

**ŁÓDZKA OKRĘGOWA
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA**

utworzona 23 marca 2002 roku jako
jednostka organizacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa

Łódź, 29 LIS. 2004

ZAŚWIADCZENIE nr 1671

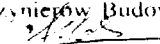
Pan Jan KOZICKI

dr inż. budownictwa lądowego

zamieszkały: 91-456 Łódź, ul. Łagiewnicka 102/116 m. 22

jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
wpisanym pod numerem ewidencyjnym **ŁOD/BO/1671/02**
i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej za szkody,
które mogą wyniknąć w związku z wykonywaniem samodzielnych funkcji
technicznych w budownictwie.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od dnia 1 stycznia 2005 r.
do 31 grudnia 2005 r.

PRZEWODNICZĄCY
Rady Łódzkiej Okręgowej
Izby Inżynierów Budownictwa

dr inż. Andrzej B. NOWAKOWSKI

za zgodność
1.09.2004



URZĄD MIASTA ŁÓDZI
Wydział Planowania i Inżynierii
Urbanistycznej, Architektury i Nadzoru
Budowlanego
ul. Piotrkowska 104 tel. 38-85-80
90-926 Łódź
Identyfikator REGON 0514182
Nr. 268/85/WZ

Łódź dnia 09.12. 19 85 r.

**DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie**

Na podstawie § 2 ust. 1 pkt 1 i § 13 ust. 1 pkt 2 lit.

rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975r.

w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46) stwierdza się

że: Obywatel(ka) **Jan Kozłowski**

(imię i nazwisko)
magister inżynier budownictwa lądowego
(tytuł zawodowy)

urodzone(a) dnia **8 grudnia 47** r. w **Łodzi**

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonania samodzielnej funkcji

projektanta

(rodzaj funkcji)

w specjalności **konstrukcyjno-budowlanej**

(rodzaj specjalności techniczno-budowlanej)

w zakresie

(specjalizacja zawodowa)

WA KR/3951/82 MA-BUA-14 DN 12 0423 7-83 2.700

Za zgodności

108 2006

Obywatel(ka)

Jan Kozicki

jest upoważniony(a) do:

(imie i nazwisko)

- 1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydro-technicznych i melioracji wodnych,
- 2/ sporządzenia w budownictwie oraz fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych :
 - a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
 - b/ budowli nie będących budynkami,
- 3/ w budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego obiektów budowlanych.

Otrzymuje:

Ob. Jan Kozicki
Łódź, ul. Łagiewnicka
nr 102/116 m.22

2327/sk

Z-ca Dyrektora Wydziału

mgr inż.

Jacek Kłaczewski



m. p.

(podpis pieczęć)



I OŚWIADCZENIA PROJEKTANTÓW

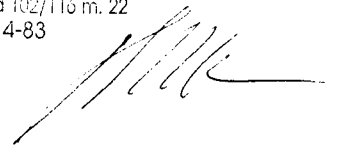
STAROSTWO POWIATOWE
Wydział Inżynieryjny i Budownictwa
57-200 Łódź, pl. Wolności 11/2
8.1.1 art. 124 w. 1

Oświadczam, że projekt wykonawczy – część konstrukcyjna
ZAMEKU KAZIMIERZA WIELKIEGO W INOWŁODZU. PROJEKT BUDOWLANY
ROZBUDOWY, ADAPTACJI I CZĘŚCIOWEJ REKONSTRUKCJI RUIN ZAMKU.
KONSTRUKCJA,
został sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej

I. Dr inż. Jan Kozicki upr. nr 268/85/WŁ

Izba Inżynierów Budownictwa ŁOD/BO/1671/02

Dr inż. JAN KOZICKI
upr. bud. z § 9.1 pkt 1 i § 13.1 pkt 2 nr 268/85/WŁ
upr. bud. z § 5.1 pkt 1 i § 13.1 pkt 1 nr 1671/02/WŁ
91-400 Łódź, ul. Łągiewnicka 102/116 m. 22
tel. (0-42) 617-14-83





91-456 Łódź ul. Łagiewnicka 102/116 m.22 tel. 617-14-83 NIP 726-101-83-79

Opracowanie Nr 83/2006

Zleceńodawca:
Urząd Gminy Inowódz
ul. Starska 2
97-215 Inowódz.

Zamek Kazimierza Wielkiego w Inowłodzu.

Projekt budowlany rozbudowy, adaptacji i częściowej rekonstrukcji ruin zamku. Konstrukcja.

obvęto Inowódz ob. w M011, M021, M031, M041, M051,
M002, 1324

WOJEWÓDZKI URZĄD
OCHRONY ZABYTKÓW w ŁODZI
DELEGATURA w Piotrkowie Trybunalskim
97-300 Piotrków Tryb. ul. Farda 8
tel. 044/617-62-79
REG. 004243702, NIP 726-14-04-88

Projektant

Dr inż. JAN KOZICKI
upr. bud. z § 2.1 pkt 1 i § 13.1 pkt 2 nr 268/85 WŁ
upr. bud. z § 5.1 pkt 1 i § 13.1 pkt 1 nr 10/00 WŁ
91-456 Łódź, ul. Łagiewnicka 102/116 m. 22
tel. (0-42) 617-14-83

dr inż. Jan Kozicki
upr. nr 268/85 WŁ

Asystent

mgr inż. Marek Ryniecki

ZAŁĄCZNIK NR.....⁵.....
DO DECYZJI NR.....^{261/2006}.....
z DNIA.....^{21.07.2006}.....

Łódź, lipiec 2006

Spis treści

| | | |
|--------|--|---------|
| 1. | Dane ogólne | str. 2 |
| 1.1. | Podstawa opracowania | str. 2 |
| 1.2. | Przedmiot opracowania. | str. 2 |
| 2. | Opis stanu istniejącego. | str. 3 |
| 2.1. | Stan techniczny zachowanych fragmentów. | str. 3 |
| 2.2. | Opis budowy ścian. | str. 4 |
| 2.3. | Parametry techniczne materiałów pobranych z pozostałości zamku | str. 5 |
| 2.3.1 | Badanie wytrzymałości kamienia. | str. 5 |
| 2.3.2. | Badanie nasiąkliwości kamienia. | str. 6 |
| 2.3.3. | Makroskopowa ocena stanu zaprawy w murach. | str. 7 |
| 2.3.4. | Określenie wytrzymałości muru kamiennego na ściskanie. | str. 7 |
| 3. | Warunki geotechniczne. | str. 8 |
| 3.1. | Badania podłoża – stan istniejący (badania Janiszewski Kędracki – dok.5). | str. 8 |
| 4 | Uwarunkowania konstrukcyjne prowadzenia prac renowacyjnych. | str. 10 |
| 5. | Projektowany zakres prac budowlanych | str. 11 |
| 5.1. | Charakterystyka ogólna | str. 11 |
| 5.2. | Roboty rozbiórkowe. | str. 12 |
| 5.3. | Roboty stanu surowego | str. 12 |
| 6. | Projektowane rozwiązania konstrukcyjne. | str. 14 |
| 7. | Zastosowane materiały. | str. 16 |
| 8. | Przyjęte obciążenia, schematy statyczne i główne wyniki obliczeń | str. 17 |

1. Dane ogólne

1.1. Podstawa opracowania

Projekt został opracowany na zlecenie Urzędu Gminy w Inowłodzu, ul. Starska 2.

1.2. Przedmiot opracowania.

Przedmiot projektu stanowią podlegające rozbudowie , adaptacji i częściowej rekonstrukcji, ruiny zamku Kazimierza Wielkiego w Inowłodzu.

Plan obiektu z naniesionymi zamierzeniami restauracyjnymi pokazano na szkicu 1.



Szkic 1. Plan zamku.

Zakres prac obejmuje::

- Nadbudowę ścian przedbramia do wysokości zabezpieczającej wejścia do zamku.
- Konserwację oraz częściową nadbudowę relikwów wieży bramnej, utrwalające czytelną część form przestrzennych zachowanego układu bramy oraz odtworzenie odcinków ościeży i odcinkowego łuku nad otworem dawnej bramy w południowym licu wieży.

- Odbudowę dolnej części gabarytu ośmiobocznej wieży i umiejscowienie w odbudowanej kubaturze dwóch współcześnie ukształtowanych kondygnacji pomieszczeń ekspozycyjnych oraz tarasu widokowego ponad stropem tych pomieszczeń.
- Wykonanie płytowych stropów żelbetonowych nad dwoma pomieszczeniami przyziemia skrzydła zachodniego oraz nad pomieszczeniami przyziemia w skrzydle południowym i wschodnim łącznie z nadbudową odcinków ścian tych skrzydeł w strefie przyziemia, a w szczególności zniszczonych ścian południowo wschodniego narożnika zamku.
- Odtworzenie zejść do piwnic w ścianach Nr 5, 8 i 12 w oparciu o zachowane pozostałości stopni i sklepień.
- Fragmentaryczną nadbudowę zachowanych ścian dziedzińca Nr 5, 12 i 8 w celu ukształtowania zejść do piwnic i otworów do pomieszczeń przyziemia uzyskania przestrzennej czytelności wnętrza dziedzińca oraz dopełnienia gabarytów adaptowanych wewnątrz w strefie wysokiego parteru. Wiązać się to będzie również z nadbudową odcinków murów nr 3 i 4.
- Wmontowanie w pierwotne miejsce w odtworzonej części ściany Nr 12 elementów kamieniarki portalu z herbem Łada odnalezionych podczas badań.

2. Opis stanu istniejącego.

2.1. Stan techniczny zachowanych fragmentów.

Stan techniczny pozostałości ścian został udokumentowany i szczegółowo opisany

w dok.1 - Opinia o stanie technicznym pozostałości murów Zamku w Inowłodzu, badania kamieni pobranych z murów oraz określenie uwarunkowań rekonstrukcji Zamku, marzec 2006, Kozicki

Na stan techniczny ścian wpływają :

- pozostawione bez zabezpieczenia górne krawędzie murów które uległy erozji w wyniku działań czynników atmosferycznych oraz destrukcyjnej działalności porastającej tą część ściany roślinności.
- różnicowania wykonania poszczególnych części murów wynikającą z :
 - braku przewiązań w warstwach ścian,
 - brakiem poziomych warstw scalających
 - użyciem kamieni o różnicowanej wielkości i różnym stopniu obrobienia.
 - użyciem kamienia różniącego się strukturą i uwarstwieniem,
 - wyłukaniem zwietrzałej zaprawy na głębokość do kilkunastu centymetrów,
 - możliwością penetracji wody i szkodliwego działania mrozu w górnych i licowych partiach murów,
- zastosowaniem słabej zaprawy wapiennej,
- wykonaniem fundamentów bez użycia zaprawy,

- prawdopodobnym posadowieniem bramy wjazdowej na gruncie nasypowym włożonym w fosie.

2.2. Opis budowy ścian.

W dok.1 przedstawiono na zdjęciach szczegóły budowy pozostałości ścian zamku. Szczegóły ścian zostały opisane poniżej.

Mur wschodni.

Mur został wykonany z kamieni o zróżnicowanej wielkości. Kamienie, w większości są obrabiane i posiadają w miarę regularne kształty. Brak jest wyraźnego przewiązania kamieni w warstwach poziomych. Trudne są też do wyodrębnienia poziome warstwy. W murze pozostawiono liczne otwory. Lokalnie, na znacznej głębokości, do 100mm nie ma zaprawy. W części środkowej mur kamienny łączy się z murem ceglany. Stan cegieł i zaprawy w murze ceglany określono jako dobry.

W górnej warstwie kamienie są zniszczone wyniki działania czynników atmosferycznych. Większość kamieni jest spękana zarówno poziomo jak i pionowo. W dolnej warstwie ściany stan kamieni jest lepszy. Spękane są w mniejszym stopniu. Występują znaczne ubytki zaprawy w spoinach między kamieniami. Lokalnie stwierdzono wykwyty solne na powierzchni kamieni.

W narożniku południowo wschodnim widoczny jest brak powiązania ścian kamiennych.

Mur wschodni od strony wewnętrznej wykonany jest z większej ilości drobnych kamieni, ułożonych mniej regularnie i w mniejszym stopniu obrobionych. Dochodzący do niego wewnętrzny mur poprzeczny ma inną strukturę. Przestrzenie między kamieniami są ściśle wypełnione zaprawą.

Mur południowy bramy.

W połowie szerokości muru występuje pęknięcie o szerokości do kilkudziesięciu milimetrów. Pęknięcie przechodzi w zasadzie przez spoiny między kamieniami. W porównaniu z murem wschodnim, mur bramy został wykonany z drobniejszych kamieni, ściślej ułożonych, dokładniej łączonych zaprawą lepszej jakości. Kamień ma barwę brązowo siną.

Mur zachodni bramy.

Został on wykonany z kamieni obrobionych w mniejszym stopniu, nieregularnie ułożonych. W warstwie przy powierzchni brak jest zaprawy. Część kamieni jest pęknięta. Stwierdzono odchylenie południowej części bramy, w kierunku południowym, dochodzące do kilkunastu centymetrów.

Rozdzielenie nastąpiło na styku dwóch części muru wykonanych w dwóch różnych okresach.

Mur wschodni bramy.

Widoczne są zniszczenia tej części muru i rozwijająca się roślinność.

Mur zewnętrzny południowy.

Liczba drobnych kamieni w murze jest mniejsza niż w murze wschodnim.. Widoczne są od strony zewnętrznej duże kamienie. Zaprawa jest wyflukana na znacznej głębokości od lica muru – do kilkunastu centymetrów. Kamienie są w małym stopniu przewiązane w pionie. W licu muru, od strony zewnętrznej, znajdują się mniejsze, w małym stopniu obrobione kamienie gorszej jakości. Lico muru jest w znacznym stopniu zniszczone.

Odcinek muru przy bramie został wykonany podobnie jak część zachodnia. Na znacznej głębokości od lica ściany uszkodzona jest zaprawa.

Mury wewnętrzne.

Część wschodnia

W pomieszczeniu południowym mur wewnętrzny wykonany jest z kamieni obrobionych w małym stopniu, łączonych z zastosowaniem dużej ilości zaprawy Pionowe krawędzie otworów i nadproże zostały wykonane z cegły ceramicznej. Mur w części górnej wykonany jest z małych kamieni z zastosowaniem większych kamieni przy krawędziach muru.

Fragmenty łuku w ścianie wewnętrznej poprzecznej mają pachwinę wypełnioną kamieniami Kamienie w łuku są ściśle połączone zaprawą. Pachwinę łuku wypełniono w sposób nieregularny.

W części dolnej części ściany wewnętrznej, równoległej do zewnętrznej ściany wschodniej układ kamieni jest w miarę regularny. W części górnej kamienie są nie obrobione i ułożone w sposób nieregularny, bez zachowania układu w przybliżeniu poziomych warstw.

Brak jest zachowania poziomych warstw jak i przewiązań pionowych kamieni. Kamień posiada obrobioną w zasadzie tylko płaszczyznę znajdującą się w licu ściany. Zastosowano dużą liczbę drobnych kamieni do wypełnienia przestrzeni między kamieniami większymi.

Jest on zakończony cegłą ceramiczną.

Mur wewnętrzny południowy.

W środkowej części wysokości i na obrzeżach otworów mur jest wykonany z cegły ceramicznej. Nd cegłami ułożone są kamienie i w części rumosz kamienny połączony zaprawą.

Podobnie wykonany jest mur w części zachodniej.

Nadproże w ścianie, wykonane jest z poziomo ułożonych, przewiązanych kamieni. W nadprożu można stwierdzić rysy przebiegające przez spoiny.

Widoczna jest zaprawa wypełniająca przestrzeń między kamieniami. Jest to zaprawa wapienna o wytrzymałości na ściskanie, nie przekraczającej 0,2MPa.

2.3. Parametry techniczne materiałów pobranych z pozostałości zamku

2.3.1 Badanie wytrzymałości kamienia.

Badanie wytrzymałości kamieni na ściskanie wykonano zgodnie z normą PN-EN 1926. Metody badań kamienia naturalnego. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie. Szczegółowy opis

struktury próbek pobranych do badań zawarto w dok.1. Badanie przeprowadzono na próbkach sześciennych o wymiarze boku 50mm, wyciętych z pobranych próbek kamienia. Powierzchnie próbek przygotowano do badań przez wyrównanie gipsem.. Próbki ustawiane były w prasie z zachowaniem warunku prostokątności działania siły do płaszczyzn anizotropii próbek.

Wyniki badań zostały przedstawione w tablicy.1

Tablica 1

| Lp. | Oznaczenie próbki | Wytrzymałość na ściskanie [MPa] | | Nasiąkliwość | |
|-----|-------------------|---------------------------------|----------|--------------|-------------|
| | | f_{ci} | f_{cm} | n_w % | n_w śr. % |
| 1 | 09/06 1/1 | 96,4 | 123,6 | 2,6 | 1,9 |
| 2 | 09/06 1/2 | 159,3 | | 0,9 | |
| 3 | 09/06 1/3 | 115,1 | | 2,2 | |
| 4 | 09/06 2/1 | 109,3 | 86,9 | 1,9 | 2,4 |
| 5 | 09/06 2/2 | 93,6 | | 2,4 | |
| 6 | 09/06 2/3 | 85,0 | | 2,8 | |
| 7 | 09/06 2/3b | 59,5 | | 2,6 | |
| 8 | 09/06 3/1 | 130,3 | 94,9 | 1,7 | 2,8 |
| 9 | 09/06 3/2 | 65,7 | | 3,5 | |
| 10 | 09/06 3/3 | 102,0 | | 3,0 | |
| 11 | 09/06 3/3b | 81,7 | | 2,8 | |

Średnia wytrzymałość dla wszystkich badanych próbek wynosi $f_{cm}=101,8\text{MPa}$

2.3.2. Badanie nasiąkliwości kamienia.

Badania nasiąkliwości kamienia wykonano zgodnie z normą PN-EN 13755 Metody badań kamienia naturalnego. Oznaczanie nasiąkliwości przy ciśnieniu atmosferycznym. Wyniki badań nasiąkliwości zestawiono w tablicy 2.

