

# Uszkodzenia korozyjne podstaw żelbetowych słupów 80-letniej hali targowej



prof. dr hab. inż.  
**ANNA HALICKA**  
Politechnika Lubelska  
Wydział Budownictwa i Architektury  
ORCID: 0000-0001-5526-8862



inż.  
**JANUSZ FRONCZYK**  
Budoprojekt Lublin  
ORCID: 0000-0001-5261-0618

W artykule przedstawiono sposób naprawy słupów zrealizowanej w roku 1997 i stan wzmocnień po kolejnych 20 latach użytkowania. Zaprezentowano także oryginalną dokumentację projektową omawianej konstrukcji.

W hali targowej wybudowanej w Lublinie rok przed wybuchem II wojny światowej i będącej do dziś w ciągłej eksploatacji po 55 latach użytkowania zauważono blokowanie drzwi w piwnicach. Do ustalenia przyczyn tego stanu rzeczy zlecono badania [1], [6], których wyniki zaprezentowano w niniejszym artykule.

Prezentowane wyniki badań i analiz wzbogacono o rysunki konstrukcyjne oraz fragmenty oryginalnego projektu hali, znajdującego się obecnie w Archiwum Miejskim w Lublinie. Uczyniono tak w celu zaprezentowania poziomu, a także jakości polskich opracowań technicznych sprzed II wojny światowej.

## Hala targowa – historia powstania

Hala targowa powstała w 1938 roku. Jest usytuowana w dolinie rzeki Czechówki, która od roku 1934 płynie w podziemnym kanale betonowym.

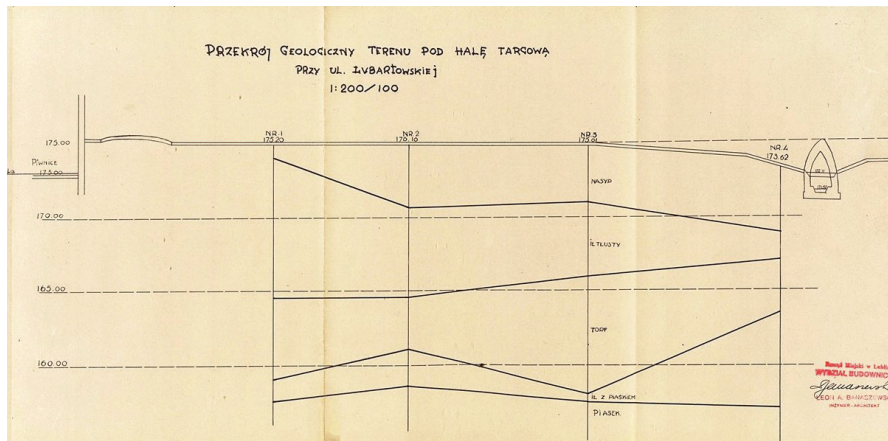
Pierwotnie planowano wykonanie hali żelbetowo-murowanej posadowionej bezpośrednio, z otaczającymi przybudówkami –

„jatkami”. Jednak ze względu na trudne warunki gruntowe ostateczne decyzje zostały poprzedzone badaniami geotechnicznymi. Wykonano 4 odwierty do głębokości 14 m, sporządzono przekrój geologiczny, profile odwiertów (rys. 1.) i pobrano próbki gruntu do badań. W poziomie planowanego posadowienia stwierdzono grunty organiczne, namuły oraz torfy (piaski nośne 12 m poniżej poziomu terenu), a także wysoki poziom wód gruntowych. Badania parametrów torfów oraz analizy osiadań przy różnych wartościach obciążeń przeprowadziło laboratorium Politechniki Lwowskiej. Wykazano, że pod wpływem planowanych obciążeń wielkość osiadań poszczególnych warstw torfów wyniesie od 40 do 70 mm.

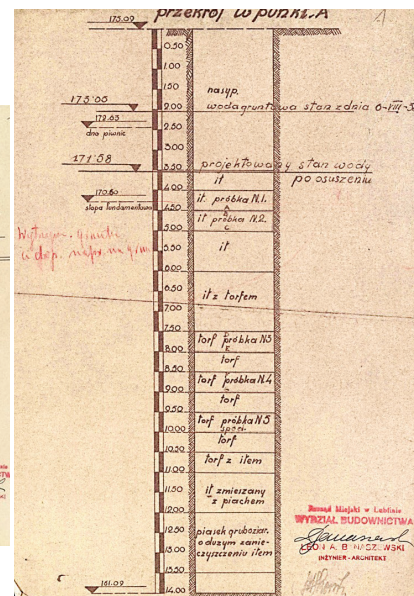
Analizy wyników badań przeprowadzone przez inżyniera architekta śp. Leona Banaszewskiego z ówczesnego Wydziału Budownictwa Zarządu Miejskiego w Lublinie wykazały konieczność zmiany planowanego sposobu posadowienia i konstrukcji budynku. Zdecydowano o posadowieniu hali na palach drewnianych oraz pozostawieniu bezpośred-

niego posadowienia przybudówek, a także o zróżnicowaniu konstrukcji dwóch kondygnacji hali. Część podziemną zaprojektowano jako żelbetową monolityczną. Na słupach wsparte są podciąg w rozstawie osiowym 6 m, stanowiące podpory dla stropu skrzynkowego. Kondygnacja nadziemna ma nowatorską, jak na owe czasy, stalową konstrukcję ramową, której podstawowymi elementami są poprzeczne ramy o rozpiętości osiowej 19,60 m. Rygiel ramy w formie spawanej blachownicy o zmiennym przekroju składa się z trzech elementów łączonych na nitowane nakładki. Ramy zostały obetonowane po montażu (grubość obetonowania minimum 5 cm) i usztywnione podłużnie ścianami murowanymi z cegły (rys. 2.). Nie będą one tutaj szerzej omawiane.

Dokumentacja projektowa budynku – zarówno rysunki, jak i obliczenia statyczne [6] oraz projekt obniżenia poziomu wody gruntowej metodą drenażu opaskowego [8] za-



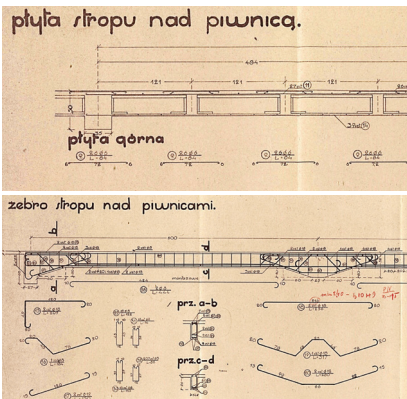
Rys. 1. Przekrój geologiczny na podstawie czterech odwiertów i profil jednego z otworów badawczych według dokumentacji geotechnicznej z 1935 roku [6]







chowaly się niemal w całości. Autorami rozwiązań części podziemnej wraz z fundamentami palowymi byli projektanci lubelscy (wspomniany inż. arch. L. Banaszewski jest podpisany na rysunkach wykonawczych jako sprawdzający). Konstrukcję kondygnacji nadziemnej zaprojektował inżynier Władysław Wachniewski, projektant firmy Wspólnota Interesów Górniczo-Hutniczych w Chorzowie.



Rys. 3. Rysunki płyty stropu skrzynkowego i zbrojenia żebra pochodzące z dokumentacji projektowej, z naniesionymi ręcznie poprawkami z okresu budowy [6]



Rys. 4. Dzisiejszy widok stropu nad piwnicą (słupy z głowicami poszerzone po remoncie w 1996 r.)

### Konstrukcja fundamentów i części podziemnej

Zaprojektowano część podziemną przekrytą stropem żelbetowym skrzynkowym, którego żebra (w rozstawie 121 cm) opierają się na 4-przęsłowych podciągach poprzecznych (rozpiętość przeseł 4,90 m) o rozstawie osiowym 6 m (rys. 3.). Pomiędzy skrajnymi słupami na ryglu żelbetowym wspartym na stopach fundamentowych wymurowano ściany wypełniające zwieńczone w poziomie stropu.

W trakcie realizacji zmieniono konstrukcję, rezygnując ze stropu skrzynkowego, wykonując w zamian strop w układzie płyta – żebro – podciąg (rys. 4 i 5.).

