

2. CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA

**Remont Bazy Sprzętowo - Magazynowej
przy ul. Elektronicznej 4 w Piasecznie.**

BUDYNEK ADMINISTRACYJNO-SOCJALNO-BIUROWY

Inwestor: **Starostwo Powiatowe w Piasecznie**
ul. Chyliczkowska 14
05-500 Piaseczno

Adres inwestycji: **nr ew. działki 18/3, 18/4, 18/5, 18/6, 18/7, 18/8, 33/13, 3/14, 19/5,
19/6, 19/8, 19/12, 19/13, 19/14, 19/, 19/15, 19/16, 19/17.; Obręb 18**
ul. Elektroniczna 4
05-500 Piaseczno

Faza projektu: **budowlano -wykonawczy**

Branża: **Konstrukcja**

Projektował: **mgr inż. Sławomir Pucek**

SPIS ZAWARTOŚCI

*Dot: Opinii technicznej budynku administracyjno - socjalno - biurowego i
portierni
w ramach Remontu Bazy Sprzętowo - Magazynowej przy ul. Elektronicznej 4 w Piasecznie.*

ZAŁĄCZNIKI.

1. **Uprawnienia budowlane Nr 19/00/DUW.**
2. **Zaświadczenie o przynależności do MOIB nr MAZ/BO/4024/02.**
3. **Oświadczenie projektanta.**

I. **Opinia techniczna.**

II. **Rysunki.**

K01	Nadproże budynku typ I.	1:10
K02	Nadproże budynku typ II.	1:10
K03	Nadproże portierni.	1:10

III. **Wykazy stali.**

IV. **Dokumentacja fotograficzna.**

V. **Wyciąg z obliczeń.**

II. Opinia techniczna.

*Dot: Oceny technicznej budynku administracyjno - socjalno - biurowego i portierni
w ramach remontu Bazy Sprzętowo - Magazynowej przy ul. Elektronicznej 4 w Piasecznie.*

1. Zakres i podstawa opracowania.

Zakres opracowania obejmuje Ocenę Techniczną wraz z propozycją wykonania elementów konstrukcji w ramach remontu Bazy Sprzętowo - Magazynowej przy ul. Elektronicznej 4 w Piasecznie.

Podstawą opracowania są :

- Inwentaryzacja obiektu.
- Projekt architektoniczny remontu.
- Wytyczne Inwestora.
- Opinia geotechniczna.
- Wizja lokalna.
- Wykonane odkrywki i pomiary.
- Dokumentacja fotograficzna.
- Mapa do celów projektowych.
- Uzgodnienia i wytyczne branżowe.
- Dotychczasowe opracowania autora.

2. Położenie budynku.

Budynek zlokalizowany jest w Piasecznie przy ul. Elektronicznej 4.

Budynek zlokalizowany jest w pierwszej strefie wiatrowej, drugiej strefie śniegowej i drugiej strefie ze względu na głębokość przemarzania gruntu.

3. Opis ogólny.

Budynek administracyjno - socjalno - biurowy.

Obiekt zbudowany w latach 80-tych w technologii wielkiej płyty z elementami technologii tradycyjnej. Budynek jest wolnostojący, parterowy, niepodpiwniczony.

Fundamenty żelbetowe bezpośrednie w postaci ław fundamentowych, ściany fundamentowe z bloczków betonowych, ściany parteru z elementów wielkiej płyty o grubości 24cm. Ściany zewnętrzne z domurowaną warstwą z pustaków ceramicznych grubości 12cm i częściowo ocieplone styropianem z tynkiem cienkowarstwowym od strony zewnętrznej i tynkiem cementowo - wapiennym od strony wewnętrznej. Ściana wewnętrzna podłużna o grubości ok. 45cm wykonana z płyty żelbetowej grubości 24cm z domurowaną od strony korytarza warstwą z pustaków ceramicznych grubości 12cm i tynkiem ok. 3cm, oraz grubą warstwą tynku ok 6cm od strony pomieszczeń biurowych. Druga ściana wewnętrzna podłużna wykonana jako murowana o grubości 25cm z pustaków ceramicznych otynkowanych tynkiem o łącznej grubości ok 4-5cm. Pozostałe ściany wykonane jako działowe o grubości konstrukcji 25 i 12 cm z pustaków ceramicznych.