Tablica 2

| Lp | Oznaczenie próbek przez | | Wiek [dni] | Masa próbki [g] | | Nasiąkliwość | |
|----|-------------------------|------------|------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Zleceniodawca | LBB | | nasyconej G ₂ | suchej G ₁ | próbki n _w % | średnia n _w śr. % |
| 1 | 1 | 09/06 1/1 | - | 332,4 | 324,1 | 2,6 | 1,9 |
| 2 | | 09/06 1/2 | | 350,8 | 347,6 | 0,9 | |
| 3 | | 09/06 1/3 | | 355,8 | 348,1 | 2,2 | |
| 4 | 2 | 09/06 2/1 | | 345,6 | 339,2 | 1,9 | 2,4 |
| 5 | | 09/06 2/2 | | 358,5 | 350,2 | 2,4 | |
| 6 | | 09/06 2/3 | | 363,0 | 353,1 | 2,8 | |
| 7 | | 09/06 2/3b | | 361,3 | 352,0 | 2,6 | |
| 8 | 3 | 09/06 3/1 | | 354,4 | 348,6 | 1,7 | 2,8 |
| 9 | | 09/06 3/2 | | 341,5 | 330,1 | 3,5 | |
| 10 | | 09/06 3/3 | | 350,0 | 339,7 | 3,0 | |
| 11 | | 09/06 3/3b | | 349,2 | 339,8 | 2,8 | |

2.3.3. Makroskopowa ocena stanu zaprawy w murach.

W trakcie pobierania próbek zaprawa w murach była zmrożona. Po okresie przechowywania próbek w laboratorium można było stwierdzić, że pozostawione przy pobieraniu kamieni warstwy zaprawy pozostawały związane z kamieniem. Wytrzymałość tej zaprawy można oszacować w granicach 0.2 do 0.4MPa. W zewnętrznych licowych częściach ścian zaprawa jest miejscami wypłukana na głębokość do kilkunastu centymetrów.

2.3.4. Określenie wytrzymałości muru kamiennego na ściskanie.

Wytrzymałość muru na ściskanie określono zgodnie z założeniami normy PN-B-032002:1999 konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczenia.

Znormalizowaną wytrzymałość na ściskanie elementu murowego f_b wyznacza się ze wzoru:

$$f_b = \eta_w * \delta * f_a$$

w którym

η_w -współczynnik uwzględniający stan wilgotności badanych elementów,

δ -współczynnik przeliczeniowy równy 0,85 (tablica 2 normy).

f_b --wytrzymałość średnia elementu murowego na ściskanie.

Zgodnie z normą PN-EN 1926, dla wykonanych badań określono:

-wartość średnią 99,8

-odchylenie standardowe 28,6

-oczekiwaną wartość niższą $E = e^{\frac{\bar{x}_{ln} - k_s * s_{ln}}{n}}$ 53,5MPa

- logarytmiczne odchylenie standardowe $s_{ln} = \pm \sqrt{\frac{\sum (\ln x_i - \bar{x}_{ln})^2}{n-1}}$ 0,284

- średnia logarytmiczna $\bar{x}_{\ln} = \frac{1}{n} \sum \ln x_i$ 4,57

- współczynnik zmienności $v = \frac{s}{\bar{x}}$ 0,29

- współczynnik $k_s = 2,08$

Przy przyjęciu do analizy wytrzymałości średniej z 11 próbek

$$f_b = 0,85 * 99,8 = 84,5 MPa$$

Przy przyjęciu do analizy oczekiwanej niższej wartości wytrzymałości kamieni

$$f_b = 0,85 * 53,5 = 45,5 MPa$$

Wytrzymałość charakterystyczną muru na ściskanie obliczono z zależności:

$$f_k = K * f_b^{0,65} * f_m^{0,25}$$

przy przyjęciu wytrzymałości zaprawy równej 0,3MPa, wytrzymałości charakterystyczne muru na ściskanie, dla K=0,50, wyniosą:

$$f_b = 53,5 MPa \quad f_k = 0,5 * 53,5^{0,65} * 0,30^{0,25} = 4,92 MPa$$

Przy przyjęciu współczynnika bezpieczeństwa równego 2,5, obliczeniowa wytrzymałość muru wyniesie:

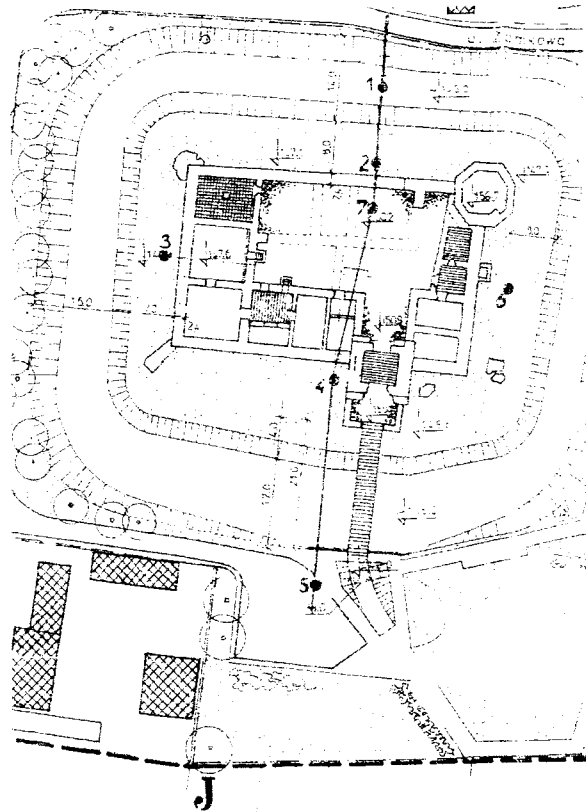
$$f_d = \frac{4,91}{2,5} = 1,96 MPa$$

3. Warunki geotechniczne.

W trakcie ostatnich kilkunastu lat zostały przeprowadzone liczne badania geologiczne opisane w dok.1. Ostatnimi były badania przeprowadzone przez Janiszewskiego i Kędrackiego.

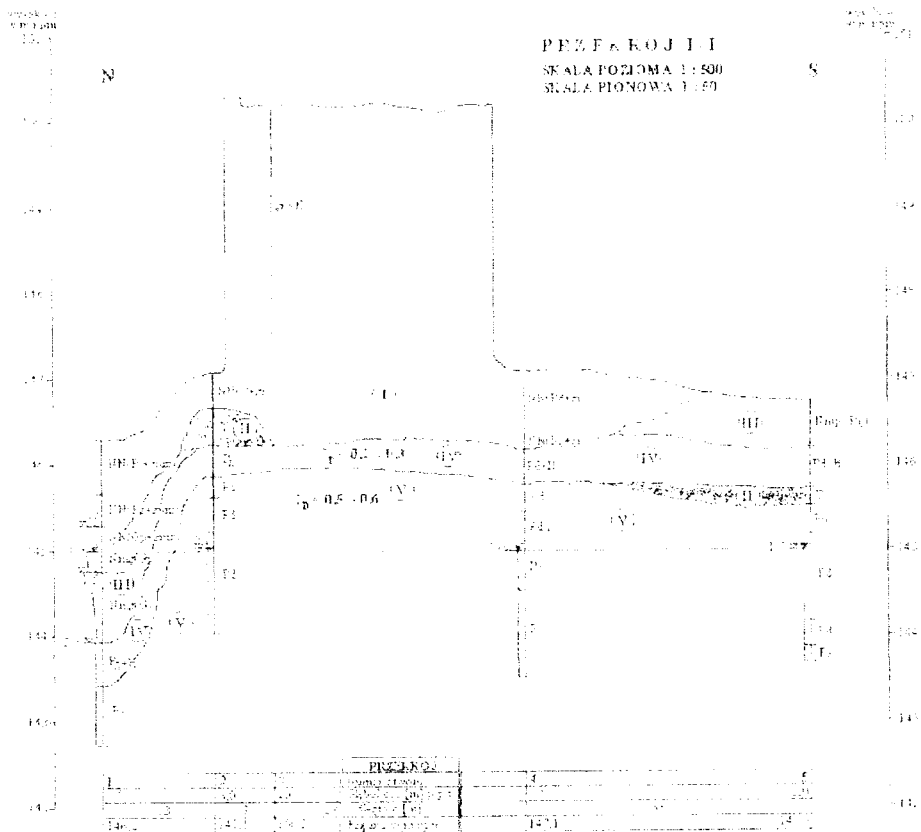
3.1. Badania podłoża – stan istniejący (badania Janiszewski Kędracki – dok.5).

Badania zostały przeprowadzone w grudniu 2006r. Układ otworów badawczych został pokazany na szkicu 2.



Szkic 2. Usytuowanie otworów badawczych

Przekrój geologiczny został pokazany na szkicu 3, a parametry geotechniczne w tablicy 3.



Szkic 10. Warunki geotechniczne wg Janiszewski Kędracki.

Tablica 3

| Numer warstwy geotechnicznej | Rodzaj gruntu | Cecha wiodąca | Wilgotność | $W_n^{(n)}$ [%] | $\rho^{(n)}$ [t/m ³] | $\rho_s^{(n)}$ [t/m ³] | $c_u^{(n)}$ [kPa] | $\phi_u^{(n)}$ [°] | $E_o^{(n)}$ [MPa] | $M_o^{(n)}$ [MPa] |
|------------------------------|-----------------|-------------------|------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| I | NN | nie określano | mw, w | | nie określano, grunty niesłone | | | | | |
| II | I | | mw, w | | | | | | | |
| III | Nnij, Nrg | | w | | | | | | | |
| IV | Pπ, Pπ-II, Pα+H | $I_D=0,2 \pm 0,3$ | w, n, w | 23,5 | 1,77 | 2,65 | - | 29,4 | 29 | 40 |
| V | Pβ, Pβ | $I_D=0,5 \pm 0,6$ | w, n, nw | 22,5 | 1,87 | 2,65 | - | 31,5 | 65 | 84 |

Opracowano na podstawie danych normy PN-81/B 03020

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| $W_n^{(n)}$ - wilgotność naturalna | $\phi_u^{(n)}$ - kąt tarcia wewnętrznie do gruntu | $c_u^{(n)}$ - spójność gruntu |
| $\rho^{(n)}$ - gęstość objętościowa | $E_o^{(n)}$ - moduł pierwotnego odkształcenia gruntu | |
| $\rho_s^{(n)}$ - gęstość właściwa szkieletu gruntu | $M_o^{(n)}$ - geometryczny moduł ściśliwości pierwotnej | |

4 Uwarunkowania konstrukcyjne prowadzenia prac renowacyjnych.

- Z najlepiej udokumentowanych badań wynika, że bezpośrednio pod fundamentami pozostałości ścian zalega piasek drobny. Wynika z nich, że stopień zagęszczenia piasku wynosi około 0.5. Z określonej w dok.3 nośności podłoża równej 230kPa wynika, że możliwa jest nadbudowa istniejących ścian w projektowanym zakresie.
- Stan zewnętrznych powierzchni ścian jest zły. Spowodowane to jest degradacją zaprawy w przypowierzchniowych warstwach ściany, uszkodzeniami mrozowymi i zwiertzeniem kamienia. Ponadto górna krawędź ściany i strefa bezpośrednio przy gruncie zniszczona jest przez rozwijającą się roślinność.
- W ramach projektu modernizacyjnego należy z dostępnych od zewnątrz spoin usunąć zwiertzałą zaprawę i miejsca te oraz braki w zaprawie uzupełnić.
- mocno spękane małe kamienie, widoczne w licu ściany, wymienić na nowe.
- usunąć wierzchnią, zniszczoną, warstwę kamieni i zaprawy na górze ściany na wysokości około 0,30 - 050m.
- Materiał kamienny z którego wykonana są mury znajduje się w zróżnicowanym stanie. O jego cechach wytrzymałościowych i nasiąkliwości decyduje ilość płaszczyzn przecięcia kamienia i w mniejszym stopniu struktura kamienia. Średnia wytrzymałość kamienia na ściskanie nieco się różni w zależności od okresu realizacji założenia. Jednak współczynnik zmienności w badaniach wytrzymałości, dla kamieni z tych okresów jest podobny.
- Należy za pomocą żelbetowego wieńca połączyć ściany bramy z pozostałą częścią zamku.

5. Projektowany zakres prac budowlanych

5.1. Charakterystyka ogólna

Rozwiązaniem przeważającym w problematyce projektowanych zamierzeń konserwatorskich jest naprawa i utwalenie zachowanych murów oraz ich zabezpieczenie przez nadbudowę nowych warstw z zastosowaniem piaskowca o cechach zbliżonych do cech dawnych złóż lokalnych - murowanego na zaprawie wapienno-trasowej. Fragmenty murów wymagają uzupełnienia cegłą lub wątkiem mieszanym z udziałem cegły. Pod koroną tych murów zaprojektowano warstwę izolacji poziomej. Fragmenty ścian o koronie ukształtowanej malowniczo w wyniku naturalnej destrukcji przewidziano do pozostawienia w stanie odsłoniętym w czasie badań z zabezpieczeniem korony murów metodą nasączenia preparatami hydrofobizującymi powierzchnię kamienia i zaprawy.

- Wychyloną na zewnątrz bryłę przedbramia przeznaczono do pozostawienia w formie odkształconej, projektując powiązanie jej z murem zamku konstrukcją żelbetową utrwalającą obecne wychylenie ścian.

W podobny sposób przewidziano utwalenie i stabilizację wychylonego odcinka muru północnego, pozostawiając szczegóły rozwiązania do ustalenia w trybie nadzoru autorskiego po odsłonięciu w toku robót stanu zachowania poprzecznych ścian skrzydła północnego.

- Bryłę wieży zaprojektowano w formie obudowy zewnętrznych powierzchni stosunkowo cieńszymi ścianami rzędu 85 cm z piaskowca na zaprawie wapienno-trasowej kształtującego lico zewnętrzne i pozostawiającego „dziką” oraz nieregularną fakturę wnętrza. Oparcie stropów zaprojektowano na szkielecie żelbetowym wyznaczającym krawędzie wewnętrzne dawnej grubości ścian wieży. Słupy te połączone wieńcem o planie ośmiobocznym podtrzymują stropy ukształtowane w formie płyt żelbetowych. Również biegi schodów pomiędzy kondygnacjami wieży zaprojektowano jako żelbetowe konstrukcje płytowe.
- Nad adaptowanymi pomieszczeniami przyziemia i wysokiego parteru zaprojektowano stropy żelbetowe. W części pomieszczeń zaprojektowano umieszczenie pod stropem belek drewnianych. Na stropach przewidziano wykonanie odpowiednich warstw izolacji cieplnej i przeciwwilgociowej, a na tarasach posadzek z płyt ceramicznych.
- Na stropodachach nad pomieszczeniami wysokiego parteru w skrzydłach południowym i wschodnim zaprojektowano ukształtowanie tzw. zielonych dachów z udziałem ziół, mchów i porostów wg określonego systemu.
- Faktura ścian z piaskowca z fragmentami wątków ceglanych w strefie części wtórnych otworów po uzupełnieniach, wzmocnieniu, utwaleniu, spoinowaniu i hydrofobizacji lica winna zachować charakter „surowy” na lico wszystkich ścian zewnętrznych oraz większości adaptowanych wewnątrz przyziemia. Przyjęto przy tym, iż nadbudowane fragmenty murów winny być wyodrębnione w stosunku do zachowanych płaszczyzn przy pomocy odpowiednio podbarwionej spoiny.

5.2. Roboty rozbiórkowe.

Projektuje się następującą kolejność prowadzenia prac rozbiórkowych.

- Usunięcie roślinności i darni z rumowiska na poziomie wysokiego parteru.
- Usunięcie warstw ziemi i gruzu z powierzchni dziedzińca i skrzydła północnego do projektowanych poziomów podłóży.
- Odgruzowanie wewnątrz pomieszczeń P 4 i P 5 w skrzydle zachodnim oraz pomieszczeń K 1, P 1, P 2, P 3, P 11 w skrzydle południowym, a także P 12 i P 13 w strefie bramy.
- Odgruzowanie części przyziemia pod dziedzińcem w strefie projektowanego korytarza P 10 i P 10A.
- Dezynfekcja odsłoniętych powierzchni murów w strefach występowania roślinności preparatem Rundyt.
- Wykonanie wykopów wąskoprzestrzennych z rozparciem i oszalowaniem przy zewnętrznych licach muru obwodowego oraz przy zachodniej ścianie skrzydła wsch. w celu wykonania wypraw izolacyjnych pod proj. poziomem terenu.
- Rozebranie zwiertzałych i odspojonych warstw kamienia w strefach korony muru z segregacją kamienia do odzysku.
- Usunięcie odspojonych fragmentów lica kamiennego.
- Usunięcie zwiertzałej zaprawy ze spoin w licu murów.
- Wykucie w murach projektowanych otworów drzwiowych, pionów wentylacyjnych, bruzd c.o. i wnęk na grzejniki oraz przebić na przejścia tras kanalizacyjnych, centralnego ogrzewania i wentylacji mechanicznej.

Wszystkie prace rozbiórkowe należy wykonywać w kolejności wynikającej z programu organizacji robót, po uprzednim zabezpieczeniu elementów konstrukcji w strefach podlegających rozbiórkom.

5.3. Roboty stanu surowego

- Uzupelnienie wyrw i ubytków w licu ścian piaskowcem i fragmentarycznie cegłą na zaprawie wapienno trasowej.
- Uzupelnienie wyrw w obwodzie murów w strefie przyziemia oraz nadmurowanie ich do projektowanych poziomów w strefie wysokiego parteru i w strefie stropodachu nad tą kondygnacją z zastosowaniem piaskowca i fragmentarycznie cegły (o wymiarach dostosowanych do fazy budowy muru - na zaprawie wapienno-trasowej oraz obmurowanie otworów i odtworzenie łęków z kamienia lub cegły.

Dla ograniczenia ilości potrzebnego materiału kamiennego na dłuższych odcinkach wyrw i projektowanych nadbudów zastosowano w projekcie strukturę muru warstwowego z zewnętrzną warstwą z piaskowca, środkową z gruzu ceglanoego i wewnętrzną z piaskowca w pomieszczeniach przyziemia oraz z cegły w pomieszczeniach parteru przeznaczonych do tynkowania.

Wyodrębnione warstwy winny być powiązane wzajemnie przy pomocy strzępi oraz zespolone w spoinach nad co drugą warstwą poziomą muru (czyli w odległości ~220-230 cm) przy pomocy siatki zgrzewanej z prętów ϕ 4 mm zespolonych w grubości spoiny warstwą betonu ca 4-5 cm w poziomach pod spoinami strukturalnych warstw poziomych muru zaprojektowano otwory naczulcowe stanowiące charakterystyczne pozostałości ustawienia pomostów roboczych.

Do narożników zewnętrznych w murach należy dobierać większe bloki piaskowca i szlifować ich powierzchnie licowe.

