XXV Konferencja Naukowo-Techniczna, Międzyzdroje 24-27 maja 2011
awarie budowlane 2011

ADAM PODHORECKI, *podhorec@utp.edu.pl*
MAGDALENA DOBISZEWSKA, *magdalena.dobiszewska@utp.edu.pl*
JUSTYNA SOBCZAK-PIĄSTKA, *justynas@utp.edu.pl*
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

NEGATYWNE SKUTKI ŹLE PRZYGOTOWANEJ I PROWADZONEJ BUDOWY W STREFIE STAROMIEJSKIEJ

THE DESTRUCTIVE RESULTS OF A BADLY PREAPARED AN LED CONSTRUCTION IN THE OLD-TOWN AREA

Streszczenie Autorzy pracy (artykułu) zajmowali się badaniem uszkodzonej i wyłączonej z użytkowania kamienicy w Poznaniu. Uszkodzenia powstały w wyniku prowadzenia robót budowlanych w sąsiedztwie kamienicy. Zostały ustalone przyczyny uszkodzeń i sformułowano zalecenia techniczne.

Abstract The authors of this paper performed an expertise of a damaged and unexploited building in Poznan. The damage was caused by construction works led in the neighbourhood of this building. The causes of the damages were determined and technicaladvices were given.

1. Wprowadzenie

Obecnie często zdarza się, że w najbliższym sąsiedztwie istniejących budynków, w gęstej zabudowie staromiejskiej budowane są nowe obiekty budowlane, zwykle głęboko posadowione. Takie stare budynki z powodu niewykonywania bieżących konserwacji i napraw znajdują się w złym stanie technicznym, są więc bardzo wrażliwe na wszelkie zewnętrzne ingerencje [1, 2, 3]. W trakcie prowadzenia robót budowlanych pojawia się wtedy wiele problemów technicznych. Takim właśnie budynkiem w Poznaniu (kamienica z początku XX w.), w bezpośrednim sąsiedztwie nowobudowanego obiektu szpitalnego, zajmowali się autorzy nieniejszego artykułu.

Podstawowe problemy związane z budową nowych obiektów w sąsiedztwie starych, zaniedbanych budynków wynikają z następujących głównych przyczyn [5, 6, 7]:

a) niewystarczające rozpoznanie hydrogeologiczne,
b) niewystarczająca, zgrubna, wręcz niedbała ocena stanu technicznego istniejących budynków w otoczeniu budowy nowego obiektu i konsekwencje z tego wynikające,
c) braku oceny wrażliwości tych istniejących budynków na przewidywaną technologię budowy nowego obiektu,
d) niska jakość i braki w dokumentacji techniczno-projektowej przedmiotowego zadania inwestycyjno-budowlanego.

W pracy rozważa się kamienicę pięciokondygnacyjną, która w trakcie robót budowlanych realizowanych w jej bezpośrednim sąsiedztwie a dotyczących budowy nowego budynku szpitalnego spowodowała natychmiastowe i niespodziewane wyłączenie istniejącego budynku z użytkowania.

2. Opis procesu budowlanego i technologii robót dotyczących budowy obiektu szpitalnego

W bezpośrednim sąsiedztwie kamienicy mieszkalnej realizowana była inwestycja polegająca na rozbudowie kompleksu budynków szpitalnych. Nowe budowane skrzydło jednego z budynków szpitala zaprojektowano posadowić ok. 1,5 m poniżej poziomu posadowienia fundamentów kamienicy. W celu zabezpieczenia fundamentów istniejącego budynku na odcinku przylegającym do projektowanej zabudowy, postanowiono wzmocnić istniejące podłoże za pomocą dwunastu pali wierconych CFA w orurowaniu ϕ 600 mm o długości około 10,5 m. Odległość osi pali od lica ściany istniejącego budynku wynosiła 1,35 m a rozstaw pali wynosił 1,0 m. Pale wiercono do głębokości 9,88 m ppt., tzn. 6,63 m poniżej poziomu posadowienia istniejącego budynku.

