

Przykład wykorzystania zbiornika przemysłowego na cele konstrukcji wsporczej budynku usługowo-mieszkalnego

Mgr inż. Józef Szybiński, Politechnika Wroclawska

1. Wprowadzenie

W obecnych czasach ze względu na fakt rozrastających się aglomeracji miejskich, a także wzrost ceny gruntów budowlanych często mamy do czynienia z potrzebą budowy obiektów w terenach trudno dostępnych lub na terenach już wcześniej zurbanizowanych, które pierwotnie, w szczególności po drugiej wojnie światowej, przeznaczone były na działalność przemysłową dużych zakładów produkcyjnych. W niniejszym artykule przedstawiono przykład możliwości wykorzystania istniejącej infrastruktury budowlanej na cele projektowanej inwestycji. Przedstawiono przykład udanej realizacji obiektu budowlanego posadowionego na zbiorniku przemysłowym. Opisano proces inwestycyjny, w którym autor odpowiadał za całość prac projektowych związanych z konstrukcją obiektu wraz z nadzorem autorskim.

2. Zagospodarowanie terenu przed rozpoczęciem inwestycji

Jesienią roku 2011 do biura projektowego Mk Pracownia Urbanistyki arch. Magdalena Kwasiuk w Jeleniej Górze zgłosił się właściciel firmy Magnum Color w celu zaprojektowania budynku usługowo-mieszkalnego na potrzeby rozbudowy jego firmy zajmującej się produkcją rolet do okien. Firma zlokalizowana jest w Kowarach u podnóża Karkonoszy.

Działka budowlana wskazana przez inwestora była dla niego korzystna ze względów logistycznych planowanego przedsięwzięcia. Wynikało to głównie z faktu, że w sąsiedztwie znajduje się budynek, w którym mieści się dotychczasowa siedziba firmy. Jednak w centralnym miejscu wskazanego terenu inwestycji znajdował się obiekt budowlany, którym był podziemny, prostopadłościenny żelbetonowy zbiornik na ścieki przemysłowe po nieczynnych Zakładach Przemysłu Lniarskiego „Orzeł” Oddział Bielnik w Kowarach. Zbiornik od czasu powstania do czasu zaprzestania produkcji (początek lat 90. ub. wieku) użytkowany był zgodnie ze swym przeznaczeniem i nie był przebudowywany. Omawiany obiekt oraz jego lokalizację na działce przedstawiono na rysunku 1.

Ze względów na lokalizację zbiornika oraz zapisy planu miejscowego zagospodarowania przestrzennego miasta Kowary [1], a także potrzeby inwestora nie dało się uniknąć kolizji nowego obiektu ze zbiornikiem, który jak się wydawało w pierwszym etapie może generować dużo problemów i dodatkowe koszty. Jednak umiejętne podejście umożliwiło sensowne jego wykorzystanie, a także oszczędności czasowe i finansowe związane z pracami ziemnymi i fundamentowymi.



Rys. 1. Omawiany zbiornik: a) widok obiektu stan w 2011 roku, b) fragment mapy z lokalizacją obiektu na działce

Szacunkowe analizy wykazały, że samo usunięcie zbiornika i przygotowanie terenu pod budowę obiektu będzie generowało znaczne koszty, stawiając pod znakiem zapytania sensowność całej inwestycji. W związku z tym zastosowano odmienne podejście i po wykonaniu inwentaryzacji (rys. 2) przygotowano koncepcję zakładającą budowę budynku na istniejącym obiekcie przemysłowym i pełne wykorzystanie jego konstrukcji. Ponadto dodatkowo zaproponowano wykonanie garażu podziemnego oraz pomieszczeń technicznych, takich jak kotłownia we wnętrzu zbiornika.

