

**ORBIKON Pracownia Projektowa**  
dr inż. Andrzej Marynowicz  
ul. Łódzka 12, 45-307 Opole

Opole, 30 lipiec 2019r.

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| <b>URZĄD GMINY Uście Gorlickie</b> |              |
| <b>KANCELARIA OGÓLNA</b>           |              |
| Wpłynęło<br>dnia                   | 31. 07. 2019 |
|                                    | l. dz. 1529  |
| Ilość zał. ....                    | podpis ..... |

**TEMAT:** Ekspertyza techniczna konstrukcji  
budynku Parku Wodnego w  
Wysowej-Zdroju

**LOKALIZACJA:** Park Wodny Wysowa-Zdrój  
38-316 Wysowa-Zdrój 290



**INWESTOR:** UG Uście Gorlickie

**BRANŻA:** Konstrukcja

## 1. Zakres i podstawa opracowania

### 1.1. Zakres opracowania obejmuje:

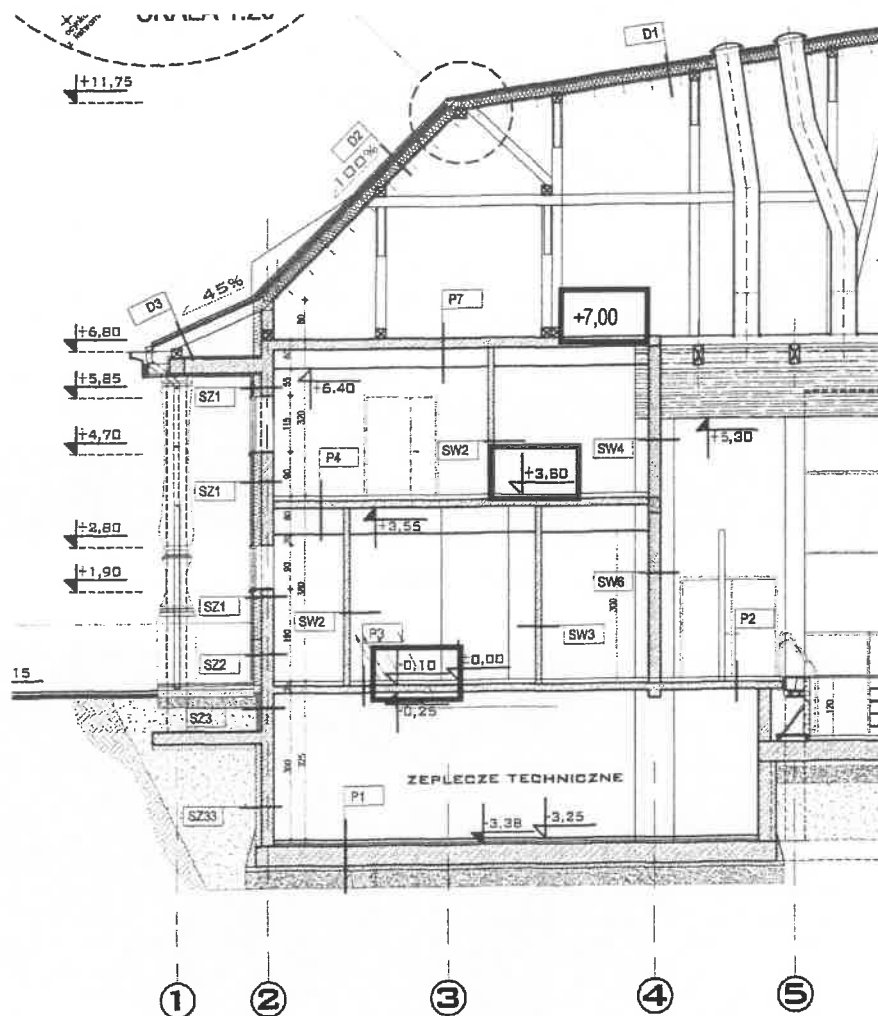
- wizje lokalne i pomiary,
- analizę statyczną i wytrzymałościową wybranych elementów konstrukcji budynku pod kątem oceny ich stanu technicznego,
- opracowanie ekspertyzy z wnioskami i zaleceniami końcowymi,
- opracowanie projektu wzmocnienia istniejącej konstrukcji.

### 1.2. Podstawę niniejszego opracowania stanowią:

- [1] Postanowienie Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Gorlicach, nr 53/2019 z dnia 17.05.2019 roku.
- [2] Materiały archiwalne otrzymane od zleceniodawcy - projekt budowlany i wykonawczy wykonany przez Pracownię Projektowo-Konserwatorską PROKON z Opola.
- [3] „Ekspertyza budynku Parku Wodnego” autorstwa mgra inż. Andrzeja Gołaszewskiego w maju 2019 roku.
- [4] Materiały zgromadzone w czasie oględzin (w dniach 06.06.2019 i 16.07.2019r).
- [5] Pomiar geodezyjny ugięć stropów autorstwa inż. Rafała Jarka.

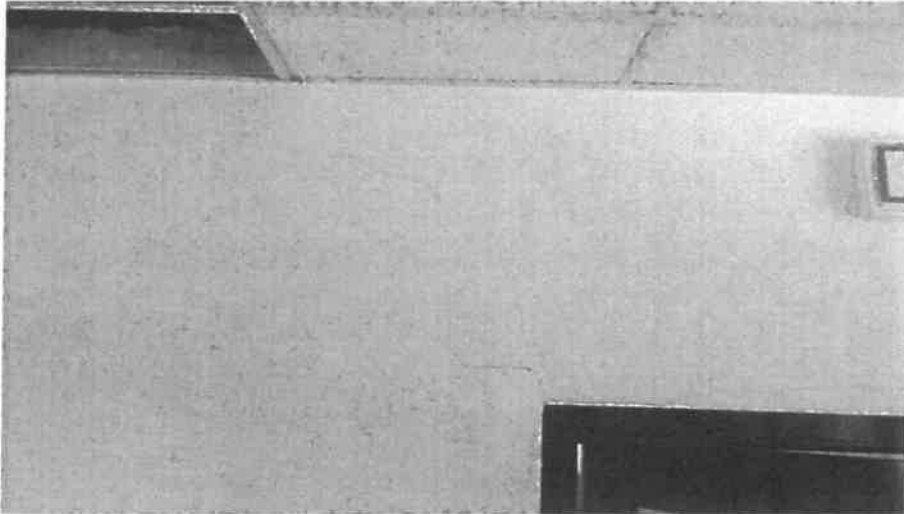
## 2. Stan techniczny konstrukcji

- 2.1. Budynek zaprojektowany i wykonany został w technologii mieszanej, z posadowieniem w postaci płyty żelbetowej. Część podziemna w konstrukcji żelbetowej. Konstrukcję nośną nadziemną stanowi układ ścian i słupów żelbetowych, z lokalnymi wypełnieniami murem z bloczków Porotherm (jak w osi 4). Ściany działowe wykonano z bloczków Porotherm 11,5cm. W części nadziemnej, na parterze zlokalizowane zostały przebieralnie (osie 2-4/B-G), ciągi komunikacyjne, pomieszczenia techniczne i usługi (osie 2-6/E-G), zaś na piętrze część gastronomiczna (osie 2-4/B-G) oraz pomieszczenia pod lokale usługowe (osie 2-6/E-G).
- 2.2. Na poziomach +3,71m (2-6 i B-G) i + 7,00m (w osiach 2-4 i B-G) konstrukcję stropów tworzą żelbetowe płyty krzyżowo zbrojone, o grubościach odpowiednio 16 i 20cm (rys. 1).

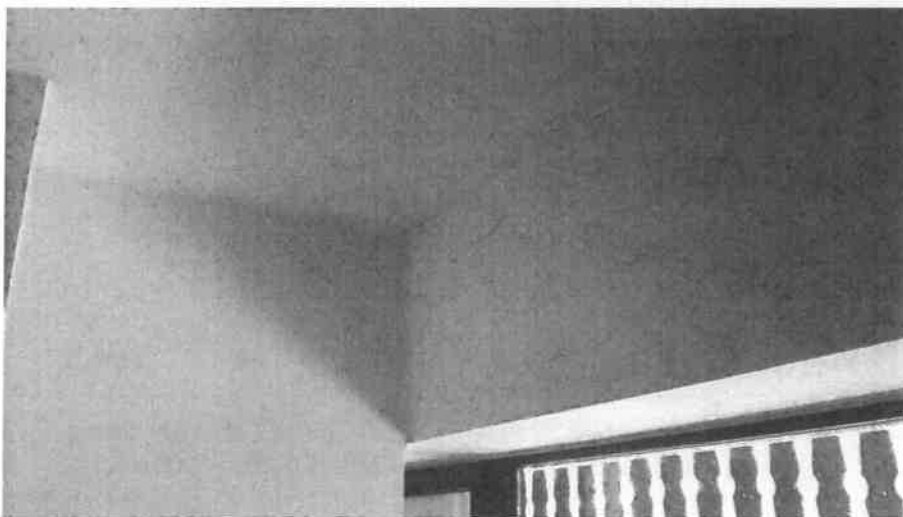


Rys. 1. Lokalizacja stropu nad piwnicą (P3, poziom -0,10m), nad parterem (P4, poziom +3,71m) i nad pierwszym piętrzem (P7, poziom +7,00m).

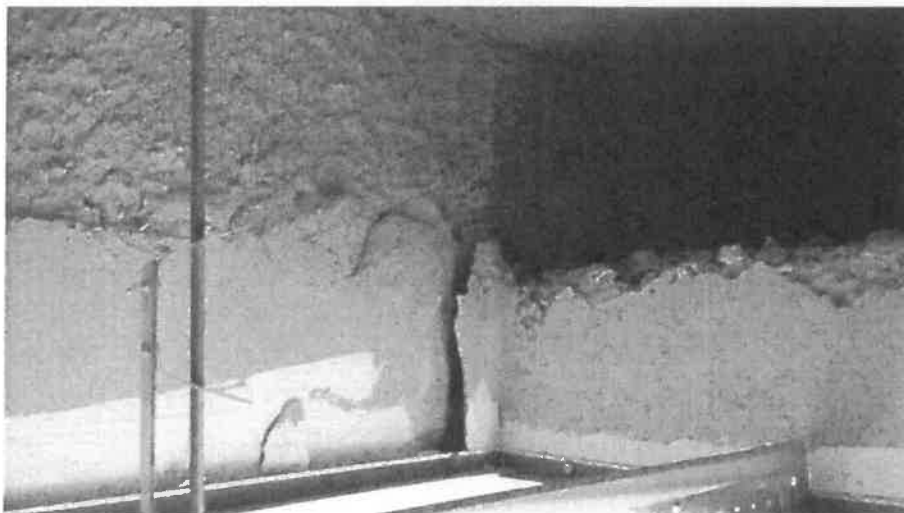
- 2.3. W dniach 06.06.2019 i 16.7.2019 wykonano oględziny budynku, w ramach których wykonano dokumentację fotograficzną stanu technicznego zasadniczych elementów konstrukcyjnych.
- 2.4. Na podstawie dokonanych oględzin, stwierdzono w pierwszej kolejności widoczne ugięcia stropów P4 i P7 w osiach 2-4/B-G. Skutki tychże ugięć są wyraźnie widoczne na poziomie posadzki stropu P4 (nad parterem), gdzie zaobserwowano przede wszystkim liczne spękania powierzchni wypraw ścian działowych (Rys. 2, Rys. 3), jak również widoczne jest odspojenie pionowe ściany działowej w okolicy skrzyżowania osi 2-D (Rys. 4), a także pęknięcia na linii styku ścian wypełniających i słupów w osi F. Ugięcie tego stropu skutkuje również deformacją ościeży drzwiowych między osiami D-E (Rys. 5). Z kolei ugięcia na stropie P7 (poddasze nieużytkowe) są również wyraźnie widoczne, co było przedmiotem oceny i analizy w opracowaniu [3] (Rys. 7).



Rys. 2. Pęknięcie ściany działowej między osiami D-E, poziom +3, 71m.



Rys. 3. Pęknięcie ściany działowej w osi C, poziom +3,71m.



Rys. 4. Odspojenie ściany działowej między osiami C-D/2, poziom +3, 71m.

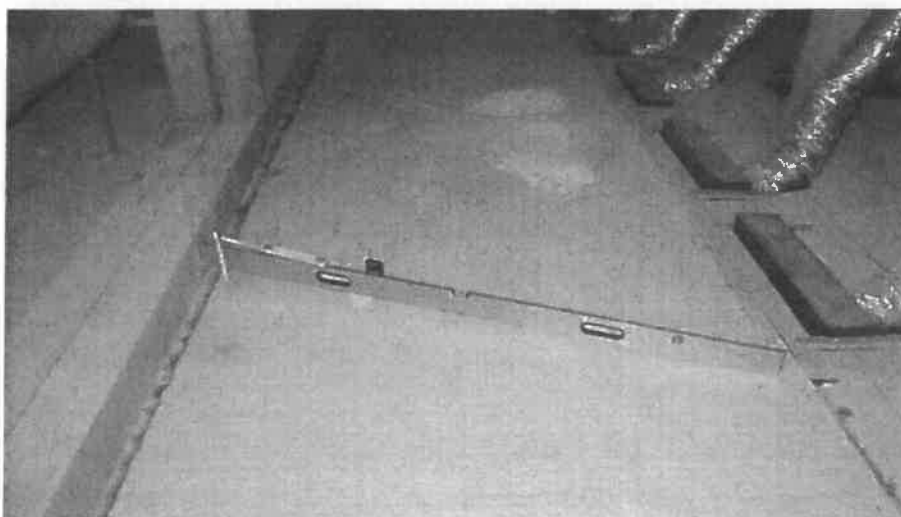


Rys. 5. Deformacja ościeży drzwiowych między osiami D-E/2, poziom +3,71m.

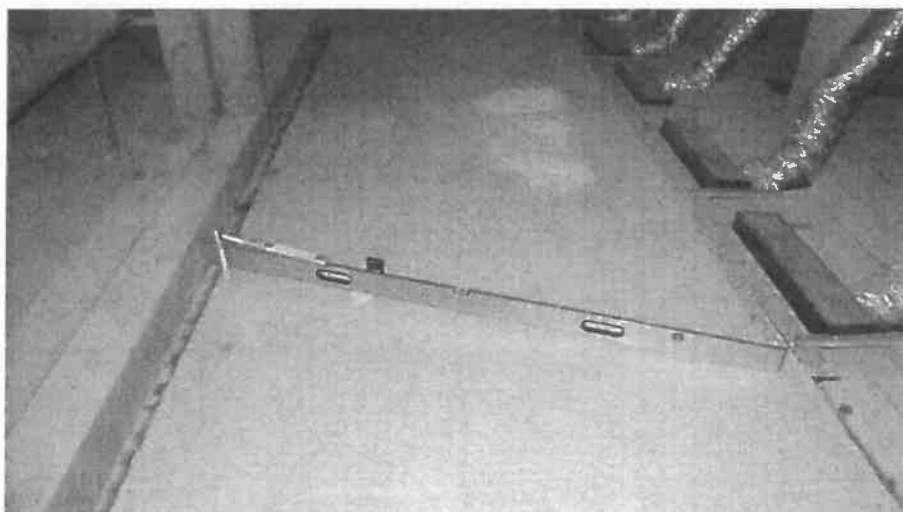
- 2.5. W związku z prowadzoną oceną stanu technicznego konstrukcji wykonane zostały pomiary geodezyjne ugięć stropów P4 i P7 (patrz załącznik Z1). Pomiary przeprowadzono dla powierzchni górnej i dolnej każdego ze stropów. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że aktualne ugięcie stropu P7 (górnego) wynosi maksymalnie ok. 95mm, podczas gdy ugięcie stropu P4 (dolnego) osiąga wartość ok. 40mm, co zostało potwierdzone pomiarem uproszczonym, wykonanym w dniu drugich oględzin (Rys. 7).
- 2.6. W czasie oględzin stwierdzono obecność zbrojenia konstrukcyjnego stropów P4 i P7 zgodnie z projektem (siatki rozmiaru  $\phi 12$  o rozstawie  $s=15\text{cm}$ ), przy czym otulina zbrojenia górnego stropu P7 ma grubość 5,5-6cm zamiast projektowanych 3cm (Rys. 6).
- 2.7. Strop P3 na poziomie -0,1 m nie wykazuje oznak nadmiernego ugięcia.
- 2.8. Stwierdzono brak izolacji cieplnej stropu nad częścią basenową. Skutkuje to dużymi stratami ciepła do przestrzeni nieogrzewanej poddasza, a w konsekwencji kondensacją wilgoci w warstwie izolacyjnej poszycia dachowego.
- 2.9. Oględziny i odkrywka poszycia dachowego pozwoliły na zaobserwowanie złego stanu technicznego ocieplenia (wełny mineralnej) i płyty OSB, stanowiącej element poszycia dachu (Rys. 9, Rys. 10). Zauważyć można tu efekty długotrwałego zawilgocenia i korozji biologicznej, co może w dłuższym okresie czasu doprowadzić do uszkodzenia drewnianych elementów konstrukcyjnych dachu.



Rys. 6. Pomiar otuliny zbrojenia górnego w stropie P7



Rys. 7. Pomiar kontrolny ugięci stropu P7



Rys. 8. Pomiar kontrolny ugięci stropu P7



Rys. 9. Widok uszkodzeń poszycia dachowego



Rys. 10. Widok uszkodzeń poszycia dachowego

**2.10.** W czasie oględzin wykonano szacunkowe badania sklerometryczne wytrzymałości charakterystycznej betonu na ściskanie. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem młotka Schmidta typu N firmy Proceq. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 1. Na podstawie powyższych pomiarów stwierdzono, że szacunkowa klasa betonu przewyższa założoną w projekcie (wytrzymałość charakterystyczna jest bliska wartości w klasie B37 wobec projektowej B30), jednak do dalszej analizy założono klasę B30 jak w projekcie bazowym.

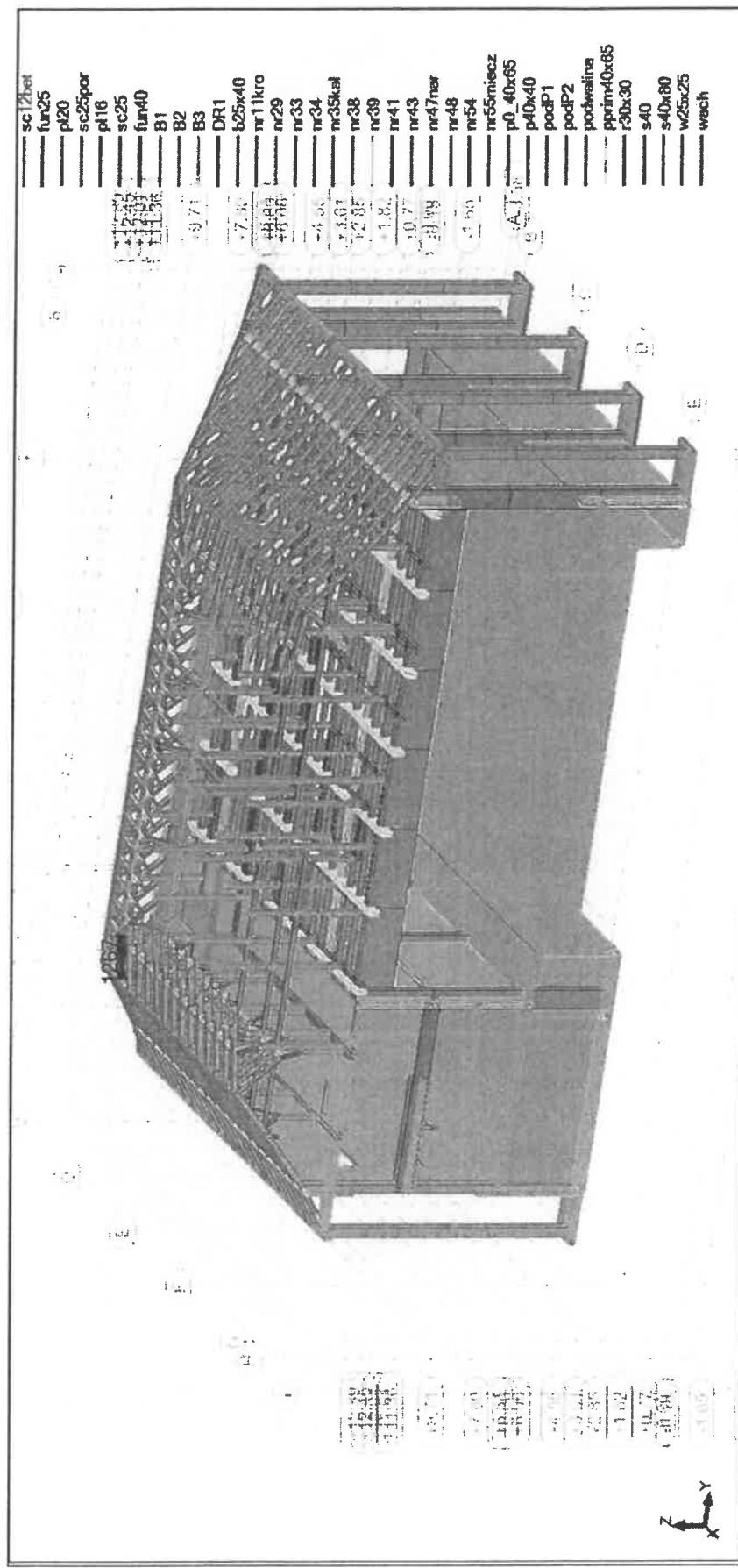
Tabela 1. Wyniki pomiarów sklerometrycznych

|     | R <sub>1</sub> | R <sub>2</sub> | R <sub>3</sub> | R <sub>4</sub> | R <sub>5</sub> | R <sub>6</sub> | R <sub>7</sub> | R <sub>sr</sub> | ΔR    | R <sub>fin</sub> | f <sub>ck,R</sub> |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------|------------------|-------------------|
| p.1 | 53             | 48             | 52             | 46             | 46             | 44             | 48             | <b>48</b>       | -4,0↑ | 44               | <b>42</b>         |
| p.2 | 33             | 40             | 40             | 40             | 39             | 39             | 37             | <b>38</b>       | -4,0↑ | 34               | <b>24</b>         |
| p.3 | 38             | 38             | 34             | 36             | 30             | 30             | 36             | <b>35</b>       | +3,0↓ | 38               | <b>31</b>         |
| p.4 | 34             | 35             | 39             | 33             | 35             | 35             | 38             | <b>36</b>       | +3,0↓ | 39               | <b>33</b>         |

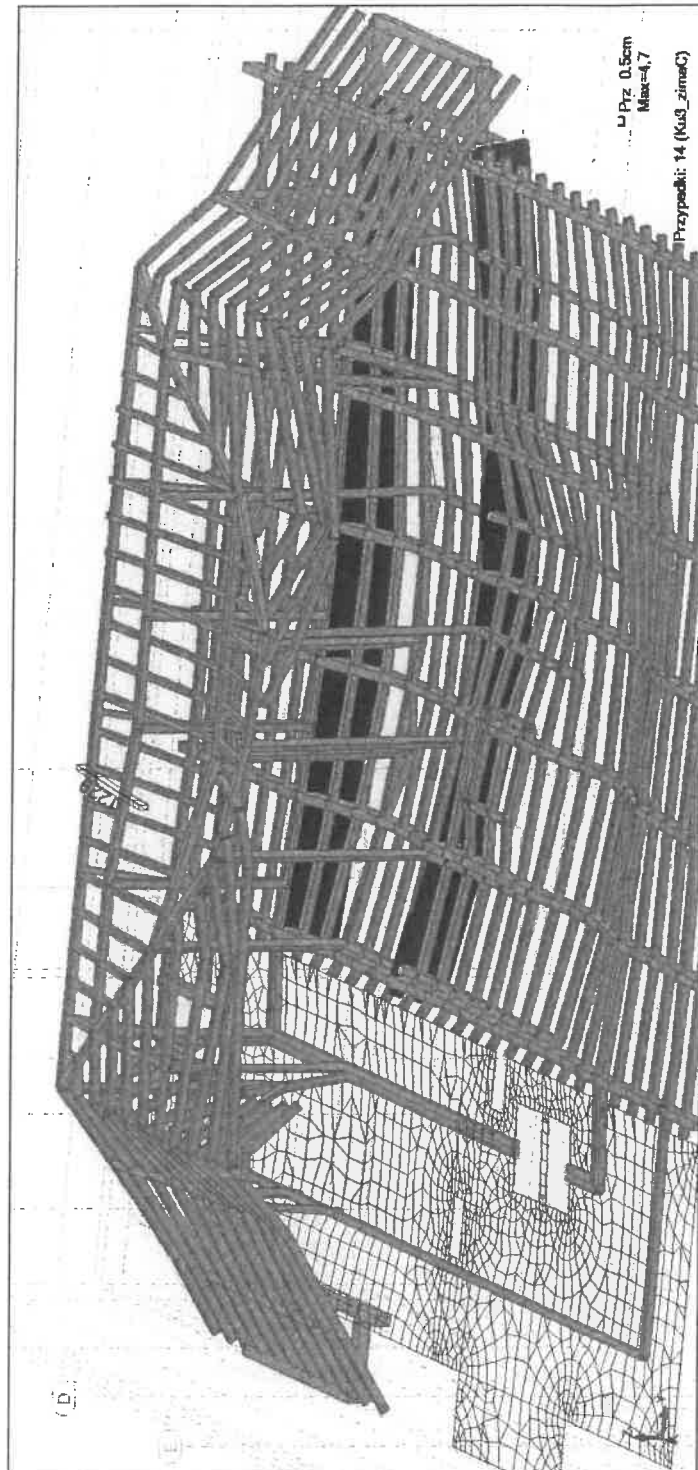
### 3. Analiza numeryczna konstrukcji budynku

- 3.1. Na potrzeby niniejszej ekspertyzy wykonano kompleksowe obliczenia statyczne i wytrzymałościowe przedmiotowego budynku bazujące na modelu trójwymiarowym konstrukcji. Obliczenia wykonano za pomocą programu komputerowego *Autodesk Robot Structural Analysis v. 2011*. (patrz. str. Z1-1 do Z1-3 załącznika Z1).
- 3.2. Obciążenia zostały przyjęte na podstawie norm PN dla III strefy obciążeń wiatrem i V strefy obciążeń śniegiem, h=517m n.p.m.
- 3.3. Obliczenia wykonano w trzech wariantach:
- stan projektowy, bez wzmocnień konstrukcji,
  - stan projektowy w korektą podparcia słupów poddasza,
  - stan istniejący ze wzmocnieniem konstrukcji.
- 3.4. W modelu obliczeniowym założono brak połączenia części słupów, zlokalizowanych na stropie P7 między osiami 2-4, z płytą stropową (i podwalinami). To istotne założenie wynika z faktu pracy konstrukcji w taki sposób, iż w słupach tych występują jedynie siły rozciągające (Rys. 12), co zostało potwierdzone w drugim modelu obliczeniowym, w którym słupy zostały połączone ze stropem - patrz rys. Z1-46 i Z1-47. Jak można zaobserwować na powyższym rysunku, jednoznacznie oddziałuje to **odciążająco** na strop P7 - por. rozkład momentów zginających w płycie stropu P7 (str. Z1-27 i Z1-45). Z tego względu, do dalszej analizy stropu P7 przyjęto brak połączenia słupów z podwalinami na tym stropie.
- 3.5. Częściowo, potwierdzeniem tej sytuacji może być obserwowany brak pełnego kontaktu istniejących słupów z podwalinami w osiach 2-4/C-E, co zostało pokazane na Rys. 13 i Rys. 14. Drugą przyczyną nieciągłości połączeń pozostaje ugięcie stropu, omówione w p. 2.4.
- 3.6. W załączniku Z1 -- strony Z1-1 do Z1-45 przedstawiono wyniki obliczeń modelu zasadniczego, ujmującego konstrukcję budynku opisaną w projekcie wykonawczym, PW [2]. Szczegółowej analizie poddano stropy: na poziomie +3,71m - oznaczony jako P4 (por. rys. A-9 w PB i K-3 w PW oraz Rys. 1 w p. 2.2) oraz strop na poziomie +7,00m, oznaczony jako P7 (rys. K-4 w PW). Strop P3 (nad piwnicą) nie wykazuje oznak przekroczenia warunków SGU i SGN, co zostało potwierdzone w analizie numerycznej (str. Z1-13 do Z1-17 załącznika Z1).

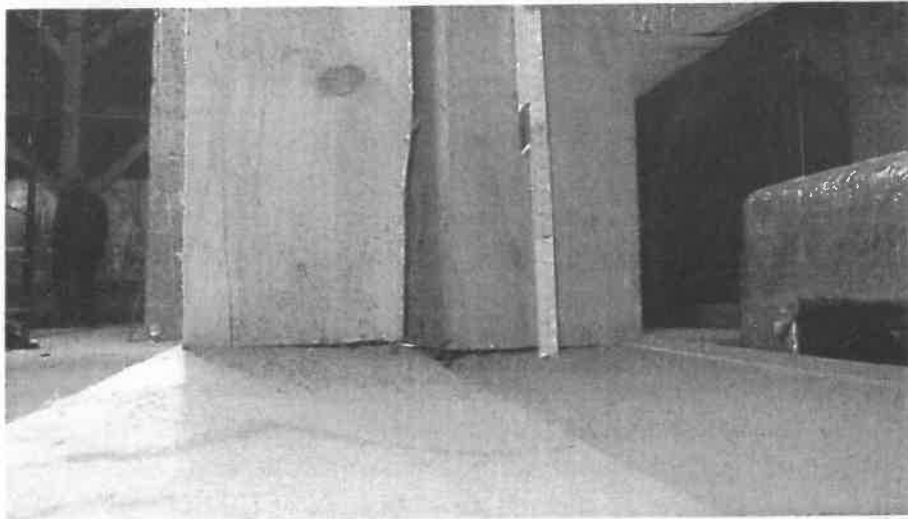




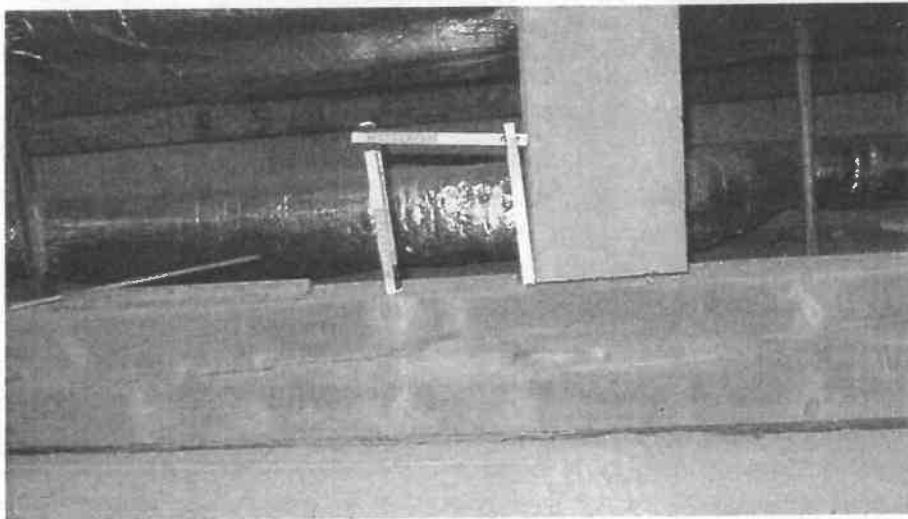
Rys. 11. Model obliczeniowy budynku



Rys. 12. Szkic deformacji fragmentu dachu w okolicy stropu P7. Kolorem znaczone dźwigary dachowe 220x1500. Uwaga: skala deformacji nie zachowana względem wymiarów konstrukcji. Kombinacja obciążeń: SGU, śnieg na całej powierzchni dachu.