- Nadproża nad otworami w murach zaprojektowano w postaci łęków z kamienia lub cegły (w dostosowaniu do materiału zachowanego w reliktach łęków pierwotnych).
Nad otworami wykuwanymi w grubości istniejących murów przewidziano nadproża z dźwigarów NP 140 w liczbie dostosowanej do grubości ściany. Nad otworami w nowych murach w strefie korytarza w przyziemiu zaprojektowano nadproża typu L.19. Część nadproży projektowanych bezpośrednio przy wieńcach żelbetowych stanowić będzie kontynuację konstrukcji z żelbetu.
- W otworach okien i drzwi pomieszczeń skrzydła wschodniego i południowego od strony dziedzińca zaprojektowano rekonstrukcję obramień kamiennych z szarego piaskowca żarnowieckiego oraz anastyczę bogatej kamieniarki portalu prowadzącego do pomieszczenia W 3.
- Konstrukcję stropów i stropodachów stanowić będą płyty żelbetowe krzyżowo zbrojone oparte na wieńcach leżących na odsadzkach lub wkutych w mury.
- Podstawową konstrukcję wieży stanowić będzie ośmioboczny szkielet słupów żelbetowych podtrzymujący żelbetowe płyty stropów oraz spoczniki i biegi schodów - z wieńcami w zewnętrznych murach kamiennych wieży.
- Schody
 - w wieży i w klatce schodowej K 1 żelbetowe, płytowe
 - w szyjach piwnicznych i w skrzydle wschodnim przy wieży murowane z cegły, spoczywające na podbudowie kamiennej grubości muru
- Dźwig - szyb dźwigu murowany z cegły marki 150 na zaprawie cem. dostosowany gabarytami do dźwigu hydraulicznego typu Easylife LC o udźwigu 480 kg
Przed wykonaniem szybu wykonawca winien uzgodnić z dostawcą dźwigu szczegóły realizacji i montażu.
- Doświetlenie wewnątrz zaprojektowano w części pomieszczeń przy pomocy okien w rekonstruowanych otworach a w części przy pomocy świetlików rurowych typu Sun Tunnel o średnicach 550 mm i 350 mm osadzonych w płytach stropodachów lub przeprowadzonych w kanałach pozostawionych w toku murowania nadbudowywanych ścian.
- Izolacje termiczne zaprojektowano w strefach przegród poziomych za pomocą styropianu FS 30 o grubościach dostosowanych obliczeniowo do charakteru przegród
 - w warstwach posadzkowych ogrzewanych pomieszczeń podziemia

- na stropach nad pomieszczeniami przyziemia w skrzydle zachodnim nad pomieszczeniami wysokiego parteru w skrzydłach południowym i wschodnim
 - na płycie stropowej górnej kondygnacji wieży
 - nad zespołem pomieszczeń technicznych i korytarzem pod poziomem dziedzińca
- „Zielone dachy” Systemu VEDAG typu VEDAFLOR Plus o ekstensywnym zazielenieniu z udziałem rozchodnika, ziół i trawy.
- Zaprojektowano nad pomieszczeniami wysokiego parteru w skrzydle południowym oraz nad pomieszczeniami magazynu książek w skrzydle południowym. Projektowany dach posiada własny system izolacji przeciwwilgociowej i przeciwwodnej.
- Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne zgodnie z projektem budowlanym tom architektura.

6. Projektowane rozwiązania konstrukcyjne.

W ramach konserwacji, adaptacji i częściowej rekonstrukcji elementów struktury zamku zaprojektowano nadbudowę wybranych odcinków murów dla dopełnienia gabarytów adaptowanych pomieszczeń na dwóch kondygnacjach zamku, naprawę części murów istniejących z usunięciem zwietrzałych warstw korony, z uzupełnieniem ubytków w licach oraz oczyszczeniem i wypełnieniem zniszczonych lub wypłukanych spoin.

Nadbudowywane odcinki ścian zaprojektowano jako strukturę warstwową. W układzie pionowym utrzymano historyczny moduł warstw określony wysokością pomostów roboczych i wynoszący ok. 110 do 120 cm - z płaszczyzną wyrównawczą na górnej powierzchni warstwy. W układzie poziomym zaprojektowano podział na trzy warstwy: zewnętrzną z piaskowca, środkową z gruzu ceglanego i wewnętrzną z piaskowca w strefie przyziemia a z cegły w strefie wysokiego parteru. Warstwy te winny wiązać się przy pomocy strzępi a dodatkowo będą przewiązane zbrojeniem z siatki zgrzewanej z prętów ϕ 6 mm, obetonowanych w warstwie ok. 4~5 cm - w odstępach co dwie warstwy poziome.

- Ściany adaptowane i nadbudowywane zostaną ustabilizowane wzajemnie przy pomocy żelbetowych stropów płytowych krzyżowo zbrojonych, opartych na wieńcach leżących na odsadzkach murów lub w bruzdach poziomych.

Rozwiązanie takie zastosowano zarówno w stropach międzypiętrowych (pomiędzy przyziemem i wysokim parterem) jak i w stropodachach projektowanych jako tarasy lub „dachy zielone”.

Grubości płyt dostosowano do rozwiązań architektonicznych, zróżnicowano w wyniku obliczeń stosowanie do rozpiętości pomieszczeń oraz do charakteru obciążeń.

- Indywidualnie rozwiązano konstrukcję rekonstruowanej wieży. Podstawową konstrukcją wieży stanowi ośmioboczny szkielet słupów żelbetowych, oparty na pierścieniowej ławie, wykonanej na kamiennym fundamencie wieży.

Uwaga:

W przypadku stwierdzenia w miejscu lokalizacji fundamentu podłoża innego niż kamienne, należy poinformować o tym projektanta.

Na słupach oparte są pasma spoczników schodów oraz krzyżowo zbrojone stropy wieży. Są one oparte również na wieńcach ściany o grubości 85 cm, murowanej z kamienia, stanowiącej obudowę ośmiobocznej wieży.

- Schody w wieży i w klatce schodowej K 1 zaprojektowano jako żelbetowe płytowe.
- Nadproża w większości otworów stanowiąc będą rekonstruowane łęki odcinkowe z kamienia lub cegły.

Nad otworami wykonanymi w istniejących ścianach zaprojektowano nadproża z dźwigarów stalowych dwuteowych NP. 140 w liczbie dostosowanej do grubości ściany.

W otworach drzwiowych projektowanych w strefie korytarza P 10 zaprojektowano nadproża typu L 19.

- Szyb dźwigu zaprojektowano z cegły marki 150 na zaprawie cementowej, na żelbetowych ławach fundamentowych.
- Groblę na zewnątrz fosy zamkowej zaprojektowano jako konstrukcję szkieletowo murową wspierającą żelbetową płytę pochylni obciążoną warstwą bruku. Przy grobli zaprojektowano żelbetowe schody płytowe oparte na ściankach policzkowych z cegły.
- Most i kładkę nad fosą zamkową zaprojektowano w tradycyjnej konstrukcji drewnianej z zastosowaniem pali dębowych bitych w dno fosy, przęsł z belek sosnowych i warstwy pomostowej z bali sosnowych o grubości 6 cm. Zaprojektowane przekroje drewna zostały „przewymiarowane” w stosunku do obliczonych wielkości w celu spełnienia wymogów o charakterze konserwatorskim. Nawierzchnie zaprojektowano z bali grubości 60 mm przybijanych w odstępach co 12 mm (dla zapewnienia spływu wód opadowych i śniegu). Balustrady z krawędziaków sosnowych.

Drewno ponad powierzchnią terenu winno zostać zabezpieczone solnymi środkami ppoż. np. Fobos M12 i przeciw szkodnikom biologicznym oraz środkami olejnymi w celu hydrofobizacji.

Pale w części zagłębionej w gruncie winny zostać zabezpieczone preparatami bitumicznymi.

Szczegółową charakterystykę projektowanych konstrukcji, zastosowane schematy statyczne, założenia przyjęte do obliczeń oraz podstawowe wyniki tychże obliczeń

zrealizowano w naturnej kopii rysów

[Handwritten signature]

7. Zastosowane materiały.

Do wykonania elementów konstrukcyjnych należy zastosować następujące materiały:

Konstrukcje żelbetowe:

Beton B30 z zawartością min 300kg cementu na 1m³,

Stal 34GS

Konstrukcje drewniane:

Drewno klasy C30,

Konstrukcje murowe – nowe

cegła ceramiczna pełna, mrozoodporna klasy 150,

zaprawa cementowa marki 8

Konstrukcje murowe -stare

kamień o właściwościach jak kamień w ruinach,

zaprawa wapienno trasowa.

8. Przyjęte obciążenia, schematy statyczne i główne wyniki obliczeń

Dr inż. JANI KOZICKI
 ul. Karłowicza 11, 53-200 Wrocław, tel. 61 81 14 83
 ul. Karłowicza 11, 53-200 Wrocław, tel. 61 81 14 83
 ul. Karłowicza 11, 53-200 Wrocław, tel. 61 81 14 83
 ul. Karłowicza 11, 53-200 Wrocław, tel. 61 81 14 83

OBCIĄŻENIA

STAROSTWO POWIATOWE
Kielce, ul. Piłsudskiego 10
37-100 Kielce, ul. Piłsudskiego 10
tel. (41) 342 10 00

Poz.1 Stropodachy

Przyjęto stal 34GS, beton B30, otuliny 25mm

Poz.1..1 Stropodach skrzydła południowego w poziomie +3,83 (wykończony)

obciążenia

stałe

| | | | | |
|--------------------|-----------|------|------|-------|
| podsypka mineralna | 0,08*16,0 | 1,28 | 1,30 | 1,66 |
| włóknina | 0,02*1,0 | 0,02 | 1,20 | 0,02 |
| przepona | | 0,02 | 1,20 | -0,02 |
| styropian | 0,15*0,45 | 0,07 | 1,20 | 0,08 |
| papa | | 0,03 | 1,20 | 0,04 |
| warstwa spadkowa | 0,04*22,0 | 0,88 | 1,30 | 1,14 |
| tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | 2,68 | 1,28 | 3,42 |
| plyta | 0,15*25,0 | 3,75 | 1,10 | 4,13 |
| | | 6,43 | | 7,54 |

zmienne

| | | | |
|--|-------------|------|-------------|
| | <u>2,00</u> | 1,40 | <u>2,80</u> |
| | 8,43 | 1,23 | 10,34 |

Płyta grubości 150mm i rozpiętości $2,64*1,05=2,77m$

Przyjęto zbrojenie $\Phi 10$ co 150mm

Poz.1.2. Stropodach skrzydła południowego w poziomie +4,43 (wykończony)

Płyta prostokątna o wymiatach w linii podparć $1,05*5,77=6,06m$, $1,05*6,77=7,11m$

Obciążenia jak w poz 1.1. grubość płyty 200mm

| | | | |
|--|------|------|------|
| | 4,68 | 1,33 | 6,22 |
|--|------|------|------|

Poz.1.3. Stropodach skrzydła południowego w poziomie +4,43 (wykończony)

Płyta prostokątna o wymiatach w linii podparć $1,05*3,90=4,10m$, $1,05*4,52=4,76m$

Obciążenia jak w poz 1.1. grubość płyty 200mm

| | | | |
|--|------|------|------|
| | 4,68 | 1,33 | 6,22 |
|--|------|------|------|

Poz.1.4. Stropodach skrzydła południowego w poziomie +4,43 (wykończony)

Płyta prostokątna o wymiatach w linii podparć $1,05*4,75=4,98m$, $1,05*7,96=8,36m$

Obciążenia jak w poz 1.1. grubość płyty 200mm

| | | | |
|--|------|------|------|
| | 4,68 | 1,33 | 6,22 |
|--|------|------|------|

Poz.1.5 i poz 1.6 Stropodach w południowo wschodnim narożniku

Płyta prostokątna, dwupolowa, o wymiatach w linii podparć $1,05*7,60=7,98m$,
 $1,05*4,13=4,34m$ $1,05*4,57=4,80m$

Obciążenia jak w poz 1.1. grubość płyty 200mm

| | | | |
|--|------|------|------|
| | 4,68 | 1,33 | 6,22 |
|--|------|------|------|

Poz.1.7 i poz 1.8 Stropodach w wschodniej części zamku - poziom 3,80m

Płyta prostokątna, dwupolowa, o wymiatach w linii podparć $1,05 \cdot 4,92 = 5,17\text{m}$,
 $1,05 \cdot 4,22 = 4,43\text{m}$ $1,05 \cdot 5,73 = 4,80\text{m}$

grubość płyty 160mm

obciążenia

stałe

| | | | | |
|--------------------|------------|------|------|-------|
| płytki klinkierowe | 0,05*21,0 | 1,05 | 1,20 | 1,26 |
| beton | 0,075*25,0 | 1,88 | 1,20 | 2,25 |
| przepona | | 0,02 | 1,20 | -0,02 |
| styropian | 0,15*0,45 | 0,07 | 1,20 | 0,08 |
| papa | | 0,03 | 1,20 | 0,04 |
| tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | 3,42 | 1,20 | 4,10 |
| płyta | 0,16*25,0 | 4,00 | 1,10 | 4,40 |
| | | 7,42 | | 8,50 |

zmiennie

| | | | | |
|--|--|-------|------|-------|
| | | 3,00 | 1,30 | 3,90 |
| | | 10,42 | 1,19 | 12,40 |

P o z . 2 . 1 Stropodach w poziomie 0,86

Strop płytowo żebrowy o grubości płyty 120mm zastąpiono dwuprzęsową płaską płytą

Płyta prostokątna, dwupolowa, o wymiatach w linii podparć $1,05 \cdot 8,40 = 8,82\text{m}$,
 $1,05 \cdot 8,16 = 8,57\text{m}$ $1,05 \cdot 8,60 = 9,03\text{m}$

grubość płyty 200mm

Obciążenia jak w poz.1.7 i poz 1.8

Poz .2.3. Strop w poziomie 0,30 (przy ścianie południowej)

Płyta prostokątna, o rozpiętości w linii podparć $1,05 \cdot 6,62 = 6,95\text{m}$, $1,05 \cdot 5,10 = 5,36\text{m}$

grubość płyty 180mm

obciążenia

stałe

| | | | | |
|--------------------|-----------|------|------|------|
| płytki klinkierowe | 0,03*21,0 | 0,63 | 1,20 | 0,76 |
| beton | 0,01*22,0 | 0,22 | 1,30 | 0,29 |
| tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | 1,23 | 1,25 | 1,54 |
| płyta | 0,18*25,0 | 4,50 | 1,10 | 4,95 |
| | | 5,73 | | 6,49 |

zmiennie

| | | | | |
|--|--|------|------|-------|
| | | 3,00 | 1,30 | 3,90 |
| | | 8,73 | 1,19 | 10,39 |

Poz .2.4. Strop w poziomie 0,30 (przy ścianie południowej)

Płyta prostokątna, jednoprzęsłowa o rozpiętości w linii podparć $1,05 \cdot 1,7 = 1,78\text{m}$,

| | | grubość płyty 180mm | | | |
|------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| obciążenia | | | | | |
| stałe | | | | | |
| | płytki klinkierowe | 0,03*21,0 | 0,63 | 1,20 | 0,76 |
| | beton | 0,01*22,0 | 0,22 | 1,30 | 0,29 |
| | tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | | <u>1,23</u> | <u>1,25</u> | <u>1,54</u> |
| | płyta | 0,18*25,0 | 4,50 | 1,10 | 4,95 |
| | | | <u>5,73</u> | | <u>6,49</u> |
| zmienne | | | | | |
| | | | <u>3,00</u> | 1,30 | <u>3,90</u> |
| | | | 8,73 | 1,19 | 10,39 |

Poz .2.5. Strop w poziomie 0,60 (przy klatce schodowej)

Płyta prostokątna, o rozpiętości w linii podparć $1,05 \cdot 4,47 = 4,70\text{m}$, $1,05 \cdot 2,80 = 2,94\text{m}$

| | | grubość płyty 180mm | | | |
|------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| obciążenia | | | | | |
| stałe | | | | | |
| | płytki klinkierowe | 0,03*21,0 | 0,63 | 1,20 | 0,76 |
| | beton | 0,01*22,0 | 0,22 | 1,30 | 0,29 |
| | tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | | <u>1,23</u> | <u>1,25</u> | <u>1,54</u> |
| | płyta | 0,18*25,0 | 4,50 | 1,10 | 4,95 |
| | | | <u>5,73</u> | | <u>6,49</u> |
| zmienne | | | | | |
| | | | <u>3,00</u> | 1,30 | <u>3,90</u> |
| | | | 8,73 | 1,19 | 10,39 |

Poz .2.8. Strop w poziomie 0,60 (przy ścianie południowej)

Płyta prostokątna, o rozpiętości w linii podparć $1,05 \cdot 4,70 = 4,94\text{m}$, $1,05 \cdot 7,60 = 7,98\text{m}$

| | | grubość płyty 180mm | | | |
|------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| obciążenia | | | | | |
| stałe | | | | | |
| | płytki klinkierowe | 0,03*21,0 | 0,63 | 1,20 | 0,76 |
| | beton | 0,01*22,0 | 0,22 | 1,30 | 0,29 |
| | tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | | <u>1,23</u> | <u>1,25</u> | <u>1,54</u> |
| | płyta | 0,18*25,0 | 4,50 | 1,10 | 4,95 |
| | | | <u>5,73</u> | | <u>6,49</u> |

| | | | | | |
|------------|--------------------|-----------|--------------|-------------|--------------|
| obciążenia | | | | | |
| stałe | | | | | |
| | bruk z otoczków | 0,12*25,0 | 3,00 | 1,20 | 3,60 |
| | piasek stabilizow. | 0,05*22,0 | 1,10 | 1,30 | 1,43 |
| | 2xpapa | | 0,10 | 1,20 | 0,10 |
| | beton | 0,10*25,0 | 2,50 | 1,30 | 3,25 |
| | keramzyt | 0,30*11,0 | 3,30 | 1,30 | 4,29 |
| | styropian | 0,05*0,45 | 0,02 | 1,20 | 0,03 |
| | tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | | <u>10,40</u> | <u>1,27</u> | <u>13,19</u> |
| | plyta | 0,15*25,0 | 3,75 | 1,10 | 4,13 |
| | | | <u>14,15</u> | | <u>17,32</u> |
| zmienne | | | <u>3,00</u> | 1,30 | <u>3,90</u> |
| | | | 17,15 | 1,24 | 21,22 |

Poz .2.14. Strop pod traktem komunikacyjnym północ południe

Płyta prostokątna, o rozpiętości w linii podparć 1,05*3,90=4,10m, 1,05*3,53=3,71m

grubość płyty 150mm

| | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| obciążenia | | | | | |
| stałe | | | | | |
| | Bale dębowe | 0,06*7,0 | 0,42 | 1,20 | 0,50 |
| | Legary | 0,12*0,25*6,0 | 0,18 | 1,30 | 0,23 |
| | 2xpapa | | 0,10 | 1,20 | 0,10 |
| | beton | 0,15*24,0*0,625 | 2,25 | 1,30 | 2,93 |
| | styropian | 0,05*0,45 | 0,02 | 1,20 | 0,03 |
| | tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | | <u>3,35</u> | <u>1,28</u> | <u>4,28</u> |
| | plyta | 0,15*25,0 | 3,75 | 1,10 | 4,13 |
| | | | <u>7,10</u> | | <u>8,41</u> |
| zmienne | | | <u>3,00</u> | 1,30 | <u>3,90</u> |
| | | | 10,10 | 1,22 | 12,31 |

poz.2.15 i poz 2.16 Płyty stropowe w narożniku oludniowo wschodnim w poziomie 0.20m

