

III. ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1

ALBUM FOTOGRAFICZNY

Adres obiektu budowlanego: dz. nr 140,141,142, obręb 0007 Pęcław
67-221 Białoleka

Inwestor: Urząd Gminy Pęcław
Pęcław 28
67-221 Białoleka

Jednostka opracowująca: CadPro Sebastian Kołodziej
Biuro Projektów i Ekspertyz Budownictwa
ul. Zacisze 17
65-775 Zielona Góra



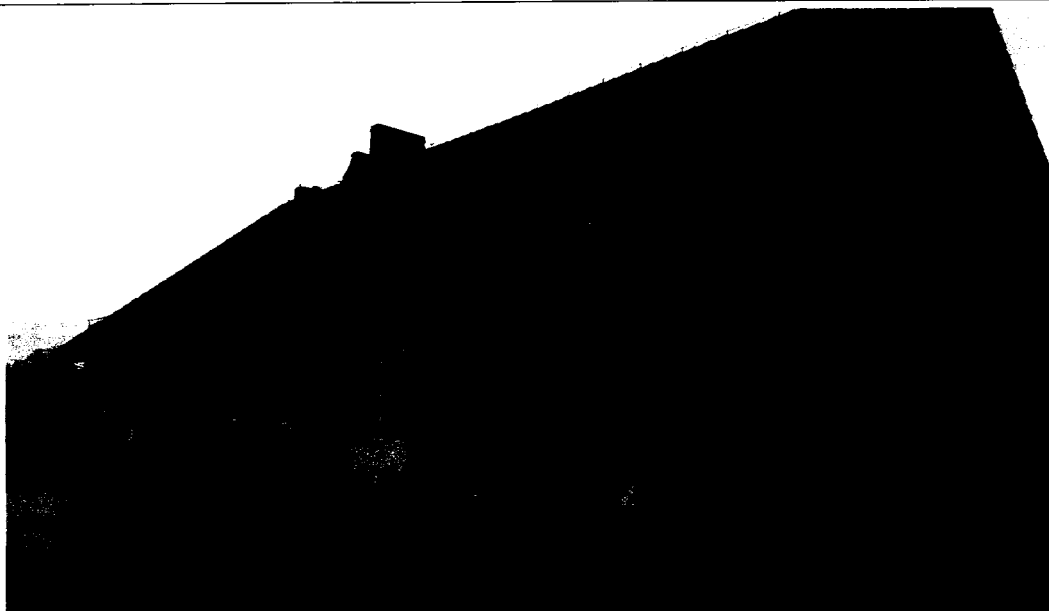
Fot. 1 Widok elewacji zachodniej



Fot. 2 Widok elewacji południowej



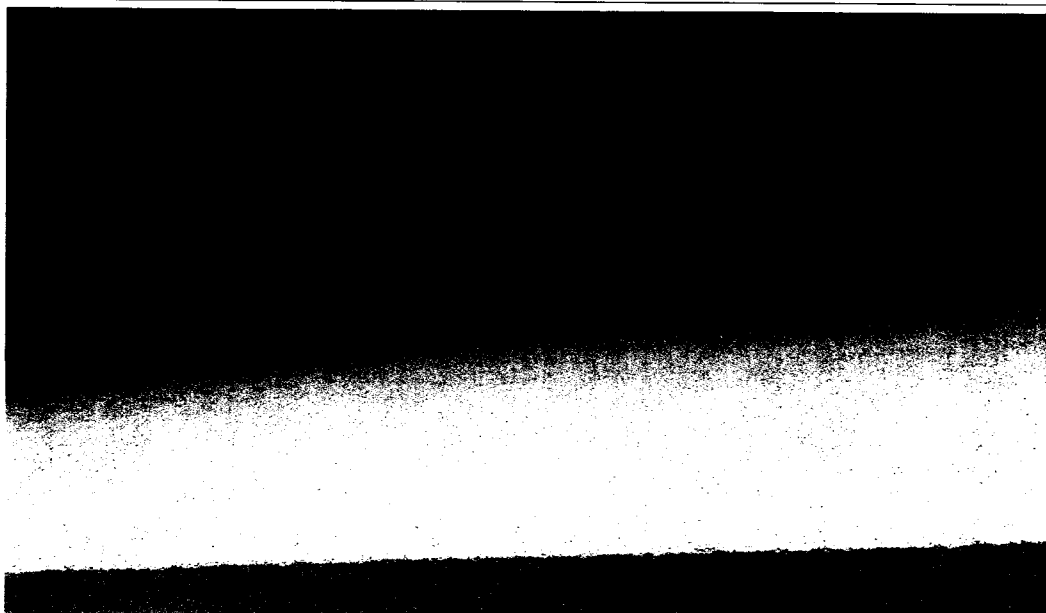
Fot. 3 Widok elewacji wschodniej



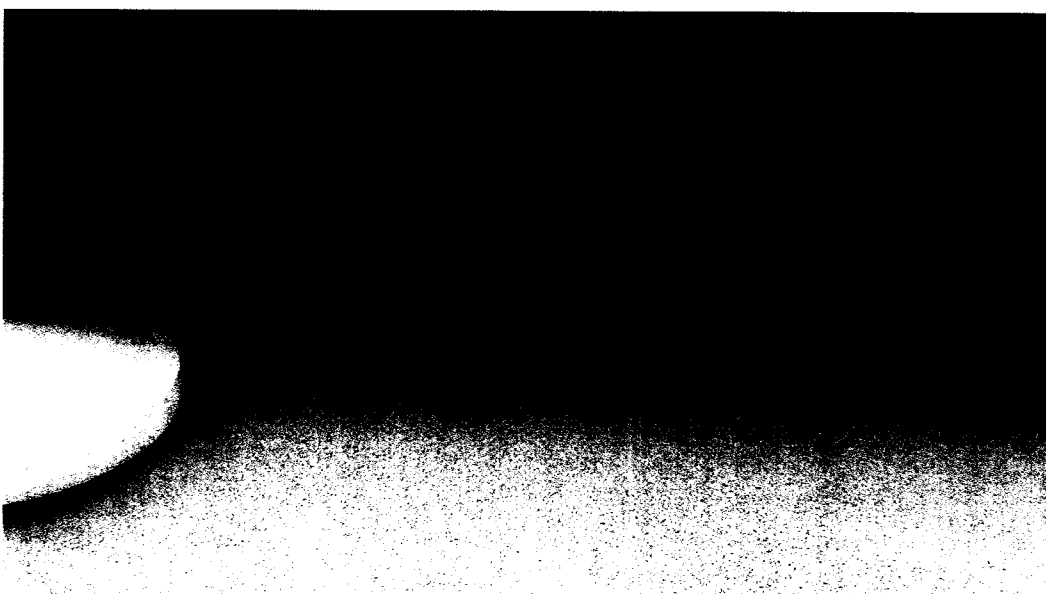
Fot. 4 Widok elewacji wschodniej i północnej



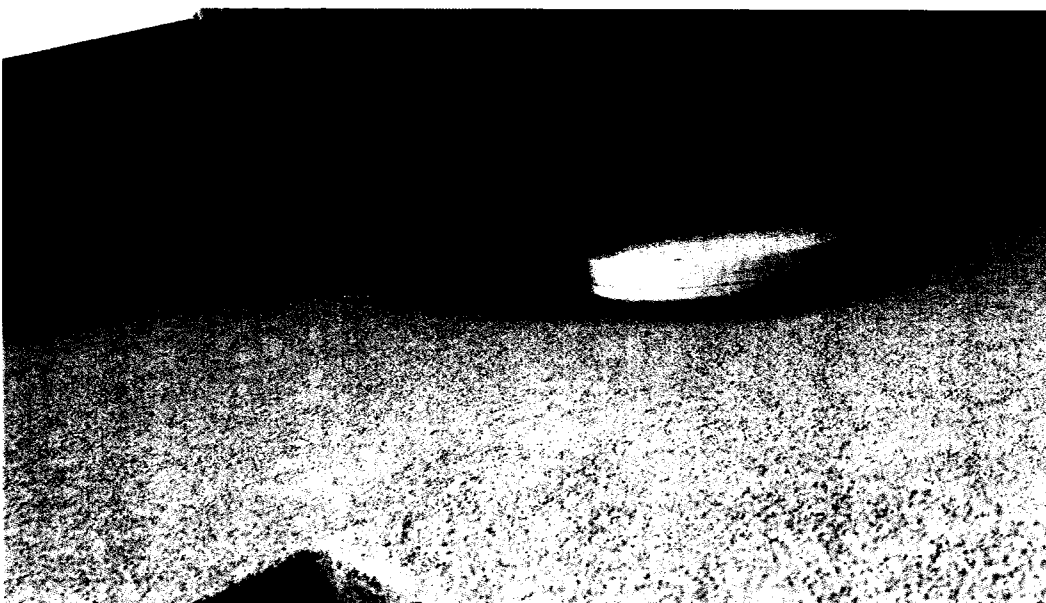
Fot. 5 Widok ogólny przemieszczeń poziomych konstrukcji dachu – krokwi, elewacja wschodnia



Fot. 6 Widok przemieszczeń poziomych konstrukcji dachu – krokwi, elewacja wschodnia



Fot. 7 Widok przemieszczeń poziomych konstrukcji dachu – krokwi, elewacja wschodnia



Fot. 8 Widok przemieszczeń poziomych konstrukcji dachu – krokwi, elewacja wschodnia



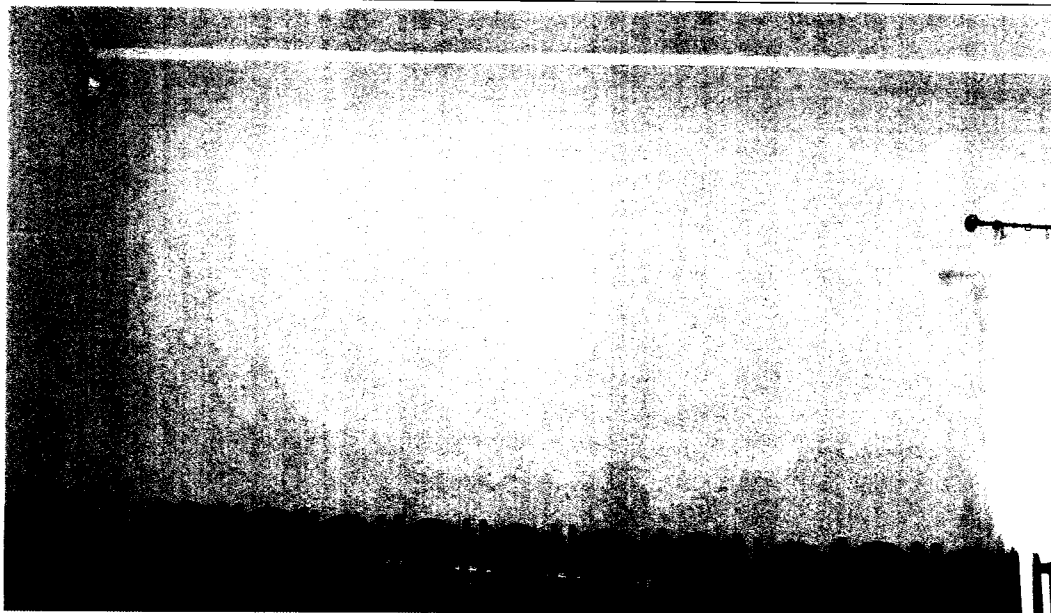
Fot. 9 Widok przemieszczeń poziomych konstrukcji dachu – krokwi, elewacja wschodnia, przemieszczenie poziome – 17 mm



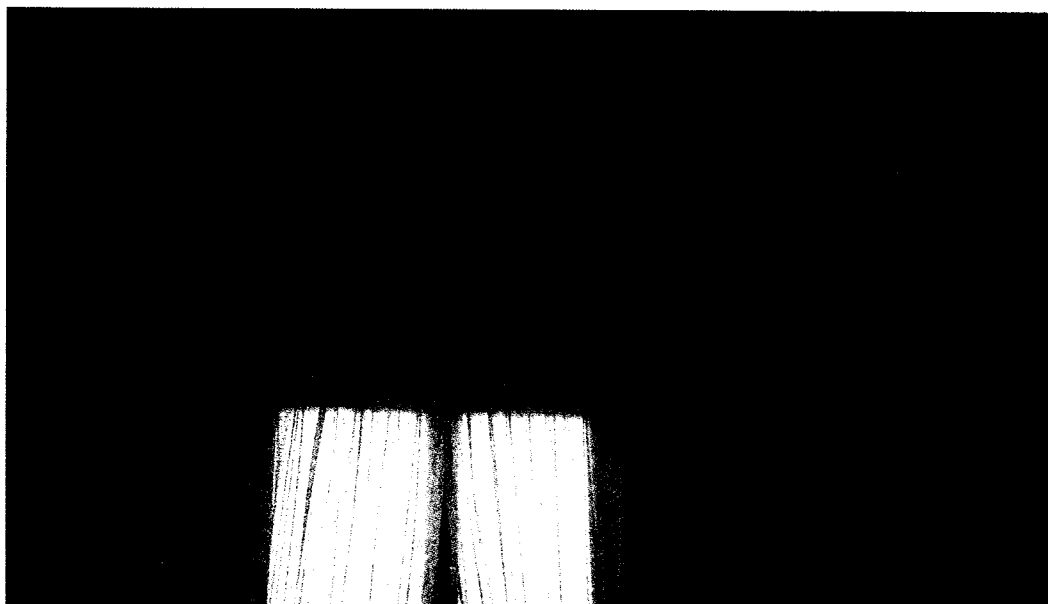
Fot. 10 Widoczne ugięcie połaci dachowej – połąć zachodnia