Rys. 13. Kontakt słupów z podwalinami na stropie P7.



Rys. 14. Kontakt słupów z podwalinami na stropie P7.

#### 4. Wnioski końcowe i zalecenia

W wyniku przeprowadzonych oględzin i analiz numerycznych sformułować można następujące wnioski:

- 4.1. Konstrukcja przedmiotowego budynku, pomimo zaobserwowanych usterek, wynikających z przekroczenia warunków stanu granicznego użyteczności (w tym przypadku ugięć) stropów P4 i P7, może być w dalszym ciągu eksploatowana, pod warunkiem wykonania czynności naprawczych opisanych niżej.
- 4.2. W stropie nad parterem (P4) stwierdzono częściowo niewystarczające zbrojenie dolne. W konstrukcji zastosowano zbrojenie o powierzchni  $7,53 \text{ cm}^2/\text{m}$ , podczas gdy zbrojenie wymagane w paśmie między osiami C-D powinno mieć wartość  $9,46 \text{ cm}^2/\text{m}$  (przekroczenie SGN o ok. 20%). Skutkuje to tym samym przekroczeniem dopuszczalnych ugięć, które powinny mieć wartość poniżej  $u_{gr}=32 \text{ mm}$  (L/250), podczas gdy dla rzeczywistego zbrojenia osiągają wartość  $36 \text{ mm}$  (przekroczenie SGU o 12%).
- 4.3. W wyniku pomiarów geodezyjnych i kontrolnych otrzymano ugięcia na poziomie 38-39 mm, co jest wartością zbliżoną do wyliczonej teoretycznie dla pełnej kombinacji obciążeń (36mm), jednak należy zwrócić tutaj uwagę na fakt, iż pomiar dotyczył sytuacji, gdy na stropie nie było przyłożonych obciążeń zmiennych. W tej sytuacji należałoby się spodziewać, że w przypadku pełnego, normowego obciążenia stropu obciążeniem zmiennym o wartości  $3 \text{ kN/m}^2$ , rzeczywiste ugięcie znacznie przekroczyłoby wartość dopuszczalną.
- 4.4. W kontekście obydwu powyższych punktów, strop P4 wymaga wzmocnienia przed dopuszczeniem do dalszej eksploatacji. Zaproponowano w związku z tym wykonanie podparcia stropu w osiach C i D za pomocą kratownic spawanych o wysokości osiowej 60cm (patrz rys. KW-1 w załączniku, elementy KR-2 i KR-3). Zabieg ten pozwoli ograniczyć dalsze ugięcie stropu, a także zniwelować częściowo już powstałe ugięcie.
- 4.5. Prace naprawcze należy wykonać w określonej kolejności:
  - Demontaż ścian działowych w przestrzeni stropu między osiami 2-4 i C-E,
  - Usunięcie warstw podłogowych (łącznie z wylewką),
  - Podstępłowanie stropu,
  - Montaż konstrukcji wsporczej w osiach C i D i usunięcie stępli,
  - Murowanie ścian działowych w lekkiej technologii, np. z gazobetonu lub zabudowy G-K,
  - Wykonanie warstw podłogowych z posadzką samopoziomującą,
  - Osadzenie drzwi.
- 4.6. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów stwierdza się, że strop P7 (nad pierwszym piętrzem) wykazuje znaczne przekroczenie warunków SGU, jednak pomiar ten wykazuje również fakt niejednakowej wartości ugięć na obu powierzchniach stropu, co wskazuje na nieregularne odchyłki grubości stropu.
- 4.7. Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt, iż teoretyczne ugięcie tego stropu, przy założonym zbrojeniu rzeczywistym, mieści się w granicy dopuszczonej normą

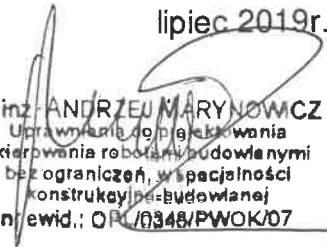
(warunek spełniony w 100% - patrz str. Z1-32 w załączniku Z1). Również ilość zbrojenia ze względu na nośność należy uznać za wystarczającą (patrz str. Z1-29 w załączniku Z1). Niemniej, zaistniałe trwałe ugięcie stropu budzi obawy co do właściwej jego pracy, stąd też wzmocnić go w sposób analogiczny, jak w przypadku stropu P4, za pomocą zestawu kratownic podporowych (2x KR-1 i KR-3). Rozwiązanie konstrukcyjne wzmocnienia zostało przedstawione w części rysunkowej załączników.

- 4.8. Szczeliny między pasami górnymi kratownic wzmocniających a powierzchnią dolną każdego ze wzmocnianych stropów należy uzupełnić podkładkami stalowymi w punktach węzłowych tychże kratownic.
- 4.9. Przejścia kanałów wentylacyjnych przez konstrukcję wzmocniającą należy wykonać na podstawie odrębnego opracowania branży instalacyjnej.
- 4.10. W celu radykalnego obniżenia energochłonności obiektu oraz poprawy warunków ciepłno-wilgotnościowych na poddaszu, skutkujących obecnie m.in. nadmiernym zawilgoceniem warstwy izolacyjnej poszycia dachowego, należy wykonać ocieplenie stropu poddasza nad częścią basenową. Proponuje się w tym celu wykonanie izolacji w postaci pianki natryskowej PUR, zamknięto-komórkowej. Technologia wykonania wg opracowania wykonawcy izolacji.

Opracowanie:

dr inż. Andrzej Marynowicz

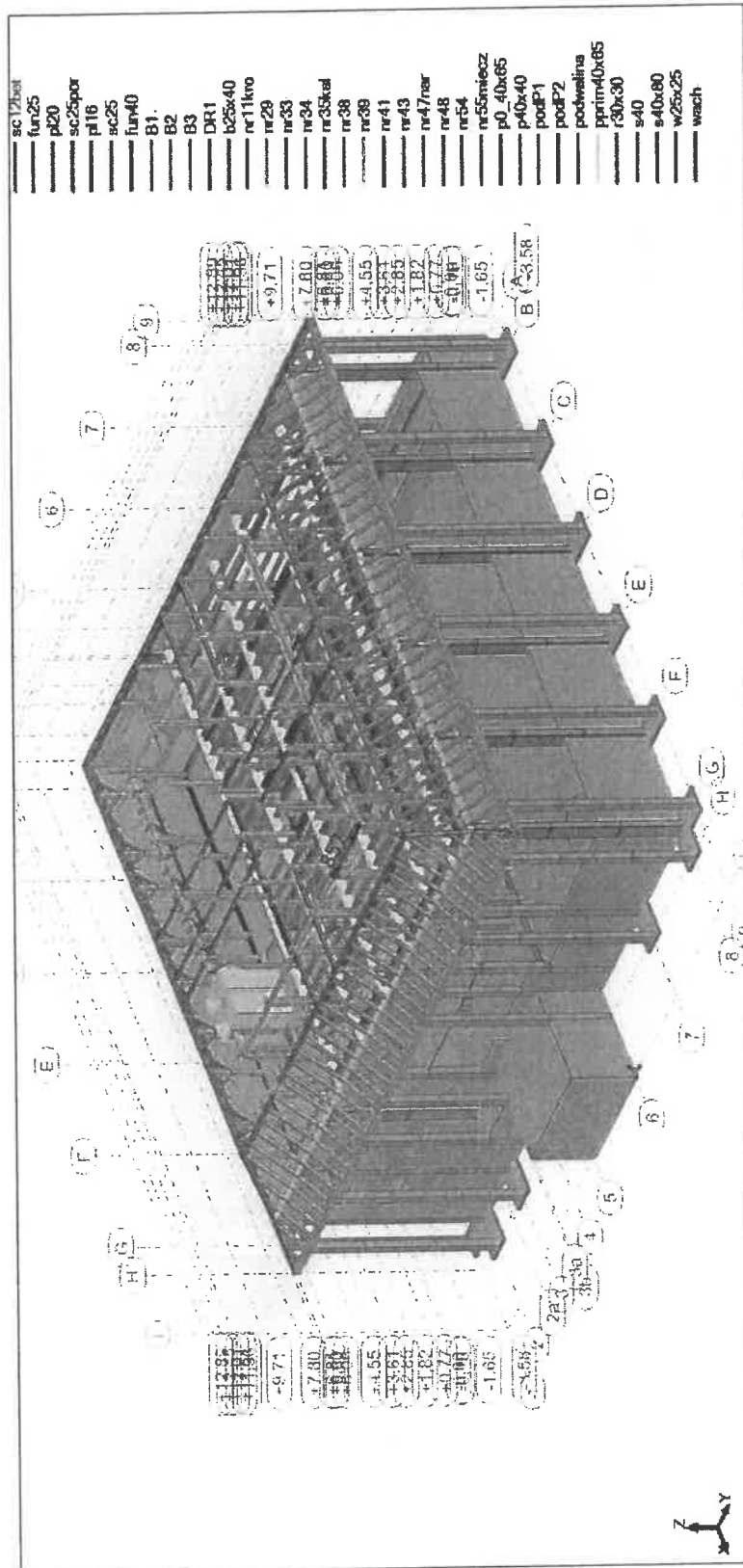
lipiec 2019r.

  
dr inż. ANDRZEJ MARYNOWICZ  
Uprawnienia do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi  
bez ograniczeń, w specjalności  
konstrukcyjnej-budowlanej  
nr ewid.: OP/0348/PWOK/07

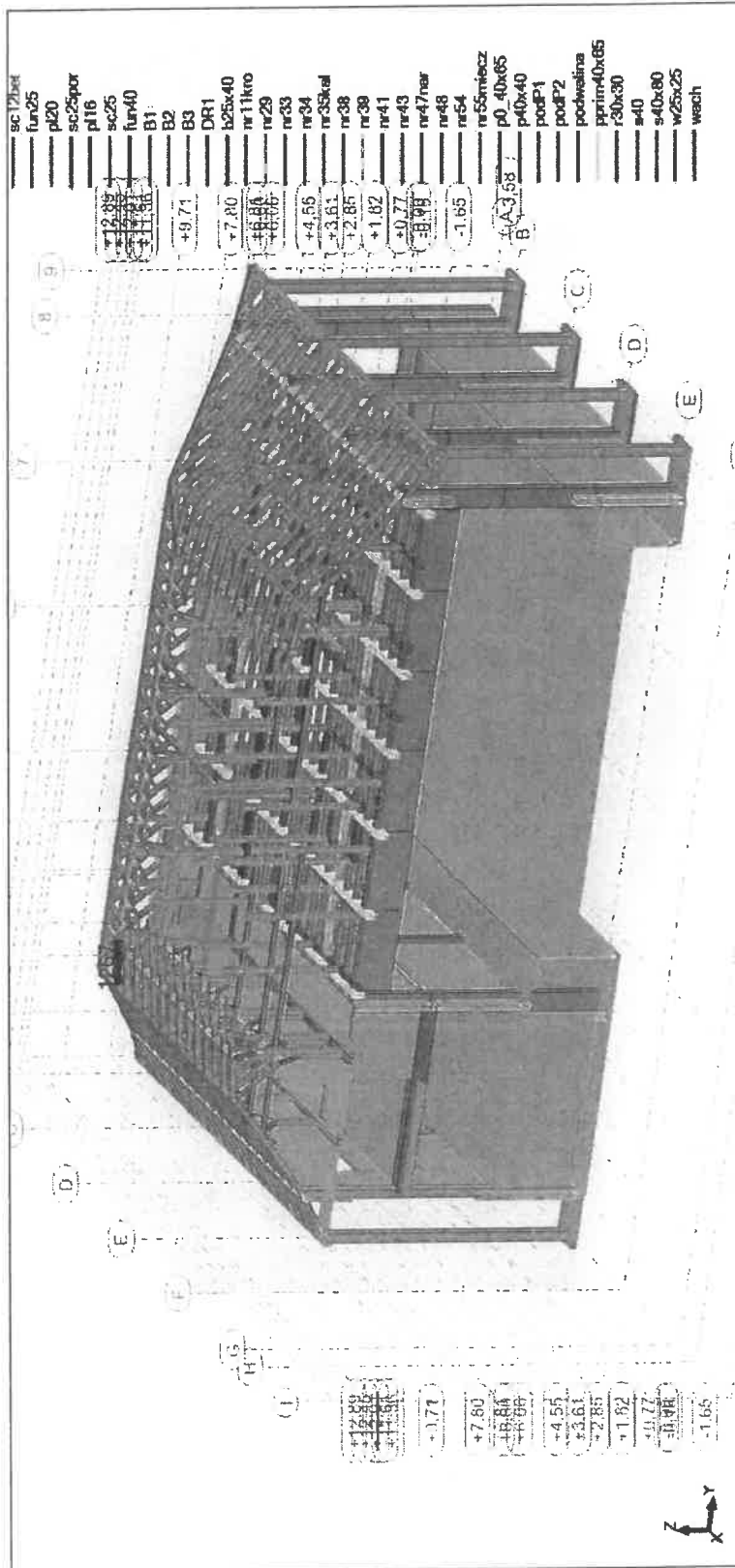
## **ZAŁĄCZNIK Z1**

Wyciąg z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

Model 1

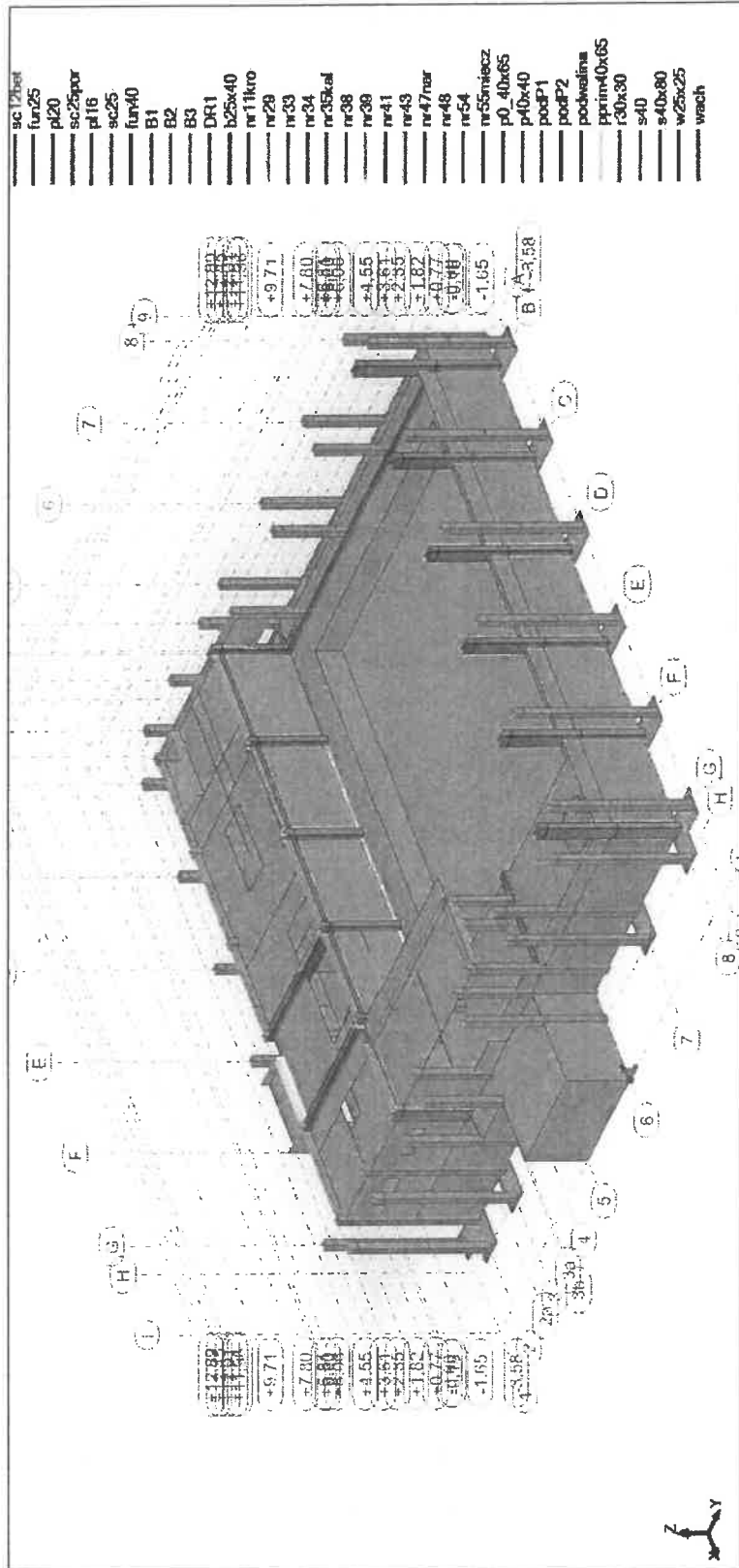


Model 2

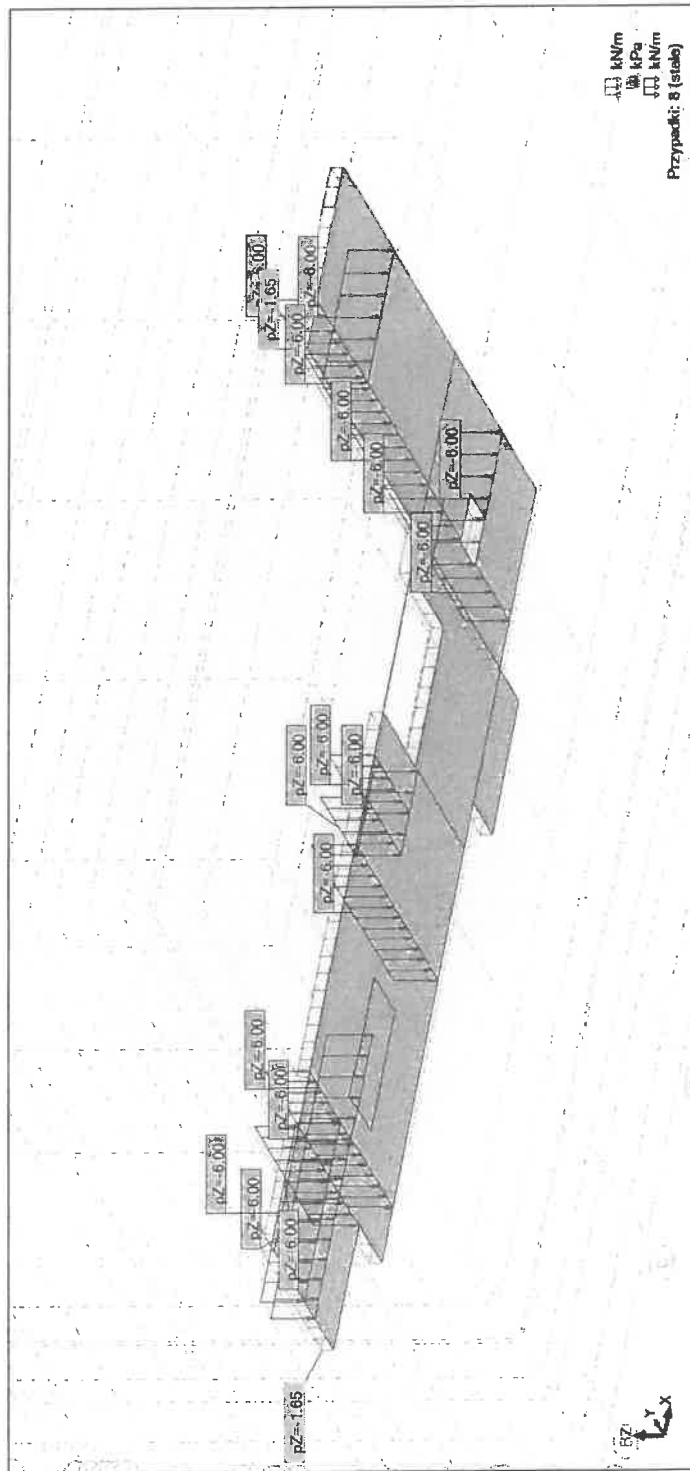




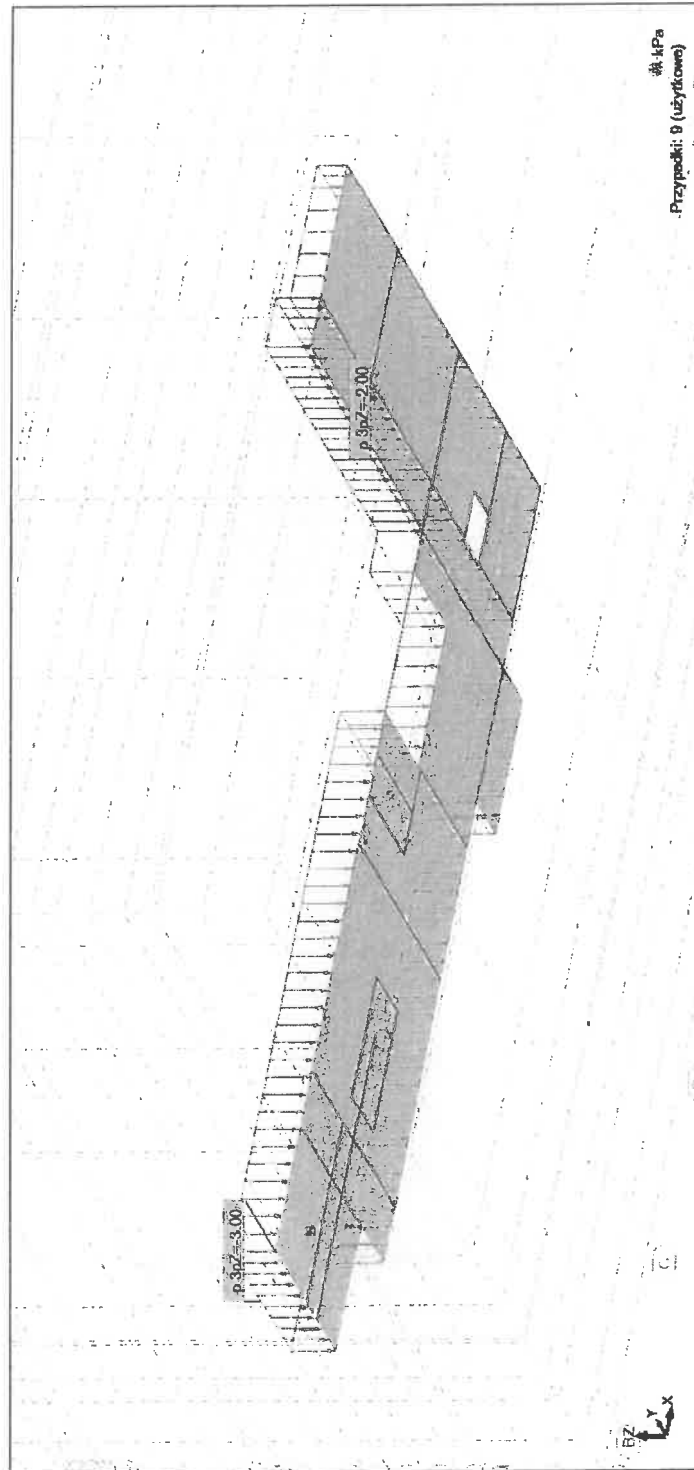
Model 3



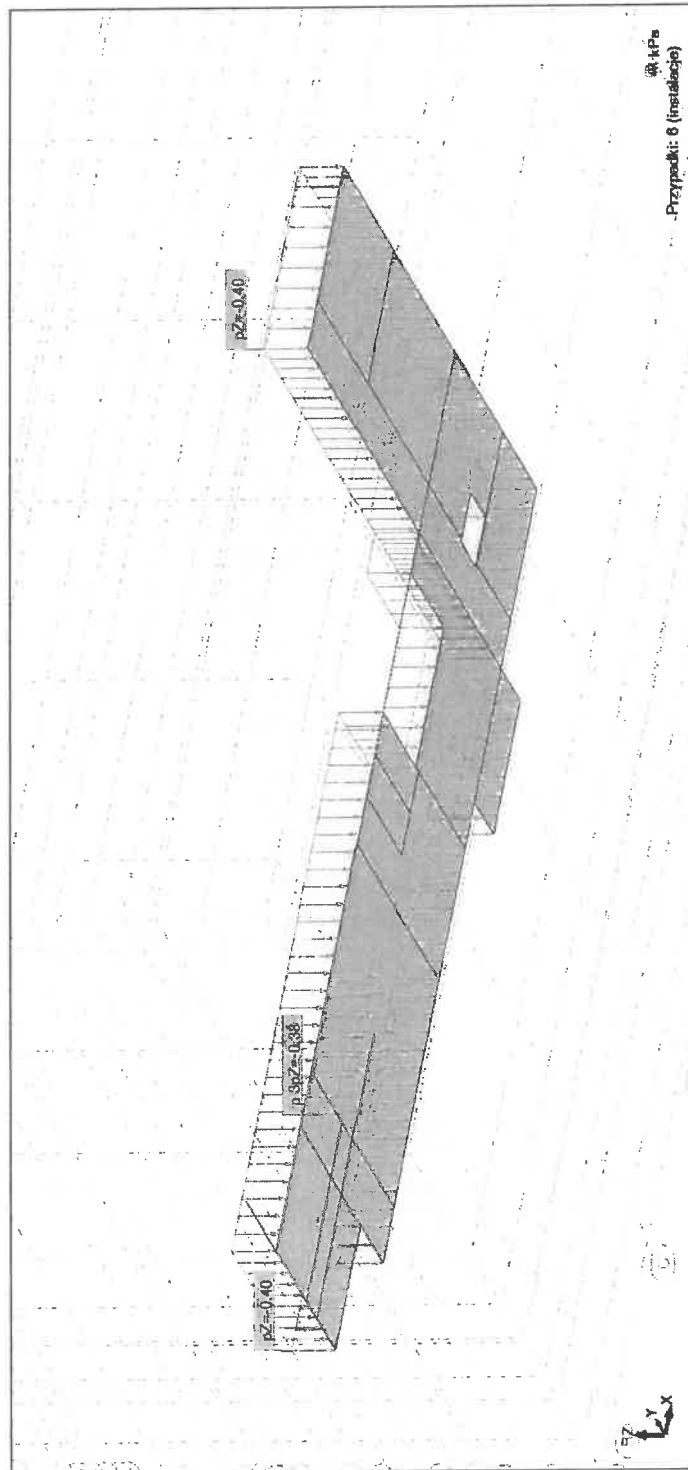
Strop P4 - Obciążenia, przypadki: 8 (stałe)



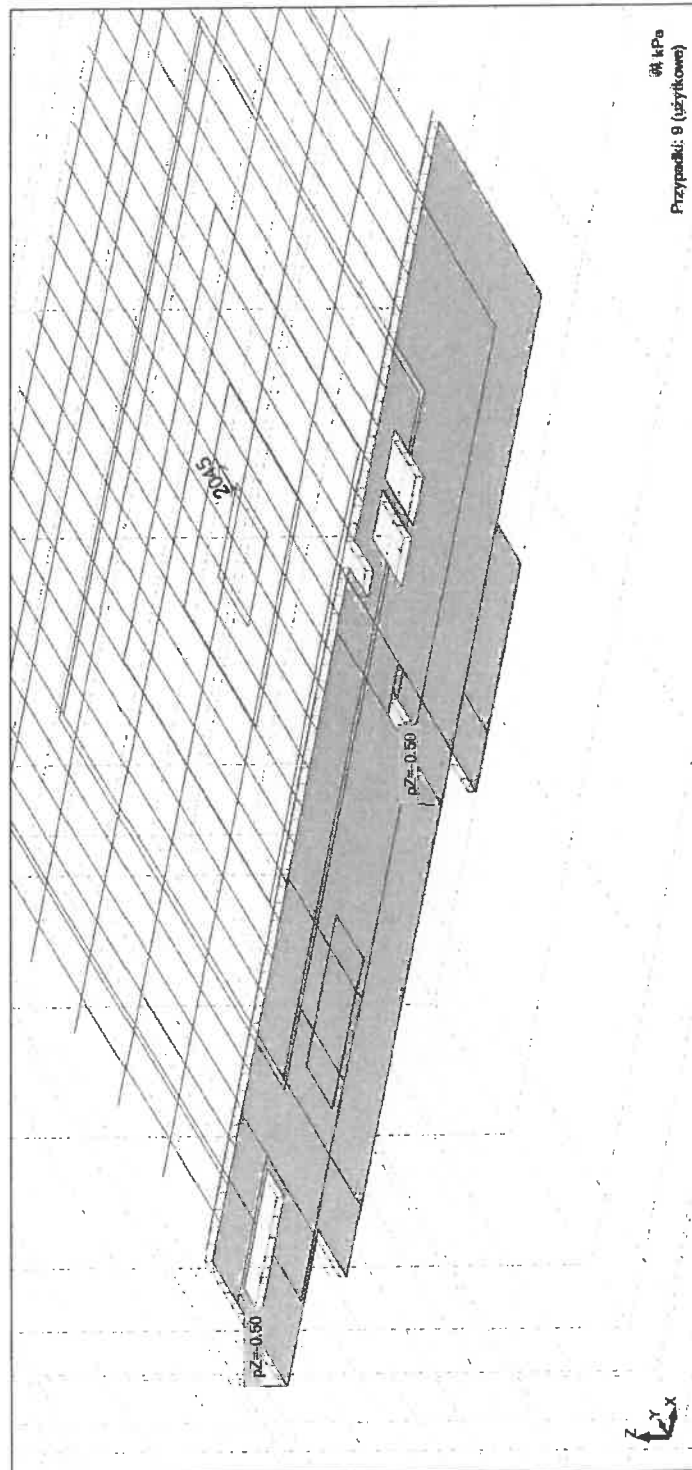
Strop P4 - Obciążenia, przypadki 9 (użytkowe)