Zaprojektowano jako płyty jednopółowe o rozpiętościach 1,05*7,13=7,49, 1,05*4,15=4,36m

grubość płyty 200mm

| | | | | | |
|------------|--------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| obciążenia | | | | | |
| stałe | | | | | |
| | płytki klinkierowe | 0,03*21,0 | 0,63 | 1,20 | 0,76 |
| | beton | 0,04*22,0 | 0,88 | 1,30 | 1,14 |
| | styropian | 0,02*0,45 | 0,01 | 1,20 | 0,01 |
| | tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | | <u>1,90</u> | <u>1,27</u> | <u>2,40</u> |
| | plyta | 0,20*25,0 | 5,00 | 1,10 | 5,50 |
| | | | <u>6,90</u> | | <u>7,90</u> |
| zmienne | | | <u>3,00</u> | 1,30 | <u>3,90</u> |

poz.2.17 Płyty stropowe w narożniku północno wschodnim w poziomie 0.20m

Zaprojektowano jako płyty jednopolewoe rozpiętościach 1,05*5,51=5,78, 1,05*4,15=4,36m

grubość płyty 150mm

obciążenia

stałe

| | | | | |
|--------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| plytki klinkierowe | 0,03*21,0 | 0,63 | 1,20 | 0,76 |
| beton | 0,04*22,0 | 0,88 | 1,30 | 1,14 |
| styropian | 0,02*0,45 | 0,01 | 1,20 | 0,01 |
| tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | <u>1,90</u> | <u>1,27</u> | <u>2,40</u> |
| plyta | 0,15*25,0 | 3,75 | 1,10 | 4,13 |
| | | <u>5,65</u> | | <u>6,53</u> |

zmienne

| | | |
|-------------|------|-------------|
| <u>3,00</u> | 1,30 | <u>3,90</u> |
| 8,65 | 1,21 | 10,43 |

Poz.S1 Schody w części południowej

Nachylenie biegu 28,8 $\cos 28,8 = 0,876$

Obciążenie biegu

stałe

| | | | | |
|------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Płyta | 0,10*25,0/0,876 | 2,85 | 1,10 | 3,14 |
| stopień | 0,5*0,165*24,0 | 1,98 | 1,20 | 2,38 |
| wykładzina | (1+0,165/0,30)*0,015*25,0 | 0,58 | 1,20 | 0,70 |
| tynk | 0,015*19,0/0,876 | 0,33 | 1,30 | 0,42 |
| | | <u>5,74</u> | <u>1,16</u> | <u>6,64</u> |
| zmienne | | <u>4,00</u> | 1,30 | <u>5,20</u> |
| | | 9,74 | 1,22 | 11,84 |

Obciążenie podestu i spocznika

stałe

| | | | | |
|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| plyta | 0,10*25,0 | 2,50 | 1,10 | 2,75 |
| wykładzina | 0,015*25,0 | 0,38 | 1,20 | 0,45 |
| tynk | 0,015*19,0 | 0,29 | 1,30 | 0,37 |
| | | <u>3,16</u> | <u>1,13</u> | <u>3,57</u> |
| zmienne | | <u>4,00</u> | 1,30 | <u>5,20</u> |
| | | 7,16 | 7,16 | 8,77 |

Poz.S1 Schody w części południowej

Nachylenie biegu 28,8 $\cos 28,8 = 0,876$

Obciążenie biegu

stałe

| | | | | |
|------------|---------------------------|-------------|------|-------------|
| Płyta | 0,10*25,0/0,876 | 2,85 | 1,10 | 3,14 |
| stopień | 0,5*0,165*24,0 | 1,98 | 1,20 | 2,38 |
| wykładzina | (1+0,165/0,30)*0,015*25,0 | 0,58 | 1,20 | 0,70 |
| tynk | 0,015*19,0/0,876 | 0,33 | 1,30 | 0,42 |
| | | <u>5,74</u> | | <u>6,64</u> |
| zmienne | | <u>4,00</u> | 1,30 | <u>5,20</u> |
| | | 9,74 | 1,22 | 11,84 |

Obciążenie podestu i spocznika

| | | | | | |
|---------|------------|------------|-------------|------|-------------|
| stałe | | | | | |
| | plyta | 0,10*25,0 | 2,50 | 1,10 | 2,75 |
| | wykładzina | 0,015*25,0 | 0,38 | 1,20 | 0,45 |
| | tynk | 0,015*19,0 | 0,29 | 1,30 | 0,37 |
| | | | <u>3,16</u> | | <u>3,57</u> |
| zmienne | | | <u>4,00</u> | 1,30 | <u>5,20</u> |
| | | | 7,16 | 7,16 | 8,77 |

Poz.W.S.2. Schody przy wieży

Nachylenie biegu 29,5 $\cos 29,5 = 0,870$
 szerokość biegu $1,05 * 1,25 = 1,31m$

Obciążenie biegu

| | | | | | |
|---------|------------|------------------|-------------|------|-------------|
| stałe | | | | | |
| | Płyta | 0,10*25,0/0,870 | 2,87 | 1,10 | 3,16 |
| | stopień | 0,5*0,170*24,0 | 2,04 | 1,20 | 2,45 |
| | wykładzina | | 0,10 | 1,20 | 0,12 |
| | tynk | 0,015*19,0/0,870 | 0,33 | 1,30 | 0,43 |
| | | | <u>5,34</u> | 1,15 | <u>6,15</u> |
| zmienne | | | <u>4,00</u> | 1,30 | <u>5,20</u> |
| | | | 9,34 | 1,22 | 11,35 |

Obciążenie podestu i spocznika

| | | | | | |
|---------|------------|------------|-------------|------|-------------|
| stałe | | | | | |
| | plyta | 0,10*25,0 | 2,50 | 1,10 | 2,75 |
| | wykładzina | | 0,10 | 1,20 | 0,12 |
| | tynk | 0,015*19,0 | 0,29 | 1,30 | 0,37 |
| | | | <u>2,89</u> | | <u>3,24</u> |
| zmienne | | | <u>4,00</u> | 1,30 | <u>5,20</u> |
| | | | 6,89 | 6,89 | 8,44 |

Poz. W.1.1.1. Strop w wieży w poziomie 8,70m.

Płyta wielokątna,

grubość płyty 180mm

obciążenia

| | | | | | |
|---------|--------------------|-----------|-------------|------|-------------|
| stałe | | | | | |
| | płytki klinkierowe | 0,03*21,0 | 0,63 | 1,20 | 0,76 |
| | beton | 0,10*24,0 | 2,40 | 1,30 | 3,12 |
| | stryropian | 0,05*0,45 | 0,02 | 1,20 | 0,03 |
| | tynk | 0,02*19,0 | 0,38 | 1,30 | 0,49 |
| | | | <u>3,43</u> | 1,28 | <u>4,40</u> |
| | plyta | 0,18*25,0 | 4,50 | 1,10 | 4,95 |
| | | | <u>7,93</u> | | <u>9,35</u> |
| zmienne | | | <u>3,00</u> | 1,30 | <u>3,90</u> |
| | | | 10,93 | 1,21 | 13,25 |

Obciążenie schodów

| | | | | | |
|---------|--|---------------|--------------|------|--------------|
| stałe | | | | | |
| | | 0,5*2,40*5,35 | 6,42 | 1,15 | 7,38 |
| zmienne | | | <u>4,80</u> | 1,30 | <u>6,24</u> |
| | | 0,5*2,40*4,00 | 4,80 | 1,21 | 6,24 |
| | | | <u>11,22</u> | 1,21 | <u>13,62</u> |

Poz. W.1.2.1. Strop w wieży w poziomie 4.48m.

| | | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------|------|-------------|
| Płyta wielokątna, | grubość płyty 180mm | | | |
| obciążenia | | | | |
| stałe | | | | |
| wykładzina kauczukowa | | 0,10 | 1,20 | 0,12 |
| beton | 0,015*24,0 | 0,36 | 1,30 | 0,47 |
| | | <u>0,46</u> | 1,28 | <u>0,59</u> |
| płyta | 0,18*25,0 | 4,50 | 1,10 | 4,95 |
| | | 4,96 | | 5,54 |
| zmienne | | <u>3,00</u> | 1,30 | <u>3,90</u> |
| | | 7,96 | 1,19 | 9,44 |

Poz. W.1.3.1. strop nad korytarzem od strony zachodniej, w poz.+2,76m

Płyta jednokierunkowa o rozpiętości 1,05*1,25m=1,31m

grubość płyty 180mm.

Poz. W.1.4.1. Strop w wieży w poziomie 0,38m.

Płyta wielokątna, z otworem

grubość płyty 180mm

Obciążenia

jak w poz. W.1.2.1

Poz W.1.5.1. Płyta fundamentu pod wewnętrzną konstrukcję wieży.

Płyta pierścieniowa

grubość płyty 500mm

Poz m 1 Most wejściowy

Obciążenia

stałe

pomost z bali 0,06*7,0

0,42 1,20 0,50

zmienne

obciążenie tłumem

2,50 1,30 3,25

Współczynnik dynamiczny pomijamy

Obciążenie na belkę pomostową

stałe 1,30*0,42

0,55 1,20 0,66

zmienne 1,30*2,50

3,25 1,30 4,23

3,80 1,29 4,88

Założono belkę jednoprzęsłową

Stup

Obciążenia

stałe

STALOWY POMOSTOWY

| | | | | |
|---------------|-----------------------|-------|------|-------|
| pomost | 0,42*4,0*1,40 | 2,35 | 1,20 | 2,82 |
| belka | 4,0*0,20*0,25*7,0*1,5 | 2,10 | 1,20 | 2,52 |
| poprzecznicza | 1,40*0,22*0,25* | 0,08 | 1,20 | 0,09 |
| | | 4,53 | 1,20 | 5,43 |
| zmienne | 2,50*4,0*1,4 | 14,00 | 1,30 | 18,20 |
| stupa | 0,0380*4,0*7,0 | 1,06 | 1,20 | 1,28 |
| | | 19,59 | 1,27 | 24,91 |

Napężenie pod stopą stupa 0,655MPa

Stupa osadzić na głębokość min 1,20m

SCHEMATY STATYCZNE I GŁÓWNE WYNIKI OBLICZEŃ

Poz. 1.1

zadanie nowe. pret nr 1. przekrój: $x_a=1,39$ m, $x_b=1,39$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=15,0, \quad b=100,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$$f_{ck}=25,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 25,0/1,50=16,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1500 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=28125 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=1250000 \text{ cm}^4$$

STAL: A-III (34GS)

$$f_{yk}=410 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=350 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+350/200000)$$

$$=0,667,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=5,50 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 5,50/1500=0,37 \%,$$

$$J_{sx}=111 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=5398 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: nowe. pret nr 1. przekrój: $x_a=1,39$ m, $x_b=1,39$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = -9,9 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,0 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = 0,0 \text{ kN}, \quad V_x = 0,0 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = 0,0 \text{ kN} = N_{sd},$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie nowe. pret nr 1. przekrój: $x_a=1,39$ m, $x_b=1,39$ m)

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sd,x}^2 + M_{sd,y}^2)} = \sqrt{(-9,9^2 + 0,0^2)} = 9,9 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=350 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=10,00$ ‰):

$$A_{s1}=2,45 \text{ cm}^2 \Rightarrow (4 \times 10 = 3,14 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,45 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 2,45/1500=0,16 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=15,0, \quad d=12,0, \quad x=1,2 (\xi=0,097),$$

$$a_1=3,0, \quad a_c=0,4, \quad z_c=11,6, \quad A_{cc}=116 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,07 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

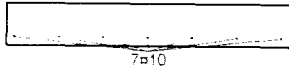
Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-85,8, \quad F_{s1}=85,8,$$

$$M_c=6,1, \quad M_{s1}=3,9,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c+F_{s1}=-85,8+(85,8)=-0,0 \text{ kN} (N_{sd}=0,0 \text{ kN})$$



$$M_c + M_{s1} = 6,1 + (3,9) = 9,9 \text{ kNm} \quad (M_{Sd} = 9,9 \text{ kNm})$$

Zarysowanie

zadanie nowe, pręt nr 1.

Położenie przekroju:

$$x = 1,385 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = 8,1 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,0 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 100,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 15,0 - 3,0 = 12,0 \text{ cm}$$

$$A_c = 1500 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 3750 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 750 / 320 = 2,44 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 5,50 > 2,44 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 3750 \times 10^{-3} = 9,8 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 8,1 < 9,8 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 3750 \times 10^{-3} = 9,8 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 8,1 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 8,1 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 7,8 \text{ cm}$ $I_I = 30137 \text{ cm}^4$

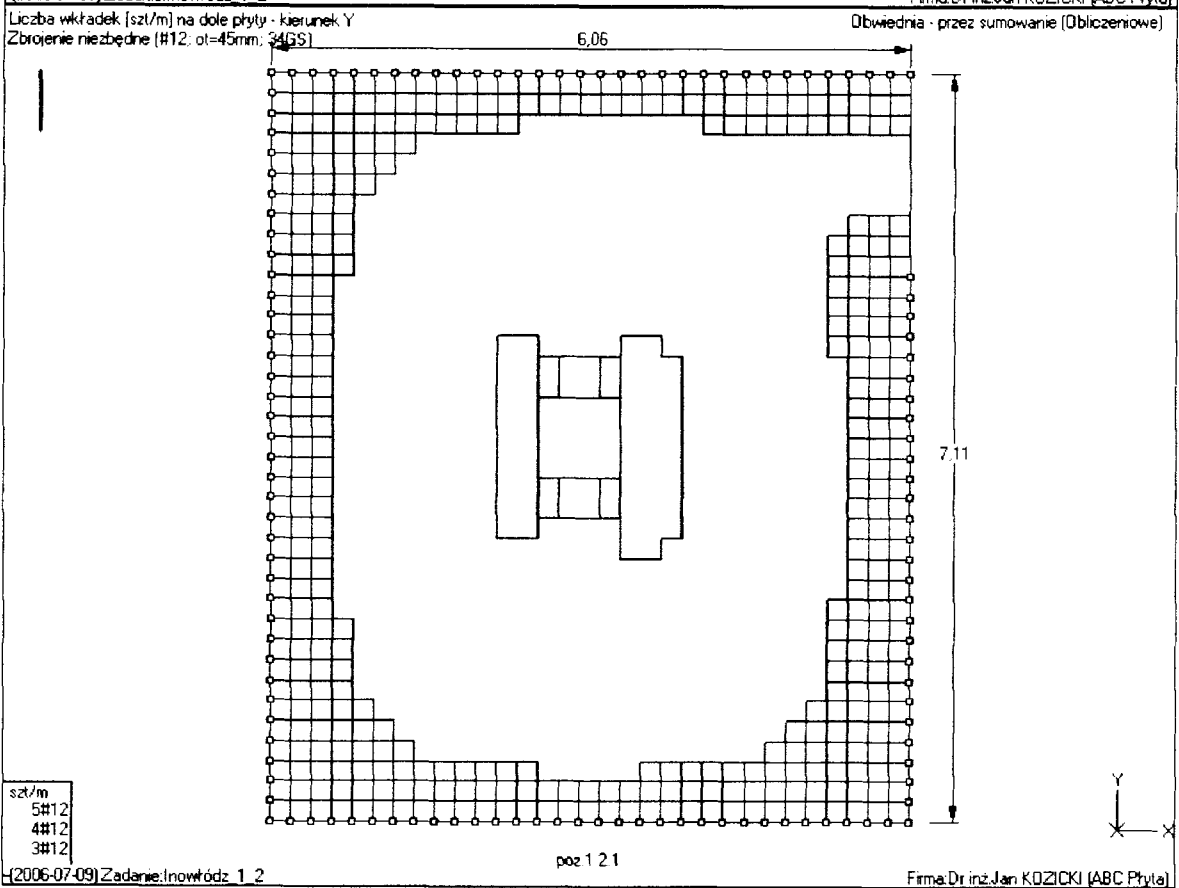
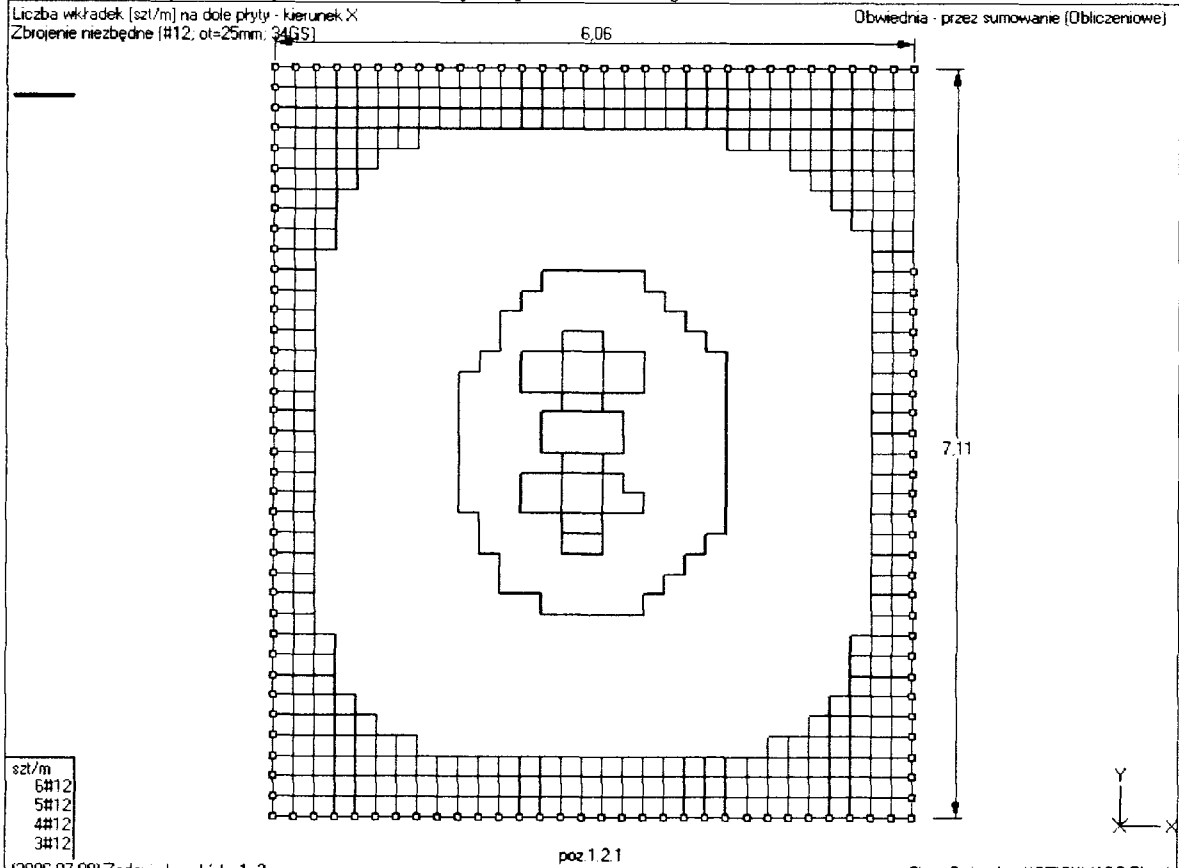
$$B = E_{c,eff} I_I = 10333 \times 30137 \times 10^{-5} = 3114 \text{ kNm}^2$$

Ugięcia w punkcie o współrzędnej $x = 1,385 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty, d} = 2,1 \text{ mm}$$

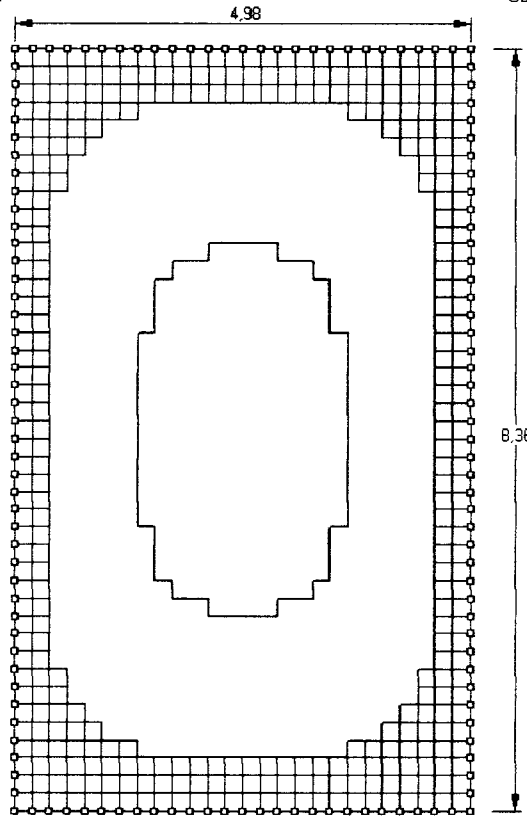
$$a = 2,1 < 13,9 = a_{lim}$$

Poz.1.2.1 Płyta stropodachu w części południowej



Poz.1.4. Stropodach w części południowej.