Stropy wykonane z płyt kanałowych opartych na ścianach zewnętrznych oraz minimum na jednej ścianie wewnętrznej (z płytami żelbetowymi). Z uwagi na brak informacji przyjęto, że strop oparty jest na obu ścianach wewnętrznych.

Stropodach oparty na ściankach ażurowych murowanych z cegły kratówki wykonany z płyt korytkowych. Pokrycie papą asfaltową na wylewce.

Budynek portierni.

Obiekt zbudowany w latach 80-tych w technologii tradycyjnej.

Budynek jest wolnostojący, parterowy, niepodpiwniczony.

Fundamenty żelbetowe bezpośrednie w postaci łąw fundamentowych, ściany fundamentowe z bloczków betonowych, ściany zewnętrzne – gazobeton gr. 36 cm, z dociepleniem styropianem 10 cm konstrukcja dachu drewniana pokrycie dachowe papą asfaltową.

4. Konstrukcja budynku istniejącego.

Budynek administracyjno - socjalno - biurowy.

Fundamenty żelbetowe bezpośrednie w postaci łąw fundamentowych, ściany fundamentowe z bloczków betonowych, ściany parteru z elementów wielkiej płyty o grubości 24cm, lub murowana o grubości 25cm z pustaków ceramicznych.

Stropy wykonano z płyt kanałowych opartych na ścianach zewnętrznych oraz na obu ścianach wewnętrznych podłużnych.

Stropodach oparty na ściankach ażurowych murowanych z cegły kratówki wykonany z płyt korytkowych.

Budynek portierni.

Obiekt zbudowany w latach 80-tych w technologii tradycyjnej.

Budynek jest wolnostojący, parterowy, niepodpiwniczony.

Fundamenty żelbetowe bezpośrednie w postaci łąw fundamentowych, ściany fundamentowe z bloczków betonowych, ściany zewnętrzne – gazobeton gr. 36 cm, konstrukcja dachu drewniana.

5. Projektowane elementy konstrukcji.

W związku z remontem budynku administracyjno - socjalno - biurowego przewidziano wykonanie poszerzenie otworów drzwiowych, co wiąże się z wykonaniem nowych nadproży przenoszących obciążenie ze zwiększonego otworu.

Przewidziano wykonanie dwóch typów nadproży. Pierwszy typ - nadproże w ścianie żelbetowej prefabrykowanej, drugi typ w ścianie murowanej z pustaków ceramicznych.

W związku z remontem budynku portierni przewidziano wykonanie poszerzenie otworu drzwiowego, co wiąże się z wykonaniem nowego nadproża przenoszącego obciążenie ze zwiększonego otworu.

Przewidziano wykonanie nadproża w ścianie murowanej z bloczków gazobetonowych.

6. Obliczenia elementów konstrukcji.

Założenia do obliczeń.

Budynki położone w II strefie śniegowej, I strefie wiatrowej i II strefie ze względu na przemarzanie gruntu.

Przyjęto elementy wielkiej płyty o podstawowej nośności.

Przyjęto beton B15 – dla elementów żelbetowych.

Przyjęto drewno sosnowe K27

Ciężary elementów budynku oraz obciążenia użytkowe (planowane) przyjęto według Polskich Norm.

Normy i materiały przyjęte do obliczeń.

PN-82/B-02001. Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.

PN-82/B-02003. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.

PN-80/B-02010. Obciążenia budowli. Obciążenie śniegiem.

PN-77/B-02011. Obciążenia budowli. Obciążenie wiatrem.

PN-B-03264. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-87/B-03002. Konstrukcje murowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Literatura: „Wzmacnianie konstrukcji budowlanych” Eugeniusz Markowski Danuta Spizewska Arkady 2000.