Fot. 11 Zarysowania ściany nośnej zewnętrznej, wschodniej



Fot. 12 Zarysowania ściany nośnej zewnętrznej, narożnik N-E



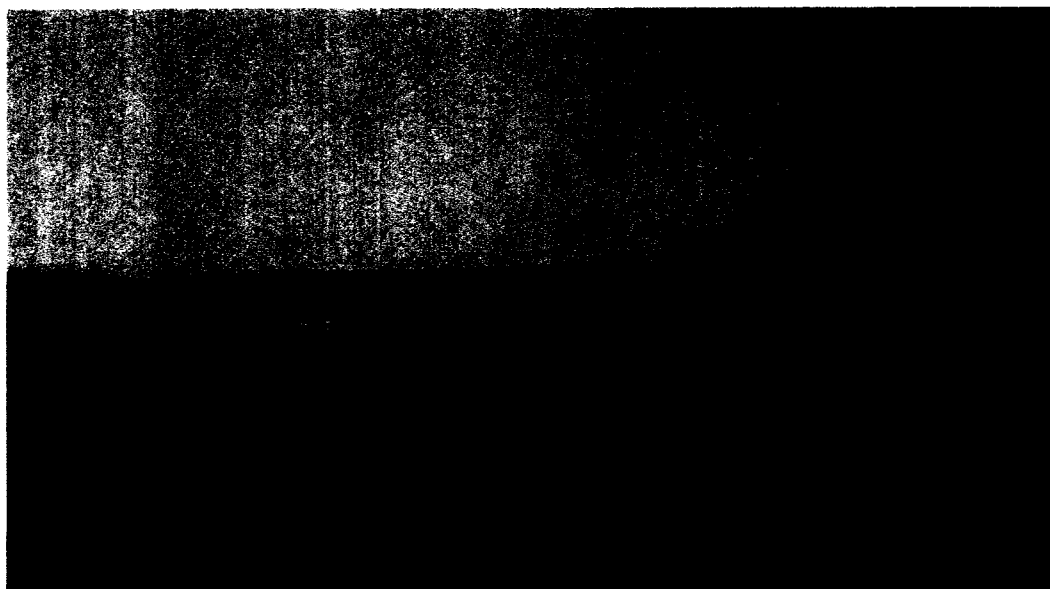
Fot. 13 Zarysowania ściany nośnej zewnętrznej, narożnik N-W



Fot. 14 Zarysowania ściany nośnej zewnętrznej, zachodniej



Fot. 15 Odspojenie się ścian działowych poprzecznych od ściany nośnej wschodniej



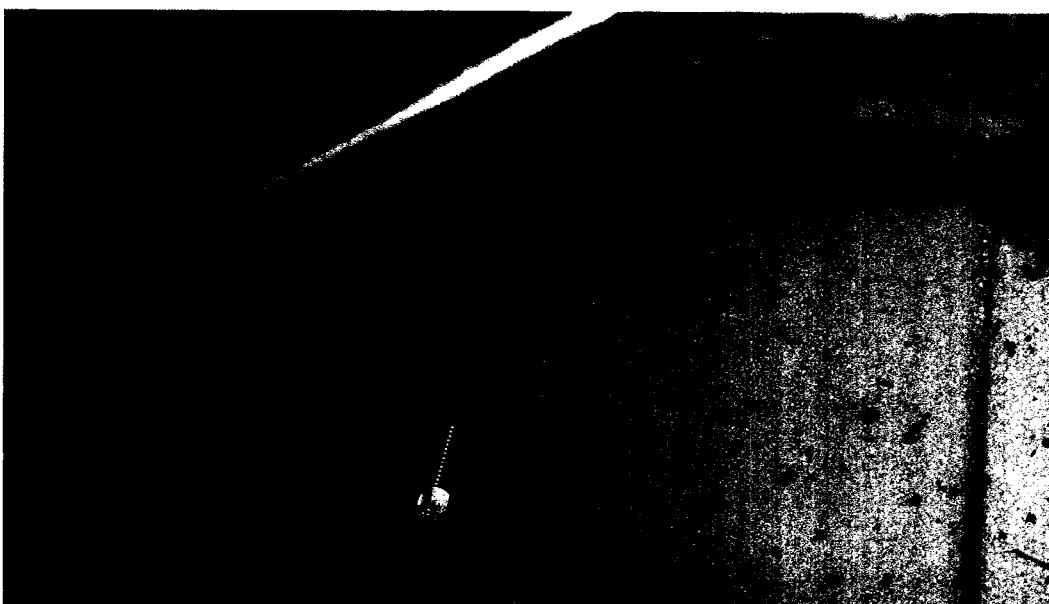
Fot. 16 Odspojenie się ścian działowych poprzecznych od ściany nośnej wschodniej
Pęknięcia o rozwarości 6 mm



Fot. 17 Oparcie murłaty na wieńcu, widoczne skręcenie murłaty



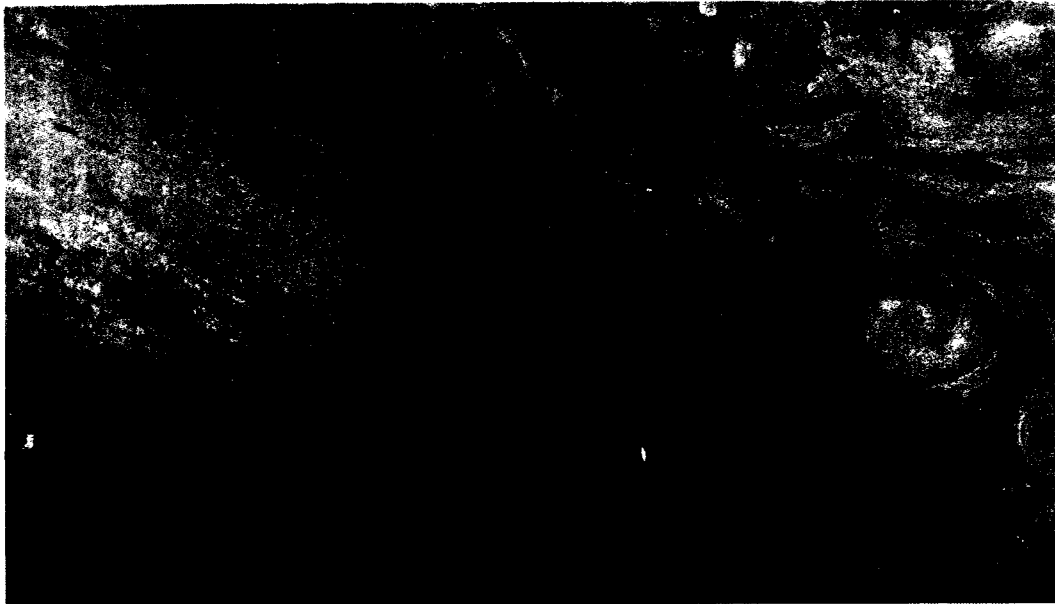
Fot. 18 Oparcie murłaty na wieńcu, widoczne skręcenie murłaty



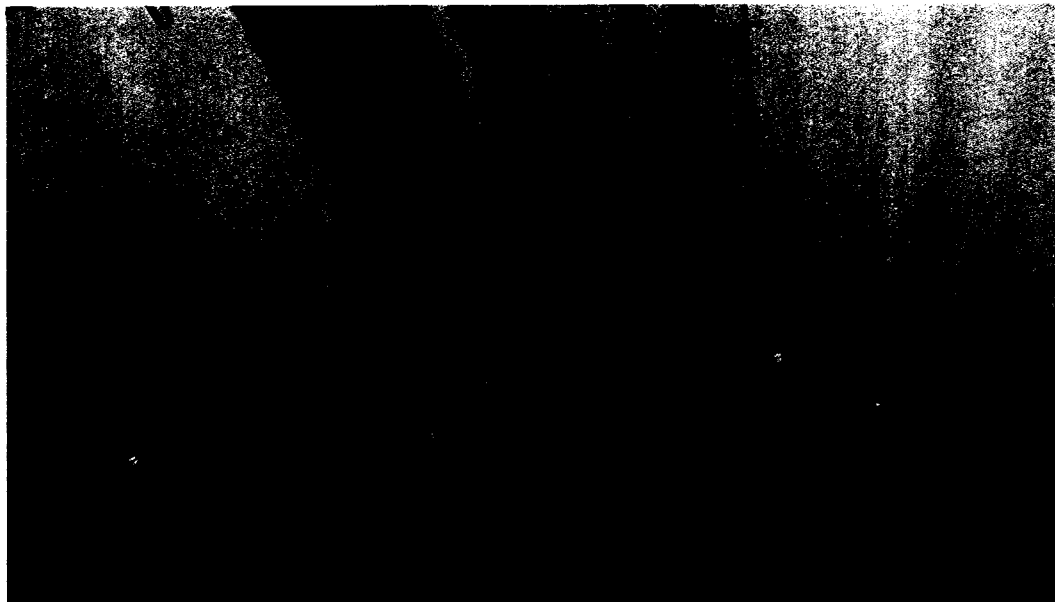
Fot. 19 Połączenie krokiew – murłata, brak zastosowania odpowiednich złączy ciesielskich



Fot. 20 Połączenie wieszaka z jętką – 2 śruby M14



Fot. 21 Połączenie jętki z krokwią – 2 śruby M14



Fot. 22 Węzeł kalenicowy – 3 x 2 śruby M14

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

ZAŁĄCZNIK 2

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Adres obiektu budowlanego: dz. nr 140,141,142, obręb 0007 Pęcław
67-221 Białoleka

Inwestor: Urząd Gminy Pęcław
Pęcław 28
67-221 Białoleka

Jednostka opracowująca: CadPro Sebastian Kołodziej
Biuro Projektów i Ekspertyz Budownictwa
ul. Zacisze 17
65-775 Zielona Góra

WYKAZ AUTORÓW OPRACOWANIA				
Imię i Nazwisko	Specjalność Nr uprawnień	Nr uprawnień	Data	Podpis
dr inż. Sebastian Kołodziej	Konstrukcyjno - budowlana	147/DOŚ/05	2018.12	dr inż. Sebastian Kołodziej UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr ewid. 102/DOŚ/04, 147/DOŚ/05 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
doc. dr inż. Mikołaj Kłapoć	Konstrukcyjno - budowlana	174/87/Zg	2018.12	doc. dr inż. Mikołaj Kłapoć Rzecznikawca Budowlany o specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr decyzji 442/98/R

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI.....	2
PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA	3
1 ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ.....	3
2 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ	4
2.1 Obciążenia stałe	4
2.1.1 Obciążenia stałe - połac dachu ponad jętkami.....	4
2.1.2 Obciążenia stałe - połac dachu poniżej jętek.....	4
2.1.3 Obciążenia stałe - strop na jętkach	4
2.2 Obciążenie użytkowe – strop na jętkach	4
2.3 Obciążenie śniegiem	5
2.4 Obciążenie wiatrem połaci dachu - kierunek prostopadły	6
2.5 Obciążenie wiatrem połaci dachu - kierunek równoległy	7
2.6 Obciążenie wiatrem - ciśnienie wewnętrzne	8
3 WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH I WYMIAROWANIA – KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCA.....	9
3.1 Widok ogólny modelu konstrukcji istniejącej	9
3.2 Obwiednia momentów zginających od kombinacji obciążeń obliczeniowych dla charakterystycznych układów poprzecznych.....	10
3.3 Obwiednia sił osiowych od kombinacji obciążeń obliczeniowych dla charakterystycznych układów poprzecznych	11
3.4 Deformacja charakterystycznych układów poprzecznych do kombinacji obciążeń charakterystycznych	11
3.5 Wyniki wymiarowania krokwi – pręt nr 232	12
3.6 Rzut wieńca – deformacja od kombinacji obciążeń charakterystycznych	13
3.7 Rzut wieńca – wykres sił osiowych od kombinacji obciążeń obliczeniowych	13
3.8 Rzut wieńca – wykres momentów zginających od kombinacji obciążeń obliczeniowych.....	14
3.9 Rzut wieńca – wykres sił tnących od kombinacji obciążeń obliczeniowych	14
3.10 Analiza nośności wieńca w osi 2 – nośność na zginanie	15
3.11 Analiza nośności wieńca poprzecznego w osi D – nośność na rozciąganie.....	15
3.12 Wnioski i uwagi wynikające z analizy statyczno – wytrzymałościowej	16
4 WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH I WYMIAROWANIA – KONSTRUKCJA WZMOCNIONA	17
4.1 Widok ogólny modelu konstrukcji wzmocnionej	17
4.2 Obwiednia momentów zginających od kombinacji obciążeń obliczeniowych dla charakterystycznych układów poprzecznych.....	18
4.3 Obwiednia sił osiowych od kombinacji obciążeń obliczeniowych dla charakterystycznych układów poprzecznych	19
4.4 Deformacja charakterystycznych układów poprzecznych do kombinacji obciążeń charakterystycznych	19
4.5 Wyniki wymiarowania krokwi – pręt nr 296	20
4.6 Wyniki wymiarowania jętki	20
4.7 Wyniki wymiarowania połączenia śrubowego ceownika wzmacniającego wieńiec z krokwią	21
4.8 Rzut wieńca – deformacja od kombinacji obciążeń charakterystycznych	22
4.9 Rzut wieńca – wykres sił osiowych w ściągach i wieńcach poprzecznych od kombinacji obciążeń obliczeniowych	22
4.10 Rzut wieńca – wykres momentów zginających od kombinacji obciążeń obliczeniowych	23
4.11 Rzut wieńca – wykres sił tnących od kombinacji obciążeń obliczeniowych.....	23
4.12 Wnioski i uwagi wynikające z analizy statyczno – wytrzymałościowej konstrukcji wzmocnionej	24

Podstawa formalna opracowania

[N1] PN-EN 1990:2004	Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.
[N2] PN-EN 1991-1-1:2004	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
[N3] PN-EN 1991-1-3:2005	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
[N4] PN-EN 1991-1-4:2008	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
[N5] PN-EN 1992-1-1:2008	Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły Ogólne i reguły dla budynków.
[N6] PN-EN 1992-1-2:2008	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe.
[N7] PN-EN 1993-1-1:2006	Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
[N8] PN-EN 1993-1-8:2006	Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-8: Projektowanie węzłów.
[N9] PN-EN 1995-1-1:2010	Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1: Postanowienia ogólne. Reguły ogólne i reguły Dotyczące budynków.

