



dr inż. Jan Kozicki ekspertyzy, projekty i nadzory budowlane

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

Opracowanie Nr 90/2006

Zlecająca:

Urząd Gminy Inowódz
ul. Starska 2
97-215 Inowódz,

Zamek Kazimierza Wielkiego w Inowłodzu.

Projekt wykonawczy rozbudowy, adaptacji i częściowej rekonstrukcji ruin zamku.

Konstrukcja.

WOJEWÓDZKI URZĄD
OCHRONY ZABYTKÓW w ŁÓDZI
INSTYTUT WARSZAWSKI
ul. Stary Rynek 1, 00-101 Warszawa
tel. 22 625 49 74, 625 49 87

ZALICZENIE NR 1
OD DECYZJI III 20/2006
z dnia 21.12.2006

Projektant

dr inż. Jan Kozicki
upr. nr 268/85 WL

Asystent

Dr inż. JAN KOZICKI
ul. Stary Rynek 1, 00-101 Warszawa
tel. 22 625 49 74, 625 49 87
ul. Łagiewnicka 102/116 m.22
tel. 0-42 617-14-83

mgr inż. Marek Ryniecki

Łódź, lipiec 2006

- 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 żelbetowych 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.
- zróżnicowania wykonania poszczególnych części murów wynikającą z :
 - braku przewiązań w warstwach ścian,
 - brakiem poziomych warstw scalających
 - użyciem kamieni o zróżnicowanej wielkości i różnym stopniu obrobienia,
 - użyciem kamienia różniącego się strukturą i uwarstwieniem,
 - wypłukaniem 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 ceglanym. Stan cegieł i zaprawy w murze ceglanym określono jako dobry.

W górnej warstwie kamienie są zniszczone wyniku 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 wypłukana na znacznej głębokości od lica muru – do kilkunastu centymetrów. Kamienie są w małym stopniu przewiązane w pionie. W lico 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 lico 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. Nad 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 prostopadłości działania siły do płaszczyzn anizotropii próbek.

Wyniki badań zostały przedstawione w tablicy.1

Tablica 1

Lp.	Oznaczenie próbki	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]		Nasiąkliwość	
		f_{cl}	f_{cm}	n_w %	$n_{w\ sr.}$ %
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	
	Zleceńodawca	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 okolono 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 $E = e^{\frac{\bar{x}_{ln} - k_{\alpha} * s_{ln}}{n}}$ 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.

Tablica 3

Numer warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu	Cecha włodząca	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 nienośne						
II	T		mw _z							
III	Nmp, Nmg		w							
IV	P _π , P _π +H, Pd+H	I _D =0,2÷0,3	w, nw	23,5	1,77	2,65	-	29,4	29	40
V	Pd, Ps	I _D =0,5÷0,6	w, m, 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 wewnętrzznego gruntu

$c_u^{(n)}$ - spójność gruntu

$\rho^{(n)}$ - gęstość objętościowa

$E_o^{(n)}$ - moduł pierwotny 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 - 0,50m.
- Materiał kamienny z którego wykonana są mury znajduje się w zróżnicowanym stanie. O jego cechach wytrzymałościowych i nasiakliwości 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 utrwalenie 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 utrwalenie 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, utrwaleniu, spoinowaniu i hydrofobizacji lica winna zachować charakter „surowy” na licu 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 wnętrz 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 zwietrzałych i odspojonych warstw kamienia w strefach korony muru z segregacją kamienia do odzysku.
- Usunięcie odspojonych fragmentów lica kamiennego.
- Usunięcie zwietrzalej 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

- Uzupełnienie wyrw i ubytków w licu ścian piaskowcem i fragmentarycznie cegłą na zaprawie wapienno trasowej.
- Uzupełnienie 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 ceglanego 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 anastykę 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 wkućtych 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 sztybach 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.
- W przypadku fundamentu pod wieżę jego końcowy obrys ustalić po odsłonięciu warstwy naziomu

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 przyziemiem i wysokim parterem) jak i w stropodachach projektowanych jako tarasy lub „dachy zielone”.

Grubość płyt dostosowano do rozwiązań architektonicznych, zróżnicowano w wyniku obliczeń stosownie do rozpiętości pomieszczeń oraz do charakteru obciążeń. W stropach zaprojektowano otwory pod naświetla. Należy je zweryfikować dla zakupionych urządzeń.

- Indywidualnie rozwiązano konstrukcję rekonstruowanej wieży. Podstawową konstrukcję 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, poprzez ciągłe belki, 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 stanowić 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. Stopy fundamentowe pod słupy posadowić na głębokości min. 1,0m.
Ściany grobli zaizolować stosując powłokę Superflex®1 (od strony powierzchni stykających się z gruntem).

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 na głębokość min 1,50m, 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 oleistymi w celu hydrofobizacji.

Pale w części zagłębionej w gruncie winny zostać zabezpieczone olejem kreozotowym lub innym olejem impregnacynym, spełniającym wymagania dotyczące skuteczności działania odpowiadające klasie 4 zagrożenia, podanej w EN 599-1.