Zaprojektowano stopy fundamentowe o zróżnicowanych wymiarach: stopy zewnętrzne – 180 x 180 cm, a wewnętrzne – 180 x 90 cm. Wykonano jednak stopy zewnętrzne 165 x 165 cm oparte na czterech palach, a wewnętrzne 170 x 100 cm oparte na dwóch palach drewnianych (rys. 6 i 7.).

### WSPÓŁCZESNE BADANIA KONSTRUKCJI I ANALIZA PRZYCYN USZKODZEŃ

W 1996 roku użytkownik stwierdził blokowanie się zewnętrznych skrzydeł drzwiowych. Nie wystąpiły jednak żadne uszkodzenia konstrukcji żelbetowego stropu nad piwnicami (zarysowania czy przemieszczenia elementów konstrukcyjnych), które świadczyłyby o nierównomiernej pracy konstrukcji.

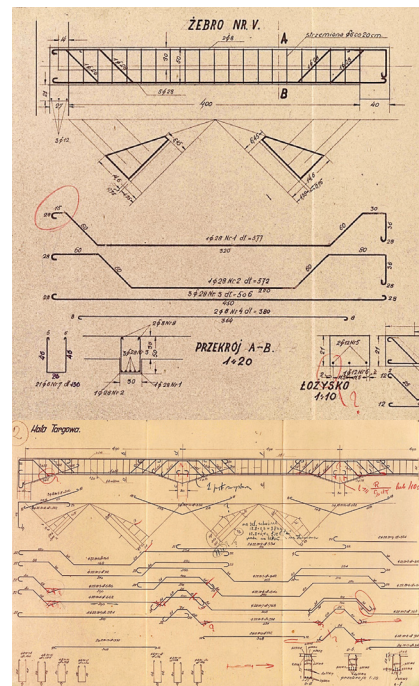
W celu ustalenia przyczyn zlecono badania [6], których wyniki przedstawiono dalej.

### Odkrytki fundamentów

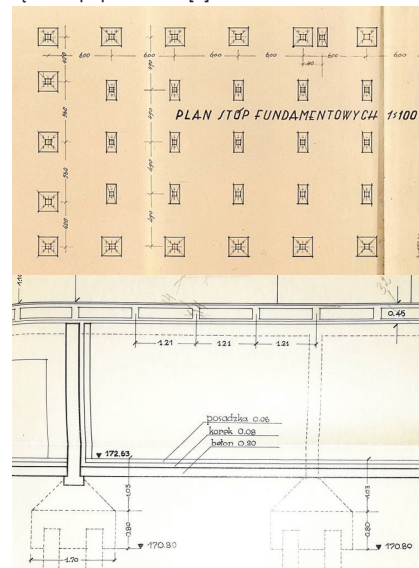
Przyuszczając, że przyczyna zaistniałych uszkodzeń leży w strefie posadowienia, wykonano odkrytki stóp fundamentowych pod słupami wewnętrznymi i zewnętrznymi. Celem było dotarcie do poziomu umożliwiającego sprawdzenie głowic drewnianych pali. Warunki prac były trudne z uwagi na stałe sączenie wody z namulów oraz konieczność odpompowania wody z wykopu po każdej przezwie roboczej (rys. 8.).



Rys. 2. Fotografie z realizacji budowy: wykop pod budynek z transportem gruntu furmankami (w dnie wykopu widoczna woda gruntowa na głębokości ok. 3 m) i wykonanie stropu nad piwnicą [2]

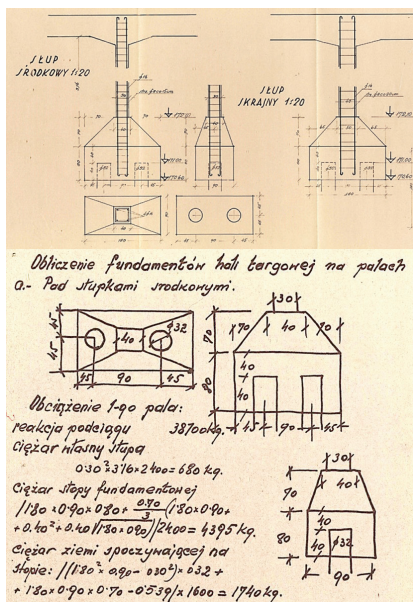


Rys. 5. Rysunki podciagu pochodzące z dokumentacji projektowej, z naniesionymi ręcznie poprawkami [6]



Rys. 6. Plan stóp fundamentowych (fragment) pochodzący z dokumentacji projektowej [6] i szczegół przekroju pionowego pochodzący z dokumentacji architektonicznej [3]





Rys. 7. Rysunek i obliczenia stóp fundamentowych na palach drewnianych pochodzące z dokumentacji projektowej [6]



Rys. 8. Odkrytki fundamentów pod słupami wewnętrznymi [5] z widoczną wodą gruntową w wykopie

We wszystkich wykopach nad głowicami stóp fundamentowych na odcinku o długości około 15 cm stwierdzono zupełnie zniszczone fragmenty słupów (struktura gruzu betonowego), a silna korozja występowała na dalszych 10–15 cm. Na odcinku zdegradowanego betonu pręty zbrojeniowe ( $\varnothing 18$  żebrowane mechanicznie) były powierzchniowo skorodowane i wskutek osiadania zniszczonej konstrukcji uległy wyboczeniu (rys. 9). Skutkowało to skróceniem słupów o około 4–7 cm i związanym z tym osiadaniami budynku, które uznano za podstawową przyczynę trudności w użytkowaniu drzwi.

Stwierdzono też, że słupy były wykonane z betonu na kruszywie mieszanym (piasek, bazalt łamany i nierozpoznane kruszy-

wo wapienne), a otulina zbrojenia wynosiła około 2 cm. Jakość i klasa betonu w słupach była zdecydowanie niższa niż w stopach fundamentowych – beton słupów uległ korozji, a beton stóp fundamentowych nie wykazywał żadnych oznak korozyjnych. Późniejsze prace remontowe potwierdziły, że opisany wyżej obraz zniszczenia występował we wszystkich pięćdziesięciu słupach hali.

Stan techniczny stóp fundamentowych oceniono jako dobry (rys. 9). Beton nie wykazywał żadnych oznak korozyjnych zarówno w części górnej, jak i dolnej. Stopy fundamentowe według projektu archiwalnego nie miały własnego zbrojenia, zakotwiczone w nich było jedynie zbrojenie słupa, co potwierdzały odkrytki. Głowice pali drewnianych były zagłębione w stopie na ok. 40 cm (rys. 6.). Stopy odkrywano do poziomu umożliwiającego sprawdzenie stanu technicznego pali drewnianych. Celem było ustalenie, czy osiadanie budynku spowodowane było tylko zniszczeniem podstawy słupów czy miała na nie wpływ również korozja pali drewnianych. Pali poniżej podstawy stopy nie wykazywały oznak korozji i ich stan techniczny oceniono jako dobry. Zatem to nie korozja pali fundamentowych była przyczyną uszkodzeń słupów piwnic hali.

Stwierdzono ponadto, że stopy fundamentowe mają dolne części prostopadłościenne, a powyżej nich stopy są ściętymi ostrosłupami. Jednak wymiary są nieco inne niż w projekcie, w szczególności zwiększono wysokość stóp ze 150 do 220 cm. Skutkowało to obniżeniem poziomu posadowienia o 118 cm w stosunku do założeń projektowych (istniejący poziom stopy fundamentowej wynosi 169,42 m n.p.m., a projektowany – 170,60 m n.p.m.).

### Badania geotechniczne podłoża gruntowego

W wyniku badań geotechnicznych podłoża gruntowego [6] wykonanych przez BUP Budoprojekt uzyskano profil podłoża zbudowanego z namulów oraz torfów do głębokości około 6,6 m i poniżej zalegających piasków średniozagęszczonych. Wodę gruntową nawiercono na dwóch poziomach. Pierwszy to wody zawieszona na trudnoprzepuszczalnych namulach stabilizujące się około 50 cm poniżej posadzki piwnic, drugi poziom wodonośny znajduje się ponad warstwą piasków. Wodę zawieszoną obserwowano także w odkrywkach (rys. 10).

Analiza powyższych danych wskazuje, że:

- Wystąpiła różnica w profilach geotechnicznych archiwalnych i aktualnych – w roku 1935 poziom gruntów nośnych (piasków) określono na rzędnej od 162,00 do 163,09 m n.p.m. [5], a w roku 1996 na rzędnej od 166,25 do 165,55 m n.p.m. [7]. Różnica poziomów warstwy piasków jest duża oraz trudna do zinterpretowania (nawet korekty wynikające



Rys. 9. Odkrytki fundamentów pod słupami w ścianie zewnętrznej i słupami wewnętrznymi [5]. Widoczna woda gruntowa w wykopie, zdegradowane fragmenty słupów, a także wygięte wskutek wybożenia pręty zbrojeniowe

z różnych układów współrzędnych, inna lokalizacja odwiertów w terenie i występujący spadek stropu piasków w kierunku rzeki Czechówki nie tłumaczą tak dużej różnicy).

- Pierwszy poziom wody gruntowej zawieszona na trudnoprzepuszczalnych gruntach spoistych stabilizuje się na rzędnej w zależności od pory roku lub opadów na poziomie 0,2 do 0,7 m poniżej posadzki piwnic, jednak niekiedy przy obfitych, długotrwałych opadach użytkownik stwierdzał pojawienie się wody nawet na posadzce.







Rys. 12. Widok odsłoniętego wzmocnienia słupów w ścianie zewnętrznej po ponad 20 latach od jego realizacji

odczynn kwaśny (pH <7,0). W ramach badań [7] nie wykonywano co prawda analiz wody gruntowej, ale wyniki archiwalnych badań laboratoryjnych wody z sąsiednich posesji podają wartości dla wody z gruntów organicznych o wysokości pH 5,4 do 6,2.

Oznacza to zagrożenie korozją kwasową betonu. Jest to korozja polegająca na szeregu reakcji chemicznych, w wyniku której powstają łatwo rozpuszczalne sole lub związki niewykazujące własności adhezyjnych, co prowadzi najpierw do wzrostu porowatości betonu, a następnie do całkowitej destrukcji kamienia cementowego, jak to stało się w omawianej hali targowej.

Różną odporność betonu stopy, a także słupa na korozję w tych samych warunkach należy tłumaczyć zastosowaniem betonów o różnym składzie i szczelności.

### Wzmocnienie podstaw słupów

Ze względu na uszkodzenia opisane wcześniej (odkrytki fundamentów) stan hali uznano za zły i kwalifikujący słupy do pilnej naprawy. Prace remontowe przeprowadzono zgodnie z zaleceniami zawartymi w opinii [4] kolejno na wszystkich 50 słupach wewnętrznych oraz zewnętrznych. Prace wykonane były w latach 1996–97 według projektu [5] zgodnie z następującym schematem:

- odkopanie słupa i stopy fundamentowej, sprawdzenie stanu technicznego pali drewnianych poniżej stopy;
- oczyszczenie powierzchni słupa z tynku i skorodowanych fragmentów betonu na całej wysokości;

- wykonanie wzmocniającej stalowej konstrukcji o nośności zapewniającej przejście wszystkich obciążeń przypadających na słup (rys. 11.); konstrukcja ustawiana była na górnej powierzchni stopy i kończyła się pod podciągami, składała się z czterech kątowników 80 x 80 x 8 mm, była przygotowywana w warsztacie w dwóch elementach łączonych na budowie spawanymi przewiązkami 50 x 8 mm, styk kątowników i starego słupa wypełniano zaprawą cementową po całkowitym montażu;
- nabetonowanie na nachylonych płaszczyznach bocznych stopy fundamentowej prostopadłościowej czapki betonowej z betonu klasy B20, zbrojonej siatką z prętów pionowych  $\varnothing$  12, a także prętami obwodowymi  $\varnothing$  14 zapewniającymi przejście naprężeń rozciągających;
- betonowanie części cokołowej słupa, osiatkowanie konstrukcji stalowej oraz zabezpieczenie jej zaprawą cementową i tynkiem cementowo-wapiennym.

Po ponad 20 latach dalszej eksploatacji hali targowej przy kolejnym remoncie piwnicy w roku 2018 odsłonięto wzmocnienie słupa w ścianie zewnętrznej. Stwierdzono, że stan techniczny jest dobry (rys. 12.), a brak dalszych uszkodzeń hali potwierdził, że wzmocnienie spełniło przewidzianą funkcję.