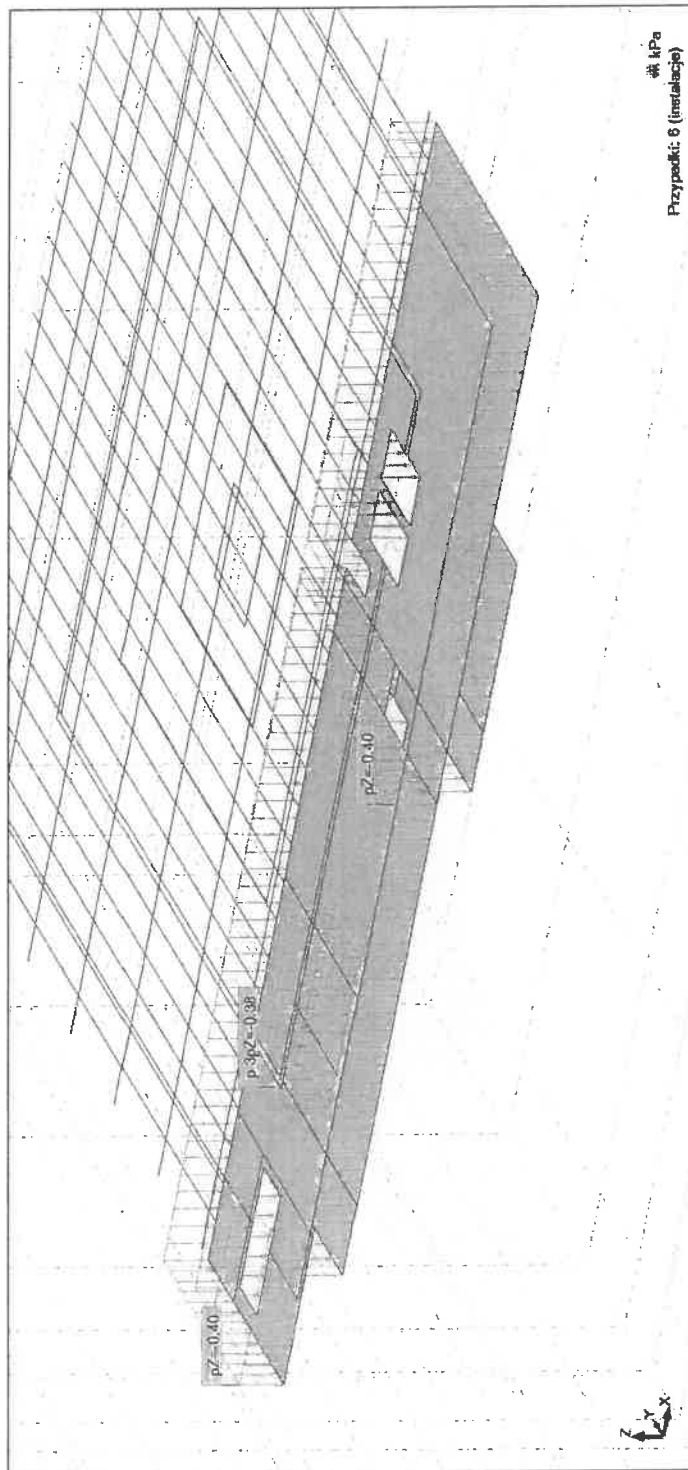
Strop P4 - Obciążenia, przypadki: 6 (instalacje)



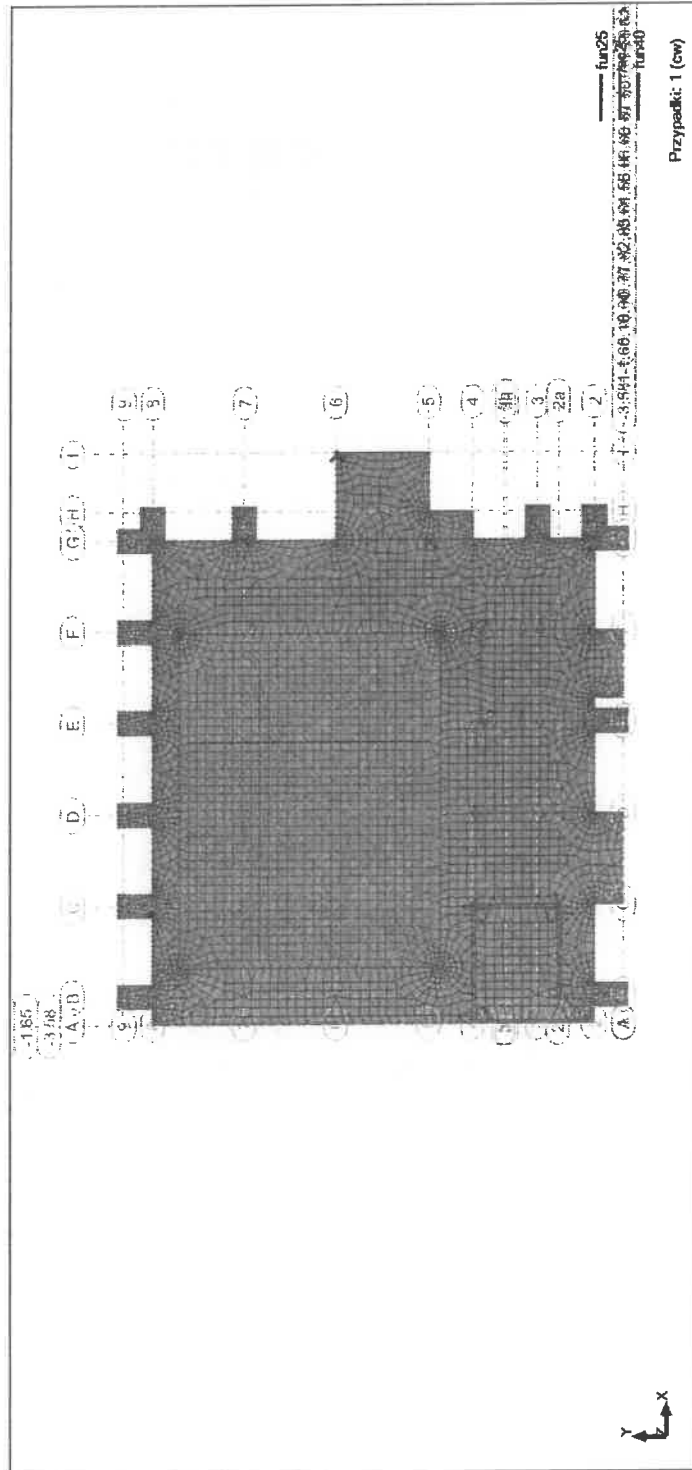
### Strop P7 - Obciążenia użytkowe



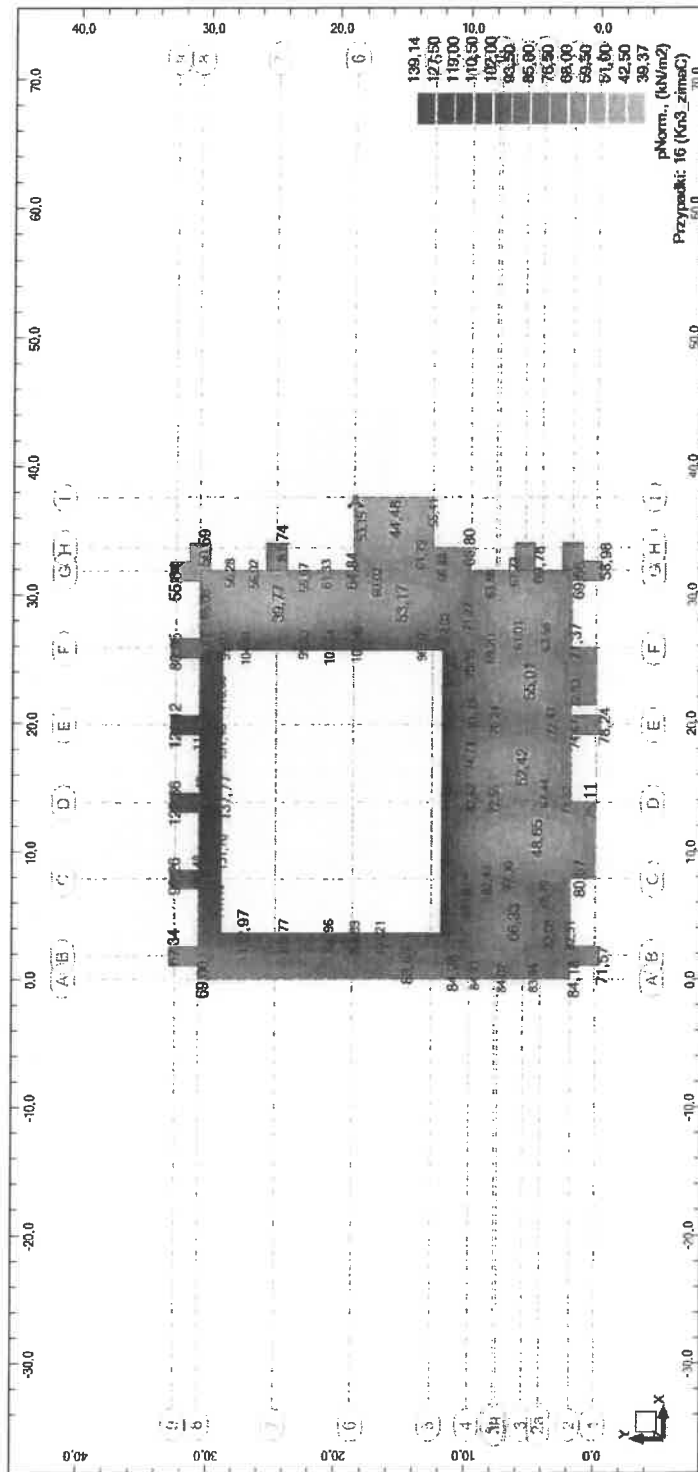
### Strop P7 - Obciążenia - instalacje



Fundament - model obliczeniowy

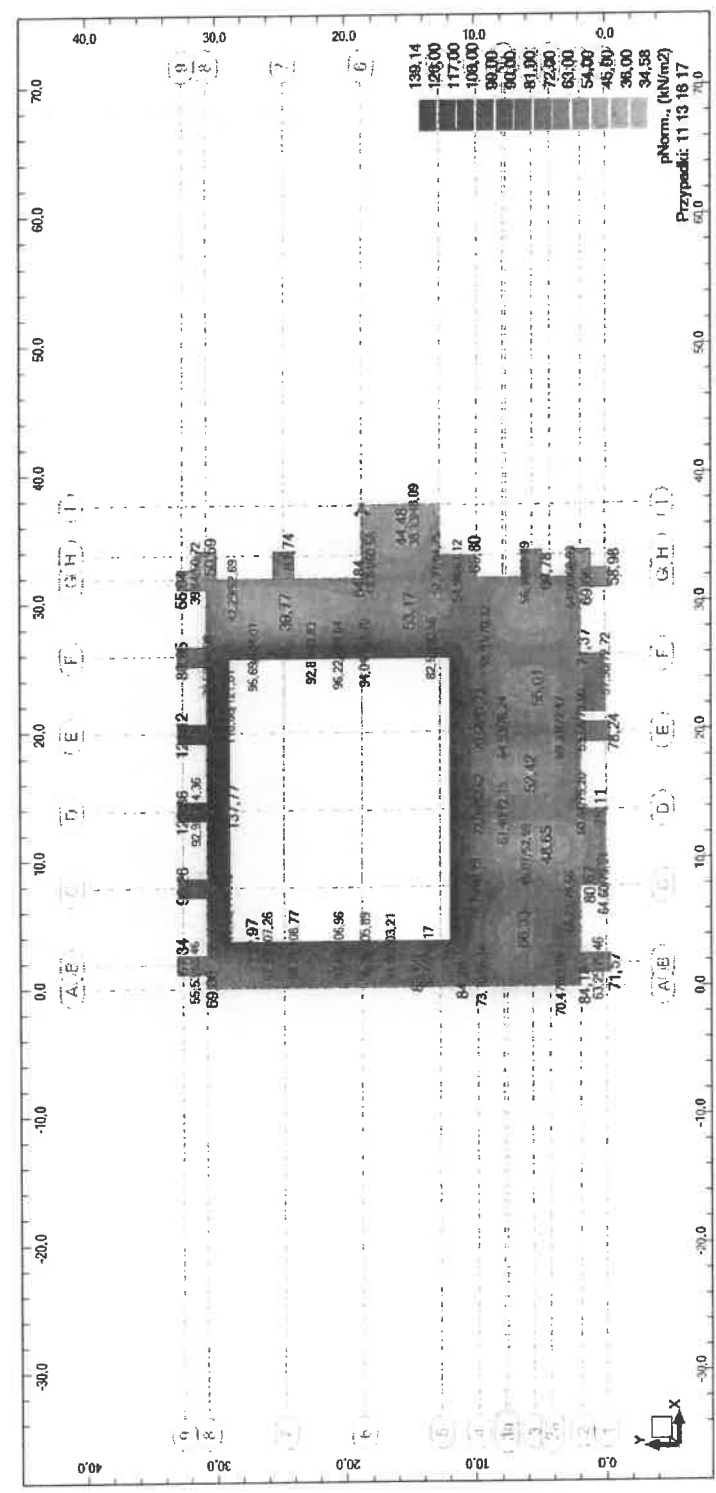


### Fundament - odpór gruntu (kPa) Przypadki: 16 (Kn3\_zimaC)

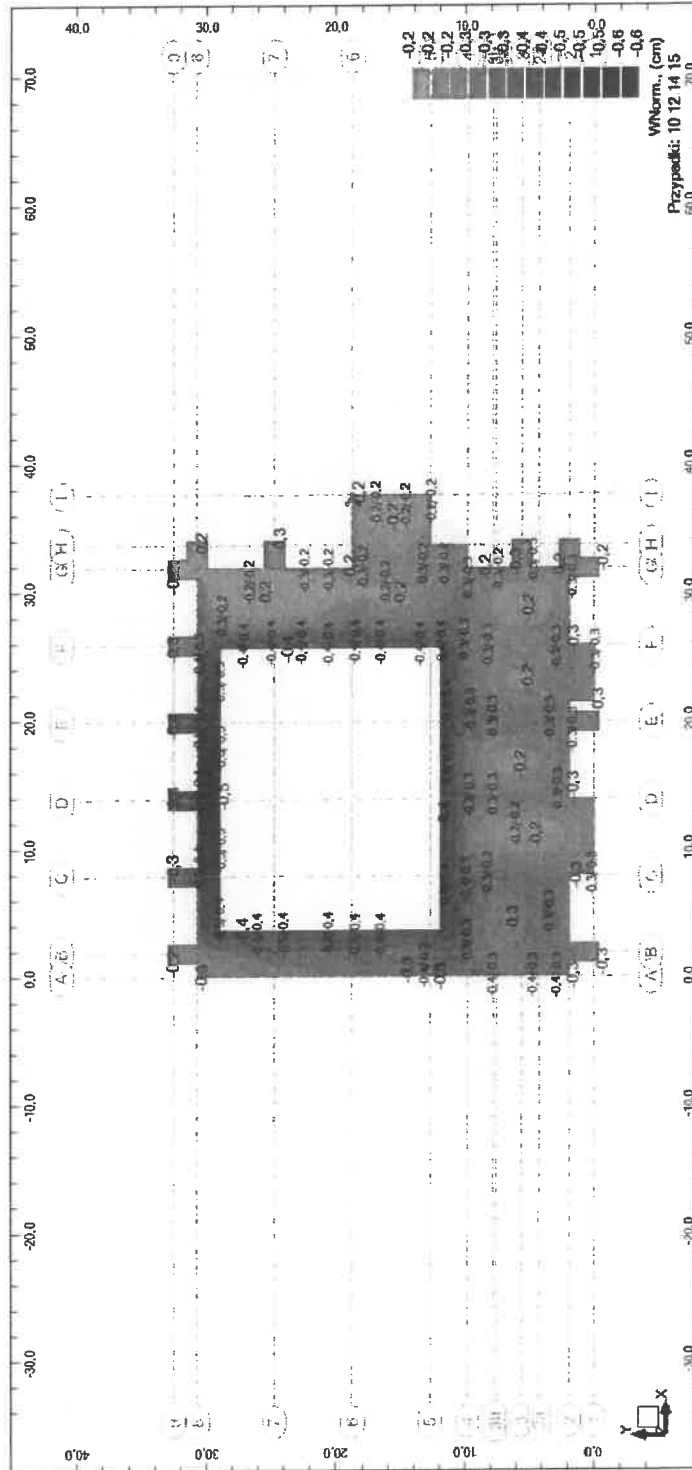




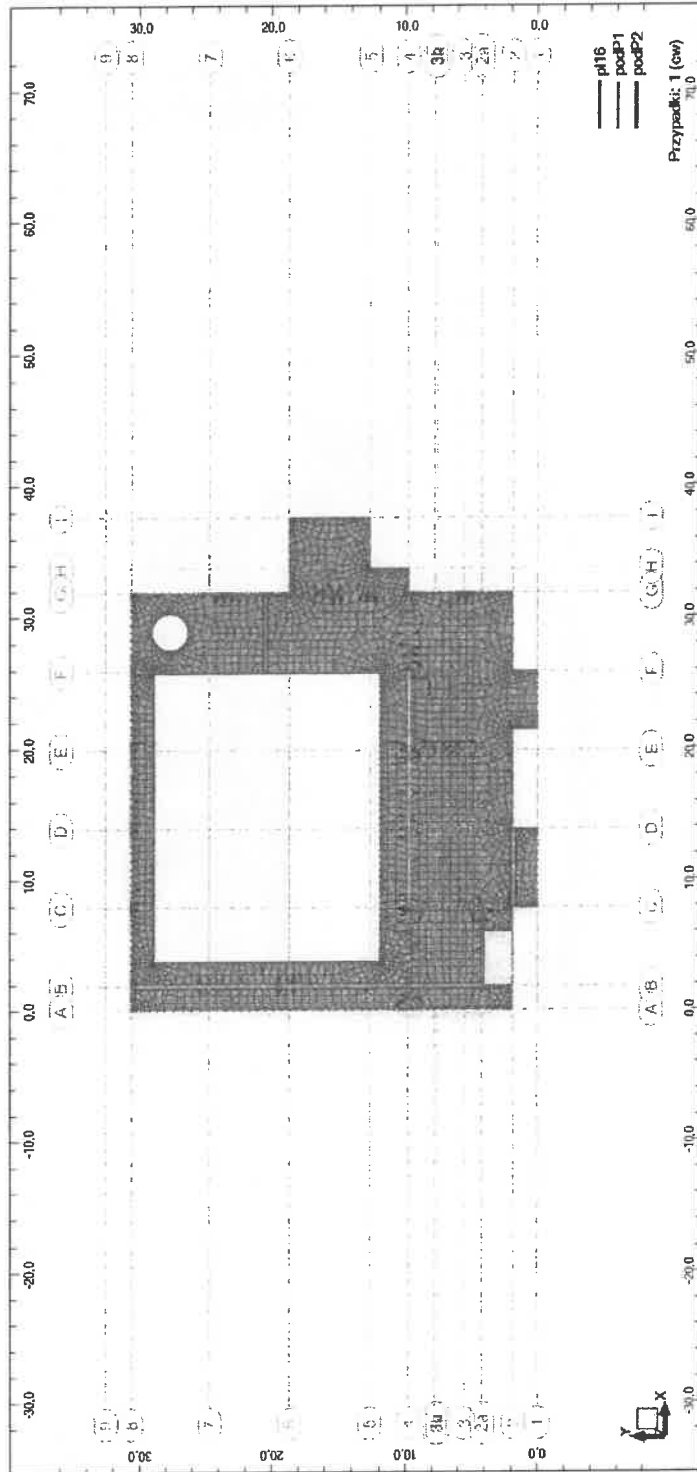
### Fundament - Odpór gruntu [kPa] Przypadki: SGN



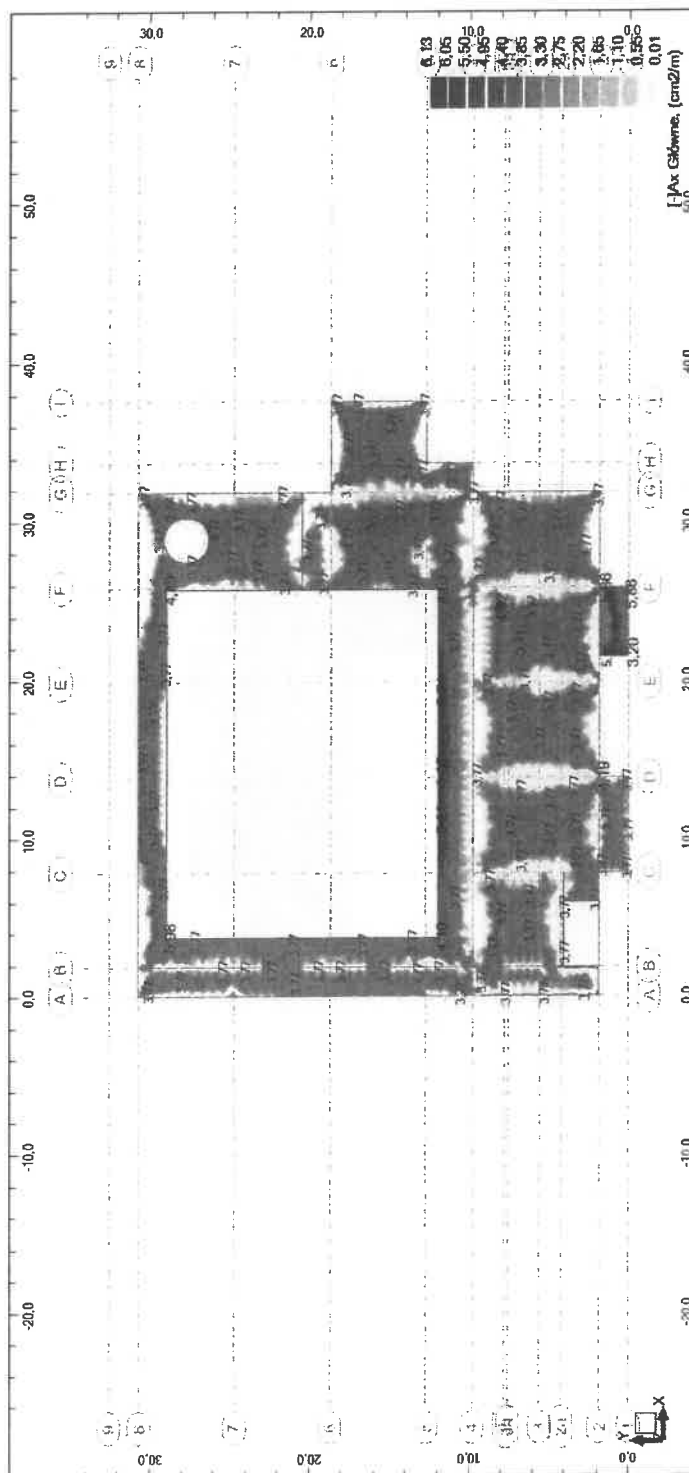
Fundament - Osiadanie (cm) Przypadki: SGU



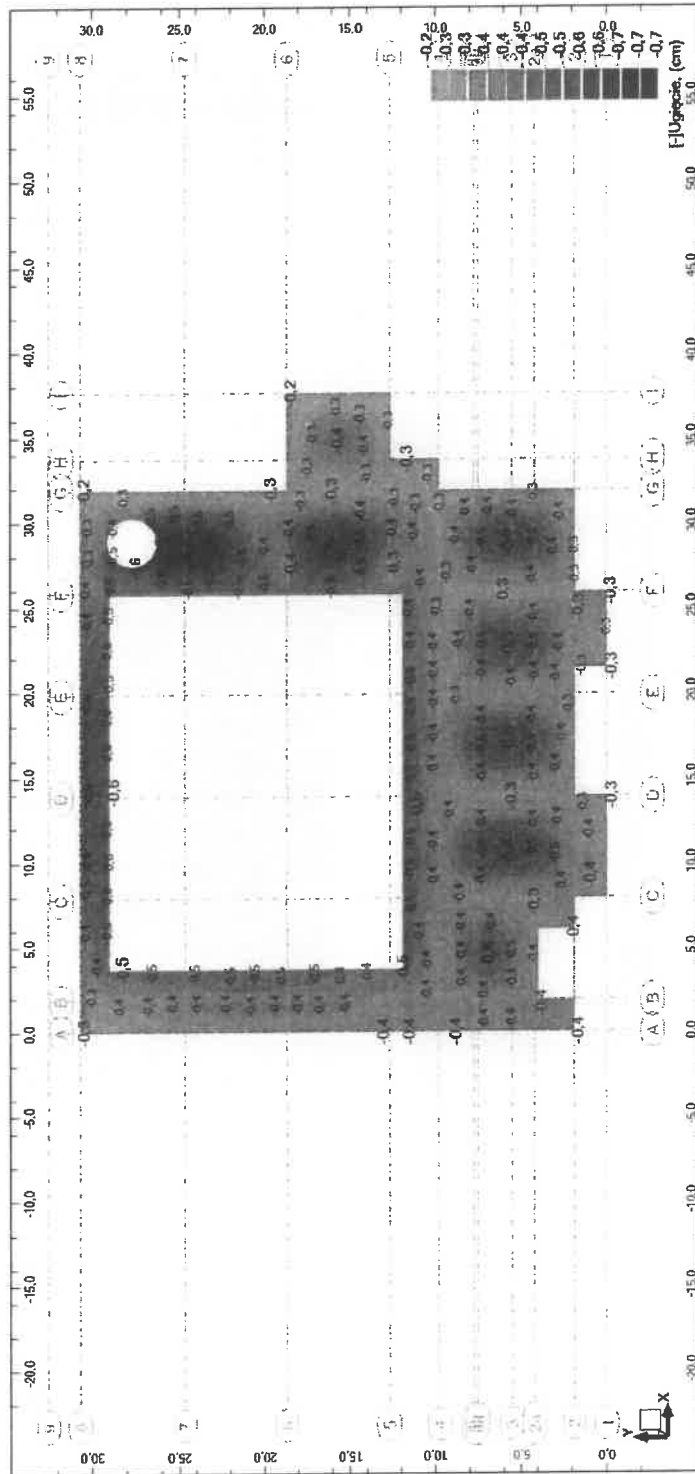
### Strop P3 - model obliczeniowy



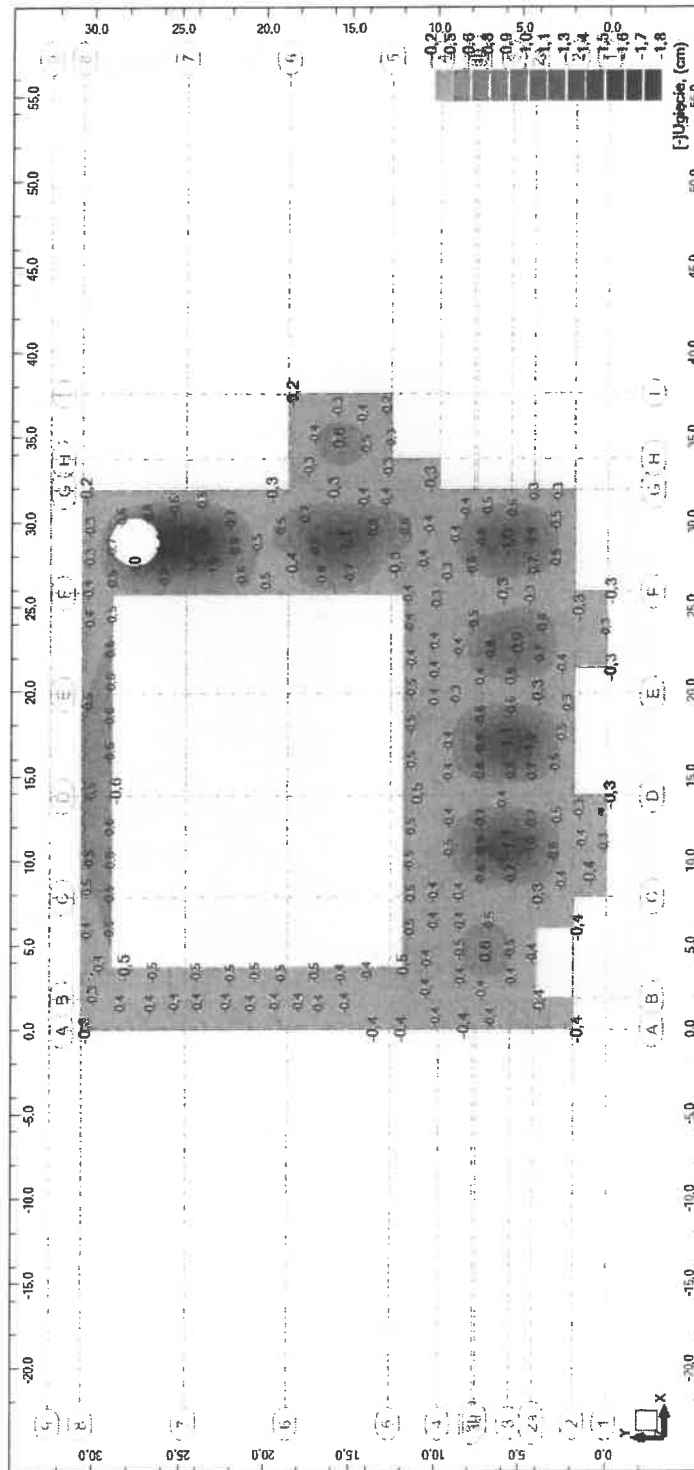
### Strop P3 - zbrojenie wymagane (cm<sup>2</sup>/m)



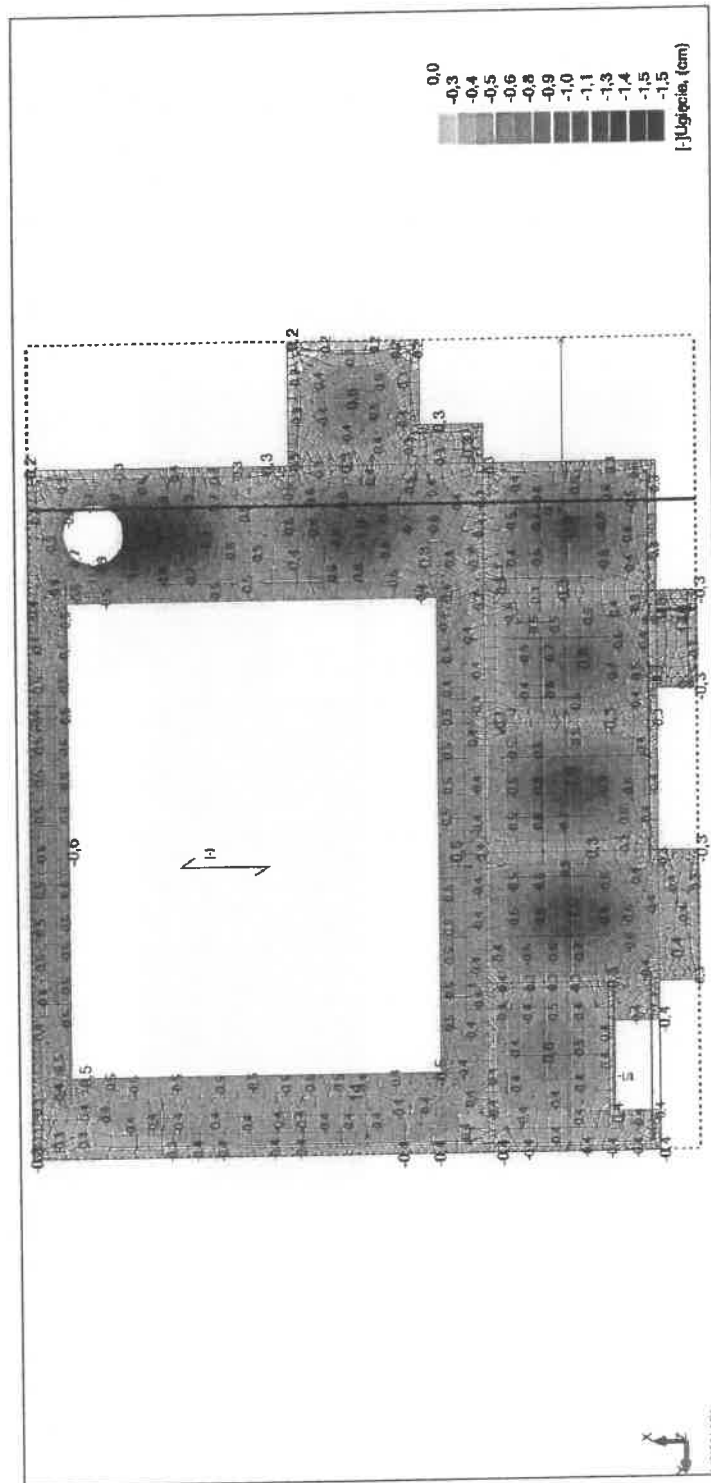
### Strop P3 - [-]Ugięcie (cm) Zbrojenie teoretyczne



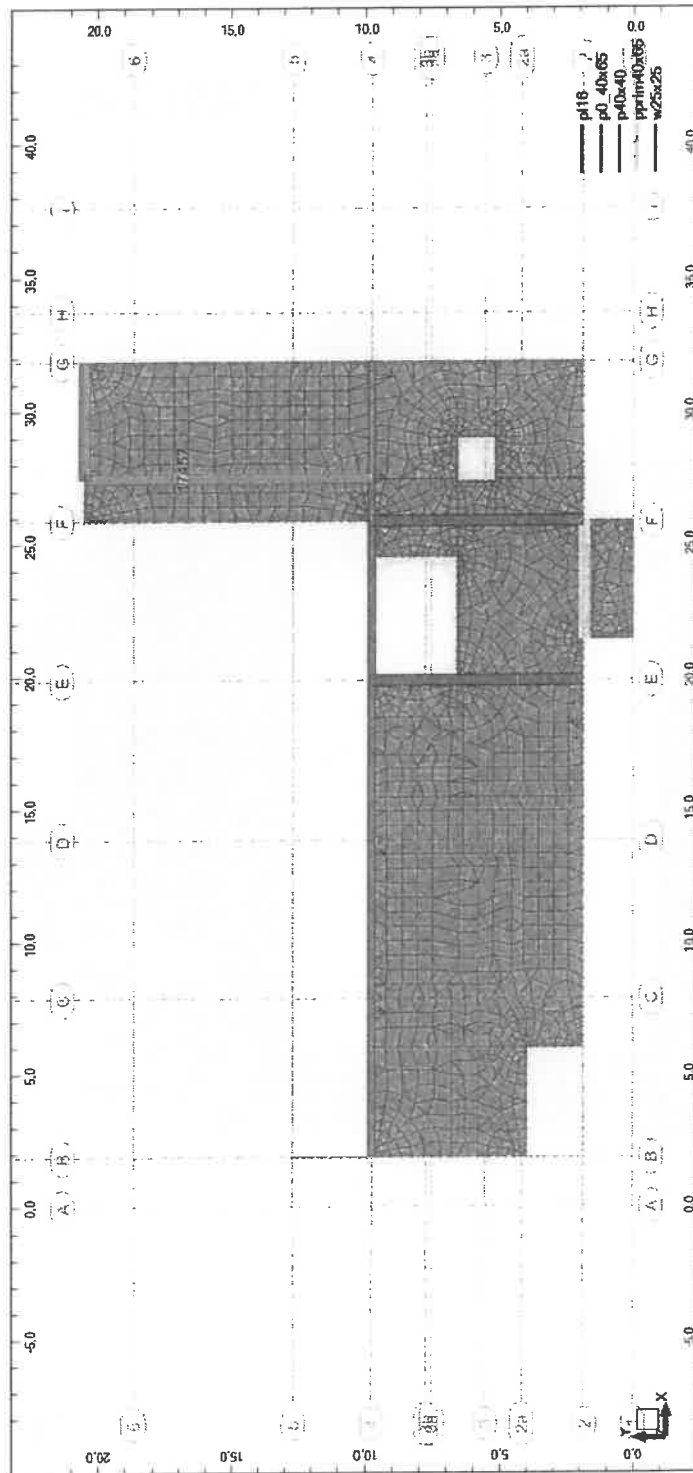
### Strop P3 - [-]Ugięcie (cm) zbr. teoretyczne



### Strop P3 Ugięcie (cm) zbr. rzeczywiste

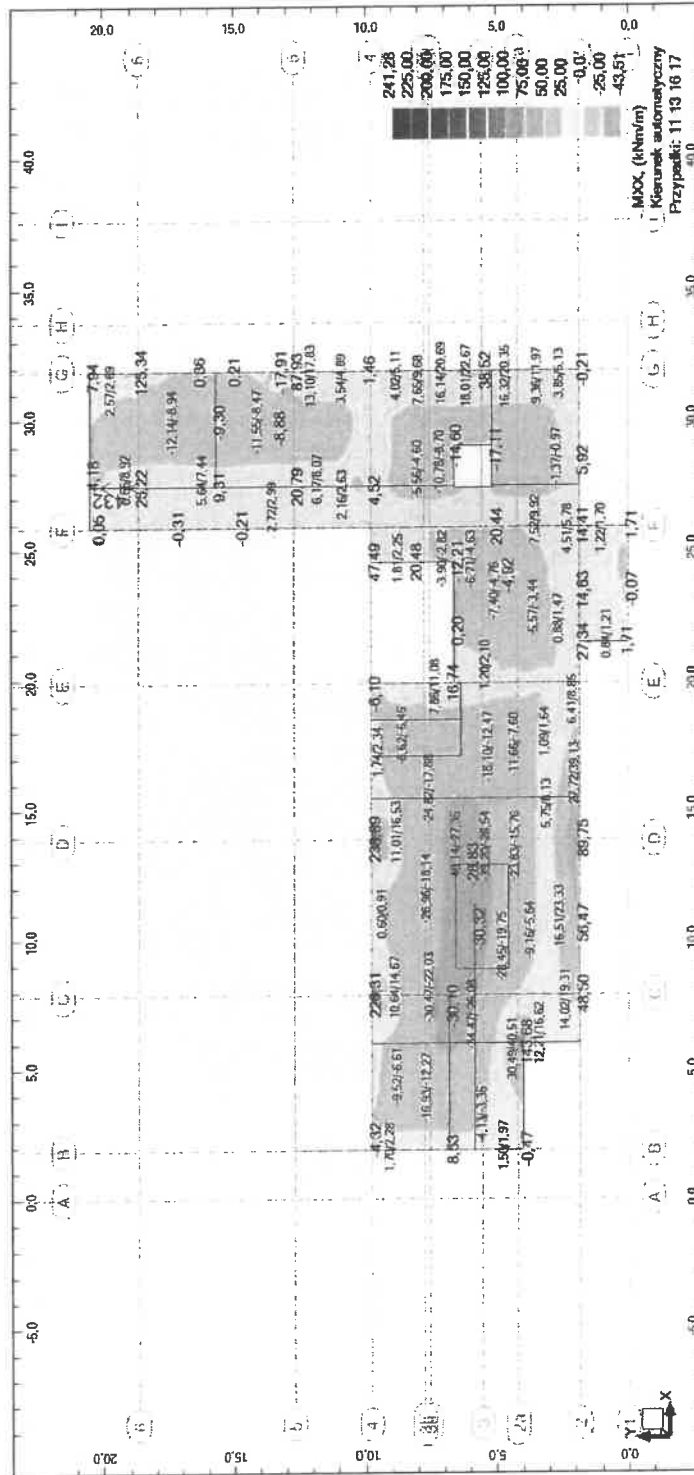


### Strop P4 (+3,80) - model obliczeniowy

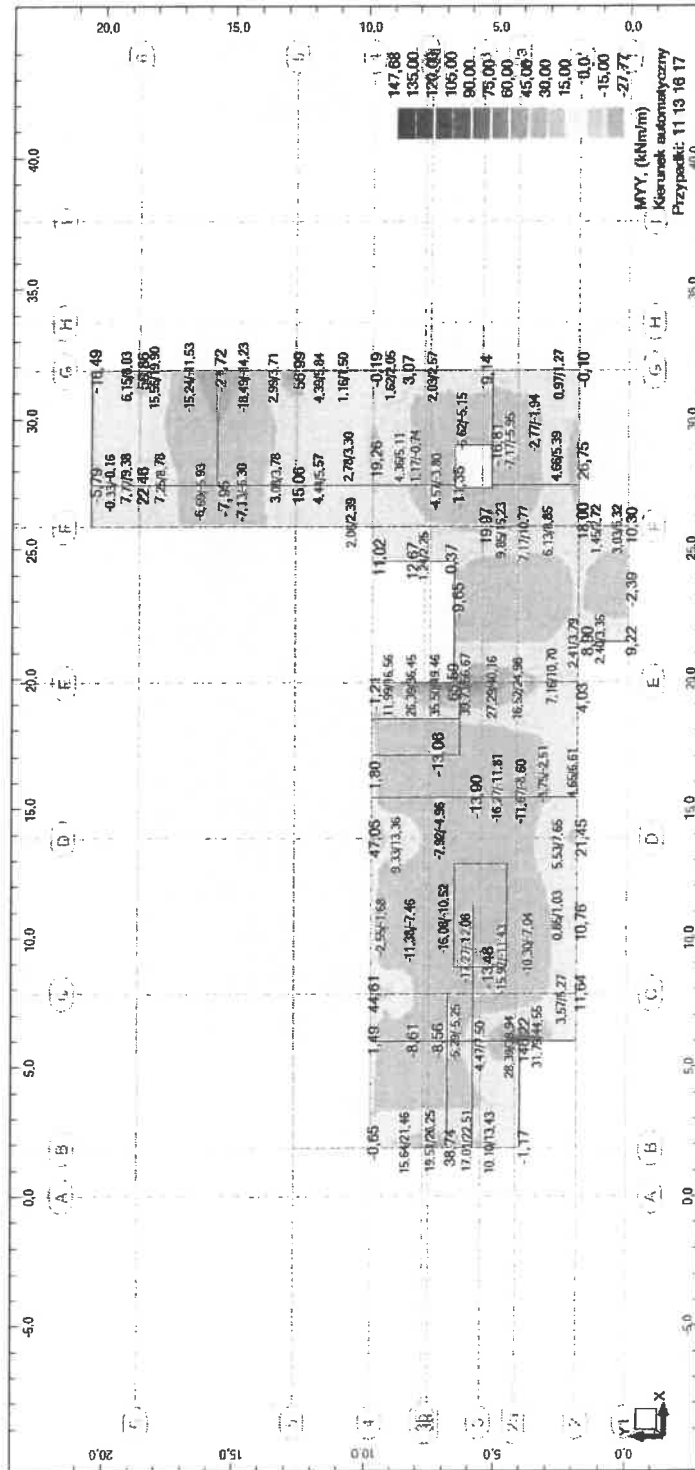




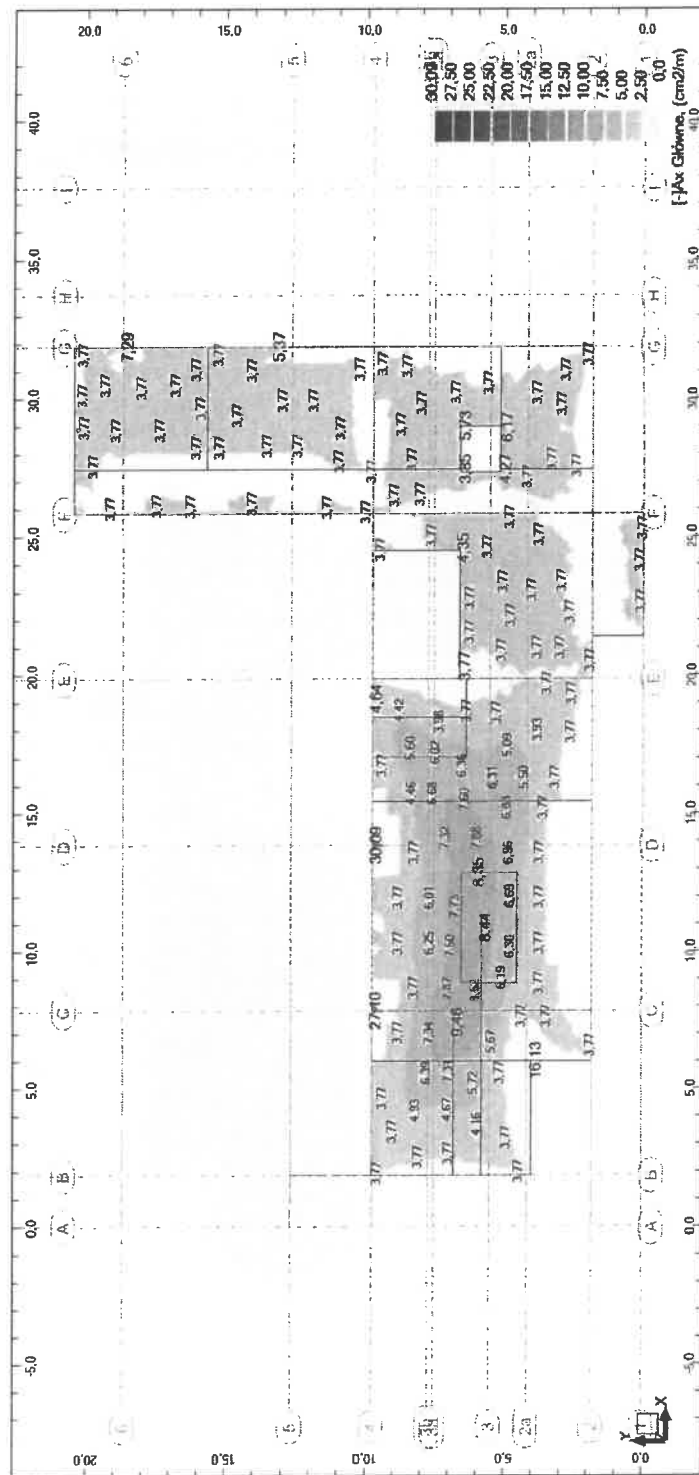
Strop P4 -  $M_{xx}$  (kNm/m) Przypadki: obwiednia SGN



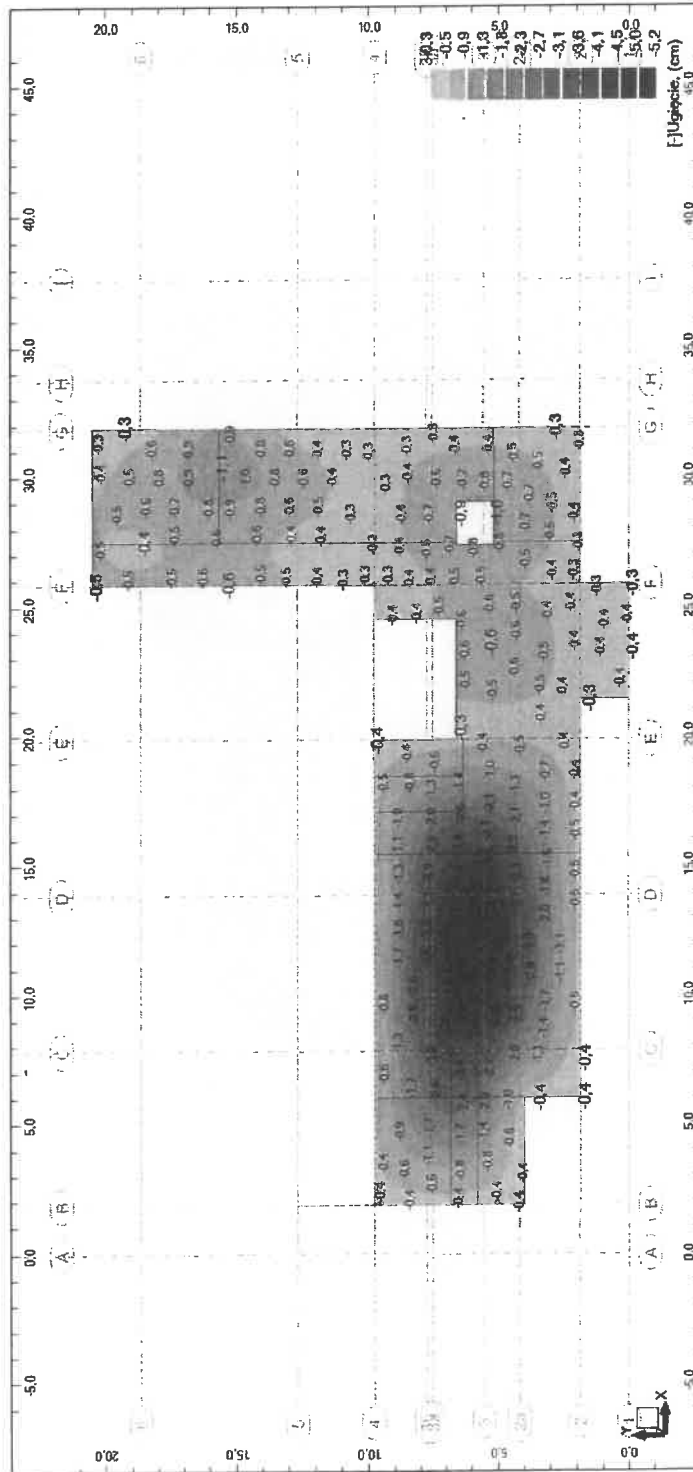
Strop P4 - M<sub>yy</sub> (kNm/m) Przypadki: obwiednia SGN



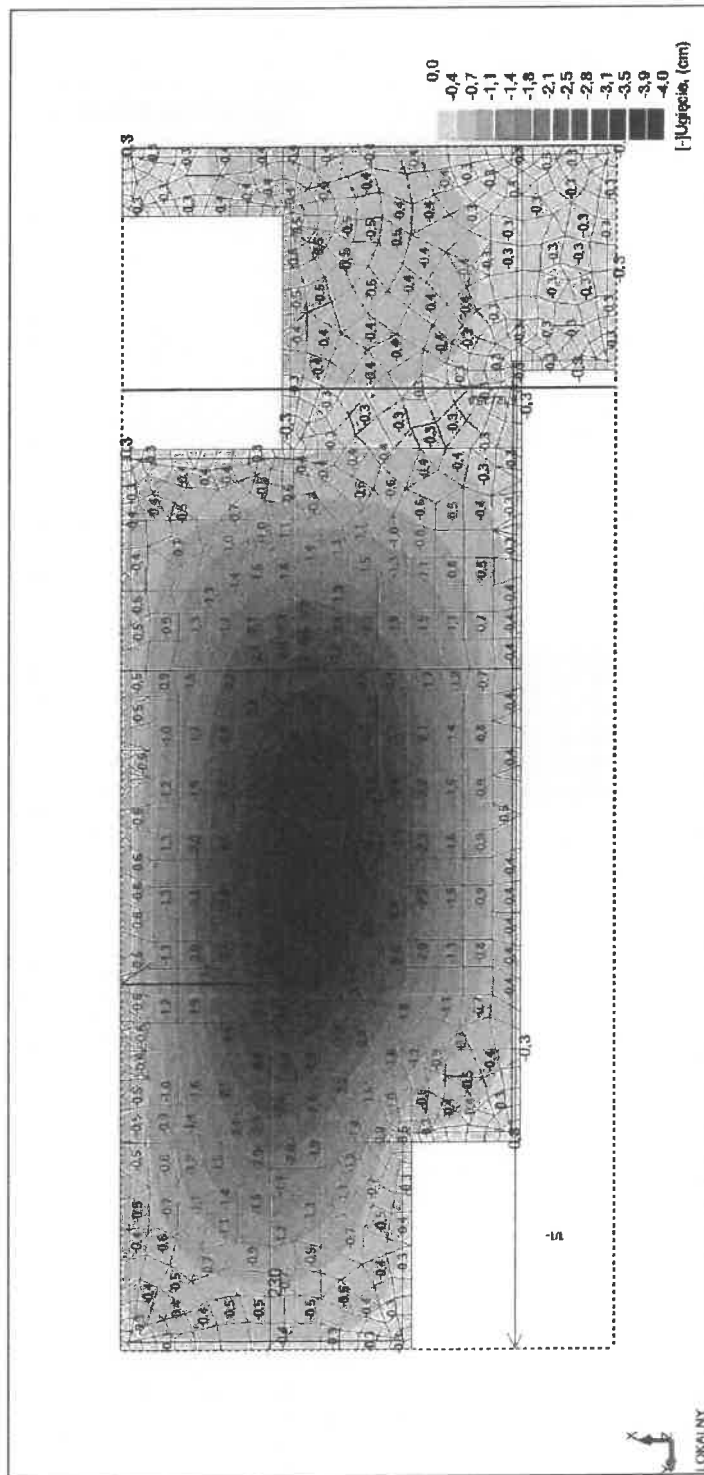
Strop P4 - zbrojenie główne (cm<sup>2</sup>/m) wymagane (teoretyczne)



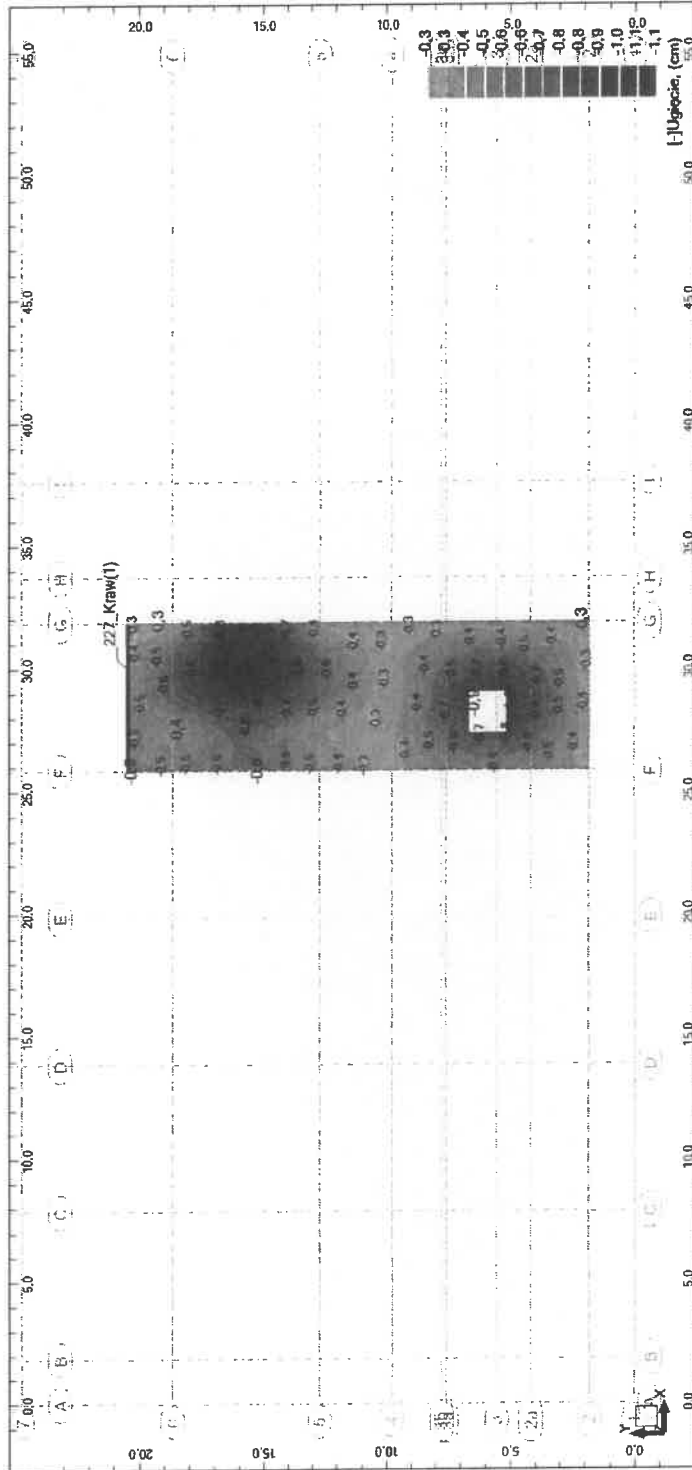
Strop P4 - Ugięcie (cm), zbr. teoretyczne.



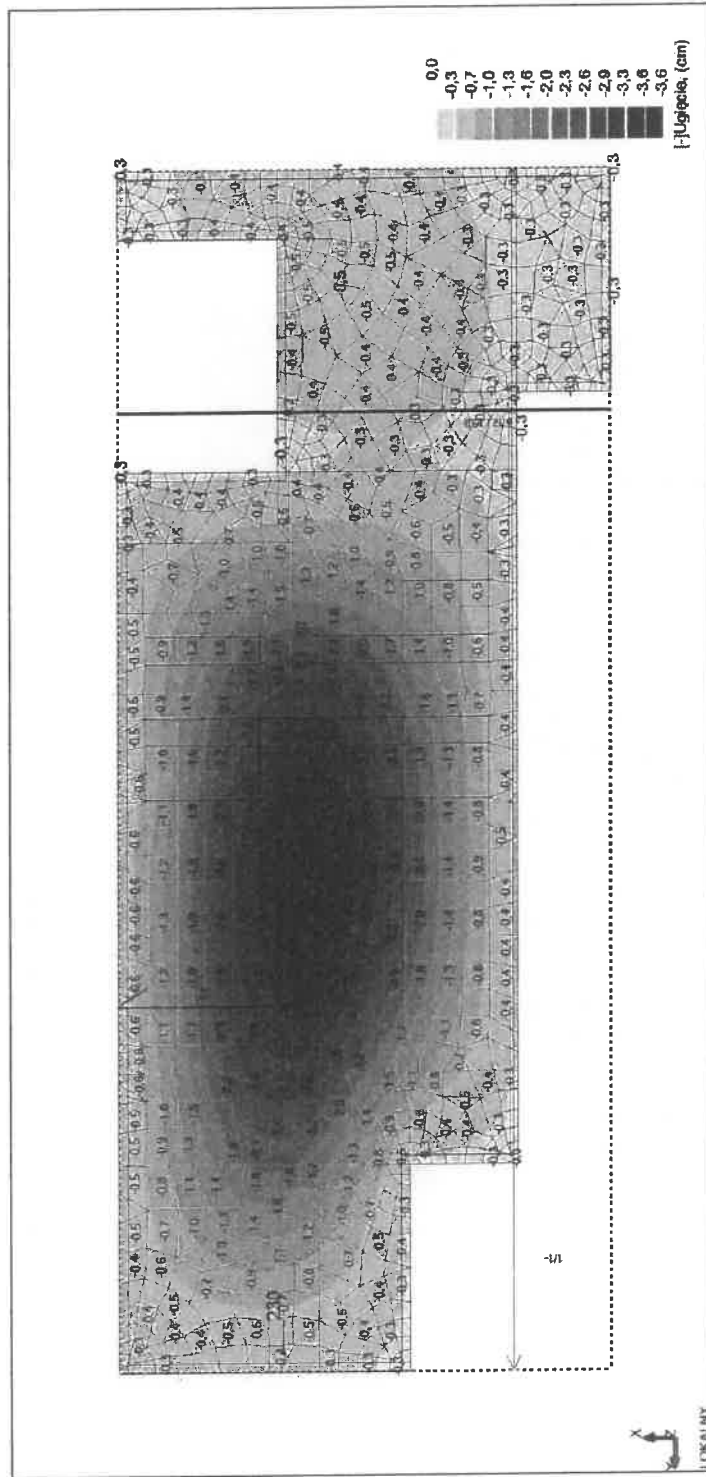
Strop P4 (osie B-F) - Ugięcie (cm) , zbr. teoretyczne.



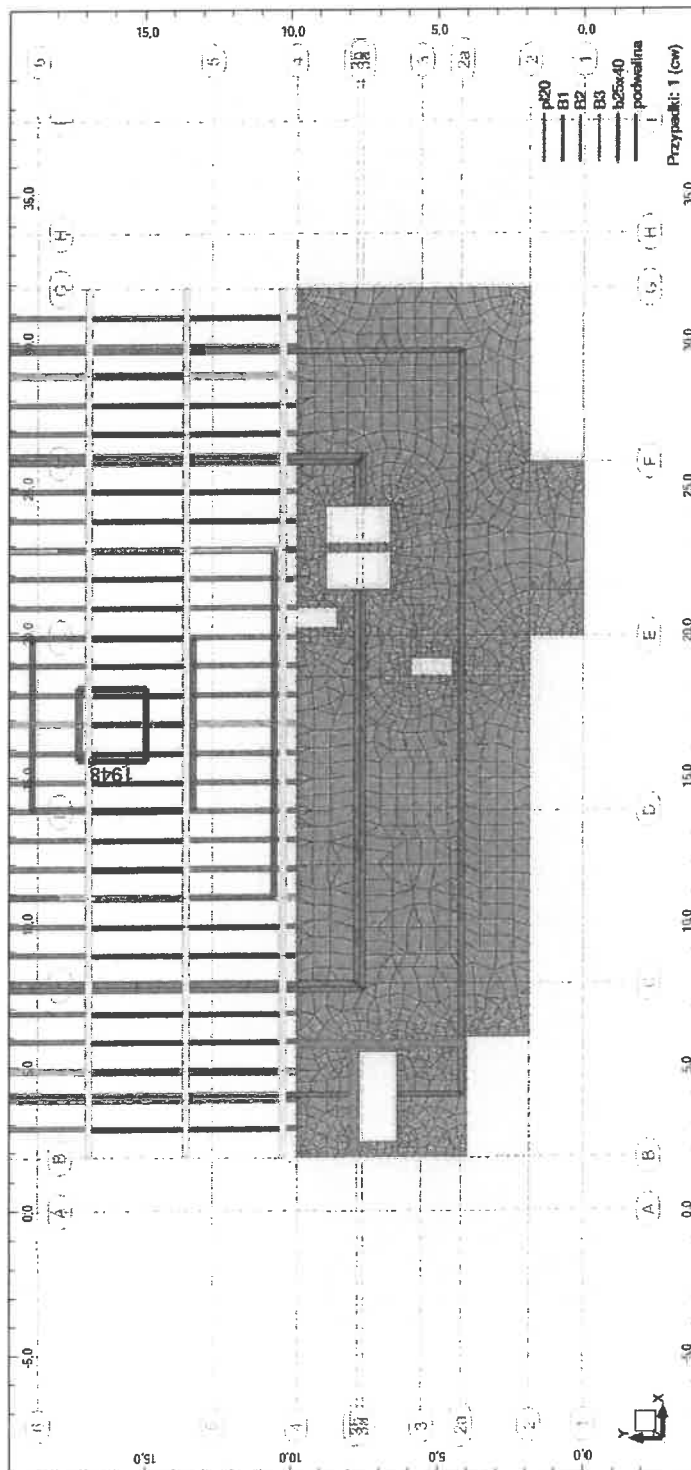
Strop P4- w osiach F-G [-]Ugięcie (cm). Zbr. teoretyczne.



Strop P4 (osie B-F) - Ugięcie (cm), zbr. rzeczywiste.

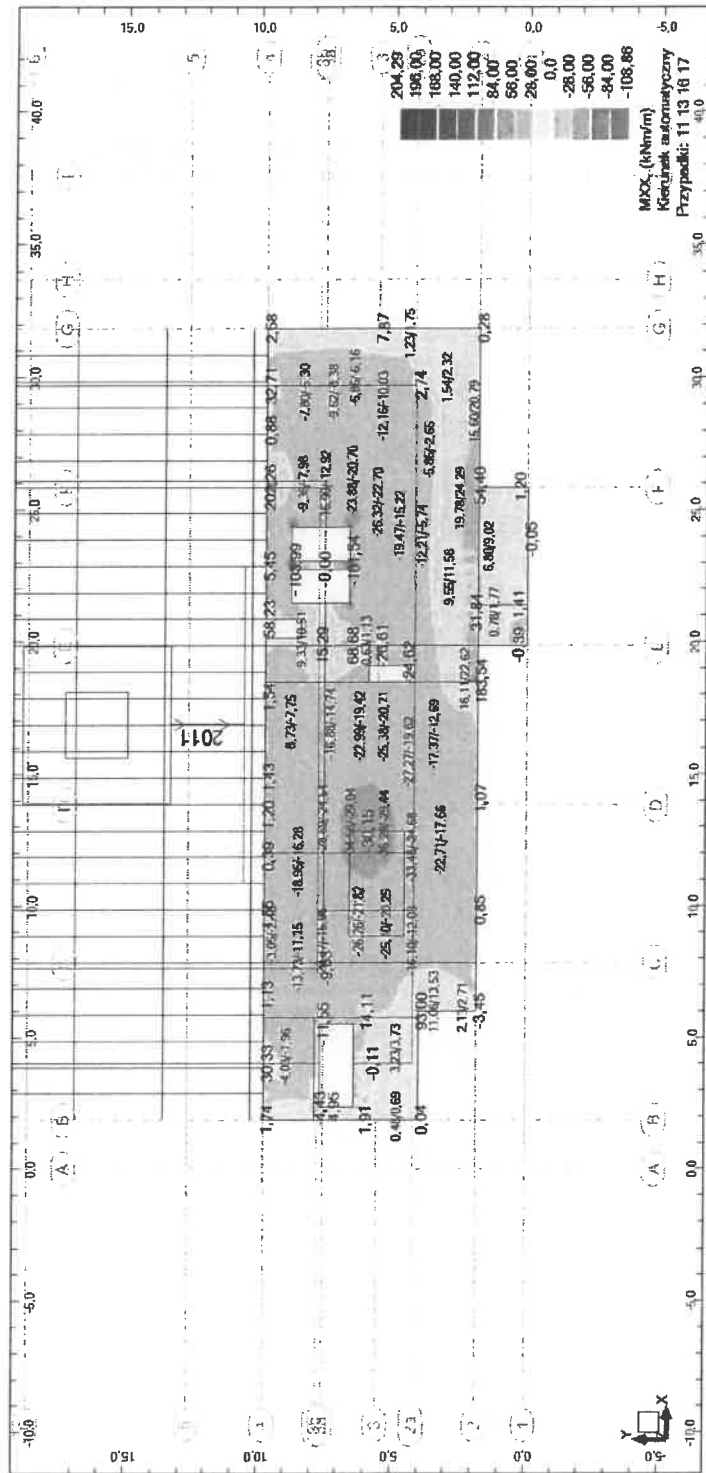


### Strop P7 - model obliczeniowy

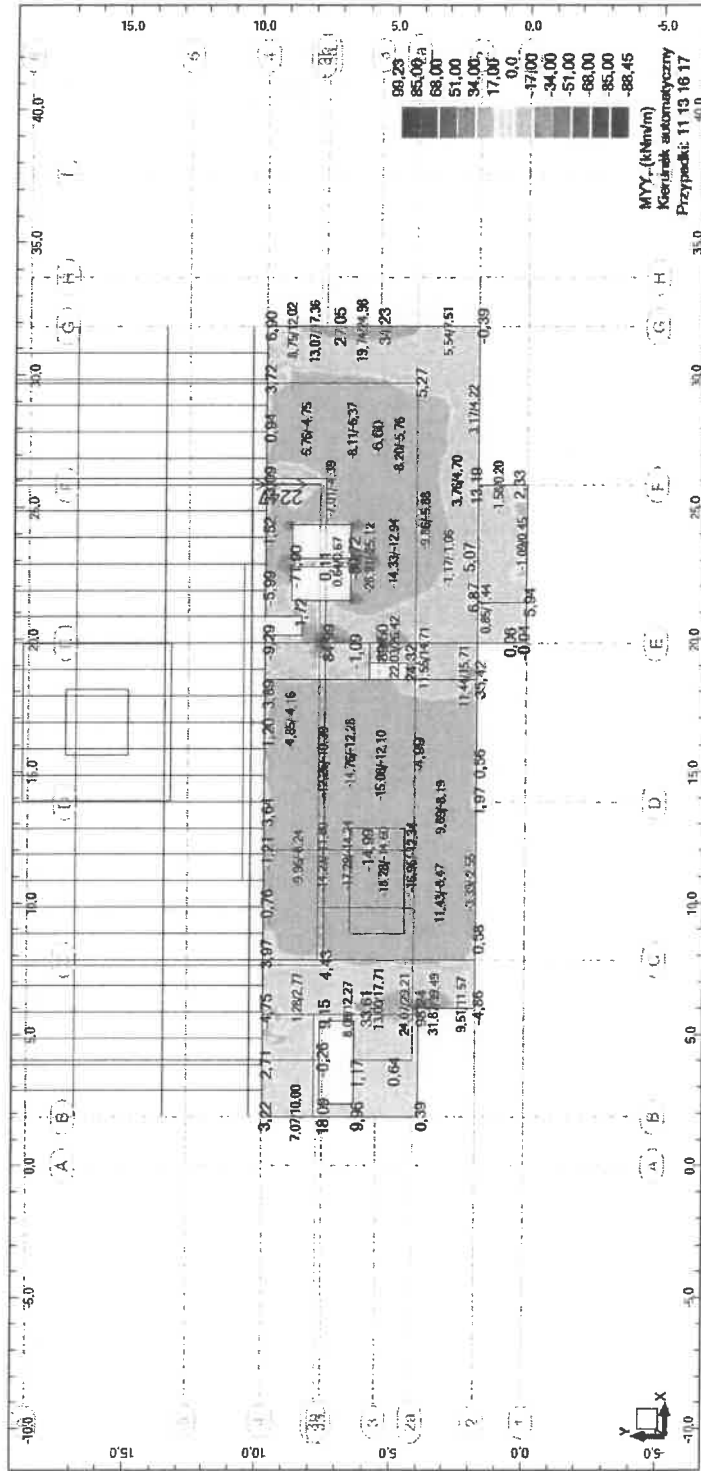




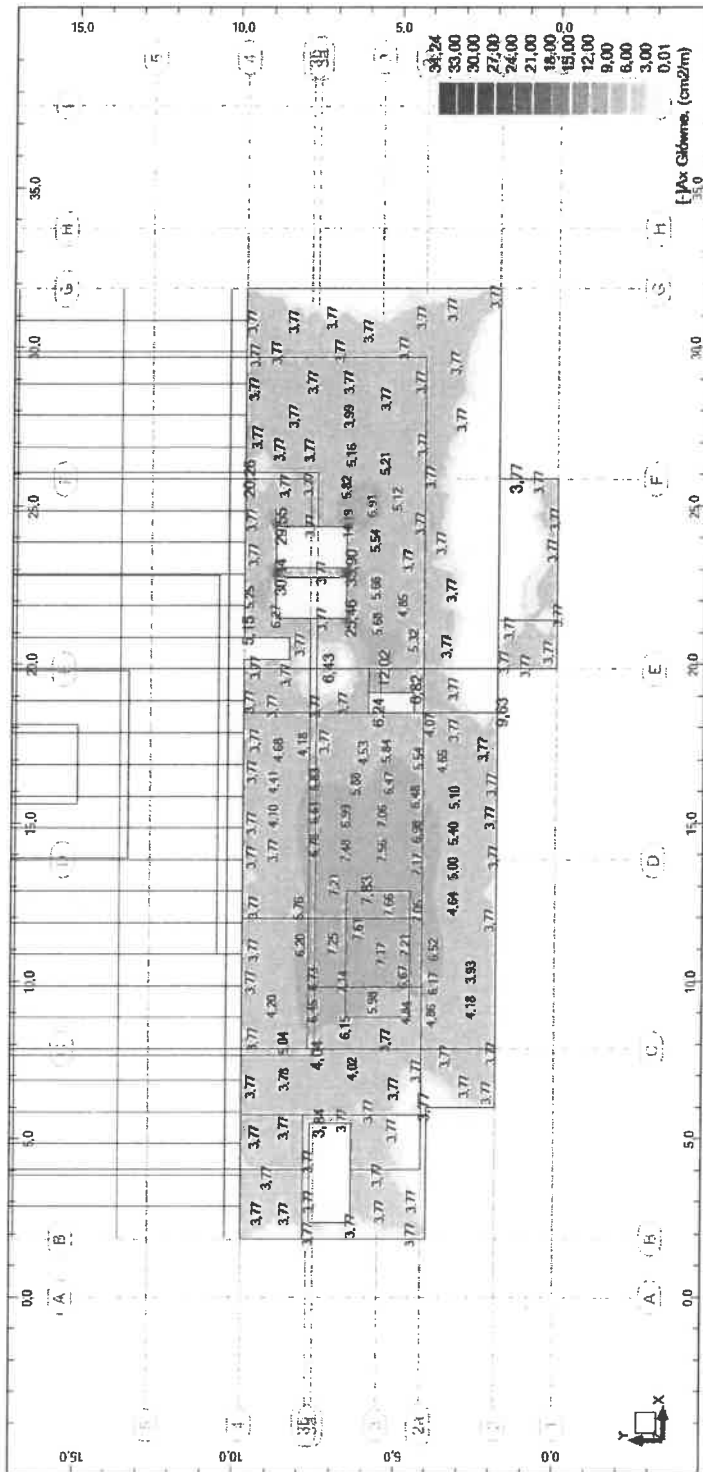
Strop P7 - MXX (kNm/m) Przypadki: Obwiednia SGN



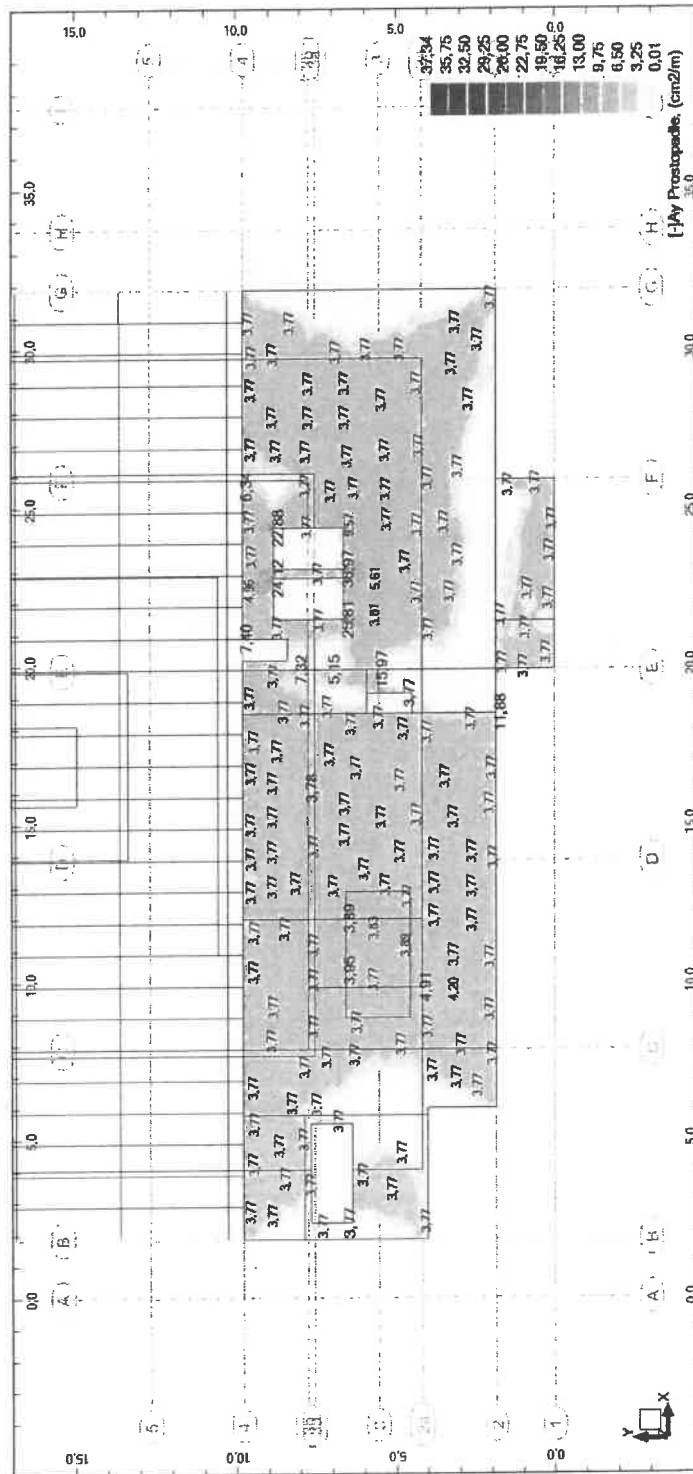
### Strop P7 - MYY (kNm/m) Przypadki: Obwiednia SGN



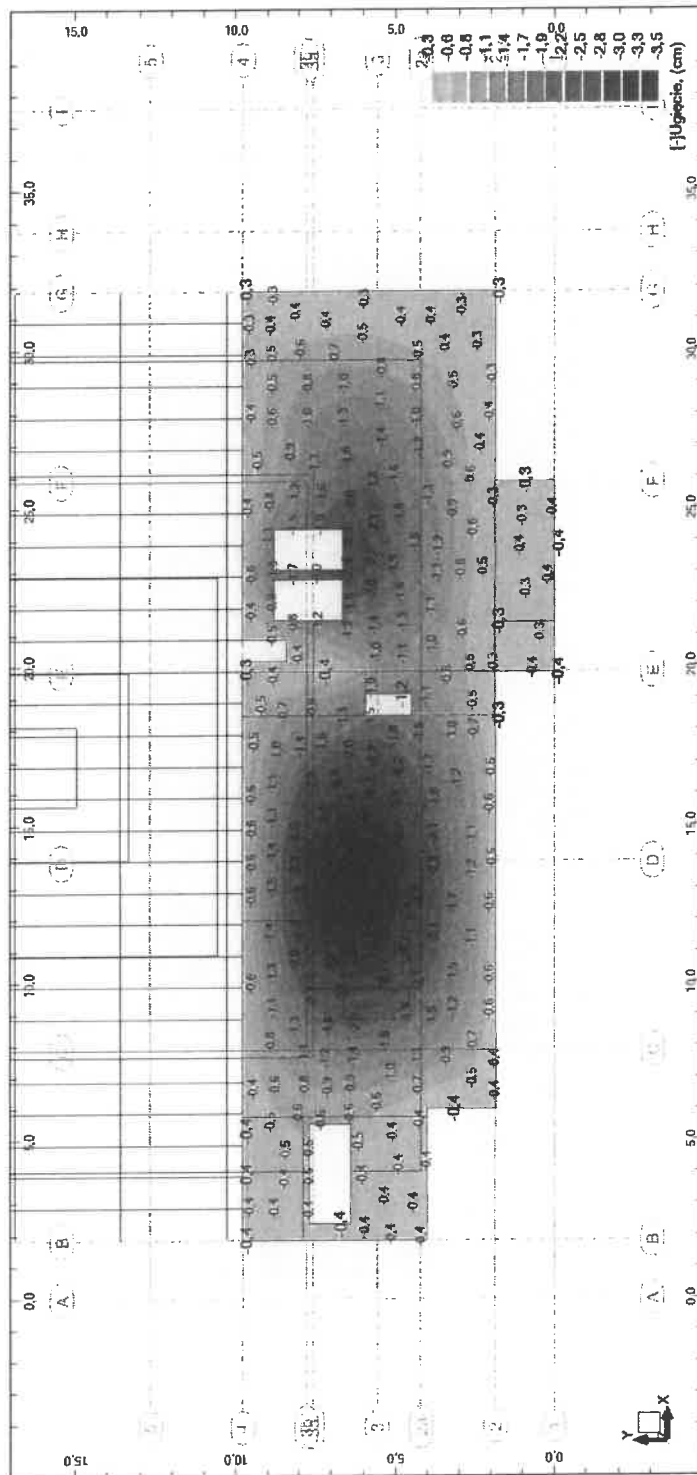
### Strop P7 Wymagane zbrojenie główne (cm<sup>2</sup>/m)



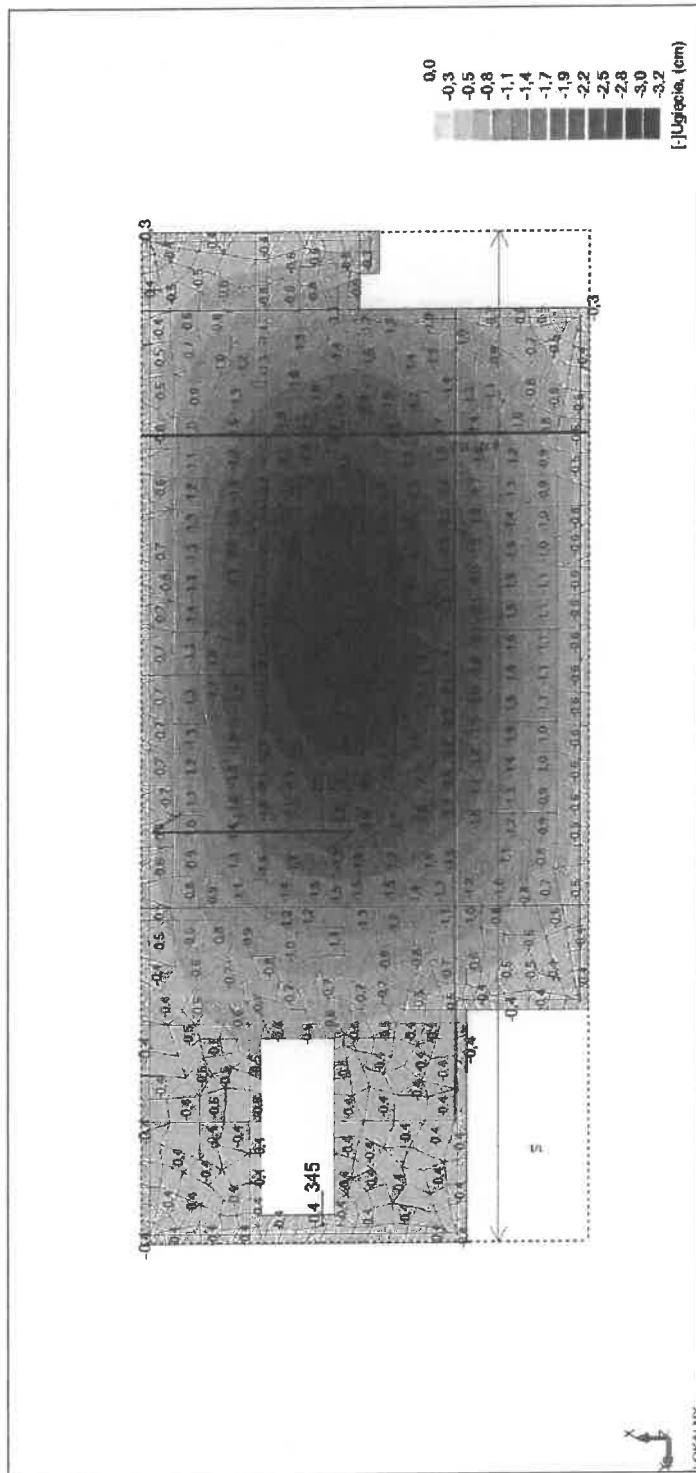
### Strop P7 - Wymagane zbrojenie prostopadłe (cm<sup>2</sup>/m)



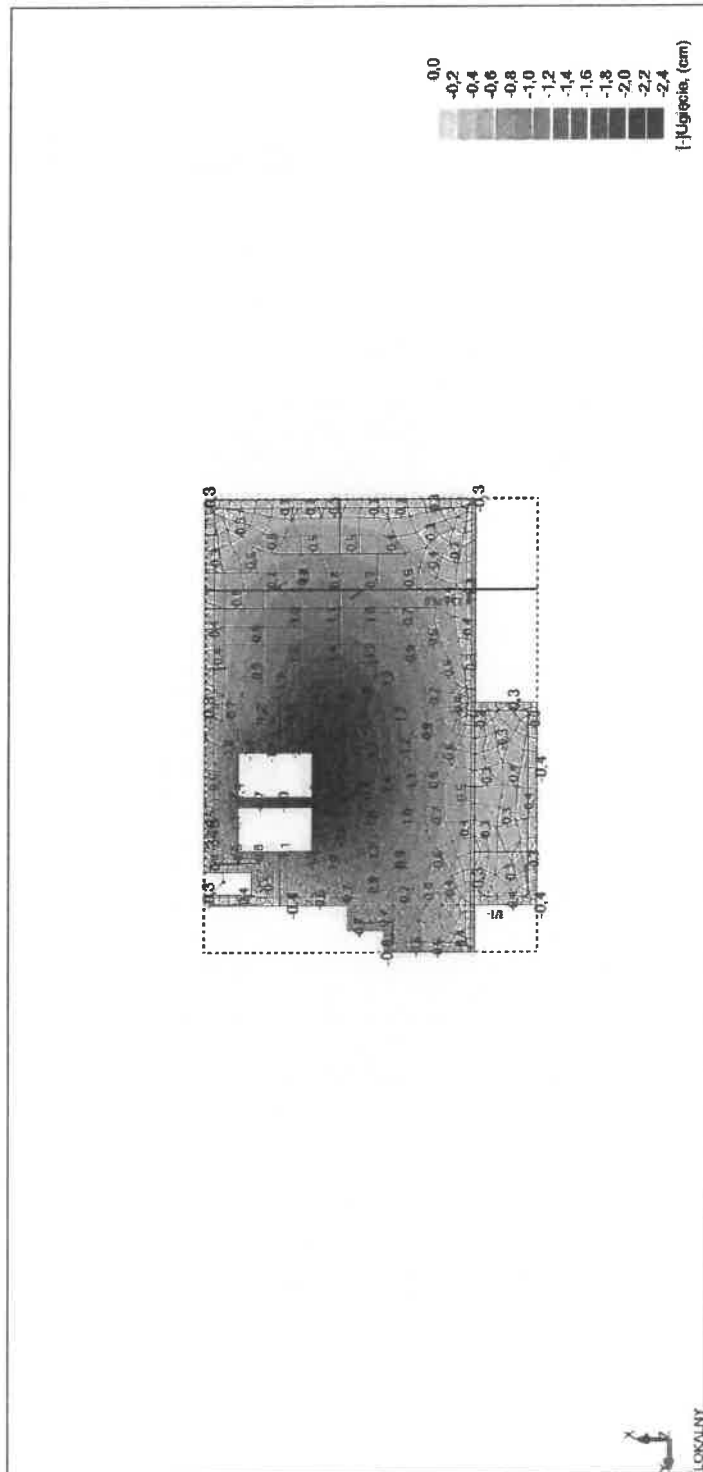
Strop P7 - ugięcie dla zbr. teoretycznego.



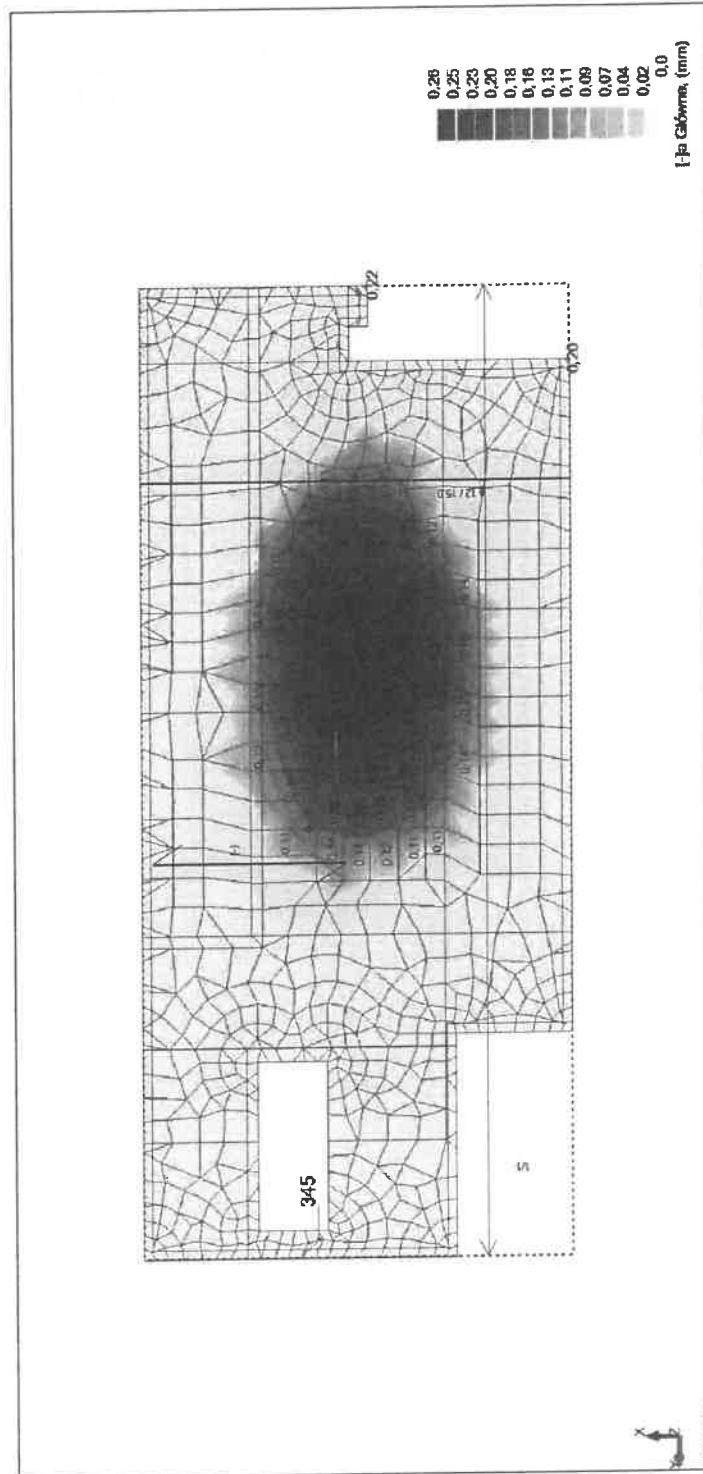
### Strop P7 - Ugięcie (cm) w osiach B-E, zbr. rzeczywiste.



Strop P7 w osiach E-G, ugięcie (cm), zbr. rzeczywiste.

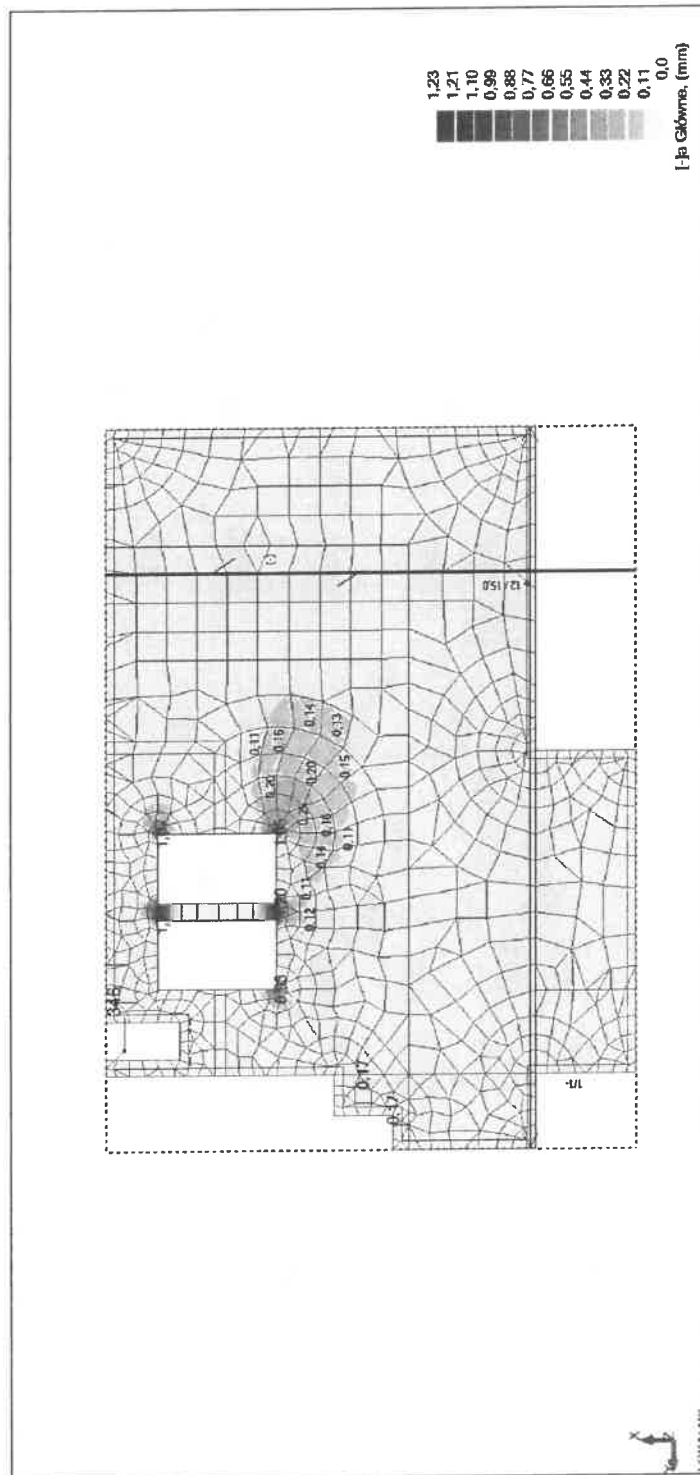


Strop P7 - Zarysowanie w osiach B-E, zbr. rzeczywiste.



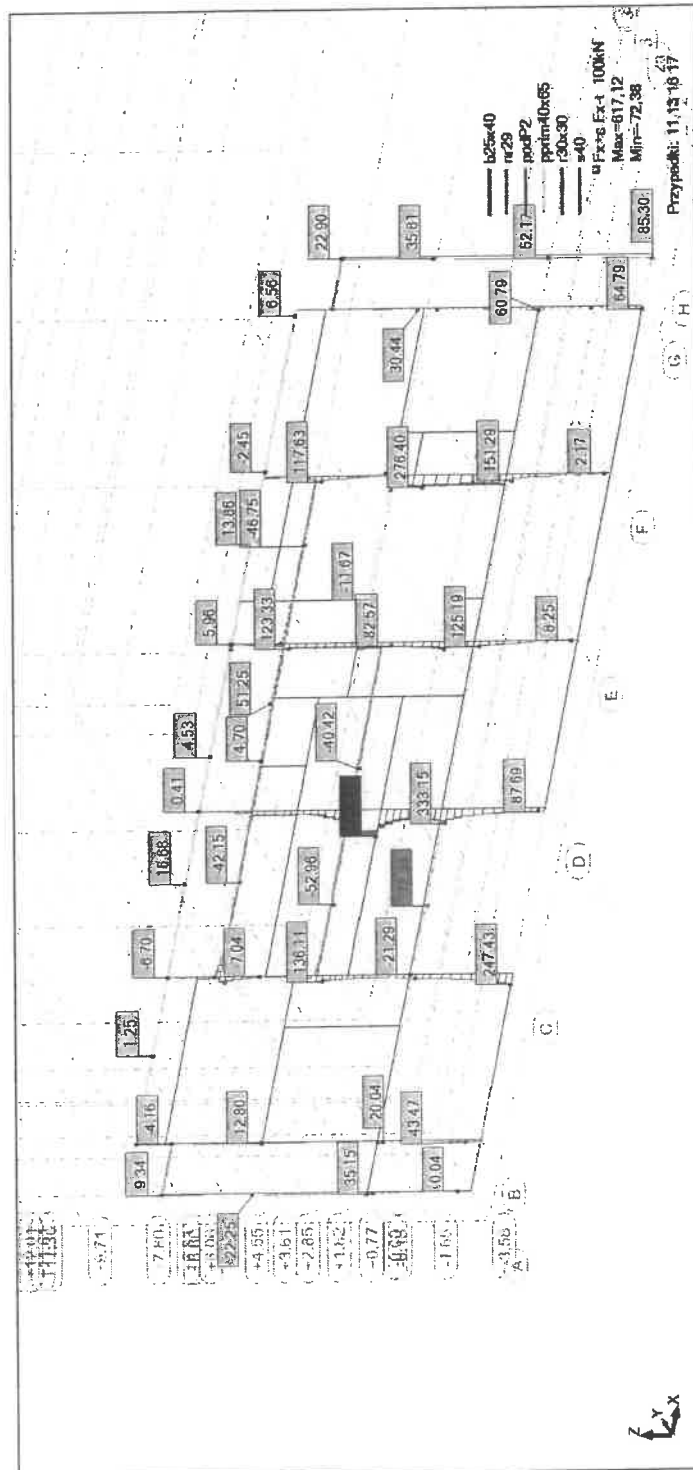


Strop P7 w osiach E-G, zarysowanie, zbr. rzeczywiste

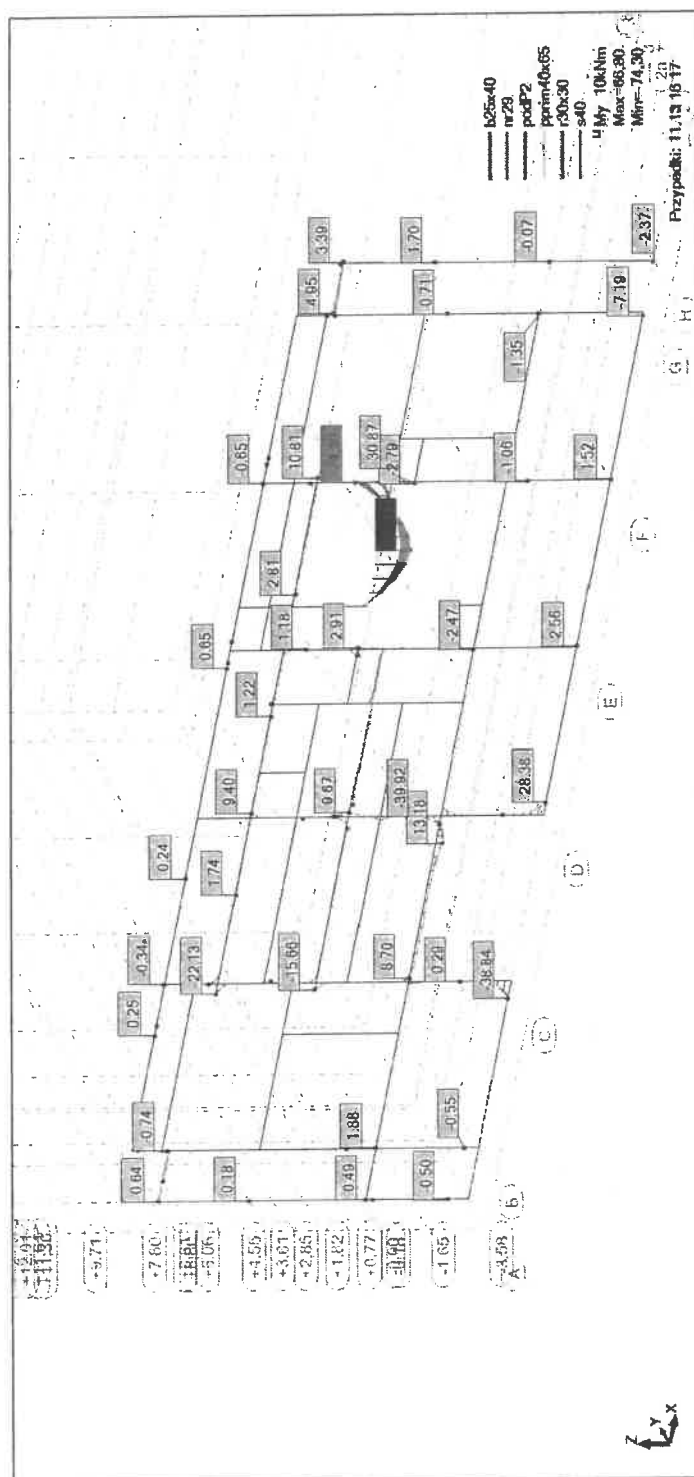


## Siły wewnętrzne w słupach głównych

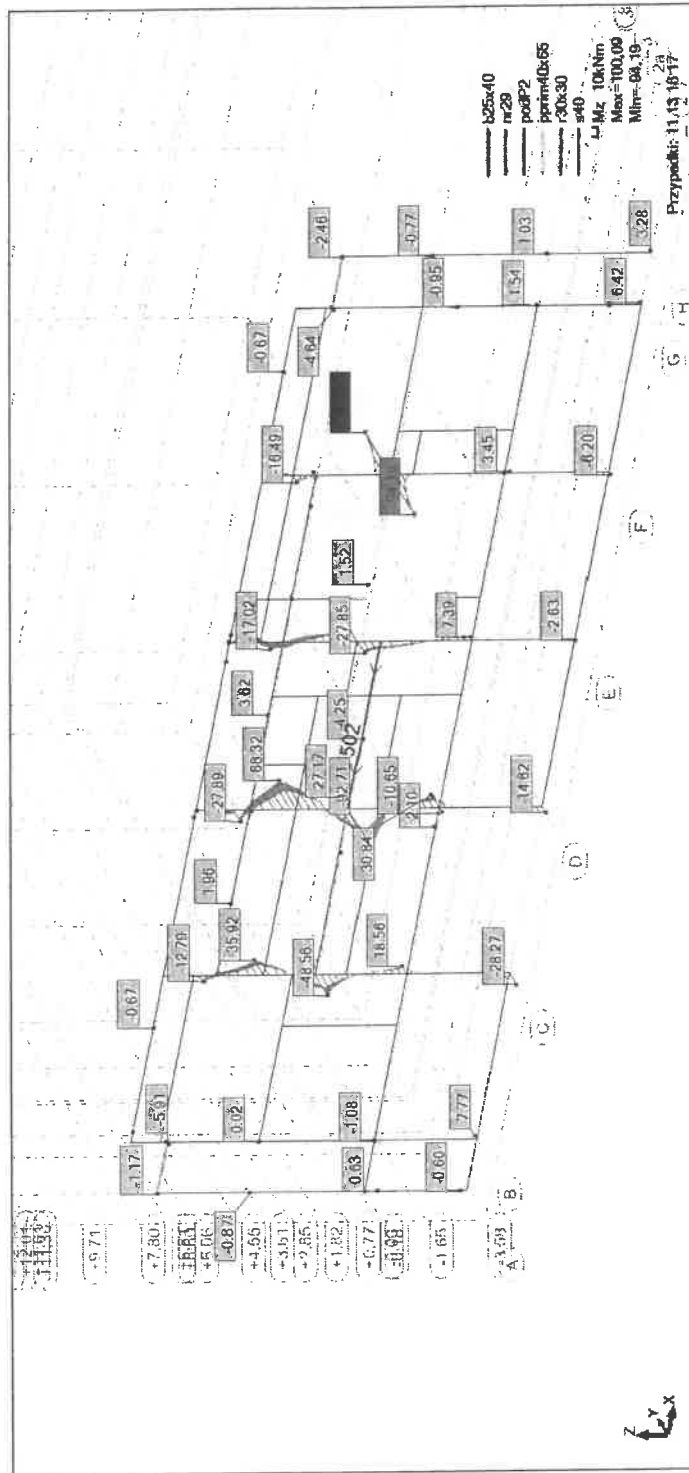
Oś 2 - FX; Przypadki Obwiednia SGN



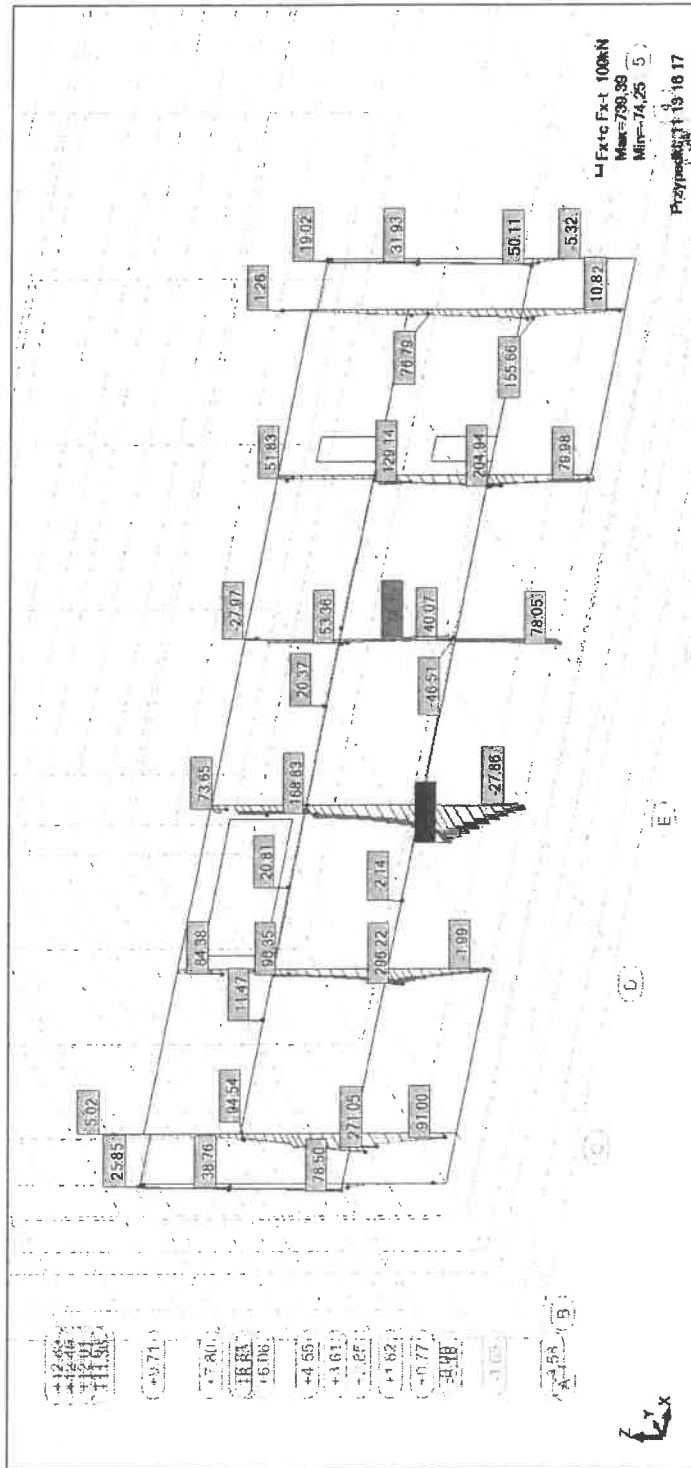
### Oś 2 - MY; Przypadki: Obwiednia SGN



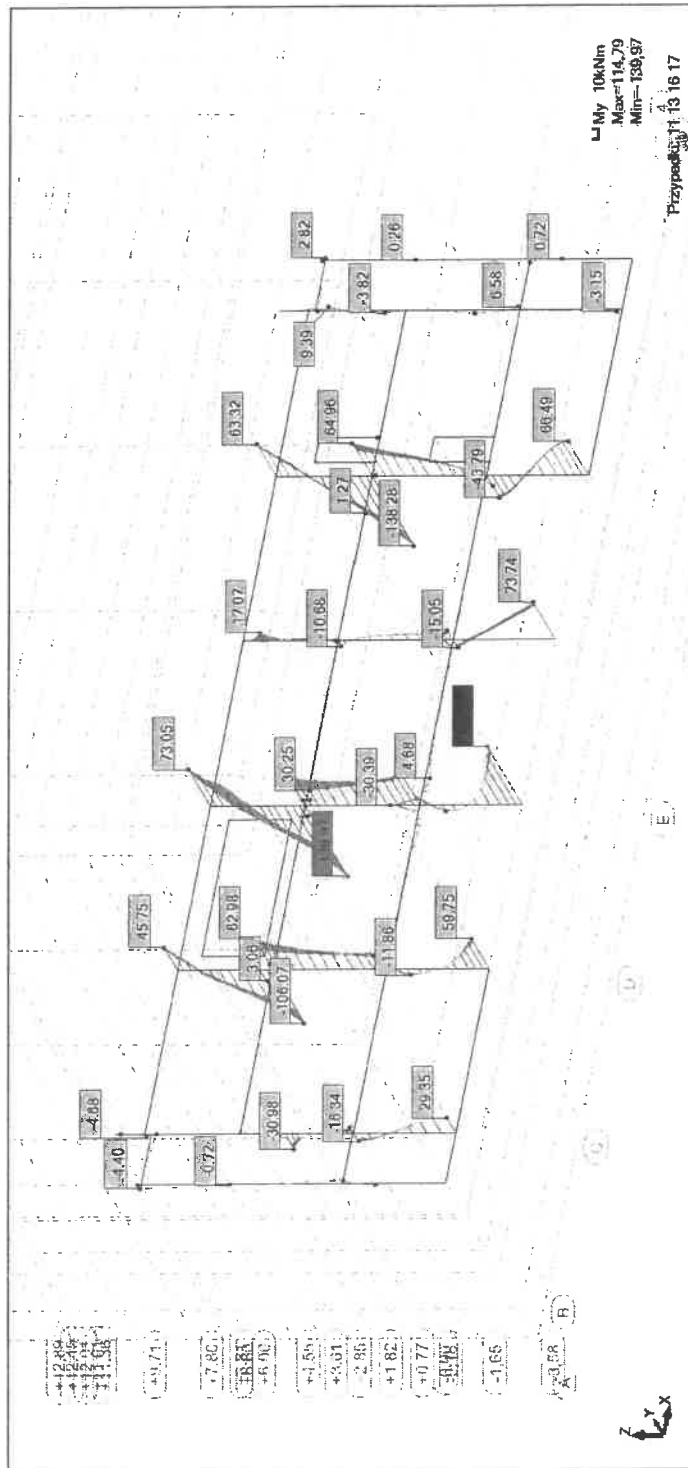
Oś 2 - MZ; Przypadki: Obwiednia SGN



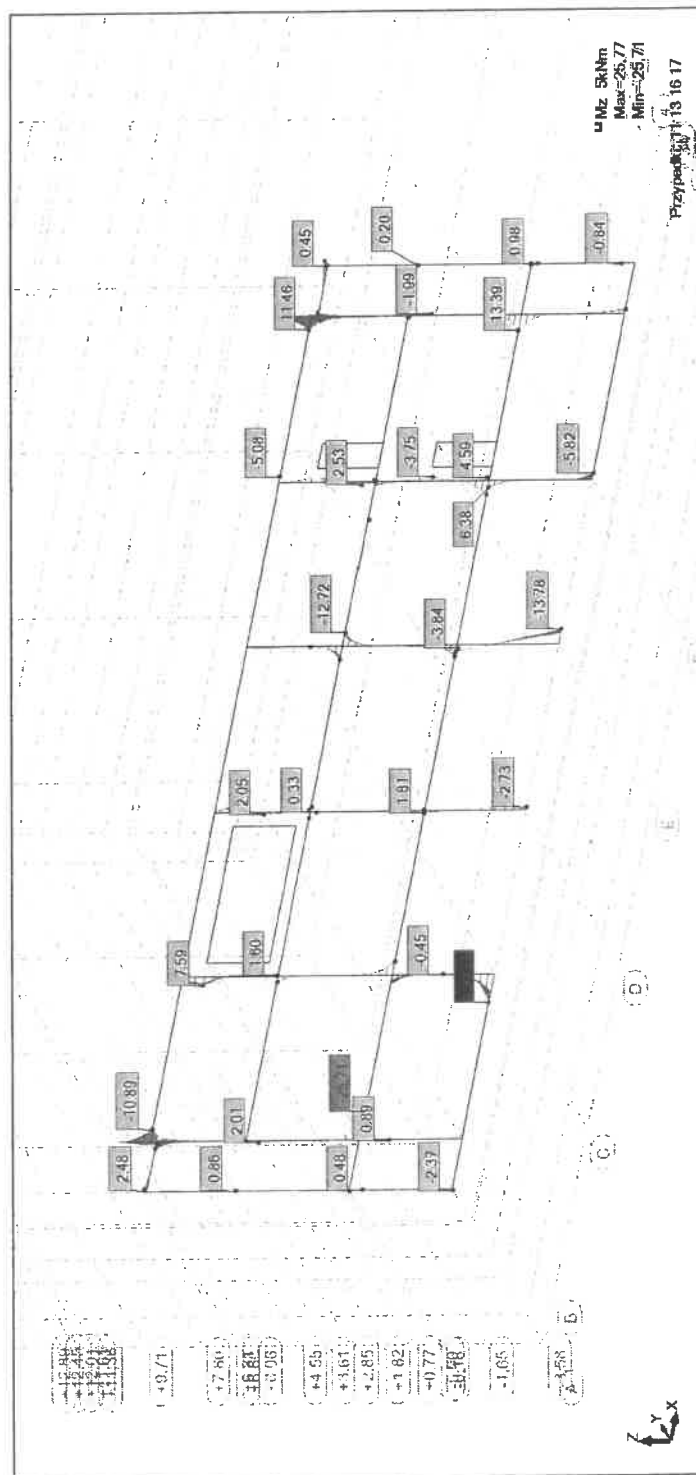
Oś 4 - FX; Obwiednia SGN



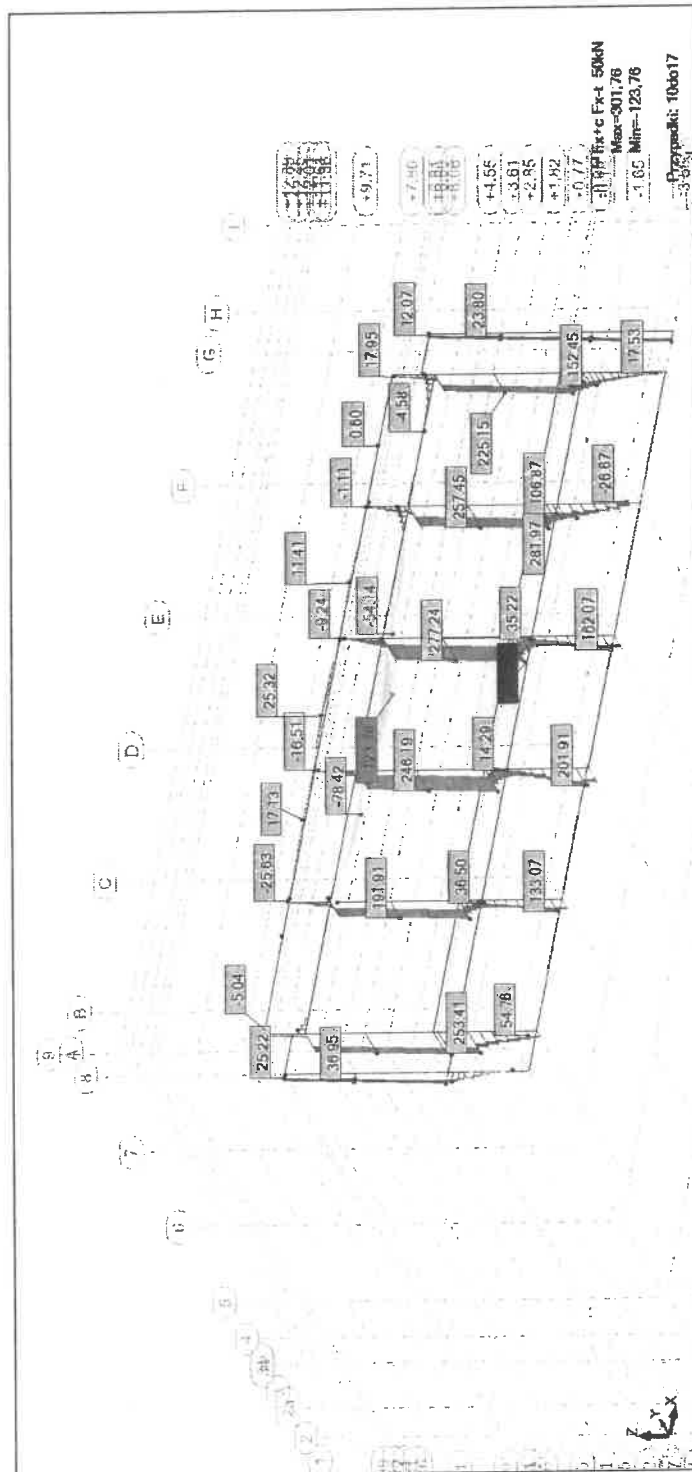
Oś 4 - MY; SGN



Oś 4 - MZ; SGN

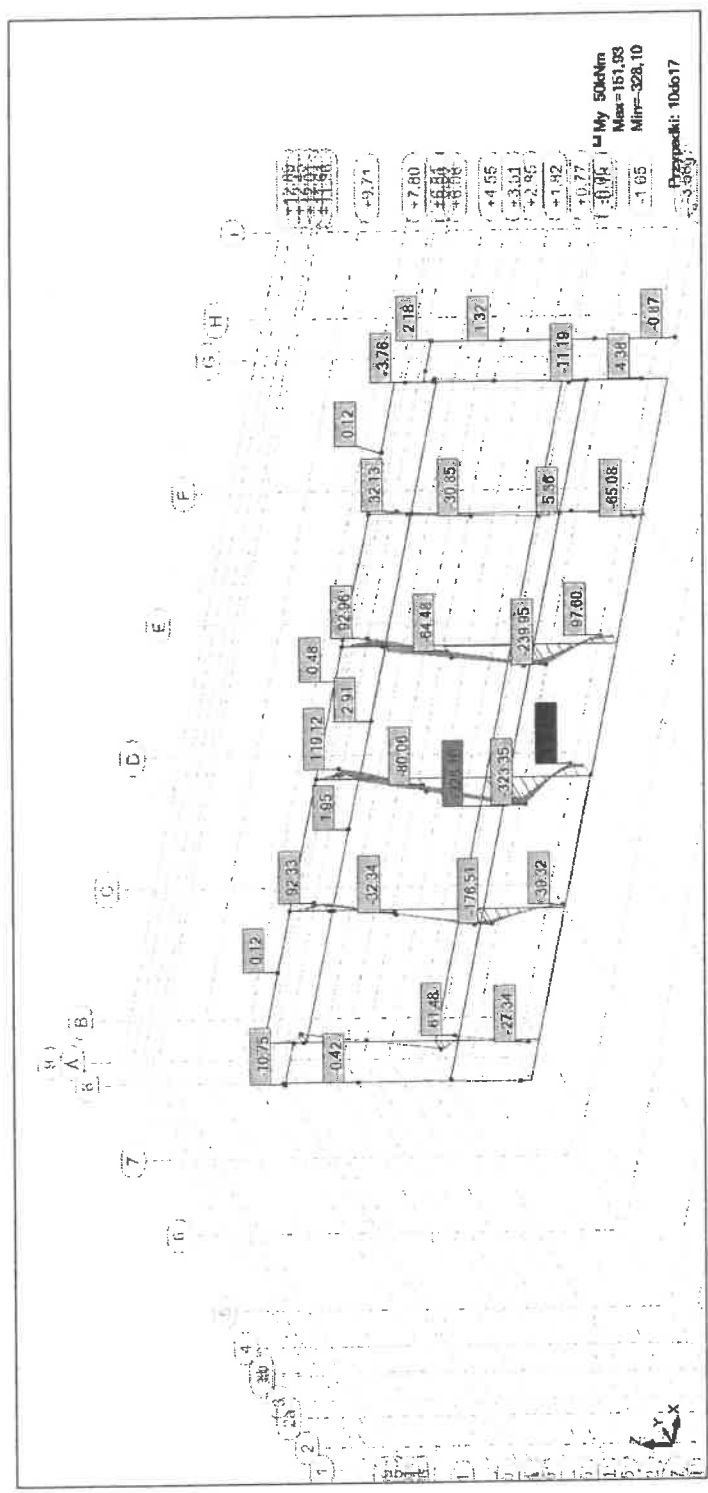


Oś 8 - siły osiowe w słupach 40x80, Obwiednia SGN

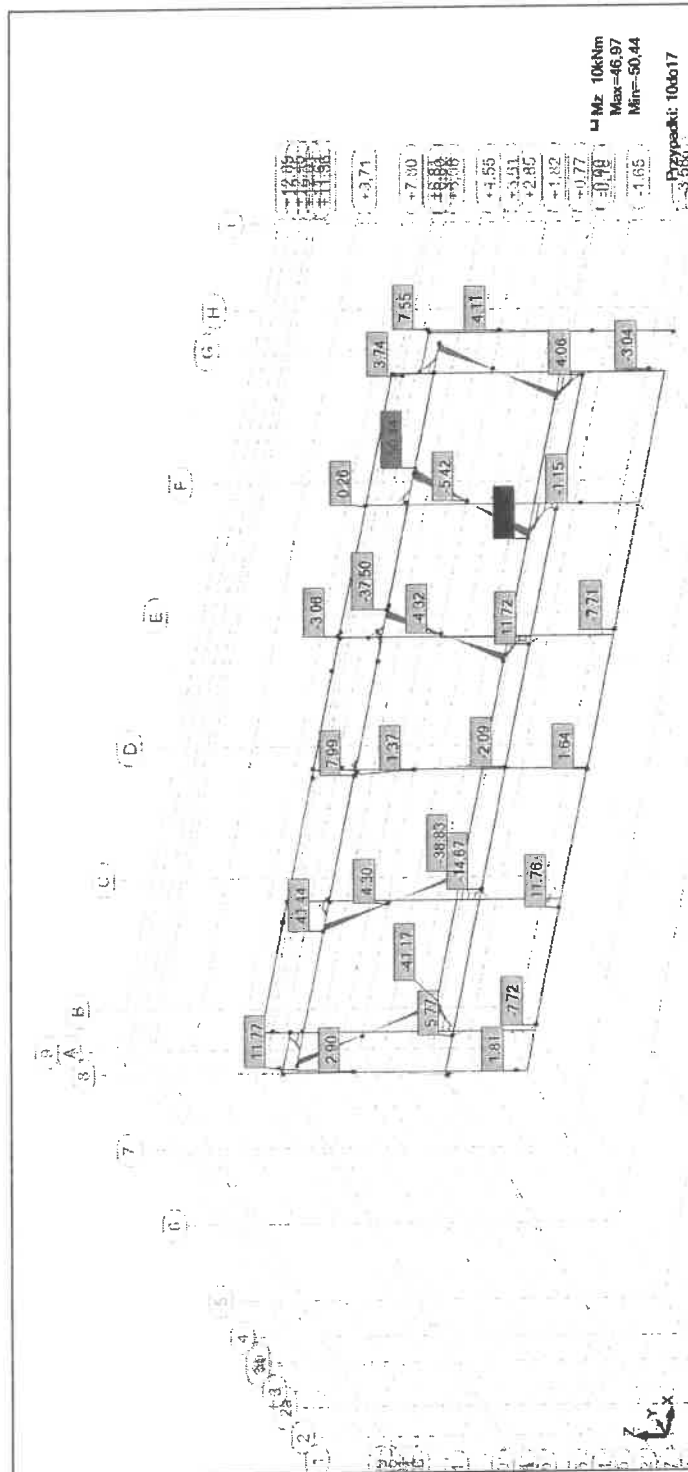




### Oś 8 - My w słupach 40x80, obwiednia SGN

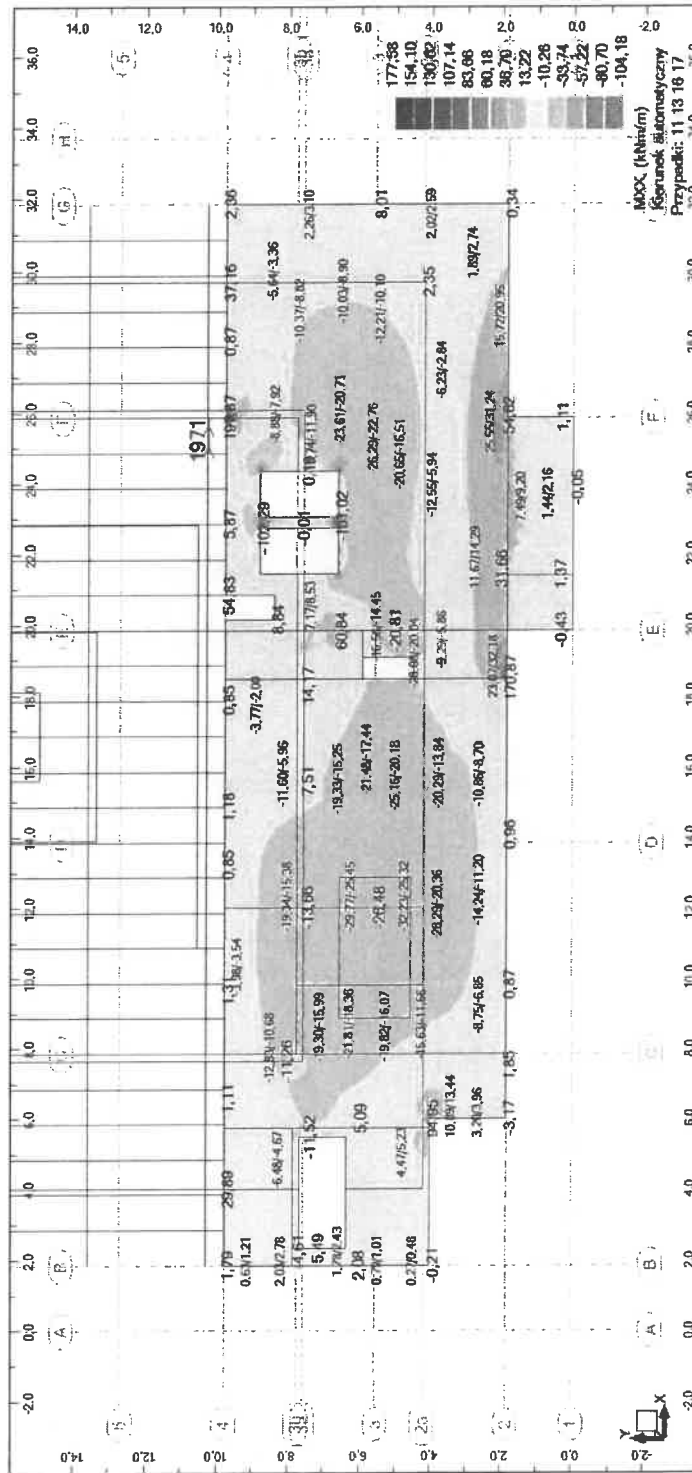


Oś 8 - Mz w słupach 40x80, obwiednia SGN

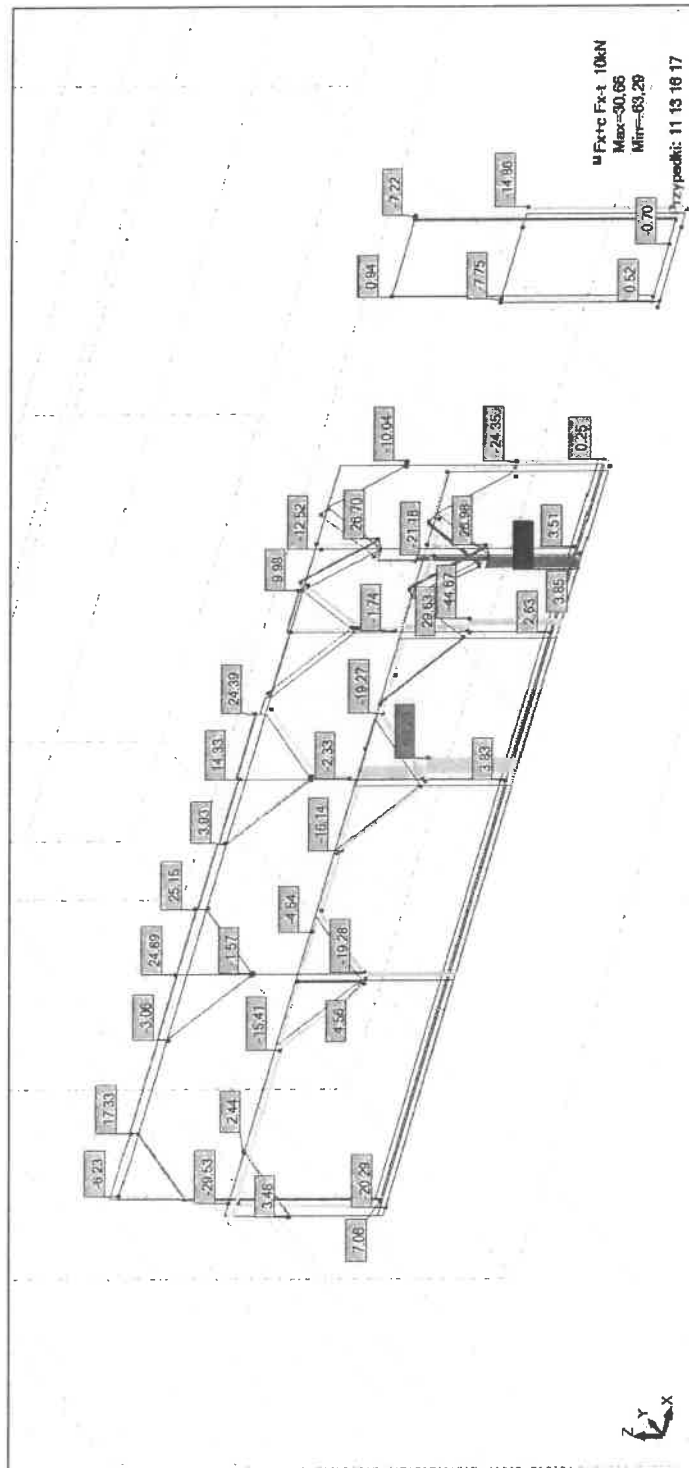


## II wariant modelu obliczeniowego - słupy więźby połączone z podwalinami

Strop P7 -  $M_{xx}$  (kNm/m) Przypadki: obwiednia SGN

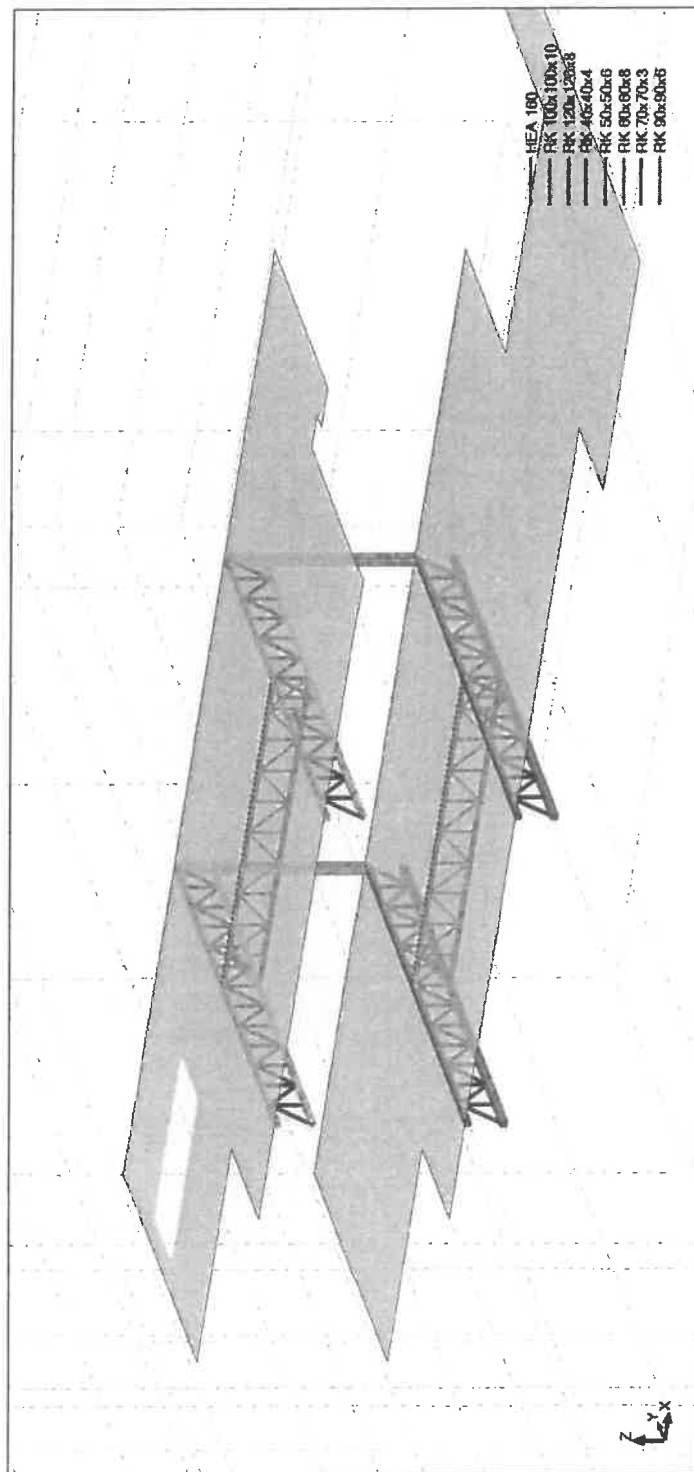


Słupy na P7 - siły osiowe FX; Przypadki: obwiednia SGN

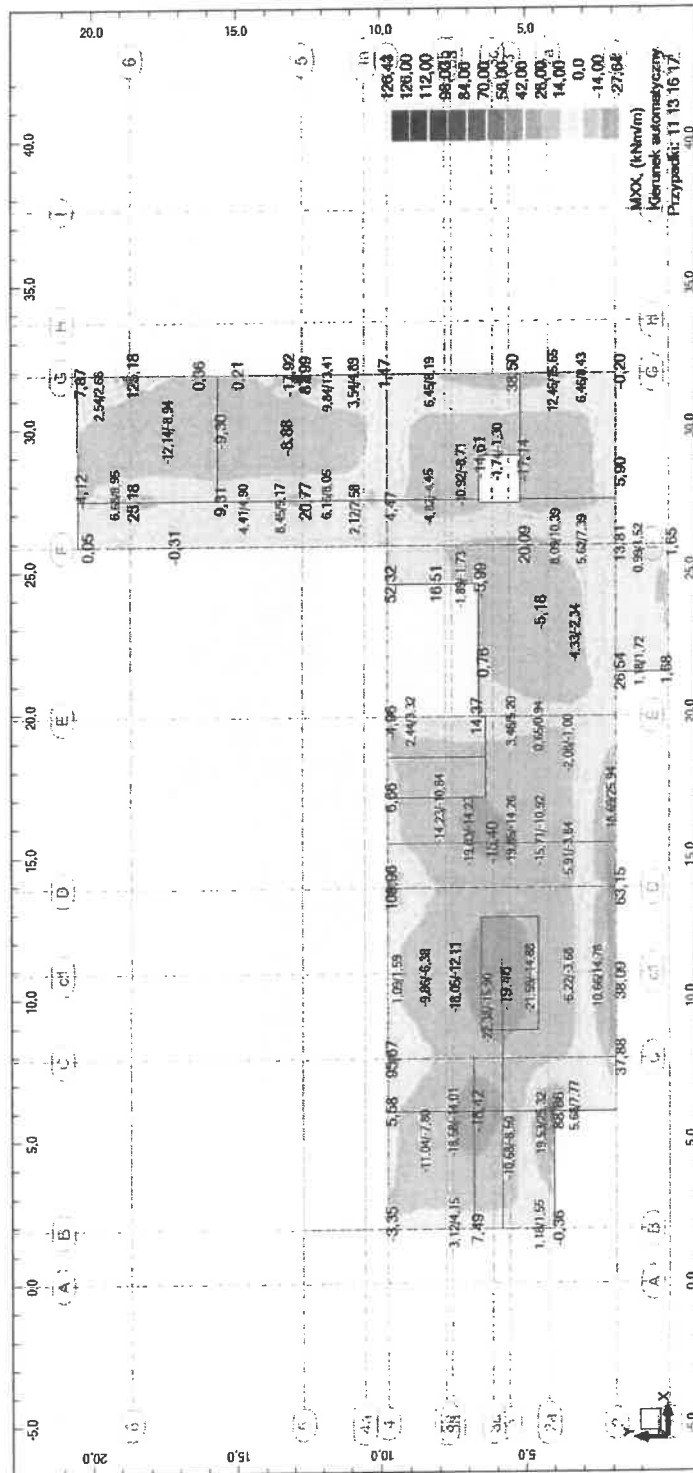


### III wariant modelu obliczeniowego - weryfikacja wzmocnienia stropów

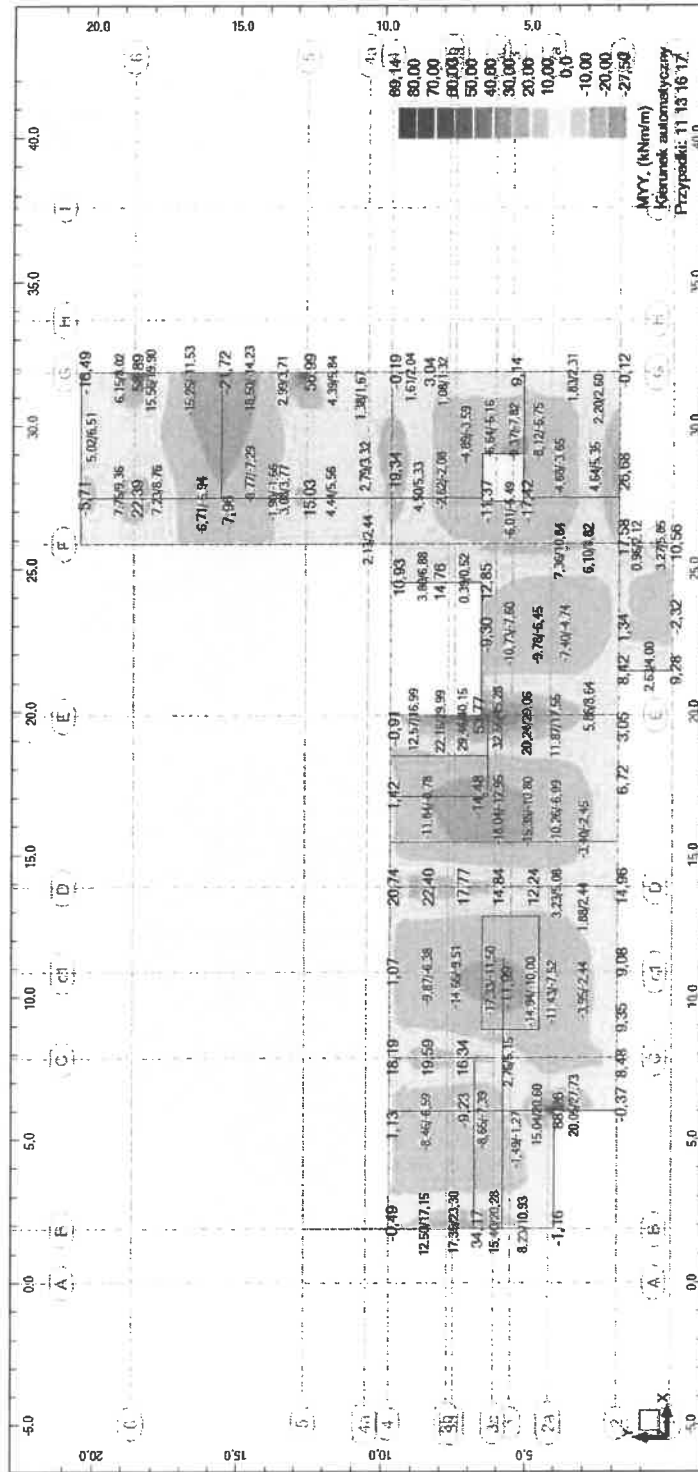
#### Kratownice wzmocniające - projekt



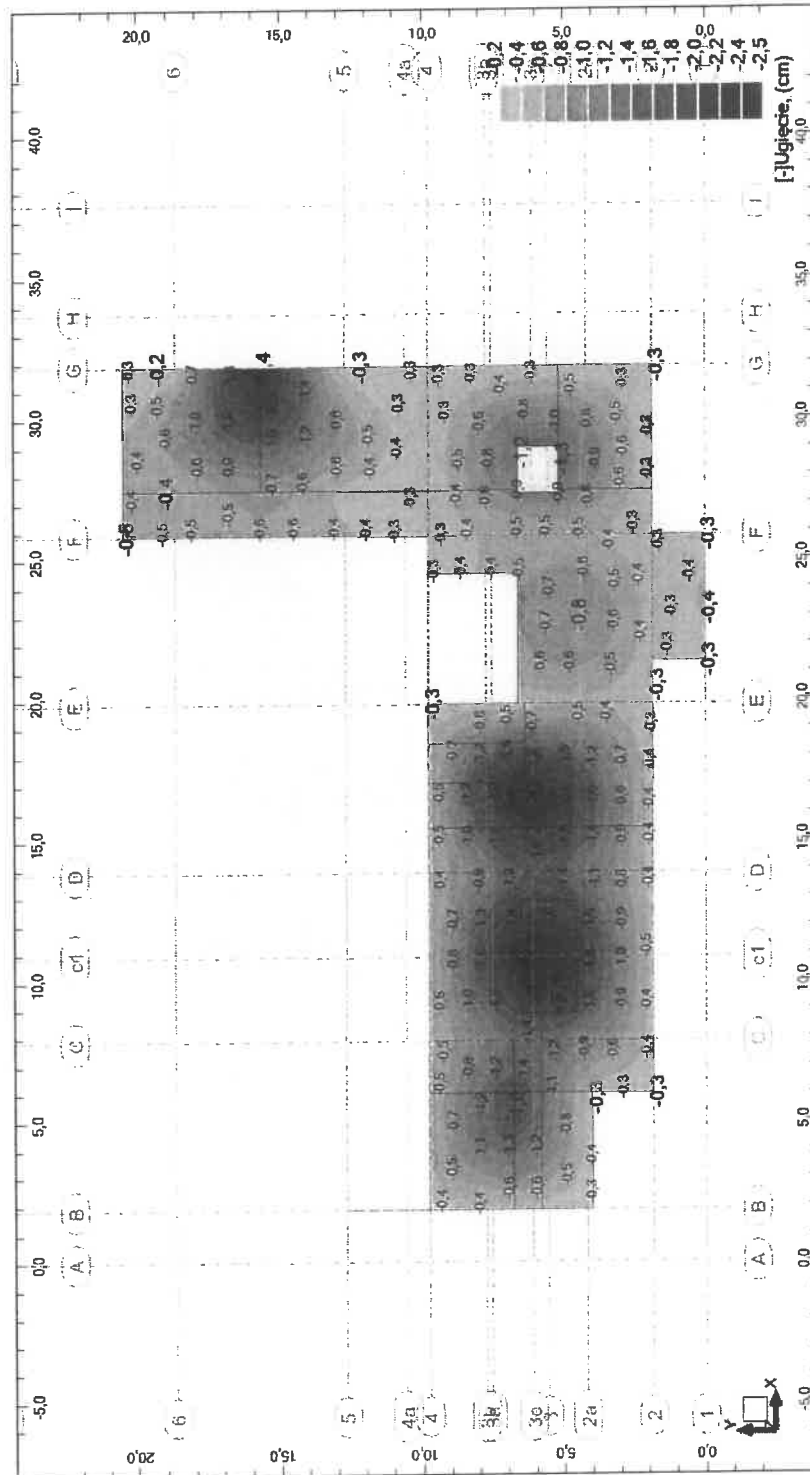
Strop P4 - MXX (kNm/m) Przypadki: obwiednia SGN



Strop P4 - MYY (kNm/m) Przypadki: obwiednia SGN

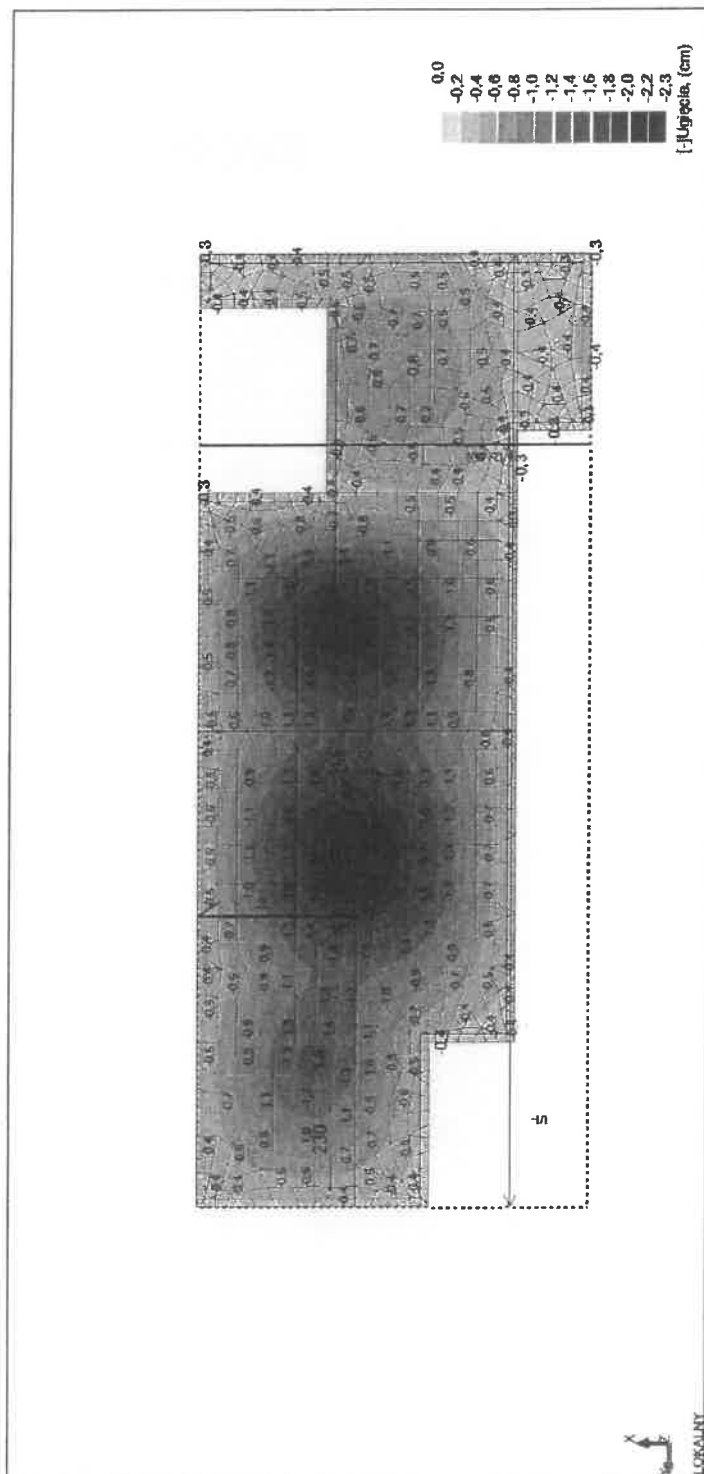


Strop P4 - ugięcie, zbr. teoretyczne

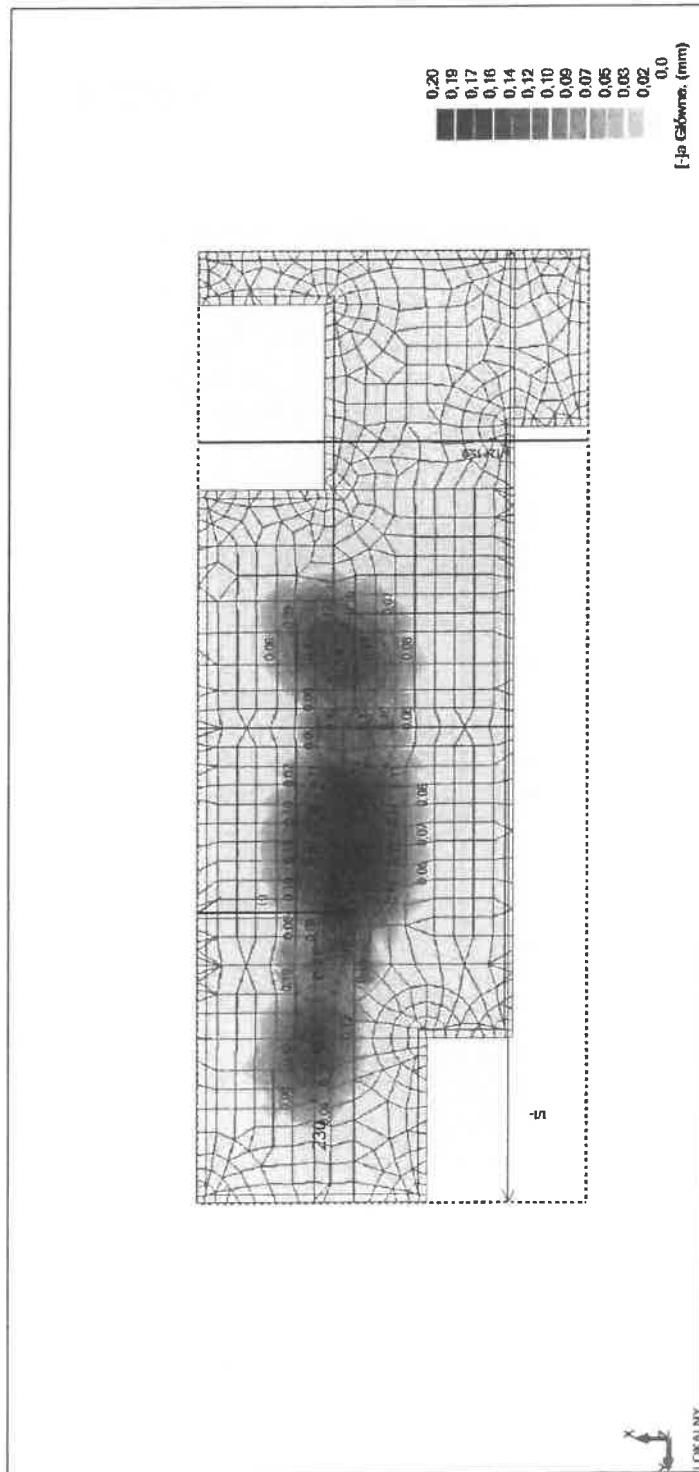




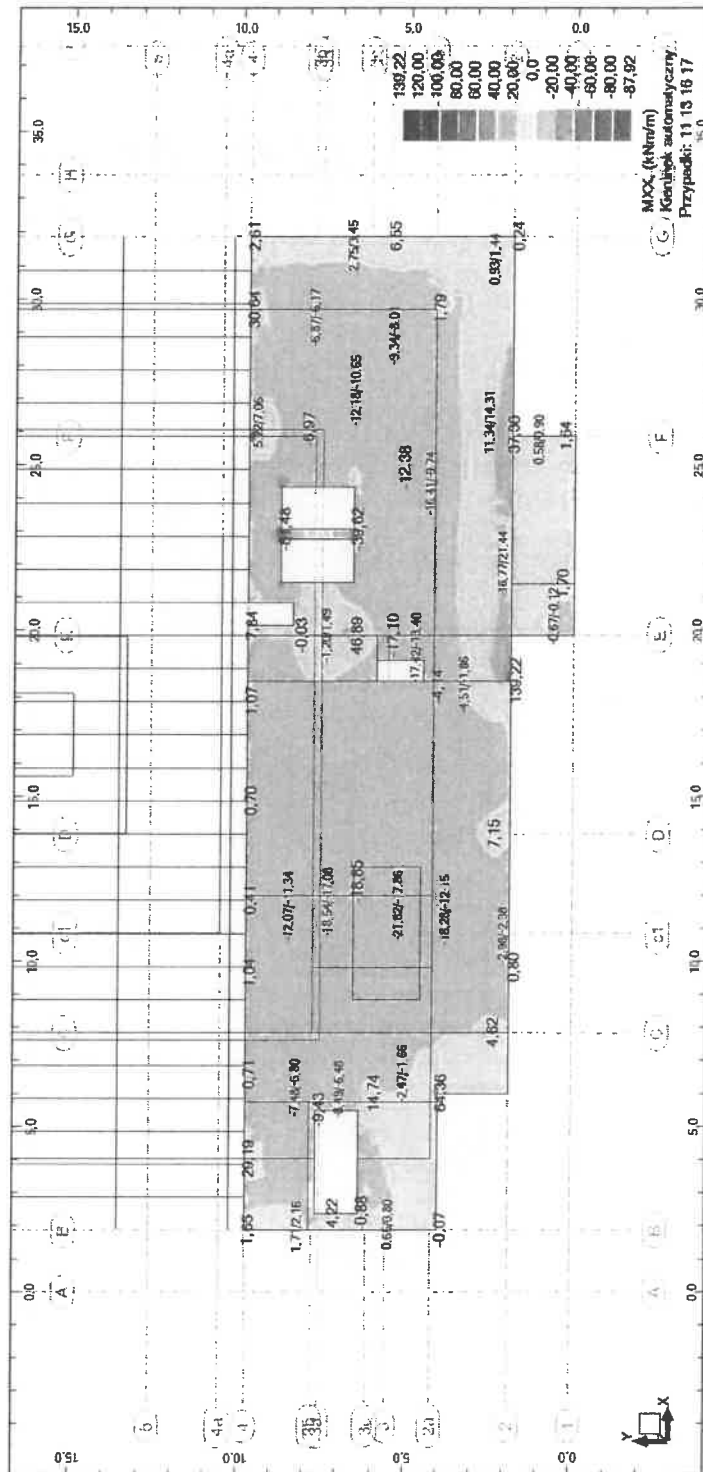
Strpo P4 - osie B-F Ugięcie (cm) zbr. rzeczywiste



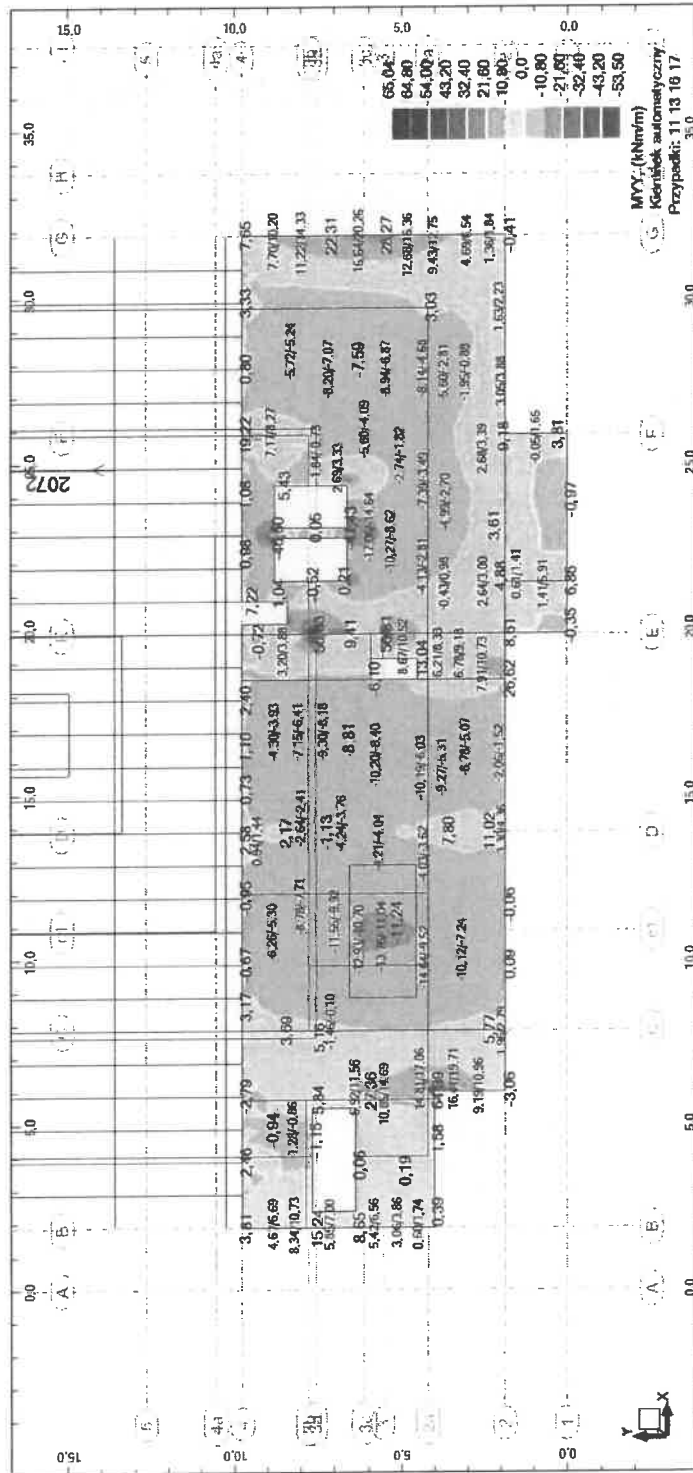
### Strop S4 - zarysowanie, zbojenie rzeczywiste