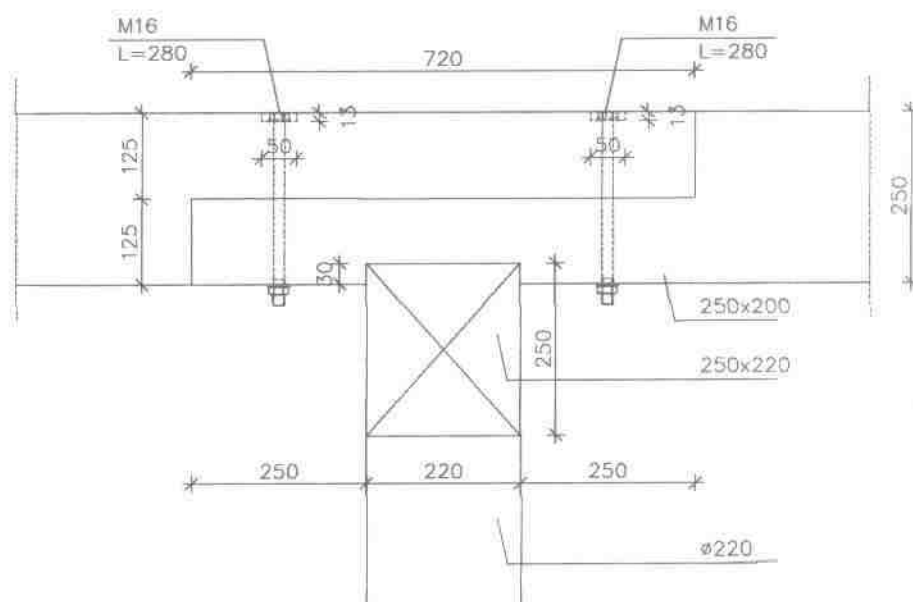
W złączach bali ze stężeniami należy zapewnić styki płaskie stanowiące wycięcie o głębokości 20mm. W każdym styku należy stosować do połączenia dwie śruby o średnicy 16mm. Są to śruby z łbem sześciokątnym według PN-75/M-82144. Podkładki należy stosować obustronnie to znaczy pod łbem i nakrętką. Stężenia należy łączyć w środku rozpiętości jedną śrubą M16 z zastosowaniem przekładki między stężeniami. Słupy należy łączyć z oczepami na trzpień stalowe o średnicy 25mm i długości 450mm. Elementy stalowe należy zabezpieczyć przed korozją przez kadmowanie.

Oczepy należy wpuścić w belki główne na głębokość 30mm. W miejscu łączenia belek na oczepie należy je układać obok siebie i łączyć 2 śrubami o średnicy 16mm z każdej strony oparcia.

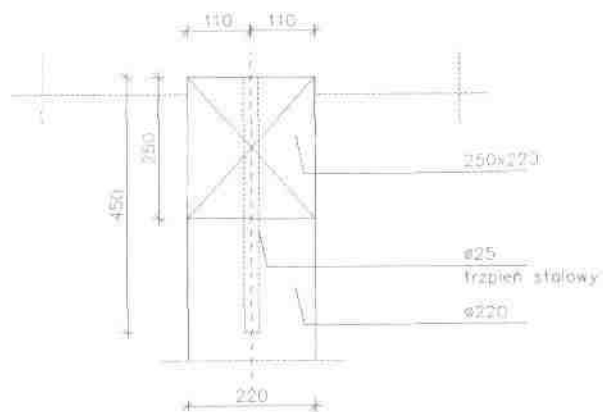
Na przyczółkach belki główne oprzeć na ławach o przekroju takim jak oczepy.

Bale chodnika należy łączyć z belkami głównymi gwoździami ocynkowanymi o średnicy 5,5mm i długości 110mm (minimum 2 gwoździe w jednym styku). Pod gwoździe należy nawiercać otwory.

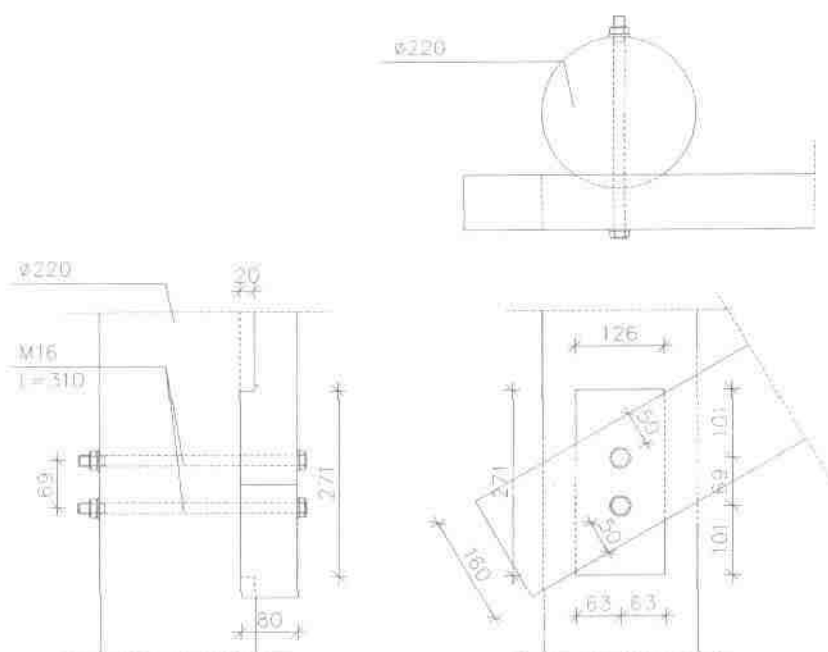
Szczegóły połączeń elementów mostu zostały pokazane na szkicach 3, 4, 5.



Szkic 3. Szczegół połączenia belek głównych nad oczepem.



Szkic 4 Szczegół połączenia oczepu ze słupem.



