Politechnika Lubelska
Wydział Budownictwa i Architektury

BUDOWNICTWO I ARCHITEKTURA

Vol. 7 (2) 2010

Politechnika Lubelska
Lublin, 2010

Rada Redakcyjna

PRZEWODNICZĄCA – Anna Halicka

CZŁONKOWIE
M. Bevz, E. Błazik-Borowa, T. Ciężak, S. Fic, A. Flaga, J. Kukiełka, M. Łagoda,
H. V. Nguyen, T. Sadowski, A. Sobotka, B. Szmygin

Redakcja

A. Halicka, T. Lipecki, B. Kwiatkowski

Adres redakcji

Katedra Konstrukcji Budowlanych, Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin
e-mail: a.halicka@pollub.pl (Anna Halicka)

Katedra Mechaniki Budowli, Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin
e-mail: t.lipecki@pollub.pl (Tomasz Lipecki)

Wydano za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

ISSN 1899-0665

Politechnika Lubelska

Druk: Drukarnia Alf-Graf, ul. Abramowicka 6, 20-442 Lublin

SPIS TREŚCI
CONTENTS

Karol Ryż, Łukasz Flaga:
Wybrane problemy konstrukcyjne i technologiczne mostów stalowych średnich rozpiętości na przykładzie obiektów na Dunaju i Dnieprze
Selected construction and technological problems of middle span length steel bridges based on examples over the Danube and Dnieper river 5

Wojciech Franus:
Materiał zeolitowy typu X otrzymany z popiołu lotnego w wyniku syntezy hydrotermalnej i niskotemperaturowej
X type zeolitic materials synthesized from fly ash using hydrothermal and low-temperature methods 25

Beata Klimek:
Badania materiałoznawcze zapraw integralną częścią badań architektonicznych zabytków
The mode of research on old mortar the integral piece of the investigations of architectural relics 35

Maciej Kowal:
Most przez rzekę Giełczew w m. Piaski – kontrola jakości prac budowlanych
Bridge over the Giełczew river in Piaski – building works quality control 43

Halina Landecka:
Kościół parafialny pod wezwaniem Wniebowzięcia Najświętszej Marii Panny w Kraśniku – nowe ustalenia badawcze po I etapie badań – 2008-2009
Saint Virgin Mary Parish Church in Kraśnik – new research results after I phase of studies 2008-2009 53

Massimo Lo Curzio:
Cultural heritage and fortifications built for defence of the Strait of Messina in the late 19th century 67

Anna Ostańska:
Wpływ dotychczasowych termomodernizacji budynków mieszkalnych na oszczędność energii i planowanie programów rewitalizacji na przykładzie jednego z lubelskich osiedli
The effect of current thermomodernization projects on energy performance of multi-family residential buildings and perspectives for new regeneration projects: the case of a housing estate in Lublin 89

Natalia Przesmycka, Jerzy Z. Przesmycki:
Lubelska komisja Boni Ordinis i jej wpływ na rozwój przestrzenny miasta
The commision of Boni Ordinis in Lublin and its impact on spatial development of the city 105

Hubert Trammer:

Zarys sytuacji budownictwa mieszkaniowego w Niemczech po I Wojnie Światowej ze szczególnym uwzględnieniem działalności berlińskiego towarzystwa mieszkaniowego GEHAG

Overview on housing situation in Germany after First Word War with focus on activity of the GEHAG housing society in Berlin 113

Maciej Trochonowicz:

Wilgoć w obiektach budowlanych. Problematyka badań wilgotnościowych

Moisture in buildings objects. Humidity testing problems 131

Jan Wrana:

„Nowa" tożsamość w przestrzeni miasta

"New" identity in a city space 145

Jacek Zyga:

Real estate evaluation model based on the method of least squares 155

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 5-23

Wybrane problemy konstrukcyjne i technologiczne mostów stalowych średnich rozpiętości na przykładzie obiektów na Dunaju i Dnieprze

Karol Ryż[1], Łukasz Flaga[2]

[1] Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Katedra Budowy Mostów i Tuneli
[2] Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Architektury, Urbanistyki i Planowania Przestrzennego; e-mail: maggius@interia.pl

Streszczenie: Każdy obiekt mostowy charakteryzuje się oryginalnymi rozwiązaniami, możliwościami technologicznymi zastosowanymi w trakcie jego budowy oraz unikalnym charakterem (modą) dostosowanym do czasu swojego powstania. Obiekty zamieszczone w pracy posiadają cechy szczególne dla danego regionu, które są warte przedstawienia w kontekście rozwoju konstrukcji mostowych, myśli inżynierskiej, przeobrażeń społecznych oraz wydarzeń historycznych. We wszystkich zamieszczonych obiektach głównym materiałem konstrukcyjnym jest stal. Każdy z nich był lub jest mostem kolejowym (kolejowo autostradowym). Omówione zostały przykłady mostów powstałych w różnych epokach. Pozwala to w szerszym ujęciu zaobserwować pewien trend, myśl przewodnią ewolucji inżynierii mostowej, która na przestrzeni czasu stale wyznacza nowe perspektywy oraz możliwości pokonywania problemów komunikacyjnych.

Słowa kluczowe: most, stal, belka, konserwacja mostów, inżynieria.

1. Wprowadzenie

W czasie od 5 do 20 lipca 2008 r. odbyła się XIV WYPRAWIA MOSTOWA „Mosty na Dunaju i Dnieprze". Program wyprawy liczył 7000 km, w trakcie których uczestnicy przemierzyli 8 krajów europejskich: Słowację, Węgry, Chorwację, Serbię, Rumunię, Bułgarię i ponownie Rumunię, Mołdowę i Ukrainę. Inspiracja niektórymi spośród licznego grona zwiedzonych mostów leżących na trasie w/w wyprawy stanowiła podstawę do refleksji na temat rozwoju i przeobrażeń stalowych konstrukcji wspornikowych na przestrzeni XIX, XX i XXI w.

Niniejsza praca omawia jedynie kilka wybranych obiektów mostowych spośród wszystkich zwiedzonych w trakcie XIV Wyprawy Mostowej. Obiekty zamieszczone w pracy posiadają szczególne cechy, które są warte przedstawienia w kontekście rozwoju konstrukcji mostowych, myśli inżynierskiej, przeobrażeń społecznych oraz wydarzeń historycznych. We wszystkich zamieszczonych obiektach głównym materiałem konstrukcyjnym jest stal. Każdy z nich był lub jest mostem kolejowym (kolejowo autostradowym). Omówione zostały przykłady mostów powstałych w różnych epokach. Pozwala to w szerszym ujęciu zaobserwować pewien trend, myśl przewodnią ewolucji inżynierii mostowej, która na przestrzeni czasu stale

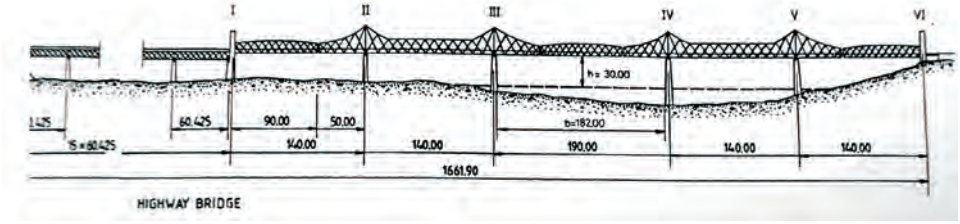
wyznacza nowe perspektywy oraz możliwości pokonywania problemów komunikacyjnych.

Fot. 1. Grono uczestników „XIV Wyprawy mostowej – Mosty Dunaju" [6].
Phot. 1. Members of „XIVth bridge expedition – Bridges over the Danube River" [6].

2. Zabytkowy most kolejowy Króla Karola I w miejscowości Cernavoda -

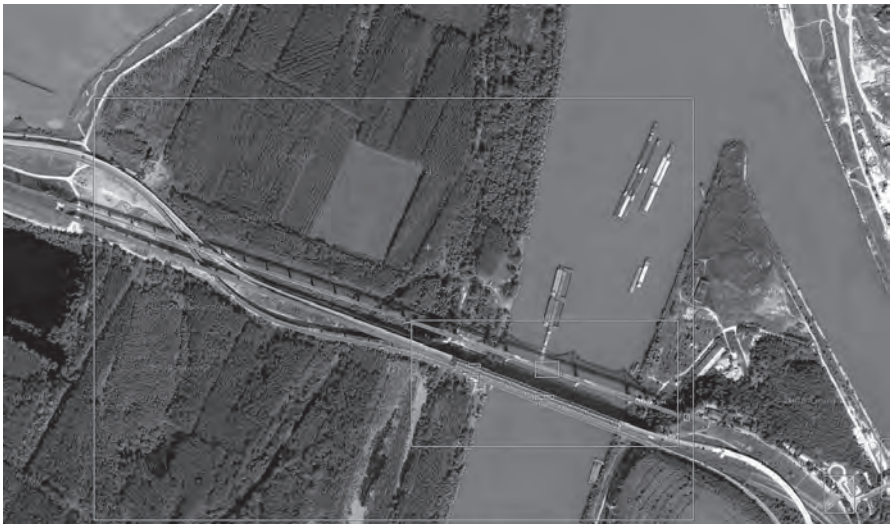
Fot. 2. Widok ogólny mostu kolejowego Króla Karola I [5.1.4].
Phot. 2. Overall view of King Karol I railway bridge [5.1.4].

Przeprawa przez Dunaj w miejscowości Cernavoda obejmuje stary most kolejowy oraz nowy obiekt drogowo – kolejowy. Pierwszym z omawianych mostów jest obiekt – wizytówka, znak czasu. Most o którym mowa znajdujemy w literaturze pod nazwą: most kolejowy Króla Karola I w miejscowości Cernavoda. Jest to most kolejowy wybudowany w latach 1891-1895 na trasie: Bukareszt – Konstanca w mieście: Cernavoda (Rumunia). Był to most kolejowy o jednym pasie ruchu; główna funkcja: komunikacyjna, transportowa; obecnie „muzealna". Lokalizację mostu można uzasadnić faktem wzrastającego w danym czasie ruchu kolejowego i drogowego z Niziny Wołoskiej do Dobrudży i nad Morze Czarne [1, 5.1.2].



Rys. 1. Przekrój podłużny mostu [1].
Fig. 1. Longitudinal section of the bridge [1].

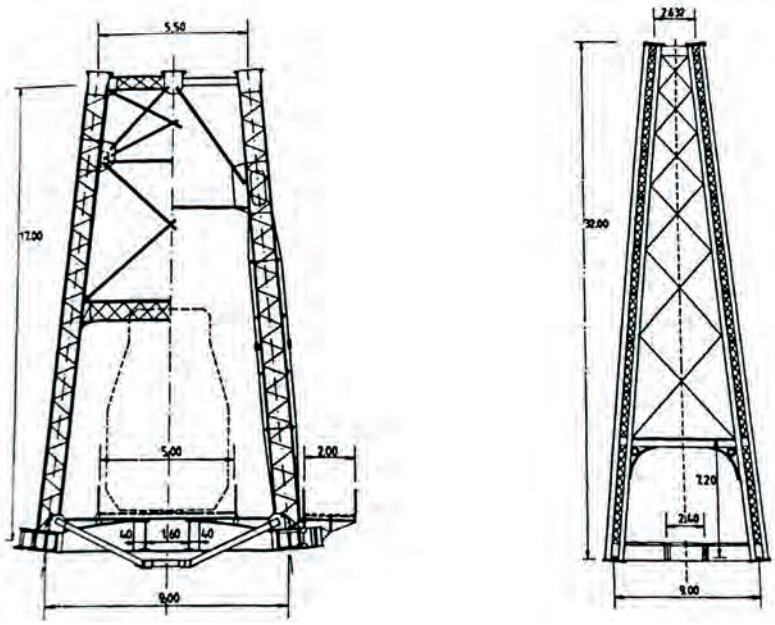
Omawiany obiekt to 5-cio przęsłowy stalowy kratownicowy most wspornikowy (systemu Gerbera), z jazdą dołem, o rozpiętościach przęseł 15*60.425 + 2*140 + 190 + 2*140 [m]. Główna konstrukcja mostu ma 750 metrów długości. W celu umożliwienia przepływu dużych statków wysokość mostu nad Dunajem wynosi 30m. Składa się on z 2 przęseł dwuwspornikowych, na których zawieszone są trzy przęsła wolnopodparte o rozpiętości 90,0 m każde. Wymiary kratownic są analogiczne jak w moście Borcea w Feteşti (na odnodze Dunaju Borcea Branch znajdują się 2 interesujące mosty w tym bliźniaczy do omawianego: kratownicowy kolejowy most wspornikowy – również systemu Gerbera – Borcea Railway Bridge; podobny okres powstania obydwu obiektów). [5.1.1]



Fot. 3. Zdjęcie satelitarne mostów w miejscowości Cernavoda [5.1.4].
Phot. 3. Satelite photography of bridges situated in Cernavoda [5.1.4].

Kratownicę w przęśle środkowym zaliczymy do kratownicy typu W z dodatkowymi wieszakami i słupkami. Jej wysokość jest zmienna zależna od wykresu momentów. Podczas gdy pas dolny jest prosty na całej długości mostu, pas górny wygina się w malowniczy sposób, tak, aby przenieść maksymalne momenty zginające. W ten sposób kratownica ma wysokość 17,0 m w środku głównego przęsła. Wysokość ta rośnie – w przybliżeniu parabolicznie – nad podporami do 32,0 m i następnie spada – w przybliżeniu parabolicznie – na końcach wsporników do 9,0 m. Przęsła zawieszone (krata typu N) mają paraboliczny przebieg pasa górnego oraz wysokość 13,0 m w środku rozpiętości i 9,0 m na końcach. Kratowe dźwigary główne są pochylone do środka mostu i rozstawione dołem co 6,5 m w przęsłach zawieszonych i w środku przęsła głównego; zwiększają swoją odległość nad podporami do 9,0 m. Natomiast układ prętów w kratach jest inny: zarówno w kratach przęseł wspornikowych jak i zawieszonych – układ dwukrzyżulcowy. [1, 2]

Nawierzchnia kolejowa wykształcona jest w postaci szyn tocznych mocowanych do drewnianych mostownic ułożonych na podłużnicach stalowego rusztu.



Rys. 2. Przekroje poprzeczne mostu [1].
Fig. 2. Cross-section of the railway bridge [1].

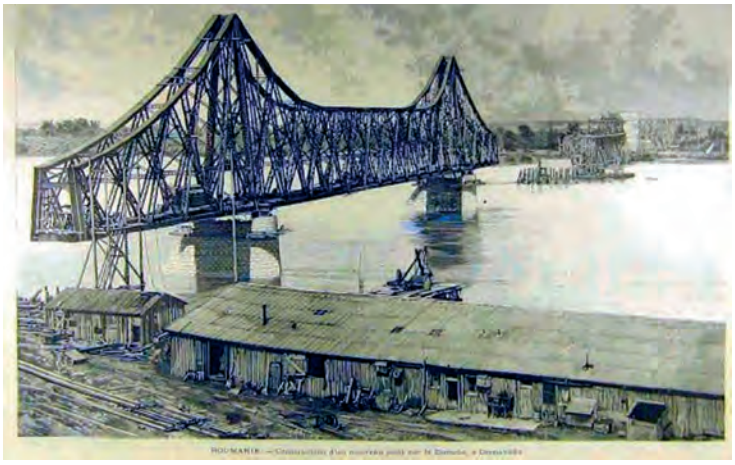
Do posadowienia podpór mostu użyto fundamentów pośrednich. Zrealizowano je za pomocą pneumatycznych kesonów. Głębokość fundamentów sięga 27 metrów poniżej poziomu niskiej wody. Podłoże zbudowane zostało z kamieni na zaprawie cementowej oraz wapnie hydraulicznym.

Metoda wznoszenia konstrukcji wymagała przemyślanej logistyki. Części mostu zostały dostarczone drogą wodną aż do Konstancji a potem koleją do miejscowości docelowej: Cernavoda. Wszystko zaczęło się – podobnie jak w innych obiektach mostowych realizowanych w tamtym czasie – od zmontowania drewnianego rusztowania. Celem zmniejszenia kosztów tymczasowej konstrukcji montowanie rusztowania zostało przeprowadzone, gdy poziom wody był bardzo niski. [1]

Konstrukcje wspornikowe ustroju nośnego mostu zostały podniesione do żądanej wysokości w kilku etapach za pomocą siłowników hydraulicznych o udźwigu 500 ton. Następnie zostały zainstalowane w obiekcie przęsła swobodnie podparte (przęsła drugorzędne).

Fot. 4. Widok filarów o kształcie w postaci funkcji exponens (-x) [6].
Phot. 4. Unique shape of pillars (similar to mathematical formula exponens (-x)) [6].

Po obu stronach konstrukcji nośnej mostu wykształcono okazałe „bramy wjazdowe", stanowiące zwieńczenie filarów skrajnych. Podziw wzbudzają ponadto wysokie kamienne filary, które na dojazdach do mostu mają pięknie wystudiowany kształt, zarówno w kierunku podłużnym jak i poprzecznym w postaci funkcji exponens (-x). Przęsła dojazdowe od strony Feteşti w liczbie 15-tu o rozpiętościach po 60,425 m, stanowią 1-przęsłowe kratownice systemu X o stałej wysokości, z jazdą górą. Łączna długość mostu wynosi 1661,9 m. W okresie powstania obiekt miał łączną długość 4088 metrów, co dawało mu tytuł najdłuższego mostu w Europie i trzeciego co do długości na świecie. Dzieło zostało zaliczone do grona największych projektów inżynierskich świata.



Rys. 3. Widok konstrukcji wspornikowej mostu w trakcie budowy [5.1.6].
Fig. 3. Historic photography of cantilever bridge segment under construction [5.1.6].

Konkurs na most został ogłoszony w 1879r. przez ówczesny rząd – specjalny serwis ministra od prac publicznych. Z powodu braku zainteresowania wyznaczono grupę prowadzoną przez inżyniera Anghela Saligny. Głównym wykonawcą były: francuska firma „fives lille"a także belgijska firma „Cockerill".

Anghel Saligny był rumuńskim profesorem na Uniwersytecie w Bukareszcie wykształconym na Uniwersytecie w Berlinie (specjalizował się w konstrukcjach mostowych oraz w technice robót hydraulicznych). Stopień wykształcenia inżyniera tłumaczy tak „wystudiowaną" formę mostu kolejowego.

W pełni przekonany co do nośności swojego dzieła w kontekście prognozowanych obciążeń, 26 września 1895r. Anghel Saligny przebywał podczas inauguracji wraz z pracownikami na łodzi pod mostem, zgodnie ze starą tradycją podtrzymywaną przez budowniczych mostów. W tym czasie po obiekcie przejeżdżał zestaw 15 lokomotyw z prędkością 60 km/h (niektóre źródła podają prędkość 85 km/h). [2, 5.1.3]

W czasie Pierwszej Wojny Światowej, po 30 latach od powstania, obiekt został uszkodzony, lecz nie na tyle, aby zniszczona została jego główna konstrukcja. Remont przeprowadziła wówczas firm MAN jeszcze podczas trwających działań wojennych. Po remoncie most wykazywał częściową ograniczoną przydatność eksploatacyjną (zmniejszone prędkości przejazdu oraz ograniczone ciężary taboru).

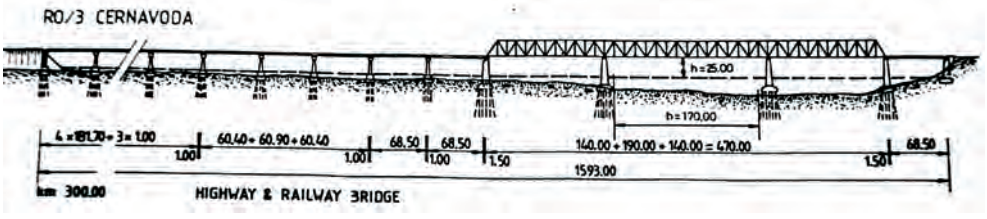
Podczas Drugiej Wojny Światowej, w wyniku bombardowań, most ucierpiał kilka razy. Odbudowa przeprowadzona przez rumuńską i niemiecką firmę zajęła 4 miesiące.

Kontrola w 1959 roku wykazała potrzebę wzmocnienia konstrukcji, dlatego w latach 1965-1967 most został poddany szeregowi zabiegów. Po tym remoncie mógł on być eksploatowany bez żadnych ograniczeń. W latach 1971- 1972 niektóre osłabione elementy nośne zostały wymienione. Most był nieprzerwanie wykorzystywany do 1987, kiedy to wybudowano w jego sąsiedztwie nowy most kolejowo drogowy. [1,4]

3. Nowy most kolejowo-drogowy w miejscowości Cernavoda

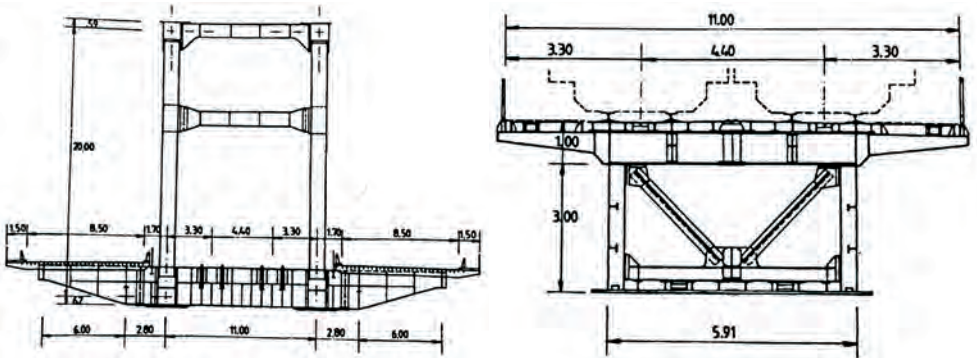
Droga A2 obok której usytuowany jest omawiany wcześniej most kolejowy (linia Bukareszt – Konstanca) Króla Karola I jest jedną z głównych, a zarazem najbardziej uczęszczanych tras komunikacyjnych Rumunii. Ciągle rosnące potrzeby komunikacyjne na trasie Bukareszt – Konstanca oraz znaczny stopień wyeksploatowania obiektu zabytkowego doprowadziły do zrealizowania nowego obiektu mostowego. Wspomnianym już wcześniej mostem „następcą" został: most kolejowo – drogowy w miejscowości Cernavoda. Most zbudowano w roku 1987. Ustrój nośny mostu stanowi trójprzęsłowa kratownica ciągła typu Warrena (krata typu W z dodatkowymi wieszakami i słupkami) z jazdą dołem. Rozpiętości poszczególnych przęseł wynoszą odpowiednio: 140,0 + 190,0 + 140,0 m. Przez most przebiega dwutorowa linia kolejowa (między dwoma dźwigarami głównymi), a na zewnątrz dźwigarów kratownicowych, na wspornikowych płytach ortotropowych usytuowano 2 jezdnie po 2 pasy ruchu o szerokości 8,50 m każda oraz obustronne chodniki o szerokości 1,50 m. Łączna szerokość obiektu wynosi 34,40 m [1, 2, 3].

Fot. 5. Widok ogólny nowego mostu kolejowo – drogowego w miejscowości Cernavoda [5.1.5].
Phot. 5. Overall view of a new railroad bridge in Cernavoda [5.1.5].



Rys. 4. Przekrój podłużny mostu [1].
Fig. 4. Longitudinal section of the bridge [1].

Kratownica główna wykonana została ze stali konstrukcyjnej wysokiej jakości. Każdy segment złożony jest z 52 elementów połączonych na placu budowy nitami oraz śrubami sprężającymi. Stężenia poziome (wiatrownice) zlokalizowano w dolnej i górnej części dźwigarów kratownicowych (przekrój zamknięty ustroju nośnego).



Rys. 5. a), b) Przekrój poprzeczny mostu [1].
Fig. 5. Cross-section of the bridge [1].

Pomosty w części drogowej i kolejowej obiektu zostały wykształcone w postaci stalowych płyt ortotropowych. Zastosowano bezpośrednie przytwierdzenie szyn tocznych do pomostu ortotropowego, natomiast na pomoście drogowym zastosowano 2 warstwy asfaltu o grubości 2,5cm każda, położonych na wspomnianej płycie ortotropowej.

Filary mostu posadowione są na fundamentach pośrednich (palach) wykonanych ze stalowych rur wypełnionych betonem o średnicy 2m i głębokości sięgającej 40m. Wykonano je na miejscu budowy w formie traconych szalunków w formie stalowych rur. Filary mostu w częściach ponad poziomem terenu wykończono warstwą okładziny kamiennej podnoszącej walory estetyczne obiektu. [1,4]

Fot. 6. Zestawienie mostów starego i nowego [5.1.5].
Phot. 6. Panoramic view of both bridges in Cernavoda [5.1.5].

W przekroju poprzecznym most jest analogiczny do mostu Borcea Highway and Railway Bridge. Estakady dojazdowe od strony Feteşti: dla linii kolejowej – w formie skrzynkowych dźwigarów stalowych z płytą ortotropową pomostu, dla ciągów drogowych – w formie blachownic stalowych z żelbetową płytą współpracującą. Liczba przęseł dojazdowych – 17, rozpiętości przęseł: 5 x (60.4 + 60.9 + 60.4) + 2 x 68.5m. Łączna długość mostu wynosi: 1593,0 m.

Projekt autorstwa Biura projektowego inżynierii kolejowej ISPCF, z siedzibą w Bukareszcie; głównymi wykonawcami były 2 firmy (z siedzibą również w Bukareszcie): Kolejowo drogowa firma konstrukcyjna oraz Mostowa firma konstrukcyjna. [1, 5.1.3]

4. Most Türr István w Baja

Fot. 7. Widok ogólny mostu Türr István w Baja [5.2.1].
Phot. 7. General view of Türr István railroad bridge in Baja [5.2.1].

Kolejny z omawianych mostów leży na Węgrzech, na trasie Kiskunhalas – Bátaszék. Z początkiem XX wieku wszystkie przeprawy mostowe przez rzekę Dunaj lokalizowane były w okolicy Budapesztu i Novego Sadu. Konieczność stałego połączenia kolejowego pomiędzy obydwoma miastami wymusiła budowę linii kolejowej (w tym także omawianego mostu).

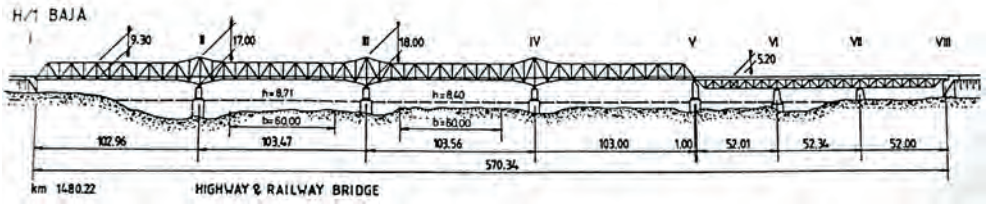
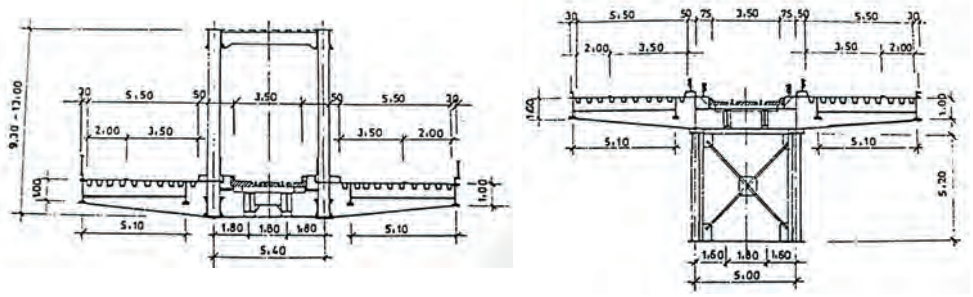


Fig. 6. Przekrój podłużny mostu [1].
Rys. 6. Longitudinal section of the bridge [1].

Most Türr István w Baja zbudowano w latach 1906-1909 pierwotnie jako kolejowy. W roku 1935 most poddano przebudowie, w wyniku której przez obiekt poprowadzono dodatkowo ruch drogowy. Ponieważ most miał ograniczoną skrajnię ruchu, przejazd pojazdów mógł odbywać się wyłącznie wahadłowo. Jak większość mostów na Węgrzech w czasie II Wojny Światowej został on zniszczony (1944 r.). Po wojnie most odbudowano w latach 1948-1950 r. W trakcie odbudowy zaprojektowano nową formę obiektu, tak aby dać możliwość późniejszej separacji ruchu

drogowego od kolejowego. Przęsła główne zostały wzmocnione dając możliwość późniejszego zamocowania wsporników niosących pasy drogowe. Pomimo nowej formy i przewidywanego rozwoju komunikacji drogowej nie przewidziano zmiany w komunikacji kolejowej. Obecnie wysokość konstrukcji w świetle wynosi jedynie 8,71m, podczas gdy wymagana jest ze względów użytkowych wysokość 9,5m. [1, 3]

Dopiero w 1990 r. most poszerzono dobudowując wspomniane obustronne wsporniki z pomostem ortotropowym (grubość nawierzchni 12cm), dla ruchu drogowego po 1 pasie w obu kierunkach. W 1999 r. zaszła konieczność wzmocnienia konstrukcji nośnej dźwigającej jezdnie części drogowej. Prawdopodobnie konstrukcja okazała się zbyt wiotka w stosunku do wzrastającego ciężaru pojazdów przejeżdżających przez most. Wykonano wówczas stalowe rygle na wierzchu istniejącej konstrukcji nośnej, nadwieszone nad jezdniami, a następnie podwieszono do nich na cięgnach płyty ortotropowe.



Rys. 7. a), b)., 4.4. Przekroje poprzeczne mostu [1, 6].
Fig. 7. Cross-section of the bridge [1].

Fot. 8. Widok mostu z poziomu rzeki.
Phot. 8. View of the bridge seen from the river side [6].

Most jest 4-ro przęsłową kratownicą ciągłą typu N, z jazdą dołem, o zmiennej wysokości. Rozpiętości poszczególnych przęseł wynoszą 102.96 + 103.47 + 103,56 + 103 + 52.01 + 52.34 + 52 [m]. Konstrukcja dwudźwigarowa o rozstawie kratownic głównych równym 5,4 m (w osiach). Wysokość ustrojowa kratownicy jest mniejsza w przęsłach: 9,30 m i zwiększa się do 13,00 m na podporach (pasy górny i dolny mają krzywoliniowy zarys w strefie momentów ujemnych – na odcinkach przyległych do podpór). Rozstaw podłużnic wynosi 1,8m. W pasie górnym kratownicy pomiędzy pasami podłużnymi znajdują się wiatrownice. Konstrukcja nośna tworzy układ zamknięty (wiązany górą). [3, 5.1.1, 5.2.2]

Fot. 9. Widok mostu z perspektywy pieszego [5.2.1].
Phot. 9. Türr István railroad bridge, view from a pavement [5.2.1].

Wszystkie fundamenty wykonywane były metodą kesonową, poprzez zatapianie żelbetowych skrzyń – kesonów, posadowionych 10-20m poniżej dna rzeki i wypełnionych betonem; przy wykorzystaniu metody pneumatycznej. Wymiary głównych filarów zlokalizowanych w korycie rzeki to 14,40m x 6,32 m. [1]

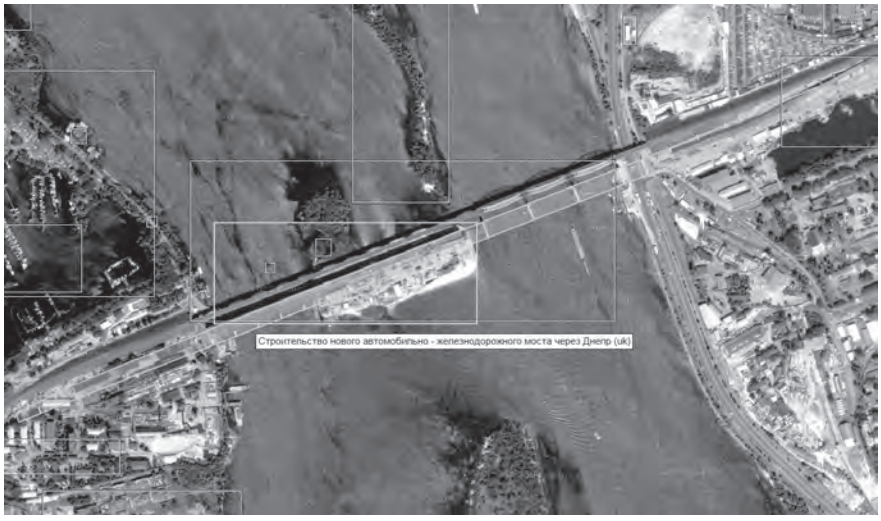
W częściach dojazdowych mostu od strony zachodniej zastosowano przęsła stalowe o konstrukcji kratowej typu N, z jazdą górą. Most, podobnie jak muzeum w Baja, nosi imię: Türra Istvana, węgierskiego bohatera, polityka i wojskowego, posiadającego bardzo burzliwy życiorys.

5. Nowy Darnitcki most kolejowo – drogowy

Nowy Darnitcki most kolejowo - drogowy jest aktualnie w końcowej fazie realizacji. Ma on 1100 m długości i położony jest 50 m na południe od istniejącego Darnitsky Railroad Bridge. Jest to trójprzęsłowy stalowy most łukowy z jazdą dołem. Łuki skrzynkowe typu Langera, nachylone w kierunku wnętrza mostu. W dwóch przęsłach wieszaki sztywne, w trzecim dodano ukośne zastrzały, tworząc

kratę typu N z parabolicznym pasem górnym – przypuszczalnie w celach montażowych, gdyż te 3 przęsła razem są aktualnie nasuwane podłużnie na podpory. Łuki langera z pasem dolnym pełnościennym w formie blachownicy o przekroju dwuteowym pochylonym zgodnie z płaszczyzną łuku. Poszczególne sekcje łączone są na śruby sprężające. Stężenia między łukami wykonano w formie skrzynek o przekroju prostokątnym. W części wspornikowej wykonano żebra otwarte.

Fot. 10. Widok nowego mostu kolejowo – drogowego – Darnitcki z poziomu rzeki [6].
Phot. 10. Photography of a new Darnitcki railroad bridge taken from the river [6].



Fot. 11. Zdjęcie satelitarne omawianego obiektu [5.1.4].
Phot. 11. Satelite photography of Darnitcki bridge [5.1.4].

Most ma bardzo oryginalne pod względem formy filary wykonane z betonu zbrojonego. Na dojazdach zastosowano estakady o konstrukcji belkowej. Po ukończeniu na obiekcie będą zlokalizowane 2 tory kolejowe oraz 2 jezdnie po 3 pasy ruchu samochodowego. Ustrój nośny dla części drogowej stanowią 2 skrzynie prostokątne powiązane pomostem ortotropowym wykształconym między nimi. W części kolejowej pomost ma konstrukcję stalowego rusztu. Pod każdy tor przewidziano po 2 podłużnice.

Fot. 12. Widok jednego z łuków wsporczych mostu; Przekrój części drogowej [5.4.3].
Phot. 12. One of arches under construction; cross-section of bridge – road segment.

Budowa trwa od 10 grudnia 2003 r. Początkowo zakładano, że w połowie 2007 roku zostanie udostępniona do ruchu część kolejowa obiektu. Jednakże wiosną 2007 roku okazało się, że ze względu na wady wykonawcze jest to niebezpieczne. Zakończenie realizacji opóźniono, a co za tym idzie, planowany termin oddania obiektu do użytku: 1 stycznia 2009 r. (wg Ministra Transportu i Komunikacji Ukrainy Iosif Vinsky) nie został dotrzymany.

Obiekt położony jest w ciągu trasy: Kijów – Moskwa – Darnitsa. Obecnie w trakcie realizacji są dwa odcinki w/w trasy o łącznej długości 31.71 km. Planowane natężenie ruchu kolejowego: co 8 minut. [5.4.1]

Fot. 13. Widok mostów od strony koryta rzeki [6].
Phot. 13. Panoramic view of two Darnitcki bridges [6].

Przeprowadzone badania podpór wykazały, że filary mostu (niektóre spośród zbudowanych już ośmiu) nie będą w stanie wytrzymać przewidywanego obciążenia. Powodem jest fakt, że budowa rozpoczęła się bez spójnego projektu, a jedynie w oparciu o studium wykonalności. Oddział spółki „Planet BMK-Most" stwierdził, że osiadanie filara wyniosło około 30 cm i nie będzie ono miało wpływu na projektowaną jego nośność. Ponadto, projektanci muszą rozwiązać inny problem. Jak mówią w Ministerstwie Budownictwa, prace nad nowym obiektem prowadzone są zbyt blisko już istniejącego mostu kolejowego. To jest ingerencja w dno rzeki Dniepr, która może bardzo osłabić fundamenty istniejącego obiektu. Dodatkowo, sytuacja komplikuje się ze względu na konieczność pozyskania gruntów będących obecnie własnością kilku przedsiębiorstw. Problematyczne „tereny" wchodzą w zakres omawianej inwestycji. [5.4.2, 5.4.4]

Fot. 14. Widok filarów z poziomu rzeki [5.1.4].
Phot. 14. Pillars seen from the river [5.1.4].

6. Most Podolski

Fot. 15. Widok mostu Podolskiego w trakcie budowy [5.1.4].
Phot. 15. Podolski bridge under construction [5.1.4]

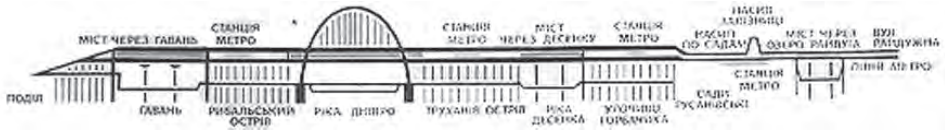
Rys. 8. Wizualizacja mostu Podolskiego[5.3.4].
Fig. 8. Computer visualisation of Podolski bridge [5.3.4].

