 | 1.54  | 1002  | -2272 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 13 | 1.94  | 1055  | -2394 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 14 | 1.58  | 1006  | -2283 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 15 | 1.52  | 999   | -2265 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 16 | 0.65  | 1873  | -829  | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 17 | 0.63  | 823   | -1245 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 18 | 3.41  | 4119  | -5377 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 19 | 1.20  | -1059 | -1716 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 20 | 2.76  | 4923  | -4558 | 0.00  | 0     | 0    |
|       |       | 21 | 0.95  | -2434 | -1341 | 0.00  | 0     | 0    |