Szkic 5. Szczegół połączenia ukośnego stężenia ze słupem

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,

słupy drewno dębowe,

pozostałe elementy drewno sosnowe.

Konstrukcje murowe – nowe

cegła ceramiczna pełna, mrozoodporna
zaprawa cementowa

klasy 150,
marki B

Konstrukcje murów - stare

kamień o właściwościach jak kamień w ruinach,
zaprawa wapienno trawowa.

8. Przyjęte obciążenia, schematy statyczne i główne wyniki obliczeń


Dr. inż. JAN KOŚCIŃSKI
ipr. 15.12.1981 r. 11.12.1981 r. 11.12.1981 r.
ipr. 15.12.1981 r. 11.12.1981 r. 11.12.1981 r.
91-400 Łódź, ul. Łagiewnicka 100/115 m. 22
tel. (0-42) 417-14-83

OBCIĄŻENIA

Poz.1 Stropodachy

Przyjęto stal 34GS, beton B30, otuliny 25mm

Poz.1.1 Stropodach skrzydła południowego w poziomie +3,83 (wykończony)

obciążenia

stałe

podsyпка				
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

2,00	1,40	2,80
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 $1,05 \times 4,92 = 5,17\text{m}$,
 $1,05 \times 4,22 = 4,43\text{m}$ $1,05 \times 5,73 = 4,80\text{m}$

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

zmienne

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 $1,05 \times 8,40 = 8,82\text{m}$,
 $1,05 \times 8,16 = 8,57\text{m}$ $1,05 \times 8,60 = 9,03\text{m}$

grubość płyty 200mm

Obciążenia jak w poz.1.7 i poz 1.8

P o z . 2 . 3. Strop w poziomie 0,30 (przy ścianie południowej)

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

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

zmienne

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**

plytki 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

zmienne

3,00	1,30	3,90
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**

plytki 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

zmienne

3,00	1,30	3,90
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**

plytki 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

zmienne

<u>3,00</u>	1,30	<u>3,90</u>
8,73	1,19	10,39

Poz .2.9. Strop pod traktem komunikacyjnymPłyta prostokątna, o rozpiętości w linii podparć $1,05 \times 5,15 = 5,41\text{m}$, $1,05 \times 4,58 = 4,81\text{m}$

grubość płyty 150mm

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	0,25*24,0*0,625	3,75	1,30	4,88
styropian	0,05*0,45	0,02	1,20	0,03
tynk	0,02*19,0	0,38	1,30	0,49
		<u>8,35</u>	<u>1,26</u>	<u>10,53</u>
płyta	0,15*25,0	3,75	1,10	4,13
		<u>12,10</u>		<u>14,65</u>

zmienne

<u>3,00</u>	1,30	<u>3,90</u>
15,10	1,23	18,55

Poz .2.10a, 2.10, 2.11, 2.12. Strop pod traktem komunikacyjnym wzdłuż kierunku wschód zach.

Płyta prostokątna wielopolowa

grubość płyty 150mm

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>
płyta	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 .2.13 Strop pod traktem komunikacyjnym wzdłuż kierunku wschód zachód

Płyta jednokierunkowo zbrojona

rozpiętość $1,05 \times 2,70 = 2,84\text{m}$

grubość płyty 150mm

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
		10,40	1,27	13,19
plyta	0,15*25,0	3,75	1,10	4,13
		14,15		17,32

zmienne

3,00	1,30	3,90
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
		3,35	1,28	4,28
plyta	0,15*25,0	3,75	1,10	4,13
		7,10		8,41

zmienne

3,00	1,30	3,90
10,10	1,22	12,31

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

Zaprojektowano jako płyty jednopoleowe 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
		1,90	1,27	2,40
plyta	0,20*25,0	5,00	1,10	5,50
		6,90		7,90

zmienne

3,00	1,30	3,90
------	------	------

poz.2.17 Płyty stropowe w narożniku północno-wschodnim w poziomie 0.20mZaprojektowano jako płyty jednopoleweo rozpiętościach $1,05 \times 5,51 = 5,78$, $1,05 \times 4,15 = 4,36$ m

grubość płyty 150mm

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
		1,90	1,27	2,40
płyta	0,15*25,0	3,75	1,10	4,13
		5,65		6,53

zmienne

3,00	1,30	3,90
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
		5,74	1,16	6,64
		4,00	1,30	5,20
		9,74	1,22	11,84

zmienne**Obciążenie podestu i spocznika****stałe**

płyta	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
		3,16	1,13	3,57
		4,00	1,30	5,20
		7,16	7,16	8,77

zmienne**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
		5,74		6,64
		4,00	1,30	5,20
		9,74	1,22	11,84

zmienne**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
			3,16		3,57
zmienne			4,00	1,30	5,20
			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
			5,34	1,15	6,15
zmienne			4,00	1,30	5,20
			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
			2,89		3,24
zmienne			4,00	1,30	5,20
			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
			3,43	1,28	4,40
	plyta	0,18*25,0	4,50	1,10	4,95
			7,93		9,35
zmienne			3,00	1,30	3,90
			10,93	1,21	13,25

Obciążenie schodów

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

Poz. W.1.2.1. Strop w wieży w poziomie 4,48m.