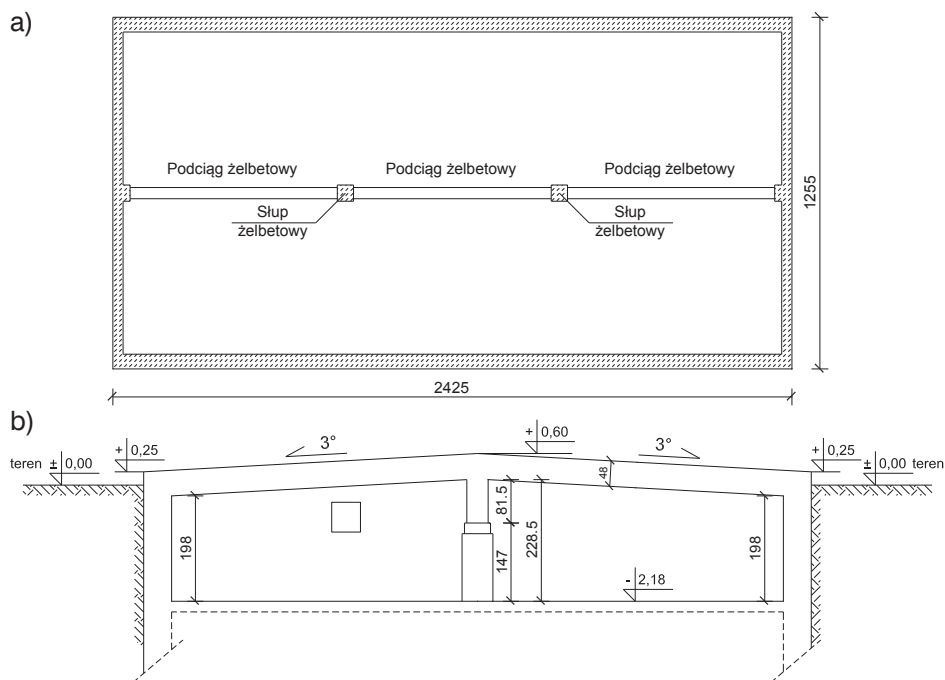
3. Prace poprzedzające projekt

W ramach prac poprzedzających projekt wykonano ekspertyzę techniczną zbiornika podziemnego. Było to podyktowane zarówno wymogami prawnymi [2] jak i całkowitym brakiem dokumentacji technicznej, która ze względu na likwidację zakładu produkcyjnego Orzeł i zmiany struktury własnościowej oraz struktury organów administracji architektoniczno-budowlanej nie przetrwała do obecnych czasów. Nieznany był nawet dokładny rok budowy obiektu, przypuszcza się, że zbiornik powstał w latach 70. ubiegłego wieku.

W ekspertyzie technicznej wykonanej przez rzeczoznawcę mgr inż. Leopolda Abratkiewicza [3] zawarto poniższe informacje na temat stanu istniejącego.

1. W zakresie konstrukcji głównej zbiornika stwierdzono:

- ściany żelbetonowe zewnętrzne o grubości 30 cm obłożone od wewnątrz wykładziną ceramiczną odporną na ścieki przemysłowe (chemiczne);
- podciąg żelbetonowy 3-przęsłowy o wymiarach $b \times h = 40 \times 80$ cm i rozpiętości przęseł w świetle $L_1=7,60$ m, $L_2=7,60$ m, $L_3=7,60$ m i nieznanym zbrojeniu;
- słupy żelbetonowe wewnątrz o wymiarach 40×40 cm obłożone okładziną ceramiczną jw.;
- strop żelbetonowy z płyt żelbetonowych prefabrykowanych pełnych o wysokości 24 cm, oparty na ścianach podłużnych i na podciągu wewnętrznym. Beton płyt stropowych B25, zbrojenie przęsłowe w postaci prętów #16 w rozstawie 10 cm wykonanych ze stali AII (18G2);
- posadowienie obiektu na ławach (pod ścianami) i stopach (pod słupami) fundamentowych. Wymiary fundamentów nieznanne.



