

Mariusz Urbański¹

OCENA STANU TECHNICZNEGO ŻELBETOWYCH SILOSÓW ZBOŻOWYCH

1. Charakterystyka obiektu

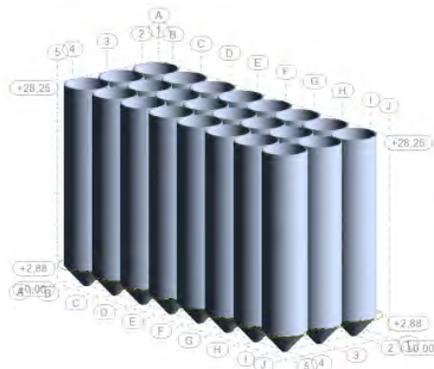
W artykule przedstawiono ocenę stanu technicznego żelbetowych silosów zbożowych przez nieniszczące metody badawcze oraz obliczeniowe sprawdzenie ich nośności.

Przedmiotem opracowania jest bateria silosów zbożowych rozmieszczonych na planie prostokąta o wymiarach 18,25 x 48,5 m. Silosy ułożone są w trzech rzędach po osiem sztuk. Na dole silosów znajdują się żelbetowe leje wysypowe. Do górnej części prowadzi z jednej strony szyb windy, a z drugiej stalowa klatka schodowa. Średnica wewnętrzna silosu wynosi 5,5 m, a wysokość 26 m, grubość ścian żelbetowych wynosi 15 i 20 cm. Między okrągłymi silosami połączonymi w baterie znajdują się komory gwiazdowe, które jak silosy okrągłe służą do magazynowania rzepaku. W górnej części baterii silosów znajdują się pomieszczenia techniczne i urządzenia zasypowe. Powierzchnia zabudowy 870 m².

2. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

2.1. Schematy statyczne

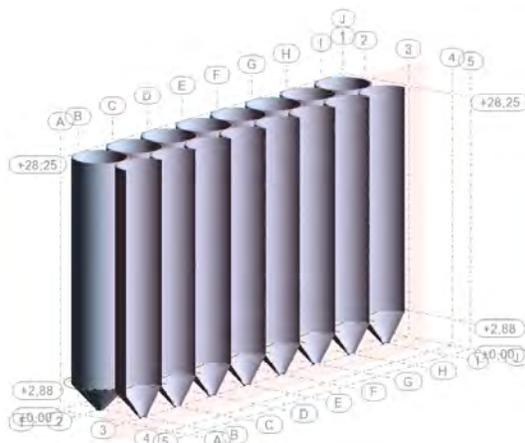
Na rysunkach od 1 do 4 przedstawiono wygląd silosów zbożowych w układzie bateryjnym.



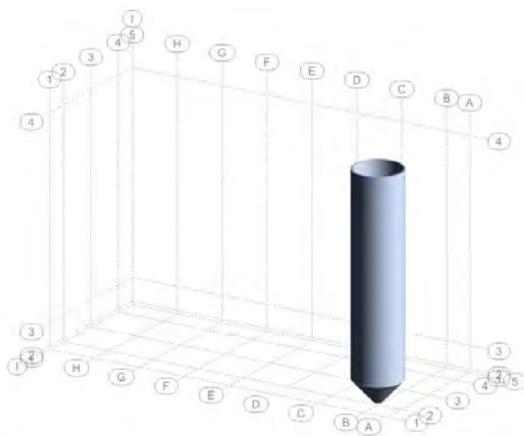
Rys. 1. Bateria silosów



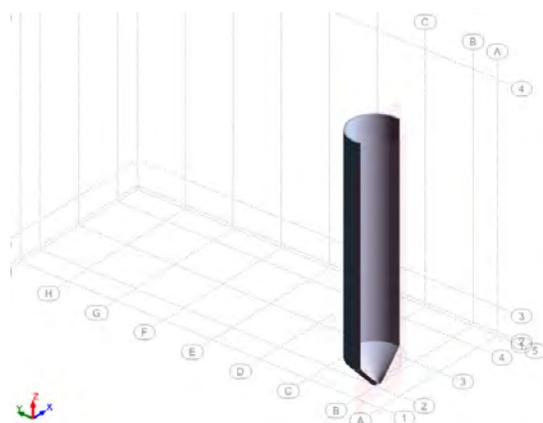
¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Budownictwa, ul. Akademicka 3, 42-200 Częstochowa, e-mail: murbanski@interia.eu



Rys. 2. Przekrój podłużny



Rys. 3. Widok pojedynczego silosa



Rys. 4. Przekrój przez silos

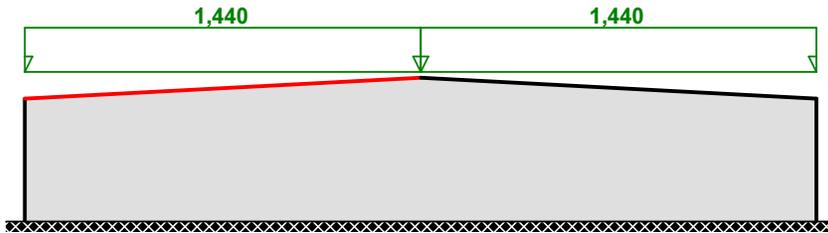
2.2. Założenia obliczeniowe

Obliczenia przeprowadzono dla przestrzennego układu powłokowego w ortogonalnym układzie współrzędnych. Obiekt zaliczono do silosów smukłych.

OBCIĄŻENIA

Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1

S [kN/m²]



Łość bardziej obciążona:

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 3; $A = 300$ m n.p.m. $\rightarrow Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,200$ kN/m²
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie łożci $\alpha = 3,0^\circ$

$$C_2 = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

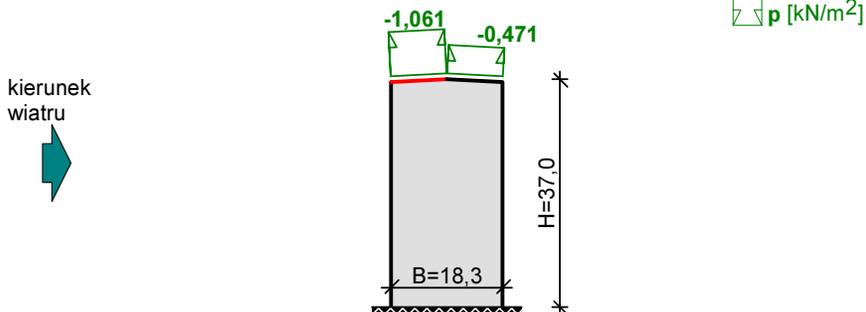
$$S_k = Q_k \cdot C = 1,200 \cdot 0,800 = 0,960 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0,960 \cdot 1,5 = 1,440 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3

p [kN/m²]



Połać nawietrzna:

- Obiekt o wymiarach: $B = 18,3$ m, $L = 48,5$ m, $H = 37,0$ m
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci $\alpha = 3,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 300$ m n.p.m. $\rightarrow q_k = 300$ Pa

$$q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$$

- Współczynnik ekspozycji:

$$\text{rodzaj terenu: A; } z = H = 37,0 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,9 + 0,015 \cdot 37,0 = 1,46$$

- Współczynnik działania porywów wiatru:

$$\beta = 1,80$$

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

$$\text{budynek zamknięty} \rightarrow C_w = 0$$

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,9$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,46 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,707 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,707) \cdot 1,5 = -1,061 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie użytkowe wg PN-82/B-02003

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ³	γ_f	k_d	Obc. c kN/m
1.	Nasiona oleiste	6,50	1,20	--	7,8

Obciążenie stałe wg PN-82/B-02001

Ciężar własny elementów konstrukcyjnych generowany jest przez program obliczeniowy.

3. Ocena stanu technicznego

W celu oceny stanu technicznego żelbetowych silosów wykonano szereg zdjęć jego powierzchni, które przedstawiono poniżej (rys. 5-8).



Rys. 5. Widok korodującego betonu i zbrojenia



Rys. 6. Stopień korozji zbrojenia oraz rozstaw prętów



Rys. 7. Widok pęknięć na połączeniach technologicznych przy betonowaniu



Rys. 8. Badanie sklerometryczne młotkiem Szmidta typu N

Podczas wizji lokalnej zaobserwowano korozję betonu oraz stali zbrojeniowej w warstwie zewnętrznej. Korozję zbrojenia oszacowano na 20% przekroju. Ogniska korozji obserwowane są na całej powierzchni zewnętrznej silosów. Wewnątrz komór okrągłych i gwiazdowych nie zaobserwowano ognisk korozji ani pęknięć. Na zewnętrznej części silosów widoczne są rysy w miejscach przerw roboczych podczas betonowania. Konstrukcja pomieszczeń technicznych wraz z zadaniem w stanie dobrym bez widocznych oznak zużycia. W celu określenia klasy betonu przeprowadzono badanie młotkiem Szmida typu N - wyniki badań zestawiono poniżej.