		8			
Płyta wielokątna,		grubość płyty 180mm			
obciążenia					
stałe					
	wykładzina kaucz.		0,10	1,20	0,12
	beton	0,015*24,0	0,36	1,30	0,47
			0,46	1,28	0,59
	płyta	0,18*25,0	4,50	1,10	4,95
			4,96		5,54
zmienne			3,00	1,30	3,90
			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

ANALIZA I KALKULACJA STROPU I KORYTARZA W POZIOMIE

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

most 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

Śłup

Obciążenia

stałe

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
słup	0,0380*4,0*7,0	1,06	1,20	1,28
		19,59	1,27	24,91

Napężenie pod stopą słupa 0,655MPa

Słup osadzić na głębokość min 1,20m

Poz m2 Podjazd na skarpie

Obciążenia

stałe

kostka granitowa	0,06*28,00	1,68	1,20	2,02
piasek stabilizow	0,05*22,00	1,10	1,20	1,32
2x papa		0,10	1,20	0,12
		2,88	1,20	3,46
ciężar własny	0,15*25,00	3,75	1,10	4,13
zmienne		3,00	1,30	3,90
		9,63	1,19	11,48

Płyta przekrycia

l=2,20m

płyta grubości 150mm

Beton B30

M=0,125*2,20*2,20*11,48
A=6,95/0,12/350000

6,95 kNm
0,00017 m2

przyjęto Ø8mm co 150mm A=0,00035m2

Belka krawędziowa

belka 0,40x0,40m

Obciążenia

stałe

płyta	0,90*6,63	5,97	1,14	6,80
belka	0,40*0,25*25,00	2,50	1,10	2,75
		8,47		9,55
zmienne	0,90*3,00	2,70	1,30	3,51
		11,17		13,06