Rys. 2. Geometria istniejącego obiektu na podstawie inwentaryzacji: a) rzut konstrukcji zbiornika, b) przekrój poprzeczny

2. W zakresie elementów uzupełniających stwierdzono:

- ścianki i kanały wydzielające (technologiczne) wewnątrz zbiornika wykonane z cegły ceramicznej i klinkowej;
- okładziny elementów ścian, słupów i podciągu w postaci okładzin ceramicznych (płytek i cegieł) jak i okładzin warstwowych – zabezpieczających konstrukcję żelbetonową przed korozją chemiczną;
- zewnętrzne kanały żelbetonowe;
- elementy zewnętrzne instalacji kanalizacji sanitarnej i deszczowej.

3. W zakresie oceny stanu technicznego:

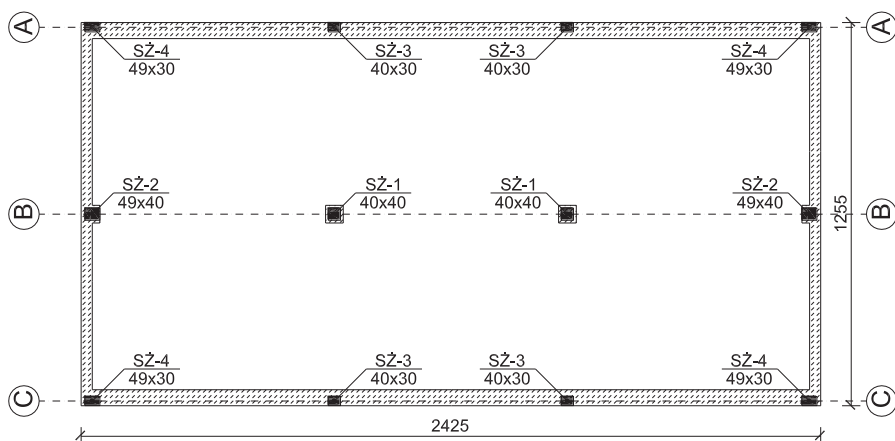
- elementy konstrukcyjne zbiornika nie wykazują przemieszczeń, trwałych odkształceń i spękań świadczących o utracie stanów granicznych nośności i użytkowania. Obiekt przez czas użytkowania (jako osadnik) jak i po ustaniu użytkowania był dobrze zabezpieczony przed wpływem korozji chemicznej. Występują tylko nieliczne ośrodki korozji zbrojenia przy włazach żeliwnych (wejście do zbiornika w poziomie stropu), a także przy obróbkach pionowych krawędzi ścian;
- elementy uzupełniające w zbiorniku w postaci: okładzin wewnętrznych ceramicznych, kanałów i ścianek wydzielających, elementów komunikacji oraz elementów instalacji wewnętrznych w poziomie podłogi wykazują znaczne zużycie czasowe, lokalnie są znacznie skorodowane. Elementy te nie będą przydatne przy przebudowie obiektu i powinny zostać rozebrane w całości. Na podstawie wniosków z ekspertyzy jak i własnych oględzin autora stwierdzono ogólną przydatność obiektu do zaproponowanej nadbudowy. Ekspertyza nie rozwiązała jednak wielu wątpliwości istotnych z punktu widzenia



Rys. 3. Zdjęcie odkrywki zbrojenia przeszłowego płyty stropowych, widoczne zbrojenie z prętów #16 w rozstawie co 10 cm

bezpieczeństwa konstrukcji oraz projektu budowlanego. Stan taki wynikał z trudnego dostępu do elementów konstrukcyjnych oraz braku możliwości użycia ciężkiego sprzętu we wnętrzu zbiornika. Nie ułatwiały zadania także zimowe warunki, które w miejscowości górskiej, jaką są Kowary, były wyjątkowo niesprzyjające. Po naradzie oraz na wyraźną prośbę inwestora przystąpiono do prac projektowych, a ewentualne uszczegółowienia postanowiono wykonywać podczas prac projektowych oraz nadzoru autorskiego w ramach ewentualnych nieistotnych zmian w projekcie budowlanym nie wymagających zamiennego pozwolenia na budowę.