DZIENNIK POMIARÓW SKLEROMETRYCZNYCH MŁOTKIEM SCHMIDTA				
Obiekt	Żelbetowe silosy zbożowe w Bogaczowie		Data badania	29.11.2012
Element	Dół betonowego okrągłego silosu		Nr młotka	N-09041059

Miejsce pomiarowe	Kąt	ODCZYTY							Odczyt średni L_{ia}	Odczyt średni sprowadzony $L_i (\alpha = 0)$	Li-L'	(Li-L') ²
		1	2	3	4	5	6	7				
1	0	48	47	46	53	43	48	49	48	48	-0,96	0,93
2	0	48	44	41	44	43	50	51	46	46	-2,82	7,96
3	0	47	50	50	48	54	54	52	51	51	2,04	4,14
4	0	49	52	50	48	50	54	50	50	50	1,75	3,06
									Suma	195	0,00	16,10

L'	=	49	Średnia liczba odbicia
SL	=	2,32	Odchylenie standardowe liczb odbicia
vL	=	4,76 %	Współczynnik zmienności liczb odbicia

Zgodnie z tablicami w załączniku zamieszczonym w Instrukcji nr 210 INSTYTUTU TECHNIKI BUDOWLANEJ „Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji” odczytano:

Średnia wytrzymałość betonu na ściskanie **35,00 MPa**

Minimalna wytrzymałość betonu na ściskanie **30,0 MPa**

Współczynnik zmienności betonu **5,0%**

Współczynnik jednorodności betonu **1,0**

Zgodnie z normą PN-EN 206:1:2003 przy minimalnej wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie dla betonu zwykłego i ciężkiego równej 30,0 MPa można przyjąć beton klasy C25/30.

Wnioski i zalecenia

Po przeprowadzonej analizie statyczno-wytrzymałościowej uwzględniającej lokalny 20% ubytek korozyjny zbrojenia stwierdzono osiągnięcie przez ustrój nośności granicznej przy całkowitym wypełnieniu silosów ziarnem. Do czasu

wykonania naprawy, a co za tym idzie - zatrzymania postępującej korozji zbrojenia należy zmniejszyć wysokość zasypu zbiornika o 5 m.

Dokonując analizy wyników badań oraz przeprowadzonych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych sformułowano następujące wnioski:

- zarysowania w miejscach przerw roboczych nie mają negatywnego wpływu na konstrukcję obiektu,
- na skutek postępującej korozji jest konieczność zmniejszenia wysokości zasypu o 5 m do chwili wykonania naprawy,
- w wyniku niespełnienia wymogów minimalnej otuliny dla prętów zbrojenio-
wych podczas budowy obiektu nastąpiła korozja stali i betonu. Widoczne
miejsca malowania powierzchni betonu w latach 70. pogłębiły zjawisko korozji
betonu.

Zalecenia

Zaleca się wykonanie naprawy powierzchniowej betonu poprzez oczyszczenie piaskowaniem, a następnie na tak przygotowaną powierzchnię zabezpieczenie antykorozyjne stali oraz wykonanie warstwy torkretu. Naprawa musi być poprzeczona projektem wykonawczym, w którym określone będą szczegóły naprawcze.

Literatura

- [1] Bukowski B. (red.), Budownictwo betonowe, Tom XIII, Mitzel A., Zbiorniki, zasobniki, silosy, kominy i maszty, Arkady, Warszawa 1966.
- [2] Masłowski E., Spiżewska D., Wzmacnianie konstrukcji budowlanych, Arkady, Warszawa 2002.
- [3] PN-B-02011:1977/Az1 - Obciążenie wiatrem.
- [4] PN-80/B-02010/Az1 - Obciążenie śniegiem.
- [5] PN-82/B-02001 - Obciążenia stałe.
- [6] PN-82/B-02000 - Obciążenia budowli.
- [7] PN-82/B-02003 - Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne i montażowe.
- [8] PN-B-03002:2007 - Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczanie.
- [9] PN-02/B-03264 - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [10] PNB-03262-2002 - Silosy żelbetowe na materiały sypkie - obliczenia statyczne, projektowanie wykonawstwo i eksploatacja.

Streszczenie

W ocenie stanu technicznego obiektów bardzo rzadko występują silosy żelbetowe. Przedstawiona w artykule bateria silosów o znacznym stopniu zużycia zmuszała do wykonania badań nieniszczących i dobrania metod sprawdzających wytrzymałość poszczególnych jej elementów z podaniem sposobu naprawy.

Słowa kluczowe: beton, stan techniczny

Assessment of technical reinforced concrete grain silos

In the assessment of the technical condition very rare concrete silos. Presented in the article battery silos with a significant consumption forced to perform non-destructive testing and sizing methods for checking the strength of its individual elements specify how the repair.

Keywords: concrete, technical condition of the objects

REDAKCJA

Zdzisława Tasarz

Lucyna Żyła

REDAKCJA TECHNICZNA

Robert Świerczewski

PROJEKT OKŁADKI

Maciej Major

PL ISSN 0860-7214

ISSN 0526-5916

Wersją pierwotną czasopisma jest wersja drukowana

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej
Częstochowa 2016

Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, ul. J.H. Dąbrowskiego 69, Częstochowa, tel. 34 325 09 74
dystrybucja 34 325 09 76, e-mail: sprzedaz@adm.pcz.czyst.pl, www.wydawnictwa.pcz.pl
Nakład 100 egz.

Ark. wyd. 20,03. Ark. druk. 19,25