I inne

Przyjęte schematy statyczne.

Dla elementów stropowych i dachowych przyjęto schemat statyczny belek swobodnie podpartych.

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne przyjęto jako pionowe podparte stropami.

Fundamenty przyjęto, że przenoszą siły pionowe bez uwzględniania sił poziomych i momentów skręcających.

Obliczenia przeprowadzono za pomocą programów RM-Win, ABC Rama 3D, oraz na podstawie Polskich Norm.

Uwagi.

Obliczenia przeprowadzono na podstawie obciążeń projektowanych.

7. Stan istniejącego budynku.

Po dokonanych oględzinach budynku oraz po dokonaniu odkrywek elementów konstrukcji stwierdzono, że

Ściany konstrukcyjne w dobrym stanie technicznym.

Stropy w dobrym stanie technicznym.

Konstrukcja dachu w dobrym stanie technicznym.

Fundamenty i ściany fundamentowe są w dobrym stanie technicznym.

Budynek istniejący jest w dobrym stanie technicznym.

W trakcie oględzin nie zauważono uszkodzeń ani pęknięć konstrukcji budynku w jakikolwiek sposób zagrażających budynkowi, lub mogących spowodować uszkodzenia lub awarie budynku.

Widoczne drobne uszczerbki i rysy wynikają z normalnego długotrwałego użytkowania i nie stwarzają zagrożenia dla bezpieczeństwa konstrukcji budynku.

Elementy wyposażenia w tym stolarka okienna i drzwiowa w złym stanie technicznym.

8. Ocena istniejącego budynku.

Budynek istniejący jest w dobrym stanie technicznym.

Odbyta przez autora wizja lokalna oraz dokonane odkrywki potwierdziły stan techniczny budynku nie wykazując żadnych uszkodzeń budynku, żadnych istotnych zarysowań czy pęknięć elementów konstrukcji. Na podstawie tej oceny, oraz na podstawie dokonanych obliczeń można stwierdzić :

Istniejący budynek w zakresie konstrukcji jest w dobrym stanie technicznym.

Istniejący budynek nadaje się do projektowanego remontu i wynikających z niego zmian elementów konstrukcyjnych (poszerzenie otworów drzwiowych.

Istniejący budynek w zakresie wyposażenia i pokrycia dachu jest w złym stanie technicznym.

9. Wnioski i zalecenia.

Istniejący budynek znajduje się w dobrym stanie i wprowadzone zmiany nie wpływają na jego konstrukcję. Przeróbki ścian nośnych polegające na wykonaniu otworów, oraz przeróbki ścianek działowych, w opisanym zakresie, nie stwarzają zagrożeń dla całej konstrukcji budynku.

Zaleca się wykonanie dodatkowej izolacji termicznej na ścianach zewnętrznych budynku.

Zaleca się wykonanie dodatkowej izolacji termicznej posadzki.

Zaleca się wykonanie dodatkowej izolacji przeciwwilgociowej posadzki.

10. Nadproże stalowe typ I.

W kondygnacji parteru projektowane jest poszerzenie wybranych istniejących otworów drzwiowych w ścianie z prefabrykowanych płyt żelbetowych.

W związku z tym zaprojektowano wykonanie nowych nadproży z belek stalowych wykonanych pod stropem.

Nadproża stalowe zaprojektowano z dwóch belek stalowych ceowych C140 połączonych śrubami i zakotwionych w istniejących płytach żelbetowych prefabrykowanych.

Istniejące otwory drzwiowe wykonane są w typowej płycie prefabrykowanej o szerokości 120cm. Wykonanie otworu o szerokości 100cm praktycznie powoduje zniszczenie istniejącej płyty prefabrykowanej. W związku z tym założono całkowitą utratę nośności płyty z otworem i przeniesienie obciążeń poprzez projektowane nadproże na płyty sąsiednie.

Założono wycięcie otworu o szerokości 100cm umieszczone centralnie w istniejącej płycie prefabrykowanej, natomiast założone nadproże obliczono dla szerokości 120cm - czyli całej szerokości płyty prefabrykowanej.