W tym etapie na podstawie zgromadzonych informacji oraz wstępnych analiz statyczno-wytrzymałościowych stwierdzono, że płyty stropowe (rys. 3) oraz słupy będą miały wystarczającą nośność na potrzeby planowanej inwestycji podobnie ze ścianami zewnętrznymi, dla których dodatkowe obciążenie pionowe od projektowanego budynku będzie miało korzystny wpływ pod względem statyki oraz stanu naprężeń jest to typową cechą dla tego rodzaju elementów. Niewiadomą pozostawało zbrojenie podciągu, które wymagało odkrywek oraz kwestie związane z posadowieniem obiektu.



Rys. 4. Konstrukcja nośna parteru naniesiona na konstrukcji zbiornika

4. Projekt budowlany

W pierwszej połowie 2012 roku w biurze projektowym powstał projekt budowlany polegający na nadbudowie zbiornika przemysłowego budynkiem usługowo-mieszkalnym. Projekt zakładał wykonanie budynku o dwóch kondygnacjach nadziemnych. Obrys budynku pokrywał się z obrysem zbiornika.

Konstrukcja budynku była wykonana jako słupowo ryglowa zwieńczona dachem dwuspadowym o konstrukcji drewnianej płatwiowo-kleszczowej. Usytuowanie konstrukcji w sporczej części nadziemnej budynku pokrywało się całkowicie z elementami konstrukcyjnymi zbiornika w postaci słupów i ścian żelbetowych.

Główna konstrukcja nośna parteru została wykonana w postaci 12 słupów żelbetowych usytuowanych w 3 osiach – dwóch zewnętrznych nad ścianami zbiornika oraz wewnętrznej nad podciągami żelbetowymi (rys. 4). Słupy zaprojektowano z betonu klasy C20/25 o wymiarach i usytuowaniu zgodnie z rysunkiem 4, zbrojenie startowe słupów zakotwione w istniejących elementach konstrukcji zbiornika przez wklejanie za pomocą żywic epoksydowych. Wypełnienie ścian między słupami żelbetowymi wykonano z bloczków gazobetonowych klasy 600 murowanymi na zaprawie klejowej do cienkich spoin.

W poziomie stropu nad parterem przewidziano wykonanie krzyżowego układu podciągów żelbetowych usztywniających przestrzennie układ konstrukcji budynku. Jako wypełnienie pól między podciągami zaprojektowano wykonanie stropu gęstożebrowego typu Teriva II (w trakcie realizacji w celu przyspieszenia prac zmieniono na strop prefabrykowany z płyt strunobetonowych).

Konstrukcja poddasza wykonana w postaci ścianek kolankowych oraz ścian szczytowych usztywnionych trzpieniami żelbetowymi zakończonymi wieńcem żelbetowym. Nad poddaszem wykonano konstrukcję drewnianą dachu opartą na drewnianych płatwiach i słupach usztywnionych podłużnie za pomocą mieczy. Kąt nachylenia połaci dachowych wynosi 30 stopni.

Ponadto zgodnie z założeniami koncepcji zaprojektowano wykonanie wjazdu i miejsc postojowych w istniejącym zbiorniku oraz przeniesiono do niego wszelkie pomieszczenia techniczne, takie jak kotłownia, pozwoliło to całość parteru zagospodarować na funkcję usługową, której głównie ma służyć obiekt.

Kwestie techniczne związane ze szczegółami posadowienia oraz zbrojenia podciągu pozostawiono do wyjaśnienia na etapie robót budowlanych ze względu na łatwiejszy dostęp do elementów konstrukcyjnych po wykonaniu otworu



Rys. 5. Odkrywka zbrojenia dolnego podciągu

wjazdowego do zbiornika i możliwość użycia ciężkiego sprzętu budowlanego.

5. Realizacja i nadzór autorski

Do robót budowlanych przystąpiono niezwłocznie po uzyskaniu ostatecznej decyzji o pozwoleniu na budowę, tj. w październiku 2012 roku. Roboty przygotowawcze polegały na montażu zbrojenia startowego słupów parteru oraz wykonaniu wjazdu do zbiornika w celu ułatwienia prac związanych z oceną sposobu posadowienia oraz jego nośności. Dokonano także oceny nośności istniejącego podciągu żelbetonowego. Odkrywki zbrojenia zarówno górnego i dolnego (rys. 5) wykazały jego wystarczającą nośność na potrzeby realizowanej inwestycji oraz brak zagrożenia korozyjnego.