1 Założenia do obliczeń

Materiały:

Stal profili walcowanych:	S235
Blachy:	S235
Beton:	C20/25 (B25)
Drewno:	C24

2 Zestawienie obciążeń

2.1 Obciążenia stałe

2.1.1 Obciążenia stałe - połąć dachu ponad jętkami

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Dachówka cementowa [0,700kN/m ²]	0,70
2.	Łaty 6x4cm - 3szt/mb [4,200kN/m ³ ·0,06m·0,04m·3szt]Drewno klasy wytrzymałości C24 4,2·0,06·0,04·3 [0,030kN/m ²]	0,03
3.	Kontrłaty 5x2,5cm - 3szt/mb [4,200kN/m ³ ·0,05m·0,025mDrewno klasy wytrzymałości C24 (4,2·0,05·0,025)/0,8 [0,010kN/m ²]	0,01
4.	Membrana wiatroizolacyjna [0,010kN/m ²]	0,01
Σ:		0,75

2.1.2 Obciążenia stałe - połąć dachu poniżej jętek

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Dachówka cementowa [0,700kN/m ²]	0,70
2.	Łaty 6x4cm - 3szt/mb [4,200kN/m ³ ·0,06m·0,04m·3szt]Drewno klasy wytrzymałości C24 4,2·0,06·0,04·3 [0,030kN/m ²]	0,03
3.	Kontrłaty 5x2,5cm - 3szt/mb [4,200kN/m ³ ·0,05m·0,025mDrewno klasy wytrzymałości C24 (4,2·0,05·0,025)/0,8 [0,010kN/m ²]	0,01
4.	Membrana wiatroizolacyjna [0,010kN/m ²]	0,01
5.	Wełna mineralna gr. 25cm 1·0,25 [0,250kN/m ²] 1·0,25 [0,250kN/m ²]	0,25
6.	Folia paroizolacyjna [0,010kN/m ²]	0,01
7.	Sufit podwieszony 2x płyta GK (2x12,5mm) 12·0,025 [0,300kN/m ²]	0,30
Σ:		1,31

2.1.3 Obciążenia stałe - strop na jętkach

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Płyta OSB gr.25mm 7·0,025 [0,180kN/m ²]	0,18
2.	Wełna mineralna gr. 25cm 1·0,25 [0,250kN/m ²] 1·0,25 [0,250kN/m ²]	0,25
3.	Folia paroizolacyjna [0,010kN/m ²]	0,01
4.	Sufit podwieszony 2x płyta GK (2x12,5mm) 12·0,025 [0,300kN/m ²]	0,30
Σ:		0,74

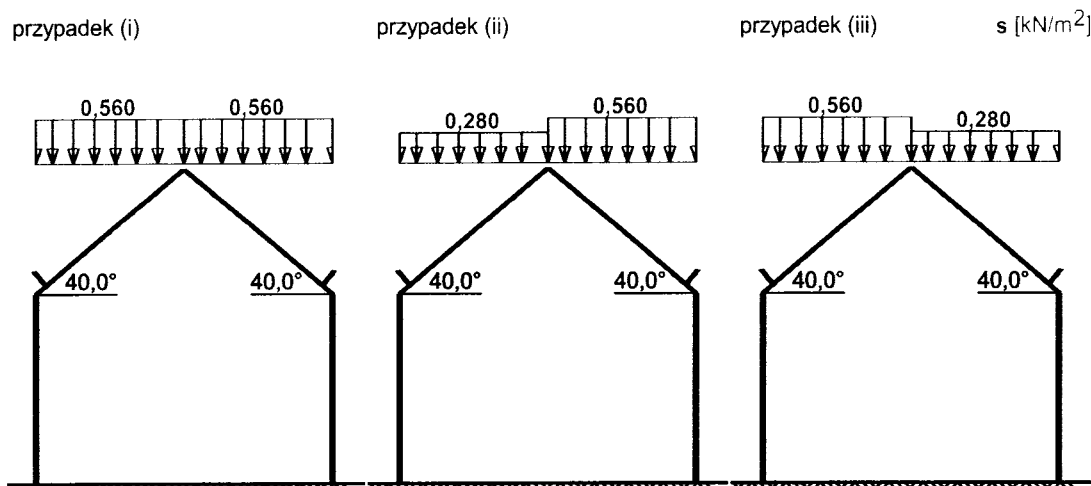
2.2 Obciążenie użytkowe – strop na jętkach

Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1 / Obciążenia użytkowe powierzchni stropów i dachów (p.6.3)

Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii H (dach bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw) → od 0,0 do 1,0 kN/m², zalecane 0,4 kN/m²

2.3 Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (p.5.3.3)



- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 1; A = 80 m n.p.m. →
 - $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,840 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$

Połąć dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 40,0^\circ$
 - zabezpieczenie przed zsunieniem się śniegu z dachu
 - $\mu_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 40,0^\circ) / 30^\circ = 0,533 < 0,8 \rightarrow \mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = 0,560 \text{ kN/m}^2$$

Mniej obciążona połąć dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 40,0^\circ$
 - zabezpieczenie przed zsunieniem się śniegu z dachu
 - $\mu = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = 0,280 \text{ kN/m}^2$$

Bardziej obciążona połąć dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

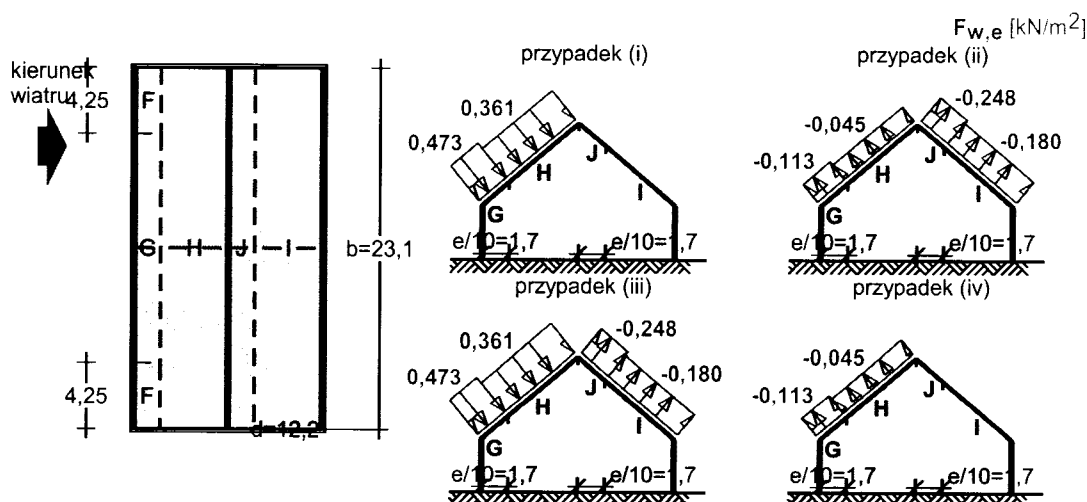
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 40,0^\circ$
 - zabezpieczenie przed zsunieniem się śniegu z dachu
 - $\mu_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 40,0^\circ) / 30^\circ = 0,533 < 0,8 \rightarrow \mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = 0,560 \text{ kN/m}^2$$

2.4 Obciążenie wiatrem połaci dachu - kierunek prostopadły

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 23,1$ m, $d = 12,2$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 40,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 8,5$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 17,0$ m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną, $\theta = 0^\circ$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 80$ m n.p.m. $\rightarrow v_{b,0} = 22$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 8,50$ m
- Kategoria terenu II \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 1,0 \cdot (8,5/10)^{0,17} = 0,97$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 21,40$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,195$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 676,4 \text{ Pa} = 0,676 \text{ kPa}$$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połać w przekroju $x/b = 0,50$ - pole G - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot 0,7 = 0,473 \text{ kN/m}^2$$

Połać w przekroju $x/b = 0,50$ - pole G - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,167$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot (-0,167) = -0,113 \text{ kN/m}^2$$

Połać w przekroju $x/b = 0,50$ - pole H - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,533$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot 0,533 = 0,361 \text{ kN/m}^2$$

Połać w przekroju $x/b = 0,50$ - pole H - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,067$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot (-0,067) = -0,045 \text{ kN/m}^2$$

Połać w przekroju $x/b = 0,50$ - pole I - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot 0,0 = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole I - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,267$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot (-0,267) = -0,180 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole J - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,0$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot 0,0 = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole J - ssanie:

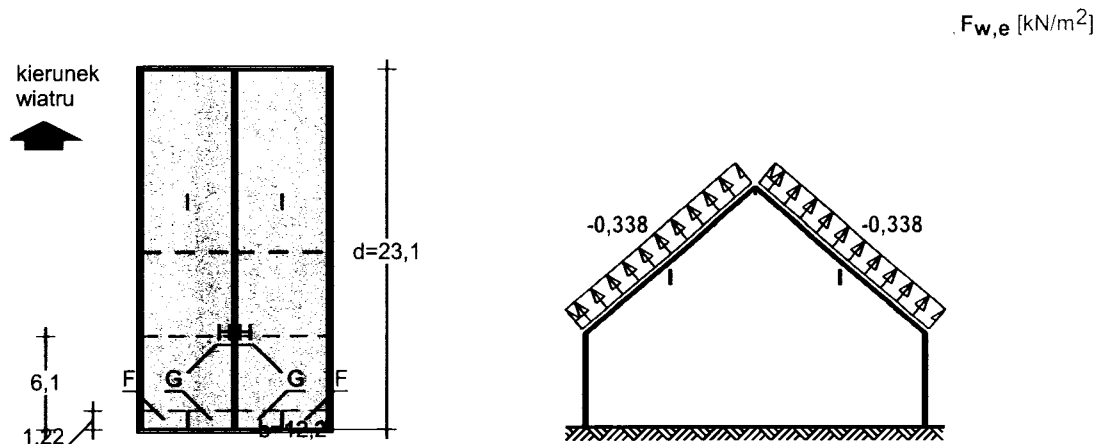
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,367$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot (-0,367) = -0,248 \text{ kN/m}^2$$

2.5 Obciążenie wiatrem połaci dachu - kierunek równoległy

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe (p.7.2.5)



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 12,2 \text{ m}$, $d = 23,1 \text{ m}$, kąt nachylenia połaci $\alpha = 40,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 8,5 \text{ m}$
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 12,2 \text{ m}$
- Wiatr wiejący na ścianę szczytową, $\theta = 90^\circ$
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 80 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 8,50 \text{ m}$
- Kategoria terenu II \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 1,0 \cdot (8,5/10)^{0,17} = 0,97$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 21,40 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,195$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 676,4 \text{ Pa} = 0,676 \text{ kPa}$$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połąć w przekroju x/d = 0,50 - pole I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,5$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

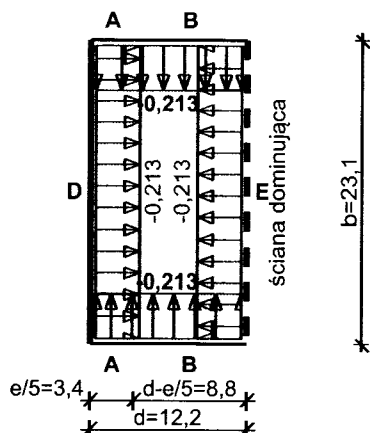
$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,676 \cdot (-0,5) = -0,338 \text{ kN/m}^2$$