M=0,100*4,80*4,80*13,06
Q=0,5*4,80*13,06

30,09 kNm
31,34 kN

zbrojenie

A=30,9/0,9/0,35/350000

0,00028

przyjęto 2Ø16mm górą i dołem A=0,0004m2

Nośność w przekroju ukośnym

VRd1=0,35*1,24*1200*(1,2+40*0,0028)*0,40*0,35

95,66 >31,34kN

Słup

Przyjęto 4 $\varnothing$ 16mm, strzemiona 6mm co 240mm

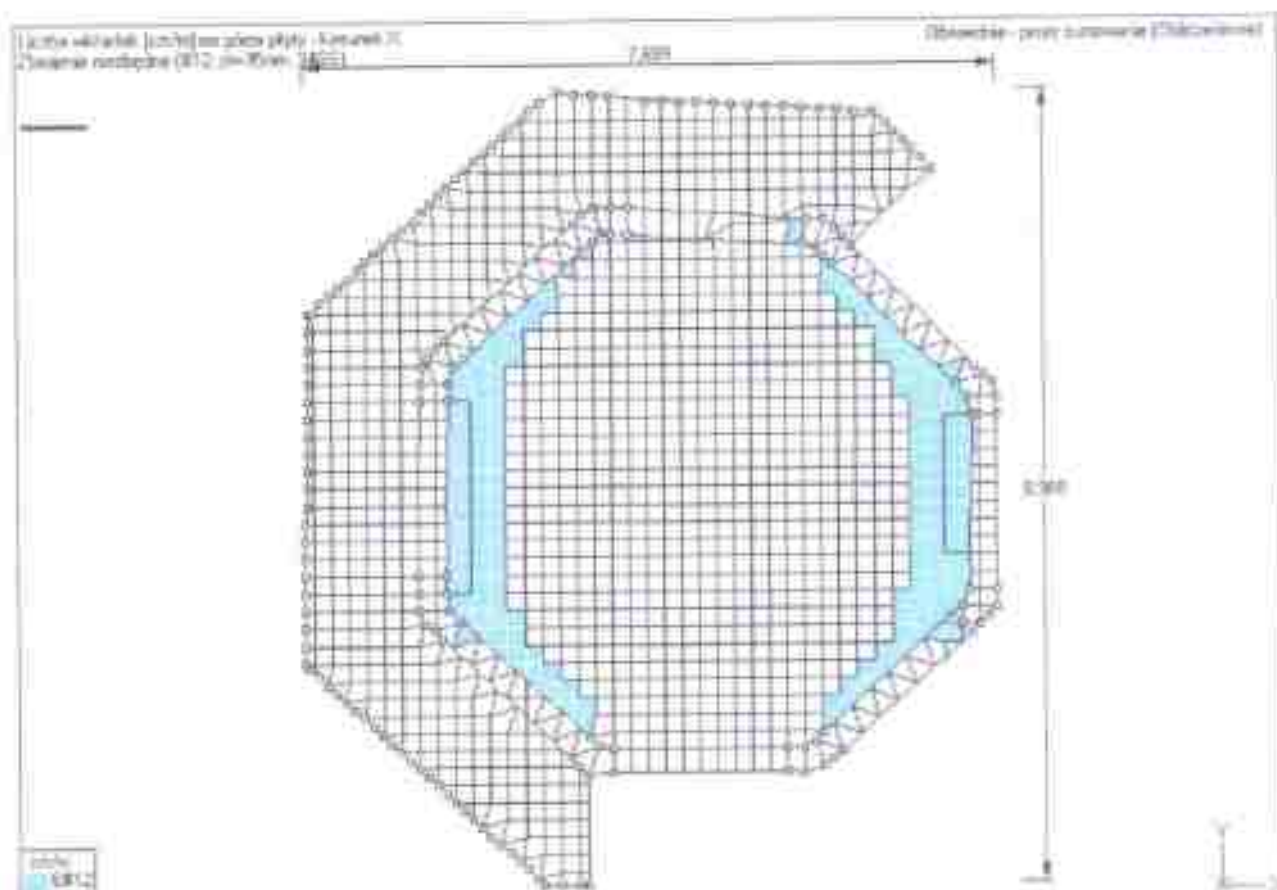
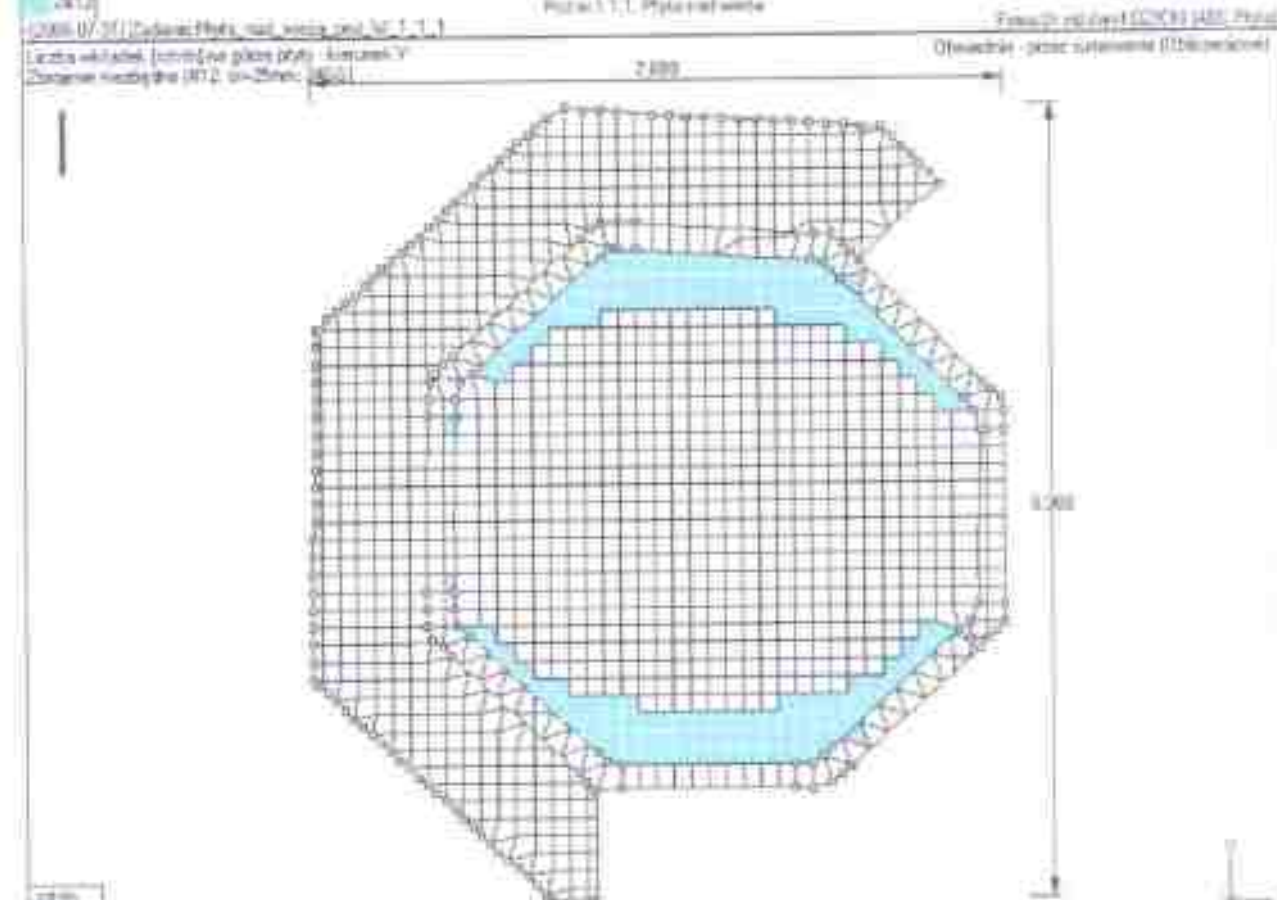


Figure 3.7.1. *Stylis erubescens*

Downloaded from www.jstor.org/stable/1290393 on Tue, 20 Jun 2017 14:22:08 UTC



Wang et al. • Ca^{2+} and $\text{PKC}\delta$ Regulate Ca^{2+} Release

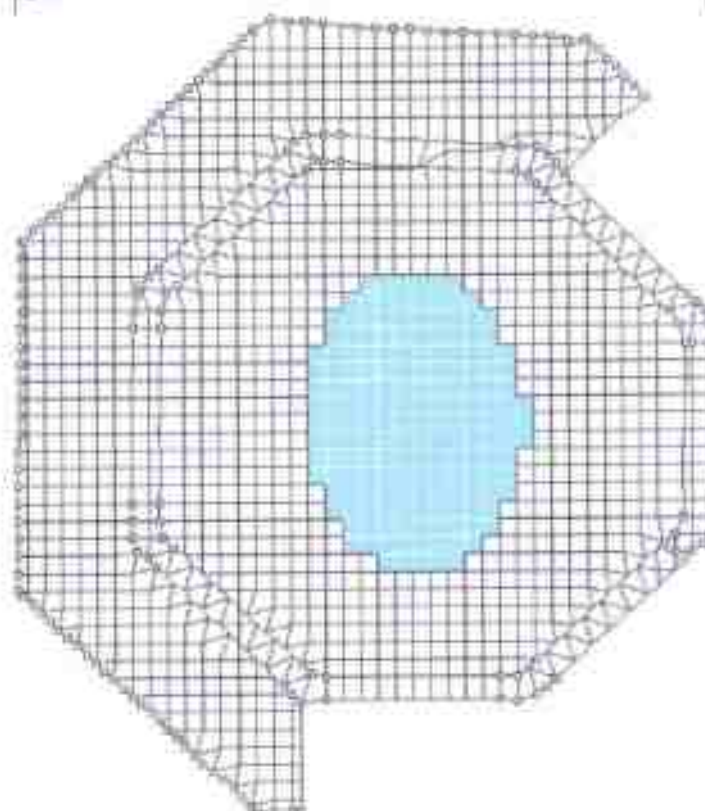
© 2004 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 255: 103–110