Podilskyi Metro Bridge (znany również jako Most Podolski) znajduje się obecnie w fazie realizacji. Zlokalizowany jest on nad rzeką Dniepr w Kijowie. Prace nad jego budową rozpoczęto w grudniu 2003 roku a jej zakończenie planowane jest na 2010 – 2011 rok. Należy nadmienić, że miał on być oddany do użytku już w 2007 roku. Jednakże, czas realizacji został przełożony ze względu na komplikacje: m.in. trasa po stronie wschodniej poprowadzona jest przez prywatne tereny należące do mieszkańców.

Fot. 16. Widok ogólny konstrukcji [5.1.4].
Phot. 16. Overall view of the bridge construction [5.1.4].

Most o łącznej długości 7,5-kilometra jest elementem nowego ciągu komunikacyjnego złożonego z metra (przyszła podolsko-woskresenskaj linia) oraz 2 jezdni po 3 pasy ruchu samochodowego w obu kierunkach. W skład obiektu wchodzą 3 mosty główne stalowe (zespolone): Dnipro, Gavan i Desenke odpowiednio

o długościach 545m, 566m oraz 314m, ponadto 4 wiadukty żelbetowe o całkowitej długości 780m oraz most nad jeziorem Raduga o długości 224m. W ramach w/w trasy przewiduje się również budowę 5 stacji metra. Most łączy Wyspę Rybalską na prawym brzegu Dniepru z lewym brzegiem Dniepru i przebiega także nad Wyspą Truchanowską. [5.1.1, 5.3.2]

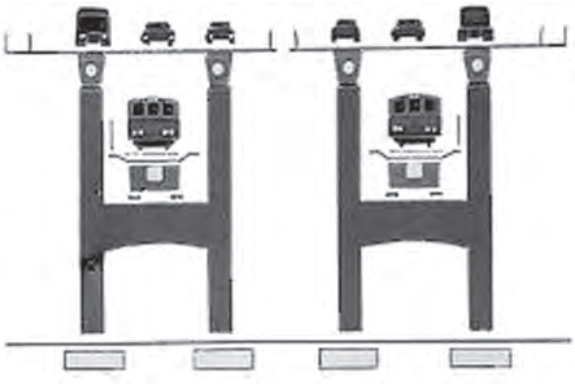


Rys. 9. Przekrój podłużny mostu [5.3.4].
Fig. 9. Schematic longitudinal section of Podolski bridge [5.3.4].

Rys. 10. Schemat realizowanej inwestycji [5.3.4].
Fig. 10. Schematic plan of a new road segment [5.3.4].

Omawiany most jest konstrukcją dwupoziomową. W dolnej części poprowadzona została trasa metra, w górnej zaś jezdnie drogowe. Podpory żelbetowe uformowano w kształcie litery H. Dolne przęsło zespolone (stal – beton): dźwigar skrzynkowy stalowy przeznaczono oddzielnie dla każdego toru metra. W części górnej (zwieńczenie litery H) znajdują się 2 skrzynki stalowe, współpracujące oddzielnie z żelbetowym pomostem drogowym.

W części nurtowej konstrukcja zmienia się z kratownicy o stałej wysokości (krata typu W) w stalowy łuk (Langera) o rozpiętości 250m z belkowym przęsłem kratowym, 2 poziomowym, podwieszonym. Wieszaki w omawianym moście występują w układzie zygzakowatym.



Rys. 11. Przekrój poprzeczny mostu [5.3.4].
Fig. 11. Cross-section of the bridge [5.3.4].

Fot. 17. Widok przęsła nurtowego w trakcie budowy [6].
Phot. 17. Panoramic view of Podolski main bridge span under construction [6].

Firma przygotowująca projekt dla władz Kijowa pochodzi z Kazachstanu: Tek – Yen. Most wzbudza wielką dyskusję społeczną. Poddano w wątpliwość celowość realizacji omawianego obiektu mostowego. Według planu miejskiego z 1966 r. stwierdzono potrzebę budowy co najmniej siedem mostów przez Dniepr w Kijowie. Obecnie, 40 lat po zatwierdzeniu planu w Kijowie, są tylko cztery mosty. W okresie od 1995 do 2005 r. natężenie ruchu na mostach wzrosło trzykrotnie. Pojemność mostu Podolskyego planowana jest na 59,1 tysięcy samochodów na dobę. To oczywiście nie rozwiązuje problemu całkowicie ale, biorąc pod uwagę prowadzony przez miasto tranzyt, pomoże w znacznym stopniu ulżyć sytuacji. [5.3.1, 5.3.4]

Fot. 18. Moment zmiany typu konstrukcji przęsła głównego [6].
Phot. 18. Different types of main bridge span construction [6].

7. Wnioski

Zaprezentowana w pracy konstrukcja mostu Króla Karola I w miejscowości Cernavoda zalicza się do kategorii mostów wspornikowych, dość popularnych na przełomie XIX i XX w. W takim układzie konstrukcyjnym w roku 1889 r. powstał most wspornikowy Firth of Forth w Szkocji. W czasie swojego powstania uznawany

był za największe osiągnięcie sztuki inżynierskiej. Największy kolejowy wspornikowy most tego typu wybudowany jest na rzece Św. Wawrzyńca (okres powstania nieco późniejszy, bo w 1917r.; przy współudziale Rudolfa Modrzejewskiego). Mosty wspornikowe weszły do kanonu mostownictwa stalowego jako odrębny rodzaj konstrukcji.

Most Turr Istvan w Baja jest przykładem dzieła, które ewoluowało na przestrzeni długiego czasu swojej eksploatacji. W nawiązaniu do rosnących potrzeb komunikacyjnych konstrukcja była poszerzana, wzmacniana i do dnia dzisiejszego spełnia stawiane jej wymagania.

Most Darnicki w zakresie technologii montażu stanowi przykład stosowania we współczesnym budownictwie mostowym nowoczesnych technologii (nasuwanie podłużne). Zastosowanie wspólnej konstrukcji nośnej dla ruchu kolejowego i samochodowego jest również charakterystyczne dla współcześnie realizowanych dużych przepraw mostowych.

Przy budowie mostu Podolskiego stosowane są również nowoczesne technologie montażu. Wykorzystywana jest metoda nasuwania podłużnego w odniesieniu do kratownicowego ustroju nośnego. W obiekcie w części przęsła nurtowego zastosowany jest kratownicowy 2-poziomowy ustrój nośny dla przeprowadzenia metra i 2 części drogi. Rozwiązania 2 poziomowe stanowią bardziej ekonomiczny sposób przekraczania rzeki niż prowadzenie metra pod jej dnem. Takiego rozwiązania nie zastosowano np. w układzie komunikacyjnym w Warszawie przy budowie mostu Świętokrzyskiego, nawet przewidując rozwój: planowanej drugiej nitki metra. Podwieszenie 2 poziomowej kratownicowej konstrukcji nośnej do łuku stalowego wpisuje się do grupy odważnych rozwiązań stosowanych obecnie przy pokonywaniu przeszkód średnich i większych rozpiętości.

Literatura

[1] Ivanyi M., *Bridges on the Danube Catalogue*, Second International Conference BRIDGES OVER THE DANUBE Bucharest September 1995 r.

[2] Tyrrell H. G., *History Of Bridge Engineering*, Requena Delgado 2007 r.

[3] Szelągowski Fr., *Mosty metalowe*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności1970 r.

[4] Ponnuswamy S., *Bridge engineering*, New Delhi Tata McGraw-Hill, 2008 r.

Internet:

[5] http://en.structurae.de/

[6] http://www.absoluteastronomy.com/topics/King_Carol_I_Bridge

[7] http://en.wikipedia.org/wiki/Cernavodă

[8] http://www.panoramio.com/map/

[9] http://www.artline.ro/

[10] http://art-historia.blogspot.com/2008/08/podul-de-la-cernavoda.html

[11] http://railpictures.net/

[12] http://books.google.com/

[13] http://www.tekyen.com/

[14] http://en.wikipedia.org/wiki/Bridges_in_Kiev

[15] http://en.wikipedia.org/wiki/Podilsko-Voskresenska_Line

[16] http:// www.absoluteastronomy.com/topics/Bridges_in_Kiev
[17] http://en.wikipedia.org/wiki/Darnytsia_Railway_Station
[18] http://www.dsnews.ua/infrastructure/
[19] http://100m2.com.ua/news/6596.html
[20] http://www.uz.gov.ua/?lng=uk
[21] Flaga Łukasz: Zdjęcia ze zbiorów własnych.

Selected construction and technological problems of middle span length steel bridges based on examples over the Danube and Dnieper river

Karol Ryż[1], Łukasz Flaga[2]

[1] Cracow University of Technolnogy, Faculty of Civil Engineering,
Institute of Building Materials and Structures, Chair of Bridges and Tunnels
[2] Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Chair of Architecture, Urban Design and Spatial Planning, e-mail: maggius@interia.pl

Abstract: Every example of bridge both the aesthetic appearance and technological solutions are unique. Differences are a result of a various historical events, neighbour impact and evolving capabilities of bridge building. Based on the unique features of bridge examples taken into consideration one reveals evolution technology of bridge building in time. The aim is to present some examples of steel bridges which have been considered successful. Bridges are still in use. Each of them was created in different period of time. It shows the altered bridge building idea, fluctuation of trend. The successful design was able to have been improved during time when increasing road traffic forced engineers to adapt bridges into new conditions. Bridge builders found a positive solution to every appeared problem. It help to preserve bridges from being rebuild and clearly showed that bridge building is the finest domain of civil engineering.

Key words: bridge, steel, beam, road traffic, engineering, aesthetic, design, bridge preserve, Danube river, Dnieper river.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 25-34

Materiał zeolitowy typu X otrzymany z popiołu lotnego w wyniku syntezy hydrotermalnej i niskotemperaturowej

Wojciech Franus

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Geotechniki, Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin

Streszczenie: W pracy przedstawiono wyniki badań nad możliwością transformacji popiołu lotnego klasy F w materiał zeolitowy. Wykorzystano dwie metody syntezy: hydrotermalną i niskotemperaturową. W wyniku alkalicznych reakcji popiołów lotnych z NaOH w obu przypadkach otrzymano materiał zeolitowy bogaty w fazę Na-X. Zbadano charakter mineralogiczny i właściwości fizykochemiczne otrzymanego materiału oraz przedstawiono możliwości praktycznego wykorzystania.

Słowa kluczowe: popiół lotny, zeolit X, synteza.

1. Wprowadzenie

Wytworzone w elektrociepłowniach, elektrowniach i kotłowniach żużle i pyły lotne stanowią zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludności, głównie z powodu wymywania metali ciężkich do gleb oraz uwalniania lekkich frakcji do atmosfery [1-3].

Składowanie UPS (Ubocznych Produktów Spalania) na hałdach czy mokrych osadnikach jest szczególnie uciążliwe i kosztowne, głównie ze względu na niezbędne zabezpieczenia zapobiegające wywiewaniu pyłu i izolację gruntów.

Zdecydowaną większość tych odpadów stanowią popioły lotne [4], co sprawia iż problem ich utylizacji jest coraz istotniejszy i ciągle wymaga poszukiwania nowych wyrafinowanych zastosowań.

W trakcie poszukiwania nowych kierunków praktycznego wykorzystania popiołów lotnych, stwierdzono podobieństwo ich składu chemicznego i mineralnego do niektórych materiałów naturalnych. Na podstawie tych obserwacji zostały zapoczątkowane prace dotyczące syntezy zeolitów i innych glinokrzemianów z popiołów lotnych [5-9].

Zeolity to w głównej mierze uwodnione glinokrzemiany pierwiastków alkalicznych, ziem alkalicznych lub znacznie rzadziej innych kationów. Bardzo cenne ich właściwości (sorpcyjne, katalityczne, molekularno-sitowe, jonowymienne i inne) wynikają z specyficznej budowy ich szkieletu glinokrzemianowego tworzącego strukturę zeolitów w której obecne są systemy kanałów i komór powstające w wyniku sekwencyjnego łączenia się ze sobą równoczłonowych pierścieni zbudowanych z tetraedrów glino- i krzemotlenowych. Pierścienie te tworzą tzw. wtórne

jednostki strukturalne (SBU), które stanowią najczęstsze kryterium ich podziału na różne typy strukturalne.

Jednym z wyróżnionych typów strukturalnych zeolitów naturalnych jest faujasyt (FAU), którego syntetycznym analogiem jest zeolit Na-X (handlowe nazwy tego zeolitu to: X i 13X) [10]. Strukturę tego minerału charakteryzuje duża średnica kanałów 0,74 nm i wysoka zawartość sodu co czyni go atrakcyjnym materiałem w przemysłowym wykorzystaniu jako sito molekularne i wymieniacz jonowe.

Szeroki wachlarz aplikacji przemysłowych spowodował iż podjęto próbę syntezy tego materiału z popiołów lotnych wykorzystując prowadzenie procesu w warunkach hydrotermalnych pod ciśnieniem atmosferycznym jak w warunkach niskotemperaturowych (ciśnienie atmosferyczne i temperatura pokojowa).

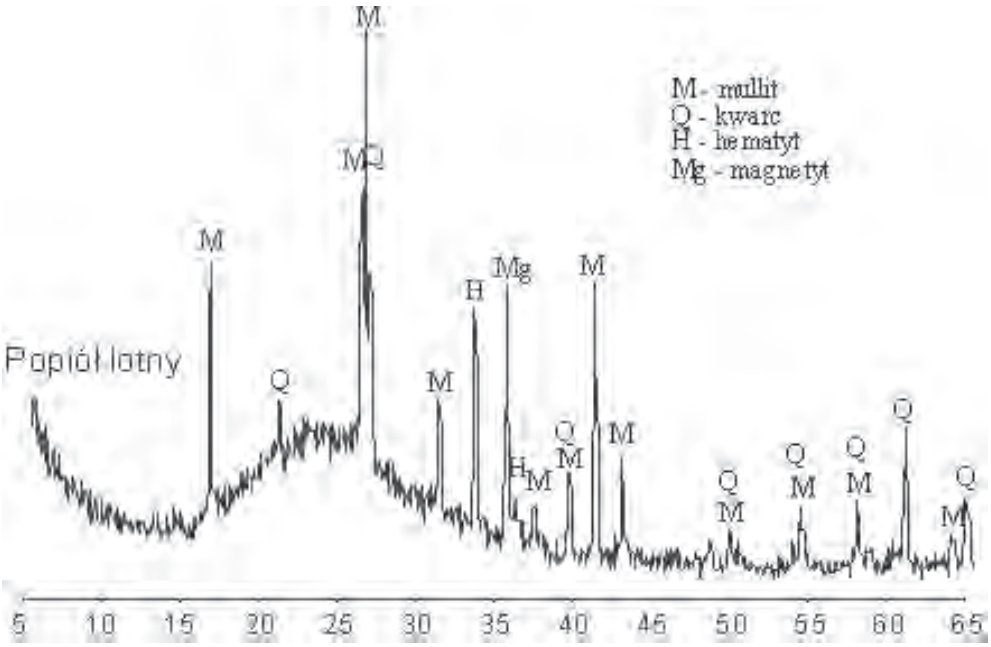
2. Materiał badawczy

Próbki popiołów lotnych użytych do syntez pochodziły z Zakład Usług Technicznych i Recyklingu S.A. „ZUTER" Popiół lotny powstał w wyniku energetycznego spalania węgla kamiennego w Elektrowni Kozienice.

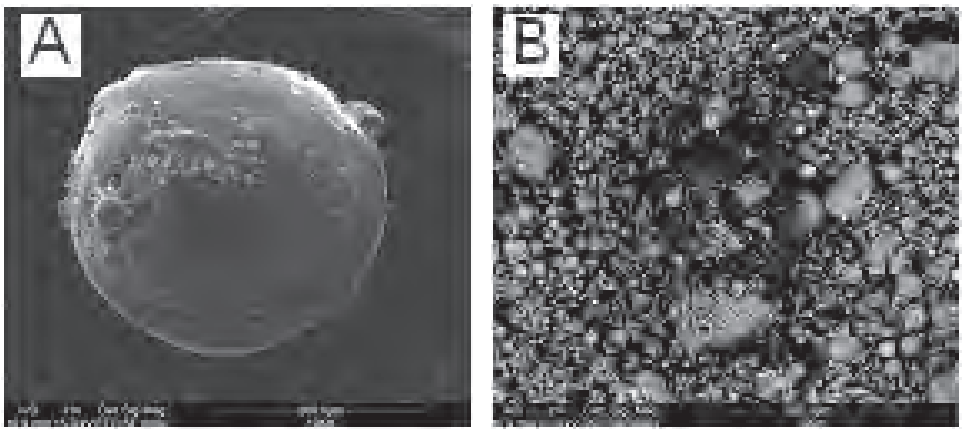
Oznaczenie składu chemicznego w laboratorium Ancaster Laboratories, Canada popiołu lotnego wykorzystanego do transformacji w zeolit Na-X wykazało iż dominuje w nim SiO_2 52.12, Al_2O_3 32.19, Fe_2O_3 5.17, pozostałe składniki to: MgO 1.29, CaO 1.16, Na_2O 0.49, K_2O 2.87, TiO_2 1.38, P_2O_5 0.43. LOI = 2.60 %. Stosunek SiO_2/Al_2O_3 wynosi 1.62, a suma głównych tlenków wskazuje jednoznacznie iż badany popiół zaliczany jest wg ASTM C618-89 do klasy F (glinianowo-krzemianowych).

Zawartość chlorków 0,001-0.01 wt. % [11], wolnego CaO (0.02-0.10) wt. [12], pH 10.7.

Skład mineralny badanego popiołu przedstawia figura 1. Dominującym składnikiem jest szkliwo glinokrzemianowe, którego zawartość waha się w granicach od 50 do 60 % wykształcone w bardzo dla siebie charakterystyczny kulisty formach (Fot. 1), mullit (<30 %), kwarc (5-8 %), którym towarzyszą podrzędne ilości niespalonej substancji węglowej, tlenki Fe – hematyt i magnetyt.



Rys. 1. Dyfraktogram składu mineralnego popiołu lotnego użytego do syntez.
Fig. 1. XRD diffraction pattern mineral composition of fly ash used for synthesis.



Fot. 1. Mikrofotografie popiołu lotnego. A – kulista forma szkliwa glinokrzemianowego, B- agregaty szkliwa, SEM, pow. 600X.
Phot. 1. Microphotograph of fly ash. A - spherical forms of aluminosilicated glass SEM, zoom 3000X, B – spherical form of glass, iron oxides on the glass surface, SEM, zoom 600X.

3. Warunki syntezy

W przypadku syntezy hydrotermalnej materiału zeolitowego zastosowano opracowane metodologicznie warunki prowadzenia procesu tj.: 20 g popiołu lotnego zalewano 400 ml 3M roztworu NaOH; proces syntezy prowadzono przez okres 24 h w temperaturze 75 ^{0}C. Po takim cyklu reakcji materiał zeolitowy kilkukrotnie przepłukiwano woda destylowaną w celu odmycia nadmiaru NaOH [13].

Niskotemperaturowy proces syntezy przebiegał w następujących warunkach: 20 g popiołu lotnego zalewano 800 ml 3M roztworu NaOH, proces syntezy prowadzono przez 12 miesięcy (co jakiś czas mieszając substraty reakcji) pod ciśnieniem atmosferycznym i w temperaturze pokojowej [14].

4. Metody badań

Skład mineralny produktów reakcji analizowano przy pomocy dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) metodą proszkową stosując dyfraktometr rentgenowski Philips X'pert APD z goniometrem PW 3020 i lampą Cu oraz monochromatorem grafitowym. Analizę wykonano w zakresie kątowym 5-65 2θ. Do obróbki danych dyfrakcyjnych użyto oprogramowania Philips X'Pert oraz programu ClayLab ver. 1.0. Identyfikację faz mineralnych oparto na bazie danych PCPDFWIN ver. 1.30 sformalizowanej przez JCPDS - ICDD.

Morfologię i skład chemiczny w mikroobszarze głównych składników mineralnych badanych materiałów oznaczono za pomocą mikroskopu skaningowego (SEM). Wykorzystano mikroskop skaningowy FEI Quanta 250 FEG wyposażony w system analizy składu chemicznego oparty na dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego – EDS firmy EDAX.

Pojemność wymiany kationów (CEC) materiału zeolitowego oznaczono na podstawie ilości jonów Ba^{2+} w próbce nimi nasyconej i zdesorbowanych 1M $MgCl_2$. Metoda rekomendowana przez międzynarodowa organizację AIPEA [15].

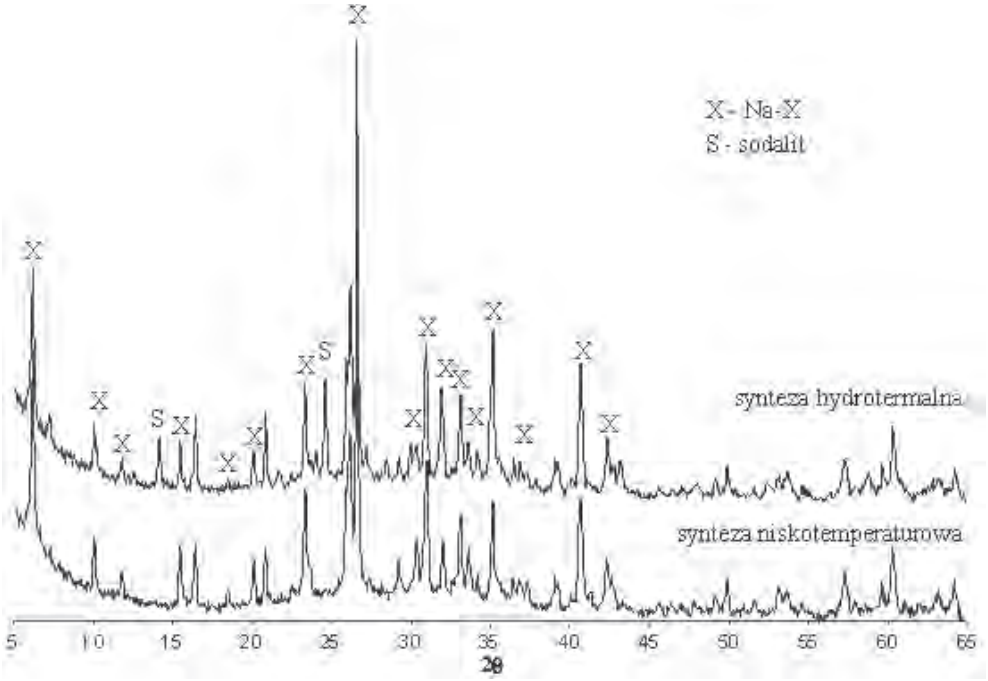
Powierzchnię właściwą, pomiar wielkości i rozkład porów w zależności od promienia oznaczono na podstawie przebiegu izotermy adsorpcji/desorpcji par azotu w temperaturze -194,85 °C. Wymienione parametry tekstury popiołu i materiału zeolitowego oznaczono po wcześniejszym odgazowaniu próbki w warunkach ściśle kontrolowanej temperatury (250 °C przez okres 24h) i obniżonego ciśnienia (10^{-3} hPa).

Powierzchnię właściwą oznaczono w oparciu o teorię wielowarstwowej adsorpcji Braunauera-Emmetta-Tellera, tzw. BET przy p/p_0 pomiędzy 0,06 i 0,3 (p, p_0 – ciśnienie równowagowe i ciśnienie pary nasyconej azotu). Objętość porów V_p została określona z objętości zaadsorbowanego azotu przy ciśnieniu $p/p_0 = 0{,}98$.

Średnice porów D_p obliczono wg. wzoru $D_p = 4V_p/S_{BET}$. Rozkład objętości porów R_p wyliczono korzystając z ogólnego równania izotermy opartego na połączeniu zmodyfikowanego równania Kelvina i statystycznej grubości adsorbowanego filmu. Badania tekstury popiołu i materiału zeolitowego przeprowadzono przy użyciu sorptomatu ASAP 2020 firmy Micromeritics.

5. Wyniki

Według zaproponowanego w metodyce prowadzenia procesu reakcji popiołu lotnego z NaOH otrzymano materiał zeolitowy w którym dominował Na-X w przypadku reakcji niskotemperaturowej oraz dodatkowo sodalit w ilościach podrzędnych w przypadku reakcji hydrotermalnej. Residum obu prowadzonych reakcji stanowił kwarc, mulit, oraz resztki nieprzereagowanej substancji amorficznej (dyfraktogram) (Fig. 2).



Rys. 2. Dyfraktogramy składu mineralnego produktów syntezy. X – główne refleksy charakterystyczne dla zeolitu Na-X; S – główne refleksy charakterystyczne dla sodalitu.

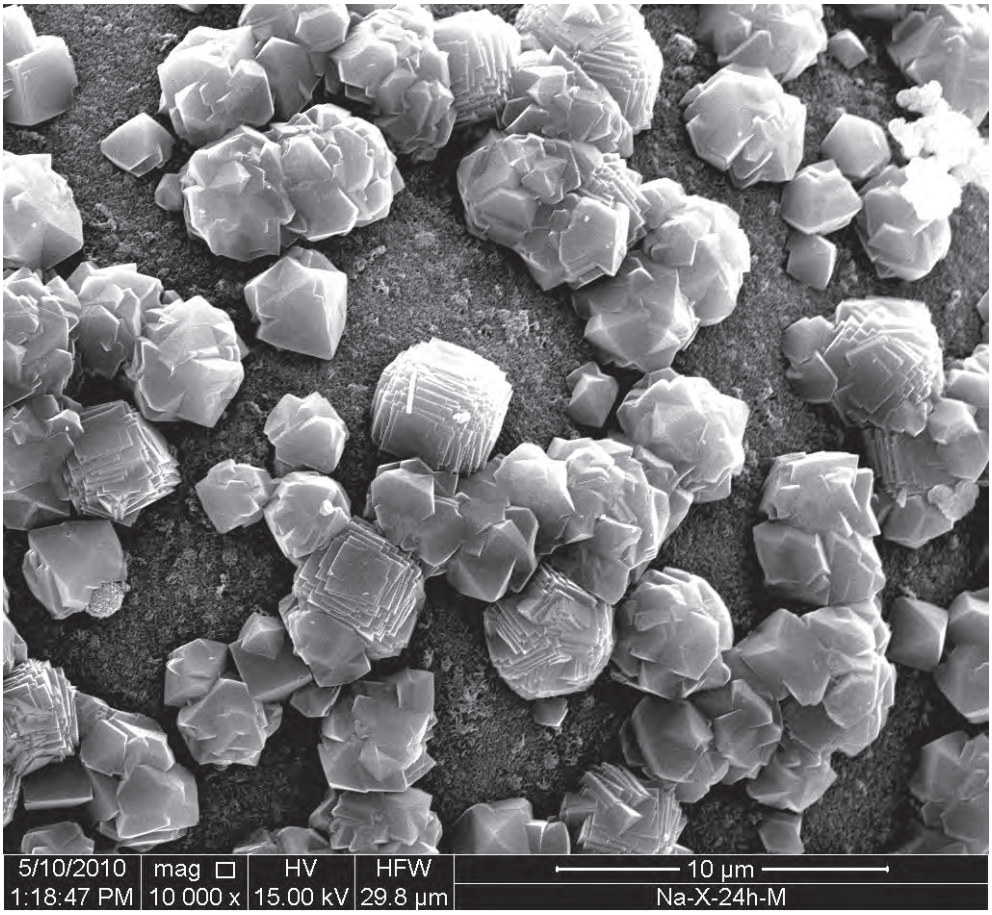
Fig. 2. The X-ray diffraction patterns of synthesis products mineral composition; X – main reflections are characteristic for Na-X zeolite; S – main reflections are characteristic for sodalite.

Formy morfologiczne jakie reprezentuje zeolit Na-X dla syntezy hydrotermalnej to najczęściej kryształy o pokroju izometrycznym i oktaedralnym, osiągające rozmiary 5-7 μm (Fot. 2). W materiale uzyskanym poprzez syntezę niskotemperaturową kryształy Na-X występują w znaczącej przewadze w formie igieł, obok których występują agregaty mineralne o bardzo nieregularnych kształtach z niekiedy zaznaczającym się pokrojem płytkowym/łuseczkowym (Fot. 3). Materiały zeolitowe otrzymane przy pomocy obu metod syntezy charakteryzują się bardzo podobnym składem chemicznym. Sód jest głównym kationem wymiennym w strukturze równoważącym ładunek sieci glinokrzemianowej. Uśrednione stosunki poszczególnych kationów otrzymane w wyniku punktowych analiz mikrochemicznych EDS są następujące: Na+K/Si = 0.55, Na+K+Ca+Mg/Si = 0.60, Na+K/Si = 0.65, Na+K+Ca+Mg/Si = 0.79, Si/Al = 1.12 dla reakcji hydrotermalnej i Na+K/Si = 0.52, Na+K+Ca+Mg/Si = 0.68, Na+K/Si = 0.56, Na+K+Ca+Mg/Si = 0.70, Si/Al = 1.04 dla reakcji niskotemperaturowej.

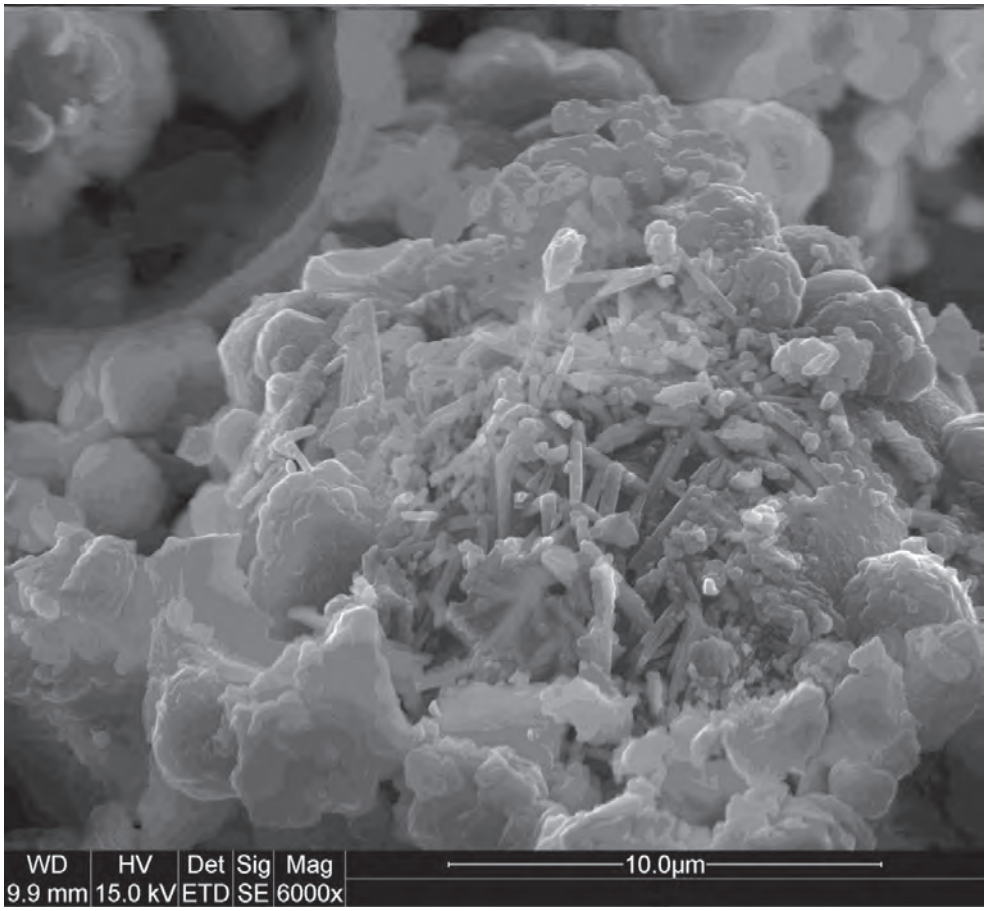
O możliwości praktycznego wykorzystania materiału zeolitowego w głównej mierze decyduje pojemność wymiany kationów i parametry teksturalne otrzymanego materiał – co pośrednio związane jest z zawartością danego zeolitu w materiale badawczym.

Pojemność jonowymienna CEC materiału zeolitowego otrzymanego przy użyciu hydrotermalnej metody syntezy jest nieznacznie wyższa i osiąga 240 meq/100g, a dla odmian niskotemperaturowych waha się w granicach od 180 do 220meq/100g.

Parametr ten jest około 20 razy większy od pojemności jonowymiennej popiołu lotnego która w tym przypadku wynosiła od 10 do 12 meq/100 g. Pomimo pewnego potencjału jonowymiennego samego popiołu produkty jego zeolityzacji zapewniają o wiele lepsze możliwości jonowymienne co przekłada się na możliwość oczyszczania różnego rodzaju ścieków i odpadów przemysłowych na otrzymanych materiałach.



Fot. 2. Materiał zeolitowy otrzymany metodą syntezy hydrotermalnej.
Phot. 2. Zeolitic material obtained through hydrothermal synthesis.



Fot. 3. Materiał zeolitowy otrzymany metodą syntezy niskotemperaturowej.
Phot. 3. Zeolitic material obtained through low-temperature synthesis.

Właściwości teksturalne otrzymanych materiałów zeolitowych przedstawia tabela 1. Izoterma adsorpcji – desorpcji N_2 dla popiołu lotnego reprezentuje II typ (wg IUPAC). Ten rodzaj izotermy charakterystyczny jest dla makroporowatych materiałów i odpowiada sytuacji, kiedy przy niskich prężnościach względem adsorptywu na powierzchni adsorbentu (popiołu lotnego) tworzy się warstewka monomolekularna cząstek (N_2), a przy wyższych prężnościach zachodzi formowanie się warstwy wielomolekularnej. Na zdecydowanie makroporowatą strukturę popiołu lotnego użytego do reakcji syntez wskazuje jednoznacznie mała powierzchnia właściwa i niska objętość porów przy względnie dużej ich średnicy (Fig. 3a)

Izotermy adsorpcji uzyskane dla badanych materiałów zeolitowych można sklasyfikować jako typ I (tzw. izoterma Langmuira) z histerezą H3 lub H2/H3, adsorpcja wzrasta bardziej w zakresie niższych ciśnień względnych niż w przypadku popiołu lotnego. Świadczy to o zdecydowanym wzroście liczby mikroporów co jest jedną z charakterystycznych cech minerałów zeolitowych (Fig. 3b, c, Tab. 1).

Tabela 1. Parametry tekstury badanych materiałów zeolitowych i popiołu lotnego.
Table 1. Textural properties of tested zeolitic materials and fly ash.

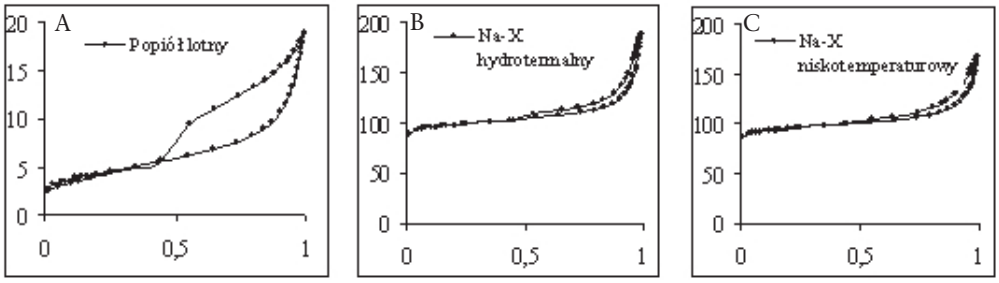
Materiał	S_{BET} [m^2g^{-1}]	V_{mic} [cm^3g^{-1}]	S_{mic} [m^2g^{-1}]
Popiół lotny	16.2	0.0005	2.04
Na-X hydrotermalny	332.5	0.1426	238.04
Na-X niskotemperaturowy	259.9	0.1123	176.60

S_{BET} – powierzchnia właściwa,

V_{mic} – objętość mikroporów,

S_{mic} – powierzchnia mikroporów.

Powierzchnia właściwa obliczona metodą BET dla materiału hydrotermalnego wynosi 332,5 m^2/g i jest wyższa od odmiany niskotemperaturowej o około 73 m^2/g. Stosując metodologię określenia ilościowego zawartości Na-X w otrzymanym materiale na podstawie powierzchni właściwej, objętości mikroporów i powierzchni mikroporów [14]. Zawartość fazy Na-X w materiale otrzymanym przy pomocy syntezy hydrotermalnej wynosi około 60% zaś dla syntezy niskotemperaturowej 42 do 55%.



Rys. 3. Izotermy adsorpcji i desorpcji N_2 (77K): A – popiół lotny. B – Na-X hydrotermalny. C – Na-X niskotemperaturowy.
Fig. 3. Adsorption/desorption isotherm of N2 (-196.15°C): A – fly ash, B – hydrothermal Na-X, C – low-temperature Na-X.

Rozkład struktury porów (PSD) otrzymanych materiałów zeolitowych wyznaczony na podstawie równania BJH (Barreta Joynera i Halendy) uwidacznia tri modalne zróżnicowanie w którym dominują pory o średnicy około 40 Å.

6. Potencjalne aplikacje otrzymanych materiałów zeolitowych

Materiał zeolitowy (bogaty w fazę Na-X) dzięki obecnym mikroporom oraz ich dużej objętości jak również wysokiej termostabilności może być użyty na potrzeby oczyszczania wód i ścieków z metali ciężkich [13], remediacji gruntów [16], uwiązywania ^{137}Cs [8], jak również jako adsorbent gazów przemysłowych SO_2, CO_2 i NH_3 [17-19].

Jednak trzeba pamiętać iż materiał zeolitowy bogaty w fazę Na-X otrzymany z popiołu lotnego nie osiąga takiej jakości i efektywności w zastosowaniach praktycznych jak komercyjny zeolit 13X produkowany z czystych odczynników. Aczkolwiek

może zastępować go jako zdecydowanie tańszy produkt w technologiach których produkt końcowy nie wymaga najwyższej czystości.

7. Podsumowanie

Opisane metody transformacji popiołu lotnego prowadzą do otrzymania materiału zeolitowego bogatego w fazę Na-X. Metoda hydrotermalna wymaga 24 godzin reakcji aby wyprodukować sorbent o zawartości fazy zeolitowej około 60%. Materiał otrzymany metodą reakcji niskotemperaturowej potrzeba 100 dni przebiegu procesu syntezy. Reakcję tą charakteryzują niższe zawartości fazy Na-X, aczkolwiek nie wymaga ona ponoszenia dodatkowych kosztów związanych głównie z kosztami energii elektrycznej. Tak wiec wydaje się iż metoda ta jest bardziej ekonomicznie opłacalna.

Podziękowania

Praca była finansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) w ramach projektu rozwojowego nr N R14 0013 06

Literatura

[1] Amrhein Ch., Hagina G.H., Kim T.S., Mosher P.A., Gagajena R.C., Amanios T., de la Torre L., Environ. Sci. Technol. 30 (1996) 735–742.

[2] Matsi T., Keramidas V.Z., Environ. Pollut. 104 (1999) 107–112.

[3] Swanepoel J.C., Strydom C.A., Appl. Geochem. 17 (2002) 1143–1148.

[4] Querol X., Moreno N., Umana J.C., Alastuey A., Hernandez E., Lòpez-Soler A., Plana F., Int. J. Coal Geol. 50 (2002) 413–423.

[5] Querol X., Alastuey A., Fernandez-Turiel J.L., Lopez-Soler A., Fuel 74 (1995) 1226-1231.

[6] Berkgaut V., Singer A., Appl. Clay Sci. 10 (1996) 369–378.

[7] Querol X., Alastuey A., Lopez-Soler A., Plana F., Andres J.M., Juan R., Ferrer P., Ruiz C.R., Environ. Sci. Technol. 31 (1997) 2527-2533.

[8] Chang H.L., Shih W.H., Ind. Eng. Chem. Res. 37 (1998) 71–78.

[9] Fotovat F., Kayemian H., Kayemeini M., Mater. Res. Bull. 44(1998) 913–917.

[10] Inada M., Eguchi Y., Enomoto N., Hojo J., Fuel 84 (2005) 299-304.

[11] PN-EN 196-21: 1997.

[12] PN-EN 451-1:1998.

[13] Derkowski A., Franus W., Beran E., Czímerová A., Powder Technol. 166/1 (2006), 47–54.

[14] Derkowski A., Franus W., Waniak-Nowicka H., Czímerová A., Int. J. Miner. Process. 82 (2007) 57-68.

[15] Gillman G.P., Aust. J. Soil Res. 17 (1979) 129–139.

[16] Czurda K.A., Haus R., Appl. Clay Sci. 21 (2002) 13–20.

[17] Querol X., Umaña J.C., Plana F., Alastuey A., Lopez-Soler A., Medinaceli A., Valero A., Domingo M.J., Garcia-Rojo E., Fuel 80 (2001) 857-865.

[18] Querol X., Moreno N., Umana J.C., Juan R., Hernandez E., Fernandez-Pereira C., Ayora C., Janssen M., García-Mártinez J., Linares-Solano A., Cazorla-Amoros D., J. Chem. Technol. Biotechnol. 77 (2002) 292–298.

[19] Ruen-Ngam D., Rungsuk D., Apiratikul R., Pavasant P., J. Air & Waste Manage. Assoc. 59/10 (2009) 1140-1147.

X type zeolitic materials synthesized from fly ash using hydrothermal and low-temperature methods

Wojciech Franus

Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Geotechnics, e-mail: w.franus@pollub.pl

Abstract: This study presents the results of experiments dealing with the possibility of transforming F class fly ash into a zeolitic material. Two types of synthesis methods were used in the research: hydrothermal and low-temperature synthesis. As a result of alkaline reaction of fly ash with NaOH, all experimental cases yielded zeolitic material which is rich in Na-X phase. The mineralogical composition as well as the physico-chemical properties in Na-X phase was obtained. The mineralogical composition as well as the physico-chemical properties of the obtained material are explored and the feasibility of practical application is shown.

Keywords: fly ash, zeolite X, synthesis.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 35-42

Badania materiałoznawcze zapraw integralną częścią badań architektonicznych zabytków

Beata Klimek

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury,
Katedra Konserwacji Zabytków, e-mail: b.klimek@pollub.pl

Streszczenie: Jednym z głównych etapów badań zabytków architektury są odkrywki tynkowe. Wykonywane są one w celu uzyskania nowych informacji o materiale używanym do budowy, a opracowywana w trakcie badań stratygrafia zawiera wiele danych o przemianach budowli i fazach przekształceń budowlanych. Informacje uzyskane w trakcie badań są szczególnie pomocne przy pracach konserwatorskich i remontowo-budowlanych związanych z rekonstrukcją tynków, a wcześniej z ustaleniem przyczyn zniszczeń. Należy podkreślić, iż architekt czy historyk architektury nie jest upoważniony do dokonywania samodzielnie odkrywek tynkowych dopóki nie upewni się, że nie kryją one malowideł. Zabytkowe tynki szczególnie wewnętrzne mogą posiadać polichromie, których nie wolno zniszczyć w czasie badań architektonicznych. W obiektach w których istnieje prawdopodobieństwo występowania wielobarwnych polichromii, do grona badaczy powinien przyłączyć się specjalista konserwator. W przypadku braku dekoracji malarskiej tynki mające wielowarstwową budowę należy zdejmować pojedynczymi warstwami, dokumentując ich stratygrafię. Wiadomo, że istnieją miejsca szczególnie ważne dla badań odkrywkowych np. naroża, styki murów, anomalie przebiegu murów i ich odkształcenia, pęknięcia płaszczyzn zaprawy, nieregularności na jej powierzchni, czy różnice w zabarwieniu tynku widoczne po nagłych zmianach zawilgocenia pomieszczenia [1]. Kolejny etap badań zabytkowych zapraw opiera się na analizach i badaniach laboratoryjnych. Warunkiem koniecznym, który pozwala na prawidłowe wnioskowanie z prowadzonych badań jest odpowiednie pobranie i przygotowanie próbki. Podstawowy problem tej fazy badań dotyczy pobierania próbek, zwłaszcza że wielkość i ilość próbek jest ograniczona ze względu na ryzyko uszkodzenia większych partii tynków. Dla próbek pobranych z obiektów szczególnie cennych należy wykonać pełny cykl badań, które dadzą wyczerpujące informacje o badanym materiale, ponieważ po przeprowadzeniu zabiegów konserwatorskich wiele oznaczeń zwłaszcza dotyczących tynków jest niemożliwych do wykonania.

Słowa kluczowe: badania architektoniczne, badania tynków, badania makroskopowe tynków.

1. Sposoby pobierania próbek zabytkowych zapraw do celów laboratoryjnych

Badania zapraw powinny być prowadzone równocześnie bądź nawet wyprzedzać pozostałe analizy, np. badania architektoniczne wiążą się z fragmentarycznym

usuwaniem opracowań malarskich występujących na murach, czy w partiach stropów.

Podczas prowadzenia badań technologicznych obiektów zabytkowych rzetelną informację o badanym materiale warunkuje miedzy innymi właściwe pobranie próbek. W oparciu o doświadczenia Laboratorium Naukowo-Badawczego PKZ w Warszawie opracowane zostały ogólne zasady badania zapraw. Mówią one, że materiał do badań powinien być autentyczny dobrze zachowany i typowy dla danego obiektu lub fragmentu elementu architektonicznego.

- Autentyczny. Dla zapewnienia autentyzmu próbki konieczna jest znajomości historii danego obiektu, co zapobiega ewentualnym pomyłkom zwianym z pobraniem próbki z późniejszych wiekiem renowacji. Stąd konieczność zapoznania się z opracowaniami dotyczącymi historii danego obiektu. Jeśli brak takowych wskazana jest współpraca z historykami sztuki, badaczami architektury.
- Typowy. Pewność odnośnie reprezentatywności próbki uzyskuje się przez pobranie kilku próbek z różnych miejsc tego samego elementu architektonicznego.
- Dobrze zachowany. Aby badania składu i struktury zabytkowych tynków były właściwe; próbki poddawane analizom powinny być dobrze zachowane, pokruszony i sproszkowany materiał niejednokrotnie wtórnie zanieczyszczony, nie pozwala na odpowiednią charakterystykę tynków.

Należy pamiętać, że badania zabytkowych zapraw i związane z tym pobieranie próbek do oznaczeń z obiektów zabytkowych nie może wpłynąć na zniszczenie obiektu. Toteż sposób pobierania próbek powinien zapewnić maksymalne bezpieczeństwo substancji zabytkowej w najbliższym sąsiedztwie pobieranej próbki z tego tez powodu próbki muszą mieć niewielkie rozmiary. [2]

2. Zlecenia szczegółowe pobierania próbek

Stosowane są następujące zalecenia szczegółowe dotyczące pobierania próbek do badań laboratoryjnych.

- Wielkość próbki - Objętość pobranych próbek przeznaczanych do badań metodą kompleksową, nie powinna być mniejsza od 4,0 cm^3 przy minimalnej masie 1,5-2,0 g. w przypadku konieczności wykonania kilku orientowanych szlifów /płytek cienkich/ rozmiary pobranego materiału musza być odpowiednio większe.
- Miejsce pobrania i ilość próbek – w celu wyeliminowania przypadkowych zanieczyszczeń, elementów niszczących tynki, w zależności od stanu zachowania obiektu próbki powinny być pobierane głębszych partii. Blisko powierzchni większe jest prawdopodobieństwo natrafienia na późniejsze uzupełnienia. Z jednego elementu architektonicznego elewacji należy pobrać minimum 3 próbki.
- Sposób pobierania próbki - próbki tynków wycina się z obiektów za pomocą ostrych przecinaków o zmiennych wymiarach [2].

Każda próbka powinna być zaopatrzona w metryczkę zawierającą:

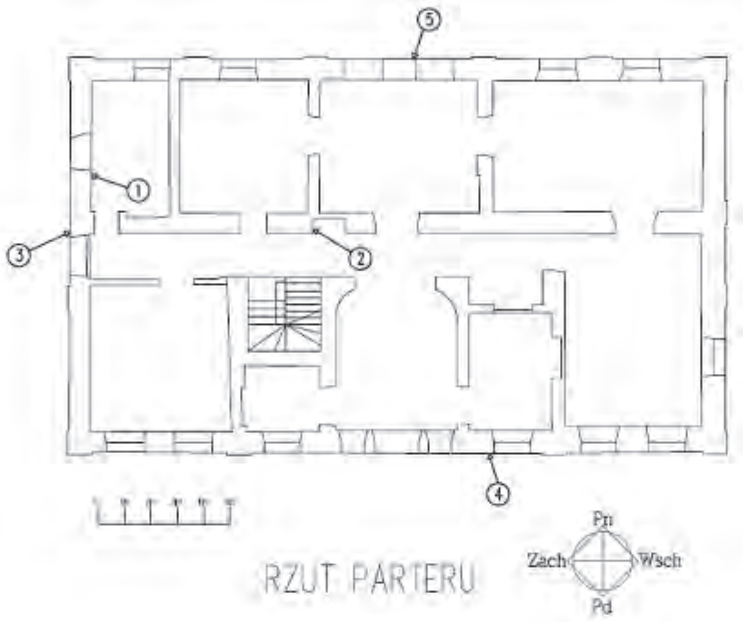
- Opis próbki i jej lokalizację w obiekcie;

- Nazwę miejscowości;
- Nazwę obiektu;
- Określenie partii budowli i kondygnacji;
- Dokładną lokalizację próbki, za zaznaczeniem wysokości, głębokości, strony pobrania (zewnętrzna, wewnętrzna) rodzaju otaczającego elementu (cegła wypalona, nie wypalona, kamień);
- Lokalizację próbek należy nanieść na plan obiektu. (Rys. 1).

Tabela 1. Przykładowa metryczka pobranej próbki.
Table 1. Case study sample.

Karta informacyjna ogólna - badania zabytkowych zapraw	
Rodzaj próby	Zaprawa wapienna
Oznakowanie próby	ST 1
Obiekt	Zabytkowy dwór
Miejscowość	Suchodoły
Województwo	lubelskie
Lokalizacja próbki	Pomieszczenie nr 8 na parterze, przy oknie ściany zachodniej.
Wysokość pobrania	parter
Ilość warstw	2 warstwy
Strona: zewnętrzna, wewnętrzna	wewnętrzna
Rodzaj otaczających elementów	Cegła palona
Przypuszczalny wiek próbki	XIX wiek
Fot. miejsce pobrania	

<table>
<tr><td>Stratygrafia</td><td>
<table>
<tr><td>Nr warstwy</td><td>Charakterystyka warstwy</td><td>Oryginał / wtórne</td></tr>
<tr><td>Nr 1</td><td>Podłoże – cegła pełna</td><td>Oryginał</td></tr>
<tr><td>Nr 2</td><td>Obrzutka - tynk wapienny grubo-ziarnisty – 6 mm</td><td>Oryginał</td></tr>
<tr><td>Nr 3</td><td>Narzut - tynk wapienny drobno-ziarnisty</td><td>Oryginał</td></tr>
<tr><td>Nr 4</td><td>Pobiała</td><td>Oryginał</td></tr>
<tr><td>Nr 5</td><td>Warstwa malarska - kremowy</td><td>Oryginał</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Ocena stanu zachowania</td><td>Warstwa obrzutu jak i narzutu zachowana w niewielu miejscach pomieszczenia. Występują liczne wykruszenia w wyniku zużycia materiału, głównie jednak w wyniku ich mechanicznego usunięcia (skucie tynków podczas remontu w latach 80-tych). Tynk występuje tylko na dwóch ścianach pomieszczenia – ściany z oknami. Stan zły.</td></tr>
</table>



Rys 1. Przykładowy sposób lokalizacji na planie obiektu.
Fig. 1. An example of the location on the site plan.

3. Podstawowe badania materiałoznawcze zapraw

Podstawowe badania materiałoznawcze dla zapraw dotyczą przeprowadzenia identyfikacji składników, przeprowadzenie ich i prawidłowa interpretacja wyników jest zagadnieniem złożonym i niełatwym, gdyż uwarunkowana jest znajomością zakresu występowania surowców w okolicy badanego obiektu, historii obiektu, historii technik budowlanych.

Wstępne niezmiernie istotne dla późniejszej diagnozy badania makroskopowe powinny być przeprowadzane od razu, czyli na bieżąco w miarę wykonywania badań architektonicznych na obiekcie. Opierają się na obserwacji okiem nieuzbrojonym i lupą o powiększeniu 25x. badania te mają na celu scharakteryzowanie podstawowych cech fizycznych materiałów budowlanych w tym tynków, w celu wydzielenia w grupy o podobnych cechach, dla precyzyjnego pobrania reprezentatywnych próbek i wytypowania zakresu szczegółowych badań instrumentalnych i technicznych

Określenie głębokości uwęglanowienia próbki dokonuje się na podstawie przebiegu reakcji z 3N wodnym roztworem kwasu solnego.

Określenie obecności wodorotlenku wapnia wykonywane jest za pomocą 1,0% alkoholowego roztworu fenonaftaleniny. [2,3]

Badania zapraw opisuje się następująco:

1. Metryka zaprawy.

2. Opis makroskopowy.

- barwę opisujemy stosując poniższą skalę: biała, szara, żółta, brązowa, ceglasta, czerwona, inna,
- twardość oznaczana makroskopowo, opisywana jest jako : bardzo twarda, twarda, dość twarda, niezbyt twarda, krucha,
- spoiwo opisujemy według skali: kontaktowe (wiążące) - ilościowy udział spoiwa w zaprawie jest niewielki , jest zaledwie widoczne między ziarnami kruszywa, porowe – w spoiwie wyróżnia się wolne przestrzenie, bazalne – ziarna kruszywa otoczone są ze wszystkich stron spoiwem nie stykają się ze sobą,
- rodzaj powierzchni określamy stosując następujące nazwy: bardzo szorstka, szorstka, dość szorstka, niezbyt szorstka, gładka, łuszcząca, pyląca, inna,
- kruszywo naturalne, przyjęto następującą klasyfikację: piasek drobny – kruszywo kwarcowe do wielkości ziarna 0,5 mm, piasek - kruszywo kwarcowe o wielkości ziarna od 0,5 mm do 3 mm, żwirek – kruszywo kwarcowe od 2-4 mm, żwir – kruszywo kwarcowe powyżej 10 mm, inne,
- rodzaj kruszywa sztucznego, przyjęto następującą klasyfikację; miał drobny - kruszywo sztuczne z kamieni naturalnych do wielkości ziarna 0,5 mm, miał – kruszywo sztuczne z kamieni naturalnych o wielkości ziarna od 0,5 mm do 3 mm, grysik – kruszywo sztuczne z kamieni naturalnych od 2 – 4 mm, grys drobny – kruszywo sztuczne z kamieni naturalnych od 4 – 10 mm, grys – kruszywo sztuczne z kamieni naturalnych o ziarnie powyżej 10 mm, inne,
- charakter kruszywa klasyfikujemy następująco : kruszywo czyste , kruszywo z substancjami ilastymi lub innymi, kruszywo ostro ziarniste, kruszywo okrągłoziarniste,
- dodatki do zapraw klasyfikujemy: mielona ceramika, węgiel drzewny, inne,
- inne cechy makroskopowe : białe wytrącenia prawdopodobnie węglan wapnia lub wodorotlenek wapnia o wielkości do 1 mm, białe wytrącenia węglan wapnia lub wodorotlenek wapnia o wielkości powyżej do 1 mm, inne składniki.

3. Fotografia przedstawiająca stan zachowania.
4. Badania (wykonywane w laboratoriach):
- identyfikacja i skład fazowy:
  – badania składu chemicznego,
  – badania mikroskopowe i petrograficzne,
  – badania instrumentalne (XRD, DTA, SEM – EDX),
- badania konserwatorskie:
  – oznaczenie nasiąkliwości,
  – oznaczenie szybkości podciągania kapilarnego,
  – oznaczenie zawartości i rodzaju soli rozpuszczalnych w wodzie,
  – badania mikrobiologiczne [4,5].

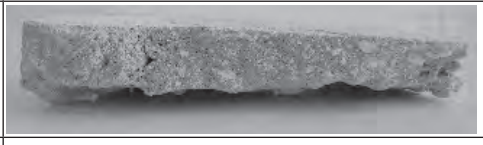
<table>
<tr><td colspan="2">Analiza makroskopowa</td></tr>
<tr><td>Barwa
– powierzchnia zewnętrzna
– świeży przełam</td><td>– beżowa z odcieniem ugru
– beżowa z odcieniem ugru</td></tr>
<tr><td>Fot. powierzchnia zewnętrzna</td><td> </td></tr>
<tr><td>Fot. świeży przełam</td><td>  </td></tr>
<tr><td>Opis makroskopowy</td><td>
<table>
<tr><td>nazwa warstwy</td><td>obrzutka</td><td>narzut</td></tr>
<tr><td>grubość poszczególnych warstw</td><td>17,14 mm</td><td>18,16 mm</td></tr>
<tr><td>barwa</td><td>piaskowo-łososiowa</td><td>kremowa</td></tr>
<tr><td>twardość</td><td>niezbyt twarda</td><td>dość twarda</td></tr>
<tr><td>rodzaj powierzchni</td><td>szorstka</td><td>gładka</td></tr>
<tr><td>rodzaj i wielkość kruszywa</td><td>Piasek kwarcowy 0,2 – 0,5 mm
okruchy wapienia 0,5 – 8 mm</td><td>Piasek kwarcowy 0,2 – 0,5 mm</td></tr>
<tr><td>dodatki do zaprawy</td><td>węgiel drzewny</td><td>brak</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Tabela 2. Przykład analizy makroskopowej.
Table 2. Example of macroscopic analysis.

Głębokość uwęglanowienia	
Reakcja z HCl – W warstwie zewnętrznej – W warstwie wewnętrznej	 – dodatnia – burzliwa – dodatnia - burzliwa
Reakcja z fenonaftaleniną – W warstwie zewnętrznej – W warstwie wewnętrznej	 – ujemna – ujemna
Inne cechy charakterystyczne wypełniacza	Kwarcowy różnobarwny, pojedyncze okruchy max. 0,8 mm
Oznaczenie wykonane dnia	
Oznaczenie wykonane przez	

4. Podsumowanie

Zastosowanie technik niszczących w czasie wykonywania odkrywek tynkowych powinno być wspólne z pobraniem próbek zapraw do badań laboratoryjnych. Oba działania związane są z ingerencją w strukturę zabytkową obiektu architektonicznego. Stosowane współcześnie metody badawcze i uzyskane informacje wymuszają konieczność pobierania próbek. Jedynie w ten sposób można właściwie określić stopień degradacji materiałów stanowiących budulec zapraw, dobrać odpowiednie środki i metody do konserwacji i restauracji.

Rozwój współczesnych technik analitycznych i metod komputerowych umożliwia doskonalenie warsztatu badawczego co w konsekwencji wpływa na pełniejsze poznanie struktury zabytku. Tylko całościowe kompleksowe podejście do zagadnień badań jest gwarancją końcowego sukcesów w zakresie ochrony zabytków.

Literatura

[1] Tomaszewski A., *Historia architektury, badania zabytków architektury, konserwacja zbytków* [w] red. Zbigniew Kobyliński. Metodyka badań archeologiczno-architektonicznych s.4-21. Warszawa 2001.

[2] Krzywobłocka-Laurów R., *Metodyka badań struktury i składu fazowego zabytkowych zapraw wapiennych*, ITB Warszawa 1975, maszynopis.

[3] Jędrzejewska H., *Dawne zaprawy jako kryterium zabytkowej architektury*, Rocznik PP PKZ 1986 z.2, s.14-23.

[4] Jabłoczyńska-Jedrzejewska H., *Nowa metoda badań dawnych zapraw budowlanych*, Ochrona Zabytków1961 nr 14.

[5] Brochwicz Z., *Badania wczesnośredniowiecznych zapraw budowlanych – integralną częścią badań archeologicznych*, Materiały Zachodniopomorskie 1975 t.22, s.95-245.

The mode of research on old mortar the integral piece of the investigations of architectural relics

Beata Klimek

Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Historic Buildings Preservation, e-mail : b.klimek@pollub.pl

Abstract: The problem connected with the methodology of research on old binders remains unsolved. The reason of this situation raises from the impossibility of creating one formula according to which all old binders ally known. One might think that a simultaneous use of all the methods for research on binders coming from historical objects would guarantee complete information on the binders. At the same time the information would be helpful in restoration process, especially those of reconstruction would in the identifying of the causes of damages. A considerable difficulty with talking samples is an additional problem. This refers first of all to plasters located below paintings, where the possibility of talking samples is very limited because of a possible damaging of the painting. It is especially do research which will provide maximum information, because after carrying out restoration works many marks may be impossible to remake. Therefore making a decision on the type of research one should find such information which will provide the line of further research. The introductory information may be collected through the observation of thin sections in transmitted light with a polarizing microscope. An analysis analogous to that which is done at the identification of rocks–petrography analysis.

Key words: architectural research, plaster study, macroscopic analysis.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 43-52

Most przez rzekę Giełczew w miejscowości Piaski – kontrola jakości prac budowlanych

Maciej Kowal

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Dróg i Mostów
e-mail: m.kowal@pollub.pl

Streszczenie: Artykuł opisuje przebudowę mostu patrząc od strony kontroli jakości wykonywanych prac. Opisane zostały badania, które przeprowadzano podczas prac budowlanych, a także wyniki i wnioski z wykonanych badań. W podsumowaniu przedstawiono jak ważne jest kontrolowanie wykonywanych prac, jak również odpowiedni dobór badań i ich ilość.

Słowa kluczowe: budowa mostu, kontrola jakości, badania w trakcie budowy.

1. Wstęp

Piaski to niewielka miejscowość w powiecie świdnickim (Województwo lubelskie). Miejscowość leży na ważnym szlaku tranzytowym, na rozgałęzieniu dwóch dróg krajowych DK 12 i DK 17, a historycznie jest to dawny trakt wiodący w kierunku Zamościa i Lwowa.

Duży ruch samochodów ciężarowych, kategoria ruchu KR4, wymogi bezpieczeństwa ruchu oraz normy komfortu jazdy, wymusiły na decydentach przebudowę skrzyżowania ulicy Lubelskiej w Piaskach oraz przebudowę w sumie 17,0 kilometrów drogi krajowej DK 17 w kierunku Zamościa wraz z obiektami inżynierskimi.

Jednym z obiektów, które zostały przebudowane w trakcie tej modernizacji jest most nad rzeką Giełczew. W trakcie deszczowej nawałnicy w roku 2004, woda odkryła i wypłukała okolice przyczółków i podpory pośredniej. Klasę obciążenia, którą mógł przenieść ustrój niosący określano jako „B" wg [1], niestety nie można było zagwarantować, że podmyte przyczółki i podpora będą w stanie przenieść te obciążenia. Dodatkowo na drodze krajowej klasy GP wymagana klasa nośności obiektów mostowych to „A" wg [1], zatem zdecydowano o budowie nowego mostu właściwie posadowionego i odpowiedniej nośności.

2. Nowy most

Od kilku lat trwają prace remontowe dróg krajowych 12 17 z Lublina do Chełma i Dorohuska oraz odpowiednio z Lublina do Zamościa i Hrebennego. W zakresie odcinka Piaski Fajsławice znajduje się opisywany most, przy czym do realizacji wszedł wariant uwzględniające aktualne potrzeby transportowe, zgodny ze standardami mostów na drogach krajowych.

Schematem statycznym nowego mostu, w widoku z boku, jest prostokątna rama jednoprzęsłowa o rozpiętości teoretycznej 27,10 m. W planie most ma kształt

prostokąta. Oś podłużna mostu jest pod kątem prostym do cieku rzeki Giełczew. Ustrój nośny tworzy sześć dźwigarów stalowych blachownicowych (S400) zespolonych z żelbetową płytą grubości 25 cm (C35/40). Innowacyjnym elementem jest 'podwójne' zespolenie, tj. zespolenie belek stalowych z płytą betonową ustroju nośnego oraz zespolenie tychże dźwigarów z korpusami przyczółków. Zespolenie tego typu jest stosowane w Polsce od wielu lat w przypadkach prefabrykowanych belek sprężonych, w Europie istnieją systemowe rozwiązania włączania dźwigarów stalowych do współpracy z elementami betonowymi, jednakże w Polsce zastosowany wariant można uznać za nowatorski. Jak każde rozwiązanie tak i to ma wady i zalety. Niewątpliwe zalety to uproszczenie procesu technologicznego poprzez eliminację łożysk. W oczywisty sposób konstrukcja ramowa jest sztywniejsza niż analogiczny ustrój nośny swobodnie podparty, to powoduje dodatkowy walor estetyczny smukłego i lekkiego przęsła. Wadą, która będzie się przejawiać w późniejszym okresie eksploatacyjnym, jest podatność wytworzonej struktury zintegrowanej [Furtak, Wrana] na oddziaływania termiczne spowodowane rocznymi różnicami temperatur.

Do zespolenia zastosowano łączniki bolcowe z głowicami, przy czym średnica trzonu wynosi 22 mm, a jego wysokość 20 cm. Wysokość dźwigarów stalowych zmienia się zgodnie z krzywą gładką od 0,91 m w miejscu utwierdzenia do 0,51 m w środku rozpiętości. Rozstaw osiowy dźwigarów wynosi 2,90 m. Zespolony belkowo-płytowy ustrój nośny mostu utwierdzono w przyczółkach.

Przyczółki są żelbetowe o kształcie ceowym w planie, ze skrzydłami (C25/30). Ściana czołowa ma grubość 1,20 m, a skrzydła 0,60 m. Przy posadawianiu wykorzystano pozostałe po starym moście pale żelbetowe wbijane 40x40 cm, ale także zaprojektowano jako główne elementy nośne nowe pale wiercone o średnicy 900 mm.

3. Kontrola jakości wykonania i badania w trakcie budowy

Rzetelna kontrola jakości prac jest podstawą do wykonania robót według założonych standardów i oczekiwań inwestora. Wiele badań było wykonywanych poza placem budowy i dotyczyły one stali zbrojeniowej, elementów konstrukcji nośnej mostu oraz badania wytrzymałości wbudowanych betonów. Na miejscu budowy przeprowadzano badania geologiczne, sprawdzano konsystencję betonu przed wbudowaniem, wytrzymałość na oderwanie betonu, napowietrzenie mieszanki betonowej, sprawdzano zagęszczenia zasypek, nośności pali fundamentowych, jakość wykonania warstw izolacyjnych, nawierzchnię na chodnikach oraz warstwy antykorozyjne betonu w kierunku przyczepności do betonu.

Niezależnym elementem procesu budowlanego w przypadku mostów jest próbne obciążenie, które jest objęte niezależnym projektem wprowadzania, trwania i przejazdów obciążeń. Podczas próbnego obciążenia mierzone są rzeczywiste przemieszczenia uogólnione oraz odkształcenia w miejscach wskazanych w projekcie obciążenia.

3.1 Badania geologiczne

W celu weryfikacji warunków gruntowo-wodnych wykonano dwa dodatkowe odwierty w bezpośrednim sąsiedztwie przyczółków. Odwierty wykonano

z powierzchni jezdni. Odwierty wykazały, że podłożu znajdują się grunty: namuły organiczne, pyły z piaskiem (I warstwa), piaski średnie i gliniaste o ID = 0,6 (II warstwa), zwietrzelina gliniasta o IL = 0,15 (III warstwa), skała miękka marglu, zawodniona (IV warstwa), skała spękana marglu i skała ilasta (V warstwa). Warunki gruntowo-wodne okazały się dalekie od optymalnych, jednakże zezwalały na posadowiene pali po stronie zachodniej zgodnie z projektem. Wyniki badań po stronie Zamościa, pokazały, że grunty zalegające bezpośrednio w podłożu pod przyczółkiem są słabsze od ustalonych do celów projektowania, to spowodowało konieczność zmiany długości pali fundamentowych z 8,0 do 10,0 m.

Weryfikacja układu warstw gruntu i jego cech geotechnicznych trwała także w trakcie robót palowych. Systematycznie pobierano próbki urobku wybieranego z wierconych otworów.

3.2 Pale fundamentowe

W trakcie prac palowych zdarzały się niepokojące zużycia betonu. Ilości zakładane z objętości pali, były przekraczane, zdarzyło się nawet niemal 50%. W skale spękanej marglu znajdowały się nisze, w które wypływał beton. Próbne obciążenia pali, które były założone przed rozpoczęciem prac budowlanych. Okazały się niezbędne w celu sprawdzenia prawidłowości zaprojektowania pali. Badania nośności i osiadań pali przeprowadzano zgodnie z [2]. Obciążono dwa pale z dwóch podpór. Nośność sprawdzano pod obciążeniem statycznym, a jako wartość obciążającą przyjęto siłę 1,5·1350 kN = 2025 kN. Warunek nośności granicznej pala wygląda następująco:

$$Qr < k \cdot N_c^0,$$

gdzie Qr = 1350 kN – obciążenie obliczeniowe działające na pal przyjmowane do sprawdzenia stanu granicznego nośności, k = 0,9 – współczynnik korekcyjny tab.16, N_c^0 = 2000 kN – obciążenie, które można dopuścić na pal ze względu na stan graniczny nośności.

Zatem:

$$1350 \text{ kN} < 0{,}9 \cdot 2000 \text{ kN} = 1800 \text{ kN},$$

gdzie 1800 kN jest obciążeniem dopuszczalnym pala zmierzonym w trakcie badania. Wynika stąd, że warunek nośności jest spełniony dla obydwu pali.

Konstrukcję obciążającą stanowił siłownik hydrauliczny oparty o belkę 2xI900 zakotwioną w czterech sąsiednich palach. Przemieszczenia pali były mierzone czujnikami o zakresie 50 mm i dokładności 0,01 mm.

Badane pale obciążane były osiowo. W celu osiągnięcia równomiernego rozkładu sił, jako pierwsze obciążane były współpracujące pale zewnętrzne, a wewnętrzne pale sąsiednie, włączano do współpracy po osiągnięciu siły 1000 kN.

Obciążanie przebiegało w dwóch etapach. W pierwszym należało doprowadzić do obciążenia obliczeniowego pala (1350 kN) stopniami wartości 1/8 Qr, oczekując zaniku osiadania pala w trzech kolejnych odczytach (odczyty co 10 min, zanik tzn. ograniczenie do wartości poniżej 0,3 mm). Przyjęto 8 równych stopni. Następnie odciążono o 4 stopnie bez oczekiwania na przemieszczenie. Po całkowitym odciążeniu oczekiwano do zaniku przemieszczeń.

W drugim etapie doprowadzono pale do obciążenia równego 1,5·*Qr*, przy czym wartości osiadań odczytywano dopiero po uzyskaniu siły obliczeniowej. Kiedy oczekiwana siły zostały przyłożone i zanikły osiadania, pale odciążono 4 stopniami bez oczekiwania na zanik przemieszczeń. Po całkowitym odciążeniu pali odczekano do ustabilizowania się przemieszczeń.

W przypadku pala długości 8,00 m po stronie Piask w pierwszym etapie osiągnięto siłę 1371 kN, a osiadanie przy tej sile 1,67 mm, po odciążeniu i ustabilizowaniu przemieszczeń trwałe osiadanie wyniosło 0,72 mm. W drugim etapie obciążano 7 stopniami do siły 2000 kN, a osiadanie przy tej sile 4,05 mm, po odciążeniu i ustabilizowaniu przemieszczeń trwałe osiadanie wyniosło 1,86 mm.

W przypadku pala długości 10,00 m po stronie Zamościa w pierwszym etapie osiągnięto siłę o wartości również 1371 kN, a osiadanie przy tej sile 1,45 mm, po odciążeniu i ustabilizowaniu przemieszczeń trwałe osiadanie wyniosło 0,54 mm. W drugim etapie obciążano 7 stopniami do siły 2000 kN, a osiadanie przy tej sile 4,44 mm, po odciążeniu i ustabilizowaniu przemieszczeń trwałe osiadanie wyniosło 2,17 mm.

Z analiz osiadań pali pod obciążeniem dopuszczalnym wynika, że pale nie osiągnęły swoich dopuszczalnych wartości granicznych, które wynosiły 5 mm.

Próbne obciążenia pali wykazały, że wg [2] stany graniczne nośności nie zostały przekroczone, osiadania przy zbliżeniu do obciążenia obliczeniowego wynosiły odpowiednio ok. 1,60 mm i ok.1,40 mm, a uniesienia pali kotwiących nie przekroczyły dopuszczalnej wartości 5 mm, co świadczy o prawidłowym zaprojektowaniu i wykonaniu pali.

Fot. 1. Próbne obciążenie pala.
Phot. 1. Pile proof test.

3.3 Badania betonu

W trakcie prac budowlanych konieczna była stała kontrola jakości wykonywanych betonów. Próbki pobierano do badań na budowie, a badania na nich przeprowadzano

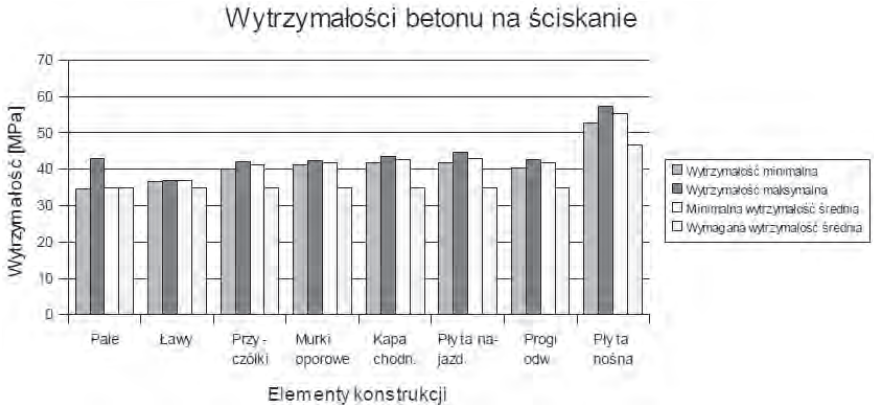
w laboratoriach Inwestora – GDDKiA o/Lublin oraz Wykonawcy – Mota-Engil Central Europe S.A. o/Lubartów. Badania wykonane na próbkach pobranych w trakcie budowy:

- wytrzymałość - badano na próbkach 150*150*150 mm, wymagano wytrzymałości na poziomie $R_{imin} \geq a \cdot R_{bG}$ (a = 1,10 przy 5-8 próbkach, a = 1,15 przy 3-4 próbkach), lub $R_{imin} > R_{bG}$ oraz $Rśr > 1{,}2 \cdot R_{bG}$ ($R_{śr}$ – wytrzymałość średnia badanej serii próbek), badanie i oznaczenia wg [3],
- nasiąkliwość – wymaganie do 5% wg §163 ust. 4 [4],
- mrozoodporność – ubytek masy nie większy od 5%, spadek wytrzymałości na ściskanie nie większy niż 20% po 150 cyklach zamrażania i odmrażania (F150) – wg [3],
- wodoszczelność – większa od 0,8 MPa (W8) – wg [3],
- zawartość powietrza w mieszance betonowej 3,5-5,5% – wg [3],
- konsystencja mieszanki betonowej – wg [3].

Próbki do badań nasiąkliwości (3 sztuki 150*150*150 mm na element), mrozoodporności (12 sztuk 100*100*100mm na element), wodoszczelności (3 sztuki 150*150*150mm na element) były pobrane dla trzech elementów (ławy fundamentowej, przyczółka oraz płyty nośnej), a próbki do badania wytrzymałości na ściskanie (3-12 sztuk na zmianę lub element), pobrano dla wszystkich elementów konstrukcyjnych oraz z betonów niekonstrukcyjnych na warstwy podbudów. Konsystencję betonu badano przy każdym betonowaniu betonami konstrukcyjnymi dla każdej betonomieszarki.

Do badań wytrzymałościowych betonu na ściskanie pobrano ponad 150 próbek z różnych elementów konstrukcyjnych, a także warstw wyrównawczych. Pobrano ponad 90 próbek dla pali fundamentowych z betonu żwirowego klasy C25/30, ponad 40 próbek dla ław fundamentowych, przyczółków, kap chodnikowych, murków oporowych, progów oraz płyt przejściowych i ich fundamentów z betonu grysowego klasy C25/30, 10 próbek dla płyty pomostu z betonu grysowego klasy B40 oraz ponad 10 próbek betonów niekonstrukcyjnych klas C12/15 i C16/20 dla warstw wyrównawczych. Badania wykonywane po 7-miu oraz 28-miu dniach wykazały, że betony spełniają zakładane i wymagane klasy na ściskanie.

Badane były również nasiąkliwość oraz mrozoodporność betonów dla ław fundamentowych, przyczółków oraz płyty nośnej obiektu. Badania wykazały iż betony (C25/50, B40) spełniają wymagania mrozoodporności dla klasy **F150,** nasiąkliwości poniżej **5,0%** oraz przepuszczalności wody klasy **W8,** co oznaczało spełnienie wymagań zapisanych SST.



Rys. 1. Wartości wytrzymałości betonu na ściskanie dla poszczególnych elementów konstrukcyjnych z porównaniem do wartości wymaganych.
Fig. 1. Concrete compression strength of particular structural elements with comparison to required values.

3.4 Zagęszczenie zasypek

W trakcie prac budowlanych wykonano ponad 90 prób badań zasypek w obszarze ław fundamentowych oraz obszarów za przyczółkami na dojazdach do mostu. Badania przeprowadzane były przy użyciu płyty dynamicznej o masie 10 kg i średnicy d = 30 cm. Wymagany wskaźnik zagęszczenia wynosił Is = 1,00, czemu odpowiadał wtórny moduł odkształcenia gruntu na poziomie E_2 = 30 MPa. Wyniki badań wtórnego modułu odkształcenia gruntu wahały się od 30,1 MPa do 51,7 MPa, a średnich wartości dla zagęszczonych warstw gruntu mieściły się w zakresie od 32,6 MPa do 49,1 MPa. Wymagany wskaźnik zagęszczenia gruntu na stożkach wynosił Is = 0,95 i również został spełniony, co potwierdziły badania zagęszczenia. Badania wg norm niemieckich (dla płyty dynamicznej) oraz wg [5].

Fot. 2. Badanie pull-off wytrzymałości betonu na odrywanie.
Phot. 2. Pull-off test. Concrete peel strength testing.

Fot. 3. Badanie wytrzymałości betonu metodą sklerometryczną.
Phot. 3. Concrete strength testing by sclerometric method.

Fot. 4. Badanie zagęszczenia płytą dynamiczną.
Phot. 4. Soil consolidation testing by dynamic plate.

3.5. Izolacja z papy zgrzewalnej

Izolacja z papy termozgrzewalnej została poddana badaniu podłoża na oderwanie metodą „pull off" przy średnicy krążka próbnego F50mm. Badane było podłoże pod izolacją pod kapami chodnikowymi oraz nawierzchnią jezdni. Wymagania mówią o przynajmniej jednym oznaczeniu na 25 m^2 i min. 5 oznaczeń wg [6]. Dla wykonania tego badania wg procedury badawczej [7] wymaga się wytrzymałości na odrywanie ≥ 0,4 MPa. Dla wszystkich wykonanych prób osiągnięto wyniki większe od wymaganych, które wynosiły powyżej 0,5 MPa.

3.6. Nawierzchnia chodnika z żywic syntetycznych

W czasie układania nawierzchni sprawdzono wytrzymałość podłoża na oderwanie metodą „pull-off" przy średnicy krążka próbnego F50mm. Wykonano 4 próby a minimalna wartość wyniosła 4,0 MPa, przy wymaganych ≥ 2,0 MPa. Po ułożeniu nawierzchni dla dwóch prób badających przyczepność warstw chodnika do podłoża uzyskano wytrzymałość minimalną 3,5 MPa. Zbadano również równość łatą 2,00 m i zmieszczono się w granicach dopuszczalnych nierówności (± 1 mm). Badanie wg [7].

3.7. Zabezpieczenie antykorozyjne powierzchni betonowych

Zakładane grubości powłok antykorozyjnych z preparatów na bazie kopolimerów i dyspersji polimerowych wynosiły 0,3-1,0 mm. Wymagane grubości warstw mierzone na oderwanych próbkach „pull off" zostały spełnione.

Wykonane zabezpieczenie antykorozyjne zostało poddane badaniu na oderwanie metodą „pull off" przy średnicy krążka próbnego *Φ*50 mm. Badane było warstwy na powierzchniach spodu płyty mostu, przyczółkach, skrzydełkach oraz na gzymsach. Wymagania mówią o wytrzymałości na odrywanie ≥ 1,0 MPa (wartość średnia) i ≥ 0,6 MPa (wartość minimalna). Dla wykonanych prób na wszystkich zabezpieczanych elementach osiągnięto wyniki większe od wymaganych, t.j. Minimalna wartość wyniosła 2,5 MPa, a średnia wyniosła 3,0 MPa. Badanie wg [6].

3.8. Próbne obciążenie obiektu

16 czerwca 2009 odbyło się próbne obciążenie mostu nad rzeką Giełczew. Projekt oraz przeprowadzenie próbnego obciążenia na zlecenie Mota-Engil Central Europe S.A. wykonał ASPEKT Sp. Z o.o. Z Jaworzna. Próbne obciążenie obejmowało:

- określenie sztywności konstrukcji na podstawie pomiarów ugięć dźwigarów poddanych obciążeniu statycznemu,
- ocenę stabilności podpór mostu na podstawie pomiarów ich osiadań,
- oględziny konstrukcji przed, w trakcie i po próbnym obciążeniu i odnotowanie ewentualnych nieprawidłowości.

W analizie ustawień obciążenia wyróżniono jeden schemat przęsłowy obciążenia (schemat S1 wg [8]).

Podczas obciążenia na obiekcie ustawiono maksymalną do pomieszczenia ilość samochodów dla schematu S1, tj. 6 samochodów o masie całkowitej 40 t.

Na podstawie wyników badań stwierdzono:

1. Maksymalne osiadania podpór wyniosły 0,3 mm przy błędzie niwelacji precyzyjnej ±0,1 mm.
2. Maksymalne całkowite ugięcia dźwigarów bez uwzględniania ugięć trwałych oraz wpływu osiadań podpór wyniosły:

Tabela 1. Porównanie ugięć teoretycznych i obliczeniowych belek nośnych przy próbnym obciążeniu.
Table 1. Theoretically calculated deflections comparison to measured deflections under proof load of carry beams.

Schemat	Belka	Maksymalne całkowite ugięcie belki [mm][1]	Maksymalne ugięcie teoretyczne [mm][2]	[%] [1]/[2]
S1	B2	4,94	5,60	88
	B3	5,66	6,00	94
	B5	4,73	5,60	84

Ugięcia pomierzone stanowią od 84% do 94% ugięć teoretycznych wyznaczonych dla rzeczywistego ustawienia oraz ilości środków obciążających. Świadczy to o właściwej pracy przęsła i nieco większej rzeczywistej od zakładanej w projekcie jego sztywności.

3. Wartości ugięć trwałych są mniejsze od dopuszczalnych.
4. Oględziny badanego przęsła przeprowadzone przed i po próbnym obciążeniu statycznym nie wykazały zmian związanych z jego przebiegiem.

Wyniki badań pozwoliły oddać obiekt do eksploatacji na obciążenie klasy „A" wg [1], czyli zgodnie z jego przeznaczeniem.

Fot. 5. Próbne obciążenie 16.06.2009.
Phot. 5. Bridge proof load 16.06.2009.

4. Zestawienie materiałów

Podczas prac budowlanych na nowym moście przez rzekę Giełczew zużyto ponad 180 ton stali zbrojeniowej klasy Bst500, wbudowano 520 m^3 betonu klasy C25/30,

202 m^3 betonu klasy B40 oraz 85 m^3 betonów niekonstrukcyjnych (klas C12/15 i C16/20). Położono 641 m^2 izolacji z papy termozgrzewalnej. Obiekt został zabezpieczony antykorozyjnie poprzez pokrycie betonu powłokami malarskimi, w sumie ponad 580 m^2. Na chodnikach ułożono 239 m^2 nawierzchni z żywic syntetycznych o grubości 4 mm. W trakcie budowy wykonano również roboty ziemne o kubaturze ponad 1300 m^3.

5. Podsumowanie

Wzrost liczby samochodów oraz ich masy, jak również słaby stan techniczny, powoduje potrzebę gruntownych przebudów lub budów nowych obiektów mostowych. Sprzyjające warunki finansowe po wejściu przez Polskę do Unii Europejskiej pozwalają rozbudowę jak i modernizację infrastruktury drogowej. Krótki czas wykonania, który często wyżyłowany jest nierzadko do granic możliwości technicznych, jak i technologicznych, powoduje duże zagrożenia w jakości wykonania. Stała kontrola jakości wykonania robót pozwala tak wykonawcy, jak i inwestorowi na ciągły monitoring procesu budowy. Duża ilość badań materiałów i kolejnych etapów prac budowlanych pozwala zainteresowanym stronom w procesie budowlanym na uniknięcie błędów i niedociągnięć oraz na podniesienie jakości obiektów, które mają służyć co najmniej 100 lat lub więcej. Należy jednak pamiętać, o właściwej kolei rzeczy, badamy po to by budować jak najlepiej, nie budujemy tylko po to, aby móc jedynie badać i kontrolować. Zbyt duża ilość badań i nieodpowiedni dobór, może prawdziwie uprzykrzyć życie wykonawcy jak i nadzorowi.

Fot. 6. Widok mostu od strony południowej (górnej wody).
Phot. 6. South-side bridge view.

Literatura

[1] PN-S-10030:1985. *Obiekty mostowe - Obciążenia.*

[2] PN-B-02482:1983. *Nośność pali i fundamentów palowych.*

[3] PN-B-06250:1988. *Beton zwykły*.

[4] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie *warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie* (Dz.U. nr 63 z dnia 3 sierpnia 2000).

[5] PN-B-04481:1988. *Grunty budowlane - Badania próbek gruntu*.

[6] PN-B-01814:1992. *Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Metoda badania przyczepności powłok ochronnych*.

[7] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-06. *Pomiar przyczepności przez odrywanie*.

[8] PN-89/S-10050. *Obiekty mostowe - Konstrukcje stalowe - Wymagania i badania*.

Bridge over the Giełczew river in Piaski – building works quality control

Maciej Kowal

Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Chair of Roads and Bridges, e-mail: m.kowal@pollub.pl

Abstract: Article describes rebuilding of the bridge from the side of works quality control. Tests carried out during construction time were performed with analyses and conclusions. In summary article presents how important is quality control on the building site as well appropriate selection and number of tests.

Key words: bridge building, quality inspection, tests during building.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 53-66

Kościół parafialny pod wezwaniem Wniebowzięcia Najświętszej Marii Panny w Kraśniku – nowe ustalenia badawcze po I etapie badań – 2008-2009

Halina Landecka

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury,
Katedra Architektury, Urbanistyki i Planowania Przestrzennego

Streszczenie: Kraśnik należy do najstarszych miast na Lubelszczyźnie – badania archeologiczne potwierdzają, że w XIII wieku istniała tu osada z zamkiem i kościołem Prawa miejskie nadane zostały w roku 1377, gdy miasto należało do rodu Gorajskich. Murowany kościół, ufundowany został przez rodzinę Tęczyńskich ok. 1448 r. Dziś odpowiada mu wykonane z gotyckiej cegły prezbiterium, do którego w kolejnej fazie dobudowana została zakrystia i skarbiec. W 1461 r. do Kraśnika sprowadzono z Krakowa zakon kanoników regularnych, którzy zbudowali klasztor i rozbudowali kościół. Z kamiennych bloków wzniesiona została nawa główna i nawy boczne, a gotycki kościół został włączony w nową bryłę. Kolejne przebudowy prowadzone są w I połowie wieku XVI (podwyższenie murów, nowe sklepienia, renesansowe dekoracje wnętrza, polichromie, kaplice grobowe). Po zniszczeniach kościoła w wojnach szwedzkich i przejęciu kościoła przez rodzinę Zamojskich, dokonana zostaje przebudowa w stylu barokowym (nowe szczyty w elewacjach, budowa kaplicy – w której zachowała się data - 1657). W 1864 roku, po kasacie zakonu, kościół został zajęty przez władze rosyjskie. Zniszczony przez pożary wymagał napraw (elewacje, dach). W roku 1911 odnotowany jest ostatni etap zmian – nadbudowa wieży zegarowej. Kościół w Kraśniku ze swoją 600 letnią historią od lat przyciągał badaczy architektury. W 1986 r. odkryte zostały dwie arkadowe nisze z romańską kolumną, ceglana krypta grobowa, fragmenty posadzki kamiennej. W 2007 roku rozpoczęty został remont elewacji kościoła. Pierwsze prace przy usuwaniu tynku ujawniły, że znakomicie zachowane są kamienne bloki i detale architektoniczne z najwcześniejszych faz budowy (fragmenty gotyckiego szczytu, kamienne obramienia okien, lico murów). Badania konserwatorskie, archeologiczne i architektoniczne we wnętrzu kościoła, w poziomie fundamentów, poddasza i elewacji pozwoliły na odkrycie nowych elementów i pełniejsze ustalenie etapów budowy świątyni. W oparciu o wyniki badań podjęto decyzję o przywróceniu – rzadkiej na Lubelszczyźnie – gotyckiej formy kościoła, ekspozycji ceglanego lica najstarszego kościoła, jego kamiennej bryły (z II fazy), z pięknym gotyckim szczytem schodkowym, portalem, wysokimi oknami i detalami architektonicznymi. Prowadzone w związku z remontem badania są kontynuowane, co pozwoli poszerzyć wiedzę o historii budowlanej kościoła, klasztoru i miasta.

Słowa kluczowe: Badania architektoniczne, konserwacja, gotyk, klasztor, kanonicy regularni.

Kraśnik należy do najstarszych ośrodków miejskich na Lubelszczyźnie. Badania archeologiczne potwierdzają, że w XIII wieku istniała tu osada z zamkiem i kościołem w granicach obwarowań. Nadany przywilejem królewskim rodowi Gorajskich, otrzymał prawa miejskie w roku 1377, choć jak wskazują badacze lokacja miasta na prawie polskim mogła nastąpić już wcześniej. Historyczne materiały źródłowe odnotowują fakt istnienia wcześniejszego drewnianego kościoła pod wezwaniem św. Pawła, przynależnego do parafii w Stróży[1] . W 1403 roku pojawiają się pierwsze wzmianki o funkcjonowaniu parafii Kraśnik obejmującej Stróżę i Rzeczycę.

Z pewnością istniał już tu kościół, gdyż jak podano złożono w nim ciało Jana Tęczyńskiego zmarłego w 1470 roku.

Od początku wieku XV do połowy wieku XVI miasto pozostawało w rękach Tęczyńskich herbu Topór. Stało się to za sprawą zaślubin Andrzeja Tęczyńskiego z Anną Gorajska.

Budowa najstarszego murowanego kościoła, pod późniejszym wezwaniem Najświętszej Panny Marii i św. Augustyna, została podjęta w pierwszej połowie XV wieku przez syna - Andrzeja (zwanego Rabsztyńskim, dla odróżnienia od ojca, także Andrzeja). Z dotychczasowych i obecnych badań kościoła kraśnickiego wynika że najstarsza część świątyni (obejmująca wzniesione z cegły gotyckiej prezbiterium), powstała prawdopodobnie około 1448 roku.

W kolejnej fazie funkcjonowania kościoła dobudowano parterową zakrystię oraz skarbczyk z wąskimi i mniejszymi okienkami, wykuto wejście do kościoła w jego ścianie bocznej, a od północy drzwi do zakrystii zabezpieczono drewnianymi belkami wsuwanym w ościeża otworu.

Data kolejnego etapu rozbudowy nie jest ściśle ustalona lecz musiało to nastąpić przed rokiem 1469. Przypisuje się ją Janowi z Tęczyna Rabsztyńskiemu, synowi Andrzeja, fundatorowi klasztoru kanoników regularnych, sprowadzonych do Kraśnika z Krakowa w roku 1469.

Jan Rabsztyński, wspierany w tej inicjatywie przez stryja Jana Tęczyńskiego, uczynił to w intencji zbawienia duszy swego tragicznie zmarłego ojca, zabitego w okrutny sposób przez mieszczan krakowskich w roku 1461.

Do ceglanego kościoła dobudowana została z ciosów kamiennych nawa główna i nawy boczne z kruchtą od strony południowej, a starszy, ceglany kościół został przesklepiony i włączony w nową bryłę jako prezbiterium.

W opisach źródłowych jest także mowa o wznoszeniu przez zakonników drewnianego klasztoru co może sugerować, że rozbudowa kościoła mogła nastąpić nieco wcześniej - przed ich przybyciem. Zakon liczył wówczas 10 zakonników (z przeorem – Janem Beytom) i wchodził w skład kongregacji krakowskiej funkcjonującej przy kościele Bożego Ciała na Kazimierzu.[2]

Kanonicy wyróżniali się twórczym działaniem w zakresie gromadzenia zasobów bibliotecznych, zajmowali się rękopiśmiennictwem teologicznym i liturgicznym.[3]

[1] Parafia występuje w źródłach już w okresie 1325-1374 – wg danych zawartych w: R.Gapski, *Kraśnik-studium historyczno-urbanistyczne*, PP PKZ O/Lublin, 1984, mps w zbiorach archiwum WKZ w Lublinie, str. 11-14.

[2] ibidem, str.21.

[3] E.Zielińska, *Kultura intelektualna kanoników regularnych z klasztoru w Kraśniku 1469-1563*, wyd. UMCS, Lublin 2002, str. 28.

Kolejna przebudowa kościoła i klasztoru, wiązana z fundatorem Janem Gabrielem Tęczyńskim - wojewodą sandomierskim, datowana jest na lata 1527-1541 (ten rok wyryty jest na portalu ambony)[4]. Świątynia została podwyższona w murach, założone zostały nowe sklepienia, wbudowano nowy chór i ambonę, dodano detale i elementy wystroju w stylu renesansowym, ściany pokryte zostały polichromiami.[5] Przy chórze zostały wzniesione dwie rodowe kaplice grobowe[6].

W roku 1531 Jan jest także fundatorem kościoła św. Ducha w Kraśniku lecz wkrótce po śmierci synów - Stanisława i Jana Baptysty, w roku 1563, kończy się okres dziedzictwa rodu Tęczyńskich w Kraśniku.

Z dalszymi losami kościoła kraśnickiego związane są kolejno rody: Słuckich, Radziwiłłów, Zamoyskich.

W 1604 roku Kraśnik zostaje włączony do Ordynacji Zamojskiej i aż do II połowy XIX wieku kolejne przebudowy wiążą się z działaniami tej rodziny.

W latach 1622-1636 następuje także powiększenie zabudowy miasta, które aż do XIX wieku pozostaje własnością prywatną.

Szczególnie istotna jest faza kolejnej przebudowy kościoła w roku 1657 (data na kaplicy), gdy świątynia została spalona i zniszczona wskutek napaści szwedzkiej. Uszkodzony został gotycki szczyt nad nawą główną, wnętrze wymagało gruntownego remontu.

Zamoyscy przebudowali kościół w stylu barokowym, dokonując zmian w wystroju elewacji (nowe szczyty) i wnętrz, a także w strukturze budowli.

Zrealizowana zostaje budowa kaplicy wschodniej z wprowadzeniem pomieszczenia biblioteki i oratorium.

Kolejne lata historii świątyni nie przynoszą już znaczących przekształceń. Pożary trawiące budynek (1678, 1735, 1771) powodowały głównie zniszczenia dachu, który aż do wieku XIX pokryty był gontem.

W trakcie remontu kościoła, w latach 1824-25, następuje przebudowa więźby dachowej z obniżeniem poziomu kalenicy i wprowadzeniem pokrycia z dachówki ceramicznej.

W 1864 roku dochodzi do kasaty klasztoru kraśnickiego – najliczniejszego wówczas (po krakowskim Kazimierzu) pod względem liczebności zakonników. Zespół klasztornych nieruchomości został podzielony i w części zajęty przez władze rosyjskie. Źródła odnotowują dwa kolejne pożary kościoła i klasztoru w 1877 i 1883 roku, po których podejmowane były prace remontowe i naprawcze, w trakcie których wymieniono tynki, a dach pokryto blachą.

Ostatni etap zasadniczych przekształceń kościoła przypada na rok 1911 i wiąże się z nadbudową wieży z zegarem nad kruchtą i ustawieniem figury Matki Bożej. W okresie powojennym w budynkach klasztoru funkcjonowała nadal szkoła, wprowadzona tu w latach 30. XX w. W 1981 roku całość założenia ponownie przeszła na własność parafii.

---

[4] Jan Gabriel Tęczyński był bratankiem Andrzeja i synem Jana Tęczyńskiego.

[5] E.Piondło, *Kościół parafialny w Kraśniku (architektura)*, PKZ Sp. z o.o., Lublin 1991, str 15-26.

[6] w kaplicach umieszczono w okresie późniejszym nagrobki: Stanisława Gabriela Tęczyńskiego (1550) i Jana Gabriela Teczyńskiego (1552).

Kościół kraśnicki, ze swoją niemal 600 - letnią metryką, wykonany z kamienia i cegły, z czytelnymi nawarstwieniami stylów, elementami architektonicznymi sięgającymi od gotyku po barok od lat przyciągał badaczy – historyków i architektów. Już w początku XX wieku Adolf Szyszko-Bohusz podjął próbę rysunkowej rekonstrukcji gotyckiej formy kościoła[7].

W 1986 roku, w trakcie prac konserwatorskich i demontażu nagrobka Andrzeja Koźli[8], przy północnej ścianie nawy dokonane zostało odkrycie kamiennych elementów architektonicznych : dwóch niszy arkadowych z przesklepieniem łukowym wspartym na kolumience wykonanej z piaskowca, z prostą w detalu głowicą i bazą. W trakcie badań architektonicznych, po zdjęciu fragmentu posadzki, ujawniono występowanie sklepionej, ceglanej krypty grobowej z zachowanymi pochówkami w trumnach. Odsłonięty został również fragment starej kamiennej posadzki z kwadratowych płyt wapiennych, której poziom ustalono na ok. 50 cm poniżej obecnego poziomu podłogi nawy.[9]

Choć historia zespołu klasztornego i kościoła kraśnickiego jest niezwykle złożona i ciekawa, niestety dotychczas nie było możliwości przeprowadzenia kompleksowych badań architektonicznych i archeologicznych.

W roku 2007, z inicjatywy proboszcza parafii w Kraśniku rozpoczęte zostały przygotowania do remontu elewacji. Pierwsze prace związane z usuwaniem cementowych tynków z elewacji zachodniej kościoła ujawniły znakomicie zachowane lico kamiennych ciosów, stanowiących strukturę murów kościoła.

Spod tynku wyłoniły się także zachowane fragmenty detali gotyckiego wystroju elewacji, a badania sondażowe na pozostałych elewacjach potwierdziły dobry stan zachowania kamiennej struktury naw i ceglanego prezbiterium. Według wstępnej oceny potwierdzona została możliwość pełnego odsłonięcie lica murów oraz detali architektonicznych z wcześniejszych faz budowli.

Te założenia spowodowały konieczność podjęcia pełniejszego rozpoznania obiektu pod kątem faz jego powstania i uzupełnienia dotychczasowej wiedzy o jego historii. Prace badawcze i archeologiczne bieżąco podejmowane w ramach kolejnych etapów odsłaniania lica murów i prac budowlanych przynosiły kolejne odkrycia.

W ramach obowiązków służbowych, we współpracy z dr Romanem Zwierzchowskim, konserwatorem mgr Moniką Konkolewską, w konsultacji z prof. Marią Brykowską i prof. Andrzejem Kossem analizy wyników badań i ich bieżącej rejestracji podjęli się specjaliści z urzędu konserwatorskiego w Lublinie – Andrzej Kasiborski, Halina Landecka i Barbara Stolarz.

Nowe ustalenia uzyskane w trakcie wstępnych prac skłoniły do przeprowadzenia w pierwszej kolejności szczegółowej analizy dostępnych wątków murów w strefie poddasza i więźby dachowej.

---

[7] rysunek w: *Sprawozdania Komisji do badania Historii Sztuki w Polsce*, t. IX, z. 1,2 Kraków 1915.

[8] prace konserwatorskie przy nagrobku prowadził wówczas mgr Andrzej Komodziński, proboszczem parafii ks. Stanisław Szczuka.

[9] W. Koziejowski, T,Michalak, S.Siwek - Badania *historyczne i architektoniczne podwójnej wneki z kolumienką znalezionej w kościele parafialnym p.w. N.P. Marii i św. Augustyna w Kraśniku, woj. lubelskie*, PAZ ABRYS sp. z o.o., Lublin, luty 1986 r.

W ich wyniku potwierdzone zostały dotychczasowe wnioski, iż najstarszą częścią istniejącej budowli jest obecne prezbiterium. Pierwotny kościół (datowany przed 1448 r.) był obiektem jednonawowym, murowanym z cegły gotyckiej, oskarpowanym. Skarpy w elewacji zachodniej – frontowej ustawiono równo z jej licem, pozostałe – narożnie lub prostopadle do ścian. Front zwieńczony był szczytem, z którego pozostały fragmenty murów fasady zachowane w poziomie poddasza. Pierwotnie wnętrze przekryte było stropem belkowym, o czym świadczą wyprowadzone w murach prezbiterium gniazda. Obiekt był otynkowany warstwą miękkiej wapiennej wyprawy, której duże fragmenty zachowały się na ścianie południowej i szczytowej, w poziomie obecnego poddasza. Nie jest znana data otynkowania murów, musiało to nastąpić w niewielkim odstępie czasu od ich wzniesienia. W pierwotnym zamyśle lico ceglane miało być eksponowane o czym świadczą układy warstw cegieł z wprowadzanymi zendrówkami, a także charakterystyczne dla gotyku staranne fugowanie spoin. Nie można wykluczyć, że w trakcie realizacji świątyni odstąpiono z nieznanych powodów od pozostawienia nieosłoniętych wątków.

W dotychczasowych analizach historii rozwoju obiektu – począwszy od Szyszko-Bohusza i powtarzanych w kolejnych opracowaniach – uznawano, że powstanie zakrystii i skarbca nastąpiło w dwóch etapach, co wynikało głównie z analizy sklepień nad piętrem. W opinii autorów niniejszych ustaleń, w pierwotnym założeniu - tak pod względem funkcjonalnym jak i komunikacyjnym – oba pomieszczenia wymurowano jako jedno założenie. Świadczą o tym odsłonięte w trakcie prac węzły wskazujące na powiązania murów, a także porównane profile żeber sklepień krzyżowo-żebrowych wspartych na wspornikach. Ostateczne potwierdzenie tej wersji ustaleń nastąpiło po usunięciu tynków z elewacji północnej zakrystii i skarbczyka. Analiza wątku ceglanego pozwoliła także określić chronologię rozwoju tej części obiektu w zakresie jego wysokości.

W trakcie prac związanych z wykonywaniem ogrzewania podłogowego i wymianą zniszczonej posadzki w prezbiterium, zakrystii i skarbcu dokonano znaczących odkryć archeologiczno-architektonicznych. W strefie prezbiterium zlokalizowano dwie krypty (jedna z zachowanymi szczątkami, druga częściowo zniszczona) o układzie niezależnym od rzutu prezbiterium.[10]

W pomieszczeniu skarbca, w jego południowo-wschodnim narożu, odkryto fragment muru w formie ¼ okręgu o średnicy ok. 3 m, przeciętego murami fundamentowymi zakrystii i prezbiterium. Mur wzniesiono z kamienia wapiennego, z odsadzką, na której wzniesiony został mur z cegły na zaprawie wapiennej. Na koronie muru zachowały się dwie warstwy cegieł gotyckich z fragmentami tynku stanowiącego wyprawę zewnętrzną. Wnętrze obiektu wypełniono warstwą głazów i zasypką gruntową. Na obecnym etapie rozpoznania nie ustalono przeznaczenia i funkcji obiektu. Nie znaleziono kontynuacji murów budowli okrągłej od strony wnętrza prezbiterium, ani związków budowli z bryłą kościoła lub klasztoru. Pewnym jest, że nieznany obiekt został zniszczony w trakcie wznoszenia murowanego gotyckiego kościoła (obecne prezbiterium) oraz zakrystii ze skarbcem, co świadczy o jego wcześniejszym datowaniu. Możliwe, że są to fragmenty budowli związanej

[10] układ krypt ma kierunek południowy wschód – północny-zachód. Szczegółowe dane zawarte są w opracowaniu wyników badań archeologicznych auy. S.Gołuba. 2009.

z najstarszym drewnianym kościołem, o którym wzmianki pochodzą z 1403 roku.[11]

Kolejny etap mający kapitalne znaczenie dla rozwoju świątyni otwiera przybycie do Kraśnika zakonu Kanoników Regularnych Loretańskich z Krakowa. Wówczas to dzięki fundacji Jana Tęczyńskiego (Rabsztyńskiego), około 1460 roku, wzniesiono trójnawowy pseudo-halowy, założony na wydłużonym prostokącie korpus główny. Istniejący jednonawowy, gotycki kościół ceglany przejął funkcje prezbiterium. Nowy obiekt wzniesiono z bloków kamiennych, licowanych z obu stron, co widać wyraźnie w poziomie poddasza. Równocześnie od strony południowej wystawiono piętrową kruchtę z kamienną klatką schodową zlokalizowaną w ścianie wschodniej.

Schody prowadziły nad nawę boczną. Dodatkową klatkę zlokalizowano w ścianie nawy północnej, w miejscu styku ze skarbczykiem. Pozostałości jej zachowały się na drugiej kondygnacji. Środkowa nawa – najwyższa – obsługiwana była z omawianej powyżej klatki.

Elewacja frontowa została zwieńczona szczytem schodkowym, trójpolowym nad nawami bocznymi i siedmiopolowym w części środkowej – nad naawą główną. Płyciny zamknięte łukiem w ośli grzbiet przedzielono żebrami zwieńczonymi pinaklami.

Do kościoła prowadziły trzy wejścia zdobione ostrołukowymi profilowanymi portalami. Do czasów obecnych zachowały się dwa: oryginalny w kruchcie południowej i w elewacji zachodniej (o częściowo przekształconej formie kształtu łuku nadającej mu charakter renesansowy).

W związku z pracami budowlanymi przy elewacji północnej, w strefie styku ściany nawy ze skarbczykim, na poziomie wyższej kondygnacji (poziom obecnego chóru nad zakrystią i skarbcem, odsłonięto przejście – ostrołuczny otwór drzwiowy zapewniający funkcjonalne przejście z klasztoru do kościoła. Potwierdzają to odkryte i zachowane na elewacji północnej i we wnętrzu nawy glify i poziomy kamiennego spocznika. Nie jest znana forma samego przechodu (galeria? obudowany korytarz?) – niezbędna jest kontynuacja badań klasztoru w szczególności w obrębie najstarszego skrzydła zabudowań. Nie ustalono także dokąd prowadziło przejście nad nawą (dawny chór?) i jakie było jego powiązanie komunikacyjne z poziomem kościoła. Niezbędne są dodatkowe odkrywki badawcze na wewnętrznej ścianie nawy północnej.

Całość budowli w tej fazie jej istnienia wieńczył prosty gzyms koronujący przechodzący w tym samym poziomie ze ścian bocznych na front naw. Możliwe, że analogiczny detal występował pod szczytem nawy głównej, podkreślony kamiennym fryzem z malowanymi w kolorze ceglastym wypełnieniami arkadek. Zapewne malowane były również płyciny w szczycie (b. drobne fragmenty malatury odkryto w trakcie czyszczenia kamienia).

W tym samym okresie wykonano nową stolarkę okienną, wstawiając ją także do istniejącego kościoła. Konstrukcja polegała na wykonaniu kamiennych, profilowanych węgarów i ostrołukowych nadproży. Okna były przeszklone w ołowiu.

[11] we wstępnej ocenie prof. Marii Brykowskiej mogła być to konstrukcja okrągłej klatki schodowej związanej z funkcjonowaniem klasztoru.

W późniejszym okresie (możliwe w początku XVI w.) zmniejszono otwory okienne, wstawiając ścianki podparapetowe do wysokości dolnych kwater. Z uwagi na zachowaną konstrukcję przeszklenia, a także na estetykę wnętrza, okna zachowano w iluzyjnej formie – domalowując „brakującą" stolarkę. W trakcie budowy kaplicy (około połowy XVII w.) powtórzono ten zabieg w górnej części okien. Po wymianie średniowiecznej konstrukcji stolarki, zachowano fragmenty malowane. W trakcie prac przy elewacji północnej odsłonięto kamienne węgary i fragment profilowanego słupka zachowany w jednym z okien. Od strony południowej, w skrajnej osi zachodniej odsłonięto kompletne profile kamieniarki okna, zachowane do dzisiejszych czasów pod tynkiem. Piękne kamienne okno maswerkowe ze starannie wyprowadzonym profilami ramy odsłonięto wścianie wschodniej prezbiterium. Powyższe odkrycia pozwalają na pełne rozpoznanie detalu oraz wykonanie rekonstrukcji okien – w formie w jakiej zostały zaprojektowane w 2 poł. XV w.

Należy wskazać, iż jak wynika z analizy struktury murów i układu ciosów kamiennych, pierwotnie nie przewidywano wystawienia oskarpowania naw. Można przypuszczać, iż zamontowanie więźby dachowej lub obciążenie jej śniegiem, spowodowało przesunięcie bloków kamiennych na narożnikach naw bocznych (o czym świadczy układ odsłoniętej struktury murów w narożu północnozachodnim). Tylko dzięki zastosowaniu przy wznoszeniu budowli dużych bloków kamiennych nastąpiło jedynie ich przesunięcie względem siebie, a nie zawalenie struktury muru. Obawa powstania awarii konstrukcyjnej, a nawet zawalenia się fasady spowodowała konieczność niezwłocznego wsparcia budowli, co dokonano poprzez wprowadzenie skarp wykonanych z kamienia. Zapewne dysponowano jeszcze analogicznym budulcem, gdyż od frontu starano się dopasować montaż bloków do poziomów kamienia i spoin. W górnych częściach, odstąpiono jednak od tak dokładnego zespolenia. W elewacji północnej nie przywiązywano już wagi do efektu estetycznego, dodatkowo wprowadzając lokalnie cegłę. Wówczas także wykonano cokoły i kamienne opaski obramiające okna (nie stwierdzono ich występowania pod skarpami). O potwierdzeniu przyjętego założenia może także świadczyć częściowe przysłonięcie profilowanych listew dekorujących szczyt fasady.

W początkach XVI w. z inicjatywy i fundacji Jana Gabriela Tęczyńskiego nastąpiła przebudowa kościoła. Analiza wątków murów pozwoliła określić jej zakres – podwyższono (nadbudowano cegłą na wysokość ok. 1 m) mury prezbiterium i nawy głównej, usunięto na szerokości nawy kamienny szczyt schodkowy (pozostawiając go przy nawach bocznych). W jego miejsce wystawiono z tej samej cegły nowy szczyt zamknięty półkoliście, ze spływami wolutowymi po bokach. W dolnej części szczytu znajduje się cokół artykułowany płytkimi prostokątnymi wnękami, na których oparto cztery (parzyste) pilastry podtrzymujące przerwane gzymsowanie. Okres prowadzenia remontu, a także barokowa forma szczytu może wskazywać, iż jest to późniejsze rozwiązanie.

Zapewne w tym okresie wykonane zostały w nawie głównej i bocznych sklepienia sieciowe ze zwornikami. Spływy żeber na ścianach naw bocznych obecnie nie opierają się bezpośrednio na wspornikach – ich dolne partie są „zatopione" w tynku. W trakcie prac związanych z wymianą posadzki w nawie bocznej, przy ścianie północnej wykonano poniżej obecnego poziomu posadzki odkrywkę architektoniczną. Pod warstwą tynku odkryto nieregularny ceglany wątek w układzie wozówkowym, a po penetracji w głąb struktury murów stwierdzono opłaszczowanie

ściany kamiennej (od wnętrza) dwoma warstwami cegieł. Z uwagi na ograniczoną wielkość stanowiska badawczego nie udało się potwierdzić (lub zanegować) występowania pilastrów w linii wsporników pod spływy żeber.[12]

W odniesieniu do odsłoniętej w latach 80. XX w. kolumienki z dwoma łukami arkadowymi – w kontekście obecnego odkrycia – można stwierdzić, że element ten został dostawiony do kamiennego muru świątyni i obecnie znalazł się w grubości opłaszczowania ścian kościoła. Należy zwrócić uwagę na różnicę w głębokości posadowienia kolumienki w stosunku do opłaszczowania (ok. 27 cm) co może wskazywać jednak na występowanie filarów przyściennych.

Możliwe, że wykonanie kolumny z arkadkami związane było z wybudowaniem krypty (której lokalizacja została potwierdzona wcześniejszymi i obecnie uzupełnionymi badaniami) dla podkreślenia ważności pochówku i miejsca. Krypta w układzie wzdłużnym (równoległym do ścian nawy), przesklepiona, wykonana z cegły i kamienia wypełniona jest zniszczonymi pochówkami i reliktami drewnianych trumien.

Na sklepieniu krypty wystawiono kamienny krąg o średnicy ok. 120 cm, wokół którego zachowały się płyty kamienne o wymiarach 40x40 cm, w regularnym układzie. Być może stanowią one pozostałość pierwotnej posadzki kościoła i wyznaczają poziom jego wnętrza (niższy od obecnego o około 50 cm).

W kolejnym etapie rozbudowy (Zamojscy – lata 60. XVII wieku), od strony wschodniej wzniesiono nad prezbiterium drugi dwukondygnacyjny szczyt, wsparty na krokstynach. W dolnej kondygnacji umieszczono cztery dwułukowe blendy, w górnej ostrołukowe zwieńczenie ujęte po bokach wolutami i sterczynami. Budowa szczytu od strony wschodniej zapewne związana była z zamiarem wyeksponowania i podkreślenia znaczenia świątyni w widoku wschodnim - od rynku. Pierwotna lokalizacja eksponowanego szczytu gotyckiego w części zachodniej związana była z funkcjonującym od tej strony zamkiem.

Stylistyka formy i dekoracji szczytu wschodniego pozwala związać go z okresem XVII w. przebudowy. W trakcie tych prac budowlanych ściany zewnętrze naw bocznych nadmurowano trzema warstwami cegły w celu wyprowadzenia nowego gzymsu wieńczącego.

Odsłonięcie i konserwacja gotyckiego lica murów kościoła wraz ze zmianą części szczytu w elewacji zachodniej w oparciu o analizy i w nawiązaniu do zachowanych gotyckich elementów i detali pozwolą na ekspozycję rzadko zachowanej na terenie Lubelszczyzny gotyckiej formy świątyni. Przeprowadzone w związku z prowadzonym remontem i konserwacją badania archeologiczne i architektoniczne poszerzają wiedzę o historii budowlanej obiektu i pozwalają zweryfikować część dotychczasowych ustaleń badawczych. Nadal trwające prace mogą przynieść kolejne istotne odkrycia.

[12] ustalenia z badań wykopaliskowych i nadzorów archeologicznych prowadzonych przez Stanisława Gołuba. Wyniki badań archeologicznych zostaną opracowane po zakończeniu prac.

Załączniki

Materiał przygotowany na konferencję:

„MIĘDZY GOTYKIEM A BAROKIEM – stan i potrzeby badań nad architekturą i sztuką XVI wieku w Europie Środkowej", Janowiec 3-4 października 2008, uzupełniony o wstępne wyniki badań z roku 2009.

1953 – studenci ASP w Krakowie, badania na obecność polichromii (fragmenty odnalezionych i odkrytych polichromii prezbiterium i kaplice grobowe poddano konserwacji w latach 1965 – Śliwiński i 1971 – Wolscy).

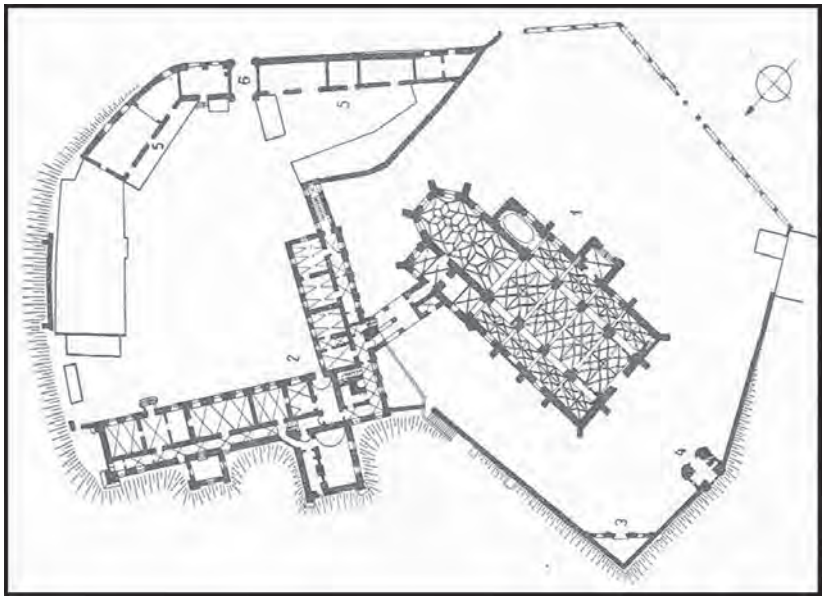
1985 – W. Koziejowski – badania architektoniczne ślepej arkady o formach architektury romańskiej oraz przy okazji badania archeologiczne (H. Siwkowa) zakres badawczy ograniczono (doprowadzenie kościoła do użytku przed świętami).

1986 – badania próbek pobranych z kamieni i zapraw (Penkala Barbara).

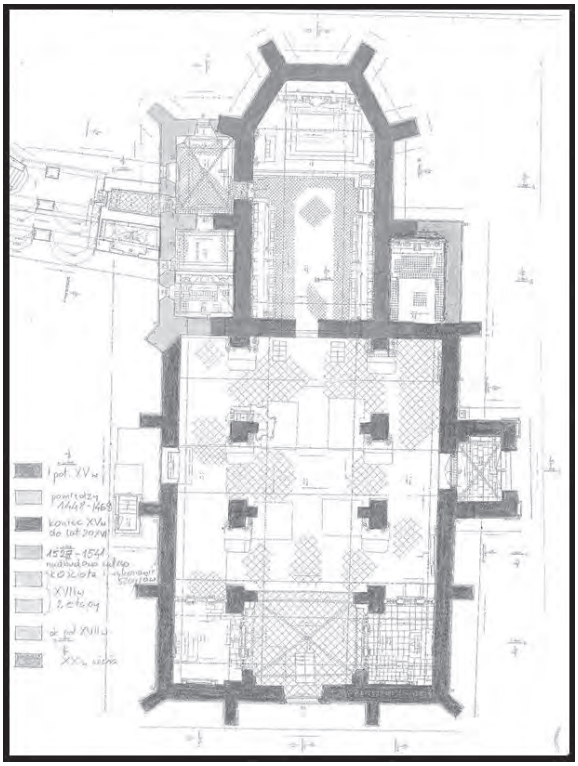
1987 – inwentaryzacja fotogrametryczna (zlecenie WKZ).

1991 – dokumentacja naukowo-historyczna – zalecenie jedynie wykonania badań architektonicznych na obecność polichromii w górnych partiach ścian i na sklepieniu nawy pd. (PKZ) Piondło.

Rysunki i zdjęcia

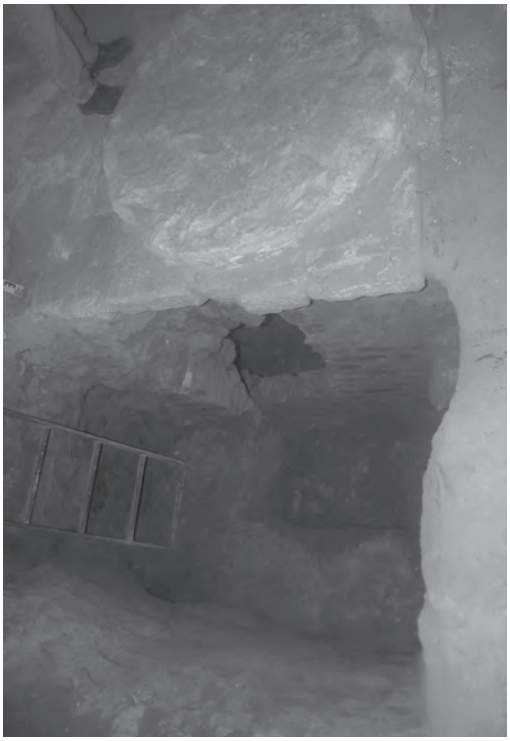


Ryc. 1. Schemat zabudowy zespołu klasztoru kanoników regularnych w Kraśniku.
Fig. 1. The scheme of canons regulars' church complex in Kraśnik.



Ryc. 2. Fazy rozbudowy kościoła kanoników regularnych w Kraśniku według ostatnich ustaleń badawczych.
Fig. 2. Development stages of canons regulars' church complex in Kraśnik according to recent researches.

Fot. 1. Widoczne fazy budowy kościoła - poddasze, ściana nawy południowej (mur kamienny - faza II, nadbudowa ceglana - faza III). H. Landecka, 2008.
Phot. 1. Visible stages of church erection – attic, wall of the southern aisle (stone wall – stage II, brick superstructure – stage III). H. Landecka, 2008.



Fot. 2. Krypta i fragment posadzki kamienna odkryte w nawie północnej kościoła. H. Landecka, 2008.
Phot. 2. The crypt and stone floor elements discovered In the northern aisle. H. Landecka.

Fot. 3. Zachowane okno gotyckie na ścianie północnej, w poziomie poddasza prezbiterium. H. Landecka, 2008.
Phot. 3. Preserved gothic window at the northern wall, at the level of chancel attic.

Fot. 4. Odsłonięta kamieniarka gotyckiego okna w prezbiterium kościoła (ściana wschodnia). H. Landecka, 2010.
Phot. 4. Exposure of gothic window In church chancel (the eastern wall).

Fot. 5. Fasada zachodnia kościoła w trakcie prac konserwatorskich. Widoczny zakres ingerencji w związku ze zmianą szczytu kościoła dokonaną w fazie IV. H. Landecka, 2008.
Phot. 5. Church western elevation during conservation works. Visible range of interference into church top changes in stage no. IV. H. Landecka, 2008.

Fot. 6. Fasada zachodnia kościoła w trakcie prac konserwatorskich po odtworzeniu szczytu gotyckiego. H. Landecka, 2010.
Phot. 6. Church western elevation during conservation works after reconstruction of gothic style top. H. Landecka, 2010.

Saint Virgin Mary Parish Church in Kraśnik – new research results after I phase of studies 2008-2009

Halina Landecka

Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Chair of Architecture, Urban Design and Spatial Planning

Abstract: The town of Kraśnik is one of the oldest of its kind in the Lublin region – archaeological researches confirmed that that in the XIII century in the same place existed a settlement with castle and a church. Municipal rights were granted to Krasnik in 1377, when town was ruled by Gorajski family. A brick church was founded by Teczynski family around 1448. Today this is reflected by the chancel build around the altar from Gothic bricks, to which in the next phases vestry and

treasury has been constructed. In 1461 a n Canons Regular of the Lateran Order has been brought to Krasnik from Cracow. The Order extended the original structure and built a monastery. From stone blocks they erected main nave and church aisles and Gothic church was incorporated in the new form. Consecutive rebuilding continued in 1st half of XVI century (raising of church walls, new arches, Renaissance decorations, polychrome wall paintings, memorial chapels). After damages to the church caused by the wars with Sweden, it became a property of Zamoyski family, who rebuilt it in the Baroque style (new elevation copings, building of new chapel in which the foundation date remained – 1657). In the year of 1864 after the cessation of the Order, church has been taken under the control of Russian government. Damaged by fires it required renovations (front elevations, roof). In 1911 the last phase of modifications was recorded – extension to the clock tower. Church in Krasnik with its 600 years of history always attracted attention from architectural researchers and scientists. In 2007 renovation of front elevation commenced. Initial works on removing plaster revealed perfectly preserved stone blocks and details from the earliest phases of the construction (fragments of a Gothic arch, stone window framings, front walls). Conservatory and archaeological researches inside the church on the foundation, roof and elevation levels uncovered new architectural elements and therefore allowed to understand in more complete way the construction phases of the church. As the results of the research, a decision has been made to restore the Gothic form of the church (rarely found in Lublin region) and to expose the oldest brick front, stone contour with beautiful stepped facade, portal, high windows and architectural details from the II phase of construction. Research to reveal more about the history of church, monastery and the town itself continues along with reconstruction works.

Key words: Architectural research, conservation, Gothic, monastery, Canons Regular.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 67-88

Cultural heritage and fortifications built for defence of the Strait of Messina in the late 19th century

Massimo Lo Curzio[1]

Università Mediterranea, Reggio Calabria, Italy

The two coasts of the Strait of Messina saw the construction of a permanent fortification in the late 19th century/in the 1880s, consisting of over 20 forts or coast batteries, for the defence of an area of the Mediterranean, which had always been of strategic importance for navigation[2].

Since time immemorial, the centrality of the role of the Straits in the Mediterranean has, been object of great attention stimulating the collective imagination, as far back as Homer, and highlighting its singularity. Yet the myth of Ulysses and events associated with crossing the Straits are nothing more than a tribute to the uniqueness of the place, endowed with impressive natural beauty which stimulates fantasy and pathos.

Both scholars and travellers have alike been enchanted and have often abandoned themselves to reflection, as happened to Goethe, who, in 1787, on sailing out of Messina, is said to have been overwhelmed by the beauty of the sight of the coasts of the Straits, and by Scylla (*Scilla*) and Charybdis (*Cariddi*), a cliff and a rock, which have been identified in myths with dangerous, gigantic monsters.

The stories and suggestive tales described more recently by travellers and journalists have, instead, focused again on the fascination of the place, which should be seen beyond the mere material elements of the physical-geographical singularity that gave birth to this particular environmental feature, as Fernand Braudel recalls:

"*On a world map, the Mediterranean is none other than a fissure on the Earth's crust, a molten Strait which stretches from Gibraltar to the isthmus of Suez and the Red Sea. Rifts, faults, subsidence, tertiary folding have all created deep liquid trenches and, almost as counterparts for those abysses, unending garlands of young, steep, rugged mountains. Near Cape Matapan there is a 4,600 meter trench, more than enough to submerge the highest summit in Greece, all 2,985 meters of Mt. Olympus. These mountains push toward the sea, often squeezing it so as to reduce it to a mere passage of salt water: Gibraltar, the Strait of Bonifacio, the Strait of Messina with the vortical whirlpools of Scylla and Charybdis, the Dardanelles and the Bosporus. It is no longer a sea: it is a series of rivers, or just sea portals*"[3].

Two limbs of land facing one another, the result of what we can simply define as a geological discontinuity, beyond the seemingly peculiar image which meets the eye, actually make up a relatively easily accessible control passage, a particularly strategic location with regard to traffic and defence of the local people.

To understand the particular configuration and position of the fortifications of the Straits that were built at the end of the 1800s we must look at the historic models of this type of building and the actual construction model drawn up during planning and construction.

Fortifications and strongholds

The aim of high-standing, raised fortifications has almost always been, to build an obvious stronghold, capable of signalling both an armed presence, and able to withstand an attack for possession of an area or human settlement. A fort had to be well visible, powerful looking, and capable of installing fear and awe, and territories were marked with particular points of resistance, which were generally entrenched in locations considered as strongholds.

More often than not, there was continuity between these strongholds, generally a rocky reef with an excellent view for control of the territory, and the structure built. Also physically, continuity seemed absolute; the construction was built over a base of stone (geological outcrop), and in most cases, of the same stone itself. This way of connecting a defensive bulwark built by man to a natural one was quite apparent and the high visibility of the emerging structure was accentuated by the shape of the building, with regular volumes, such as in the Norman or Frederick castles, or more complex buildings, according to the desire to adapt the fortification to the shape of the naturally occurring rock formation.

With the evolution of military techniques, in particular in the historic phase which marks the passage from the medieval to the modern age, highly technical constructions were developed.

Renaissance expression of fortifications

Leonardo da Vinci's designs, like those of Antonio and Giuliana da Sangallo, and many successive works, show how the plan and development of proposals to improve weapons tended toward perfecting characteristics of defence, by optimizing the possibilities of replying to attackers deploying troops in the best possible way.

Solutions were created which gave a precise geometric configuration to the bastions, watchtowers, ravelins and caponiers, based on the use of cross-fire. These studies were the starting point for modern fortifications. Although born as solutions drawn up by single military architects in an un-codified way, they soon became routine and were used to face new methods of warfare which developed as firepower increased.

New ways of confronting clashes between warring sides, with improvement in techniques, made it possible to manage battles and conflicts and led to the theory of a true 'military revolution', that is, a different way of conducting war, as identified by historian Geoffrey Parker[4]. The actual expression 'military revolution' was first used by historian Michael Roberts[5] referring to crucial changes in the art of warfare[6]. In effect, the historic phase from the end of the 15th century to the 18th century saw so many conflicts, that there were more periods of war than moments of peace.

As is known, the passage from a defence based on launching or dropping objects from on high to a closer, more precise grazing defence completely changed the method of conducting warfare and, as a consequence, transformed fortification construction. Previously, construction was tied to the power of attack of very imprecise cannon balls, which were launched with a parabolic trajectory; now, the possibility of attack with howitzers and more precise cannons with a grazing shot, which, from the 19th century devastated the rifled artillery, was taken into consideration during construction.

Town defence and entrenched camps

Along with the logic of using precise, sporadic defensive mechanisms to defend important military locations, valley passes or in particular environmental situations, over time, the strategic role of vast areas surrounding the main European cities, or critical points for communications control and vital economic areas for survival and development, came under consideration.

With the rampant flourishing of the great European cities, which became important economic and communication centres, territorial defence became a strategic question of dealing with wide spaces which were no longer defendable with a single fortified structure or old city walls. This new perception of cities modified thinking on the defensive capacity offered by permanent fortifications such as castles and towers that were, even if linked to a plan of defence, isolated and distant, and led to a completely different way of providing territorial defence in highly strategic areas.

The yardstick for creating this new defence plan stemmed from the modified way of conducting warfare, which, in itself, derived from the change in weapons and type of attack. The military revolution, brought about by the invention of ever more precise, stronger weapons, imposed a variation in the typology of fortifications which now had to resist new assault tactics, in particular, the ability to withstand the impact of new large guns which, with explosive shells, could easily perforate the walls.

Ramparts and defence structures, which had been radically redesigned with Renaissance models and later subjected to further strengthening, now became obsolete and inadequate as howitzer fire and cannons became stronger and defence tactics changed, as mentioned previously. Rifled gun-carriages, an increase in the gun-range of shells, a tighter, more penetrating shot, the strengthening of explosives in shells were all elements which redefined the international war arena with continual, unstoppable modifications in the race for more effective, devastating weapons[7].

The positioning of defensive structures was strictly correlated to the range of the howitzers and cannons, shifting the lines of defence. Before 1850, the line of defence could be placed at 2,500 metres, but already between 1859 and 1863, a Belgian general, Brialmont, set a distance of 3-4,000 metres between the distanced forts and the revetments when defending Anversa Square[8]. Between 1860 and 1870, the Austrians increased these distances in Linz and Verona. From 1870, the use of rifled artillery meant the doubling of the range of large guns and, during the Franco-Prussian war, the Prussian army destroyed the imposing French fortifications without any difficulty[9].

Entrenched camps and defensive structures in Europe

The defence of European capitals and strategic areas was totally revised with the creation of entrenched camps, in particular in the period following the Napoleonic wars. It was well received by municipalities and the people themselves, being based on the idea that the extra urban defence walls could keep the enemy at bay and better guard the safety of the town and activities carried on within. Defence, and any possible attack, would be carried out beyond the urban perimeter and an

ample protective wall. War would not touch the citizens and the defence was to be on the shoulders of the armed forces. A very reassuring picture had been so drawn.

This consensus, which rapidly spread across the nations, led to the building of huge, protective city walls and created a model of 'detached' fortifications which could be constructed in different versions, suitable for any firing system required.

The most important entrenched camps, in the first phase, were those in Coblenza, started in 1816, Paris, 1844 and Verona in 1835[10]. Among these, the entrenched camp in Paris is worth noting as, in just a few years, the city walls were closed, and 16 detached buildings were erected.

The entrenched camp of Verona was built by the Austrians to avoid a repeat of the damage sustained during the Napoleonic campaign of 1796-97, and to ward off any possible invasion of Veneto from the west. Building took place in many phases from 1835 to 1866 and was based on a double line of various types of forts built on flatland. The distance between the closest line of the forts and the city walls varied between 400 and 1,800 meters[11].

National defence of a unified Italy

In the second half of the 19th century, the problem arose of defending the territories and borders of a newly united Italy, in 1869. The novelty of the situation led to wide debate, which lasted several decades. Proposals to be adopted and the logic of defensive structures to be built, put forward by politicians and the Army and Navy Forces, favoured entrenched camps and permanent fortifications, recalling traditional defensive mechanisms of national borders throughout Europe and other parts of the world, with the ultimate aim of protecting areas of high strategic value[12].

Entrenched camps built in several European towns were previously conceived as fortified walls built, in most cases, to defend towns and cities which were vital for the development of the nation. The policy of the newly unified Italy, apart from defending the most important cities such as Rome, focused on areas of national territory which were characterised by particular geographic features. The fortifications of walls in the Alpine zone and in the area of the Strait of Messina were included in this. The historic role of these works, above all the defence of the Straits, was strictly connected to the national programme of interventions at a time when an attack by a foreign power was deemed highly probable, especially from those nations with expansionistic goals, for example, France.

The national debate which involved both the Department of Defence and Parliament led to necessary strategic choices. The Strait of Messina, it was agreed by all, was of fundamental importance for national defence, and both politicians and military personnel indicated that the answer was the construction of a defence structure. The only difference between politicians and military was the actual number of works to be carried out, considering the financial resources available[13].

The military role of the city of Messina was highlighted as the most important nerve centre. In the past, its development was unquestionably tied to defence purposes and military installations which were purposely built or adapted. Fortifications and bulwarks had many times changed the face of this city, contracting or expanding it, changing the limits between city and countryside, signalling or highlighting, in different ways, the importance of its strongholds[14].

Permanent fortifications of the Straits built in the late 19th century

In 1884, a programme was initiated to build permanent structures deemed necessary for the defence of the Strait of Messina, which had been identified by the mixed Commission for Defence as being of fundamental importance for State security. Moreover, given that the Mediterranean Sea was frequently crossed by the fleets of the most important European nations, with their expansionistic hopes, a possible attack from sea was feared. It was for this that the permanent fortified structures to defend the Straits were proposed and, from the beginning, a coast battery, capable of countering possible enemy troop landings, was envisaged.

In comparison to contemporary Italian entrenched camps placed in other high-risk areas, such as on national borders or the most important cities, the permanent fortification planned for the defence of the Strait was quite particular, incomparable to other situations, as it was created to protect a sound which interrupted the physical continuity of a nation. This is something worth noting, as it highlights the climate of defence of the then newly unified State, as can be inferred from the directives issued for the defence of national borders, and the theoretic and technical expertise of the Engineers Corps, who were responsible for planning the entire defence system.

In addition, the question of the defence of the Straits can also be examined through the writings of Borgatti: "*The re-enforcing of the Straits will be carried out at high speed, and the blockage may be either continual, with obstructions which will require exceptionally favourable sea bed conditions, or with fortifications, in which case the Straits must not exceed a desired width for firing against fast moving targets, from cannons on both sides of the shore. This width should not be more than 4 or 5 kms. Straits which join two seas can be fortified, as in our case with the Strait of Messina, so as to guarantee passage of one's own fleet and hinder passage of the enemy's. The width can then be longer than indicated above as it would not be in the interest of an enemy fleet to cross the straits with its inherent risk, when they can reach their objective by taking an alternative route. The Straits can therefore be considered a port of shelter, open at two ends, and the enemy fleet, should they judge so, will attack it like a common maritime town*"[15].

Features of the fortifications in the area of the Strait of Messina

Fortifications built in the last two decades of the 19th century on both sides of the Straits cannot easily be compared to the same type built in other parts of the country, or elsewhere, as the geo-morphological and environmental features are so dissimilar to other areas of interest for defence, making them unique.

The policy of the Army, which was then implemented with plans drawn up by the Engineers Corps, used a model of fortifications which derived directly from the state-of-the-art of European fortifications of the time. According to this model, fortifications were to consist of a more bruising, efficacious type of defence, to be conducted with fixed artillery ready to cover a wider range, with mortars and latest generation rifled cannons, to intercept possible attackers. Thus, a simple fort model was used which was essentially destined to house a firing battery to intercept the enemy at a distance.

The essential difference between building the defence walls in the Alps, Veneto and Rome, and in the Strait of Messina was the fact that the place of attack in the latter was the sea, and the means were the latest generation of warships. The defence system had thus to be updated and, given the diverse attack logistics, the deployment of the defence structures was changed and placed on high ground, so as to be able to more easily target ships at sea.

As the shores of the Straits are quite rugged, due to the presence on the Sicilian side of the Peloritan mountains, and the mountains of Aspromonte on the Calabrian side, it was decided to make the fortifications invisible from sea, the principle area of engagement, and to protect the remaining areas in more traditional ways, with trenches, caponiers and drawbridges, should the battery be outflanked on land.

Connection between the fortifications of the Strait of Messina and the surrounding territory

The particular positioning of the 19th century fortifications, originally determined by a strictly military choice of observation and firing posts, appears to have been well made. Military installations in the Straits were positioned in extremely well favoured, panoramic points. Territorial congruity provides yet another enhancement factor for this national heritage.

If the general hypothesis is that the military installation was not invasive, nor visible from the Straits, it is evident that the construction characteristics responded to an architectonic model which is totally compatible with this need: the fort was not be visible to possible attackers, but was to be highly efficacious and easily maintained.

From this we are talking, for obvious planning needs, of an essentially underground architecture, to be inserted in hill or plateau areas, following certain modification of the facilities. There are structures made from earth, stone and bricks which blend in with the robustness of its position, rooted, as such, in the earth, with the need for passageways and viable connections, even under enemy fire, allowing movement of fire arms and an efficient system for easily handling equipment. This is an apparently 'natural' architecture, simple in its essence, which dialogues directly and without trauma with the territory, and which adapts to its surroundings, establishing new rules of maximum environmental compatibility, leading to the highest level of shape adaptation, the lowest level of external development and therefore, the highest efficiency.

Military presence and visibility

The reasoning behind the military batteries guarding the Straits was significant as it overturned the idea of deterrence based on visibility of strength. In the distant past, transformations to the land and landscape were striking, while now structures were invisible and underground, but capable of surrounding enemy craft with crossfire to ensure complete coverage of the entire stretch of waters of the Straits. The difficulty of the enemy in identifying the exact position of the batteries was due to the fact that there were no emergences or structures visible from the sea, and because of their position, on the hills, distant from the coast. This effective defence solution depended completely on the range of rifled cannons and the spread of firing cover from each post. As more than twenty battery posts protected

the two sides of the Straits, the possibility of intercepting the enemy was guaranteed by overlapping fire and complete coverage.

This series of fortifications is about twenty kilometres in length, in a north-south direction, with a transversal coverage of the Strait of Messina, which goes from a minimum distance between the two shores of 3,300 meters, on the northern end, to 10,000 meters at the mouth of the southern end. Gun coverage ensured protection of over 133 square kilometres of water, and there arose the ambitious programme, within defence objectives of the time, of conditioning the workings of the entire traffic of the central Mediterranean.

In reality, the elaboration of the unique model used for building in the Straits, particular in its high plain positioning, could not be compared to an entrenched camp. The latter foresaw the defence of a perimetric space toward the outside. In the case of the fortifications of the Straits, this logic was reversed: defence was placed on the two sides and directed internally, hindering an attack from the enemy at sea. The closed area of the entrenched camp to be protected was missing, and instead, natural features were given great importance. The installations on the Calabrian side had the slopes of Aspromonte behind them, while on the Sicilian side, there was the natural bulwark of the Peloritan mountains.

Posts not overlooking the Straits, on the Sicilian side, looked onto valleys which allow control of the passage from the Plain of Milazzo and therefore determined the positioning of four batteries in this direction, to defend from a possible landing from the Tyrrhenian Sea. In some drawings from the Engineers Corps from 1884, we find the words 'entrenched camp', along with relevant tracings of firing trajectories. This, we think, referred to the area controlled by these batteries, which were ideally placed for that eventual landing, because of the particular position of the wording on the plans.

A further consideration on the particularity of this system of 19th century fortifications can be made given that response to attackers was conceived as rapid and immediate, contrary to the logic of entrenched camps, which were born essentially in response to siege warfare. Enemy vessels were not to have any possibility to rest and stop to disembark troops. It was for this that the passage through the Peloritan mountains from the plain of Milazzo was defended, given that the lesser slope of the land could facilitate disembarking and outflanking of posts on the Sicilian side of the Straits.

Variations in the organization of the batteries

The shape, distribution of spaces and size of the different batteries is worthy of attention.

We have identified four different construction solutions based on the general model of organization of these defence structures, which we categorize as four variations of a single model. The internal organization was originally a single plan, and the distinctions proposed are purely functional and descriptive, in an effort to interpret the finalization and use of the variations.

1. Large sized Batteries

The first two batteries were Matiniti Superiore, later renamed Siacci, in Campo Calabro on the Calabrian side of the Straits, and the Polveriera battery, later renamed

Masotto, in the commune of Messina on the Sicilian side. They have essentially the same shape and are important for size and high number of usable spaces, which meant they could house large numbers of troops. Their shape, originally trapezoidal, was modified by the juxtaposition of a triangular ditch on the mountain side, with a scarp and counterscarp in solid stone masonry. They differ from others in their high ground position. Here, a lower unevenness of the ground meant there were more architectural possibilities. However, the model was later abandoned, due to high cost and difficulty in building and maintenance.

2. Medium sized Batteries

Most constructions fall into this category. They are based on a regular, quadrangular shape with three sides closed by earth ramparts, and on the side of the mountain by a ditch, caponier protection and drawbridge at the entrance. These elements are laid out in a precise symmetry, emphasized by the centrality of the parade ground and the double access ramps at the level of the large guns. Compared to the organization of larger sized batteries there was less space, and far less troops could be housed.

3. Small sized Batteries (more or less protected by larger sized batteries)

These batteries guarded the Straits from nearer the sea and were often aligned with higher up, larger sized batteries. They were minimally developed in organization and height, and were built with less digging, excavation and infilling. The choice of this type stems from the proximity of the main firing front to the coast.

4. 'Mountain' Batteries

There were many batteries in this category, and were generally positioned on the highest ground of the Peloritan mountains, deliberately using a simple construction. They are all to be found on the Sicilian side of the Straits and were destined for the protection of internal communication lines.

A historic, architectonic and environmental heritage

The fundamental question which arises from relevant historic data concerns what to do with regard to this particular type of public architectonic heritage, which has a singular, environmental value, due to the choice of structures and extraordinary panoramic location.

This architectonic heritage was born as, and remains, by Italian law, public property and should be suitably protected and conserved, both, as is due to forced heritage of the State[16], and for the significance that these batteries have as evidence of a particular historic moment, receiving therefore, all respect this material documentation of the tradition of fortified works deserves. Its singular value and significance lies in having marked a land endowed with particular geographical features, and favouring a specific relationship between these fortified structures and the environment of the Straits.

The need for environmental protection for architectonic heritage should not seem singular nor anomalous, nor forced in the cultural elements it contains. It is well known that defence structures (be they for the territory or city) are examples of advanced anthropization and show the desire for continuity of a determined territorial order.

Historically, the issue revolves around the role of an enemy which loomed on the horizon at the close of the 19th century, an imminent threat which directly led to the permanent fortification of the Straits. Although fortunately little used for military purposes, today they form part of a single national, architectural environmental heritage, structures that can be restored and used despite their *raison d'être*.

Conservation of the permanent fortification of the Straits of Messina

This heritage is considered, first of all, as unitary, an expression of the historic event of setting up of a defence system, within a national policy, to safeguard the area from possible attacks by an enemy power. To correctly understand what measures should be taken, the characteristics of this type of heritage should be carefully examined so as to protect it adequately and made it useable; however, useable only according to absolute compatibility.

It would be a grave error to consider this heritage as being simply made up of a certain number of different, separate entities, so much so as to create problems in planning preservation works that finish up by merely delimiting the area. It is quite the opposite. This heritage structure concerns the entire series of coast batteries and fortifications built in the same period. It is to be considered as a single piece, a single historic document, precious in its expression of the design of the Italian Engineering Corps, in a precise historic period. It must thus be preserved as a unique project.

A further consideration on the preservation of these structures is that they are the only architectonic heritage of this type in the area to have survived the catastrophic earthquake, completely intact, in the Straits of Messina, in 1908.

The earthquake of 1908, which saw the destruction of the cities in the Straits, Messina and Reggio Calabria in particular, with nearly 100,000 victims, is universally remembered as one of the most devastating natural events of the 20th century. It was this seismic event which led to the birth of innovative technological solutions and anti-seismic constructions based on framed structures, adopting different techniques[17] which fundamentally refined, above all wooden framed structures, some technical devices and construction systems already adopted 125 years previously, after the Calabrian earthquake of 1783. From the reconstruction of the cities on the Straits, immediately after 1908, the myth of reinforced concrete framed structures as the ideal solution for safe, long-lasting buildings, was created.

Yet, the guard batteries of the Straits were built twenty years before the 1908 earthquake, using neither innovative technology nor framed structures. Rather, they were based on raised structures in mixed masonry and on traditional vaulted structures, an acceptable solution and, as confirmed by history, extremely long-lasting. If anything, these structures show how the correct use of traditional structures and solutions based on works of relief and infilling can work, considering that today these structures are practically intact, with simply a few cracks due to subsidence or cave-ins, due, above all, to external causes[18], along with light damage due to lack of maintenance.

Architecture and environmental protection

The fortifications have been identified as environmental heritage based on certain considerations. The first is that the identified system is historically significant

in its localization and structure, in an area which is important both from a landscape and environmental point of view. The second, strictly connected to the first, is that not only has it not created any modifications to the environment, but, is an expression of congruity in maintaining the panorama of the Straits. The third is that the location was chosen for the defence battery in the Straits for its exceptional view points and panorama of the entire territory.

One need not be an aesthete or environmentalist to recognize the beauty of the panorama over the Straits from these 19th defence structures, unique in what they offer in their natural setting. Environmental heritage needs to be revaluated and preserved and no longer neglected. This means drawing up a program of preservation which is precise and feasible, within determined time limits, similar to landscape protection which foresees "maintenance of features, of constitutive and morphological elements, also keeping in mind architectonic typologies, as well as techniques and construction materials"[19].

Furthermore, this defence structure as heritage, created during the war, may have a sense today, should it become not only an example of a proper conservation but also an example of an open, territorial structure, used in a proper social and public way.

Interventions on the heritage of the fortifications and codes of behaviour

Heritage conservation needs to extend over a wide field, from the need of simple maintenance interventions to recomposing damaged parts or re-establishing a compromised environmental balance. Thus, a code of behaviour should be applied with the aim of both directly protecting the object or place being worked on, and achieving the correct quality level of the plan and intervention themselves[20].

The aim of the code should be to avoid excessive, overworked plans which often add structures, destroying the integrity of the object or place in hand. Engineering based projects of consolidation often give negative results, as there is recourse to hi-tech or hybrid solutions which alter historic structures, even provoking various degrees of instability, due to incompatibility of materials. A code regarding ways of approaching historical architecture should include minimally invasive, feasible interventions starting from the notion that the bigger the proposed transformation of a structure, the higher the risk that the final outcome may be questionable, compared to the original information and character of the structure.

This is particularly dramatic when, as in our case, the object of intervention is; a) not thought of as being sufficiently important, or 'monumental'; b) not a single object, but rather an element of an architectural complex built in one period. In this case, the need to maintain the original character is fundamental, along with conditions of use which are compatible with the typology of the cultural heritage, respecting its inherent architectonic elements[21].

The above mentioned codes of behaviour, seen as an actual enactment of intentions and general indications of various guidelines on restoration and conservation, might indicate limits and planning possibilities of appropriate interventions. The Declaration of Amsterdam, 1975, with the introduction of the principles of integrated conservation, raised the issue of use, with determined functions, of

architectural heritage. Politically correct logic is that, only if a determined architectural structure is put to use, and if economic resources are guaranteed for managing and maintaining it, can an important structure be kept 'alive'.

An international code of behaviour could, one day, lead to coordinating interventions on architectural heritage, meeting wide ranging, international needs. The right setting needs to be fostered, to allow the establishment of an information network to link up end points and critical events for both single architectural elements, and larger, more complex entities, without neglecting structures which have determined different territorial usage.

In our case, this intention is applicable in terms of definition of rules which are acceptable to the scientific community, and applicable in different situations without giving rise to difficulty in interpretation, and with easily understandable methods. There is the need to create a database related to diverse architectural structures and markers which can be traced throughout a territory, and which have been indentified as highly significant in the history of the communities in the area.

The resulting database could become the first element in the systematic organization of information, with the help of the scientific community and the use of pubic and private institutions, via Internet[22]. Difficulty in using a common system of information gathering could be resolved with the use of suitable databases provided by scholars and researchers, via Internet, in universities and research institutes. Globalization of communications could significantly contribute to diffusing knowledge on architectural and environmental heritage.

Knowledge of available data should be the first step in structuring communications, thereby improving efficiency in preservation and safeguarding interventions, on a national basis, given the vast range of situations involved. Realistically, IT systems are the only way to coordinate the so many different realities, both from the point of view of interventions foreseen, and the enormous differences between the experts involved in such a project. With IT systems, information gathering, sorting, categorizing and re-elaboration becomes more feasible, and the resulting database can contribute in an extremely practical way to a truly common, shared reference system.

Reasoning from the conservation of a particular type of cultural heritage to the point of external relationships involving exchange of data on a world basis may seem demanding and/or excessive. In reality, however, this reasoning is linked by two obvious considerations. The first is that without communications, information and culture cannot spread. In our case, information and culture are not concerned only with historic data, but involve both tangible and experimental data, dealing with real life problems and experience. The second is that the spread of culture on-line is so relatively easy and immediate as to encourage exchanges in a totally democratic way.

Simple rules are required.

Even if coordinated principles and rules put together by the international community can extend ways of protecting historic heritage, there still remains the problem of 'codes of behaviour', which should concern ways of studying and intervening on single projects, outlining simple, easy to understand actions/proposals, giving the same possibilities to poorer regions or nations as richer nations can avail of[23].

The only way to unite poorer and richer realities in the protection of architectural and environmental heritage is in using controlled interventions, starting on a small scale, with the manual and artisan approach that was used by those who created the structure that has now to be conserved. This would mean, for instance, that the first standard intervention to be verified in a structure would be the method of constructing the walls. Masonry, whether realized in stone, brick or mixed techniques, should help determine the original use of the structure, after examining the manual labour and rules used by the builders.

Well bonded, well presented masonry will show the quality of the vertical structure of the building. Without knowing the true consistency of the masonry it will not be realistically possible to evaluate the restoration and maintenance needed. The same principle should be adopted for the study of other structural elements of the building. Horizontal structures (roofs, ceilings, vaults) should be considered according to their function, and would be fundamental in identifying the characteristics of the building. By studying and analysing how the brickwork and annexed structures were built the reasoning behind the choices made by planners can be identified. Thus, the architectural tradition expressed by the building can be unquestionably traced. Altering the characteristics of a building or architectural complex with incompatible modifications and transformations means completely changing the body of the structure, debasing or annihilating the historic significance of this structural document.

The objective is to tend toward recuperating and conserving architectural documents compatibly with the diverse needs arising in as many different situations as possible. The reacquisition of manual capacity in carrying out interventions is also envisaged as it would give direct, immediate control over the work. Thus, work being carried out avoids an undifferentiated, uncritical contribution deriving from the use of improper technology or procedures which lead to solutions that are difficult to control, and divorced from building tradition.

Endnotes

1. Associate Professor of Architectural Restoration, Università Mediterranea, Reggio Calabria, Italy. Coordinator at UM, Reggio Calabria for the International Master program EMDiReB – European Master in Diagnosis and Repair of Buildings, and Head of Specialization course in Conservation and Restoration of Historic Architectural Heritage.
2. Cfr.: M. Lo Curzio – V. Caruso, *La fortificazione permanente dello Stretto di Messina, Storia, conservazione e restauro di un patrimonio architettonico e ambientale*, EDAS., Messina 2006.
3. F. Braudel, *Il Mediterraneo. Lo spazio la storia gli uomini le tradizioni*, Milano 1997, pag.11.
4. G. Parker, *La rivoluzione militare. Le innovazioni militari e il sorgere dell'Occidente*, Bologna 1989.
5. M. Roberts, *The Military Revolution*, Belfast 1956.
6. Michael Roberts identified historic changes in warfare, as follows: 1. Revolution in tactics with the substitution of spear and pike with bow and musket; 2. Increase in the size of armies in Europe, which, between 1500 and 1700, grew ten-fold; 3. More ambitious, complex strategies; 4. The impact of war on society regarding resources used, damage and administration difficulties.

7. For a complete, systematic view of issues related to the history of modern fortifications, different models used in Europe, requisites for fortifications and choice of location, planning and building , see M. Borgatti, *La fortificazione permanente contemporanea (teorica e applicata)*, Torino 1898.
8. This theorist on fortifications is attributed with having a particular role in experimentation and setting up of entrenched camps. Cfr., in particular: A. H. Brialmont, *Traité de fortification polygonale*, Bruxelles 1869; A. H. Brialmont, *Les régions fortifièes. Leur application a la défense de plusieurs états européens*, Bruxelles 1890.
9. Cfr.: P. Brunello, *La deterrenza impossibile: i campi trincerati in Europa (1860-1915)*, in C. Zanlorenzi (a cura di), *I forti di Mestre, storia di un campo trincerato*, Verona 1997, pag. 17.
10. M. Borgatti, *La fortificazione permanente contemporanea, cit*., pagg. 101-106.
11. *Ibidem*.
12. The study of defence systems in the new State began in 1862 with the setting up of a mixed Commission, directed to report on the use of existing, and future, military structures. The work of this Commission is the basis for the main constructions of the 19th century.
13. It should be noted that the Permanent Commission for Defence, from its onset in 1862, proposed general issues to be dealt with in deciding on efficacious interventions for the defence of the Nation. In the phase which ends on 17.02.1886, the order of precedence of works in the Strait of Messina was decided (Dispaccio n.2018). Up to that date, only works for the batteries in Matiniti superiore (Calabrian coast) and Polveriera (Sicilian coast) had been started.
14. Cfr. for a complete analysis of fortifications in Messina, see: F. Chillemi, *Mura, torri e fortificazioni*, in R. Sisci – F. Chillemi - M. Lo Curzio, *Messina. Fortificazioni e Arsenali, cit*.; for the relationships between fortifications and modifications in urban planning in Messina, see; M. Lo Curzio, *Per una lettura della configurazione urbana e delle modalità d'intervento*, with designs by Antonio Amato, *ibidem*.
15. M. Borgatti, *La fortificazione permanente contemporanea, cit*., Parte II, pag. 103.
16. Fortunately all these installations are state property. This fact, along with the policy of contracting out to experienced individuals in the last decade, has meant the survival of a heritage which is at risk, due essentially to lack of maintenance, and plundering by illegal users.
17. For the reconstruction of the cities of the Strait of Messina cfr.: G. L. Di Leo - M. Lo Curzio, *Messina una città ricostruita, materiali per lo studio di una realtà urbana*, Bari 1984; R. M. Cagliostro, *Ricostruzione e linguaggi, Reggio Calabria: per una storiografia delle scritture architettoniche dopo il 1908*, Reggio Calabria 1981; A. Marino O. Milella (a cura di), *La catastrofe celebrata. Architettura e città a Reggio dopo il 1908*, Reggio Calabria 1988; C. Barucci, *La casa antisismica Prototipi e brevetti, materiali per una storia delle tecniche e del cantiere*, Roma- Reggio C. 1990.
18. The worst damage was from war, illegal transformations or improper demolition.
19. Cfr.: Codes for Cultural Heritage and Landscape (*Codice dei beni culturali e del paesaggio*), art. 143, comma 2 a.
20. With regard to the formulation of proposals for codes of behaviour, cfr.: M. Lo Curzio, *Historical Architecture, urban retrainings and maintenance of a patrimony at risk in Italy in Reconstruction and the politics of space* (Atti 7° Conferenza IASTE, Center for Environmental Design Research, The end of Tradition?), Volume 131, IASTE Working Paper Series, University of California, Berkeley 2000; published in Italy with additional notes as M. Lo Curzio, *Conservazione di Architetture e Centri Storici, dal caso italiano possibili regole e codici in I Paesaggi della tradizione*, ed. by A. Petruccioli and M. Stella, Bari 2001.

21. The extensive use of reinforced concrete in consolidation interventions peaked in Italy during reconstruction of the cities of the Strait of Messina, destroyed by the 1908 earthquake. From the first laws issued in 1909, reinforced concrete, to be used in building framed structures, was given ample field of use. It was seen as a solution to all building ills, and from then on gained so much credit as to be used in repair to historic buildings which had survived the earthquake, or considered indispensible for reconstruction or completion of the most important buildings. The legitimization of a technology which joined 'artificial stone' to steel was so unequivocally successful that it was, in a sense, sanctioned by the Declaration of Athens and the Declaration of Italy on restoration, in 1931, when construction means, similar to ancient methods, were not sufficient for 'reinforcing' or 'reintegrating'; in these cases 'modern construction means' could be used. In reality, with this policy of consolidation with reinforced concrete, we have the basis for a policy which, beyond the unconcern of behaviour, piloted structural transformation of buildings, according to the thaumaturgic possibilities of this new material and new science, thus dramatically influening the question of materials and structural alterations. This then conditioned the authenticity of architectural heritage as a true historic document.
22. The prime need is therefore to start with structures which have already been declared World cultural heritage by international organizations such as UNESCO, and add to this, architectural and environmental heritage which has been listed by different nations for conservation for future generations.
23. This proposal stems from the awareness that a certain level of knowledge and exchange of databases on world architectural heritage is missing, at the same level as environmental and artistic heritage, and that this delay hinders the international community from accessing both the knowledge itself and the material available, if only to know what is to be protected for future generations. Internet, the only realistic solution for communicating amongst people, following criteria unconditioned by stronger economic forces over weaker poorer forces, could allow a level of exchange which would overcome initial information gathering difficulties.

Fig. 1. The Strait of Messina, aerial photo to north.

Fig. 2. Location of the Coast Batteries along the two coasts of the Strait of Messina.

Fig. 3. Plans of the shots of the batteries. Archivio dell'Arma del Genio, Rome.

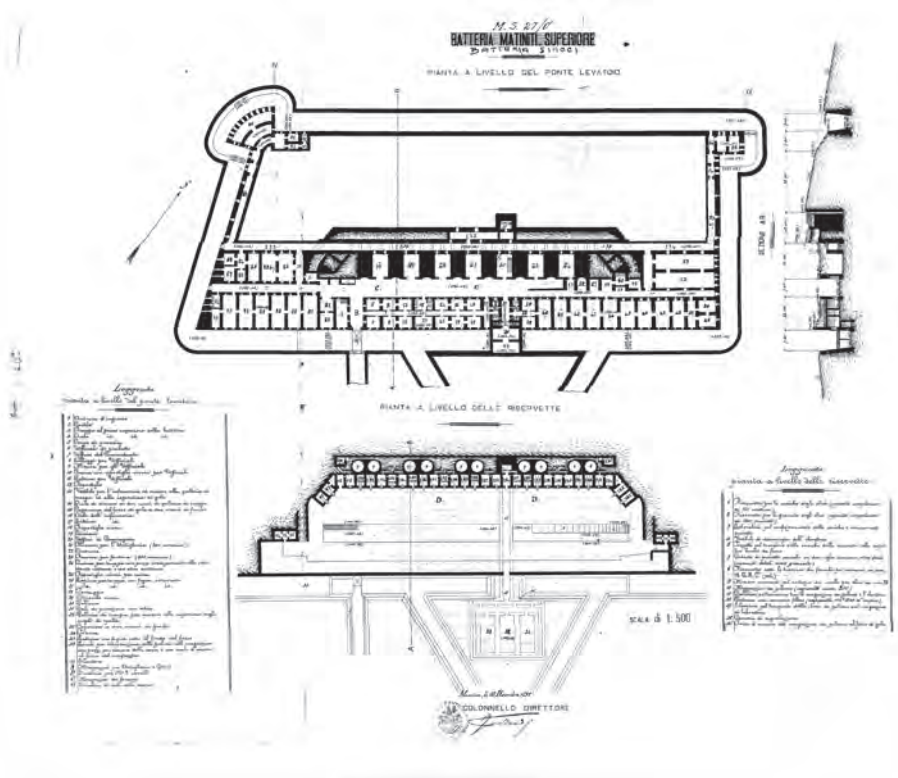


Fig. 4. Coast Battery Matiniti superiore or Siacci, 1C Calabrian coast, plans and cross section.

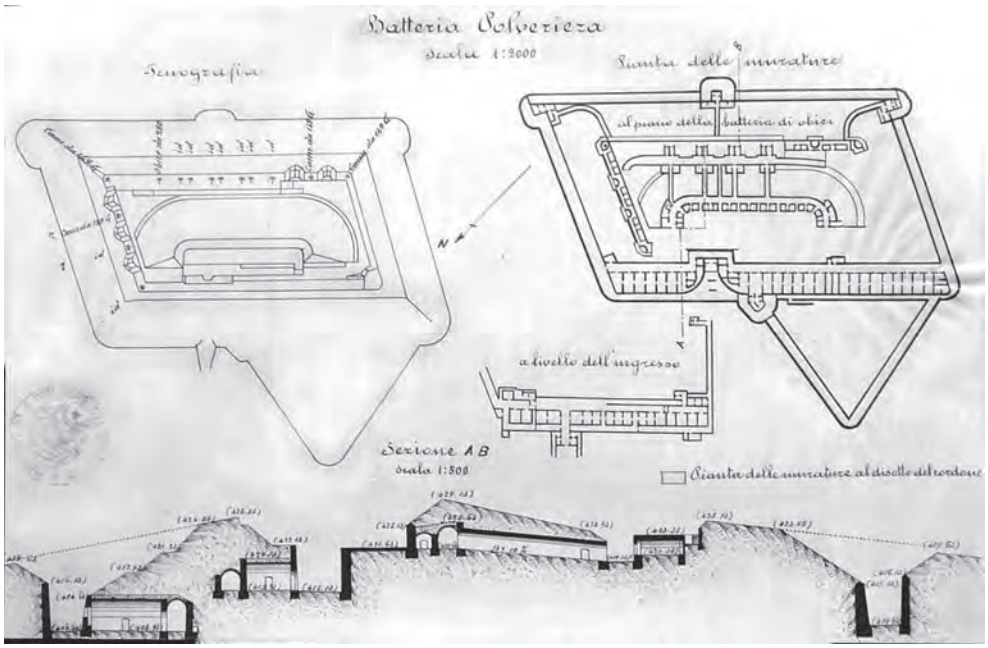


Fig. 5. Coast Battery Polveriera or Masotto, 1S Sicilian coast, plans and cross section.

Fig. 6. Coast Battery Crispi or Menaja 2S, historic photo of the early twentieth century with howitzers ready to fire.

Fig. 7. The view of the Strait from the Coast Battery Poggio Pignatelli 3C.

Fig. 8. Coast Battery Cimitero di Catona 5C, hooks of turntables Platforms for howitzers.

Fig. 9. Coast Battery Monte Gallo or Cavalli 7S shooting places and the Strait.

Fig. 10. Coast Battery San Jachiddu 8S, particularly of the ditch.

Fig. 11. Coast Battery Serra la Croce 9S, detail of the station telemetry.

Fig. 12. Coast Battery Monte dei Centri 12S, detail of the ramp to the howitzers.

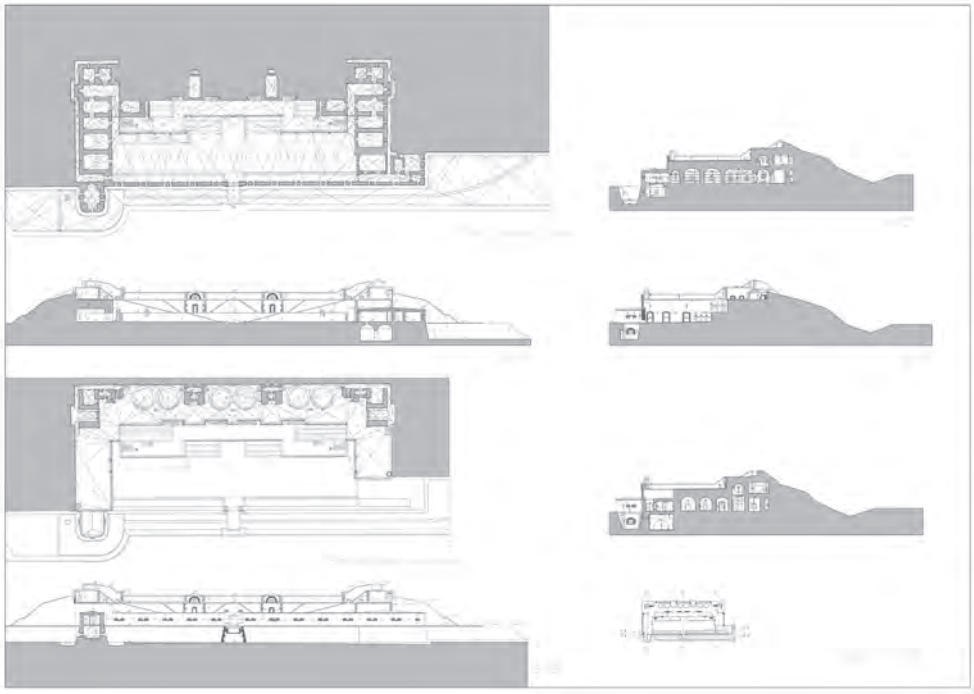


Fig. 13. Drawings of Coast Battery San Jachiddu 8S, architects Oteri, Donato, Biancuzzo.

Table 1. Construction work on permanent fortifications of the Strait of Messina. Start of work November 1, 1884 to December 31, 1889.

N.	SIC.	CAL.	Permanent fortifications	Date of start of works
1.		**1.C**	Coast Battery Matiniti Superiore - Siacci	November 1, 1884
2.	**1.S**		Coast Battery Polveriera- Masotto	November 1884
3.	**2.S**		Coast Battery Menaja - Crispi	August 20, 1887
4.	**3.S**		Coast Battery Pietrazza	January 1, 1888
5.		**2.C**	Coast Battery Matiniti Inferiore	January 25, 1888
6.		**3.C**	Coast Battery Poggio Pignatelli	January 25, 1888
7.	**4.S**		Coast Battery Ogliastri	August 16, 1888
8.		**4.C**	Coast Battery Telegrafo	September 1, 1888
9.		**5.C**	Coast Battery Cimitero di Catona	April 19, 1889
10.	**5.S**		Coast Battery Mangialupi	April 30, 1889
11.	**6.S**		Coast Battery Monte Giulitta - Schiaffino	June 17, 1889
12.		**6.C**	Coast Battery Pentimele Nord	July 11, 1889
13.	**7.S**		Coast Battery Monte Gallo – Cavalli	July 1889
14.		**7.C**	Coast Battery Pentimele Sud	July 11, 1889
15.	**8.S**		Coast Battery S. Jachiddu	July 19, 1889
16.		**8.C**	Coast Battery Piano di Arghilla' - Gullì	July 11, 1889
17.	**9.S**		Coast Battery Serra della Croce	August 17, 1889
18.	**10.S**		Battery Puntal Ferraro	September 19, 1889
19.	**11.S**		Blockhouse Antennamare	September 1889
20.	**12.S**		Battery Monte dei Centri	October 1889
21	**13.S**		Battery Monte Campone	December 31, 1889

N. = Progressive Numeration for date of start of works;
SIC. = Batteries or blockhouse on the Sicilian coast;
CAL. = Batteries or blockhouse on the Calabrian coast.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 89-103

Wpływ dotychczasowych termomodernizacji budynków mieszkalnych na oszczędność energii i planowanie programów rewitalizacji na przykładzie jednego z lubelskich osiedli

Anna Ostańska

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Architektury, Urbanistyki i Planowania Przestrzennego, e-mail: a.ostanska@pollub.pl

Streszczenie: Zarządcy wielkich prefabrykowanych osiedli mieszkaniowych powstałych w latach 1970, ze względu na sam rozmiar tych zasobów i ich daleki od doskonałości stan techniczny, są szczególnie zainteresowani poszukiwaniem rozwiązań pozwalających na zmniejszenie zużycia energii. Zakrojone na dużą skalę przedsięwzięcia termomodernizacyjne mogą stać się przyczynkiem do potraktowania problemu tych stosunkowo nowych zasobów w sposób całościowy i traktowanie ich jako punktu wyjścia przedsięwzięć rewitalizacyjnych. W artykule opisano politykę publiczną wobec termomodernizacji w Polsce oraz pilotażowe badania ITB – próby określenia optymalnego zakresu działań termomodernizacyjnych w budynkach wielkopłytowych. Opisano również dotychczasowe działania termomodernizacyjne w skali jednego z lubelskich osiedli i określono kierunek dalszych działań służących oszczędności energii w budownictwie.

Słowa kluczowe: termomodernizacja, energooszczędność, rewitalizacja.

1. Obowiązująca ustawa

Ustawa o wpieraniu termomodernizacji i remontów [1] oraz związane z nią akty wykonawcze [2 i 3] podają związane z zagadnieniem definicje, regulacje prawne, procedury postępowania i sposobu weryfikacji przy wykonywaniu audytu energetycznego lub remontowego.

Zgodnie z ustawą:

- **przedsięwzięcie termomodernizacyjne** – to ulepszenie zmniejszające zapotrzebowanie na energię na cele ogrzewcze i ciepłej wody, ulepszenie zmniejszające straty energii pierwotnej w lokalnych sieciach ciepłowniczych oraz zasilających je lokalnych źródłach (budynki podłączone do systemu spełniają wymagania zawarte w przepisach prawa budowlanego), wykonanie przyłącza technologicznego do scentralizowanego źródła ciepła w związku z likwidacją lokalnego źródła ciepła, całkowita lub częściowa zmiana źródła energii na źródła odnawialne lub kogeneracji;
- **przedsięwzięcie remontowe** – to przedsięwzięcie związane z termomodernizacją, których przedmiotem jest: remont budynków wielorodzinnych, wymiana okien lub remont balkonów w budynkach wielorodzinnych,

przebudowa budynku wielorodzinnego w wyniku której następuje ich ulepszenie, wyposażenie budynków wielorodzinnych w instalacje i urządzenia wymagane warunkami technicznymi.

Wymagany ustawą poziom oszczędności energii cieplnej w budynku uzyskanych w wyniku termomodernizacji to dla:

- systemu grzewczego – 10 %,
- modernizacji systemu grzewczego po 1984 r. – 15%,
- pozostałych przypadków – 25 %.

Wysokość premii termomodernizacyjnej może wynosić 20 % wykorzystanej kwoty kredytu, jednak nie więcej niż 16 % kosztów inwestycji i nie więcej niż dwukrotne (obliczone w audycie) roczne oszczędności kosztów energii.

Kredytu nie można otrzymać gdy zaciągnięto inny kredyt termo modernizacyjny lub uzyskano środki pochodzące z budżetu Unii Europejskiej.

Audyt energetyczny zawiera:

- dane identyfikacyjne budynku i inwestora,
- ocenę stanu technicznego budynku,
- opis możliwych wariantów realizacji przedsięwzięcia (tylko uzasadnione technicznie i ekonomicznie dla danego budynku),
- wskazanie wariantu optymalnego, w tym: określenie wielkości środków własnych inwestora, kwotę kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora i szczegółowy opis modernizacji systemu ogrzewania (jeżeli taka wystąpiła) po 1984 roku.

Premia remontowa może być przyznana wyłącznie dla budynków wielorodzinnych, których użytkowanie rozpoczęto przed 14 sierpnia 1961 roku (dokument lub pisemne oświadczenie). Ponadto co najmniej 10% z oszczędności energii należy przeznaczyć na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody, wskaźnik kosztu przedsięwzięcia od 0,05 do 0,70 (koszty robót w przeliczeniu na 1m^2 powierzchni użytkowej do ceny 1m^2 powierzchni użytkowej określanej dla celów premii gwarancyjnej), co najmniej 25% oszczędności energii na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody jeżeli wskaźnik przekracza 0,30 i co najmniej 5% dla kolejnego przedsięwzięcia, chyba że wcześniej osiągnięto 25%. Kredyt remontowy nie może być przeznaczony na:

- remont lokali w zakresie innym niż wymieniony w definicji przedsięwzięcia remontowego,
- prace prowadzące do zwiększenia powierzchni użytkowej,
- sfinansowanie prac na które pozyskano środki UE lub przyznana została premia termomodernizacyjna lub remontowa.

Wysokość premii remontowej może wynosić 20% wykorzystanej kwoty kredytu, jednak nie więcej niż 15% kosztów przedsięwzięcia remontowego. Premia naliczana jest jedynie dla lokali mieszkalnych poprzez uwzględnienie udziału powierzchni użytkowej tych lokali w powierzchni użytkowej wszystkich lokali w budynku.

Audyt remontowy zawiera:

- dane identyfikacyjne budynku i inwestora,

- kalkulację wartości wskaźnika *E* (obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania w sezonie grzewczym),
- rzeczowy zakres robót umożliwiający uzyskanie wymaganego poziomu oszczędności energii,
- plan robót remontowych,
- wskazanie zakresu prac remontowych objętych wnioskiem,
- dokumenty określające szacowany koszt przedsięwzięcia (kosztorysy).

Premia kompensacyjna przysługuje osobie fizycznej, która w dniu 25 kwietnia 2005 roku była:

- właścicielem,
- spadkobiercą właściciela,
- po tym dniu została spadkobiercą właściciela budynku mieszkalnego, w którym był co najmniej jeden lokal kwaterunkowy.

Premię przyznaje się jeden raz dla danego budynku, łącznie z premią remontową, przeznaczona jest ona na częściową spłatę kredytu przeznaczonego na remont. Wysokość premii oblicza się wg wzoru zawartego w załączniku ustawy. Wniosek o premię kompensacyjną składa się wraz z wnioskiem o premię remontową, powinien on zawierać: dane identyfikacyjne budynku i inwestora, informacje o lokalach kwaterunkowych (powierzchnia użytkowa, ograniczenia w najmie), dokumenty potwierdzające sprawdzenie poprawności obliczenia premii kompensacyjnej wg wzoru z ustawy.

2. Ważniejsze przepisy i polityka publiczna wobec termomodernizacji[1]

W latach 70. na podstawie Uchwały nr 260 RM z grudnia 1981r. wprowadzono kredyty, które później umarzano, były to pierwsze próby likwidacji wad technologicznych. W ramach tych działań ocieplano, ale nie dostosowywano instalacji c.o. do zmniejszonego zużycia na moc cieplną, co polepszało jedynie warunki wewnętrzne użytkowanych pomieszczeń.

W 1991r. Instytut Techniki Budowlanej zaproponował koncepcję konwersji dotacji budżetowych na wspieranie przez państwo systemu kredytowania termomodernizacji budynków. Istotą koncepcji był zwrot kredytu z korzyści ekonomicznych spowodowanych termomodernizacją budynku. Do takich kredytów inwestor zobowiązany był do wykonania audytu energetycznego, w którym wskazano rozwiązanie optymalne, głównie z uwagi na opłacalność przedsięwzięcia i możliwość spłaty kredytu.

Ponadto ITB oceniło, że wpływ mostków cieplnych na izolacyjność cieplną przegród zewnętrznych w budynkach z wielkiej płyty jest z reguły większy niż wynika to z przyjmowanych dodatków do współczynnika przenikania ciepła w uproszczonej metody obliczania współczynnika przenikania ciepła wg załącznika krajowego NA do PN-EN ISO 6946:1999. [5]

Ustawą o wpieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych z grudnia 1998r. [6] zastąpiono dotacje budżetowe na ocieplanie ścian budynków spółdzielczych

[1] Niniejszy rozdział opracowano na podstawie [4] oraz analizy własnej obowiązujących przepisów.

ogólnodostępnymi kredytami inwestycyjnymi na przedsięwzięcia podejmowane w celu zmniejszenia o co najmniej 10% zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków i przygotowania c.w.u.

Budynki wielkopłytowe charakteryzują się niską izolacyjnością cieplną i to od początku ich powstania. Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynków z wielkiej płyty jest zwykle od 50 do 100% wyższe, niż obowiązujące wymagania wyrażone za pomocą wskaźnika E (wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła do ogrzania 1 m^3 ogrzewanej kubatury budynku).

Warunkiem otrzymania kredytu była opłacalność inwestycji, udokumentowana audytem energetycznym (określającym zakres i parametry kompleksowego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, tj. podwyższeniu izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, modernizacji instalacji wewnętrznej c.o. i dostosowaniu jej do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło).

Likwidacja dotacji do ciepła stworzyła przesłanki do ustalenia grubości izolacji cieplnej w budynkach nowo wznoszonych. Może być ona różna w zależności od regionu kraju i mogłaby wynikać z rachunku opłacalności inwestycji wznoszonej na określonym terenie i przy założonej taryfie lokalnej.

Analiza pilotażowych badań ITB przeprowadzonych w latach 1999-2000 na warszawskich osiedlach z budynkami w systemach: szczecińskim, OWT-75, W-70 i Wk-70 wykazała, m.in. że optymalnym wariantem termomodernizacji dla budynków wielkopłytowych jest:

- docieplenie ścian zewnętrznych, stropodachu i stropu nad nieogrzewanymi piwnicami materiałem λ = 0,04 W/(mK) o grubości 14 cm,
- ograniczenie średniej krotności wymiany powietrza w mieszkaniach i na klatkach schodowych do 0,5 h^{-1},
- wymiana okien w mieszkaniach na okna o współczynniku przenikania ciepła równym 1,3 W/(m^2K) i wyposażenie w nawiewniki powietrza do pomieszczeń.

Wybrany wariant (obliczony za pomocą programu MAIN) pozwolił osiągnąć wskaźnik zapotrzebowania na ciepło na poziomie E = 21,5 kWh/(m^3rok), gdzie przy współczynniku kształtu budynku A/V = 0,34 wymagana wartość współczynnika E_0 = 30,73 kWh/(m^3rok) [7].

Z badań ITB (1999-2000) wynikła potrzeba opracowania w Polsce wiarygodnych danych wartości wskaźnikowych na temat pomiarów intensywności wentylacji mieszkań w budynkach wielorodzinnych dotyczących, np. krotności wymiany powietrza, będące podstawą do obliczeń strumienia powietrza wentylacyjnego (podane są jedynie uogólnione wartości) [8]. To niedoszacowanie poddawało w wątpliwość poziom diagnoz cieplnych i prawidłowość podejmowanych na ich podstawie decyzji dotyczących termomodernizacji budynków mieszkalnych. Brakowało też pełnego opracowania wytycznych do audytu energetycznego w zakresie rzeczywistej izolacyjności cieplnej przegród i wentylacji budynków mieszkalnych z wielkiej płyty, umożliwiających rzetelną analizę możliwości i opłacalności tych działań w skali ogólnopolskiej.

W listopadzie 2008 roku wraz z rozporządzeniem o zmianie warunków technicznych [9] weszła w życie ustawa o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych i remontowych, którą opisano w p.1.

W § 329 obowiązującego rozporządzenia usunięto wymaganie *w zakresie limitowanego wskaźnika sezonowego zapotrzebowania energii na cele grzewcze* (E) *odnoszącego się do budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego* w celu *ustalenia dla wszystkich budynków jednolitego alternatywnego podejścia do spełnienia wymagań techniczno-budowlanych związanych z racjonalizacją użytkowania energii*. Wprowadzono *przepis dający możliwość wyboru drogi respektowania obowiązujących uregulowań standardu energetycznego* poprzez*: spełnienie wymagań cząstkowych w postaci dopuszczalnej izolacyjności cieplnej przegród oraz innych wymagań związanych z oszczędnością energii zawartych w rozporządzeniu lub spełnienie warunku, że wskaźnik EP projektowanego budynku określający roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, obliczony wg zasad ustalonych w przepisach odrębnych dotyczących metodologii obliczania charakterystyki energetycznej nie przekroczy wskaźnika EP, obliczonego na podstawie prostych zależności określonych w ust. 3*. Ponadto *dla budynku, który jest poddawany przebudowie poprawiającej właściwości cieplne i charakterystykę energetyczną* dopuszczono *zwiększenie dopuszczalnej wartości EP* maksymalnie *o 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania*. *Proponowane rozwiązanie* miało *na celu zachowanie na racjonalnym poziomie swobody projektowania przy uwzględnieniu rygorów wynikających z dyrektywy* (2002/91/WE).

3. Dotychczasowe działania termomodernizacyjne na przykładzie osiedla im. St. Moniuszki w Lublinie[2]

Budynki zrealizowane w systemie wielkopłytowym OWT-67 stanowią sztywne skrzynie utworzone z prefabrykatów ścian wewnętrznych, zewnętrznych i stropowych, są bezpieczne pod względem nośności.

Na bezpieczeństwo analizowanego systemu wielkopłytowego ma wpływ prawidłowe wykonanie węzłów konstrukcyjnych. Trwałość takiego złącza jest mniejsza w przypadku niedokładnego spawania czy zabetonowania węzła i/lub zawilgocenia pomieszczeń. Przyczyną zawilgoceń są nieszczelności styków prefabrykatów i/lub przemarzanie ścian.

Z badań przeprowadzanych od 20. lat przez ITB wynika, że stan połączeń prefabrykatów w węzłach konstrukcyjnych jest dobry, mimo użycia wielu gatunków stali.

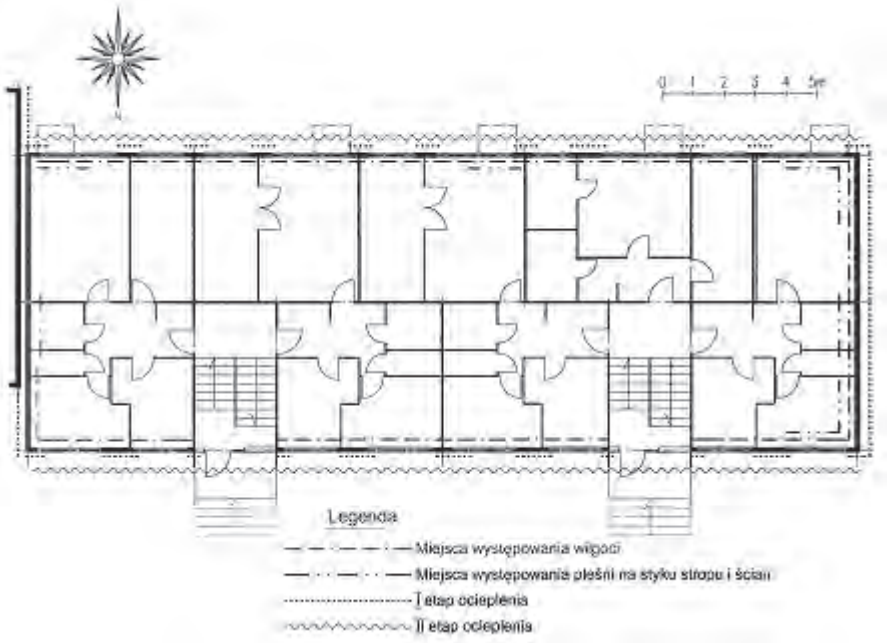
Poniżej poddano dokładniej analizie osiedle Moniuszki w Lublinie. Jest to osiedle ciekawe[3], ponieważ termomodernizacja następowała tu etapami po kolejnych doświadczeniach, opartych na podstawie zrealizowanych działań i analizie uzyskanych oszczędności energetycznych (Rys. 11).

Badania osiedla przeprowadzono w latach 1996-2006 odtworzono w nich historię termomodernizacji budynków, zbadano ich stan techniczny w chwili obecnej ze szczególnym uwzględnieniem pozostawionych mostków termicznych i możliwych jeszcze do wprowadzenia oszczędności energetycznych oraz ogólnie oceniono stan instalacji w budynku.

[2] Niniejszy rozdział opracowano na podstawie [10].

[3] Znajdują się na nim dwa reprezentatywne systemy w Polsce, tj.: wielkopłytowy OWT-67 i wielkoblokowy WBLŻ (konstrukcyjnie realizowany do dziś).

Poniżej przedstawiono schematycznie problemy i podjęty zakres działań termomodernizacyjnych dla budynku wielkopłytowego (Rys. 1) na analizowanym osiedlu.



Rys. 1. Etapy ocieplenia segmentu pięciokondygnacyjnego budynku w systemie wielkopłytowym do 2002 roku.
Fig. 1. Stages of the thermal insulation project of a five-storey precast concrete building by the year 2002.

W latach dziewięćdziesiątych budynki wielkopłytowe znajdujące się na osiedlu Moniuszki zostały ocieplone metodą lekką-suchą. Pierwszy etap modernizacji polegał na ociepleniu ścian szczytowych i filarków międzyokiennych, na których w ruszcie stalowym układano wełnę mineralną (o grubości 5 cm) i zabezpieczano powlekaną blachą trapezową [11]. Rozwiązanie to nie zlikwidowało w pełni przemarzania ścian. Z tego powodu w roku 1999 wykonano projekt drugiego etapu ocieplenia pozostałych ścian metodą BSO [12]. Zaprojektowano ocieplenie belkościany styropianem o grubości 6 cm. Po sprawdzeniu obliczeń okazało się, że grubość docieplenia jest niewystarczająca i nie spełnia warunków normowych (pominięto dodatki na mostki liniowe i punktowe). W związku z powyższym w trakcie realizacji zwiększono grubość materiału izolacyjnego o 2 cm. Ponownej wymiany ocieplenia na filarkach międzyokiennych projekt nie uwzględniał, ale zarządca zdecydował się na to ze względu na oszczędności w eksploatacji. Ściany szczytowe pozostawiono bez zmian.

Prace drugiego etapu zrealizowano w latach 2001-2002 (Rys. 2). Ocieplenie filarków polegało na wymianie 5 cm wełny mineralnej na 10 cm styropianu, który zabezpieczono wyprawą cienkowarstwową na siatce z włókna szklanego. Na fasadach zachowano podział na elementy konstrukcyjne obiektu, przeniesiono go na warstwę ocieplenia poprzez boniowanie. W styropianie wytapiano, imitując

boniowanie, podział elewacji na belko-ściany i filarki, a następnie wykonywano obróbkę powierzchni styropianu. Jakość wykonania docieplеń jest dobra. Zrealizowany projekt nie uwzględniał jednak w obliczeniach punktowych i liniowych mostków termicznych. Mimo tych zabiegów mostki punktowe widoczne są na elewacji już podczas kilkunastostopniowego mrozu na tyle wyraźnie, że można policzyć kołki mocujące poszczególne płyty styropianu.

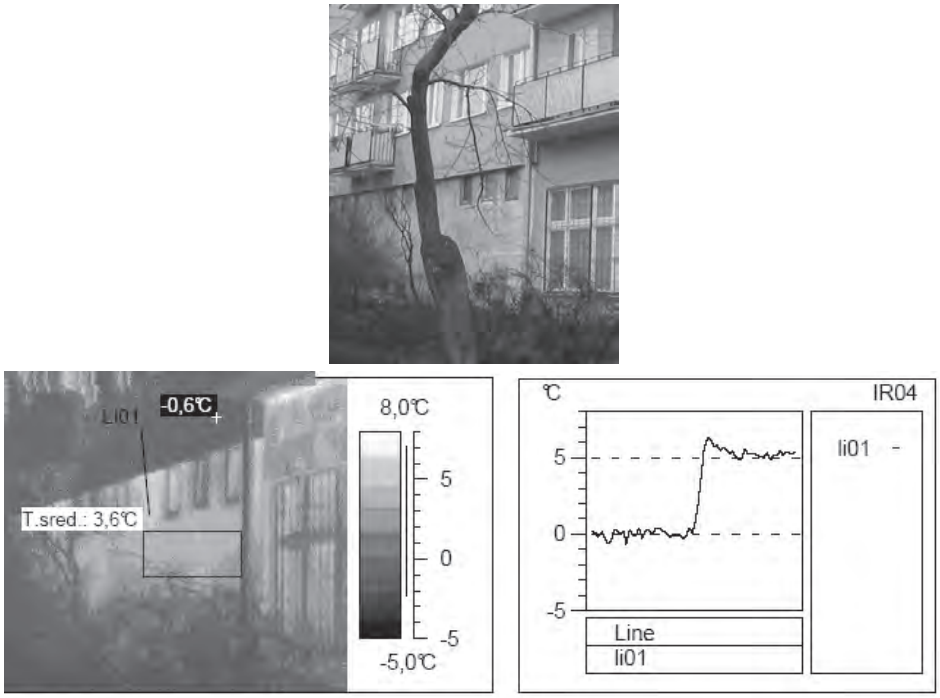
W analizowanym osiedlu na żadnym z dwóch etapów ocieplenia nie sprawdzono stanu technicznego wieszaków, na których do konstrukcji zamocowana jest warstwa fakturowa w ścianie trójwarstwowej. Nie połączono też przed dociepleniem warstwy fakturowej ściany ze ścianą konstrukcyjną poprzez dodatkowe kotwy rozprężne, co dałoby pewność pełnej współpracy tych warstw w ocieplanej przegrodzie.

Rys. 2. System wielkopłytowy, ocieplenie wykonano bez oceny stanu technicznego wieszaków, budynek: w I. etapie ocieplono – ściany szczytowe i filarki – metoda lekka-sucha, w II. etapie ocieplono: belko-ściany na fasadach i wymieniono ocieplenie na filarkach międzyokiennych – metoda BSO (styropian); zachowano detal podziału elewacji na filarki międzyokienne i belko-ściany); stan w 2003 roku.

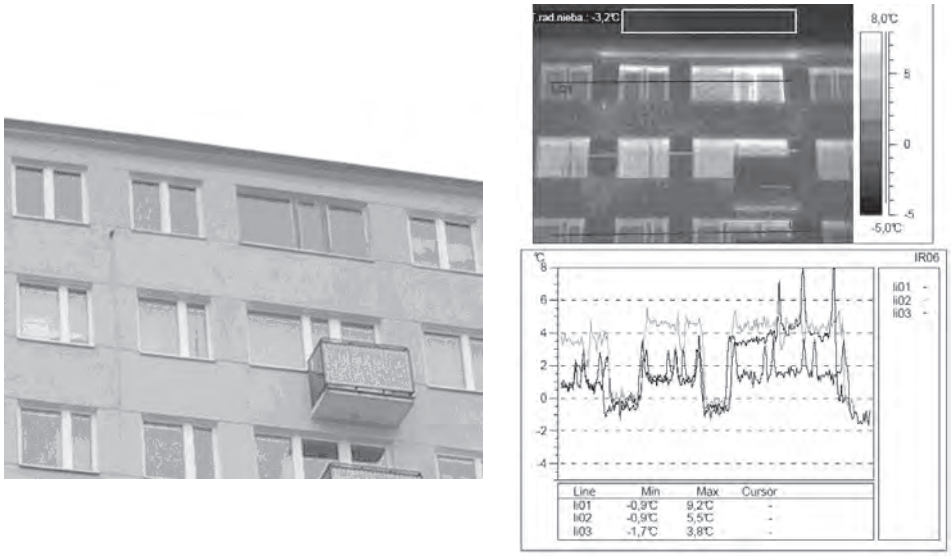
Fig. 2. Building of precast concrete plates; insulation installed with no prior structural assessment of the state of walls. Stage I: insulation of end walls and piers between windows (dry cladding). Stage II: facade insulation with polystyrene boards and render finishing; the appearance of original facade (division between horizontal strips of walls-beams and vertical piers) has been maintained; photo taken in 2003.

Nie zlikwidowano nadal mostków liniowych, balkony poddano tylko naprawom bieżącym przez pomalowanie płyt balkonowych od spodu i wymianę osłonowych płyt czołowych z azbestowych na blachę powlekaną o niskim profilu trapezu.

Zastosowane rozwiązania nadal nie są kompleksowe w zakresie termicznej modernizacji, ponieważ pominięto straty ciepła z budynku w kierunku pionowym, zarówno ku górze (stropodach), jak i w dół (stropy piwnic) oraz w kierunku poziomym (cokoły, termogram Rys. 3).



Rys. 3. Termogram, ucieczka ciepła przez cokół i ścianę piwnic.
Fig. 3. Thermogram of basement wall.



Rys. 4. Termogram, porównanie okna w mieszkaniu z oknem w suszarni pozwala oszacować średnią różnicę temperatury na 3 K, co odpowiada różnicy w przenikalności cieplnej ok. 1,2 W/m^{2}K. Ucieczka ciepła przez ościeża, stan marzec 2006.
Fig. 4. Thermogram comparing heat distribution by windows in the flats and common utility rooms; the average temperature difference of 3 K corresponds to the difference of thermal conductivity of 1,2 W/m^{2}K. Photo taken in 2006.

Rys. 5. Termogram, narożnik północno-zachodni ucieczka ciepła przez ścianę półszczytową i belko-ścianę.
Fig. 5. Thermogram, the north-west corner heat loss.

Pozostawiono mostek termiczny w ościeżach (termogram, Rys. 4) i od strony belki nadprożowej (termogram, Rys. 5). Nie uporządkowano pod względem termicznym stolarki okiennej (termogram, Rys. 4). Poważną wadą ocieplenia są kołki mocujące styropian, widoczne termicznie nawet z odległości ok. 50 m (termogram, Rys. 4).

W latach 2002-2003, mimo wykonania kolejnej warstwy pokrycia dachowego papy, nie docieplono stropodachów. Dopiero w roku 2005 ocieplenie wykonano na pierwotnie ułożonej wełnie gr. 5 cm za pomocą wdmuchiwania ekofibru o gr. 15 cm. Podczas realizacji docieplenia ścian zamknięto możliwość przewietrzania wentylowanego stropodachu, ponieważ lokalnie zaklejono styropianem otwory wentylacyjne w ściankach kolankowych. Wytwarzane pod pokryciem z papy ciśnienie pary wodnej, wynikające z okresowo dużej różnicy temperatur, może spowodować zawilgocenie izolacji termicznej stropu ostatniej kondygnacji.

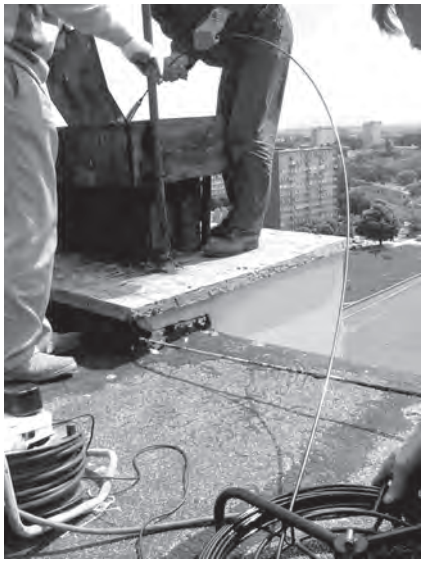
Przegląd instalacji w budynku wykazał, że aluminiowa instalacja elektryczna jest w złym stanie technicznym. W trakcie jest wymiana pionów instalacyjnych na klatkach schodowych, ale instalację w mieszkaniach remontują lub wymieniają mieszkańcy we własnym zakresie. Sprawdzenia wymagają również pozostałe instalacje: wentylacyjna, gazowa, c.o., c.w.u. i wodno-kanalizacyjna, gdyż są to instalacje po trzydziestoletniej eksploatacji.

Oprócz wyżej omówionych prac modernizacji termicznej w latach 1998-1999 wykonano również na osiedlu modernizację węzła cieplnego i wprowadzono podzielniki zużycia ciepła w mieszkaniach. A w roku 2005 rozpoczęto wymianę sieci cieplnej realizowaną przez Lubelskie Przedsiębiorstwo Energetyki Cieplnej.

Przy dociepleniu ścian i wymianie stolarki okiennej, nie zwracano uwagi na usprawnienie wentylacji, której wydajność jest ograniczona w wyniku doszczelniania ścian i stropodachu. Brak poprawy wentylacji pomieszczeń może spowodować nasilenie się rozwoju pleśni w okresie wzrostu zawilgocenia. Dodatkowo mieszkańcy samowolnie *powiększają* łazienki poprzez wyburzenie trzonu bloków wentylacyjnych (Rys. 6) lub podłączają się do kanałów sąsiadów, np. z okapami kuchennymi, co powoduje zakłócenia ciągu.

Rys. 6. Wentylacyjne kanały zbiorcze budynek prefabrykowany – samowolnie wyburzone.
Fig. 6. Common ventilation ducts - a precast ventilation block removed by the thoughtless flat owner.

W celu sprawdzenia drożności przewodów wentylacyjnych i spalinowych wykonano badania diagnostyczne specjalistyczną kamerą Monitor ORCUS (Rys. 7), która wykazała zakłócenia w drożności badanych kanałów. Niebezpieczne dla sprawnego działania wentylacji są samowolne przekucia przewodów kominowych przez lokatorów. Gruz z przekuć zalega w kanałach tworząc przeszkodę dla usuwanego z mieszkań zużytego powietrza (Rys. 8).



Rys. 7. Badanie drożności wentylacji 11. kondygnacyjnego budynku prefabrykowanego.
Fig. 7. Ventilation ducts inspection in a 11-storey precast concrete plate building.

Rys. 8. Widoczne zakłócenia drożności przewodu wentylacji na poziomie VII. kondygnacji, podgląd kamerą wziernikową Monitor ORCUS.
Fig. 8. Disturbances in air flow in ventilation ducts in 7th floor; Monitor ORCUS inspection camera.

Wymienione zaniedbania eksploatacyjne są przyczyną pogorszenia stanu technicznego budynku, ponieważ mają wpływ na trwałość materiałów z jakich został on wykonany, a wieloletnie utrzymywanie stanu podwyższonej wilgotności w węzłach zmniejszyło trwałość zastosowanych w nich materiałów (takich jak: stal, beton i ocieplający węzły gazobeton).

Badania *in situ* instalacji budynku pokazały ponadto, że instalacja:

1. elektryczna aluminiowa jest przestarzała i niewydajna, należy ją wymieniać na miedzianą, w 2005 roku rozpoczęto wymianę pionów klatkowych, jednak w mieszkaniach nie przewidziano żadnych działań;
2. gazowa jest spawana (szczelna bez możliwości rozkręcenia) i na bieżąco konserwowana, ale znajduje się zbyt blisko instalacji wodnych, które negatywnie wpływają na trwałość rur gazowych, ulegających szybszej korozji w środowisku wilgotnym;
3. c.o. i c.w.u. z rur stalowych ocynkowanych (rys.9) w piwnicach są ocieplone, jednak stan złączek jest zły, zaawansowana korozja przechodzi na odcinki proste;

Rys. 9. Budynek prefabrykowany piwnice, stan instalacji c.w.u. i c.o.
Fig. 9. A precast concrete plate building: condition of hot water and central heating systems.

Rys. 10. Kanalizacyjna studzienka rewizyjna, brak złogów, podgląd kamerą *wziernikową* przez MPWiK.
Fig. 10. Sewer inspection chamber, no deposits observed, picture taken by means of an inspection camera by a municipal water company.

4. wodno-kanalizacyjna jest żeliwna, lokalnie z PCV w mieszkaniach po remontach, ogólnie w stanie dobrym (lokalnie złym), co potwierdzają bieżące przeglądy i podgląd specjalistyczną kamerą wziernikową, wykonany przez MPWiK[4]. W czynnym przewodzie nie zauważono złogów znacząco zmniejszających przekrój rury (rys.10), choć zdarzają się miejsca, gdzie instalacja jest zamulona.

[4] Fotografia (rys.10) udostępniona przez zarządcę.

4. Efekty termomodernizacji

Struktura kosztów Gospodarki Zasobami Mieszkaniowymi[5] w osiedlu im. Stanisława Moniuszki za rok 2002 [13] była następująca:

- c.o., c.w. – 39%,
- woda i kanalizacja – 12%,
- fundusz remontowy – 23%.

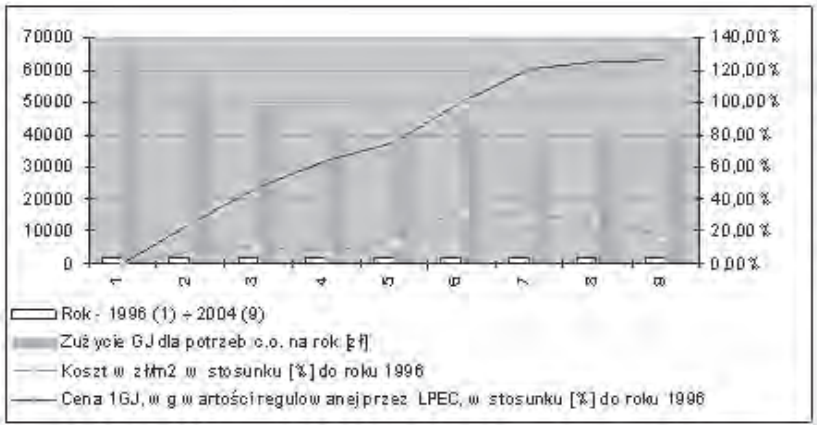
Widoczny jest zatem znaczący potencjał środków, które można będzie odzyskać dzięki prawidłowo planowanym i realizowanym zadaniom. Duży udział kosztów eksploatacyjnych c.o. ma swe źródło często w wadach technicznych tego typu budynków, związanych z wysoką energochłonnością i mało świadomą gospodarką ciepłej i zimnej wody (przez mieszkańców). Oprócz tego w przypadku obu systemów istotna jest również likwidacja mostków cieplnych w pasie przyziemia oraz wykonanie wtórnego obiegu wody.

Efektywność energetyczną oszacować można na podstawie kosztów zrealizowanych inwestycji na tle wynikających z nich oszczędności energetycznych.

Na podstawie wyliczeń zawartych w podsumowaniu bilansu finansowego roku 2002 oszacowano efektywność dotychczasowych termicznych modernizacji. Badaniami objęto wydatki na c.o. w skali całego osiedla w latach 1996-2004. Wyniki przedstawiono na Rys. 11. Rozliczenie energii cieplnej (c.o. i c.w.) na analizowanym osiedlu w zasobach mieszkalnych za rok 2002 kształtowało się na poziomie:

- przychody 2.854.123,98 zł
- rozchody 2.650.576,01 zł

dając bilans dodatni wynoszący 203.547,97 zł netto.



Rys. 11. Struktura kosztów c.o. w osiedlu im. St. Moniuszki w latach 1996-2004, opracowana na podstawie danych uzyskanych u zarządcy osiedla w roku 2005.

Fig. 11. Heating cost structure in Moniuszko Housing Estate, 1996-2004, based on cost records of the Estate's facility manager.

[5] GZM, to skrót gospodarka zasobami mieszkaniowymi, w strukturę kosztów wchodzą: fundusz remontowy, wynagrodzenia, energia elektryczna, podatki i opłaty gruntowe, wywóz nieczystości, konserwacja bieżąca budynków, instalacji i urządzeń, utrzymanie zieleni osiedlowej, zimna woda i kanalizacja, energia cieplna, pozostałe koszty (bankowe, ubezpieczenia, transport, itp.), koszty zarządzania.

Zużycie energii cieplnej dla potrzeb c.o. budynków w osiedlu Moniuszki porównano w latach 1996÷2004. Założono przy tym, że zużycie energii dla potrzeb c.o., na tle przeprowadzonych termomodernizacji, przedstawione zostanie jako zależność liniowa kosztu jednostkowego ogrzania 1m^2 powierzchni użytkowej i zmiany ceny regulowanej przez dostawcę ciepła. Jako bazowe przyjęto dane z 1996 r.

Analizując strukturę kosztów w osiedlu (Rys. 11) potwierdzono efekty przeprowadzonych prac termomodenizacyjnych i stwierdzono, że na przestrzeni sześciu lat (1996-2002) na osiedlu Moniuszki wzrost ceny jednego gigadżula energii wyniósł 117%, a koszty ogrzania 1m^2 zwiększyły się tylko o 29,61%. A na przestrzeni kolejnych dwóch lat (2002-2004) wzrost ceny jednego gigadżula energii wyniósł 125%, a koszty ogrzania 1m^2 zwiększyły się już tylko o ok. 18%. Jest to jeden z lepszych wyników spośród siedmiu osiedli Spółdzielni Mieszkaniowej Czechów [14].

Oszczędności te uzyskano dzięki konsekwentnej realizacji docieplеń zmierzającej do racjonalnego gospodarowania ciepłem w zasobach mieszkaniowych. Dodać należy, że efekty te uzyskano mimo braku opracowania kompleksowych działań i zasileń kredytowych, a jedynie za pomocą etapowania działań. Proces ten nadal nie został zakończony. Można zatem oczekiwać, że przy zaplanowaniu i przeprowadzeniu kompleksowej modernizacji będą one jeszcze większe.

5. Wnioski

W analizowanym systemie wielkopłytowym stwierdzono pewne możliwości poprawy stanu budynków. Należy stwierdzić, że ściany, okna i dach zabezpieczają obiekt przed warunkami atmosferycznymi w sposób właściwy, choć nadal niepełny pod względem termicznym.

Dotychczasowe działania powstrzymały przyspieszoną degradację budynków, ale wymagają one dalszych napraw i uzupełnień poszczególnych elementów.

Przeprowadzone prace modernizacyjne związane były głównie z obniżeniem kosztów eksploatacji budynków mieszkalnych. Oparto je na, wynikających z kart przeglądu stanu technicznego budynku, wybiórczych działaniach naprawczych, likwidujących niektóre problemy termiczne. Zrobiono już wiele dla poprawy estetyki i zmniejszenia energochłonności budynków oraz ochrony środowiska na obszarze osiedla.

Termiczna modernizacja ścian we wszystkich budynkach przeprowadzana była wielokrotnie, jednak nie była to kompleksowa termiczna modernizacja budynku. Nie uwzględniono problemów dotyczących ucieczki ciepła szczególnie przez mostki liniowe.

Nadal zatem możliwe są pewne działania, które przyniosą dalsze oszczędności energetyczne, a co za tym idzie – również finansowe. Upatrywać ich należy w odnawialnych źródłach ciepła, które ostatnio coraz powszechniej są stosowane w Polsce, choć jak dotąd najczęściej w zabudowie jednorodzinnej.

Takie rozwiązania powinny być przyczynkiem do planowania programów rewitalizacji dla osiedli z prefabrykowaną zabudową mieszkalną, których jest w Polsce wiele.

Literatura

[1] Ustawa *o wpieraniu termomodernizacji i remontów* z dnia 21 listopada 2008r. (Dz. U. Nr 223, poz. 1459).

[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie *szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego*. (Dz. U. 43/2009 poz. 346).

[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie *szczegółowego sposobu weryfikacji energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów.* Dz. U. 43/2009 poz. 347).

[4] Pogorzelski J.A., Kasperkiewicz K., Geryło R., *Zasady dostosowania budynków wielkopłytowych do wymagań oszczędności energii i odpowiedniej izolacyjności cieplnej przegród*. Praca badawcza nr 55/3457/NF-34/00, wykonana przez ITB w Zakładzie Fizyki Cieplnej zlecona przez KBN, maszynopis, Warszawa 2000, ss. 4-6 i 46-48 oraz analizy własnej obowiązujących przepisów.

[5] PN-EN ISO 6946:1999. *Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła*. Załącznik NA.

[6] Ustawa z dnia 18 grudnia 1998 r. *o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych*. (Dz. U. Nr 162, poz. 1121, z późn. zm).

[7] Rozporządzenie Ministra GPiB w sprawie *warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* – tekst jednolity. Dz. U. nr 15/99, poz. 140.

[8] PN-83/B-03430. *Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania*.

[9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. zmieniające rozporządzenie w sprawie *warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* – niniejsze rozporządzenie dokonuje w zakresie swojej regulacji wdrożenia dyrektywy 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie *charakterystyki energetycznej budynków* (Dz. Urz. UE L 1 z 04.01.2003 str. 65; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne Rozdział 12, tom 2, str. 168).

[10] Ostańska A., *Podstawy metodologii tworzenia programów rewitalizacji dużych osiedli mieszkaniowych wzniesionych w technologii uprzemysłowionej na przykładzie osiedla im. St. Moniuszki w Lublinie*, Politechnika Lubelska, Monografie Wydziału Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej Vol.1, Wydawnictwa Uczelniane Lublin 2009, ss.61-99.

[11] Domińczyk W., Luśnia K., Gawroński S.: *Docieplenie ścian szczytowych budynków na osiedlach „Wieniawskiego", „Moniuszki", „Lipińskiego" – tom III i V – rozwiązania zamienne mocowania elewacji dla ścian bud. OWT w złym stanie technicznym*, C.O.B. – P.B.P. BISTYP, Warszawa 1983.

[12] Ostrowska H., Komor E., *Docieplenie i kolorystyka elewacji istniejącego budynku mieszkalnego wielorodzinnego*. w: Projekt Budowlany budynku mieszkalnego nr 9, P.P.W. EL-KOM, Lublin 2003, s. 5.

[13] Skulimowski M., *Sprawozdanie z działalności gospodarczej osiedla im. St. Moniuszki w Lublinie za rok 2002*, Lublin 28.04.2003, ss. 1, 4.

[14] Sprawozdanie Zarządu Spółdzielni Mieszkaniowej Czechów z działalności w roku 2002 roku, stan na 31.12.2002 r.

The effect of current thermomodernization projects on energy performance of multi-family residential buildings and perspectives for new regeneration projects: the case of a housing estate in Lublin

Anna Ostańska

Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Chair of Architecture, Urban Design and Spatial Planning, e-mail: a.ostanska@pollub.pl

Abstract: Managers of large housing estates whose stocks consist mainly of precast concrete plate buildings of 1970ies, due to their sheer size and technical condition far from being perfect, are especially concerned with searching for solutions that would reduce energy consumption. Thermal modernization projects provide an opportunity to adopt a holistic approach to the problem of obsolescence of this relatively new housing stock and to consider it in terms of urban regeneration. The paper describes the energy saving policies in Poland and results of pilot studies of Building Research Institute (ITB) aimed at defining optimal scope of thermomodernization of precast concrete plate housing. The paper investigates into the effects of thermomodernization of a particular, though typical, housing estate in Lublin in order to give grounds for future actions in the field of energy saving measures.

Key words: thermal modernisation of buildings, energy saving, urban regeneration.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 105-112

Lubelska komisja Boni Ordinis i jej wpływ na rozwój przestrzenny miasta

Natalia Przesmycka[1], Jerzy Z. Przesmycki[2]

[1] Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury,
Katedra Architektury, Urbanistyki i Planowania Przestrzennego,
e-mail: natalia.przesmycka@gmail.com
[2] Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Administracji w Lublinie,
e-mail: jerzy.przesmycki@gmail.com

Streszczenie: Działalność lubelskiej Komisji Dobrego Porządku była pierwszym dającym wymierne efekty działaniem mającym na celu poprawę wizerunku miasta i uregulowanie zagadnień administracyjno - urbanistycznych po zniszczeniu miasta spowodowanym XVII wiecznymi wojnami i upadkiem ekonomicznym. Działalność komisji była również przejawem oświeceniowej myśli społecznej i wzrostowi znaczenia mieszczaństwa w państwie.

Słowa kluczowe: Komisja Boni Ordinis, rozwój przestrzenny Lublina.

1. Stan miast i pierwsze próby reform miejskich w Rzeczypospolitej

Zubożenie i zrujnowanie Lublina w II połowie XVIII wieku nie było w skali kraju wyjątkiem. Odbudowa miast w Polsce po wojnach północnych odbywała się często z pominięciem norm prawa zwyczajowego i pisanego, wbrew wcześniejszym, sięgającym jeszcze czasów lokacji przywilejom i podziałom. U podstaw tych poczynań leżała samowola posesorów magnackich, szlacheckich i duchownych. W miastach królewskich, nad miastem sprawowali opiekę starostowie, którzy w arbitralny sposób mogli narzucać swą wolę władzom miejskim, jednak przede wszystkim mający na uwadze własne przychody. Zagadnienia ładu i estetyki miasta były najczęściej pomijane. Liczne w królewskich miastach jurydyki, stanowiły enklawy wyjęte spod praw magistratów.

Zubożenie mieszczaństwa oraz brak uregulowań prawnych i nadzoru budowlanego prowadziło do sytuacji, w której większość domów wznoszonych w odbudowujących się miastach, była wykonana z najtańszego materiału – drewna. Murowane budynki często kryto gontem, a domy drewniane strzechą, przy czym kominy nie zawsze były murowane z cegły, (wykonywano je jako sztangowe), co powodowało zagrożenie pożarowe. Dodatkowo w wielu miastach wśród gęstej zabudowy lokowano zakłady „przemysłowe" używające otwartego ognia. Często nie przestrzegano linii zabudowy ulic, doprowadzając w ten sposób do ich zawężenia. Nieład i nadmierne zagęszczenie zabudowy panował zwłaszcza w dzielnicach żydowskich.

Pierwsze tendencje do ingerowania państwa w kształtowanie rozwoju przestrzennego miast pojawiły się w Europie w XVIII wieku. Podjęcie państwowej

polityki budowlanej wobec miast królewskich zapoczątkowało na sejmie konwokacyjnym stronnictwo Czartoryskich. Na sejmie tym zniesiono obowiązek udzielania przez mieszczan bezpłatnych kwater dla posłów i dygnitarzy i upoważniono miasta stołeczne województw do przejmowania pustych placów i domów, jeżeli pozostawały one bez właściciela przez okres co najmniej sześciu lat. Dało to podstawę dla odbudowywania finansów miast i porządkowania zabudowy.

Inicjatorem powstania Komisji Dobrego Porządku (Boni Ordinis) był król Stanisław August Poniatowski. Komisje miały na celu zapoznanie się z całością gospodarki miejskiej, zbadać stan finansów i zwrócić się do asesorii królewskiej z wnioskami. Komisje rozpoczęły działanie w 1765 roku dla Warszawy i Lwowa. Miało ich powstać 22. [Wróbel, 12]. W latach 1767-68 powołano Komisję Brukową dla Lwowa, Komisję Dobrego Porządku (Boni Ordinis) dla Warszawy, Wieliczki i Kamieńca Podolskiego. Komisje zajmowały się organizowaniem władz miejskich, uporządkowanie spraw finansowych i kwestii własnościowych. W wielu przypadkach Komisje podejmowały inicjatywę w zakresie porządkowania zabudowy miejskiej, reperacji bruków lub usuwania nieczystości. Należy zaznaczyć, że praca w komisjach była nieodpłatna. Dzięki pracom komisji miasta doczekały się dokładnych planów pomiarowych, sporządzanych przez zaprzysiężonych geometrów.

2. Stan Lublina w XVIII wieku

Po wojnach z drugiej połowy XVII wieku zmienił się charakter miasta. Lublin stał się miastem Trybunału Koronnego, szlachecko – kościelnym, o znaczeniu politycznym, miejscem obrad sejmikowych, sądów ziemskich i grodzkich. Mieszczańskie, handlowe i rzemieślnicze tradycje po potopie „zamarły".

Można zaryzykować stwierdzenie, że położenie Lublina przy krzyżowaniu się szlaków komunikacyjnych, będące poprzednio czynnikiem rozwoju miasta, stało się teraz jego zgubą. W sumie szlakami tymi przemieszczały się siedem razy oddziały szwedzkie (1702-1704, 1706, 1709), zatrzymując się dwukrotnie na dłuższe postoje. Wojska koronne przebywały tu trzykrotnie na „leżach zimowych" (w latach: 1703-1708), wojska rosyjskie przebywały od 1704 do 1711 roku. Dwa lata później August II wprowadził tu wojska saskie, a w 1715 roku ponownie wkroczyły wojska rosyjskie, [Przesmycka E., 9]. W 1706 roku Lublin zajęły wojska cara pod dowództwem gen. Mienszykowa. W 1707 roku zwołano tu sejm mający zdetronizować króla, na który przybył sam Piotr I. Po zamknięciu obrad car opuścił miasto, ale pozostawił w Lublinie 8 tysięcy żołnierzy. Później w 1717 roku w mieście stacjonowali dragoni generała Schlippenbacha. Od tego momentu garnizony (wojsk okupanckich bądź własnych) stały się obecne w mieście.

Pobyt w mieście obcych lub własnych wojsk, oznaczał kontrybucje, albo przynajmniej utrzymywaniem stacjonujących tu żołnierzy na koszt mieszkańców.

Charakter własnościowy i administracyjny gruntów i placów miejskich nie był jednolity. Cały obszar miasta podlegał władzy administracyjnej magistratu, jednak wiele terenów będąc reliktem czasów feudalnych różniło się miedzy sobą pod względem prawnym. Były to pozostałości dawnych enklaw prawnych takich jak jurydyki, libertacje, oddzielne folwarki wyjęte spod prawa miejskiego.

Obszar miasta w drugiej połowie XVIII wieku obejmował: „miasto murowane", ul. Krakowskie Przedmieście, ul. Dolną i Górną Panny Marii (dziś Podgrodzie

i Narutowicza), Probostwo św. Mikołaja na Czwartku, Lemszczyznę (Bursaki), Sierakowszczyznę, Kalinowszczyznę, Białkowska Górę, Słomiany Rynek, Podzamcze, Ponikwodę, Tatary (po lewej stornie Bystrzycy) i Piaski (również część leżącą po prawej stronie Bystrzycy). Do miasta należał również folwark i wieś [5]. Były to tereny bardzo zróżnicowane pod względem zurbanizowania i ukształtowania terenu. W przeważającej części, z wyjątkiem Starego Miasta, były to tereny pagórkowate bądź podmokłe, dotychczas słabo zaludnione i trudne do zagospodarowania. Pod względem administracyjno - prawnym z układu miejskiego można było wyodrębnić około 30 jurydyk [7].

Dopiero Uchwała Konstytucji 3 Maja zniosła jurydyki świeckie i duchowne w miastach. Magistrat lubelski podporządkował sobie urzędy wójtowsko-ławnicze części ówczesnych jurydyk, [7]. Również Sejm Grodzki w 1793 roku w ustawie „Miasta Rzeczypospolitej" znosił jurydyki szlacheckie i duchowne, ale nie wspominał o jurydykach skarbowych, zaś teren miast uznał „od pierwszego numeru domów do ostatniego z przedmieść za jedno miasto", [6]. Dodatkowo w 1791 roku mieszczanie uzyskali możliwość likwidacji jurydyk, przez co doszło do zjednoczenia prawie wszystkich terenów miejskich z miastem, poprzez likwidację odrębności administracyjno – sądowych.

Problemy związane z kwaterowaniem tu wojska, oraz zadłużenie miasta nie pozwoliły na jego szybką odbudowę. Dawne miejskie zakłady przemysłowe (blech, szlifiernia, postrzygalnia), przestały istnieć. Działała jeszcze woskobojnia, ale była wydzierżawiona. Łaźnie miejskie oraz wodociągi po okresie potopu szwedzkiego nie funkcjonowały. Jedyne prace, na jakie było stać miasto to interwencyjne roboty porządkowe na ulicach i Rynku, remont mostów i Ratusza.

Ryc. 1. Schemat struktury funkcjonalno - przestrzennej Lublina w końcu XVIII wieku. Opracowanie N. Przesmycka

Fig. 1. The scheme of a functional and urban structure of Lublin in the end of XVIII century. N. Przesmycka

Pod koniec XVIII wieku stan sanitarny i techniczny zabudowy miasta był bardzo zły. W ruinie pozostawały bramy i ratusz, oraz Zamek – dawna siedziba starosty, a w kilku ocalałych izbach mieściła się w nim jeszcze kancelaria ziemska. Dawne pałace, między innymi Potockich, Radziwiłłów, Sapiehów, Sobieskich, Czartoryskich, Lubomirskich, podobnie jak większość klasztorów były opuszczone i zrujnowane.

3. Działalność Komisji Boni Ordinis

Lubelską Komisję Boni Ordinis powołał dekret króla Stanisława Augusta z 12 stycznia 1780 roku, [4]. Komisji przewodził ostatni wojewoda lubelski Kajetan Hryniewiecki, [2]. W grudniu 1782 roku zreformowano ustrój władz miejskich. W miejsce czterech burmistrzów zmieniających się na stanowisku prezydenta co kwartał, ustanowiono prezydenta i wiceprezydenta z roczną kadencją. Takie rozwiązanie miało zapewnić lepszą organizację urzędu i większą skuteczność decyzyjną. Do Lublina w końcu XVIII wieku zaczęli napływać nowi kupcy i rzemieślnicy, którzy wkrótce zasymilowali się z miejscową ludnością [6]

Na sesji w dniu 11 V 1784 roku lubelska komisja Boni Ordinis „dla wygody wszystkich mieszkańców, jak też dla utrzymania nawet zdrowia ludzkiego" uchwaliła ordynację względem porządku publicznego, a zwłaszcza spraw sanitarnych. Treść tej uchwały wskazuje na wielkie zaniedbanie, w jakim znajdowało się miasto [13, 14]. Uchwała regulowała przede wszystkim sprawy zachowania czystości w mieście, oraz sposób w jaki właściciele mieli dbać o otoczenie posesji, a drastyczność sformułowania świadczy o fatalnych warunkach sanitarnych w jakich miasta się znajdowało: "*Aby nikt błota w rynsztoki zmiatać lub zgarniać, a tym samym spadek wodzie tamować, śmieci, wiórów, trocin, gruzów, popiołów, obierzyn, słomy, gnojów, fecesów, zdechlin, warzywa zepsutego i innych wszelkich rzeczy ulice szpecących i zawalających na ulicę wyrzucać nie ważył się. Lecz to wszystko za miasto w miejsca odległe lub w doły wywozić i wynosić każdy starał się, przed czyją by posesją rzecz jakowa nieochedostwo sprawująca znajdowała się, natychmiast, nie wymawiając się podrzuceniem onej z obcej posesji, też sprzątnąć, a podrzucającego dochodzić ma.(...)Aby nikt nie ważył się wody, pomyj, mydlin, fusów, lagrów i innych rzeczy błoto pomnażających i fetor czyniących gdzie indziej wylewać, jak tylko w rynsztoki.(...) Aby nikt zdechlin żadnych na ulicę lub w kanały wyrzucać i wywłóczyć nie ważył się, a gdyby o to był przekonany, nie tylko mistrzowi w dwójnasób należytości za wywiezienie zapłaci, ale nadto karze osobowej grzywien 30 do kasy miejskiej podpadnie.* [14]

Z przytoczonej uchwały wyłania się obraz miasta brudnego, zaniedbanego i śmierdzącego walającymi się nieczystościami...

W pierwszej kolejności władze miejskie zajęły się regulacją funduszy i finansów miejskich, które znajdowały się w bardzo złym stanie. Wprowadzono nowe podatki: konsumpcyjny, brukowy i kwaterunkowy, wydzierżawiono folwarki miejskie: Ponikwodę i Bronowice. Już w 1786 roku budżet miasta wyrównał się a następne lata przyniosły ponad dwukrotny wzrost dochodów Lublina. Zasobniejsza kasa oznaczała wyraźniejszy postęp w innych dziedzinach.

Inwestycje miejskie z okresu działania Komisji Boni Ordinis dotyczyły poprawy stanu technicznego najbardziej znaczących budynków i części miasta. Wyremontowano, odbudowano bądź przebudowano zabudowę wokół rynku i dawny ratusz.

Wybrukowane zostały główne ulice, zlikwidowano zawaliska pochodzące jeszcze z XVII wieku. W celu zapobiegania pożarom, Komisja Dobrego Porządku nakazała przeniesienie poza obręb centrum miasta warsztatów używających otwartego ognia, tj. piekarskich, kowalskich i garncarskich.

W wyniku działania Komisji zaczęto odbudowywać zrujnowane gmachy, porządkowano tereny po ruderach. Rynek i ważniejsze ulice otrzymały kanały ściekowe i nowe bruki. Przebudowa ratusza zmieniła drastycznie wygląd i przestrzeń Rynku. W latach 1781-1787 podwyższono drugie piętro budynku i nadano mu nową szatę architektoniczną, wg proj. Dominika Merliniego. Ratusz zdominował rynek, zarówno gabarytami jak i klasycystyczną elewacją.

Dzięki działalności Komisji Boni Ordinis wyremontowano Bramę Krakowską i przebudowano Bramę Grodzką (1785). Bardzo ważna zarówno ze względów sanitarnych jak i przestrzennych było uporządkowanie przedpola murów miejskich. Mury średniowieczne w tym okresie praktycznie już nie istniały, a tereny sąsiadujące z nimi były szczególnie zaniedbane. Problem ten szczególnie widoczny był po północnej stronie Bramy Krakowskiej. W linii równoległej do tego odcinka wytyczono ulicę Nową, biegnącą wzdłuż dawnych murów obronnych, wydzielając „znormalizowane" parcele pod zabudowę. Działki miały szerokość 22 łokci od frontu, a na nabywców nakładano obowiązek ich szybkiej zabudowy [2]. Od końca XVIII do połowy XIX wieku stanął tu rząd kamienic wyznaczający półkolistą linię zasięgu Starego Miasta i ulicę Nową (dzisiejszą Lubartowską).

W latach 80-tych doszło do licznych zmian własnościowych nieruchomości. Prywatne inwestycje budowlane i remontowe były wspierane przez władze poprzez kilkuletnie zwolnienia z podatków miejskich. Zniszczone rezydencje, pałace i kamienice, wykupywali patrycjusze [4].

W okresie działania Komisji Boni Ordinis został stworzony pierwszy pomiarowy plan miasta, z uwzględnieniem terenów jurydyk i przedmieść. Autorem planu był geometra Jan Nepomucen Łęcki (1781 - 1783), [3].Plan dokładnie obrazuje układ zabudowy i ulic, a także podziały własnościowe gruntów. Poszczególne kopie zachowane do dnia dzisiejszego (oryginał nie jest znany) różnią się nieznacznie, ponieważ kopiści wybierali różne obiekty do oddzielnego oznaczenia i opisania, Ryc. 2.

Układ sieci drożnej ukazuje miasto jeszcze w okresie, gdy szlak na Warszawę biegł północnym skrajem doliny Czechówki, w sąsiedztwie przedmieścia Wieniawa. Trakt Krakowski przebiegał po południowej stronie kościoła Św. Krzyża i zbiegał się z traktem warszawskim na Placu na Rozdrożu. Na planie widoczne są pozostałości po Wielkim stawie Królewskim – zarówno w nazwie jak i obecności zbiornika wodnego wokół wyspy – „Góry". Interesujący jest też strumień (częściowo znikający pod ziemią), płynący od Ponikwody przez Kalinowszczyznę. Jest to rzeczka Muchawiec, która wyschła w XIX wieku. Na planie oznaczone są i opisane kościoły, Nieścioruk K., 9]

Ryc. 2. Plan Jana Nepomucena Łęckiego z 1784 roku wykonany na potrzeby Komisji Dobrego Porządku, APL, PmL, sygn. 2.
Fig. 2. The plan of Lublin by Jan Nepomucen Łęcki, 1784. Done for the Comission of Boni Ordinis, APL, PmL, sygn. 2.

Otwartość władz na inwestycje sprzyjała powstaniu kościoła ewangelicko – augsburskiego. Przywilej z 1784 roku króla Stanisława Augusta umożliwił zbudowanie kościoła wraz z plebanią. Parafię przeniesiono z miasteczka Piaski, [8]. Kościół pw. Świętej Trójcy usytuowano w rejonie Krakowskiego Przedmieścia, przy drodze biegnącej w kierunku Wieniawy, w stosownej odległości od najbliższej świątyni rzymskokatolickiej[1]. Obok kościoła istniały budynki gospodarcze oraz klasycystyczna plebania z kolumnowym portykiem. Przy kościele od 1787 do 1831 roku (kiedy przeniesiono pochówki na cmentarz przy ul. Lipowej), funkcjonował cmentarz przykościelny [1].

W 1790 roku w miejsce Komisji Dobrego Porządku powołano wojewódzką komisję cywilno – wojskową. Komisja składała się z 16 reprezentantów szlachty i 4 duchowieństwa, w 1791 roku dołączyło do niej 3 mieszczan. Na czele komisji stanął ponownie wojewoda Kajetan Hryniewiecki. Komisja ustanowiła uchwałę o sporządzenie szczegółowej taryfy dymów. Zajęto się przede wszystkim poprawieniem bezpieczeństwa w mieście, poprzez walkę z przestępczością, łapaniem ludzi

[1] „…względem odległości miejsca w budowaniu zborów na łokci dwieście od kościoła rzymskiego katolickiego zachować się powinniej nastąpionego, w tej mierze żądających" – cytat z zaświadczenia o prawidłowej lokalizacji kościoła wydanego przez prezydenta Lublina i Radę Miasta. Kościół zbudowano w stylu klasycystycznym, według projektu architekta Fryderyka Zilcherta alias Zillehera trwała w latach 1785 – 1788. [8].