2.6 Obciążenie wiatrem - ciśnienie wewnętrzne

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ciśnienie wewnętrzne (p.7.2.9)

 $w_i \text{ [kN/m}^2\text{]}$

kierunek
wiatru



- Budynek z ścianą dominującą
- Budynek o wymiarach $h = 8,5 \text{ m}$, $d = 12,2 \text{ m}$, $b = 23,1 \text{ m}$
- Ściana dominująca w polu E
- Stosunek pola otworów w ścianie dominującej do pola otworów w pozostałych ścianach = 2,00
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 80 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Wysokość odniesienia: $z_i = h = 8,50 \text{ m}$
- Kategoria terenu II \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_i) = 1,0 \cdot (8,5/10)^{0,17} = 0,97$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_i) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_i) = c_r(z_i) \cdot c_o(z_i) \cdot v_b = 21,40 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_i) = 0,195$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_i) = [1 + 7 \cdot I_v(z_i)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_i) = 676,4 \text{ Pa} = 0,676 \text{ kPa}$$

Ciśnienie wewnętrzne:

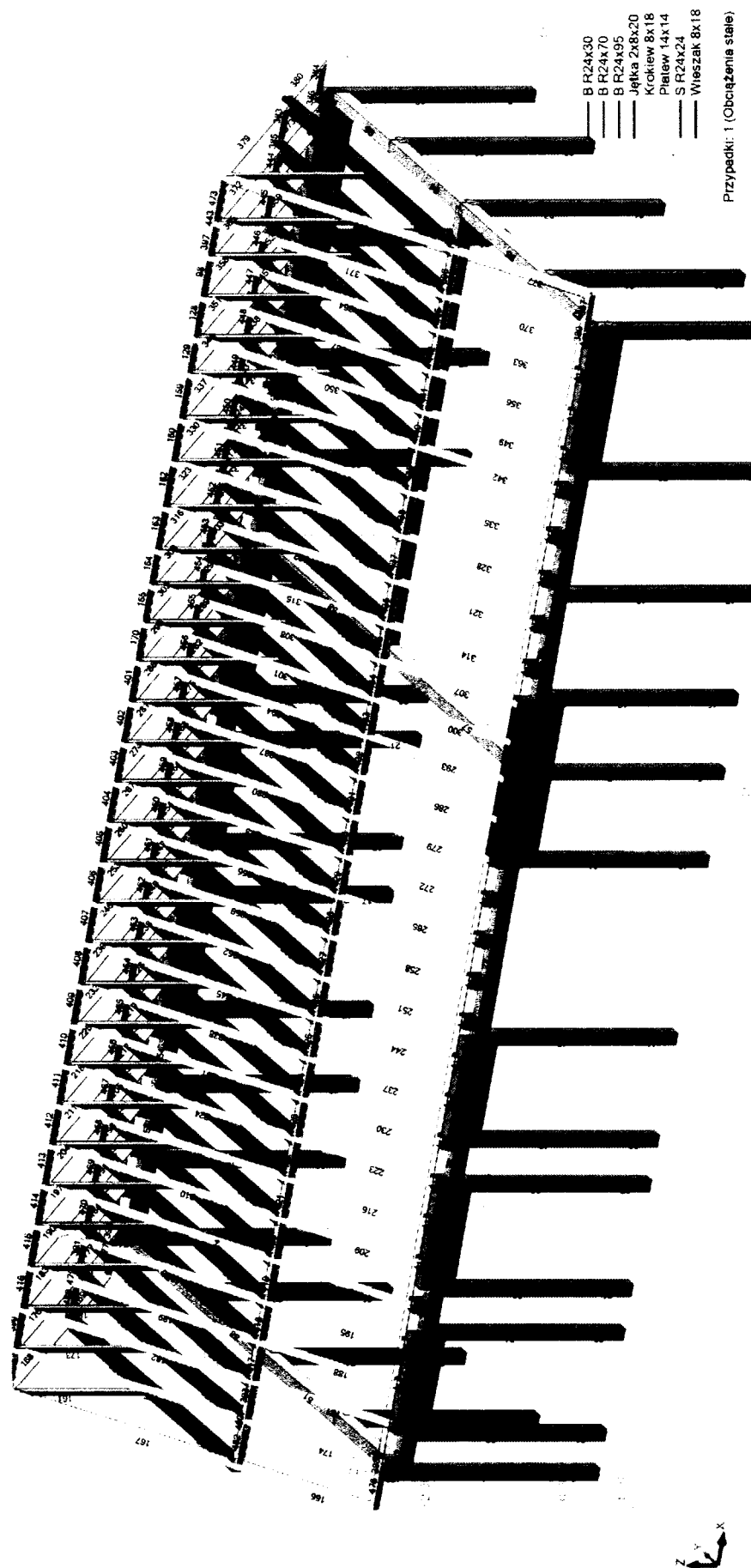
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego $c_{pi} = -0,314$

Charakterystyczne ciśnienie wewnętrzne:

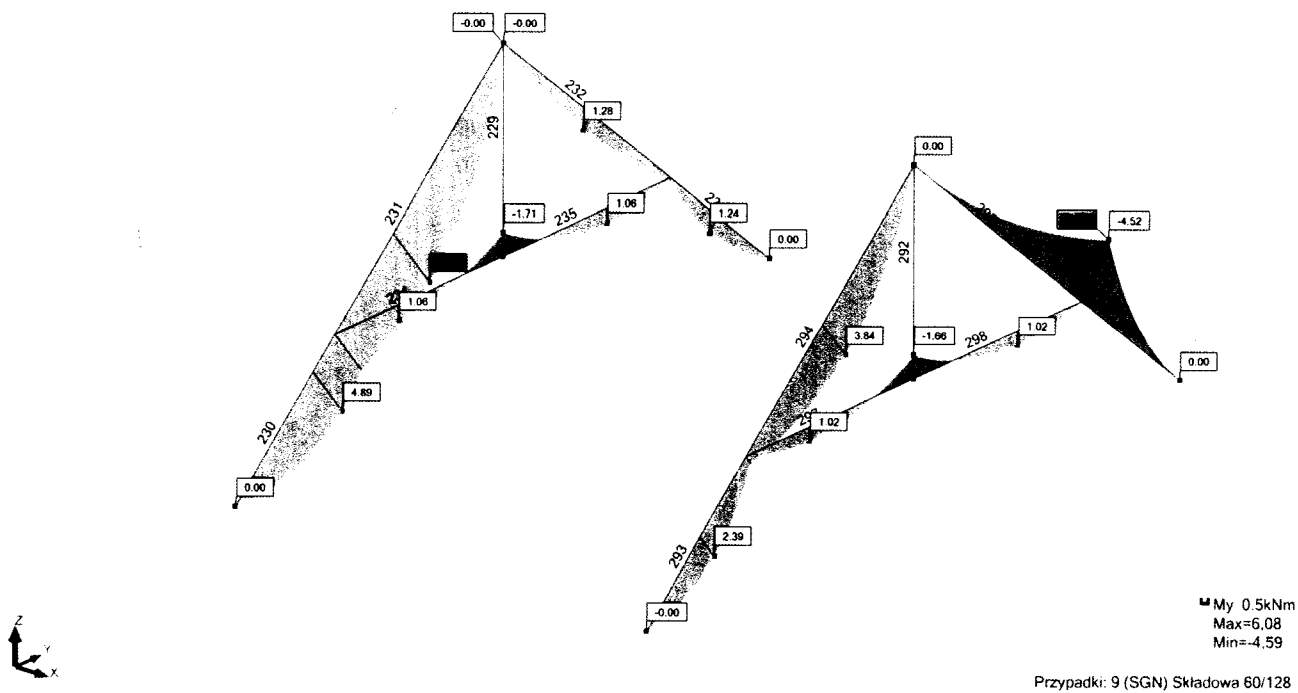
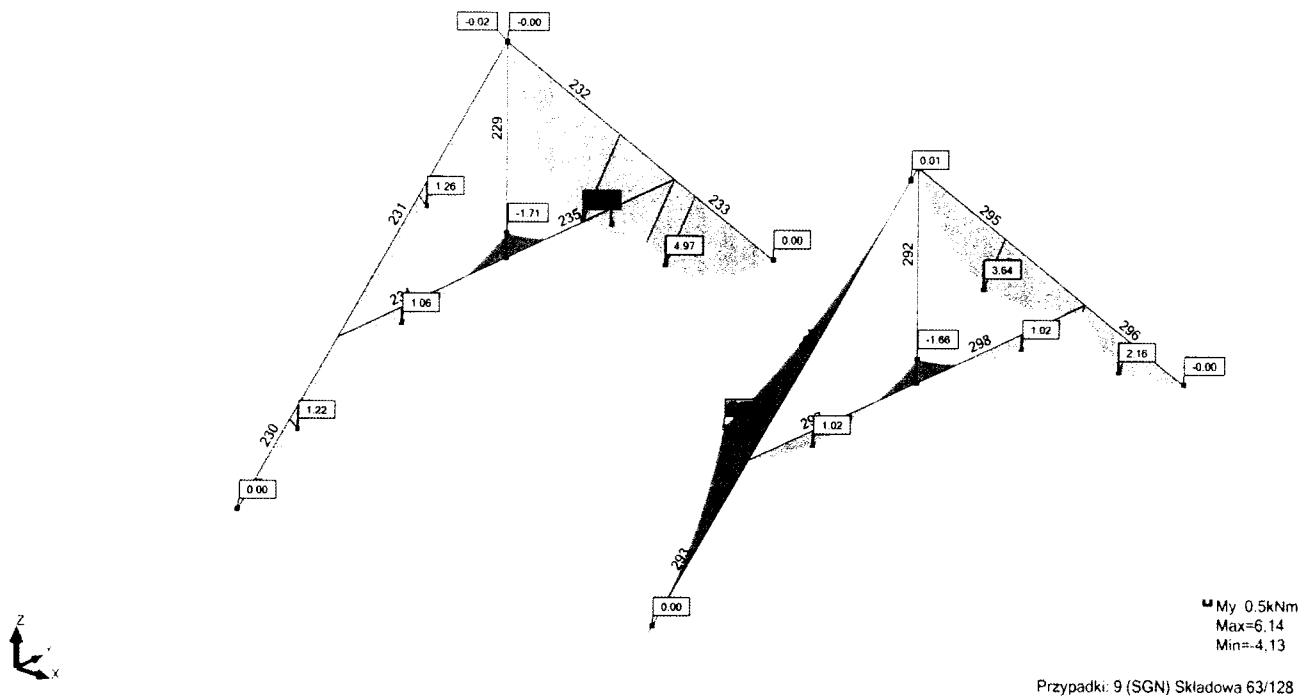
$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi} = 0,676 \cdot (-0,314) = -0,213 \text{ kN/m}^2$$

3 Wyniki obliczeń statycznych i wymiarowania – konstrukcja istniejąca

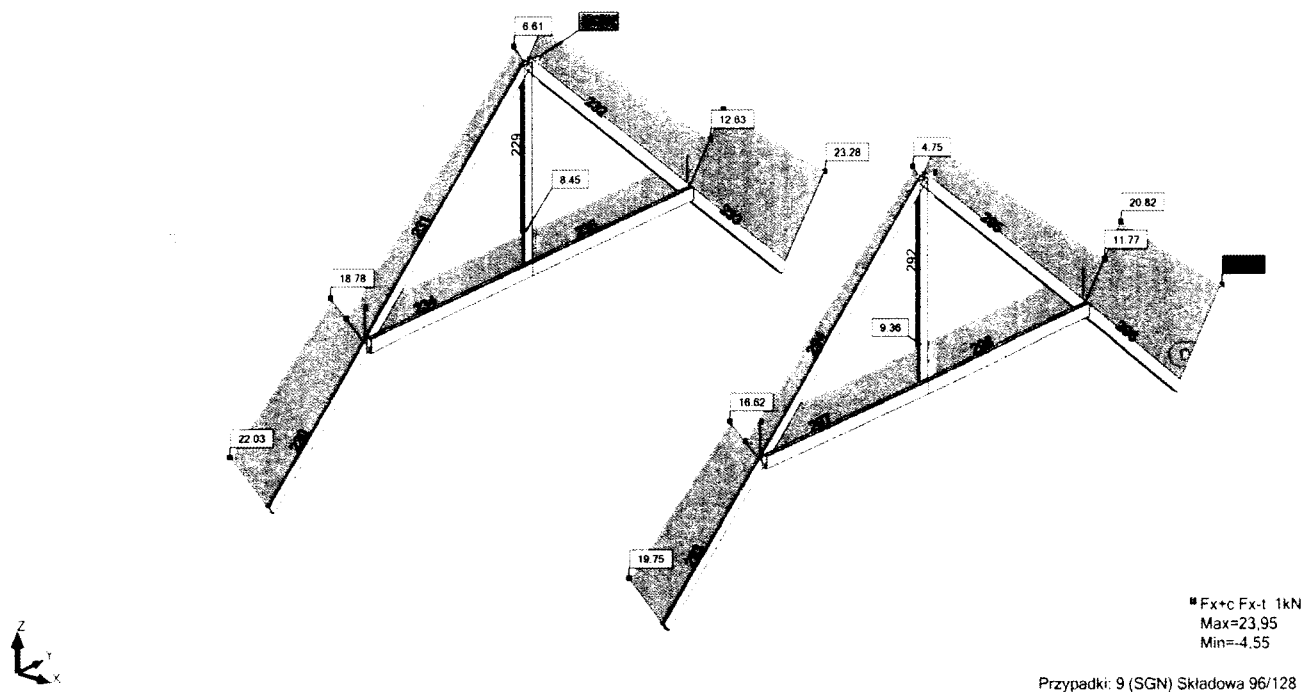
3.1 Widok ogólny modelu konstrukcji istniejącej