Ładunek wyładzi (wyładzi na dół pręty - kierunek X)
Zbiór danych (WZ) - WZ (WZ)

Obwód - pręty zewnętrzne (Obwód zewnętrzny)

7,800

8,300



WZ
WZ

Pręty 1.1.1. Pręty naładowane

Pręty 1.1.1. Pręty naładowane

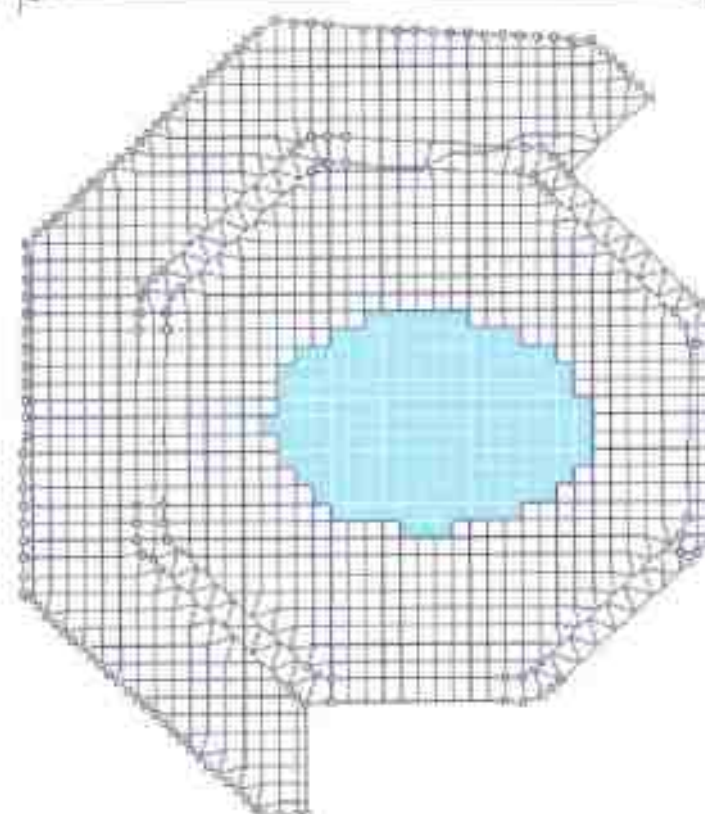
2000-07-21 Zbiór danych (WZ) - WZ (WZ)

Ładunek wyładzi (wyładzi na dół pręty - kierunek Y)
Zbiór danych (WZ) - WZ (WZ)

Obwód - pręty zewnętrzne (Obwód zewnętrzny)