### Podsumowanie

W artykule przedstawiono halę targową wybudowaną tuż przed II wojną światową, w której po 55 latach użytkowania zauważono objawy osiadania. W wyniku odkrywek i badań stwierdzono, że przyczyna nie leżała, jak przypuszczano, w strefie posadowienia na palach, ale było nią uszkodzenie podstaw wszystkich słupów wskutek korozji betonu powodującej całkowity ubytek betonu na odcinku około 15 cm. Dzięki temu, że proces korozyjny przebiegał równomiernie we wszystkich stopach, uszkodzeniom nie uległ żelbetowy strop nad piwnicami.

### Literatura:

- [1] Dokumentacja fotograficzna i protokoły badań wytrzymałościowych betonu DH Bazar, Samodzielny Zespół Geotechniczny w Lublinie, 1997 r.
- [2] Dziennik Wschodni z dnia 19.08.2018 r.: Lublin miał najnowocześniejszą halę targową w II RP. Tak powstała.
- [3] Hala Targowa plan architektoniczny. Biuro Projektów architekt Leon Banaszewski 1938 r. REP 100.VN: 2643 Archiwum Państwowe w Lublinie.
- [4] Opinia konstrukcyjna budynku SDH „Bazar” w Lublinie, BUP BUDOPROJEKT w Lublinie, 1995 r.
- [5] Projekt budowlany zabezpieczenia fundamentów i elementów konstrukcyjnych piwnicy DH Bazar, BUP BUDOPROJEKT w Lublinie, 1996 r.
- [6] Projekt konstrukcji żelbetowej hali targowej w Lublinie, REP 100.VN: 2643 Archiwum Państwowe w Lublinie.

[7] Techniczne badania podłoża gruntowego i elementów konstrukcyjnych podziemia w DH Bazar przy ul. Lubartowskiej 43 w Lublinie, BUP BUDOPROJEKT w Lublinie, 1996 r.

[8] Zarząd Miasta w Lublinie. Sprawozdanie techniczne do projektu osuszenia terenu pod halę targową przy ul. Lubartowskiej w Lublinie, 1938r. REP 100.VN: 2643 Archiwum Państwowe w Lublinie.

DOI: 10.5604/01.3001.0014.5627

### PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Halicka Anna, Fronczyk Janusz, 2021, Uszkodzenia korozyjne podstaw żelbetowych słupów 80-letniej hali targowej, „Builder” 01 (282). DOI: 10.5604/01.3001.0014.5627

**Streszczenie:** W hali targowej zaprojektowanej i wykonanej w roku 1938 wystąpiły zniszczenia korozyjne żelbetowych słupów. Zlokalizowane były one w strefach oparcia słupów na betonowych stopach fundamentowych posadowionych w warstwie nawodnionych namulców. Zniszczenia słupów polegały na całkowitym ubytku betonu na odcinku około 10–15 cm ponad stopą i wyboczeniu prętów zbrojeniovych pozbawionych otaczającego je betonu. Spowodowało to skrócenie słupów. Znamieną jest równomierność tego zjawiska w całej hali – oprócz trudności w użytkowaniu drzwi nie zauważono żadnych uszkodzeń konstrukcji żelbetowego stropu nad piwnicą.

W artykule przedstawiono sposób naprawy słupów zrealizowanej w roku 1997 i stan wzmocnień po kolejnych 20 latach użytkowania. Zaprezentowano także oryginalną dokumentację projektową omawianej konstrukcji.

**Słowa kluczowe:** słup betonowy, korozja, wyboczenie zbrojenia

**Abstract:** CORROSIVE DESTRUCTIONS OF THE BASES OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS IN 80 YEARS OLD MARKET HALL. In the market hall, designed and constructed in 1938, the corrosion damages of reinforced concrete columns were confirmed in 1996. Columns were completely destroyed in the areas where they were supported on concrete footings. A total loss of concrete over a section of about 10-15 cm and buckling of reinforcing bars caused by lack of surrounding concrete were observed. This resulted in shortening of the columns. Such destruction took place in all 50 columns, and it is why that apart from the difficulty in opening the door, no further damages of hall structure took place. The article describes the technology of column repairs and presents their condition after next 20 year of operation. The historical design drawings are presented as well.

**Key words:** concrete column, corrosion, buckling of reinforcement