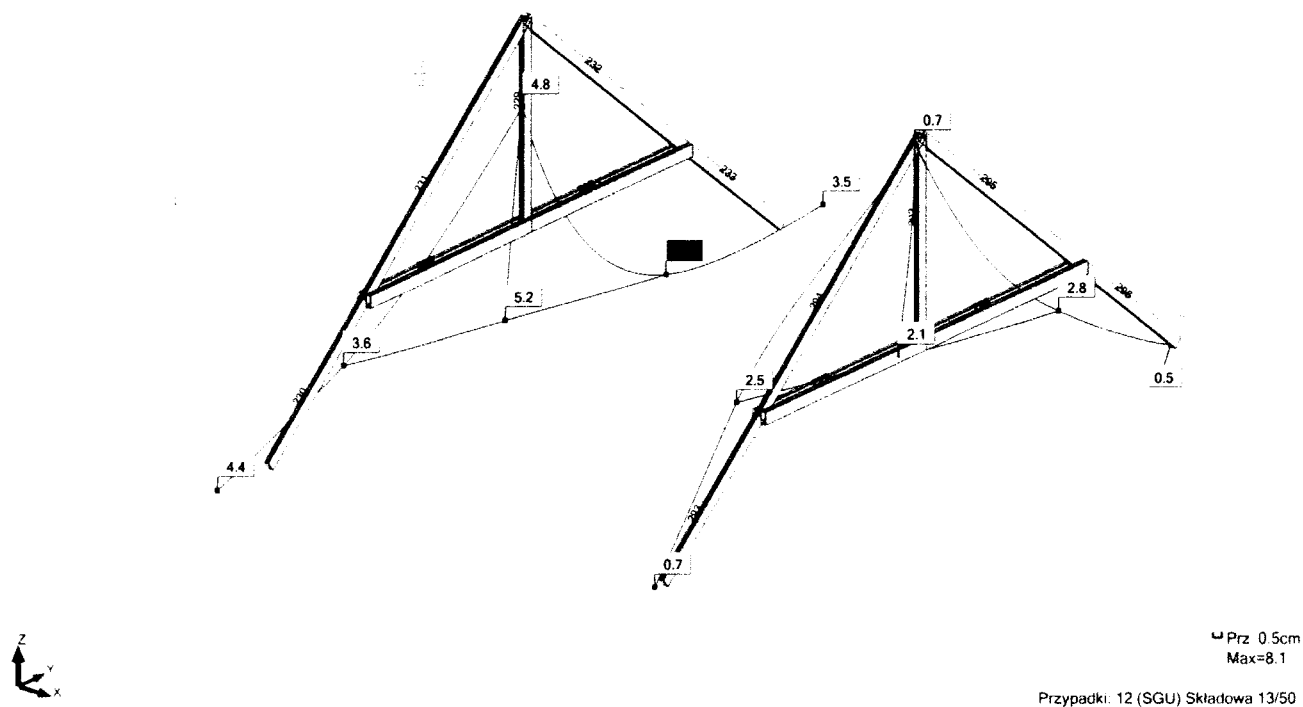
3.2 Obwiednia momentów zginających od kombinacji obciążeń obliczeniowych dla charakterystycznych układów poprzecznych



3.3 Obwiednia sił osiowych od kombinacji obciążeń obliczeniowych dla charakterystycznych układów poprzecznych



3.4 Deformacja charakterystycznych układów poprzecznych do kombinacji obciążeń charakterystycznych



Dopuszczalne ugięcie konstrukcji dachu: $f_{dop} = 1176 / 250 = 4,70$ cm

Ugięcie chwilowe od obciążeń charakterystycznych: $f = 6,70$ cm $> f_{dop} = 4,70$ cm

3.5 Wyniki wymiarowania krokwi – pręt nr 232

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/NA2010/A2:2014**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 232 Krokiew - Głogów_232
0.68 L = 3.30 m**PUNKT:** 14**WSPÓŁRZĘDNA:** x =**OBCIĄŻENIA:***Decydujący przypadek obciążenia:* 9 SGN /63/ 1*1.15 + 4*0.75 + 7*1.50 + 8*1.50**MATERIAŁ** C24

gM = 1.30

f_{m,0,k} = 24.00 MPaf_{t,0,k} = 14.00 MPaf_{c,0,k} = 21.00 MPaf_{v,k} = 4.00 MPaf_{t,90,k} = 0.40 MPaf_{c,90,k} = 2.50 MPaE_{0,moyen} = 11000.00 MPaE_{0,05} = 7400.00 MPaG_{moyen} = 690.00 MPa

Klasa użyteczności: 1

Beta_c = 0.20**PARAMETRY PRZEKROJU:** Krokiew 8x18

ht=18.0 cm

bf=8.0 cm

ea=4.0 cm

es=4.0 cm

A_y=96.00 cm²I_y=3888.00 cm⁴W_y=432.00 cm³A_z=96.00 cm²I_z=768.00 cm⁴W_z=192.00 cm³A_x=144.00 cm²I_x=2211.8 cm⁴**NAPRĘŻENIA**Sig_{c,0,d} = N/A_x = 8.56/144.00 = 0.59 MPaSig_{m,y,d} = M_y/W_y = 6.14/432.00 = 14.21 MPaSig_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.02/192.00 = 0.10 MPaTau_{y,d} = 1.5*0.02/144.00 = 0.00 MPaTau_{z,d} = 1.5*-0.12/144.00 = -0.01 MPaTau_{tory,d} = 0.01 MPa, Tau_{torz,d} = 0.01 MPa**NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE**f_{c,0,d} = 9.69 MPaf_{m,y,d} = 11.08 MPaf_{m,z,d} = 12.56 MPaf_{v,d} = 1.85 MPa**Współczynniki i parametry dodatkowe**k_m = 0.70k_h = 1.13k_{mod} = 0.60K_{sys} = 1.00k_{cr} = 0.67**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**l_{ef} = 4.34 mLambda_{rel} m = 0.77Sig_{cr} = 40.45 MPak_{crit} = 0.98**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

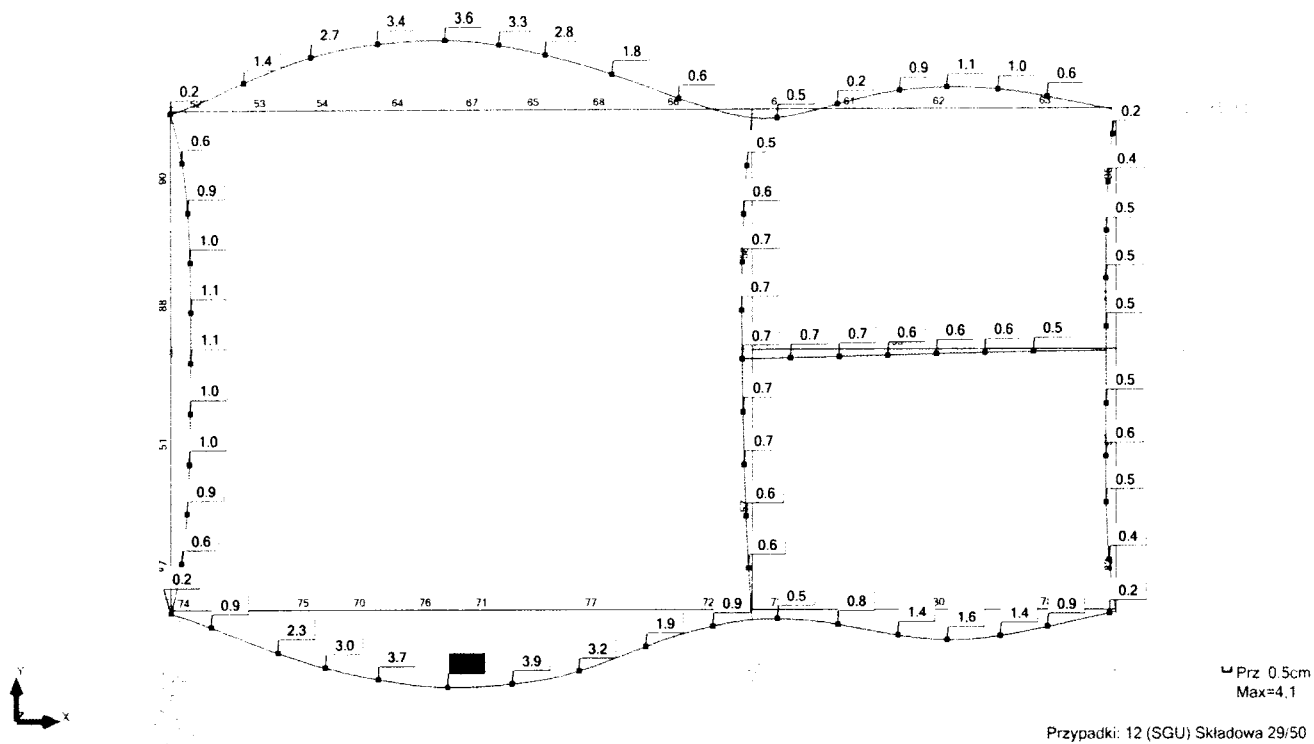
względem osi Y:

L_Y = 4.82 mLambda_{rel} Y = 1.57L_{FY} = 4.82 mLambda_Y = 92.86k_y = 1.87k_{cy} = 0.35

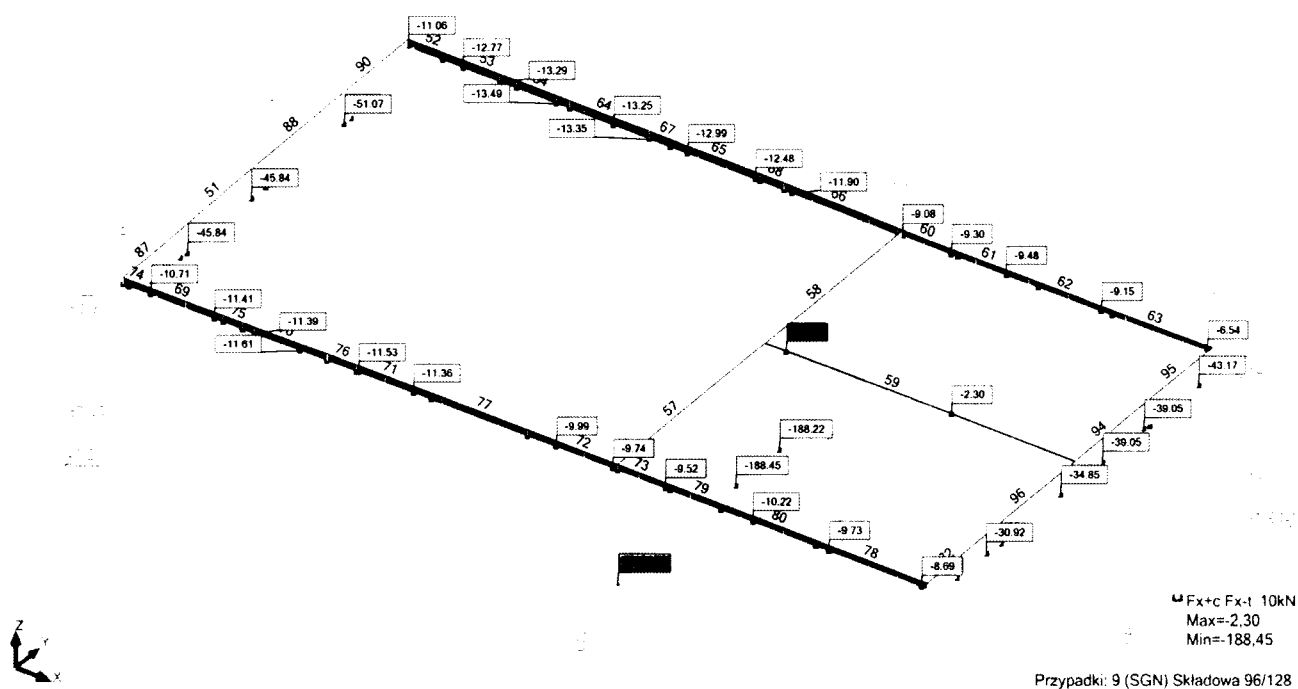
względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:(Sig_{c,0,d}/k_{c,y}*f_{c,0,d}) + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 1.46 > 1.00 (6.23)Sig_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 14.21/(0.98*11.08) = 1.31 > 1.00 (6.33)(Tau_{y,d}/k_{cr}+Tau_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 (Tau_{z,d}/k_{cr}+Tau_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 (6.13-4)**Profil niepoprawny !!!**