Liczba wkładek [szt/m] na dole płyty - kierunek X
Zbrojenie niezbędne (#12; ot=25mm; 34GS)



Obwódca - przez sumowanie (Obliczeniowe)

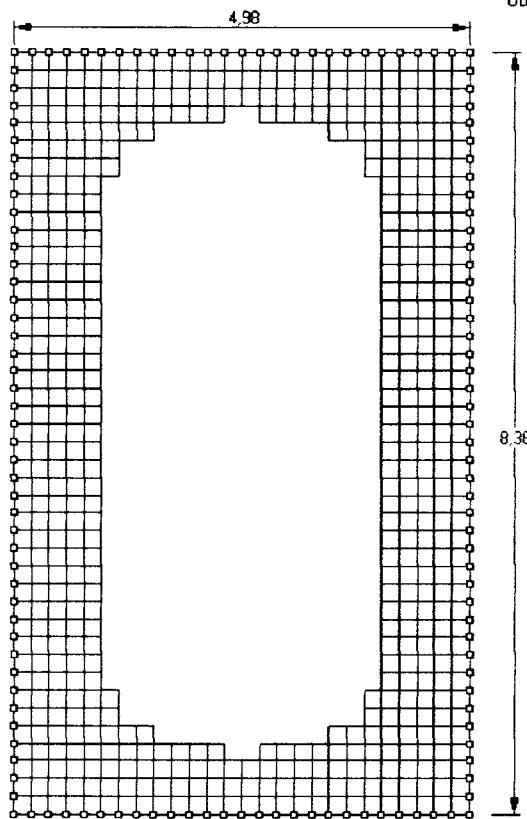
szt/m
4#12
3#12

poz 1.4

(2006-07-09) Zadanie: Inowódz poz 1.4

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Liczba wkładek [szt/m] na dole płyty - kierunek Y
Zbrojenie niezbędne (#12; ot=35mm; 34GS)



Obwódca - przez sumowanie (Obliczeniowe)

szt/m
3#12

poz 1.4

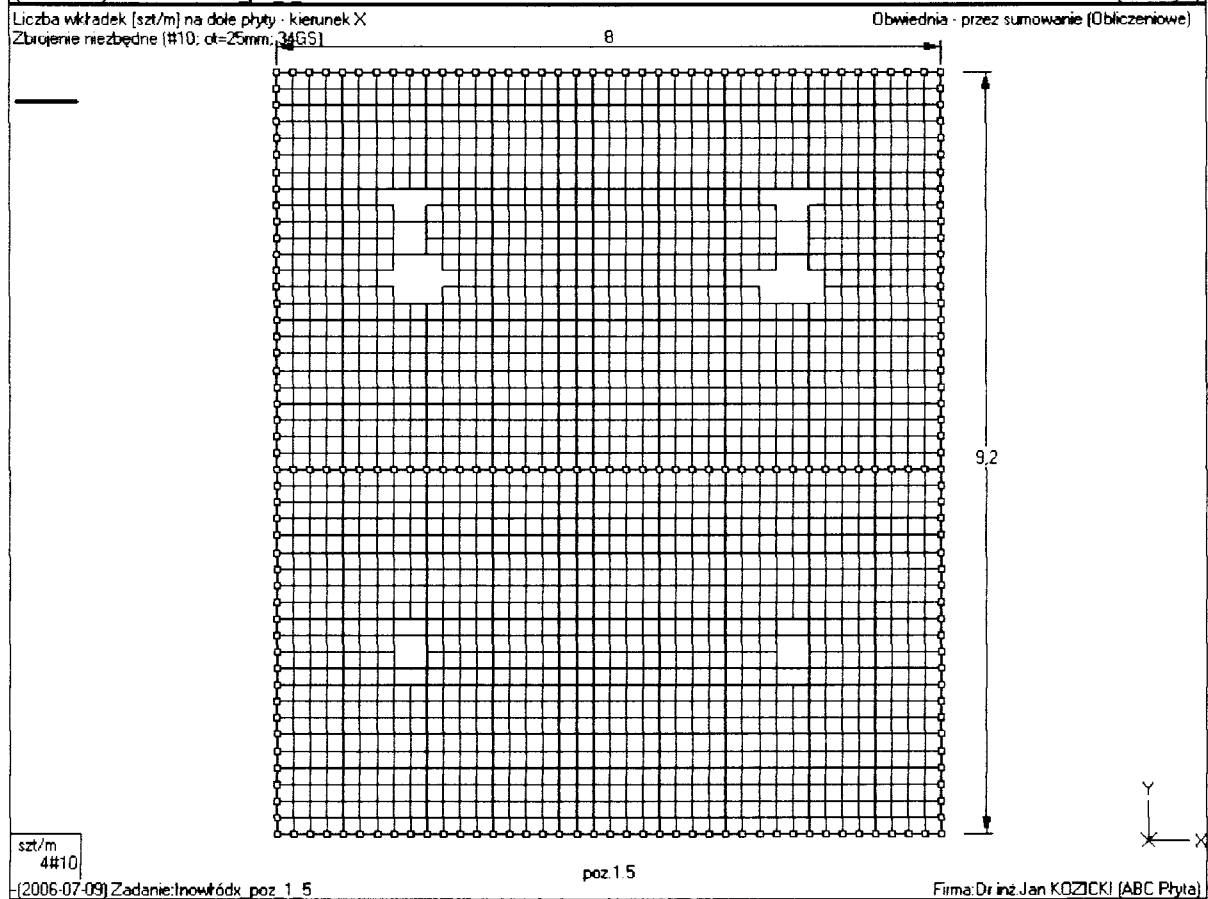
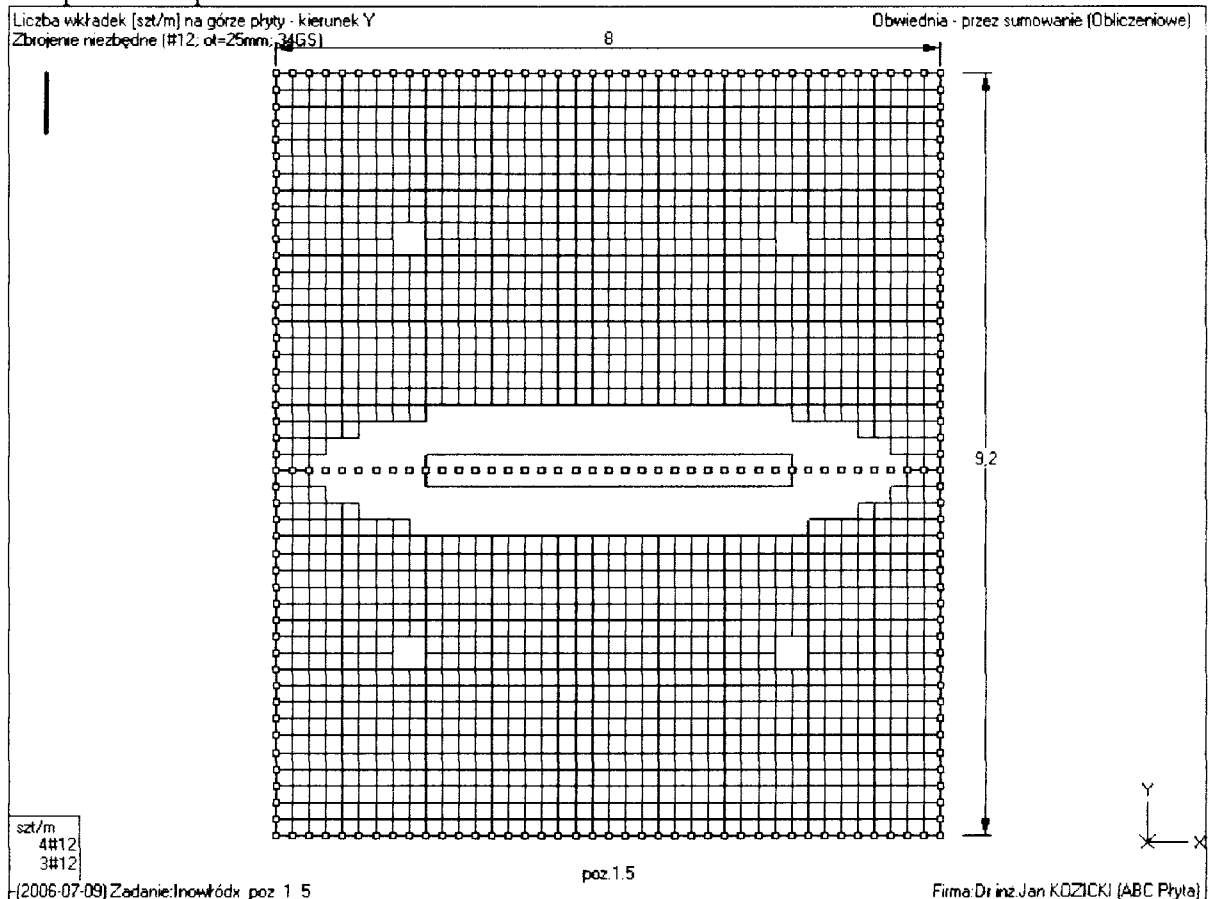
(2006-07-09) Zadanie: Inowódz poz 1.4

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Przyjęto w obu kierunkach $\Phi 10$ co 150mm

Poz.1.5 i poz1.6.

Stropodach w południowo wschodnim narożniku.



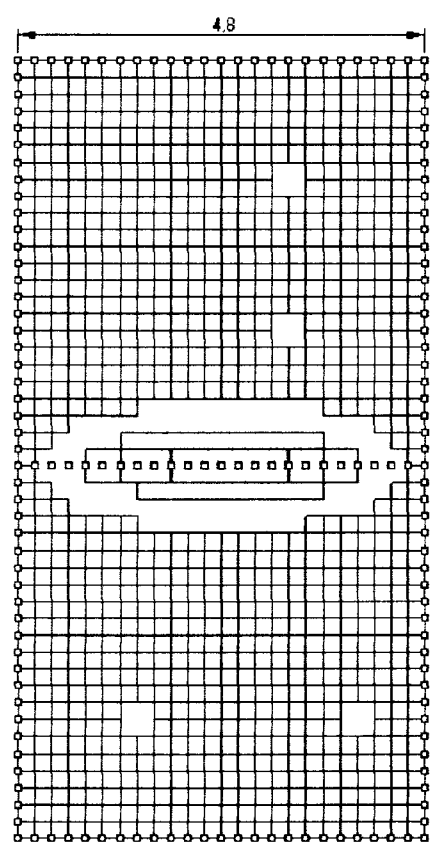
STANISŁAWO BOWIAŁOWSKI
Wydział Inżynierii i Techniki
90-100 Wrocław, ul. Świdnicka 17
tel. 71 374 12 22, 71 374 12 23

Poz.1.7 i poz1.8, Stropodach w części wschodniej.

Liczba wkładek [szt/m] na górze płyty - kierunek Y
Zbrojenie niezbędne (#10; ot=25mm; 34GS)

Obwódca - przez sumowanie (Obliczeniowe)

1



4.8
9.2



szt/m
6#10
5#10
4#10
3#10

poz.1.7 i poz.1.8

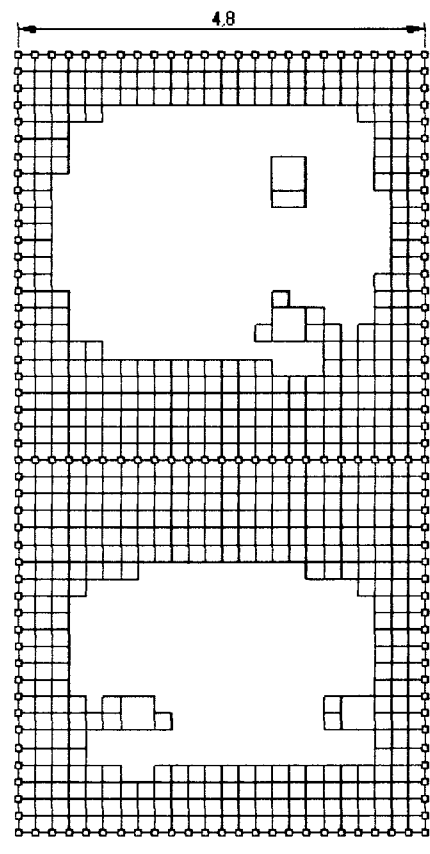
Firma:Dr inż.Jan KOZICKI (ABC Płyta)

(2006-07-09) Zadanie:Inowłodz_poz_1_7_poz_1_8

Liczba wkładek [szt/m] na dole płyty - kierunek X
Zbrojenie niezbędne (#10; ot=25mm; 34GS)

Obwódca - przez sumowanie (Obliczeniowe)

2



4.8
9.2



szt/m
4#10
3#10

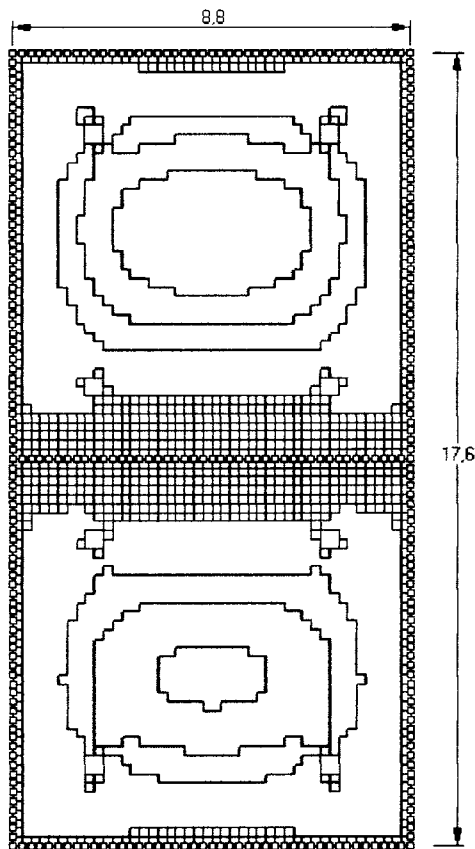
poz.1.7 i poz.1.8

Firma:Dr inż.Jan KOZICKI (ABC Płyta)

(2006-07-09) Zadanie:Inowłodz_poz_1_7_poz_1_8

Liczba wkładek [szt/m] na dole płyty - kierunek X
Zbrojenie niezbędne (#12; ot=25mm, 34GS)

Obwódca - przez sumowanie (Obliczeniowe)



| szt/m |
|-------|
| 6#12 |
| 5#12 |
| 4#12 |
| 3#12 |

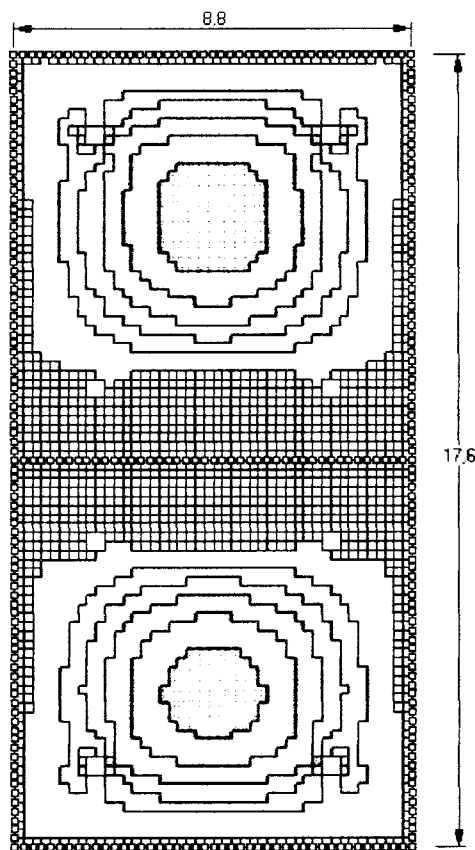
Poz 2.1

(2006-07-09) Zadanie: Inowrocław, poz. 2.1

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Liczba wkładek [szt/m] na dole płyty - kierunek Y
Zbrojenie niezbędne (#12; ot=45mm, 34GS)

Obwódca - przez sumowanie (Obliczeniowe)