Prace związane z wykonywaniem pali rozpoczęto w dniu 10.05.2006 roku a już w dniu 12.05.2006 roku zaobserwowano pierwsze spękania na ścianie szczytowej budynku. Postanowiono w tej sytuacji założyć repery w celu pomiaru osiadań tej ściany. W związku z zaistniałą sytuacją Powiatowy Inspektor Nadzoru Budowlanego wydał decyzję o wstrzymaniu prowadzenia robót budowlanych z powodu pogorszenia się stanu technicznego istniejącego budynku. Trzy tygodnie później PINB wydał kolejną decyzję nakazującą właścicielowi budynku (kamienicy) całkowite jego wyłączenie z dalszej eksploatacji oraz odpowiednie zabezpieczenie konstrukcji tego budynku przed katastrofą budowlaną.

3. Opis konstrukcji i stanu technicznego kamienicy

Przedmiotowy budynek to mieszkalno-usługowa kamienica pięciokondygnacyjna wybudowana w technologii tradycyjnej w pierwszej połowie XX wieku. Charakterystyka materiałowo-konstrukcyjna budynku jest następująca:

1. Fundamenty wymurowano głównie z cegły ceramicznej pełnej. Pod ławami stwierdzono nasypy niebudowlane.
2. Ściany zewnętrzne oraz wewnętrzne wymurowano z cegły ceramicznej pełnej.
3. Nad piwnicami wykonano masywne stropy ceramiczne Kleina oparte na belkach stalowych. W związku z adaptacją pomieszczeń na parterze na lokale usługowe, fragmenty stropu Kleina wzmocniono oraz wykonano nowe stropy – płyty żelbetowe oparte na belkach stalowych. Pozostałe stropy wykonano natomiast jako drewniane belkowe z polepą glinianą na ślepym pułapie.
4. W budynku wykonano dach płaski o konstrukcji drewnianej. Ustrój nośny stanowi więźba krokwiowo-płatwiowa. Dach pokryty jest papą asfaltową na lepiku ułożoną na deskowaniu pełnym.
5. Stolarkę drzwiową i okienną wykonano jako drewnianą. W części usługowej budynku jest stolarka z PCV i z aluminium.
6. Klatkę schodową (biegi schodów oraz spoczniki) wykonano jako żelbetowe.

Kamienica posadowiona jest na warstwie nasypów z piasku drobnego i humusu o miąższości ok. 80 cm. Poniżej zalegają piaski drobne i pylaste średniozagęszczone. Poziom wody gruntowej znajduje się na głębokości 4,35 m ppt., tj. 1,10 m poniżej poziomu posadowienia.

W lipcu 2006 roku autorzy artykułu dokonali pierwszej wizji lokalnej budynku i ocenili jego stan techniczny. Rozpoczęli również monitoring dotyczący pomiaru rozwartości rys i spękań ścian i stropów. W tym celu na poszczególnych uszkodzeniach założono bazę pomiarową i badano zmiany rozwartości pęknięć przy użyciu ekstensometru. W okresie od lipca do listopada 2006 roku kilkukrotnie dokonywano pomiaru zmian rozwartości szerokości rys. Poniżej przedstawia się opis uszkodzeń budynku zinwentaryzowanych w lipcu a następnie w październiku 2006 roku.

Stan w dniu 09.07.2006 roku

Ściany

Zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne ściany piwnic bardzo mocno spękały. Przeważały pionowe i ukośne pęknięcia o rozwartości dochodzącej lokalnie do 1,5 cm. Najpoważniejszym uszkodzeniom uległy ściany w pomieszczeniach zlokalizowanych w północnej części budynku, tj. od strony rozbudowywanego szpitala. Na podłużnych ścianach nośnych zaobserwowano ukośne pęknięcia biegnące od ściany szczytowej sąsiadującej ze szpitalem w dół w kierunku środka budynku. Najmniejszym uszkodzeniom uległa ściana zewnętrzna (szczytowa) sąsiadująca z budową. Zaobserwowano tutaj krótkie ukośne rysy przy styku ściany ze stropem. Ściana ta jednak uległa znacznemu zawilgoceniu, które sięga 2/3 jej wysokości i widoczne jest na sąsiedniej poprzecznej ścianie zewnętrznej. W miejscu tym tynk uległ całkowitej destrukcji z widocznymi śladami pleśni. Uszkodzenia pojawiły się również na ścianach kondygnacji nadziemnych. Na ścianach podłużnych zaobserwowano podobne jak w piwnicy ukośne pęknięcia. Zewnętrzna ściana szczytowa (od strony szpitala) oddzieliła się od podłużnej ściany wewnętrznej i od stropu. Na ścianie tej stwierdzono szereg pionowych zarysowań. Układ spękań ścian jest analogiczny we wszystkich mieszkaniach zlokalizowanych w tej części budynku.

Rys. 1. Elewacja wschodnia. Widoczne spękania ściany

Stropy międzykondygnacyjne

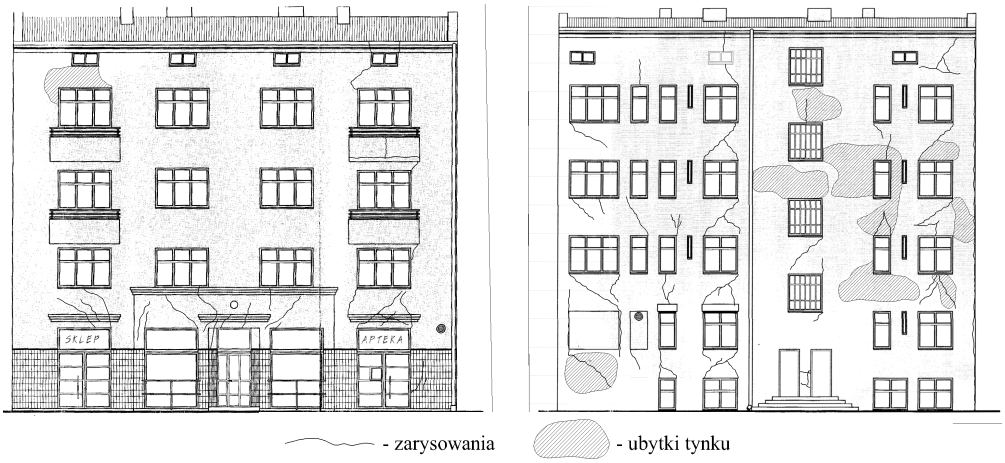
Niemalże na wszystkich kondygnacjach pojawiły się poprzeczne pęknięcia biegnące wzdłuż belek stropowych. Uszkodzenia te skoncentrowane są przede wszystkim w północnej części budynku (od strony rozbudowywanego szpitala).

Rys. 2. Spękania ścian podłużnych dochodzących do ściany szczytowej sąsiadującej z budową szpitala. Widać zawilgocenie ściany szczytowej

Elewacje

Stan techniczny elewacji budynku określono jako bardzo zły. Spękaniu uległy praktycznie wszystkie pasy międzyokienne. Cegły są uszkodzone i skorodowane. Niektóre z nich są luźno osadzone w ścianie. Zaprawa między cegłami jest bardzo słaba i kruszy się. W wielu miejscach widoczne są duże ubytki spoin. Znacznej destrukcji uległy ceglane nadproża ścian. Widoczne są tutaj duże ubytki w powierzchni cegieł i zaprawy.

Rys. 3. Spękania stropów w pomieszczeniach sąsiadujących z rozbudowywanym szpitalem



Rys. 4. Elewacja frontowa i tylna. Inwentaryzacja uszkodzeń

Stan w dniu 18.10.2006 roku

Ściany

Na ścianach podłużnych dochodzących do ściany szczytowej sąsiadującej z budową zaobserwowano nowe pęknięcia a rozwartość istniejących pęknięć powiększyła się o ok. 0,3 mm. Ścianki działowe zaczęły oddzielać się od ścian nośnych. Nowe uszkodzenia pojawiły się na wszystkich kondygnacjach.

Stropy międzykondygnacyjne

Na stropach piwnic i parteru zaobserwowano nowe zarysowania. Stan techniczny stropów wyższych kondygnacji nie uległ istotnym zamianom.

Elewacje

Na elewacjach stwierdzono lokalne wybrzuszenia ścian w pasach międzyokiennych.

Generalny Wykonawca rozbudowy szpitala prowadził pomiar osiadania ściany szczytowej budynku od strony szpitala. Przyrost osiadania w okresie maj-lipiec 2006 osiągnął wartości 2,3÷19,9 mm.

4. Analiza przyczyn awarii konstrukcji

Stan techniczny kamienicy oceniono jako zły, zagrażający bezpieczeństwu osób przebywających w tym budynku lub w jego pobliżu. Oznacza to, że istniało realne niebezpieczeństwo wystąpienia katastrofy budowlanej. Na podstawie badań i analiz ustalono, że istnieją dwie główne przyczyny złego stanu technicznego budynku:

1) roboty związane z rozbudową szpitala, a szczególnie roboty związane z wykonaniem pali wierconych tworzących palisadę w pobliżu ściany szczytowej budynku kamienicy,
2) brak prowadzenia bieżących napraw i remontu konstrukcji budynku.

Tuż po rozpoczęciu wykonania w pobliżu kamienicy pali, związanych z rozbudową szpitala, powstały następujące uszkodzenia budynku:

a) ściana szczytowa znacznie osiadła (max osiadanie dochodzi do prawie 2 cm),
b) nastąpiły wyraźne, duże spękania ścian i stropów w otoczeniu ściany szczytowej,
c) ściana szczytowa w piwnicy jest nadmiernie zawilgocona.

Przyczyny tego stanu wynikają z:

a) braku wcześniejszego wzmocnienia posadowienia ściany szczytowej budynku,
b) niewłaściwej technologii wykonywania pali wierconych.

Analizując proces inwestycyjno-budowlany dotyczący rozbudowy szpitala stwierdzono co następuje:

– na etapie projektowania nie dokonano rzetelnej oceny stanu technicznego budynku kamienicy, z odpowiednimi zaleceniami dotyczącymi wzmocnienia konstrukcji, posadowienia i monitoringu stanu technicznego tego budynku w trakcie rozbudowy szpitala,
– prawie do samego końca prowadzenia robót budowlanych przy szpitalu nie dokonano jednoznacznego rozpoznania posadowienia i fundamentowania ściany szczytowej kamienicy,
– roboty budowlane związane z rozbudową szpitala prowadzono bez należytego monitoringu oddziaływania budowy na obiekty sąsiednie, a w tym także na budynek kamienicy,
– projekt wykonawczy dotyczący palisady z pali w pobliżu ściany kamienicy został opracowany niejednoznacznie i niestarannie (nie podano warunków technologicznych wykonania pali wierconych, nie przewidziano odpowiedniego wzmocnienia posadowienia ściany szczytowej kamienicy).

5. Zalecenia techniczne dotyczące wzmocnienia i naprawy kamienicy oraz budowy budynku szpitalnego

Zaprojektowano następujący zakres prac budowlanych dotyczących wzmocnienia i naprawy konstrukcji budynku kamienicy:

a) usztywnienie i sprężenie ścian budynku,
b) wzmocnienie posadowienia ściany szczytowej,
c) likwidacja spękań ścian i stropów,
d) prace wykończeniowe.

Poniżej przedstawia się warunki techniczne wykonania zaproponowanych prac.

Usztywnienie i sprężenie ścian budynku

Usztywnienie i sprężenie ścian podłużnych i ściany szczytowej stanowią następujące elementy stalowe:

1) ramy zewnętrzne wykonane z ceowników [200,
2) ściągi stalowe z prętów ϕ 30 mm umieszczone tuż pod konstrukcją wszystkich stropów (za wyjątkiem stropu piwnic)

oraz usztywnienie niektórych ścian wewnętrznych (ceowniki [200).

Konstrukcja usztywniająca składa się z poziomych i pionowych ceowników [200 łączonych spoinami spawanymi lub połączeniami na śruby. Wszystkie elementy stalowe stężenia zostały pokryte powłoką antykorozyjną i ognioochronną (elementy usztywnienia i sprężenia ścian budynku, w zakresie odporności ogniowej, powinny spełniać wymagania minimalnej nośności ogniowej, która wynosi R60). Kolejność wykonania prac jest następująca:

1. Wytrasowanie lokalizacji zewnętrznych ceowych elementów usztywniających [200 i stalowych ściągów ϕ 30 mm przy wykorzystaniu technik geodezyjnych.
2. Ustalenie długości poszczególnych projektowanych elementów stężenia poprzez wykonanie pomiarów z natury.
3. Skucie tynku na szerokość umożliwiającą ułożenie ceowników [200 bezpośrednio na konstrukcji ściany.
4. Oczyszczenie miejsc umieszczenia ceowników z resztek tynku i luźnych elementów ściany. Lokalna renowacja fug przy użyciu specjalnej zaprawy.
5. Przymocowanie ceowników [200 za pomocą elementów kotwiących do ściany (śruby kotwiące ϕ 16 mm), rozmieszczonych co około 1 m.
6. Montaż stalowych ściągów ϕ 30 mm.
7. Wypełnienie ewentualnych pustek między ceownikami a konstrukcją ściany, np. zaczynem cementowym pod ciśnieniem.

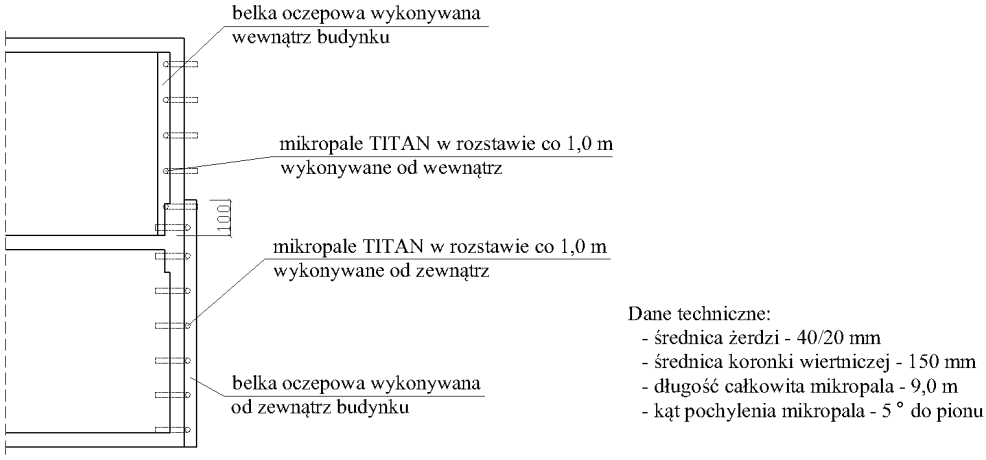
Wzmocnienie posadowienia ściany szczytowej

Wzmocnienie posadowienia ściany szczytowej budynku zaprojektowano wykonać w technologii mikropali TITAN [4]. Obciążenie obliczeniowe ławy fundamentowej budynku ustalono szacunkowo – 250 kN/m. Zaprojektowano wykonać mikropale TITAN o wymiarach żerdzi 40/20 mm z koronką wiertniczą o średnicy 150 mm i płytą oporową o wymiarach 200×200×15 mm. Rozstaw mikropali wynosił 1,0 m a całkowita długość jednego mikropala – L = 9,0 m. Pale od góry zwieńczono żelbetową belką oczepową połączoną z istniejącą ścianą fundamentową. Do wykonania otworów należało zastosować metodę wiertniczą (bez stosowania udaru) bez rur osłonowych. Iniekt stanowił zaczyn cementowy na bazie cementu portlandzkiego o wytrzymałości min. 35 N/mm^2. Stosunek wodno-cementowy iniektu wynosił w/c = 0,7÷0,8. Otwory wiercono pod kątem około 5° do pionu. Kolejność wykonywania prac była następująca:

1. Odsłonięcie fragmentu ściany kamienicy na długości 4,0÷5,0 m.
2. Wykonanie otworów metodą obrotową z zastosowaniem wody, za pomocą wiertnicy przystosowanej do wierceń obrotowych.
3. Po odwierceniu i przepłukaniu otworu rozpoczęcie iniekcji zaczynem cementowym pod ciśnieniem rzędu 0,5÷2 MPa. Iniekcję końcową należało wykonać zaczynem cementowym o stosunku w/c = 0,4÷0,5. Cementowanie zakończono po wypłynięciu zaczynu cementowego na powierzchnię.
4. Umieszczenie na każdym mikropalu płyty oporowej i unieruchomienie jej systemowymi nakrętkami.

5. Wykonanie żelbetowej belki oczepowej wieńczącej głowice mikropali.
6. Zasypanie odsłoniętego fragmentu ściany fundamentowej gruntem ilastym z jednoczesnym jego zagęszczeniem i przejście do następnego odcinka.

Technologia i kolejność wykonywania mikropali została narzucona przez autorów pracy.