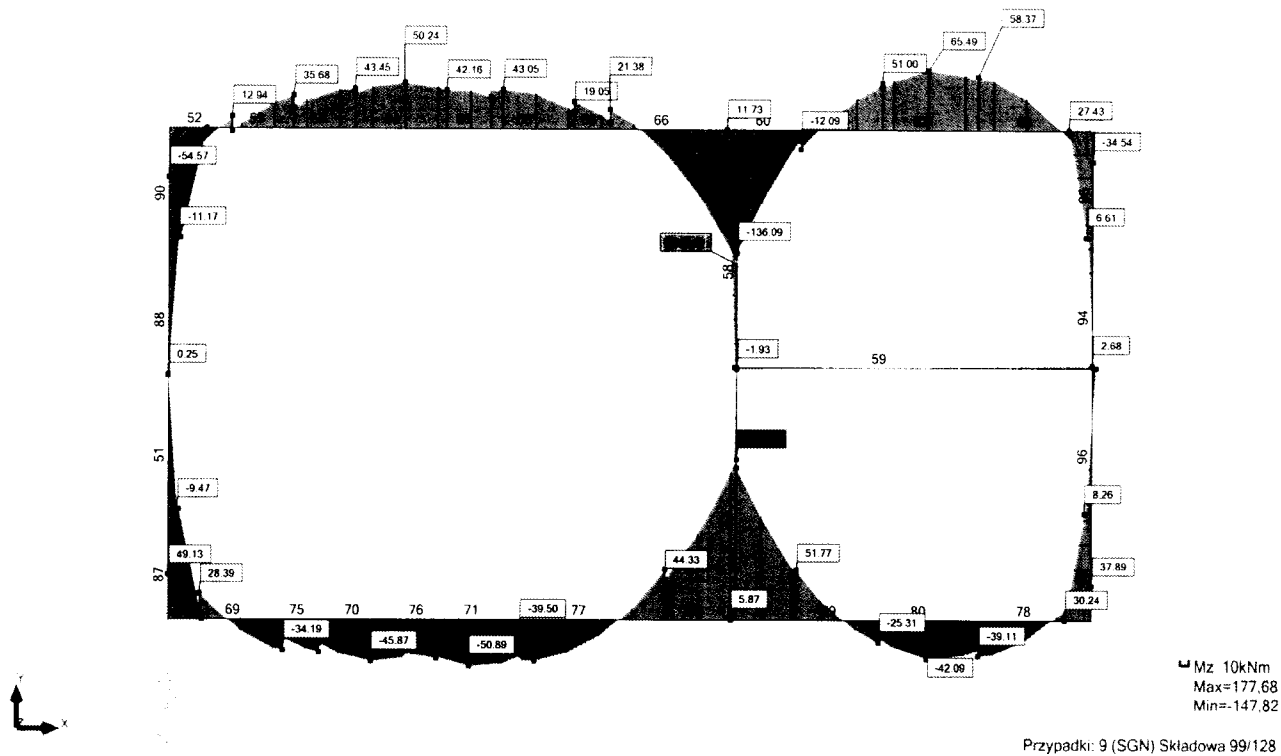
3.6 Rzut wieńca – deformacja od kombinacji obciążeń charakterystycznych



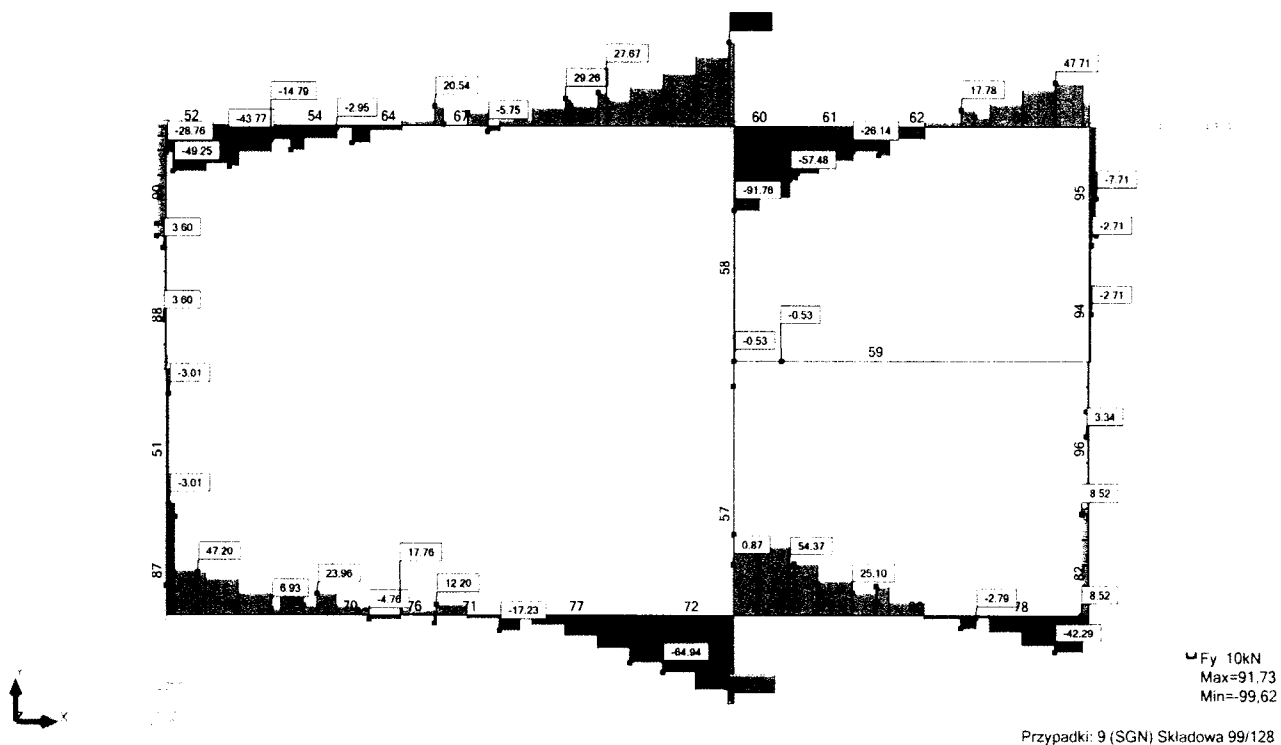
3.7 Rzut wieńca – wykres sił osiowych od kombinacji obciążeń obliczeniowych



3.8 Rzut wieńca – wykres momentów zginających od kombinacji obciążeń obliczeniowych



3.9 Rzut wieńca – wykres sił tnących od kombinacji obciążeń obliczeniowych



3.10 Analiza nośności wieńca w osi 2 – nośność na zginanie

DANE

Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 30,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 25,0 \text{ cm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25 (C20/25)** $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,06$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zbrojenie główne:

Klasa stali: **A-IIIN (B500SP)** $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Odległość środka zbr. od dolnej krawędzi przekroju $a_1 = 32 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 12 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne: przyjęto $A_{s1, rzec} = 2,26 \text{ cm}^2$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYNIKI - ZGINANIE (wg PN-B-03264:2002)

Zginanie (metoda uproszczona):

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,85 \text{ cm}^2$. Przyjęto $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,35\%$)

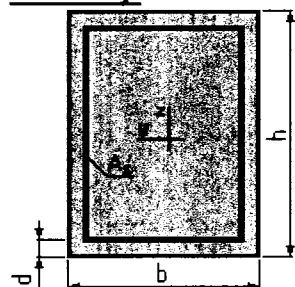
Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 177,68 \text{ kNm} > M_{Rd} = 19,58 \text{ kNm}$

3.11 Analiza nośności wieńca poprzecznego w osi D – nośność na rozciąganie

Założenia:

- Beton klasy **B25**, $\alpha_{cc} = 1,00$
- Stal klasy **A-IIIN** $f_{yk} = 490,0 \text{ (MPa)}$
- Przekrój zbrojony prętami $\phi 12$
- Dopuszczalna szerokość rozwarcia rys $a_{dop} = 0,30 \text{ mm}$
- Obliczenia zgodne z **PN-B-03264:2002**

Przekrój:



$b = 30,0 \text{ (cm)}$

$h = 24,0 \text{ (cm)}$

$d = 3,1 \text{ (cm)}$

Zbrojenie:

$$A_s = 4,5 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Stopień zbrojenia } \mu = 0,63 \text{ (\%)} \quad \mu_{\min} = 0,60 \text{ (\%)}$$

Nośność przekroju na rozciąganie:

Maksymalna siła podłużna obliczeniowa:

$$N_{Rd} = 189,00 \text{ (kN)} > N_{Sd} = 188,45 \text{ kN}$$

3.12 Wnioski i uwagi wynikające z analizy statyczno – wytrzymałościowej.

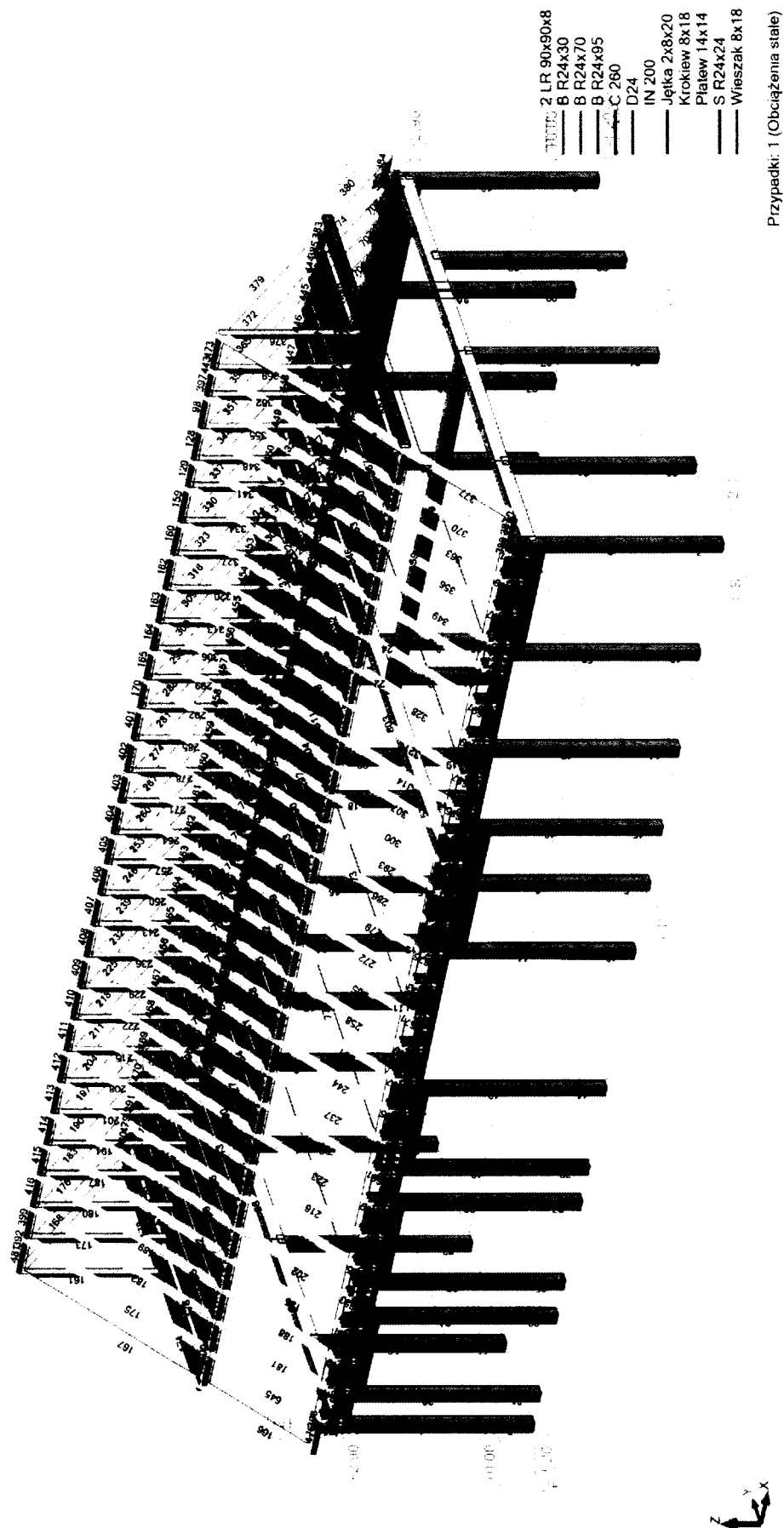
W wyniku przeprowadzonej analizy statyczno – wytrzymałościowej przestrzennego modelu konstrukcyjnego, obejmującego więźbę dachową oraz żelbetowy układ konstrukcyjny obejmujący wieńce, nadproża oraz trzpienie żelbetowe sformułowano następujące wnioski:

- Przyjęty przez projektantów schemat konstrukcji w postaci więźby dachowej o ustroju jętkowym generuje zbyt duży rozpór działający na mury oraz wieńce, powodując znaczne poziome przemieszczenia poziome konstrukcji w poziomie podparcia więźby dachowej, co skutkuje odmiennymi od założonych przez projektantów warunkami podporowymi. W projekcie podczas wymiarowania więźby dachowej projektanci założyli podpory przegubowo – nieprzesuwne, gdy w rzeczywistości mamy do czynienia z podporami podatnymi, o znacznym stopniu podatności poziomej. Odmiennie od przyjętych warunki podporowe skutkują innym rozkładem sił wewnętrznych, prowadzącym do przekroczenia stanów granicznych nośności w krokwiach rozpatrywanej więźby dachowej oraz stanów granicznych użytkowania w postaci nadmiernego ugięcia całej więźby dachowej.
- Siły rozporu działające z więźby dachowej na konstrukcję żelbetową – układ wieńcy, nadproży i trzpień są tak duże, że powodują wielokrotne przekroczenie stanów granicznych nośności przekrojów żelbetowych.
- Stwierdzony na podstawie niniejszej analizy stan konstrukcji pozwala sformułować tezę, iż przyjęty przez projektantów układ konstrukcyjny budynku, w którym nie uwzględniono elementów konstrukcyjnych mogących bezpiecznie przenieść siły rozporowe (obciążenia poziome) generowane przez jętkową więźbę dachową, jest błędem projektowym, mogącym doprowadzić przy pełnych lub nawet częściowych obciążeniach normowych do niekontrolowanego uszkodzenia poszczególnych elementów konstrukcji budynku, co będzie skutkowało nagłą katastrofą budowlaną.
- W ocenie autora niniejszego opracowania, dalsze użytkowanie obiektu, bez poczynienia środków zaradczych stwarza bezpośrednie zagrożenie życia użytkowników obiektu.
- Proponuje się wzmocnienie konstrukcji budynku poprzez zastosowanie stalowych ściągów w poziomie murek, wzmocnienie wieńcy podłużnych poprzez zespolenie z ceownikami stalowymi oraz dodatkowe połączenie wieńcy podłużnych z wieńcami poprzecznymi. Dodatkowo do ceowników wzmacniających wieńce podłużne proponuje się przyspawać żebra, do których za pomocą łączników śrubowych należy zamocować krokwie. Prace wzmacniające należy prowadzić na częściowo odciążonej oraz podpartej słupami pośrednimi konstrukcji.

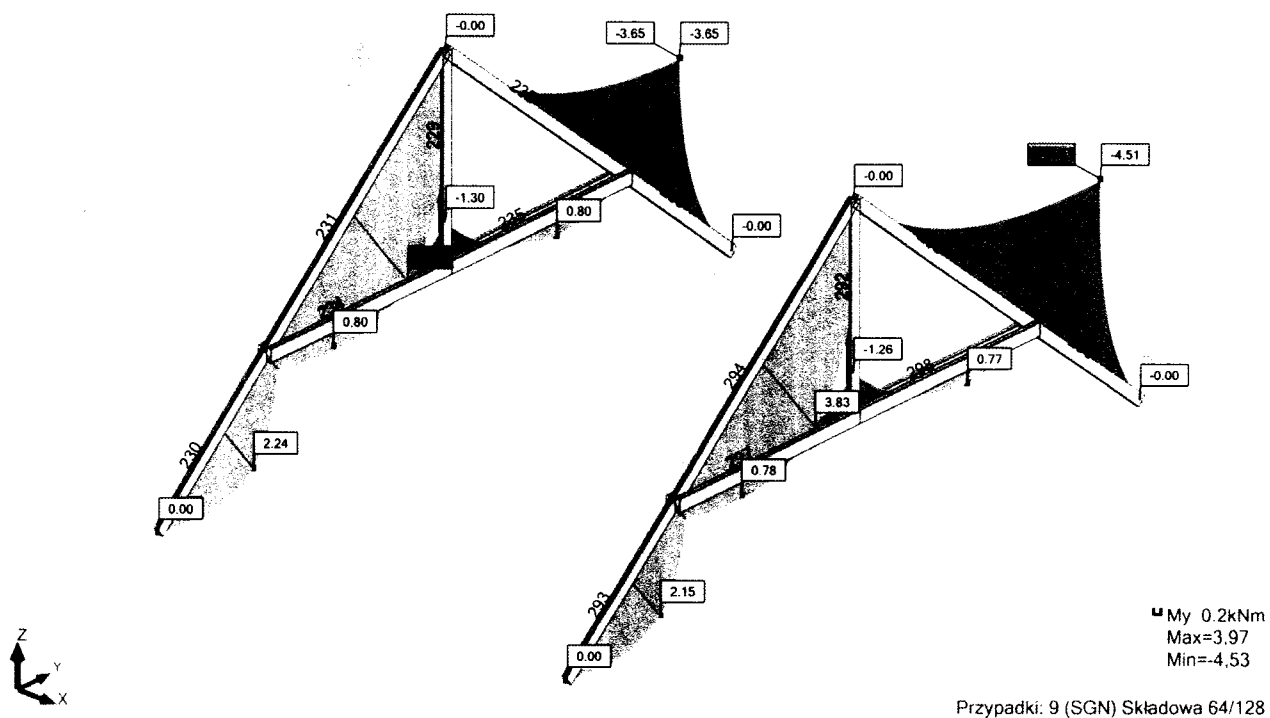
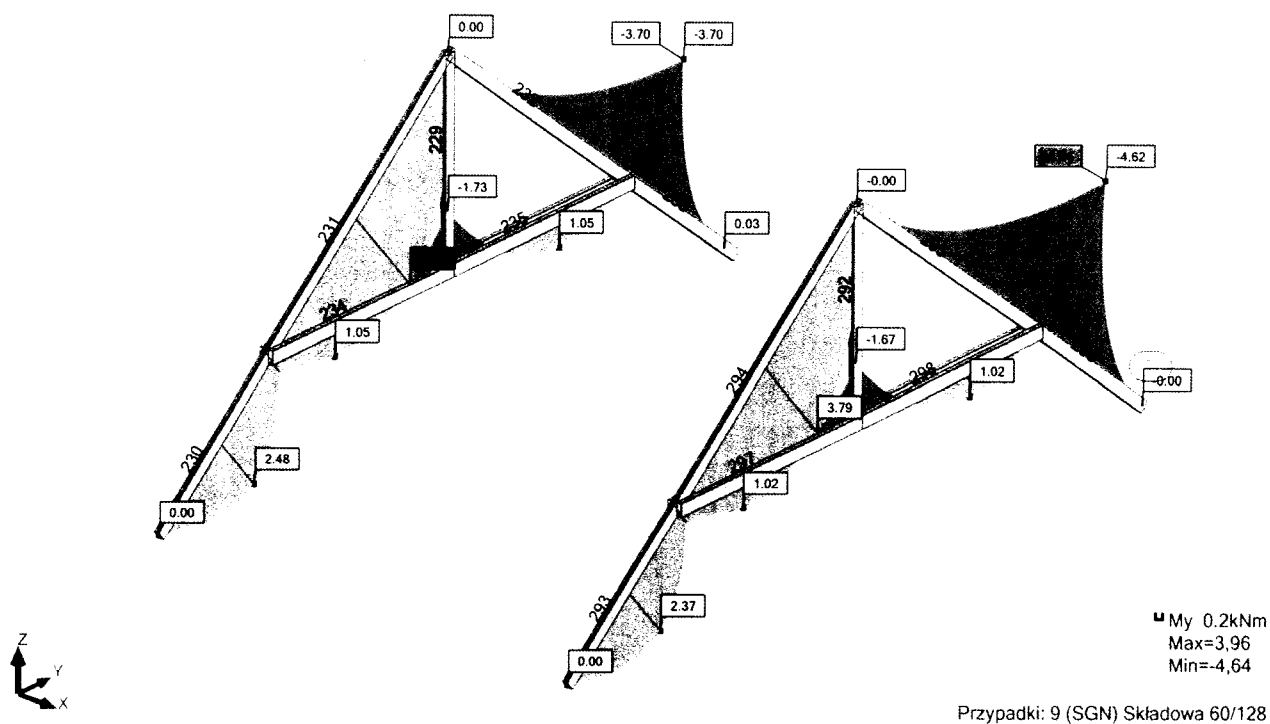
W dalszej części niniejszego opracowania zostaną zaprezentowane wyniki obliczeń statycznych oraz wymiarowania konstrukcji z uwzględnieniem zaproponowanego wzmocnienia.

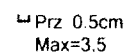
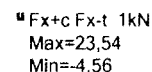
4 Wyniki obliczeń statycznych i wymiarowania – konstrukcja wzmocniona

4.1 Widok ogólny modelu konstrukcji wzmocnionej



4.2 Obwiednia momentów zginających od kombinacji obciążeń obliczeniowych dla charakterystycznych układów poprzecznych





www.cadpro.pl

4.5 Wyniki wymiarowania krokwi – pręt nr 296

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 8,0$ cm

Wysokość $h = 18,0$ cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24$ MPa, $f_{t,0,k} = 14$ MPa, $f_{c,0,k} = 21$ MPa, $f_{v,k} = 2,5$ MPa, $E_{0,mean} = 11$ GPa, $\rho_k = 350$ kg/m³

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Siła ściskająca $N_c = 20,21$ kN

Moment zginający $M_y = 4,64$ kNm

Moment zginający $M_z = 0,00$ kNm

Klasa trwania obciążenia: średniotrwale

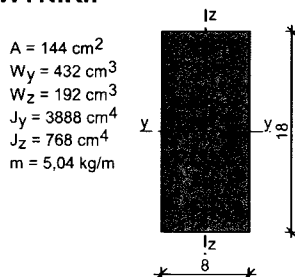
Zwichrzeniowa długość obliczeniowa $l_d = 1,00$ m

Poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

Długość wyboczeniowa $l_{ey} = 2,85$ m

Długość wyboczeniowa $l_{ez} = 1,00$ m

WYNIKI:



Zginanie ze ściskaniem:

$N_c = 20,21$ kN; $M_y = 4,64$ kNm

Warunek smukłości:

$\lambda_y = 54,85 < \lambda_c = 150$ (36,6%)

$\lambda_z = 43,30 < \lambda_c = 150$ (28,9%)

Warunek nośności:

$k_{c,y} = 0,788$; $k_{c,z} = 0,915$

$\sigma_{c,0,d} = 1,40$ MPa, $f_{c,0,d} = 12,92$ MPa

$\sigma_{m,y,d} = 10,74$ MPa, $f_{m,y,d} = 14,77$ MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,138 + 0,727 = 0,865 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,119 + 0,727 = 0,846 < 1$

Warunek stateczności:

$k_{crit,y} = 1,000$

$\sigma_{m,y,d} = 10,74$ MPa $< k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 14,77$ MPa (72,7%)

4.6 Wyniki wymiarowania jętki

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny

Szerokość $b = 8,0$ cm

Wysokość $h = 20,0$ cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24$ MPa, $f_{t,0,k} = 14$ MPa, $f_{c,0,k} = 21$ MPa, $f_{v,k} = 2,5$ MPa, $E_{0,mean} = 11$ GPa, $\rho_k = 350$ kg/m³

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Siła ściskająca $N_c = 11,01$ kN

Moment zginający $M_y = 2,10$ kNm

Moment zginający $M_z = 0,00$ kNm

Klasa trwania obciążenia: średniotrwale

Zwichrzeniowa długość obliczeniowa $l_d = 1,00$ m

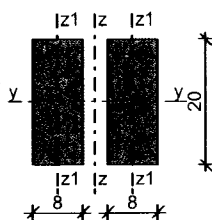
Poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

Długość wyboczeniowa $l_{ey} = 3,75$ m

Długość wyboczeniowa $l_{ez} = 1,00$ m

WYNIKI:

$A = 320 \text{ cm}^2$
 $W_y = 1067 \text{ cm}^3$
 $W_z = 427 \text{ cm}^3$
 $J_y = 10667 \text{ cm}^4$
 $J_z = 1707 \text{ cm}^4$
 $m = 11,2 \text{ kg/m}$

**Zginanie ze ściskaniem:**

$N_c = 11,01 \text{ kN}; M_y = 2,10 \text{ kNm}$

Warunek smukłości:

$\lambda_{-y} = 64,95 < \lambda_{-c} = 150 \quad (43,3\%)$

$\lambda_{-z} = 43,30 < \lambda_{-c} = 150 \quad (28,9\%)$

Warunek nośności:

$k_{c,y} = 0,645; k_{c,z} = 0,915$

$\sigma_{c,0,d} = 0,34 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 1,97 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,041 + 0,133 = 0,175 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,029 + 0,133 = 0,162 < 1$

Warunek stateczności:

$k_{crit,y} = 1,000$

$\sigma_{m,y,d} = 1,97 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa} \quad (13,3\%)$

4.7 Wyniki wymiarowania połączenia śrubowego ceownika wzmacniającego wieniec z krokwią**DANE:****Charakterystyka łącznika:**

śruba M12 kl.5.8

Schemat obciążenia łącznika:

Łącznik obciążony poprzecznie w złączu stal-drewno

Złącze z dwiema zewnętrznymi płytkami stalowymi

Element 1:

Drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Grubość elementu drewnianego $t_1 = 8,0 \text{ cm}$