Belkę nadprożową stalową wykonać zgodnie z rysunkami szczegółowymi i niniejszym opisem bezwzględnie przestrzegając kolejności prac i opisu wykonania.

Jakiegokolwiek odstępstwo od technologii wykonania i użytych materiałów należy uzgodnić z projektantem konstrukcji.

Belkę wykonać ze stali St3SX.

Belkę zabezpieczyć antykorozyjnie poprzez malowania.

11. Nadproże stalowe typ II.

W kondygnacji parteru projektowane jest poszerzenie wybranych istniejących otworów drzwiowych w ścianie murowanej o grubości 25cm.

W związku z tym zaprojektowano wykonanie nowych nadproży z belek stalowych wykonanych w poziomie nadproża.

Nadproża stalowe zaprojektowano z dwóch belek stalowych ceowych C140 połączonych śrubami i przewiązkami oraz opartych na poduszkach betonowych wykonanych w ścianie murowanej.

Założono wycięcie otworu o szerokości 100cm natomiast założone nadproże obliczono dla szerokości 120cm analogicznie jak dla ściany prefabrykowanej.

Belkę nadprożową stalową wykonać zgodnie z rysunkami szczegółowymi i niniejszym opisem bezwzględnie przestrzegając kolejności prac i opisu wykonania.

Jakiegokolwiek odstępstwo od technologii wykonania i użytych materiałów należy uzgodnić z projektantem konstrukcji.

Belkę wykonać ze stali St3SX.

Belkę zabezpieczyć antykorozyjnie poprzez malowania.

12. Nadproże stalowe portierni.

W kondygnacji parteru projektowane jest poszerzenie istniejącego otworu drzwiowego w ścianie murowanej o grubości 36cm.

W związku z tym zaprojektowano wykonanie nowego nadproża z belek stalowych wykonanych w poziomie nadproża.

Nadproża stalowe zaprojektowano z dwóch belek stalowych ceowych C140 połączonych śrubami i przewiązkami oraz opartych na poduszkach betonowych wykonanych w ścianie murowanej.

Nadproże obliczono dla szerokości 110cm.

Belkę nadprożową stalową wykonać zgodnie z rysunkami szczegółowymi i niniejszym opisem bezwzględnie przestrzegając kolejności prac i opisu wykonania.

Jakiegokolwiek odstępstwo od technologii wykonania i użytych materiałów należy uzgodnić z projektantem konstrukcji.

Belkę wykonać ze stali St3SX.

Belkę zabezpieczyć antykorozyjnie poprzez malowania.

13. Kolejność prac.

Kolejność prac opisano na rysunkach szczegółowych nadproży.

Kolejność wykonywania nadproży dowolna.

14. Prowadzenie prac w obiekcie istniejącym.

Prace prowadzić pod nadzorem osób uprawnionych.

Prace prowadzić zgodnie z opisem zawartym w opinii technicznej.

Konieczne zachować opisaną kolejność prac.

Przed wykonaniem prac należy sprawdzić wszelkie wymiary elementów konstrukcji, architektury i aranżacji w naturze i ewentualnie dostosować.

Stosować się do wszystkich uwag zawartych w niniejszym opracowaniu.

15. Prace rozbiórkowe.

Prace prowadzić pod nadzorem osób uprawnionych.

Prace rozbiórkowe prowadzić w kolejności wyznaczonej opisem.

Wszyscy pracownicy powinni być przeszkoleni pod względem przepisów BHP i prowadzenia prac rozbiórkowych.

Załoga powinna być przeszkolona co do zakresu i rodzaju robót przed przystąpieniem do poszczególnych prac.

Podczas rozbierania fragmentów ścian w strefie niebezpiecznej nie może przebywać żadna osoba lub sprzęt nie związany z prowadzonymi pracami.

Narzędzia używane podczas prac należy sprawdzać przed ich ponownym użyciem.