Rys. 5. Rozmieszczenie mikropali wzdłuż ściany szczytowej kamienicy

Likwidacja spękań ścian i stropów kamienicy

Likwidacja spękań ścian i stropów polegała na:

a) wykonaniu tzw. zszywania prętami ϕ 12 mm,

b) iniekcji ciśnieniowej celem wypełnienia pęknięć i jednocześnie strukturalnego wzmocnienia ściany.

Kolejność wykonania prac była następująca:

1. Rozkucie pęknięć ścian i stropów na szerokości ok. 2 cm i głębokości ok. 5 cm.
2. Wypełnienie powstałej szczeliny zaprawą klejową.
3. Wykucie bruzd o długości ok. 1,0 m w co trzeciej warstwie cegieł.
4. Umieszczenie w bruzdach prętów stalowych ϕ 12 mm i wypełnienie powstałej szczeliny zaprawą klejową.
5. Likwidacja pęknięć ścian przy zastosowaniu iniekcji ciśnieniowej.

Prace wykończeniowe

W skład prac wykończeniowych wchodziły następujące roboty budowlane:

1. Ocieplenie budynku.
2. Prace tynkarskie.
3. Prace malarskie.
4. Wykonanie pionowej i poziomej izolacji przeciwwilgociowej ściany szczytowej piwnic.

Niezależnie od powyższego, zalecono prowadzenie monitoringu stanu technicznego kamienicy, w trakcie prowadzenia rozbudowy budynku szpitalnego, tj. pomiar osiadania i pionowości ściany szczytowej, pomiar drgań (wbijano ścianki szczelne przy użyciu wibromłotów) oraz monitoring poziomu wody gruntowej (głębokie wykopy, ścianki szczelne, odwodnienie).

6. Wnioski końcowe

W podsumowaniu można sformułować pogląd, że w rozważanym przypadku nie dokonano oceny stanu technicznego kamienicy przed rozpoczęciem robót budowlanych w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Zaprojektowano wykonanie palisady (z pali wierconych CFA) w sąsiedztwie ściany szczytowej kamienicy. W trakcie wykonywania palisady nastąpiło rozluźnienie podłoża gruntowego pod ławą ściany szczytowej kamienicy, co spowodowało gwałtowne osiadanie tej ściany. W dokumentacji projektowo-technicznej rozbudowywanego budynku szpitala nie zaproponowano żadnego monitoringu dotyczącego budynków sąsiadujących z tym szpitalem. Dokumentacja projektowa rozbudowywanego szpitala była niedbale sporządzona i niekompletna. Opisany przypadek często zdarza się na wielu budowach realizowanych w naszym kraju.

Literatura

1. Szulborski K.: Problemy konstrukcyjne w realizacji inwestycji wznoszonych w zabudowie zwartej, Inżynieria i Budownictwo nr 2/2002.
2. Gryczmański M.: Awarie budynków i obiektów inżynierskich w następstwie niedostatecznego rozpoznania podłoża, Referat problemowy na XIX Konferencji Naukowo-Technicznej „Awarie Budowlane“, Szczecin-Międzyzdroje 1999, 1, 13÷30.
3. Masłowski E., Spiżewska D.: Wzmacnianie konstrukcji budowlanych, Arkady, Warszawa 2000.
4. Kłosiński B.: Zastosowanie mikropali do wzmocnienia podłoża i fundamentów, XVI Ogólnopolska Konferencja „Warsztat pracy projektanta konstrukcji”, Ustroń 2001, 1, 161÷187.
5. Podhorecki A., Dobiszewska M., Sobczak-Piąstka J., Podhorecki P.: Różne problemy inżynierskie związane z oddziaływaniem budowy wielkokubaturowego obiektu budowlanego na istniejące budynki, XXIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarie Budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje 2007, 465÷472.
6. Błaszczyński T., Sielecki P.: Analiza wpływu błędów projektowych i wykonawczych na awarię kamienicy z lat 30-tych XX w., XXIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarie Budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje 2007, 213÷220.
7. Podhorecki A., Sobczak-Piąstka J., Dobiszewska M., Izdebski M.: Diagnostyka zabytkowej Synagogi w Bydgoszczy, XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna „Awarie Budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje 2009, 679÷686.