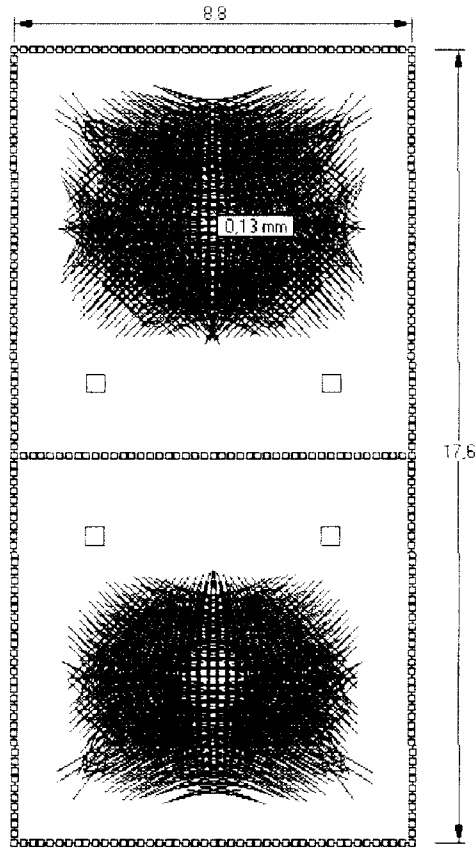
| szt/m |
|-------|
| 8#12 |
| 7#12 |
| 6#12 |
| 5#12 |
| 4#12 |
| 3#12 |

Poz 2.1

(2006-07-09) Zadanie: Inowrocław, poz. 2.1

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Zarysowanie na dole płyty



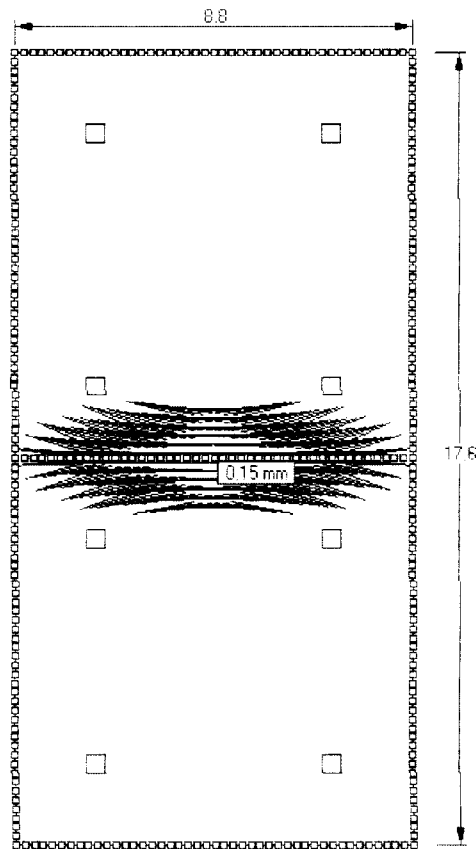
Poz 21 rysy

(2006-07-09) Zadanie: inowódz_poz_2_1

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Zarysowanie na górze płyty

Wariant 5/1 (Dodatkowy)

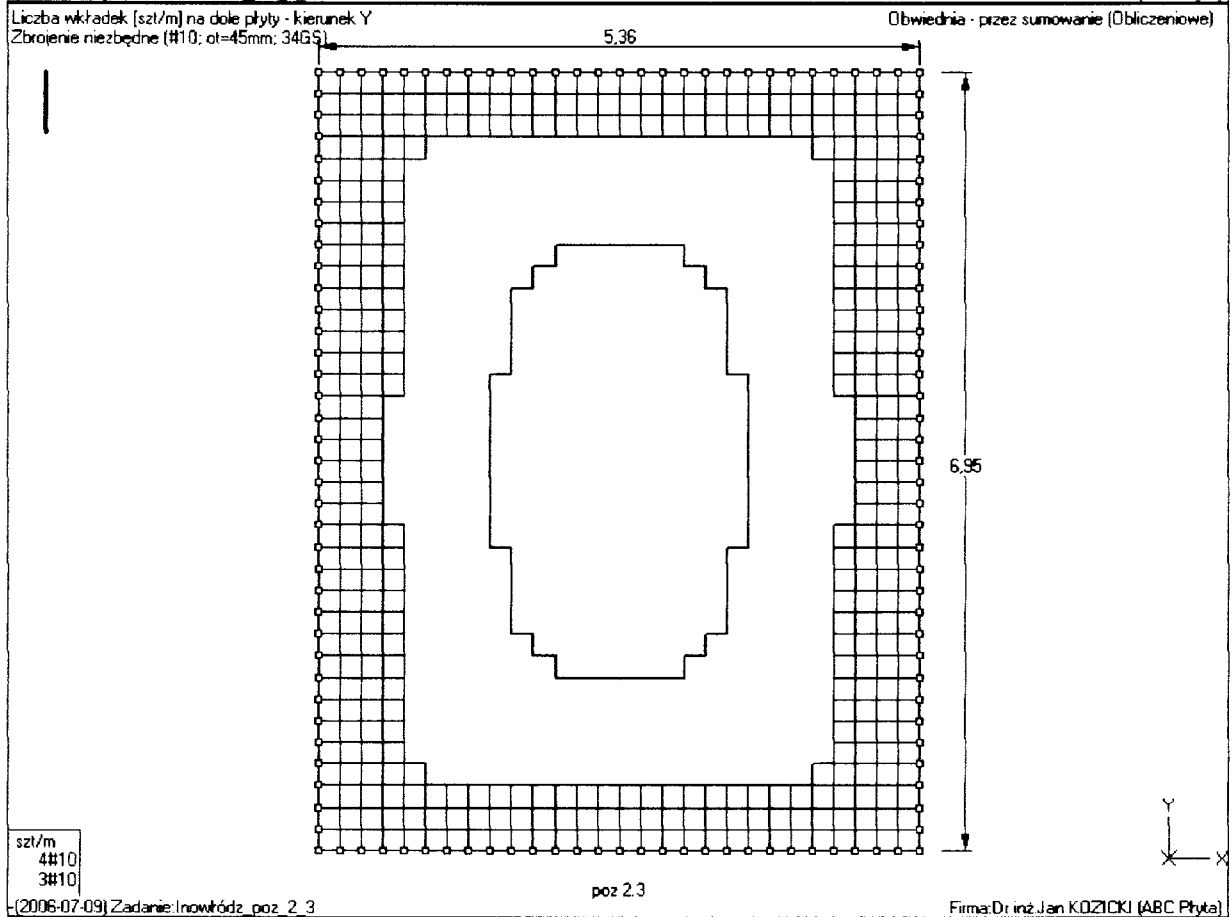
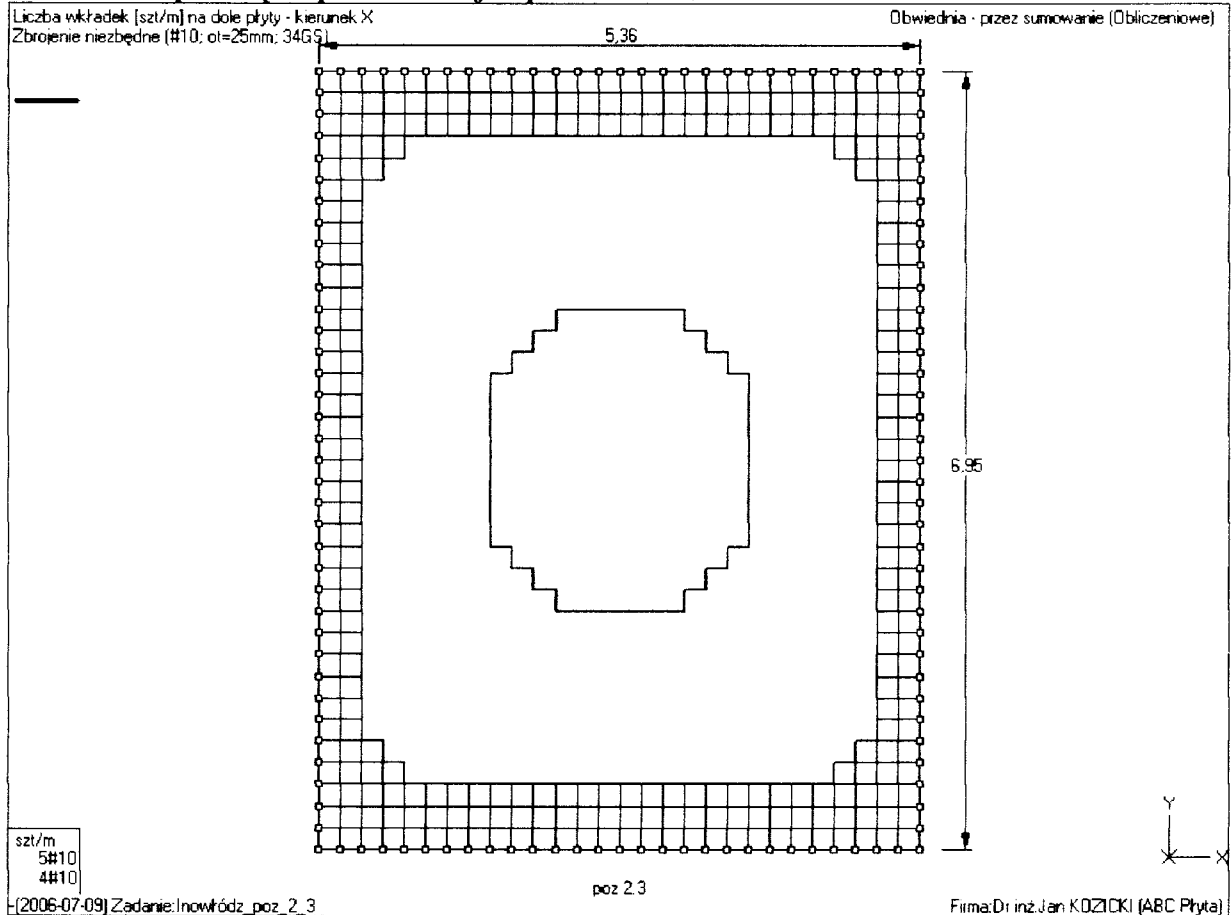


Poz 21 rysy

(2006-07-09) Zadanie: inowódz_poz_2_1

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Poz.2.3.Strop w części południowej w poziomie +0,60



Przyjęto zbrojenie dołem w obu kierunkach $\Phi 10$ co 150mm (w strefie max momentów)

Poz 2.4. Strop w poziomie +0,30, przy ścianie południowej

Cechy przekroju:

zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,89$ m, $x_b=0,89$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=18,0, \quad b=100,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$$f_{ck}=25,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 25,0/1,50=16,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1800 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=48600 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=1500000 \text{ cm}^4$$

STAL: A-III (34GS)

$$f_{yk}=410 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=350 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+350/200000)$$

$$=0,667,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=5,50 \text{ cm}^2, \quad \rho=100(A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 5,50/1800=0,31 \%$$

$$J_{sx}=198 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=5398 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: nowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,89$ m, $x_b=0,89$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

Momenty zginające: $M_x = -6,0 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,0 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = -0,0 \text{ kN}, \quad V_x = 0,0 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N = 0,0 \text{ kN} = N_{sd},$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,89$ m, $x_b=0,89$ m)

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,0 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sd_x}^2 + M_{sd_y}^2)} = \sqrt{(-6,0^2+0,0^2)} = 6,0 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=350 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1}=1,17 \text{ cm}^2 < \min A_{s1}=2,25 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto}$$

$$A_{s1}=2,25 \text{ cm}^2, \Rightarrow (3 \times 10 = 2,36 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=1,17 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 1,17/1800=0,06 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=18,0, \quad d=15,0, \quad x=0,9 \quad (\xi=0,058),$$

$$a_1=3,0, \quad a_c=0,3, \quad z_c=14,7, \quad A_{cc}=88 \text{ cm}^2,$$

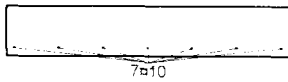
$$\epsilon_c=-0,62 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -40,8, \quad F_{s1} = 40,8,$$

$$M_c = 3,5, \quad M_{s1} = 2,4,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:



$$F_c + F_{s1} = -40,8 + (40,8) = -0,0 \text{ kN} \quad (N_{sd} = 0,0 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 3,5 + (2,4) = 6,0 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 6,0 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój: $x_d = 0,89 \text{ m}$, $x_b = 0,89 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN}$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-6,0^2 + 0,0^2)} = 6,0 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 5,50 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 5,50 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 5,50 / 1800 = 0,31 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 18,0, \quad d = 15,0, \quad \alpha = 3,9 \quad (\xi = 0,258),$$

$$a_1 = 3,0, \quad a_c = 1,3, \quad z_c = 13,7, \quad A_{cc} = 387 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,14 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 0,40 \text{ ‰}$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -43,8, \quad F_{s1} = 43,8$$

$$M_c = 3,4, \quad M_{s1} = 2,6,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 27,5 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} = 3,4 + (2,6) = 6,0 \text{ kNm}$$

Zarysowanie

zadanie nowe, pręt nr 1.

Położenie przekroju:

$$x = 0,890 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{sd} = 5,2 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = -0,0 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 100,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 18,0 - 3,0 = 15,0 \text{ cm}$$

$$A_c = 1800 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 5400 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 900 / 320 = 2,92 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 5,50 > 2,92 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \cdot 5400 \cdot 10^{-3} = 14,0 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 5,2 < 14,0 = M_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie nowe. pret nr i

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 5400 \times 10^{-3} = 14,0 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = 5,2 \text{ kNm}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = 5,2 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_1 = 9,3 \text{ cm}$ $I_1 = 52217 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 10333 \times 52217 \times 10^{-5} = 5396 \text{ kNm}^2$$

Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.

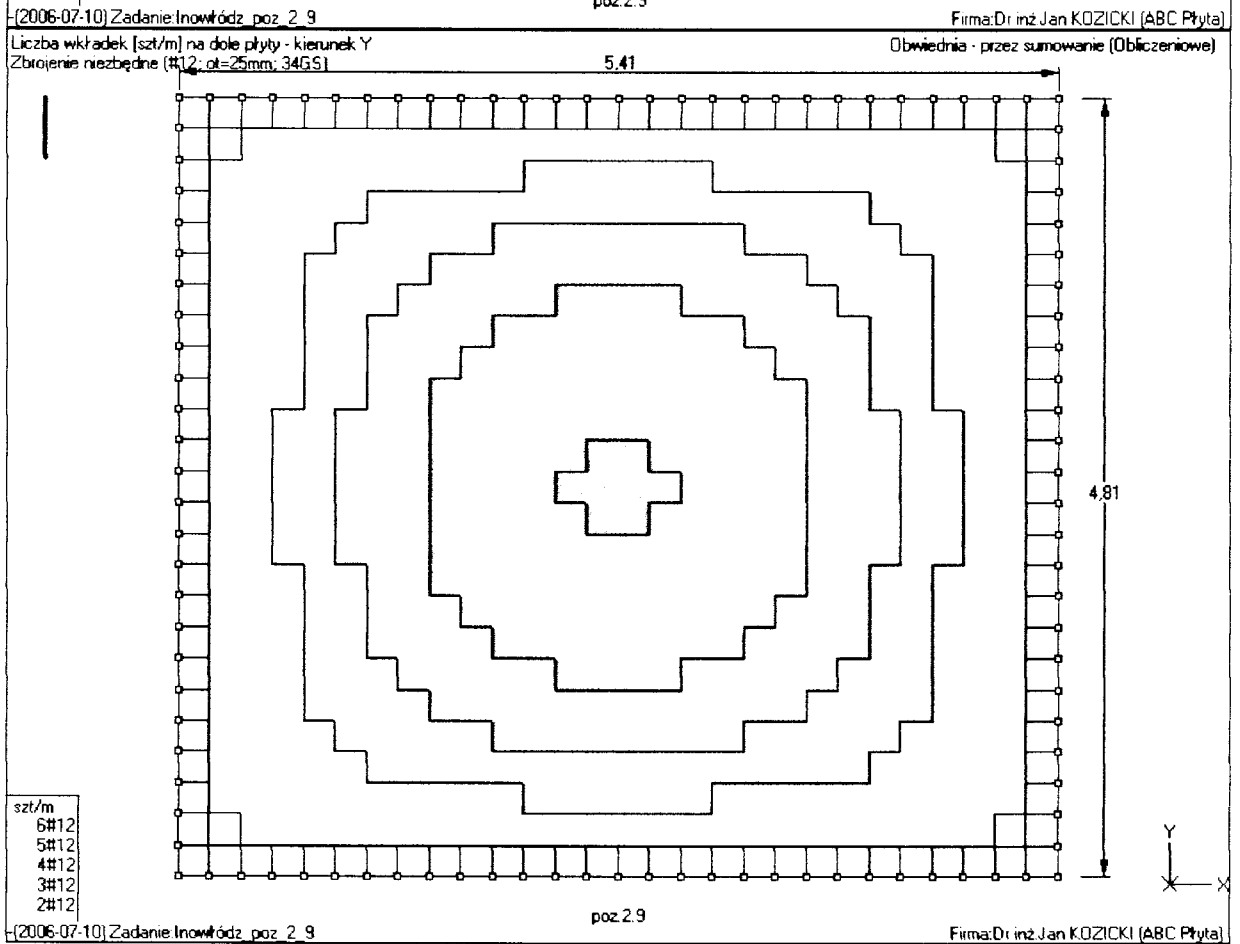
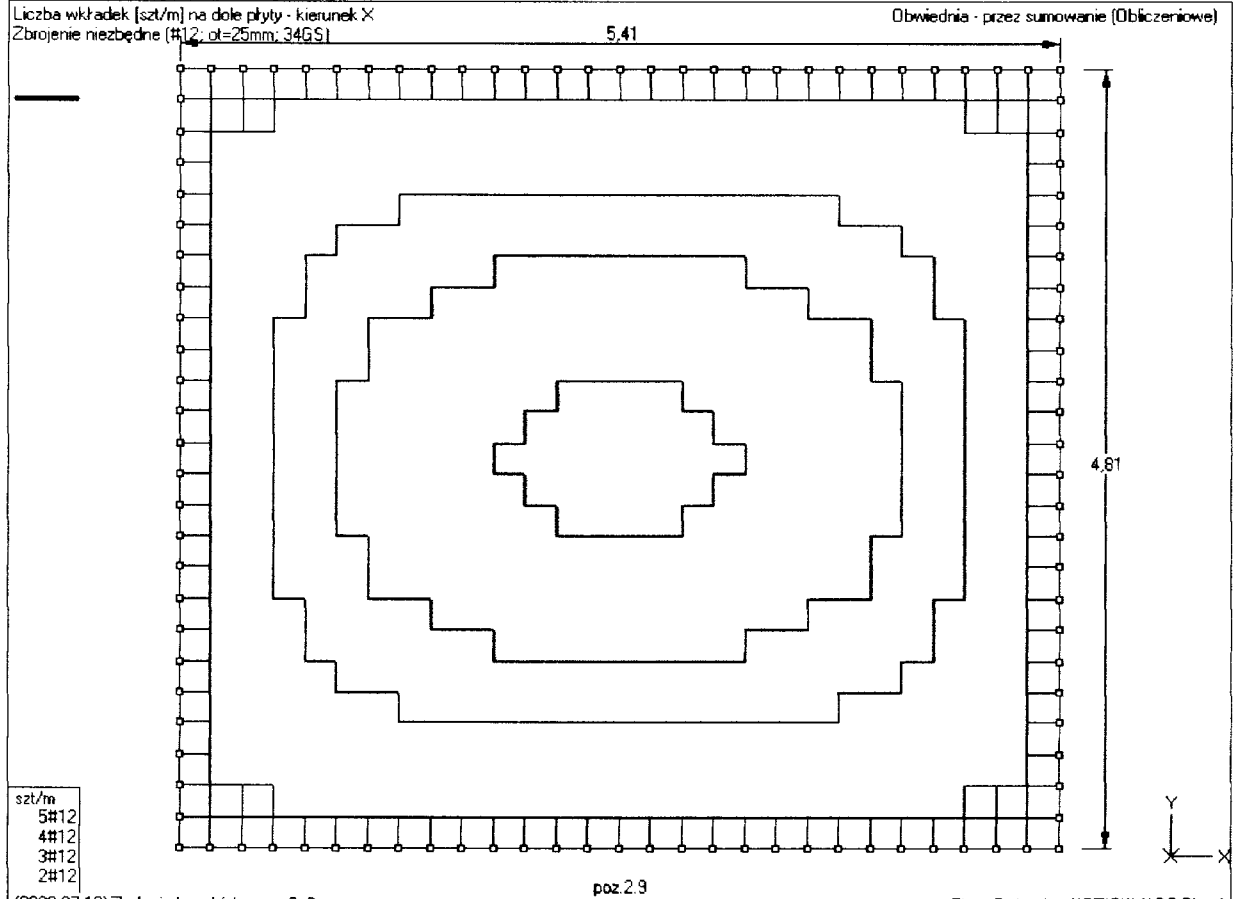
Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,890 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{x,d} = 0,3 \text{ mm}$$

$$a = 0,3 < 8,9 = a_{lim}$$

Poz. 2.9. Płyta pod przejściem.