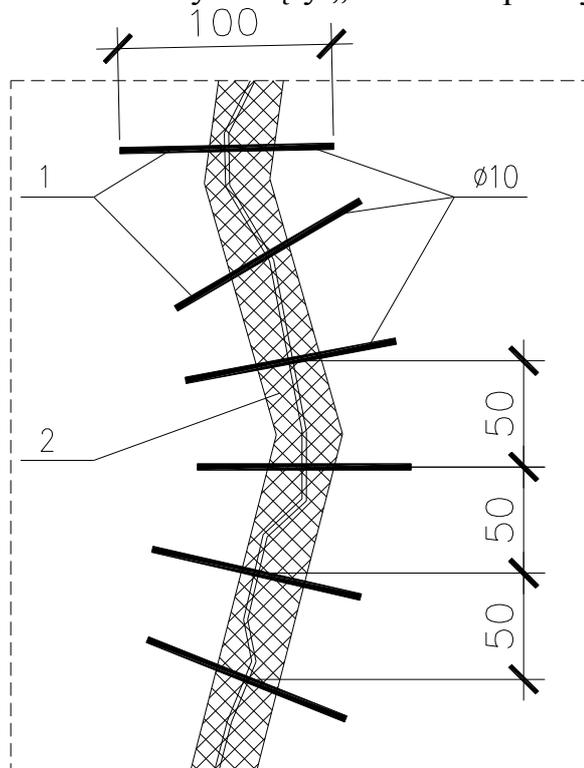
Teren budowy oraz teren przyległy należy zabezpieczyć ogrodzić i oznakować tablicami ostrzegawczymi.

16. Ewentualne naprawy ścian istniejących.

W przypadku występowania rys lub pęknięć istniejącego muru należy postępować według poniższego opisu.

Pęknięcia o szerokości do 4mm zapęłnić zaprawą cementową po dokładnym oczyszczeniu i przemyciu wodą.

Pęknięcia o szerokości powyżej 4mm zwłaszcza przechodzące wzdłuż spoin zapęłnić zaprawą cementową po dokładnym oczyszczeniu i przemyciu wodą. Nośność zarysowanych odcinków ścian należy zwiększyć zabetonowując pręty stalowe, średnicy $\phi 10$ ze stali A0 (St0S), w uprzednio naciętych bruzdach. Bruzdy powinny być prostopadłe do kierunku rys. Pręty „schować” pod tynk.



1 – pręty stalowe $\phi 10$; 2 – siatka Rabitza

W przypadku uszkodzeń elementów prefabrykowanych należy konsultować zaistniałą sytuację z projektantem konstrukcji.

17. Uwagi końcowe.

Podczas prac remontowych dokonywać stopniowych oględzin odkrywanych fragmentów konstrukcji. W razie zauważenia jakichkolwiek uszkodzeń lub niezgodności z projektem kontaktować się z projektantem.

Do czasu konsultacji nie prowadzić żadnych robót (oprócz zabezpieczających) w okolicy uszkodzonych elementów.

Wszystkie materiały muszą posiadać odpowiednie certyfikaty i atesty dopuszczenia do stosowania na rynku polskim od odpowiednich instytucji – zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Materiały podane w opracowaniu należy traktować jako przykładowe. Można zastosować inne po uprzednim potwierdzeniu ich właściwości (nie gorsze niż w projekcie) przez dostawcę lub producenta.

Wszystkie zmiany, uzupełnienia i odstępstwa od projektu dokonywane w toku robót muszą być uzgodnione z autorem projektu konstrukcji.

Elementy konstrukcji opisane w opinii technicznej należy rozpatrywać łącznie z projektem architektury i projektami branżowymi. W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek niezgodności pomiędzy projektami należy się skonsultować z projektantami odpowiednich branż.

Wszystkie wymiary sprawdzić w naturze i uwzględnić je podczas budowy.

Kierownik budowy jest zobowiązany do potwierdzenia wykonania robót zgodnie z projektem lub uzgodnionymi zmianami.

Wszelkie prace należy prowadzić pod nadzorem osób uprawnionych oraz zgodnie z dokumentacją techniczną i sztuką budowlaną obowiązującymi normami, wymogami technicznymi oraz „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” : Tom I „Budownictwo ogólne”. Prace te mogą być wykonywane tylko na obszarze objętym pozwoleniem na budowę, a po zakończeniu teren budowy należy doprowadzić do należytego stanu i porządku.

W przypadku wystąpienia nieprzewidzianych utrudnień należy porozumieć się z projektantem.

W przypadku stwierdzenia niezgodności stanu faktycznego z projektem należy porozumieć się z projektantem.

.....
/opracował/

WYKAZ ELEMENTÓW STALOWYCH

Rys: K01

Nadproże budynku typ I.

str. 1

Element	Liczba	Nr. Pozycji	Profil	Długość	Ilość sztuk	masa jedn.	masa 1 szt.	masa razem	STAL	UWAGI	
	[szt]			[mm]	[szt]	[kg/m]	[kg]	[kg]			
typ I	8	1	C140	1800	2	16,00	28,80	57,60	ST3SX		
			śruba M12+2p+2n			11					
Razem 1 szt.						[kg]	57,60				
Dodatek na spoiny				[%]	1,8	[kg]	1,04		ST3SX		
Razem ze spoinami 1 szt.						[kg]	58,64				
Razem dla wszystkich elementów						[kg]	469,09 kg				

WYKAZ ELEMENTÓW STALOWYCH

Rys: K02

Nadproże budynku typ II.

str. 1

Element	Liczba	Nr. Pozycji	Profil	Długość	Ilość sztuk	masa jedn.	masa 1 szt.	masa razem	STAL	UWAGI	
	[szt]			[mm]	[szt]	[kg/m]	[kg]	[kg]			
typ II	6	1	C140	1300	2	16,00	20,80	41,60	ST3SX		
		2	bl.10x60	220	3	4,71	1,04	3,11	ST3SX		
			śruba M12+2p+2n		4						
Razem 1 szt.						[kg]	44,71				
Dodatek na spoiny				[%]	1,8	[kg]	0,80 ST3SX				
Razem ze spoinami 1 szt.						[kg]	45,51				
Razem dla wszystkich elementów						[kg]	273,08 kg				

WYKAZ ELEMENTÓW STALOWYCH

Rys: K03

Nadproże portierni.