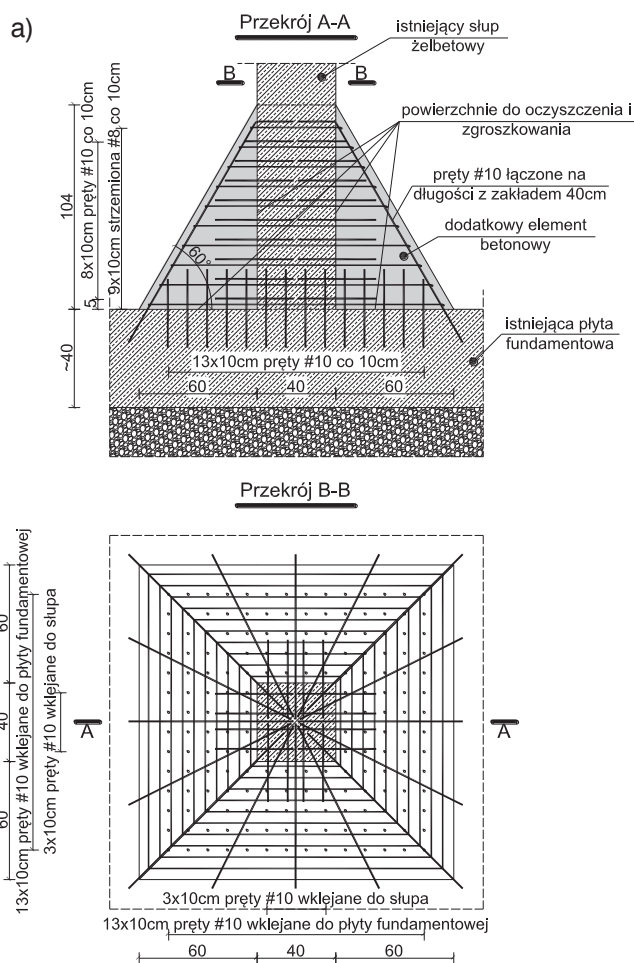
Na podstawie odkrywek fundamentów ustalono z dużym prawdopodobieństwem, że obiekt wykonany jest w postaci szczelnej wanny żelbetonowej z odsadzkami przy ścianach zewnętrznych. Stwierdzono też dodatkowe wzmocnienie płyty fundamentowej w postaci żebra wzdłuż osi podciągu żelbetonowego. W miejscach odkrywek grubość płyty dennej wynosiła ok 40 cm, wykonana była z betonu klasy B15. Weryfikacja stanów granicznych w rejonie ścian zewnętrznych wykazała wystarczającą nośność płyty dennej. Problem stanowiła strefa słupów wewnętrznych. Pozostawienie płyty dennej w obecnym stanie groziło przebicciem płyty przez słupy po wykonaniu nadbudowy zbiornika. Całkowita siła obliczeniowa od istniejących obciążeń oraz nadbudowy przekazywana przez słup na fundament wynosiła około:

$$N_{Sd} \approx 1350 \text{ kN}$$

Natomiast nośność obliczeniowa płyty fundamentowej na przebiccie przed wzmocnieniem wynosiła zgodnie z normą [5]:

$$N_{Rd}^1 = f_{ctd} u_p^1 d \approx 670 \text{ kN}$$

W ramach prac związanych z nadzorem autorskim przygotowano projekt wzmocnienia strefy przebiccia



Rys. 6. Wzmocnienie płyty fundamentowej: a) dokumentacja robocza, b) widok zrealizowanego wzmocnienia

płyty dennej poprzez wykonanie dodatkowych grzybków zespolonych ze słupem i płytą denną. Umożliwiło to zwiększenie obwodu strefy przebiccia, co zwiększało nośność obliczeniową (rys. 6):

$$N_{Rd}^2 = f_{ctd} u_p^2 d \approx 1800 \text{ kN}$$

W ramach robót budowlanych oraz nadzoru autorskiego uzgodniono również wykonanie zmiany konstrukcji stropu nad parterem oraz warstw podłogi w poziomie przyziemia. Stan surowy zamknięty został zrealizowany do połowy 2013 roku (rys. 7).