Kąt nachylenia siły w stosunku do włókien elementu $\alpha_1 = 0,0^\circ$

Płytki stalowe:

Grubość płytki stalowej $t = 10,0 \text{ mm}$

Warunki środowiskowe:

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Klasa trwania obciążenia: średniotrwale

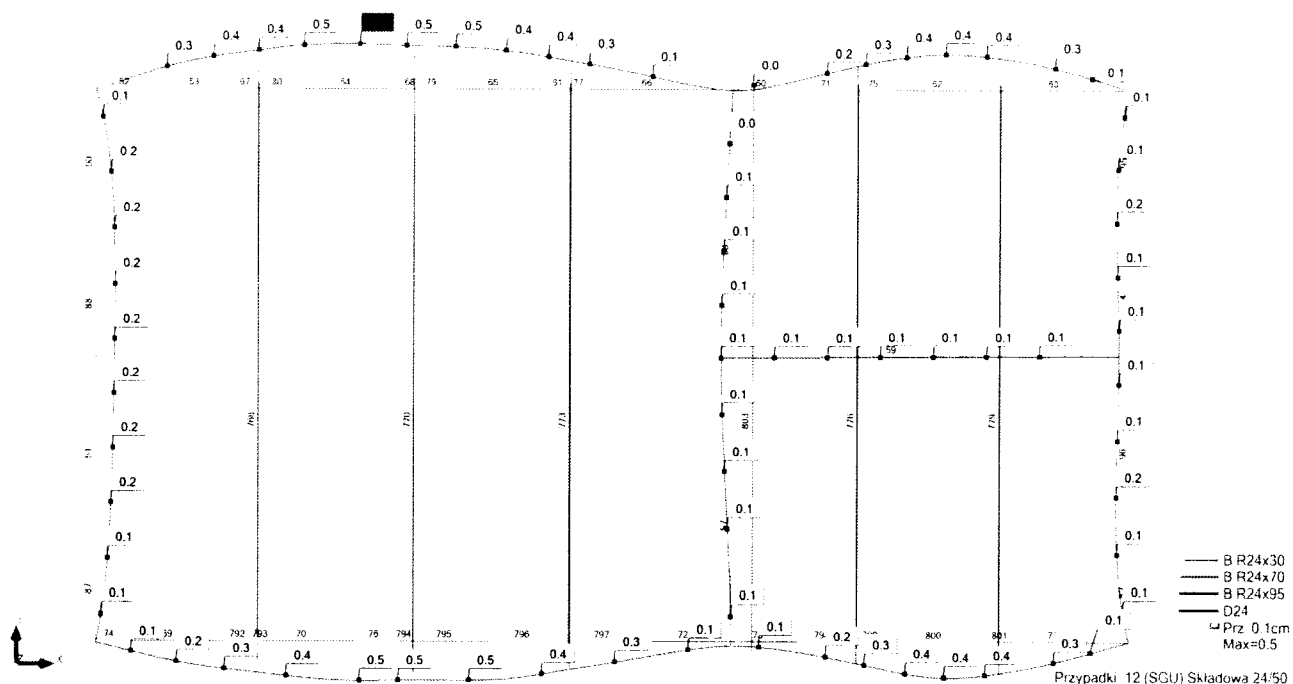
WYNIKI:**Nośność obliczeniowa łącznika na jedno cięcie**

$R_d = 7,31 \text{ kN}$

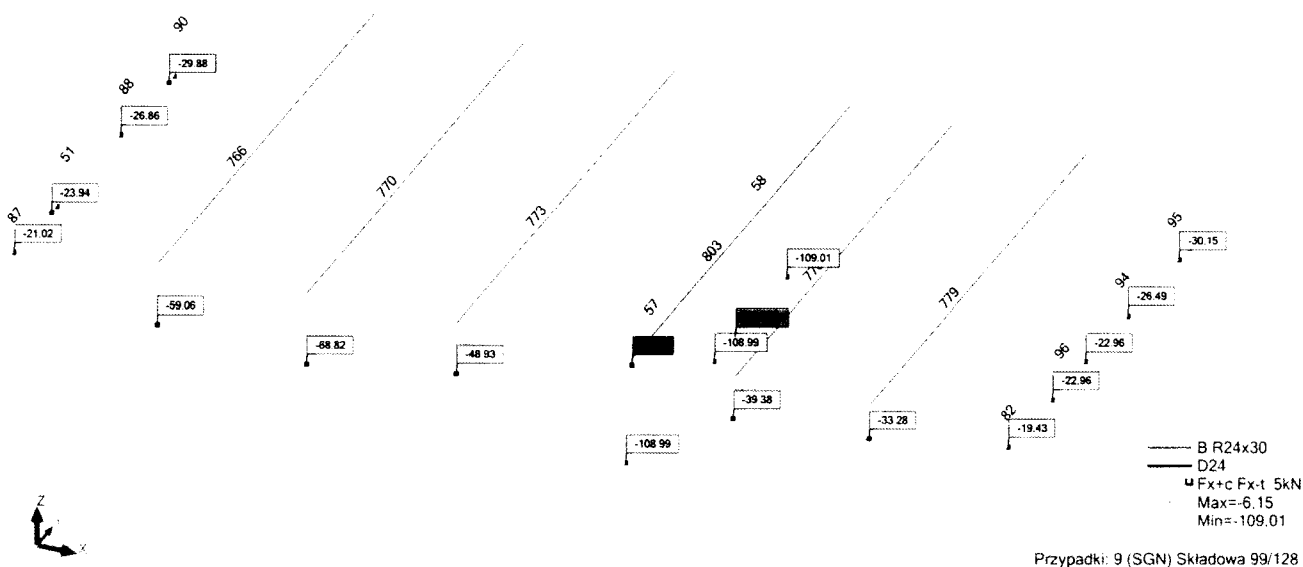
Nośność połączenia dwuciętego: $R_d = 2 \times 2 \times 7,31 = 29,24 \text{ kN}$

Maksymalna siła osiowa w krokwi: $N_x = 23,54 \text{ kN} < R_d = 29,24 \text{ kN}$

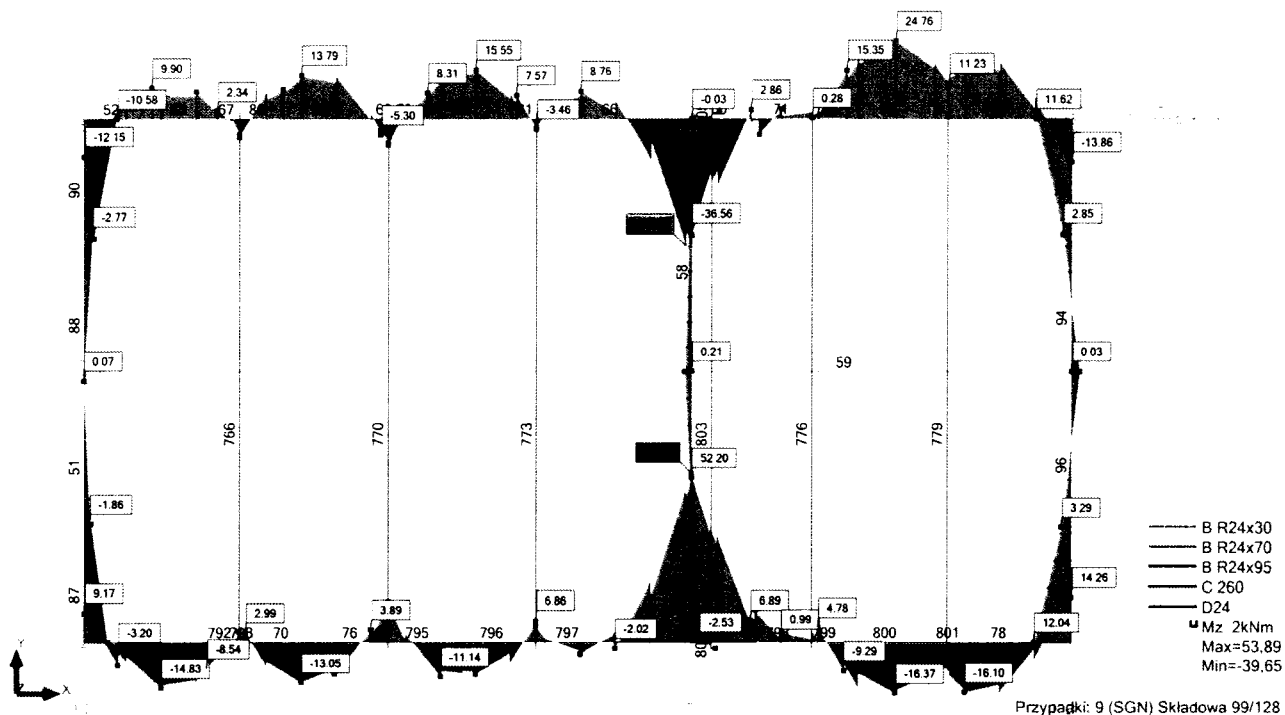
4.8 Rzut wieńca – deformacja od kombinacji obciążeń charakterystycznych



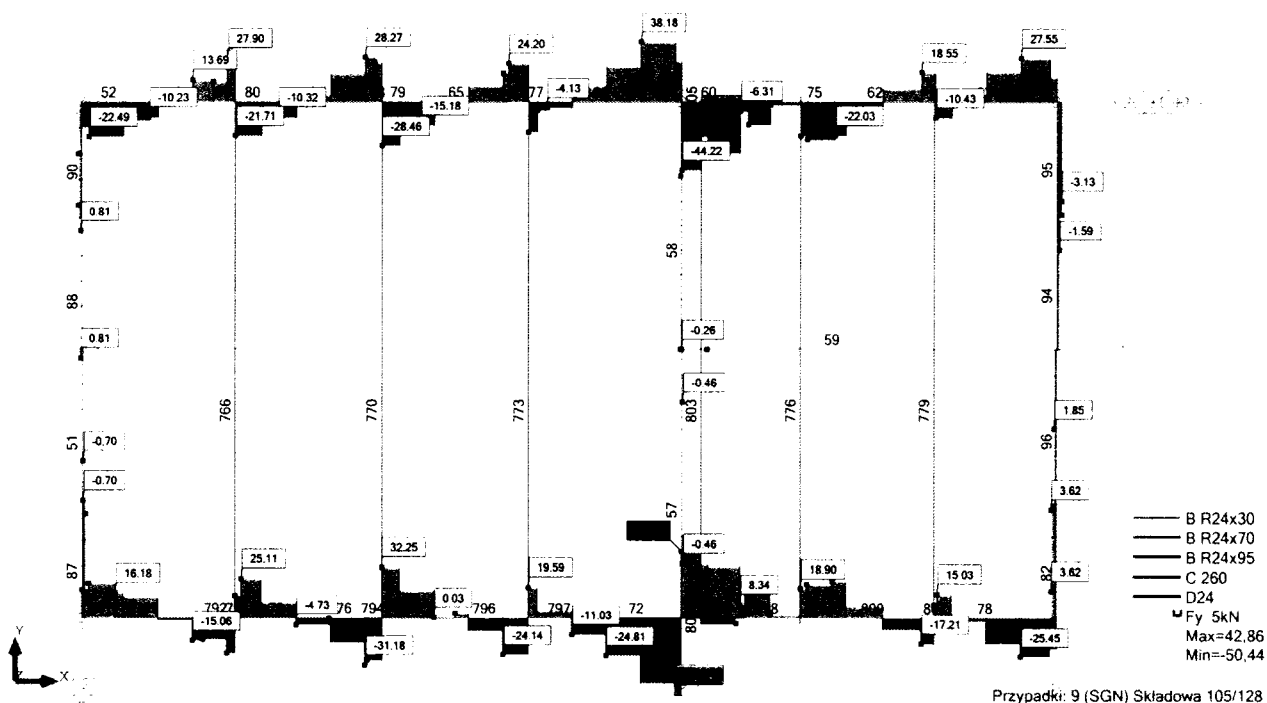
4.9 Rzut wieńca – wykres sił osiowych w ściągach i wieńcach poprzecznych od kombinacji obciążeń obliczeniowych



4.10 Rzut wieńca – wykres momentów zginających od kombinacji obciążeń obliczeniowych



4.11 Rzut wieńca – wykres sił tnących od kombinacji obciążeń obliczeniowych



4.12 Wnioski i uwagi wynikające z analizy statyczno – wytrzymałościowej konstrukcji wzmocnionej

Wykonanie wzmocnień wskazanych w pkt. 4.12, t.j.:

- zastosowanie stalowych ściąągów w poziomie murlat,
- wzmocnienia wieńcy podłużnych poprzez zespolenie z ceownikami stalowymi,
- połączenie wieńcy podłużnych z wieńcami poprzecznymi,
- dodatkowe połączenia śrubowe ceowników wzmacniających wieńce podłużne z krokwiemi,

pozwala przywrócić konstrukcję do stanu w której będą spełnione warunki stanów granicznych nośności oraz stanów granicznych użytkowania.

Wdrożenie powyższych wskazań musi zostać poprzedzone opracowaniem projektu wykonawczego naprawy konstrukcji.