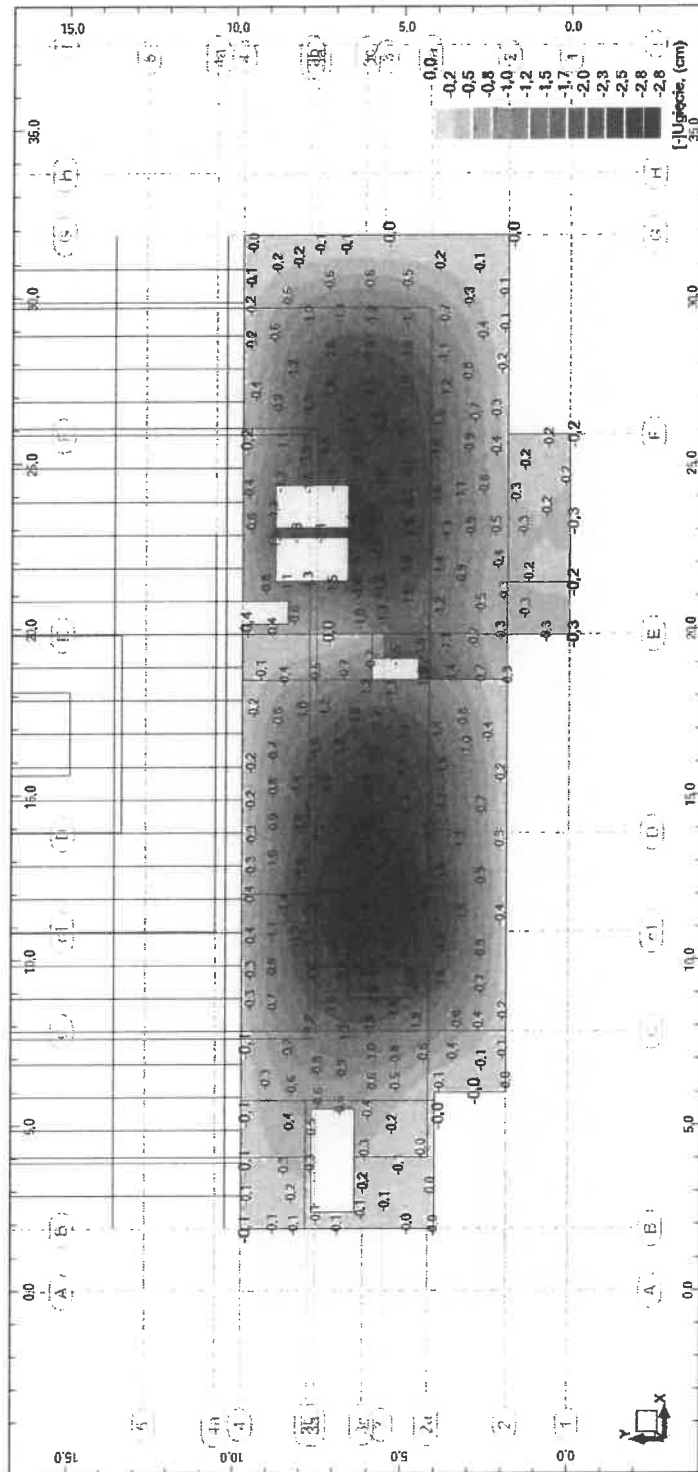
Strop P7 - MXX (kNm/m) Przypadki: obwiednia SGN



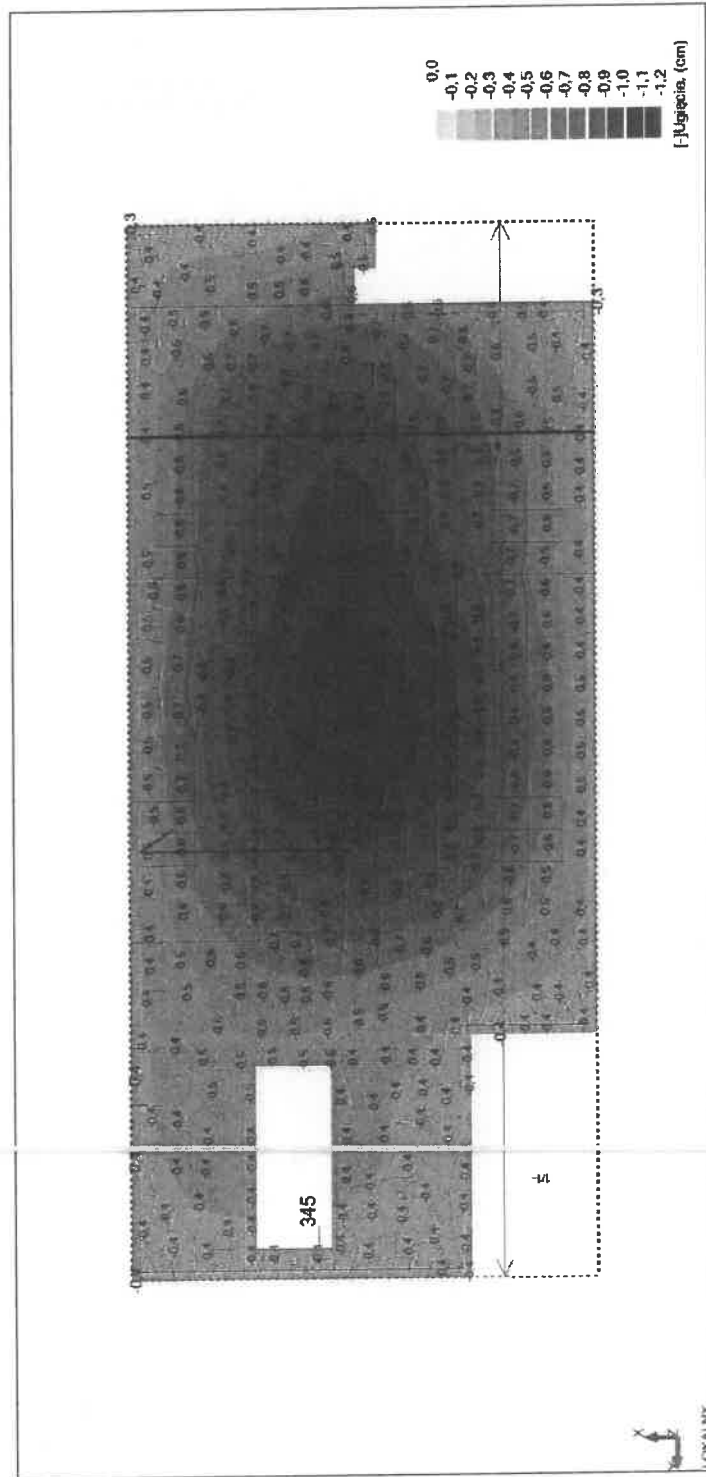
Strop P7 - MYY (kNm/m) Przypadki: obwiednia SGN



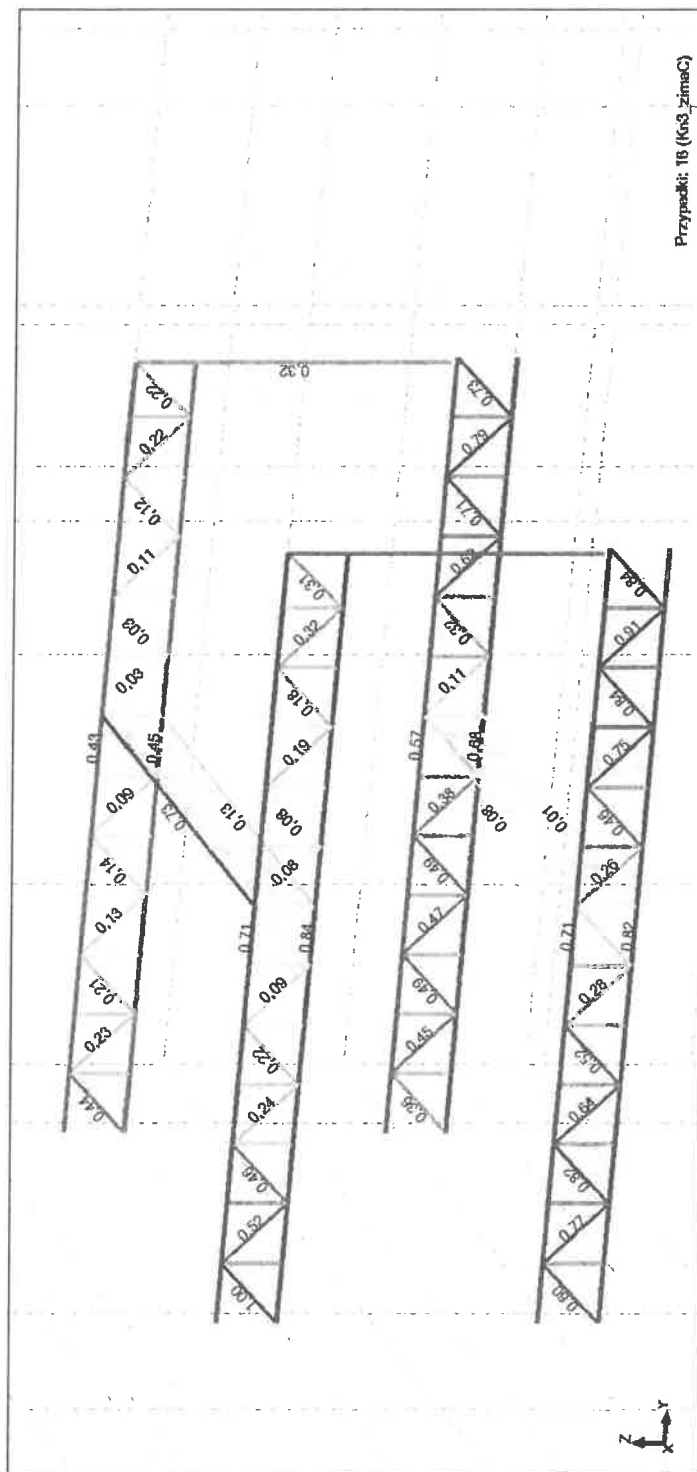
### Strop P7 - ugięcie, zbr. teoretyczne



Strop P7 - ugięcie, zbr. rzeczywiste



### Konstrukcja wzmacniająca - Współczynnik wyężeniowy



## **ZAŁĄCZNIK Z2**

Wyniki wymiarowania elementów  
kratownic wzmacniających KR-1, KR-2



# OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

## Pasy dolne kratownic KR-1 i KR-2

NORMA: PN-90/B-03200  
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 1643 PrętWys\_1643 PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.92 L = 7.31$  m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia:  $16 \text{ Kn}_3\_zimaC \ 1*1.10+(2+6+9)*1.40+(3+4)*1.50+8*1.30$

MATERIAŁ: STAL

$f_d = 215.00$  MPa  $E = 205000.00$  MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 120x120x8

$h = 12.0$  cm

$b = 12.0$  cm

$tw = 0.8$  cm

$tf = 0.8$  cm

$A_y = 17.60$  cm<sup>2</sup>

$I_y = 726.00$  cm<sup>4</sup>

$W_{ely} = 121.00$  cm<sup>3</sup>

$A_z = 17.60$  cm<sup>2</sup>

$I_z = 726.00$  cm<sup>4</sup>

$W_{elz} = 121.00$  cm<sup>3</sup>

$A_x = 35.20$  cm<sup>2</sup>

$I_x = 1123.94$  cm<sup>4</sup>

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 385.19$  kN

$N_{rc} = 756.80$  kN

$M_y = 1.81$  kN\*m

$M_{ry} = 26.02$  kN\*m

$M_{ry\_v} = 26.02$  kN\*m

$M_z = -0.01$  kN\*m

$M_{rz} = 26.02$  kN\*m

$M_{rz\_v} = 26.02$  kN\*m

$V_y = -0.01$  kN

$V_{ry} = 219.47$  kN

$V_z = -3.06$  kN

KLASA PRZEKROJU = 1

$B_y * M_{y\max} = 1.81$  kN\*m

$B_z * M_{z\max} = -0.01$  kN\*m



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 7.92$  m

$L_{wy} = 0.61$  m

$\lambda_y = 13.41$

$\lambda_{by} = 0.16$

$N_{cr y} = 39575.51$  kN

$\eta_y = 1.00$



względem osi Z:

$L_z = 7.92$  m

$L_{wz} = 3.66$  m

$\lambda_z = 80.49$

$\lambda_{bz} = 0.95$

$N_{cr z} = 1099.32$  kN

$\eta_z = 0.68$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (\eta_y * N_{cr}) + B_y * M_{y\max} / (\eta_y * M_{ry}) + B_z * M_{z\max} / M_{rz} = 0.75 + 0.07 + 0.00 = 0.82 < 1.00 - \Delta z = 1.00$  (58)

$V_y / V_{ry} = 0.00 < 1.00 \quad V_z / V_{rz} = 0.01 < 1.00$  (53)

**Profil poprawny !!!**

# OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200  
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 1876 PrętWys\_1876 PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.08 L = 0.61$  m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia:  $17 \text{ Kn}_3\_zimaL$

$1*1.10+(2+6)*1.40+(3+5)*1.50+4*0.75+(8+9)*1.30$

MATERIAŁ: STAL

fd = 215.00 MPa

E = 205000.00 MPa

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 90x90x6**

h=9.0 cm

b=9.0 cm

tw=0.6 cm

tf=0.6 cm

Ay=9.90 cm<sup>2</sup>Iy=230.00 cm<sup>4</sup>Wely=51.11 cm<sup>3</sup>Az=9.90 cm<sup>2</sup>Iz=230.00 cm<sup>4</sup>Welz=51.11 cm<sup>3</sup>Ax=19.80 cm<sup>2</sup>Ix=355.62 cm<sup>4</sup>**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N = 70.06 kN

My = 0.27 kN\*m

Mz = -0.00 kN\*m

Vy = 0.03 kN

Nrc = 425.70 kN

Mry = 10.99 kN\*m

Mrz = 10.99 kN\*m

Vry = 123.45 kN

Mry\_v = 10.99 kN\*m

Mrz\_v = 10.99 kN\*m

Vz = -0.78 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

By\*Mymax = 0.27 kN\*m

Bz\*Mzmax = -0.00 kN\*m

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi Y:

Ly = 7.87 m

Lwy = 0.61 m

Lambda y = 17.88

Lambda\_y = 0.21

Ncr y = 12537.70 kN

fi y = 1.00



względem osi Z:

Lz = 7.87 m

Lwz = 4.26 m

Lambda z = 125.13

Lambda\_z = 1.48

Ncr z = 255.87 kN

fi z = 0.39

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.42 + 0.02 + 0.00 = 0.45 < 1.00 - \Delta z = 1.00$$
 (58)

$$Vy/Vry = 0.00 < 1.00 \quad Vz/Vrz = 0.01 < 1.00 \quad (53)$$
**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-90/B-03200**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 2066 PrętWys\_2066 **PUNKT:** 1**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.08 L = 0.61 m**OBCIĄŻENIA:***Decydujący przypadek obciążenia:* 17 Kn3\_zimaL

1\*1.10+(2+6)\*1.40+(3+5)\*1.50+4\*0.75+(8+9)\*1.30

**MATERIAŁ:** STAL

fd = 215.00 MPa

E = 205000.00 MPa

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 90x90x6**

h=9.0 cm

b=9.0 cm

tw=0.6 cm

tf=0.6 cm

Ay=9.90 cm<sup>2</sup>Iy=230.00 cm<sup>4</sup>Wely=51.11 cm<sup>3</sup>Az=9.90 cm<sup>2</sup>Iz=230.00 cm<sup>4</sup>Welz=51.11 cm<sup>3</sup>Ax=19.80 cm<sup>2</sup>Ix=355.62 cm<sup>4</sup>**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N = 131.72 kN

My = 0.53 kN\*m

Mz = -0.00 kN\*m

Vy = -0.00 kN

Nrc = 425.70 kN

Mry = 10.99 kN\*m

Mrz = 10.99 kN\*m

Vry = 123.45 kN

Mry\_v = 10.99 kN\*m

Mrz\_v = 10.99 kN\*m

Vz = -1.70 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

By\*Mymax = 0.53 kN\*m Bz\*Mzmax = -0.00 kN\*m



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:

Ly = 7.87 m      Lambda\_y = 0.21  
Lwy = 0.61 m      Ncr y = 12537.70 kN  
Lambda y = 17.88      fi y = 1.00



względem osi Z:

Lz = 7.87 m      Lambda\_z = 1.48  
Lwz = 4.26 m      Ncr z = 255.87 kN  
Lambda z = 125.13      fi z = 0.39

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.80 + 0.05 + 0.00 = 0.84 < 1.00$  - Delta z = 1.00 (58)

Vy/Vry = 0.00 < 1.00    Vz/Vrz = 0.01 < 1.00 (53)

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-90/B-03200

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 2532 PrętWys\_2532    **PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.92 L = 7.31 m

**OBCIĄŻENIA:**

*Decydujący przypadek obciążenia:* 16 Kn3\_zimaC 1\*1.10+(2+6+9)\*1.40+(3+4)\*1.50+8\*1.30

**MATERIAŁ:** STAL

fd = 215.00 MPa

E = 205000.00 MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU:** RK 120x120x8

h=12.0 cm

b=12.0 cm

tw=0.8 cm

tf=0.8 cm

Ay=17.60 cm<sup>2</sup>

Iy=726.00 cm<sup>4</sup>

Wely=121.00 cm<sup>3</sup>

Az=17.60 cm<sup>2</sup>

Iz=726.00 cm<sup>4</sup>

Welz=121.00 cm<sup>3</sup>

Ax=35.20 cm<sup>2</sup>

Ix=1123.94 cm<sup>4</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N = 322.49 kN

Nrc = 756.80 kN

My = 1.37 kN\*m

Mry = 26.02 kN\*m

Mry\_v = 26.02 kN\*m

Mz = -0.02 kN\*m

Mrz = 26.02 kN\*m

Mrz\_v = 26.02 kN\*m

Vy = -0.03 kN

Vry = 219.47 kN

Vz = -2.34 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

By\*Mymax = 1.37 kN\*m

Bz\*Mzmax = -0.02 kN\*m



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:

Ly = 7.92 m      Lambda\_y = 0.16  
Lwy = 0.61 m      Ncr y = 39575.51 kN  
Lambda y = 13.41      fi y = 1.00



względem osi Z:

Lz = 7.92 m      Lambda\_z = 0.95  
Lwz = 3.66 m      Ncr z = 1099.32 kN  
Lambda z = 80.49      fi z = 0.68

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.63 + 0.05 + 0.00 = 0.68 < 1.00$  - Delta z = 1.00 (58)

$$V_y/V_{ry} = 0.00 < 1.00 \quad V_z/V_{rz} = 0.01 < 1.00 \quad (53)$$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

### Pasy górne kratownic KR-1 i KR-2

**NORMA:** PN-90/B-03200  
**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**  
**PRĘT:** 157 Pręt\_157                      **PUNKT:** 3                      **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.46 L = 3.66 m

**OBCIĄŻENIA:**  
*Decydujący przypadek obciążenia:* 16 Kn3\_zimaC 1\*1.10+(2+6+9)\*1.40+(3+4)\*1.50+8\*1.30

**MATERIAŁ:** S 235  
 $f_d = 215.00 \text{ MPa}$                        $E = 210000.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU:** RK 100x100x10

|           |                           |                           |                           |
|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| h=10.0 cm |                           |                           |                           |
| b=10.0 cm | Ay=17.45 cm <sup>2</sup>  | Az=17.45 cm <sup>2</sup>  | Ax=34.90 cm <sup>2</sup>  |
| tw=1.0 cm | Iy=462.00 cm <sup>4</sup> | Iz=462.00 cm <sup>4</sup> | Ix=729.00 cm <sup>4</sup> |
| tf=1.0 cm | Wy=92.40 cm <sup>3</sup>  | Wz=92.40 cm <sup>3</sup>  |                           |

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

|                     |                    |                      |                       |
|---------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| N = 197.25 kN       | My = 2.06 kN*m     | Mz = -0.01 kN*m      | Vy = 0.05 kN          |
| Nrc = 750.35 kN     | Mry = 19.87 kN*m   | Mrz = 19.87 kN*m     | Vry = 217.60 kN       |
|                     | Mry_v = 19.87 kN*m | Mrz_v = 19.87 kN*m   | Vz = 1.70 kN          |
| KLASA PRZEKROJU = 1 |                    | By*Mymax = 2.06 kN*m | Bz*Mzmax = -0.01 kN*m |



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| Ly = 7.92 m      | Lambda_y = 0.20     |
| Lwy = 0.61 m     | Ncr y = 25798.67 kN |
| Lambda y = 16.74 | fi y = 1.00         |



względem osi Z:

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Lz = 7.92 m       | Lambda_z = 1.37   |
| Lwz = 4.26 m      | Ncr z = 526.50 kN |
| Lambda z = 117.21 | fi z = 0.44       |

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$$N/(f_i \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y\max} / (f_l \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z\max} / M_{rz} = 0.60 + 0.10 + 0.00 = 0.71 < 1.00 - \Delta z = 1.00 \quad (58)$$

$$V_y/V_{ry} = 0.00 < 1.00 \quad V_z/V_{rz} = 0.01 < 1.00 \quad (53)$$

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-90/B-03200  
**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**  
**PRĘT:** 1844 PrętWys\_1844                      **PUNKT:** 1                      **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.54 L = 4.26 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 17 Kn3\_zimaL  
 $1 \cdot 1.10 + (2+6) \cdot 1.40 + (3+5) \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75 + (8+9) \cdot 1.30$

**MATERIAŁ: STAL**

$f_d = 215.00 \text{ MPa}$        $E = 205000.00 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 90x90x6**

$h = 9.0 \text{ cm}$

$b = 9.0 \text{ cm}$

$tw = 0.6 \text{ cm}$

$tf = 0.6 \text{ cm}$

$A_y = 9.90 \text{ cm}^2$

$I_y = 230.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 51.11 \text{ cm}^3$

$A_z = 9.90 \text{ cm}^2$

$I_z = 230.00 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 51.11 \text{ cm}^3$

$A_x = 19.80 \text{ cm}^2$

$I_x = 355.62 \text{ cm}^4$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N = 66.01 \text{ kN}$

$N_{rc} = 425.70 \text{ kN}$

$M_y = 0.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry} = 10.99 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{ry\_v} = 10.99 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_z = -0.11 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz} = 10.99 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{rz\_v} = 10.99 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$B_y \cdot M_{y\text{max}} = 0.21 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_y = -0.18 \text{ kN}$

$V_{ry} = 123.45 \text{ kN}$

$V_z = 0.22 \text{ kN}$

$B_z \cdot M_{z\text{max}} = -0.11 \text{ kN} \cdot \text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi Y:

$L_y = 7.87 \text{ m}$

$L_{wy} = 0.61 \text{ m}$

$\lambda_y = 17.88$

$\lambda_y = 0.21$

$N_{cr y} = 12537.70 \text{ kN}$

$\eta_y = 1.00$



względem osi Z:

$L_z = 7.87 \text{ m}$

$L_{wz} = 4.26 \text{ m}$

$\lambda_z = 125.13$

$\lambda_z = 1.48$

$N_{cr z} = 255.87 \text{ kN}$

$\eta_z = 0.39$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N / (\eta_y \cdot N_{cr y}) + B_y \cdot M_{y\text{max}} / (\eta_{Iy} \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z\text{max}} / M_{rz} = 0.40 + 0.02 + 0.01 = 0.43 < 1.00 - \Delta z = 1.00$   
 (58)

$V_y / V_{ry} = 0.00 < 1.00$      $V_z / V_{rz} = 0.00 < 1.00$  (53)

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-90/B-03200

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 2008 Pręt\_157

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.46 L = 3.66 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 17 Kn3\_zimaL  
 $1 \cdot 1.10 + (2+6) \cdot 1.40 + (3+5) \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75 + (8+9) \cdot 1.30$

**MATERIAŁ: STAL**

$f_d = 215.00 \text{ MPa}$        $E = 205000.00 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 90x90x6**

$h = 9.0 \text{ cm}$

$b = 9.0 \text{ cm}$

$tw = 0.6 \text{ cm}$

$A_y = 9.90 \text{ cm}^2$

$I_y = 230.00 \text{ cm}^4$

$A_z = 9.90 \text{ cm}^2$

$I_z = 230.00 \text{ cm}^4$

$A_x = 19.80 \text{ cm}^2$

$I_x = 355.62 \text{ cm}^4$

tf=0.6 cm      Wely=51.11 cm<sup>3</sup>      Welz=51.11 cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

|                     |                    |                      |                      |
|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| N = 109.13 kN       | My = 0.57 kN*m     | Mz = 0.01 kN*m       | Vy = -0.02 kN        |
| Nrc = 425.70 kN     | Mry = 10.99 kN*m   | Mrz = 10.99 kN*m     | Vry = 123.45 kN      |
|                     | Mry_v = 10.99 kN*m | Mrz_v = 10.99 kN*m   | Vz = 0.51 kN         |
| KLASA PRZEKROJU = 1 |                    | By*Mymax = 0.57 kN*m | Bz*Mzmax = 0.01 kN*m |

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi Y:

Ly = 7.87 m      Lambda\_y = 0.21  
Lwy = 0.61 m      Ncr y = 12537.70 kN  
Lambda y = 17.88      fi y = 1.00



względem osi Z:

Lz = 7.87 m      Lambda\_z = 1.48  
Lwz = 4.26 m      Ncr z = 255.87 kN  
Lambda z = 125.13      fi z = 0.39

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.66 + 0.05 + 0.00 = 0.71 < 1.00$  - Delta z = 1.00 (58)

$Vy/Vry = 0.00 < 1.00$      $Vz/Vrz = 0.00 < 1.00$  (53)

**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH**

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

PRĘT: 2519 PrętWys\_2519    PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.54 L = 4.26 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 16 Kn3\_zimaC 1\*1.10+(2+6+9)\*1.40+(3+4)\*1.50+8\*1.30

**MATERIAŁ:** S 235

fd = 215.00 MPa      E = 210000.00 MPa

**PARAMETRY PRZEKROJU:** RK 100x100x10

|           |                            |                            |                           |
|-----------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| h=10.0 cm | Ay=17.45 cm <sup>2</sup>   | Az=17.45 cm <sup>2</sup>   | Ax=34.90 cm <sup>2</sup>  |
| b=10.0 cm | Iy=462.00 cm <sup>4</sup>  | Iz=462.00 cm <sup>4</sup>  | Ix=729.00 cm <sup>4</sup> |
| tw=1.0 cm | Wely=92.40 cm <sup>3</sup> | Welz=92.40 cm <sup>3</sup> |                           |
| tf=1.0 cm |                            |                            |                           |

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

|                     |                    |                      |                       |
|---------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| N = 163.57 kN       | My = 1.31 kN*m     | Mz = -0.10 kN*m      | Vy = -0.16 kN         |
| Nrc = 750.35 kN     | Mry = 19.87 kN*m   | Mrz = 19.87 kN*m     | Vry = 217.60 kN       |
|                     | Mry_v = 19.87 kN*m | Mrz_v = 19.87 kN*m   | Vz = 0.88 kN          |
| KLASA PRZEKROJU = 1 |                    | By*Mymax = 1.31 kN*m | Bz*Mzmax = -0.10 kN*m |

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi Y:

Ly = 7.92 m      Lambda\_y = 0.20



względem osi Z:

Lz = 7.92 m      Lambda\_z = 1.37

Lwy = 0.61 m  
Lambda y = 16.74

Ncr y = 25798.67 kN  
fi y = 1.00

Lwz = 4.26 m  
Lambda z = 117.21

Ncr z = 526.50 kN  
fi z = 0.44

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.50 + 0.07 + 0.01 = 0.57 < 1.00 - \Delta z = 1.00$   
(58)

$Vy/Vry = 0.00 < 1.00 \quad Vz/Vrz = 0.00 < 1.00$  (53)

**Profil poprawny !!!**

**OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH**  
**Pilastry wsporcze kratownic KR-1**

**NORMA:** PN-90/B-03200

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 2496 Pręt\_2496

**PUNKT:** 3

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.81 L = 2.55 m

**OBCIĄŻENIA:**

*Decydujący przypadek obciążenia:* 17 Kn3\_zimaL  
 $1*1.10+(2+6)*1.40+(3+5)*1.50+4*0.75+(8+9)*1.30$

**MATERIAŁ:** S 235

fd = 215.00 MPa

E = 210000.00 MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU:** HEA 160

h=15.2 cm

b=16.0 cm

tw=0.6 cm

tf=0.9 cm

Ay=28.80 cm<sup>2</sup>

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

Wely=219.74 cm<sup>3</sup>

Az=9.12 cm<sup>2</sup>

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

Welz=77.00 cm<sup>3</sup>

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

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

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N = 46.15 kN

My = 18.50 kN\*m

Mz = -0.03 kN\*m

Vy = -0.01 kN

Nrc = 834.20 kN

Mry = 47.24 kN\*m

Mrz = 16.55 kN\*m

Vry = 359.14 kN

Mry\_v = 47.24 kN\*m

Mrz\_v = 16.55 kN\*m

Vz = 37.60 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

By\*Mymax = 18.50 kN\*m Bz\*Mzmax = -0.03 kN\*m



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:

Ly = 3.15 m

Lambda\_y = 0.56

Lwy = 3.15 m

Ncr y = 3488.30 kN

Lambda y = 48.01

fi y = 0.91



względem osi Z:

Lz = 3.15 m

Lambda\_z = 0.93

Lwz = 3.15 m

Ncr z = 1286.70 kN

Lambda z = 79.06

fi z = 0.60

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.09 + 0.39 + 0.00 = 0.49 < 1.00 - \Delta z = 1.00$   
(58)

$Vy/Vry = 0.00 < 1.00 \quad Vz/Vrz = 0.33 < 1.00$  (53)

**Profil poprawny !!!**

**NORMA:** PN-90/B-03200  
**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:****PRĘT:** 2597 Pręt\_2597**PUNKT:** 3**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.81 L = 2.55 m**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 17 Kn3\_zimaL  
 $1*1.10+(2+6)*1.40+(3+5)*1.50+4*0.75+(8+9)*1.30$

**MATERIAŁ:** S 235

fd = 215.00 MPa

E = 210000.00 MPa

**PARAMETRY PRZEKROJU:** HEA 160

h=15.2 cm

b=16.0 cm

tw=0.6 cm

tf=0.9 cm

Ay=28.80 cm<sup>2</sup>Iy=1670.00 cm<sup>4</sup>Wely=219.74 cm<sup>3</sup>Az=9.12 cm<sup>2</sup>Iz=616.00 cm<sup>4</sup>Welz=77.00 cm<sup>3</sup>Ax=38.80 cm<sup>2</sup>Ix=12.30 cm<sup>4</sup>**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

N = 30.83 kN

Nrc = 834.20 kN

My = 11.40 kN\*m

Mry = 47.24 kN\*m

Mry\_v = 47.24 kN\*m

Mz = 0.21 kN\*m

Mrz = 16.55 kN\*m

Mrz\_v = 16.55 kN\*m

Vy = 0.00 kN

Vry = 359.14 kN

Vz = 24.45 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

By\*Mymax = 11.40 kN\*m Bz\*Mzmax = 0.21 kN\*m

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi Y:

Ly = 3.15 m

Lwy = 3.15 m

Lambda y = 48.01

Lambda\_y = 0.56

Ncr y = 3488.30 kN

fi y = 0.91



względem osi Z:

Lz = 3.15 m

Lwz = 3.15 m

Lambda z = 79.06

Lambda\_z = 0.93

Ncr z = 1286.70 kN

fi z = 0.60

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.06 + 0.24 + 0.01 = 0.31 < 1.00 - \Delta z = 1.00$$

(58)

$$Vy/Vry = 0.00 < 1.00 \quad Vz/Vrz = 0.21 < 1.00 \quad (53)$$
**Profil poprawny !!!**