Rys. 7. Stan surowy zamknięty: a) widok od frontu, b) widok wnętrza



Rys. 8. Zrealizowany obiekt

Następnie z drobnymi przerwami przystąpiono do robót instalacyjnych i wykończeniowych, które zakończono na początku jesieni 2014 roku, a obiekt jest przygotowany do ostatecznych odbiorów i użytkowania (rys. 8).

6. Podsumowanie

W obiekcie zrealizowano wszystkie prace objęte pozwoleniem na budowę uzyskany na podstawie [4] wraz

ze zmianami w trakcie realizacji. Obecnie trwa procedura uzyskania pozwolenia na użytkowanie. Obiekt nie wykazuje nadmiernych przemieszczeń. Nie stwierdzono zarysowań lub spękań mogących świadczyć o jego nieprawidłowej pracy, na tej podstawie można zakładać o słuszności przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych. Udana realizacja prezentowanego budynku pokazuje, że istniejąca infrastruktura podziemna przy umiejętnym podejściu może być racjonalnie wykorzystana i prowadzić do oszczędności czasu i kosztów inwestycji. Jednak nie zawsze jest to realne i uzasadnione ekonomicznie, ponadto wymaga odpowiedniej wiedzy i kreatywności od całego zespołu projektowego oraz nadzoru autorskiego podczas jego realizacji. Warto jednak rozważyć taką możliwość, zanim przystąpi się do kosztownych prac wyburzeniowych.

Realizacja takiego obiektu wymaga dobrej współpracy całego zespołu projektowego w celu uzgodnienia ograniczeń wynikających z istniejącej konstrukcji wsporczej oraz możliwych rozwiązań konstrukcyjnych już na etapie wstępnych koncepcji. Przy tego typu obiektach z punktu widzenia konstrukcyjnego należy unikać rozwiązań, które mogą powodować zginanie lub rozciąganie elementów żelbetonowych. Ze względu na trudny dostęp oraz kosztowność badań ciężko jest stwierdzić wielkość oraz rodzaj zbrojenia, a ewentualne wzmocnienia mogą być na tyle kosztowne i pracochłonne, że inwestycja stanie się nieopłacalna. Obiekty takie często jednak mają na tyle krępe przekroje elementów konstrukcyjnych, że ich wytrzymałość na ściskanie ma dużą rezerwę nośności pomimo stosunkowo niskich klas zastosowanych betonów. Nie występuje ryzyko utraty stateczności. Także podłoże budowlane ze względu na głębokie posadowienie i wtórne zagęszczenie gruntu pod wpływem już istniejącego obiektu wykazuje zapas nośności.

W przedstawionym przypadku dzięki wykonaniu pewnych dodatkowych robót przy istniejącym obiekcie udało się oszczędzić na pracach wyburzeniowych oraz robotach ziemnych i fundamentowych, co ostatecznie pozwoliło zmniejszyć koszty oraz przyspieszyć termin oddania inwestycji w porównaniu do koncepcji zakładającej wyburzenie całego zbiornika.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego miasta Kowary dla jednostki urbanistycznej KOWARY CENTRUM część C, Kowary październik 2007
- [2] Rozporządzenie ministra infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami
- [3] Ekspertyza techniczna „Przemysłowego zbiornika podziemnego w Kowarach przy ul. Bielańskiej, dz. nr 640/5”, opracowanie mgr inż. Leopold Abratkiewicz, Jelenia Góra kwiecień 2012
- [4] Projekt budowlany „Budowa budynku usługowo-mieszkalnego wraz z infrastrukturą techniczną oraz budową zjazdu z drogi publicznej, ul. Bielańska, dz. nr 640/5, 58-530 Kowary, Jelenia Góra lipiec 2012
- [5] PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie