

dr inż. Piotr Berkowski^{1*)}dr inż. Grzegorz Dmochowski¹⁾

Zagadnienia konstrukcyjno- -materiałowe związane z adaptacją budynków przemysłowych na cele mieszkalne

DOI: 10.15199/33.2015.05.06

W ostatnich latach w Polsce zrealizowano wiele projektów mających na celu rewitalizację zasobów przemysłowych zarówno na cele handlowe, biurowe, jak i mieszkalne. Często równoległe z adaptacją obiektów zabytkowych wznosi się obok nich nowe budynki mieszkalne, nowe dzielnice i przywraca terenom przemysłowym walory użytkowe.

W przypadku adaptacji starych budynków przemysłowych na nowe cele użytkowe, wszystkie prace projektowe powinny zostać poprzedzone odpowiednimi ekspertyzami nośności wszystkich elementów konstrukcyjnych. Wynika to z faktu, że obiekty przemysłowe bardzo często były przebudowywane z konieczności ich przystosowania do nowych funkcji produkcyjnych. Ponadto, w połączeniu z aktualnie obowiązującymi normami, może się okazać, że ich elementy konstrukcyjne nie mają odpowiedniej nośności obliczeniowej do przejęcia nawet stosunkowo niedużych obciążeń, występujących w obiektach mieszkalnych.

Charakterystyka budynków

Budynki przemysłowe, dla których przeprowadzono proces diagnozowania stanu technicznego ze względu na przewidywaną adaptację na cele mieszkalne, pochodzą z przełomu XIX i XX w. i usytuowane są na terenie dawnego browaru. Ideą prac rewitalizacyjnych był remont i przebudowa części budynków, wyburzenie najbardziej zniszczonych i wybudowanie nowych, wkomponowanych w istniejącą zabudowę. Pierwszy budynek, tzw. leżakowni/dojrzewalni piwa (fotografia 1), to obiekt zblokowany, w skład którego wchodzi kilka budynków, wzniesionych w różnych okresach i o bardzo zróżnicowanej konstrukcji, związanej ze spełnianymi funkcjami technologicznymi. Drugim ocenianym obiektem jest budynek tzw. stajni, a trzecim budynkiem jest tzw. butelkownia (fotografia 2), przeznaczona do końcowej produkcji i składowania piwa. Budynek jest podzielony na segmenty o różnej liczbie kondygnacji i różnej wysokości.

Na podstawie analizy dostępnej dokumentacji archiwalnej oraz wykonanych odkrywek stwierdzono, że wszystkie budynki mają bardzo podobną konstrukcję. Zasadniczym elementem nośnym jest z reguły układ wewnętrznych słupów stalowych (część obetonowanych lub obmurowanych) oraz ceglanych ścian nośnych zewnętrznych i wewnętrznych. Na słupach i na ścianach podłużnych oparte zostały poprzecznie podciąg stalowy, a na nich i na ścianach stalowe belki stropowe. Fundamenty pod ścianami stanowią łąwy ceglane z odsadzkami, natomiast pod słupami stopy betonowe lub ceglane, miejscami z dodatkowymi blokami granito-



Fot. 1. Widok ogólny budynku „leżakowni”



Fot. 2. Widok ogólny budynku „butelkowni”

wymi pod słupami. Ściany zewnętrzne są z cegły pełnej, częściowo klinkierowej, na zaprawie wapiennej lub cementowo-wapiennej. Część ścian zewnętrznych i wewnętrznych jest typu szczelinowego, co wynikało z konieczności zapewnienia odpowiedniej izolacyjności cieplnej. Grubość ścian waha się od 38 cm na ostatnich kondygnacjach do 134 cm na najniższych. Stropy są głównie odcinkowe (fotografia 3), na belkach stalowych opartych na podciągach i słupach stalowych oraz ścianach lub płaskie, typu Kleina (fotografia 4). Grubość stropów jest zróżnicowana od 30 do 80 cm, co wynikało z funkcji poszczególnych pomieszczeń. Posadzki piwnic są ceglane lub cementowe. Miejscowo pod posadzkami występują grube warstwy izolacyjne z żużla. Dachy omawianych obiektów są drewniane lub o konstrukcji masywnej z płyt Kleina na belkach stalowych.

¹⁾ Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
*) Autor do korespondencji: e-mail: piotr.berkowski@pwr.edu.pl

Wybrane problemy konstrukcyjno-materiałowe

W analizowanych budynkach przemysłowych trzon konstrukcyjny stanowi układ stalowych lub żeliwnych słupów, na których oparte są jedno- lub wielobelkowe podciąg, zbudowane z profili dwuteowych, na których z kolei spoczywają belki stropów typu Kleina, odcinkowych lub płytowych żelbetonowych.

W ocenianych budynkach występują następujące typy stropów:

- nad piwnicami – stropy odcinkowe, z cegły dziurawki lub pełnej, na belkach stalowych (fotografia 3);
- nad wyższymi kondygnacjami – stropy odcinkowe lub stropy Kleina z cegły dziurawki lub pełnej (fotografia 4), ewentualnie stropy z płyt żelbetonowych.

W celu określenia układu warstw podłogi oraz nośności stropu wykonano wiele przewierć, które wykazały bardzo dużą różnorodność grubości i budowy stropów i posadzek, wynikającą przede wszystkim z przeznaczenia technologicznego poszczególnych obiektów. W głównej części budynku „leżakowni”, w przewiercie podłogi nad piwnicą, stwierdzono następujące warstwy: płytki ceramiczne – 0,8 cm, posadzka cementowa – 2 cm, wylewka betonowa – 6,5 cm, beton lekki na kruszywie żuźlowym (ciemny) – 5,5 cm, płyta granitowa – 18 cm, wylewka betonowa – 4 cm, sklepienie z cegły pełnej – 12 cm. Grubość całkowita skle-



Fot. 3. Szczegół stropu odcinkowego na parterze budynku „butelkowni”



Fot. 4. Strop Kleina na szkieletie stalowym w budynku „leżakowni”

pienia wynosi w kluczu ok. 49 cm. Nad parterem jest również strop odcinkowy, o strzałce sklepienia ok. 45 cm. W przewiercie tego stropu stwierdzono następujące warstwy: posadzka z asfaltobetonu – 3 cm, beton – 12 cm, sklepienie z cegły pełnej – 12 cm, a jego grubość całkowita wynosi w kluczu 27 cm. W części budynku wybudowanej na początku XX w., nad pomieszczeniami parteru, strop jest z płyty Kleina, ma grubość 70 cm i konstrukcję wielowarstwową, z ociepleniem i warstwami izolacyjnymi z dodatkiem asfaltu. Dla odmiany strop nad I piętrzem jest bardzo lekki, z pustaków grubości 12 cm (fotografia 4), bez dodatkowych warstw posadzkowych, o bardzo małej nośności.

W budynku „stajni” nad piwnicą są stropy odcinkowe, ceglane, z cegły pełnej, grubości sklepienia 12 cm i strzałce 12 cm, oparte na układach stalowych belek (w tym na belkach przyściennych) i podciągów. W wykonanym odwiercie tego stropu stwierdzono następujące warstwy grubości całkowitej 30 cm: posadzka cementowa ciemnoszara – 3 cm, beton – 15 cm, cegła pełna – 12 cm. Strop nad parterem jest dla odmiany odcinkowy, oparty na układzie podciągów i belek nośnych, wspartych na dolnych półkach podciągów. Nad częścią pomieszczeń znajduje się strop typu Kleina na belkach stalowych. W wykonanym odwiercie tego stropu nad parterem stwierdzono następujące warstwy całkowitej grubości 45 cm: posadzka cementowa ciemnoszara – 3 cm, beton – 30 cm, cegła dziurawka – 12 cm. Strop Kleina nad I piętrzem (12 cm) ma całkowitą grubość 30 cm, strop nad II piętrzem typu Kleina z cegły dziurawki (12 cm) całkowitą grubość 50 cm. W wykonanej odkrywce stwierdzono: posadzkę cementową 4 cm, beton 5 cm, beton piaskowy, spieniony 28 cm oraz strop z cegły dziurawki 12 cm i tynk 1 cm.

Nad piwnicą „butelkowni” są stropy odcinkowe, ceglane, całkowitej grubości ok. 40 i 50 cm. W wykonanym odwiercie stropu nad piwnicą, w odległości 45 cm od osi belki stropowej, stwierdzono następujące warstwy: płytki posadzki – 0,5 cm, posadzka cementowa ciemnoszara – 3,5 cm, posadzka cementowa jasnoszara – 6 cm, wylewka cementowa – 1,5 cm, beton – 4 cm, asfaltobeton – 8,5 cm, cegła pełna – 12 cm. Nad pomieszczeniem parteru przy budynku „leżakowni” jest strop płaski grubości 80 cm. W wykonanym odwiercie stropu stwierdzono następujące warstwy: posadzka cementowa – 3,0 cm, asfaltobeton – 25 cm, płytki posadzki – 1,5 cm, posadzka cementowa – 4,0 cm, asfalt z kruszywem – 5,0 cm. Nie udało się dokonać przewiercia na całą grubość stropu. Z dokumentacji archiwalnej wynika, że strop ten ma grubość 80 cm.

Podczas wiercenia między II i III warstwą nastąpiło rozwarstwienie, co oznacza, że były wykonywane w innych okresach. Nad parterem w wyższej części budynku jest strop Kleina grubości ok. 40 cm. W odwiercie tego stropu stwierdzono następujące warstwy: płytki posadzki – 1,5 cm, posadzka cementowa – 4,5 cm, asfaltobeton – 5 cm, beton – 15 cm, cegła dziurawka – 12 cm.

Istotnym elementem diagnozowania stanu technicznego starych budynków poprzemysłowych i projektowania prac remontowych, związanych z ich przebudową i przeznaczaniem na cele mieszkalne, było określenie nośności występujących w nich stropów. Często projektanci a priori zakładają, że jeżeli pomieszczenia były eksploatowane jako produkcyjne, to tym bardziej ich stropy nadają się do przenoszenia ob-

JEDNOWARSTWOWA
NAWIERZCHNIA ASFALTOWA
z SMA 16 JENA

Dla dróg samorządowych -
najwyższa trwałość, niskie koszty

- Szybki zwrot kosztów inwestycji
- Trwałość i wysoka odporność na koleinowanie
- Duża zawartość grubego kruszywa
- Największe ziarna kruszywa 16 mm
- Jednowarstwowe wbudowywanie (5 -10 cm)
- Nawierzchnia nieprzepuszczalna dla wody
- Możliwość zastosowania destruktu asfaltowego
- Prosta przy modernizacji, przebudowie, recyklingu

ul. Bitwy Warszawskiej 1920r. 7b, 02-366 Warszawa
tel. centrala: (22) 608 51 00, fax: (22) 608 51 51
viatop@jrs.pl

www.jrs.pl

RETENMAIER POLSKA
SP. Z O.O.



Włókna prosto
z natury
A Member of the JRS Group

ciążeń związanych z funkcją mieszkalną czy biurową. Należy jednak zwrócić uwagę, że podczas wieloletniej eksploatacji stropów wykonywano na nich coraz nowsze warstwy posadzki, nie usuwając starych. Powodowało to oczywiście dociążanie konstrukcji nośnej stropów. Na przestrzeni lat zmieniły się normy, wg których należało sprawdzać ich nośność.

W obliczeniach belek stropu Kleina przyjęto wytrzymałość obliczeniową jak dla niemieckiej stali typu ST. 00.12 o przeliczeniowej wytrzymałości obliczeniowej $f_d = 150$ MPa i współczynnika sprężystości $E = 20,5$ GPa. Badania wytrzymałościowe, wykonane na jednostkowych próbkach stali potwierdziły, że wytrzymałość obliczeniowa stali odpowiada mniej więcej tej wartości. We wszystkich wariantach obliczeń przyjęto, że obciążenia użytkowe stropów wynoszą $p = 2,0$ kN/m², a obciążenie zastępcze, równomiernie rozłożone od ścianek działowych $p_1 = 0,50$ kN/m² razy współczynnik przeliczeniowy, zależny od wysokości ścianek – przyjęto, że ścianki będą wykonywane jako lekkie, typu G-K. Dla tych obciążeń sprawdzono nośność elementów konstrukcyjnych. Nie określano obciążeń dopuszczalnych. W wykonanej odkrywce stwierdzono strop typu Kleina 50 cm z cegły dziurawki. Wypełnienie stropu stanowi w większości piaskobeton. Założono, że strop nie będzie remontowany i zostaną pozostawione istniejące warstwy, natomiast wykonana będzie nowa podłoga i tynk. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że belki stropu nie spełniają warunku SGN.

W obliczeniach użyto współczynników obliczeniowych wg starej normy PN-82/B-02003. *Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe*, mniejszych niż obecnie określone

w Eurokodzie PN-EN 1991-1-7:2006 Eurokod 1 – *Oddziaływania na konstrukcje. Część 1 – 7: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wyjątkowe* (użycie tych większych współczynników spowodowałoby wzrost wyliczonych naprężeń o ok. 20%). W rezultacie zalecono sfrezowanie części nadbetonu w celu osiągnięcia odpowiedniej nośności stropu.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono wybrane przykłady adaptacji niemieckich budynków przemysłowych we Wrocławiu na cele mieszkalne. Z reguły konstrukcja tych obiektów jest masywna, monolityczna lub stalowo-ceglana i znajduje się w dostatecznym stanie technicznym. Związane jest to m.in. z tym, że obiekty projektowane były dla większych obciążeń i wykonywane pod nadzorem uprawnionych inżynierów. W większości przypadków układy konstrukcyjne tych budynków mają odpowiednią nośność do przeniesienia obciążeń, przewidzianych dla funkcji mieszkalnej. Niemniej jednak nie można tego zakładać z góry. Wszystkie prace projektowe tych obiektów, nawet koncepcyjne, powinny zostać poprzedzone wykonaniem odpowiednich ekspertyz sprawdzających nośność ich głównych elementów konstrukcyjnych. Często bowiem w trakcie długoletniej eksploatacji dochodziło do niekontrolowanych zmian, przeróbek czy dociążenia nowymi warstwami wykończeniowymi stropów. W połączeniu z aktualnie obowiązującymi normami, okazuje się czasem, że nie mają one odpowiedniej nośności obliczeniowej do przejścia nawet stosunkowo niedużych obciążeń występujących w obiektach mieszkalnych.

Wszystkie fotografie – Autorzy
Otrzymano 02.09.2014 r.