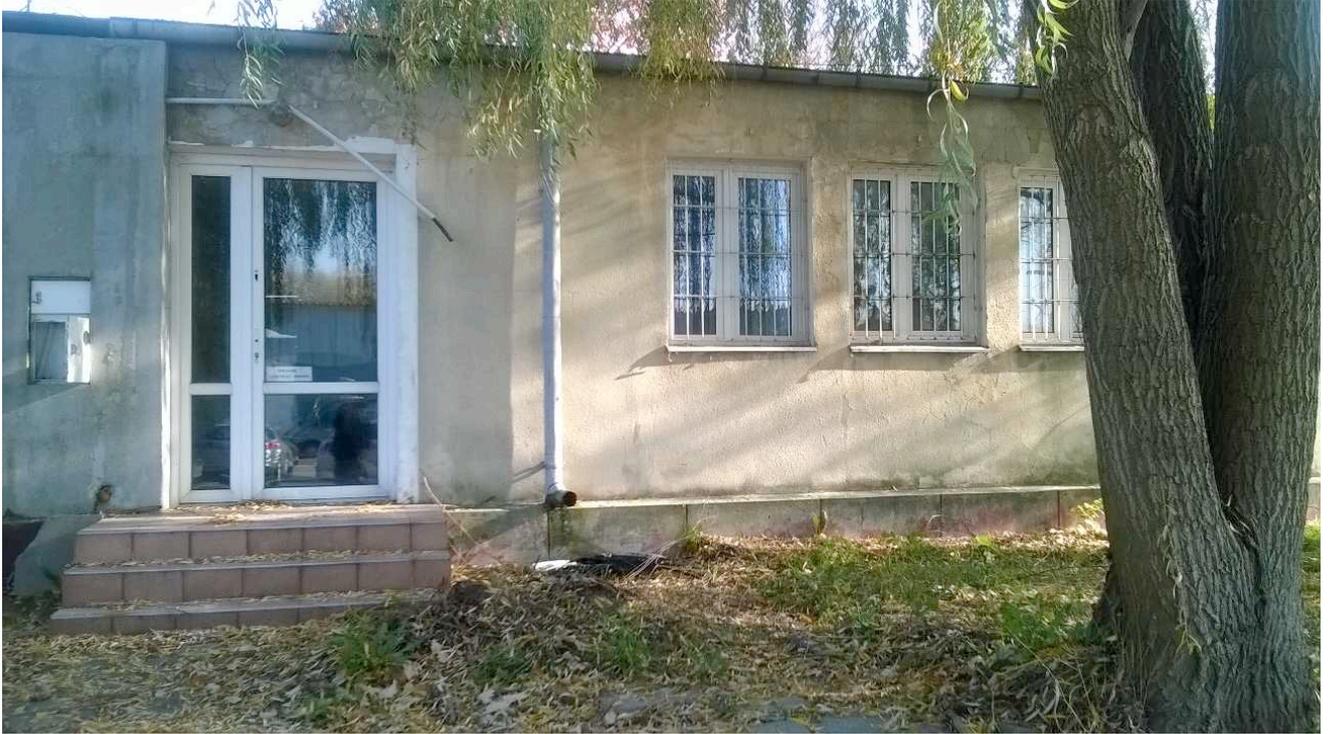
str. 1

Element	Liczba	Nr. Pozycji	Profil	Długość	Ilość sztuk	masa jedn.	masa 1 szt.	masa razem	STAL	UWAGI	
	[szt]			[mm]	[szt]	[kg/m]	[kg]	[kg]			
Nadproże portierni	1	1	C140	1300	2	16,00	20,80	41,60	ST3SX		
		2	bl.10x60	330	3	4,71	1,55	4,66	ST3SX		
			śruba M12+2p+2n		4						
Razem 1 szt.						[kg]	46,26				
Dodatek na spoiny				[%]	1,8	[kg]	0,83 ST3SX				
Razem ze spoinami 1 szt.						[kg]	47,10				
Razem dla wszystkich elementów						[kg]	47,10 kg				

IV. Dokumentacja fotograficzna.

*Dot: Opinii technicznej budynku administracyjno - socjalno - biurowego i
portierni*

w ramach Remontu Bazy Sprzętowo - Magazynowej przy ul. Elektronicznej 4 w Piasecznie.



zdjęcie 1. Widok ogólny budynku..



zdjęcie 2. Widok ściany wewnętrznej żelbetowej 24cm + pustak 12cm.



zdjęcie 3. Widok ściany wewnętrznej pustak 24cm.

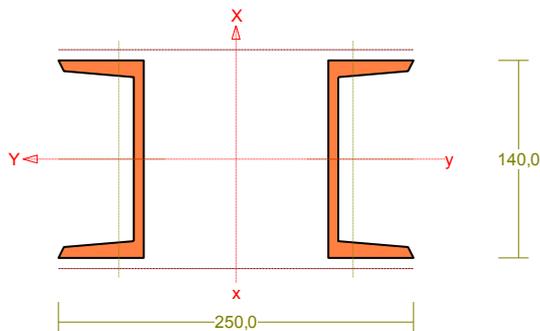
V. Wyciąg z obliczeń.

*Dot: Opinii technicznej budynku administracyjno - socjalno - biurowego i portierni
w ramach Remontu Bazy Sprzętowo - Magazynowej przy ul. Elektronicznej 4 w Piasecznie.*

Nadproże stalowe.