7,800

8,300



WZ
WZ

Pręty 1.1.1. Pręty naładowane

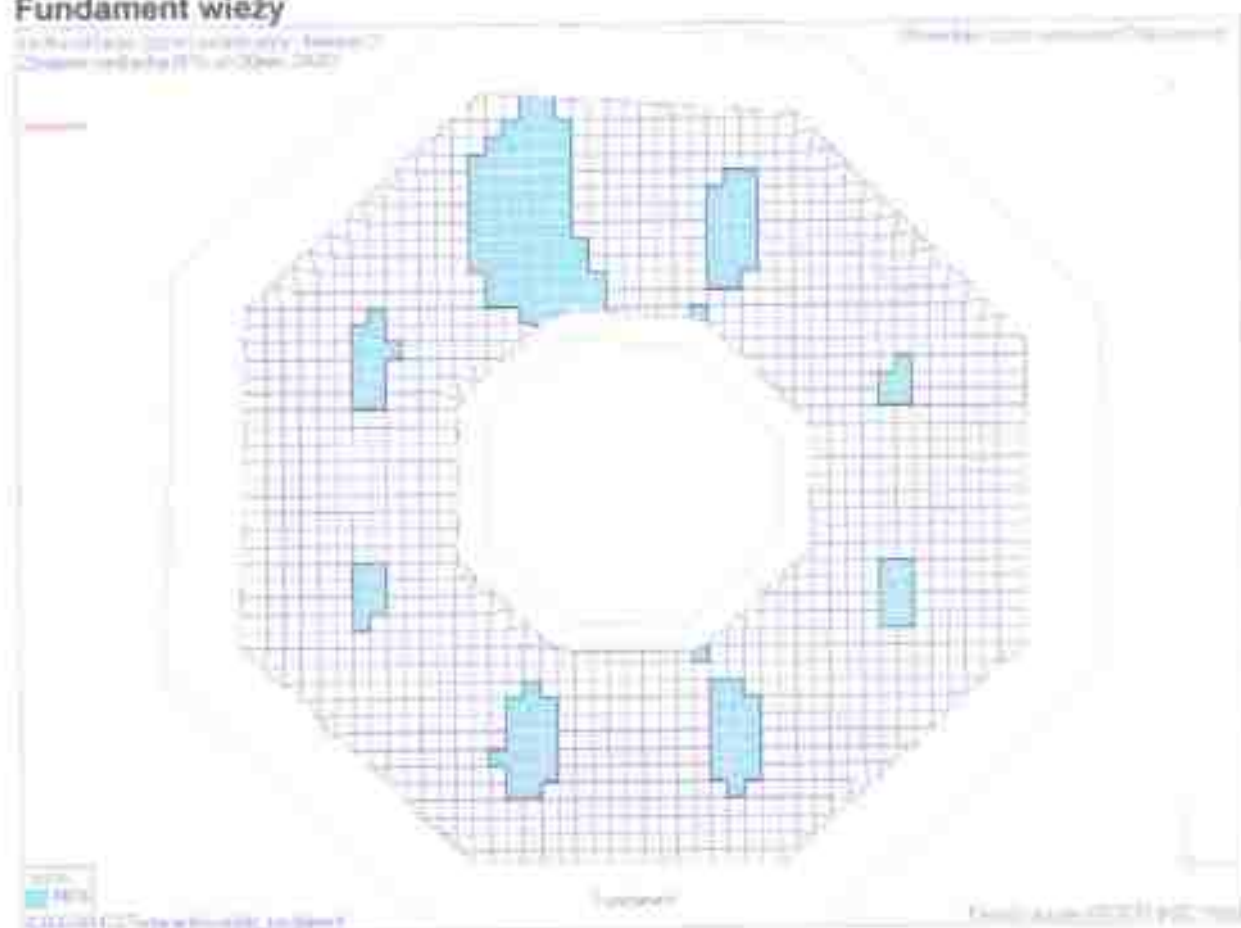
Pręty 1.1.1. Pręty naładowane

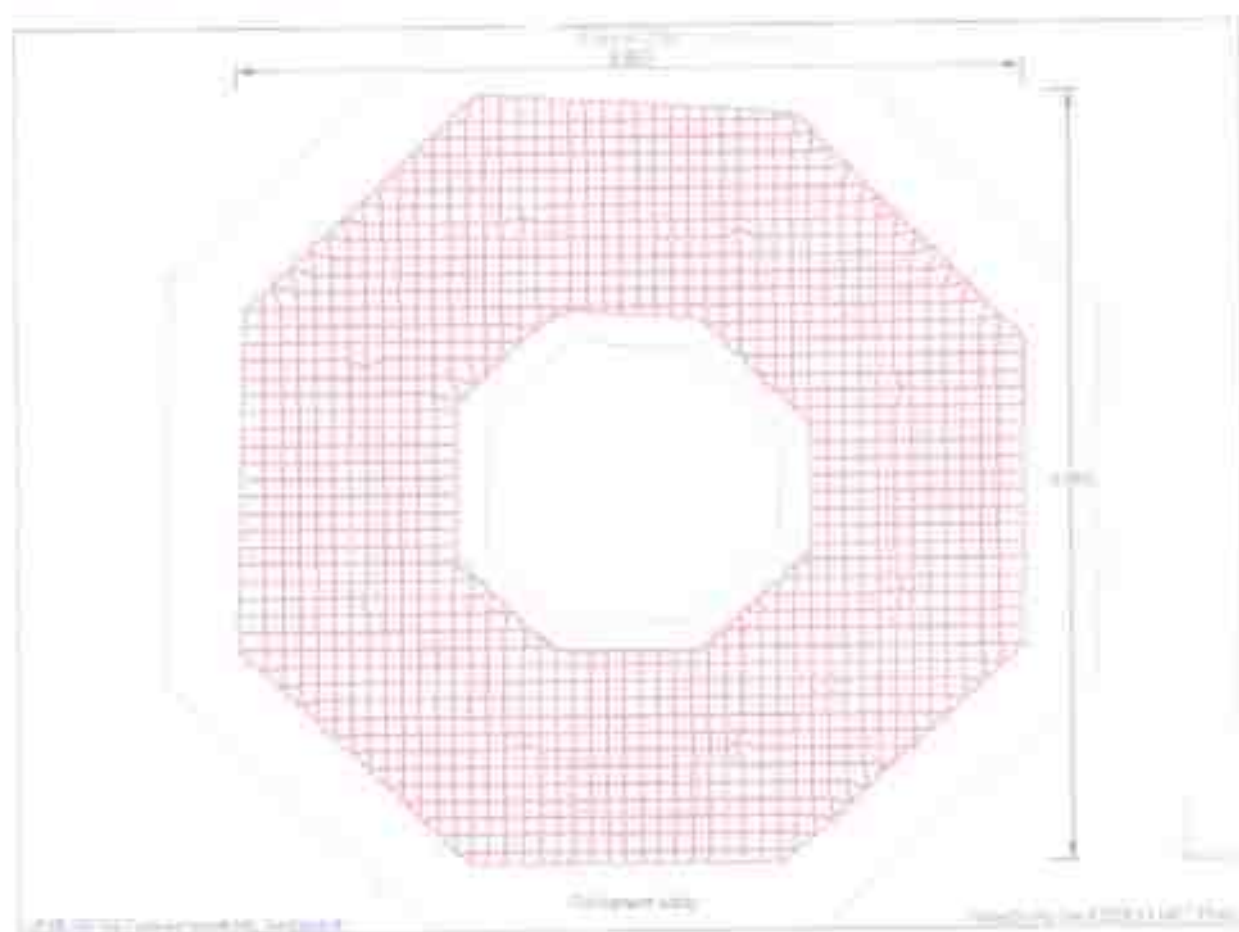
2000-07-21 Zbiór danych (WZ) - WZ (WZ)

Fundament wiedzy

[Downloaded from www.sagepub.com at UNIV OF CALIF SVCS LIBRARY on June 20, 2015](#)

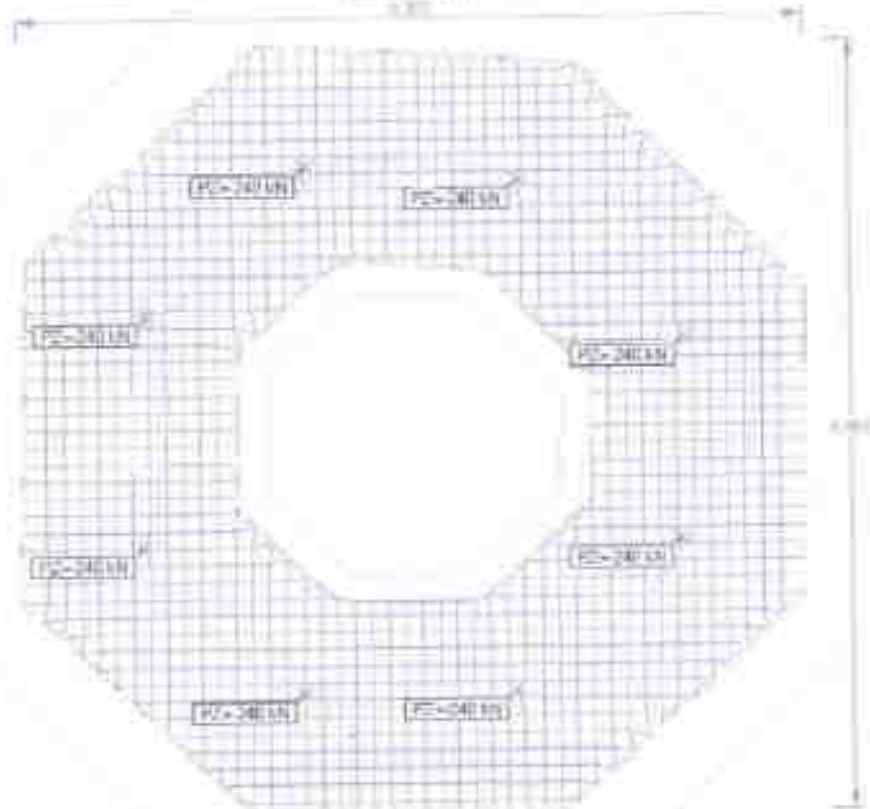
Downloaded from ascelibrary.org by University of California, San Diego on 06/06/15. Copyright ASCE. For personal use only; all rights reserved.





Strona 2 z 2

Data: 2023-01-11

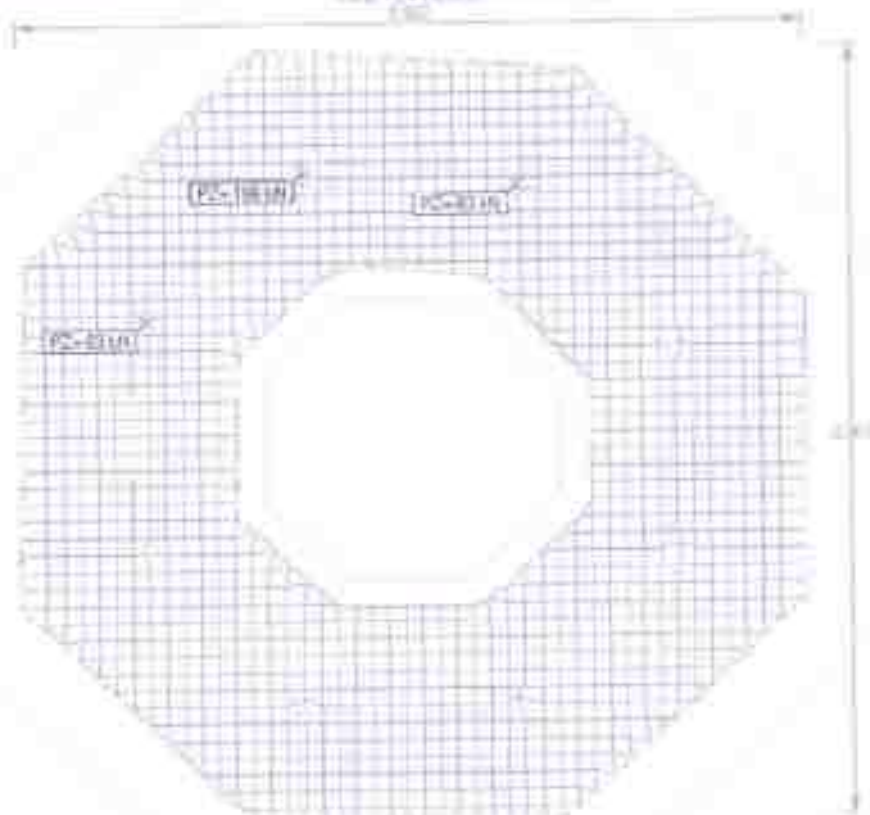


Fotografia

Kolor: czarna i biała

Data: 2023-01-11

Data: 2023-01-11



Fotografia

Kolor: czarna i biała

Data: 2023-01-11