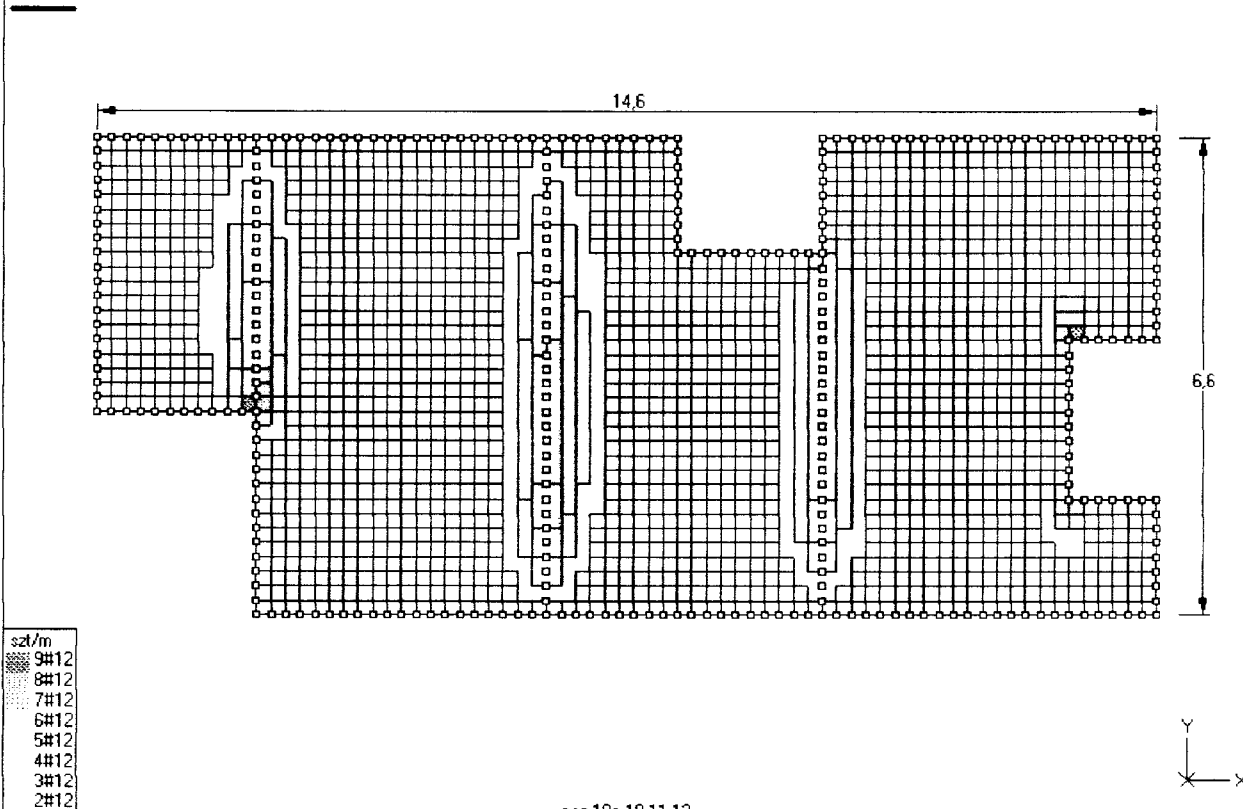
(2006-07-10) Zadanie Innowódz poz 2.9 Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Przyjęto zbrojenie dołem w obu kierunkach $\Phi 12$ co 150mm (w strefie max momentów)

Poz. 110a, 10, 11, 12 Strop pod traktem wschód zachód

Liczba wkładek [szt/m] na górze płyty - kierunek X
Zbrojenie niezbędne (#12; ot=25mm, 34GS)

Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)

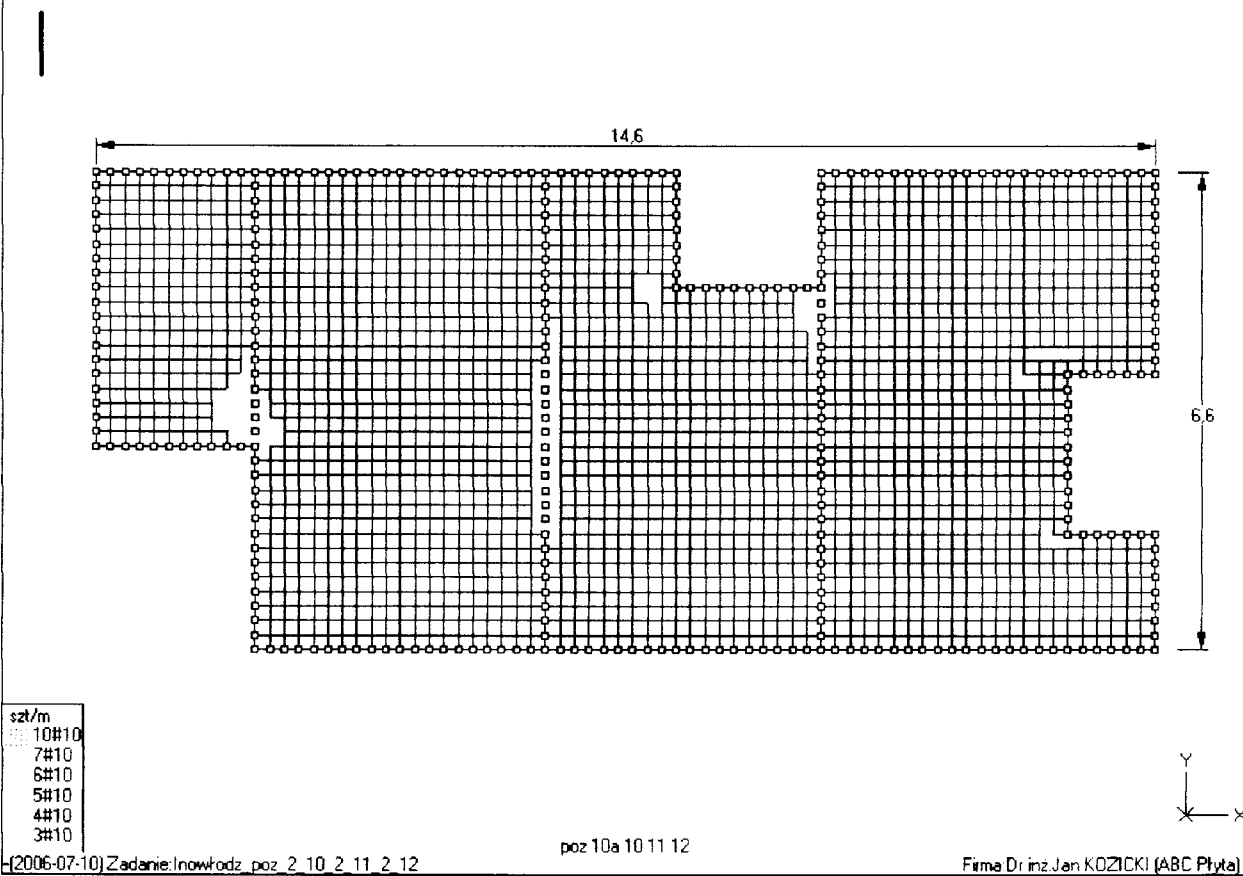


(2006-07-10) Zadanie: Inowłódz_poz_2_10_2_11_2_12

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Liczba wkładek [szt/m] na górze płyty - kierunek Y
Zbrojenie niezbędne (#10; ot=25mm, 34GS)

Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)

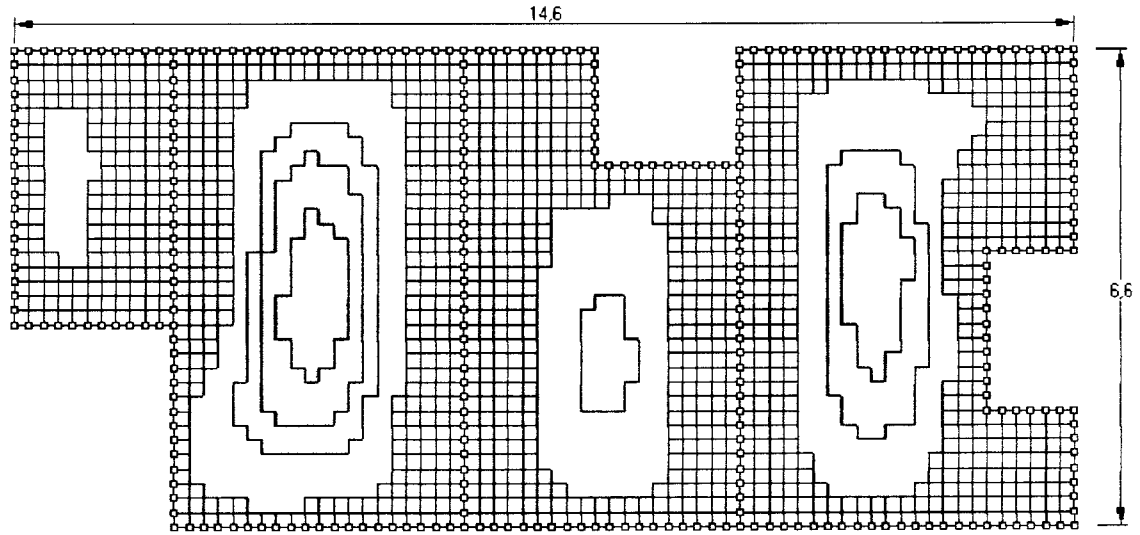


(2006-07-10) Zadanie: Inowłódz_poz_2_10_2_11_2_12

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Liczba wkładek [szt/m] na dole płyty - kierunek X
Zbrojenie niezbędne (#10; ot=25mm, 34GS)

Obwódca - przez sumowanie (Obliczeniowe)



| |
|-------|
| szt/m |
| 6#10 |
| 5#10 |
| 4#10 |
| 3#10 |

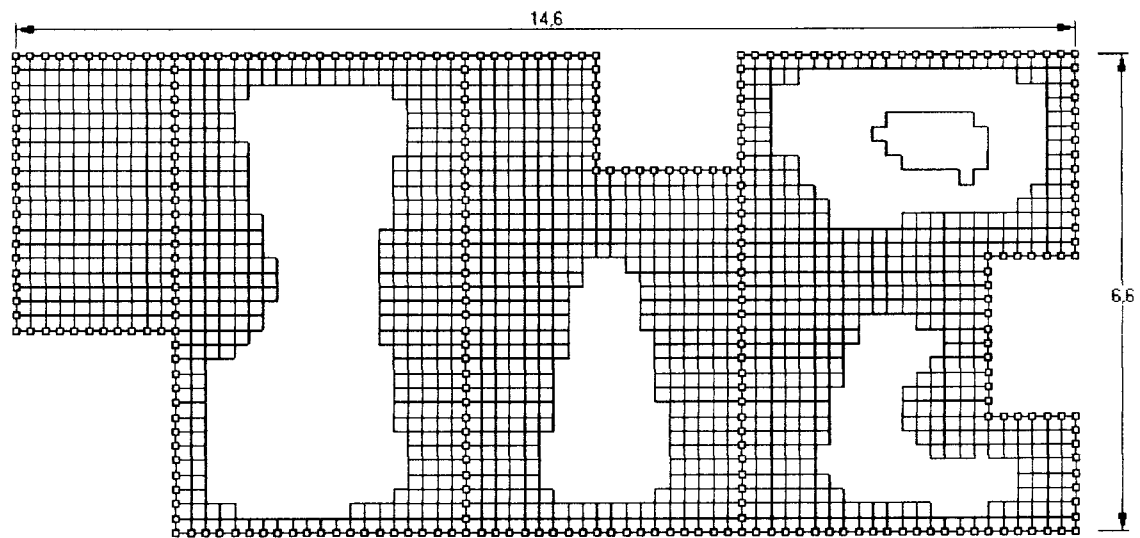
poz 10a 10 11 12

(2006-07-10) Zadanie: Inowłodz_poz_2_10_2_11_2_12

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Liczba wkładek [szt/m] na dole płyty - kierunek Y
Zbrojenie niezbędne (#10; ot=25mm, 34GS)

Obwódca - przez sumowanie (Obliczeniowe)



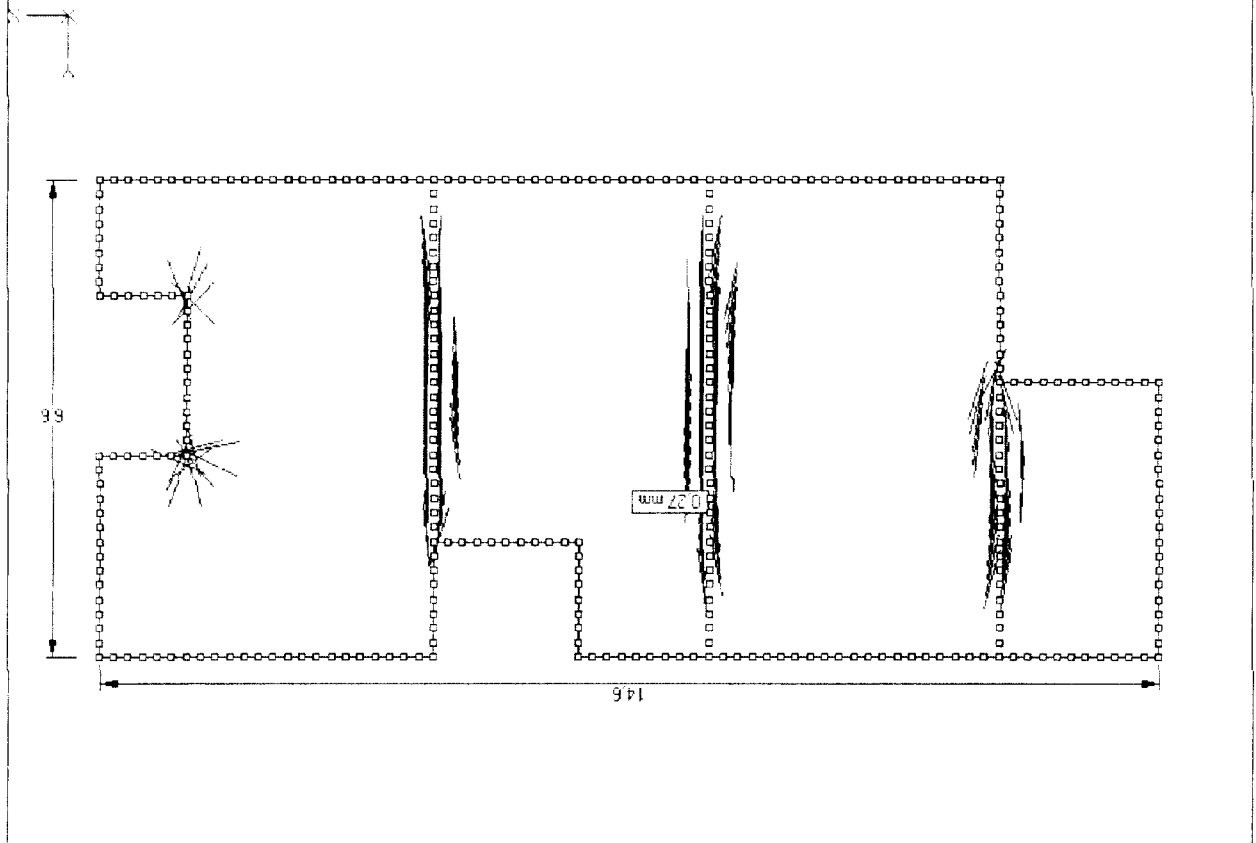
| |
|-------|
| szt/m |
| 4#10 |
| 3#10 |

poz 10a 10 11 12

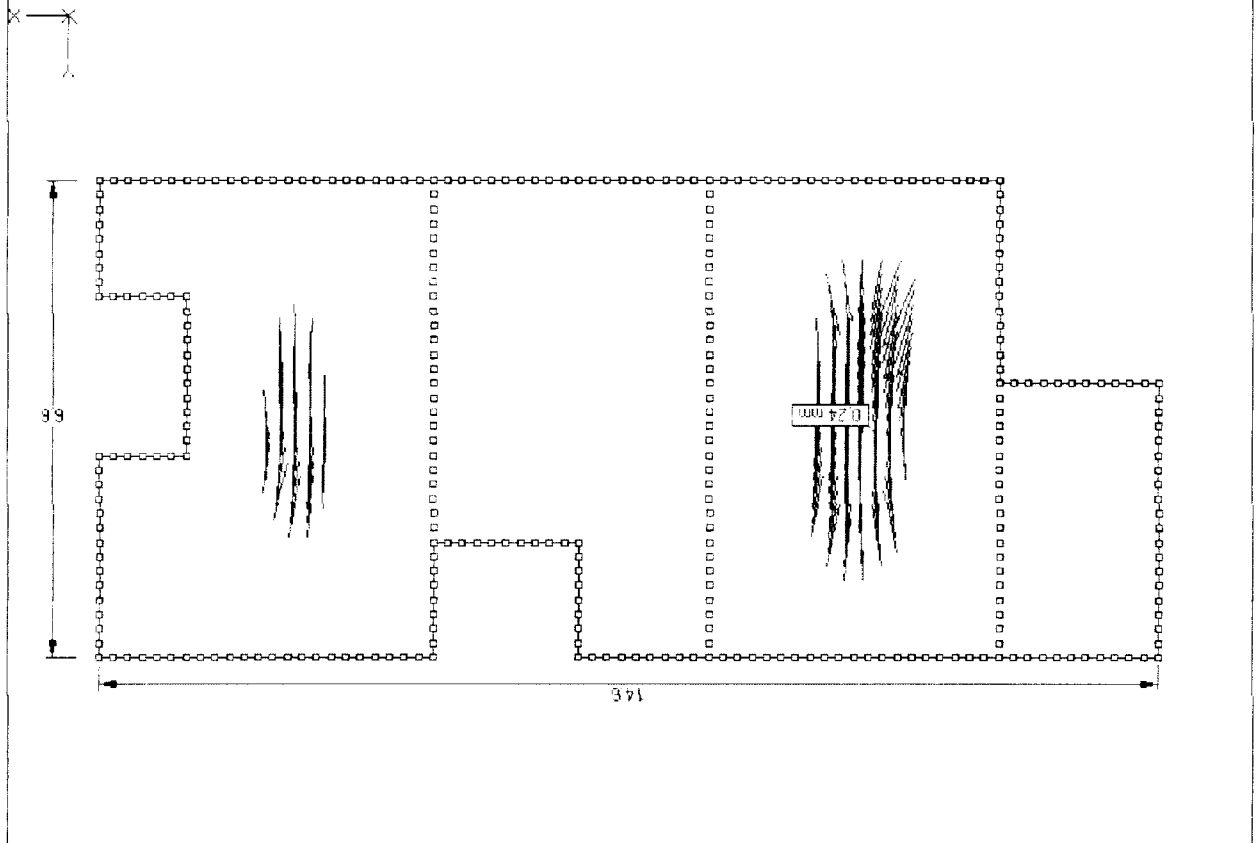
(2006-07-10) Zadanie: Inowłodz_poz_2_10_2_11_2_12

Firma: Dr inż. Jan KOZICKI (ABC Płyta)

Przyjęto zbrojenie dołem w obu kierunkach $\Phi 10$ co 150mm i na górze $\Phi 12$ co 100mm



Zaprosowanie na górze płyty



Zaprosowanie na dole płyty

STACJA WYKONAWCZA
 Wydział Inżynierii i Budownictwa
 ul. Piłsudskiego 71
 47-200 Łódź, tel. 42 63 70 20

Poz. 2.13 Płyta pod traktem wschód zachód

Cechy przekroju:

zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1.42$ m, $x_b=1.42$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$h=15,0$, $b=100,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

$f_{ck} = 25,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 25,0 / 1,50 = 16,7$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 1500$ cm², $J_{cx} = 28125$ cm⁴, $J_{cy} = 1250000$ cm⁴

STAL: A-III (34GS)

$f_{yk} = 410$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 350$ MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000)$

$= 0,667$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 7,92$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 7,92 / 1500 = 0,53$ %,

$J_{sx} = 153$ cm⁴, $J_{sy} = 7740$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: nowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1.42$ m, $x_b=1.42$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

Momenty zginające: $M_x = -21,4$ kNm, $M_y = 0,0$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 0,0$ kN, $V_x = 0,0$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,0$ kN = N_{sd} .

Zbrojenie wymagane:

(zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1.42$ m, $x_b=1.42$ m)

Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd} = 0,0$ kN,

$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx})^2 + (M_{sdy})^2} = \sqrt{(-21,4)^2 + 0,0^2} = 21,4$ kNm

$f_{cd} = 16,7$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00$ ‰):

$A_{s1} = 5,45$ cm² $\Rightarrow (5 \times 12 = 5,65$ cm²),

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 5,45$ cm², $\rho = 100 \times A_s / A_c =$

$100 \times 5,45 / 1500 = 0,36$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h = 15,0$, $d = 11,9$, $x = 1,8$ ($\xi = 0,153$),

$a_1 = 3,1$, $a_c = 0,7$, $z_c = 11,2$, $A_{cc} = 181$ cm²,

$\epsilon_c = -1,80$ ‰, $\epsilon_{s1} = 10,00$ ‰,

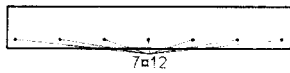
Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -190,9$, $F_{s1} = 190,9$,

$M_c = 13,0$, $M_{s1} = 8,4$,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c + F_{s1} = -190,9 + (190,9) = -0,0$ kN ($N_{sd} = 0,0$ kN)



$$M_c + M_{s1} = 13,0 + (8,4) = 21,4 \text{ kNm} \quad (M_{Sd} = 21,4 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój: $x_d = 1,42 \text{ m}$, $x_s = 1,42 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = 0,0 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-21,4^2 + 0,0^2)} = 21,4 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 7,92 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 7,92 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 7,92 / 1500 = 0,53 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 15,0, \quad d = 11,9, \quad x = 4,1 \quad (\xi = 0,343),$$

$$a_1 = 3,1, \quad a_c = 1,4, \quad z_c = 10,5, \quad A_{cc} = 409 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,67 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1} = 1,29 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -204,3, \quad F_{s1} = 204,3,$$

$$M_c = 12,5, \quad M_{s1} = 9,0,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 30,5 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} = 12,5 + (9,0) = 21,4 \text{ kNm}$$

Zarysowanie

zadanie nowe, pręt nr 1.

Położenie przekroju:

$$x = 1,420 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = 17,3 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,0 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 100,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 15,0 - 3,1 = 11,9 \text{ cm}$$

$$A_c = 1500 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 3750 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 750 / 280 = 2,79 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7,92 > 2,79 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 3750 \times 10^{-3} = 9,8 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 17,3 > 9,8 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostokątnej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 7,92 / 343 = 0,02305$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \cdot 0,8 \cdot 0,50 \cdot 12 / 0,02305 = 102,05$$

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] =$$

$$= 211,3 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,8 / 17,3)^2] = 0,00089$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 102,05 \times 0,00089 = 0,15 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,15 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie nowe. pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 3750 \times 10^{-3} = 9,8 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = 17,3 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = 17,3 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$\begin{aligned} x_I &= 7,9 \text{ cm} & I_I &= 30817 \text{ cm}^4 \\ x_{II} &= 4,7 \text{ cm} & I_{II} &= 11404 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{10333 \times 11404}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,8 / 17,3)^2 \times (1 - 11404 / 30817)} \times 10^{-5} = 1310 \text{ kNm}^2 \end{aligned}$$

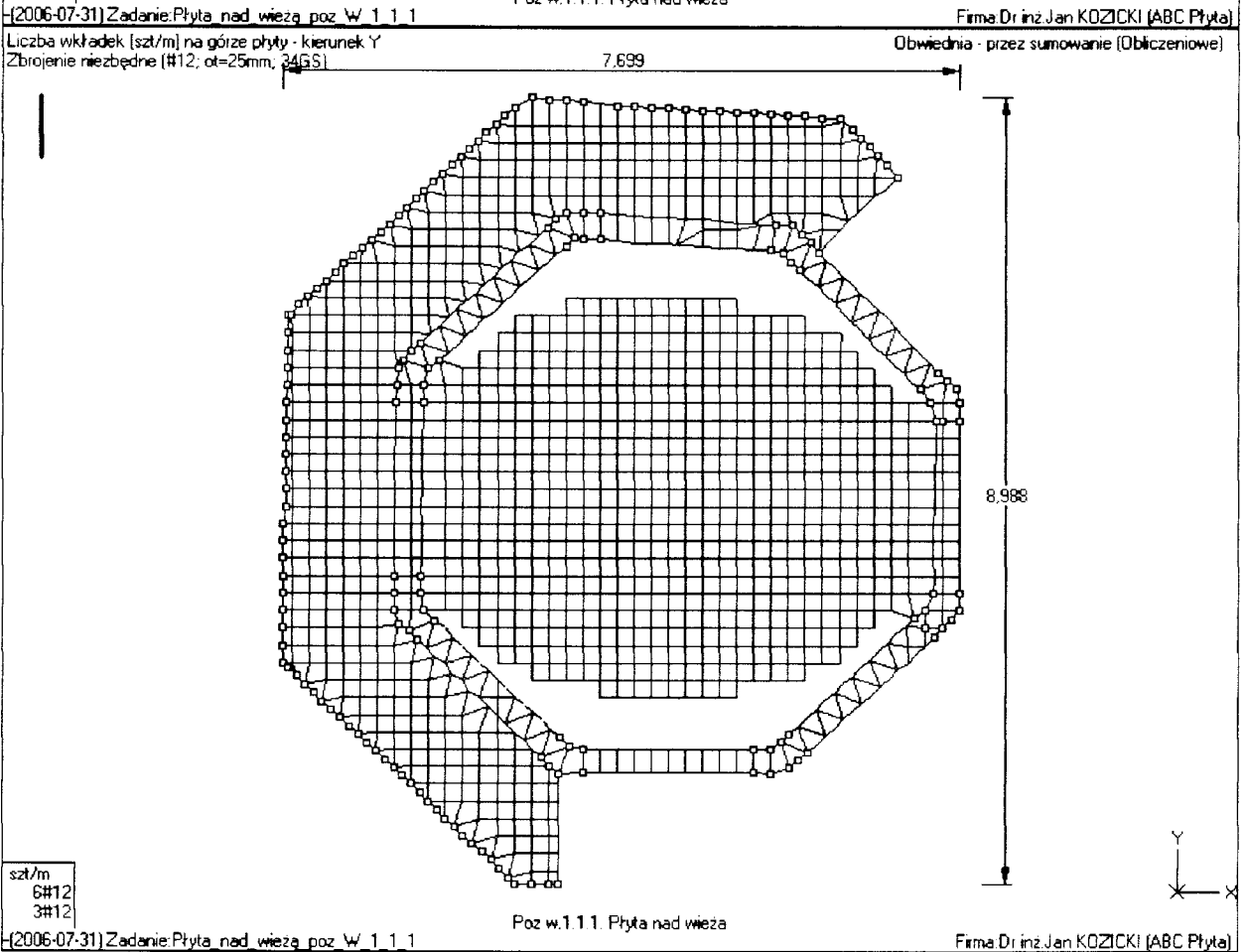
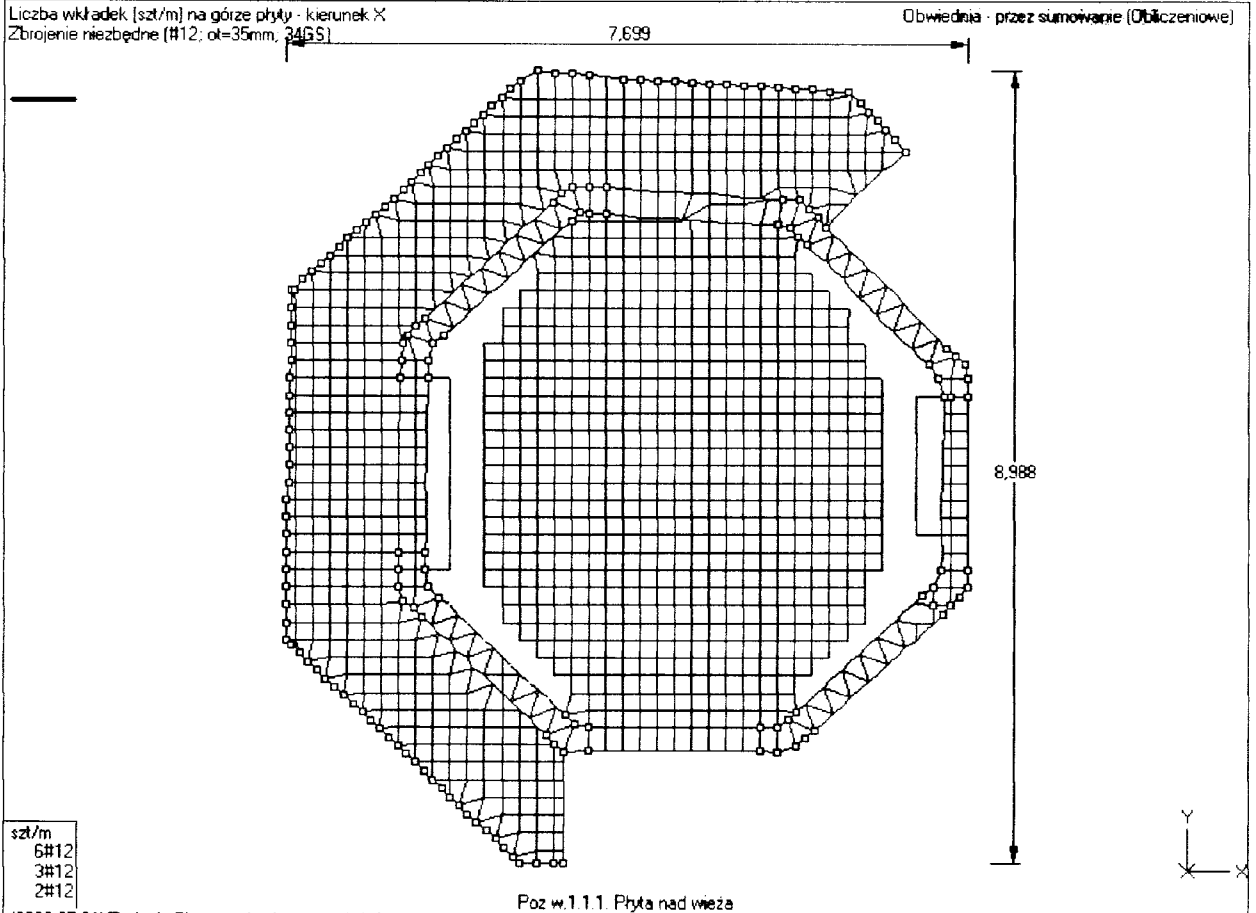
Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,420 \text{ cm}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty, d} = 10,4 \text{ mm}$$

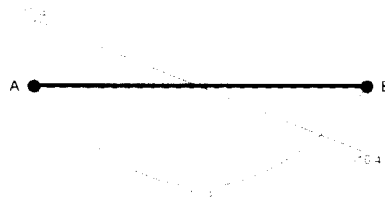
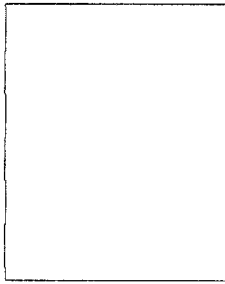
$$a = 10,4 < 14,2 = a_{lim}$$

Przyjęto zbrojenie dołem $\Phi 12$ co 150mm



Podejście

P.1 Belka podłużna pomostu



Przekrój: 1 "B 250x200"

Wymiary przekroju:

$$h=250,0 \text{ mm} \quad b=200,0 \text{ mm}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=26041,7; \quad J_z=16666,7 \text{ cm}^4; \quad A=500,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=7,2; \quad i_z=5,8 \text{ cm}; \quad W_y=2083,3; \quad W_z=1666,7 \text{ cm}^3$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto I klasę użytkowania konstrukcji (temperatura powietrza 20 i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku) oraz klasę trwania obciążenia: **Średniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

$$k_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C40.**

$$f_{mk} = 40,00$$

$$f_{m,d} = 24,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t0,k} = 24,00$$

$$f_{t0,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{t90,k} = 0,60$$

$$f_{t90,d} = 0,37 \text{ MPa}$$

$$f_{c0,k} = 26,00$$

$$f_{c0,d} = 16,00 \text{ MPa}$$

$$f_{c90,k} = 2,90$$

$$f_{c90,d} = 1,78 \text{ MPa}$$

$$f_{vk} = 3,80$$

$$f_{v,d} = 2,34 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 14000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 470 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 9400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 880 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 420 \text{ kg m}^{-3}$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,00 \text{ m}$; $x_b=2,00 \text{ m}$, przy obciążeniach "A".

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_a = 1,00 \cdot 4000 + 250 + 250 = 4500 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d^2 f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \frac{4500}{3,142 \cdot 200^2} \cdot \frac{24,62}{9400} \cdot \sqrt{\frac{14000}{880}} = 0,306$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 10,4 \cdot 2083,33 \cdot 10^3 / 5,0 < 24,6 = 1,000 \cdot 24,62 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,00 \text{ m}$; $x_b=2,00 \text{ m}$, przy obciążeniach "A":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{5,0}{24,62} + 0,7 \cdot \frac{0,0}{24,62} = 0,2 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{5,0}{24,62} + \frac{0,0}{24,62} = 0,1 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,50 \text{ m}$; $x_b=3,50 \text{ m}$, przy obciążeniach "A".

Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \cdot 7,8 \cdot 500,0 / 10 = 0,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \cdot 0,0 \cdot 500,0 / 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{v,d}^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,0^2} = 0,2 < 2,3 \cdot 1,000 \cdot 2,34 = k_v f_{c,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $s_a = 2,00$ m; $s_b = 2,00$ m, przy obciążeniach "A".

Ugięcia graniczne

$$u_{net,fin} = l = 150 = 26,7 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + ...):

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 - 19,2 (h/L)^2] (1 - k_{def}) = -0,2 \cdot [1 - 19,2 \cdot (250,0/4000)^2] (1 - 0,60) = -0,4 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 - k_{def}) = 0,0 \cdot (1 - 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych ("A"):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Sredniotrwałe** (1 tydzień - 6 miesięcy, np. obciążenie użytkowe).

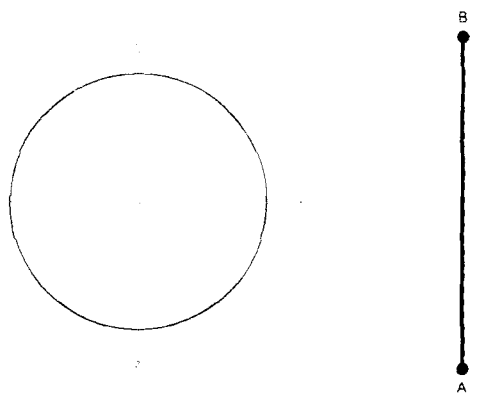
$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 - k_{def}) = -3,5 \cdot [1 - 19,2 \cdot (250,0/4000)^2] (1 - 0,25) = -4,7 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} (1 - k_{def}) = 0,0 \cdot (1 - 0,25) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,4 + -4,7 = 5,1 < 26,7 = u_{net,fin}$$

Słup



Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $s_a = 2,00$ m; $s_b = 2,00$ m, przy obciążeniach "A".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,d} = N_{Ed} / A_d = 24,9 \cdot 380,13 / 10 = 0,7 < 10,56 = 0,565 \cdot 18,69 = k_c f_{c,d}$$

mgr inż. **MIŁOŚĆ KOZICKI**
ul. ... § 10.1 pkt 2 nr 269/05/WŁ
ul. ... § 13.1 pkt 1 nr 167/06/WŁ
z siedzibą w Łagiewnicka 102/116 m. 22
tel. (0-42) 617-14-83