Pręt nr 1

Przekrój: 2 U 140



Wymiary przekroju:

U 140 h=140,0 s=60,0 g=7,0 t=10,0 r=10,0
ex=17,5.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=2902,3 J_{yg}=1210,0 A=40,80 i_x=8,4 i_y=5,4
J_w=3600,4 J_t=11,0 i_s=10,0.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=10,0**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,625$; $x_b = 0,625$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

N = 0,000 kN,

M_y = 28,506 kNm, **V_x = 0,000 kN.**

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 164,9$ MPa $\sigma_c = -164,9$ MPa.

Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości $b = 100,0$ mm i grubości $g = 8,0$ mm w odstępach $l_1 = 250,0$ mm, wykonanymi ze stali St3S (X,Y,V,W).

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_x = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 250,0 / 17,5 = 14,29$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi $\varphi_p = 1,000$. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 14,29 / 84,00 = 0,170 \Rightarrow \varphi_1 = 0,988.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginana względem osi Y: $\psi_y = 1,000$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 1250,0 / 84,3 = 14,82$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \cdot m / 2 = \sqrt{14,82^2 + 14,29^2} = 20,58$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_b} = \frac{20,58}{84,00} \times \sqrt{0,988} = 0,244$$

Nośność przewiązek:

$x_a = 0,000$; $x_b = 1,250$.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 \quad V = 1,2 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 40,80 \times 215 \times 10^{-1} = 10,526 \text{ kN}$$

Przyjęto $Q = 10,526 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n (m - 1) a} = \frac{10,526 \times 250,0}{2 \times (2 - 1) \times 165,0} = 7,975 \text{ kN} \quad M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{10,526 \times 0,3}{2 \times 2} = 0,658 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 100,0 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-3} = 89,784 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 8,0 \times 100,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 2,867 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 7,975 < 89,784 = V_R \quad M_Q = 0,658 < 2,867 = M_R$$

Naprężenia:

$x_a = 0,625$; $x_b = 0,625$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 164,9 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -164,9 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 0,0$ $\Delta\sigma = 164,9 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 164,9 = 164,9 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,250$$

$$l_w = 1,000 \times 1,250 = 1,250 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,250$$

$$l_w = 1,000 \times 1,250 = 1,250 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_w = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{ow} = 1,250 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_w = 1,250 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2902,3}{1,250^2} 10^{-2} = 37582,301 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1210,0}{1,250^2} 10^{-2} = 15668,194 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\varpi}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{10,0^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 3600,4}{1,250^2} 10^{-2} + 80 \times 11,0 \times 10^2 \right) = 1,000000E+20 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$x_a = 0,625; \quad x_b = 0,625.$$

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 172,9 \times 215 \times 10^{-3} = 37,164 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{28,506}{37,164} = 0,767 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 1,250.$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_V f_d = 0,58 \times 1,000 \times 19,6 \times 215 \times 10^{-1} = 244,412 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 73,324 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 91,220 < 244,412 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$x_a = 0,625; \quad x_b = 0,625.$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,000 < 73,324 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 37,164 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{28,506}{37,164} = 0,767 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 1,250$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 0,0$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 199,9 \times 7,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 300,830 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 300,830 = P_{R,W}$$

Złożony stan środka

$x_a = 0,625$; $x_b = 0,625$.

Siły przekrojowe przypadające na środek i nośności środka:

N_w	$= 0,000$	N_{Rw}	$= 150,568$	kN
M_w	$= 1,376$	M_{Rw}	$= 2,511$	kNm
V	$= 0,000$	V_R	$= 244,412$	kN
P	$= 0,000$	P_{Rc}	$= 293,590$	kN

Przyjęto, że zastosowane zostaną żebra w miejscu występowania siły skupionej ($P = 0$).

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\varphi_p = 1,000$.

Warunek nośności środka:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \varphi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left(\frac{0,000}{150,568} + \frac{1,376}{2,511} + \frac{0,000}{293,590} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{0,000}{150,568} + \frac{1,376}{2,511} \right) \frac{0,000}{293,590} + \left(\frac{0,000}{244,412} \right)^2 = 0,300 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,4 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 1250 / 250 = 5,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,4 < 5,0 = a_{\text{gr}}$$

.....
/opracował/