„luźnych" i patrolowaniem miasta przez żołnierzy. Zorganizowanie patroli nastąpiło w porozumieniu z Tadeuszem Kościuszką. Ważna dla przyszłego kształtu przestrzennego miasta była decyzja komisji o przeniesieniu poza miasto miejsc pochówku.

Po likwidacji jurydyk (1791) w 1792 roku miasto zyskało nowy podział terytorialny. Lublin został podzielony na dwa cyrkuły: lubelski i podzamecki. W kwietniu dokonano wyborów władz cyrkułów, a 14 kwietnia wybrano pierwszego konstytucyjnego prezydenta – Teodora Franciszka Gruella – Gretza [4]. Działalność Komisji spowodowała dyskusję o przyłączeniu do miasta terenów dóbr Wieniawy i Czechówki, [11]

Przegrana wojna polsko – rosyjska przerwała urzędowanie nowych władz w mieście już w lipcu 1792 roku. Przez miasto przeszły cofające się wojska księcia Józefa Poniatowskiego. 25 lipca, bez walk, miasto zajęli Rosjanie. Niespełna tydzień później, przedkonstytucyjne władze miasta, przywróciła zawiązana z inspiracji hetmana Branickiego targowicka konfederacja województwa lubelskiego. Działały one na zasadach określonych przez Komisję Dobrego Porządku.

W 1793 roku odbyły się ostatnie w wolnej Rzeczpospolitej obrady sejmu grodzieńskiego. Uznano wówczas Lublin, obok miast takich jak Warszawa, Kraków, Sandomierz i Łuck za miasto główne Korony. Wiązało się to z ponownym potwierdzeniem i utrzymaniem likwidacji jurydyk i zapewnieniem nietykalności osobistej i majątkowej dla mieszczan Postanowiono także, że Lublin miał się stać jedyną stolicą Trybunału dla całego kraju. Wybrano nowe władze miasta, ponownie wybierając na prezydenta Gruella, który jednak tej funkcji nie przyjął [4].

U progu XIX wieku Lublin ciągle był miastem zniszczonym i ekonomicznie podupadłym, jednak działania Komisji Boni Ordinis dały prawne podstawy dla jego dalszego rozwoju, zaś plan pomiarowy wykonany na potrzeby Komisji stał się podstawowym opracowaniem kartograficznym, przerysowywanym i dopracowywanym przez kolejne kilkadziesiąt lat.

Literatura

[1] Czerepińska J., Michalska G., Studziński J., *Zespół kościoła Świętej Trójcy w Lublinie* [w:] *Parafia Ewangelicko – Augsburska w Lublinie; historia – tradycja – współczesność*, (red. ks. dr Dariusz Chwastek), Lublin 2007, s. 55.

[2] Gawarecki H., Gawdzik Cz., *Lublin, Krajobraz i architektura,* Warszawa 1964.

[3] Gawarecki H., Stankowa M., *Stanisław Jan Nepomucen Łęcki IKM i Trybunału Lubelskiego Geometra Przysięgły,* [w:] *Studia i materiały Lubelskie* t. 5, Muzeum w Lublinie, Lublin 1971, s.358.

[4] Janas E., *Miasto wydziałowe. Lublin u schyłku XVIII wieku* [w:] Radzik T., Witusik A. A. (red.), *Lublin w dziejach i kulturze Polski*, Lublin 2000.

[5] Kalinowski W., Trawkowski S., *Przebudowa Lublina w Królestwie Kongresowym w latach 1817-1820,* [w:] *Ochrona Zabytków*, 1954, nr 3, s. 161.

[6] Kermisz J., *Lublin i Lubelskie w ostatnich latach Rzeczypospolitej (1788-1794),* t. I, Lublin 1939/1945.

[7] Mazurkiewicz J., Jurydyki Lubelskie, Wrocław 1956.

[8] Michalska G., *Dzieje parafii ewangelicko – augsburskiej w Lublinie z uwzględnieniem działalności w Piaskach Luterskich*, [w:] *Parafia Ewangelicko – Augsburska w Lublinie; historia – tradycja – współczesność*, (red. ks. dr Dariusz Chwastek), Lublin 2007, s. 30.

[9] Nieścioruk K., *Metodyczne aspekty kartograficznej analizy i oceny dawnych planów miast na przykładzie planu Lublina z 1716 roku C. d'Örkena*, praca doktorska.

[10] Przesmycka E., *Przeobrażenia zabudowy i krajobrazu miasteczek Lubelszczyzny.* Lublin 2001, s. 40-41.

[11] Witkowski W., *Podlubelska Wieniawa*, [w:] *Rocznik Lubelski* XIV, 1971, s. 159.

[12] Wróbel T., *Zarys historii budowy miast*, Warszawa 1971.

[13] APL, AmL, Księgi, 179, k. 238-240v, oryginał.

[14] APL, AmL, Księgi, 179, k. 312-314v.

The commision of Boni Ordinis in Lublin and its impact on spatial development of the city

Natalia Przesmycka[1], Jerzy Z. Przesmycki[2]

[1] Chair of Architecture Urban Design and Spatial Planning, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Lublin University of Technology, e-mail: natalia.przesmycka@gmail.com
[2] College of Enterprise and Administration on Lublin, e-mail: jerzy.przesmycki@gmail.com

Summary: The activity of the Lublin Good Order Committee (Boni Ordinis) was the first that gave measurable results to the action of improvement of the image of city, its administration and regulation issues. The city was destroyed and in economic collapse after the seventeenth century wars. Other activities of the Commission of Boni Ordinis was also a manifestation of social thought and increase of the importance of the middle class in the country.

Key words: Boni Ordinis, spatial development of Lublin.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 113-130

Zarys sytuacji budownictwa mieszkaniowego w Niemczech po I Wojnie Światowej ze szczególnym uwzględnieniem działalności berlińskiego towarzystwa mieszkaniowego GEHAG

Hubert Trammer

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Architektury Urbanistyki i Planowania Przestrzennego, e-mail: huberttrammer@wp.pl, h.trammer@pollub.pl

Streszczenie: Po I Wojnie Światowej z wielu względów wzrosła skala, występującego już wcześniej, problemu złych warunków mieszkaniowych. Artykuł przedstawia przegląd rozwiązań zarówno architektonicznych oraz urbanistycznych jak i prawnych oraz ekonomicznych stworzonych w Niemczech jako odpowiedź na problem mieszkaniowy, a także związane z nimi uwarunkowania. Bardziej szczegółowo omówiona jest działalność największej niemieckiej organizacji zajmującej się w dwudziestoleciu wojennym budowaniem zespołów mieszkaniowych – powstałego w 1924 roku towarzystwa GEHAG (Gemeinnützige Heimsstätten- Aktiengesellschaft = Towarzystwo Akcyjne Osiedli Społecznych).

Słowa kluczowe: mieszkalnictwo, polityka mieszkaniowa, osiedla, mieszkania.

1. Sytuacja mieszkaniowa w Niemczech po I Wojnie Światowej

Złe warunki mieszkaniowe były w Europie istotnym problemem już w dziewiętnastym wieku. Jednak po I Wojnie Światowej w wielu krajach Europy, w tym w Niemczech, skala problemu znacząco wzrosła. Zwiększenie zapotrzebowania na mieszkania było spowodowane kilkoma czynnikami. Z powodu zniszczeń wojennych spadła liczba istniejących mieszkań Miller-Lane [1]. Zmiany terytorialne po zakończeniu wojny spowodowały migrację ludności z terenów utraconych przez Niemcy. Do samego Hamburga przybyło z tego powodu 13.000 ludzi. Koniec wojny wiązał się z jednoczesnym powrotem wielu żołnierzy Kähler [2]. Miały też miejsce zmiany obyczajowe. Obniżył się przeciętny wiek zawierania małżeństw. Mieszkająca wspólnie wielopokoleniowa rodzina przestała być uważana za naturalne rozwiązanie. Pożądane stało się samodzielne gospodarstwo złożone wyłącznie z rodziców i dzieci Miller-Lane [1]. Według szacunków Niemieckiej Rady Miast[1] tuż po zakończeniu Pierwszej Wojny Światowej brakowało w Niemczech około 800.000 mieszkań. Nie miały ich przede wszystkim młode rodziny. Dlatego za mało było przede wszystkim małych mieszkań. W kolejnych latach deficyt wzrastał. Aby było możliwe zaspokojenie w akceptowalnym czasie najpilniejszych potrzeb

[1] Deutscher Städtetag – tłumaczenia nazw niemieckich zostały dokonane przez autora pracy.

mieszkaniowych (bez odnowy centrów miast), konieczne byłoby wznoszenie minimum 300.000 mieszkań rocznie.

Tymczasem w latach 1919-1924 wybudowano w Niemczech łącznie 540.000 mieszkań Kähler [2]. Co daje średnią 90.000 mieszkań rocznie. Panujący przez kilka lat od zakończenia Pierwszej Wojny Światowej zastój w niemieckim budownictwie mieszkaniowym miał kilka przyczyn. W latach 1917-1922 uchwalono przepisy ściśle kontrolujące wysokość komornego, w efekcie których znacząco spadła opłacalność prywatnego budownictwa czynszowego Miller-Lane [1]. Ich obowiązywanie w okresie panowania hiperinflacji nie tylko sprawiło, iż domy czynszowe nie przynosiły zysku, ale wręcz bardzo często przychody z czynszów przestały wystarczać nawet na pokrycie kosztów utrzymania budynków Kähler [2].

Rys. 1,2,3. Fotografie z wydanej w 1929 roku w Berlinie książki *Die Wohnungsnot und das Wohnungselend (Głód mieszkaniowy i nędza mieszkaniowa)*, w której autor Bruno Schwan zdokumentował liczne mieszkania, których lokatorzy żyli w ciężkich warunkach. Źródło: Rodenstein i Böhm-Ott [3], za: Schwan [4].

Fig. 1,2,3. Photos from the book *Die Wohnungsnot und das Wohnungselend (Housing Femine and Housing Poverty)* published in Berlin in 1929. The autor of the book Bruno Schwan has documented numerous dwelling which tenants had lived in bad conditions. Sourc: Rodenstein i Böhm-Ott [3], after: Schwan [4].

W tej sytuacji jedynym sposobem na zwiększenia ilości budowanych mieszkań było zaangażowanie się w tej dziedzinie państwa Miller-Lane [1]. Znalazło to poparcie większości partii politycznych. Bowiem po rewolucji 1919 roku istniała świadomość, iż zła sytuacja mieszkaniowa robotników może przyczynić się do wzrostu wśród nich skłonności do popierania radykalnych ruchów politycznych Kähler [2].

Po rewolucji 1919 roku zostało wpisane do konstytucji prawo do zdrowego mieszkania. Jednocześnie wydano rozporządzenia określające minimalne

standardy dla mieszkaniowego budownictwa społecznego. Standardy te faworyzowały niewielkie, położone na przedmieściach mieszkania dla dwupokoleniowych rodzin Miller-Lane [1]. System finansowania budownictwa mieszkaniowego ze środków państwowych już istniał (powrócono do rozwiązań stosowanych przed I Wojną Światową). Jednak realizacja programu mieszkaniowego na większą skalę była niemożliwa z powodu hiperinflacji[2] Miller-Lane [1]. Problem ten zniknął dopiero w 1924 roku wraz z reformą walutową, dzięki której ustabilizowano kurs marki. Jednocześnie w lutym 1924 roku wprowadzono około piętnastoprocentowy podatek, którym obłożono komorne w już istniejących mieszkaniach[3], co dostarczyło pokaźnych środków. Dzięki temu program mieszkaniowy nabrał wielkiego rozpędu. Wkrótce potem nastąpił prawdziwy boom budowlany Miller-Lane [1]. W latach 1925-1932 wybudowano w Niemczech około 1.920.000 mieszkań. Czyli średnia roczna dla tego okresu wynosiła 240.000 mieszkań. Było to znaczące osiągniecie, zwłaszcza jeśli porównamy to z sytuacją panującą w poprzednim okresie. Jednak liczba powstających mieszkań nadal nie była wystarczająca. Wspomniane wyżej, wynoszące 300.000 mieszkań rocznie minimum niezbędne do zażegnania głodu mieszkaniowego w akceptowalnej perspektywie czasowej udało się osiągnąć jedynie w latach 1928 i 1929. Przy tym 80 procent mieszkań wybudowały instytucje publiczne. Prywatne budownictwo mieszkaniowe zostało niemal całkowicie ograniczone do domów budowanych na własne potrzeby właścicieli Kähler [2].

W ramach państwowego programu mieszkaniowego większa część środków była przekazywana towarzystwom budownictwa mieszkaniowego[4], których działalność

[2] Państwo podjęło różnego rodzaju działania zaradcze. Ustalono na przykład pokrywanie w formie subwencji różnicy w cenie materiałów budowlanych w porównaniu ze stanem przedwojennym. Niestety przy ich pomocy nie udało się zrównoważyć skutków inflacji Miller-Lane [1].

[3] Obowiązujące przepisy regulujące wysokość komornego sprawiły, iż kwota podatku nie mogła być doliczona do stawki czynszu. W efekcie podatek stanowił obciążenie finansowe dla właścicieli mieszkań. Partia SPD, na wniosek której podatek został wprowadzony uzasadniała go stwierdzeniem, iż ze względu na deficyt mieszkań, ich właściciele są w dobrej sytuacji. Założeniem twórców ustawy było, iż wraz z rozwojem prywatnych inwestycji wsparcie państwa dla budownictwa mieszkaniowego będzie można stopniowo zmniejszać i w związku z tym będący źródłem potrzebnych na nie środków podatek będzie stopniowo obniżany, a następnie zostanie zniesiony. Kalkulacje te jednak się nie sprawdziły. Dlatego z biegiem lat podatek został jedynie nieco obniżony Miller-Lane [1].

[4] Wohnungsbaugesellschaften. Zostały one powołane w Niemczech w latach dziewięćdziesiątych dziewiętnastego wieku w celu poprawy złych warunków mieszkaniowych w miastach. Warunki te były efektem skokowego wzrostu liczby mieszkańców, który wynikał z mającej miejsce w dziewiętnastym wieku szybkiej industrializacji. Towarzystwa budownictwa mieszkaniowego były organizacjami spółdzielczymi. Jednym z ich celów było ograniczenie skali działań spekulacyjnych, które były charakterystyczne dla opartego na własności prywatnej rynku nieruchomości. Aby to osiągnąć nabywały one duże tereny, położone często poza granicami miast. Pozwalało to na budowanie tanich i dobrze wyposażonych mieszkań, które towarzystwa sprzedawały lub wynajmowały swoim członkom. Wiele z najstarszych towarzystw na początku było organizacjami filantropijnymi. Towarzystwa Budownictwa Mieszkaniowego nie posiadały powiązań z partiami politycznymi. Należeli do nich ludzie o różnych poglądach politycznych, a także przedstawiciele różnych zawodów (urzędnicy, robotnicy, a w niektórych przypadkach także robotnicy rolni) Miller-Lane [1].

była kontrolowana przez mieszkaniowe towarzystwa nadzorcze[5], zaś w miejscowościach, gdzie takowe nie istniały przez wydziały budownictwa w urzędach miejskich[6] Miller-Lane [1].

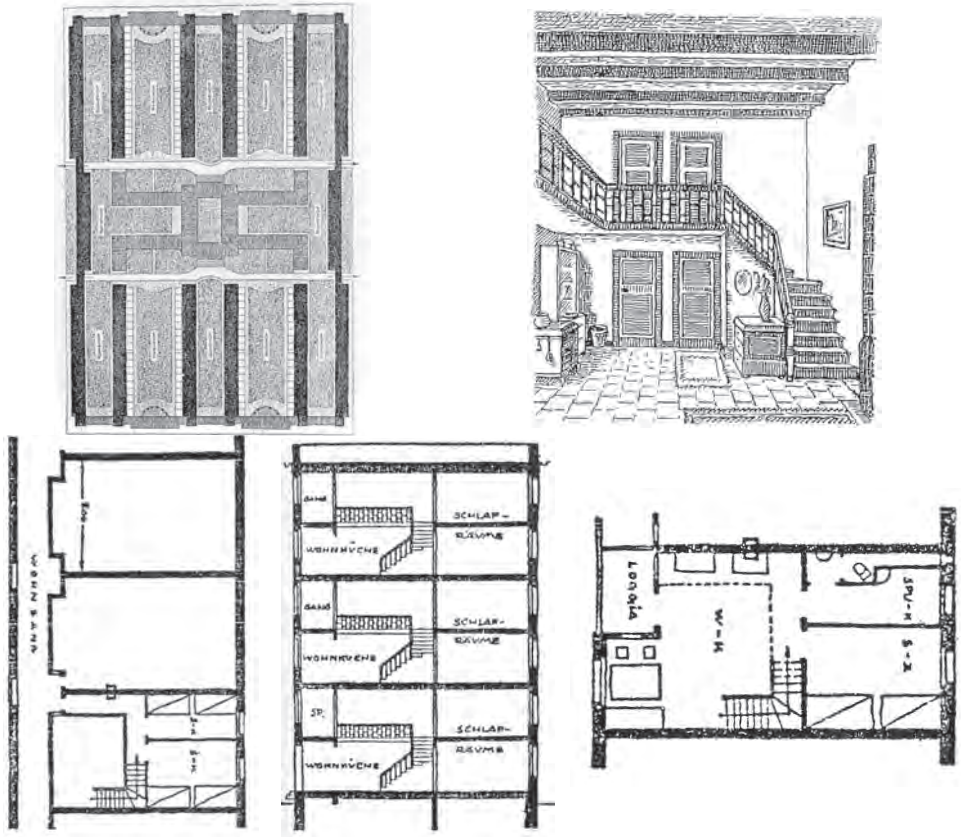
2. Wybrane idee i rozwiązania w budownictwie mieszkaniowym i kształtowaniu miast w Niemczech po I Wojnie Światowej

Zgoda co do tego, iż przejęcie odpowiedzialności za budownictwo mieszkaniowe przez państwo jest właściwym kierunkiem, nie oznaczała, iż panowała jednomyślność co do tego jaki kształt powinny mieć zespoły mieszkaniowe. Także partie polityczne nie formułowały w tej kwestii żadnych poglądów. Tym co łączyło osoby zaangażowane w kwestię mieszkaniową był negatywny stosunek do miasta dziewiętnastowiecznego, gęsto zabudowanego czynszowymi kamienicami. Wśród wizji dotyczących tego jak winno być kształtowane miasto, nie istniała żadna, która łączyłaby w sobie kwestie dotyczące urbanistyki, mieszkalnictwa i gospodarki. Istniały wyłącznie wizje fragmentaryczne. Mocno zakorzeniona była w Niemczech idea miast ogrodów, której propagowaniem zajmowało się założone w 1902 roku Deutsche Gartenstadtgesellschaft (Niemieckie Towarzystwo Miast Ogrodów). Zgodne z ideą miast ogrodów osiedla powstały w Hellerau pod Dreznem, Berlinie, Karlsruhe i Norymberdze. Ale koszty budowanych tam mieszkań czyniły budowane tam mieszkania nieosiągalnymi dla robotników (wyjątek stanowiło tu miasto ogród Falkenberg pod Berlinem. Z kolei spółdzielnie budowlano-mieszkaniowe[7] i towarzystwa oszczędnościowo -budowlane[8] posiadały wizje dotyczące tego, jaki kształt winny mieć tanie mieszkania, nie zajmowały się natomiast kwestiami urbanistycznymi. Kähler [2].

W 1919 roku ukazały się dwie książki, które przedstawiały całościowe wizje rozwiązania problemu mieszkaniowego. Ich autorami byli dość młodzi architekci. Wydaną w Jenie książkę *Die Stadtkrone* (w dosłownym tłumaczeniu: *Korona miasta*) napisał trzydziestodziewięcioletni Bruno Taut (1880-1938), zaś autorem dzieła *Wohnstädte der Zukunft* (w dosłownym tłumaczeniu: *Miasta mieszkaniowe przyszłości*), które wyszło w Berlinie był trzydziestodwuletni Heinrich de Fries (1887-1938). W opublikowanej rok wcześniej wspólnie z Peterem Behrensem pracy *Vom sparsamem Bauen* (*Z oszczędnego budowania*) de Fries propagował osiedla niewielkich domków jednorodzinnych jako właściwy sposób zamieszkiwania dla niezamożnych grup społecznych. Książka kończy się słowami prezydenta Niemiec Paula Hindenburga: „najchętniej widziałbym każdego robotnika we własnym domu z miłym ogródkiem, gdzie po pracy mógłby odnaleźć radość życia" Gert Kähler dopowiada do tego: „wtedy przynajmniej nie przyszłoby mu do głowy aby odwiedzić biuro partii socjaldemokratycznej". We własnej książce *Vom sparsamem Bauen* de Fries jest dużo radykalniejszy. Nawołuje tam do zerwania z przeszłością i rozpoczęcia działań od podstaw na wielką skalę. Podobnie jak w poprzedniej pracy sugerował rozwiązywanie problemu mieszkaniowego w oparciu o budynki o niewielkiej skali. Jednak już nie były to domy jednorodzinne. W zakresie generalnych założeń proponuje on rozwiązania przedstawiane także przez innych, takie jak: stosowanie typowych układów

[5] Wohnungsfürsorgegesellschaften.
[6] städtische Bauverwaltungen.
[7] Genossenschaften.
[8] Bau- und Sparvereine.

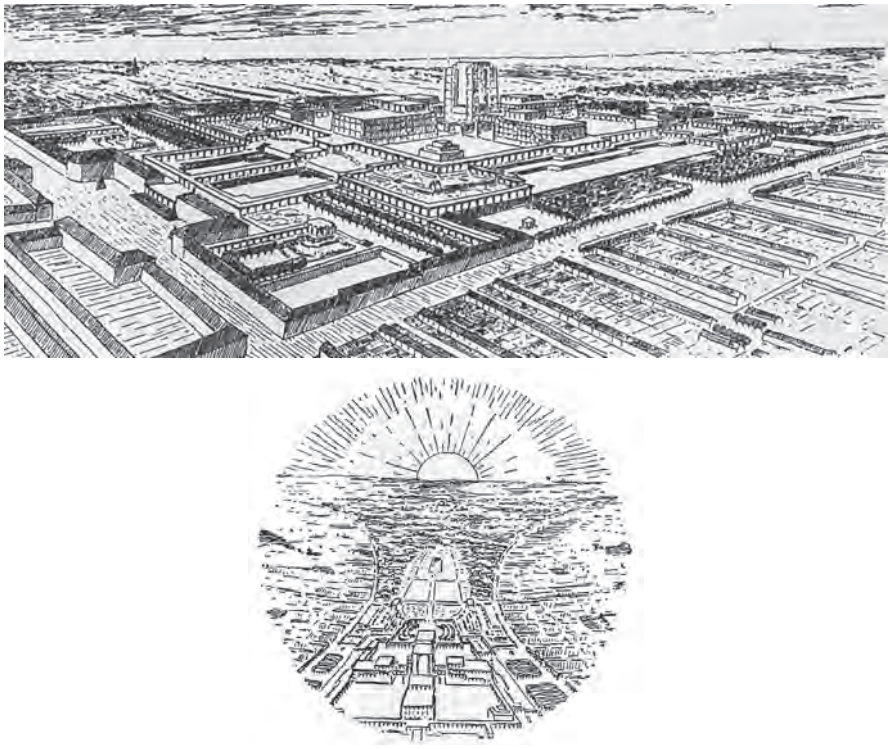
mieszkań, ograniczenie kosztów układu komunikacyjnego poprzez zróżnicowanie rodzajów ulic (w tym zastosowanie wąskich ulic dojazdowych), ustawianie budynków wzdłuż osi północ-południe. W pracy *Vom sparsamem Bauen* de Fries przedstawił propozycję dzielnicy przeznaczonej dla 6.000 mieszkańców, która miała funkcjonować jako samodzielna jednostka – Rys. 4. Na jej terenie miały znaleźć się rzemieślnicze warsztaty a także, rozwiązania znane z osiedli budowanych przed I Wojną Światową we Frankfurcie nad Menem takie jak, domy społeczne, domy dla osób starszych, czy domy dla samotnych robotnic. Całkowitą nowość stanowił zaproponowany przez de Friesa typ budynku nazwany *Doppelstockhaus* (co można przetłumaczyć jako *dom podwójnokondygnacyjny)*. Był to budynek o prostopadościennej bryle mieszczący kilka poziomów mieszkań dostępnych przez zabudowane galerie (mieszkania na wyższych poziomach) lub poprzez loggie z poziomu terenu. Zarówno w rzucie jak i w przekroju dom miał być podzielony na trzy pasy – Rys. 5,6,7.



Rys. 4,5,6,7. Rysunki z książki Heinricha de Friesa *Wohnstädte der Zukunft;* u góry od lewej: proponowany układ osiedla dla 6000 mieszkańców; dom społeczny; rysunki dotyczące domu podwójnokondygnacyjnego - widok wnętrza głównego pomieszczenia mieszkania; rzut górnego poziomu mieszkań; przekrój; u dołu rzut dolnego poziomu mieszkania w domu podwójnokondygnacyjnym. Źródło: Kähler [2], za: Fries [5].

Fig. 4,5,6,7. Drawings from the book *Wohnstädte der Zukunft by* Heinrich de Fries; up from the left: proposed layout of the settlement for 6000 inhabitants; social house; drawing on double storey house – view on the interior of the main interior of the dwelling; floor plan of the upper level of the dwellings, cross section; down floor plan of lower level of the dwelling. Source: Kähler [2], after: Fries [5].

Środkowy – najszerszy z pasów zajmowałyby główne jednoprzestrzenne pomieszczenia (po jednym dla każdego mieszkania) łączące w sobie funkcję kuchni i pokoju dziennego. Za wyjątkiem fragmentów w których umieszczono schody i antresolę główne pomieszczenie miało mieć pełną wysokość owej podwójnej kondygnacji. W pasach zewnętrznych przestrzeń każdego mieszkania podzielona była na dwa poziomy. Węższy z pasów zewnętrznych na dole mieścił loggie i aneksy jadalne głównego pomieszczenia, zaś na górze zabudowane galerie umożliwiające dojście do poszczególnych mieszkań. Nieco inaczej było w najniżej położonych mieszkaniach. Posiadały one bezpośredni dostęp z zewnątrz przez loggie. Przestrzeń zajmowana w mieszkaniach położonych wyżej przez galerie, tu podzielona została pomiędzy poszczególne mieszkania i przeznaczona na pomieszczenia składowe. Drugi z zewnętrznych pasów przeznaczony był na umieszczone w dwóch poziomach sypialnie, oraz znajdujące się na niższym z poziomów łazienki. Pod względem estetycznym proponowana przez de Friesa architektura nie odbiegała zbytnio od wcześniej już stosowanych rozwiązań Kähler [2].



Rys. 8,9. Rysunki z książki Brunona Tauta *Die Stadtkrone*: u góry widok na centrum miasta z koroną miasta i otaczająca ją zabudową (na pierwszym planie zabudowa mieszkaniowa); u dołu rysunek przedstawiający koronę miasta jako element, któremu podporządkowano jego układ. Źródło: Kähler [2], za: Taut [6].

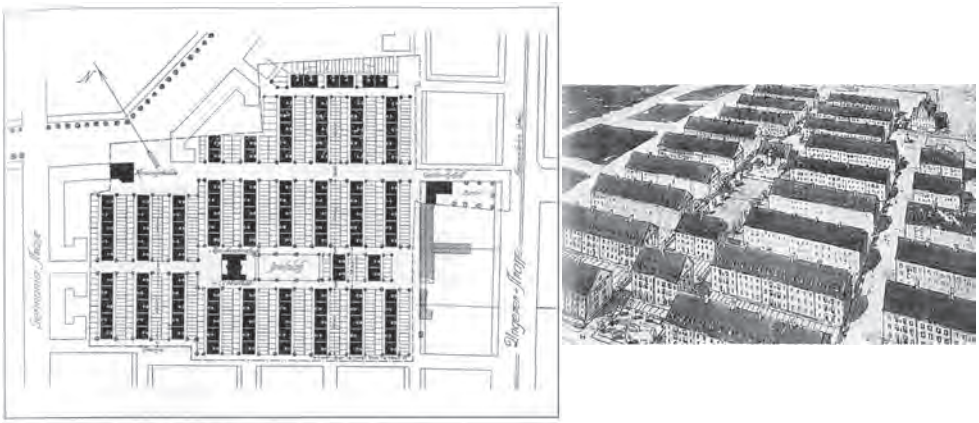
Fig. 8,9. Drawings from the book *Die Stadtkrone* by Bruno Taut: on the top view on the city centre with Crown of the City and surrounding development (in front housing); on the bottom the Crown of the City shown as the element which dominates over the layout of the whole city. Source: Kähler [2], after: Taut [6].

Bruno Taut był autorem miast ogrodów Falkenberg pod Berlinem oraz Reform w Magdeburgu, a od 1912 roku członkiem Niemieckiego Towarzystwa Miast Ogro-

dów Lupfer [7]. W książce *Die Stadtkrone* Bruno Taut przedstawił wizję miasta dla 300.000 mieszkańców, z możliwością rozbudowy do 500.000 – Rys. 8, 9. W wielu elementach nawiązał do idei miast-ogrodów. Oczywiście skala miasta była dużo większa. Z koncepcji Ebenezera Howarda przejęte zostały: struktura części centralnej, otaczające ją dzielnice mieszkalne, pas zielony mający ograniczać wzrost terytorialny miasta, oraz położone poza miastem tereny rolnicze. Zabudowa dzielnic mieszkalnych została rozwiązana w sposób tradycyjny. Najbardziej charakterystyczny element całego miasta stanowiło zgrupowanie wielkich budowli w jego centrum. Środek założenia stanowił najwyższy budynek miasta, tak zwany Kristallhaus (kryształowy dom) Kähler [2]. Nie posiadał on określonej funkcji i miał stanowić kwintesencję wspólnoty. W środku miało znajdować się tylko jedno pomieszczenie. Taut odwoływał się do miast średniowiecznych z katedrami, których nawy, a tym bardziej wieże nie miały według niego żadnej funkcji, a przez to były prawdziwymi koronami miast Lupfer [7]. Kryształowy dom miał być według Tauta katedrą dla czasów w których nie potrzeba już katedr. Ludzie mieli tam odnajdywać wspólnotę w „(...) dalekim od wszelkich form panowania, niepolitycznym i ponad politycznym socjalizmie (...)”[9]. Kryształowemu domowi stanowiącemu tytułową koronę miasta, podporządkowany był cały jego układ. Bezpośrednio z nim sąsiadowały cztery budynki: opera, teatr dramatyczny, oraz dwa tak zwane domy ludowe, budynki z salami wielofunkcyjnymi Kähler [2].

Trudna powojenna rzeczywistość nie sprzyjała realizacji pełnych rozmachu wizji. W pierwszych latach sięgano przede wszystkim po rozwiązania pozwalające w szybki i tani sposób uzyskać mieszkania. Adaptowano poddasza. Wznoszono prowizoryczne baraki. Z około 61.000 mieszkań wybudowanych w 1919 roku ponad 40 procent uzyskano w wyniku przebudów istniejących budynków. Wznoszono też dużo domów o ograniczonych do minimum powierzchni i wyposażeniu (kuchnia zintegrowana z łazienką, ubikacja na zewnątrz). Wśród nowego budownictwa przeważały domy jednorodzinne i bliźniacze wznoszone na przedmieściach. Jedną z przyczyn było dążenie do umożliwienia mieszkańcom uprawy warzyw i hodowli małych zwierząt, co miało ułatwiać zaspokajanie we własnym zakresie potrzeb żywnościowych. Z drugiej strony mieszkanie na przedmieściu wiązało się z uciążliwymi dojazdami do położonych w większości w centrach miast i w ich sąsiedztwie miejsc pracy. W pierwszych latach po wojnie powstawały jednak też miejskie osiedla domów wielorodzinnych. Ciekawym ich przykładem jest monachijskie osiedle Alte Heide (nazwę można przetłumaczyć jako: Pustki Stare) wzniesione w latach 1919-1927 pod kierunkiem architekta Theodora Fischera (1862-1938) – Rys. 10, 11, 12, 13, 14. Jest ono przykładem osiedla o zabudowie linijkowej, o prawie dziesięć lat wcześniejszym niż, powszechnie znane, głównie ze względu na taki układ zabudowy, osiedle Damerstock w Karlsruhe autorstwa Waltera Gropiusa. W osiedlu Alte Heide taki układ zabudowy został zastosowany po to aby zapewnić takie same warunki życia wszystkim mieszkańcom osiedla. Zastosowane w osiedlu formy architektoniczne były tradycyjne Kähler [2].

[9] cytat z książki Die Stadtkone za: Kähler [2].



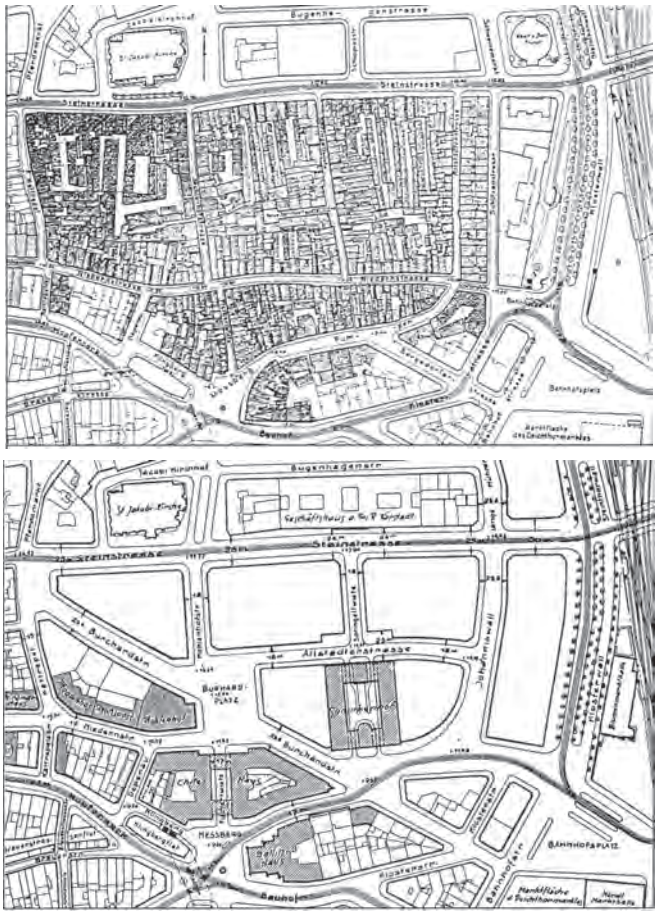
Rys. 10,11. Osiedle Alte Heide w Monachium. Plan i widok z lotu ptaka. W centrum osiedla plac zabaw, oraz budynek mieszczący łaźnię i szkołę elementarną. Źródło: Kähler [2] za: Die Volkswohnung [8].

Fig. 10,11. Alte Heide settlement In Munich. Map and bird eye view. In the centre of the settlement children playground and the building of bath and elementary school. Source: Kähler [2] after: Die Volkswohnung [8].

Rys. 12,13,14. Osiedle Alte Heide w Monachium dnia 20 sierpnia 2010 roku. Autor zdjęć: Hubert Trammer.

Fig. 12,13,14. Alte Heide settlement in Munich on August 20, 2010. Photo: Hubert Trammer.

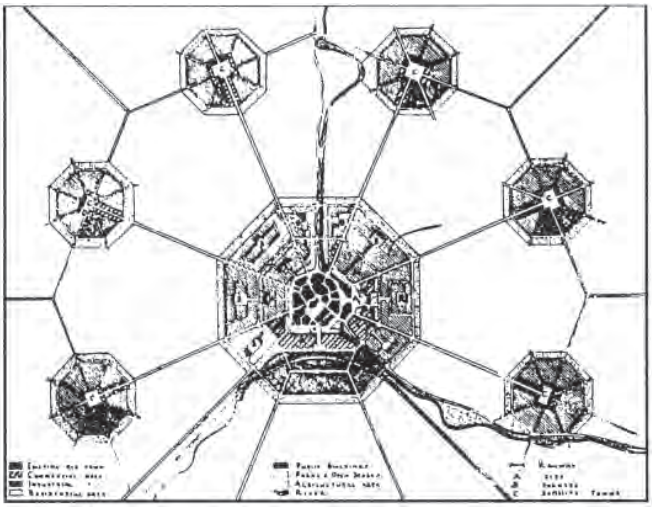
Jednym z działań urbanistycznych podjętych w Niemczech w latach dwudziestych dwudziestego wieku była odnowa centrów miast. Powszechnie wówczas panował pogląd, iż intensywnie zabudowane centrum miasta nie stwarza właściwych warunków do życia. Dlatego odnowa miast nie polegała na podnoszeniu walorów istniejącej zabudowy poprzez renowacje, wyposażanie jej w nowoczesne instalacje, czy podnoszeniu jakości przestrzeni wspólnych. Stara, nierzadko średniowieczna zabudowa, była wyburzana, a na jej miejscu wznoszono nowe budynki. Najczęściej na miejscu domów mieszkalnych wznoszono budynki o innych funkcjach. W efekcie proces ten nie wiązał się ze wzrostem lecz ze spadkiem liczby mieszkań. Przykładowo wzniesiony w Hamburgu w latach 1922-1924 pod kierunkiem architekta Fritza Högera (1877-1949) słynny ekspresjonistyczny biurowiec Chilehaus powstał na miejscu kwartału gęstej zabudowy mieszkaniowej. Nie była to jedyna tego typu zmiana w tym rejonie miasta Kähler [2] – Rys. 15, 16.



Rys. 15,16. Plan fragmentu centrum Hamburga – Kontorhausviertel. Po lewej stan z roku 1890, po prawej z roku 1930. U dołu na lewo od środka kadru widoczny charakterystyczny kształt biurowca Chilehaus. Źródło: Kähler [2], za: Brandenburger , Kähler [9].

Fig. 15,16. Map of the part of Hamburg city centre - Kontorhausviertel. On the left state for the year 1890, on the right state for the year 1930. Down on the left from the center of the picture characteristic shape of the Chilehaus office buiding. Source: Kähler [2], after: Brandenburger , Kähler [9].

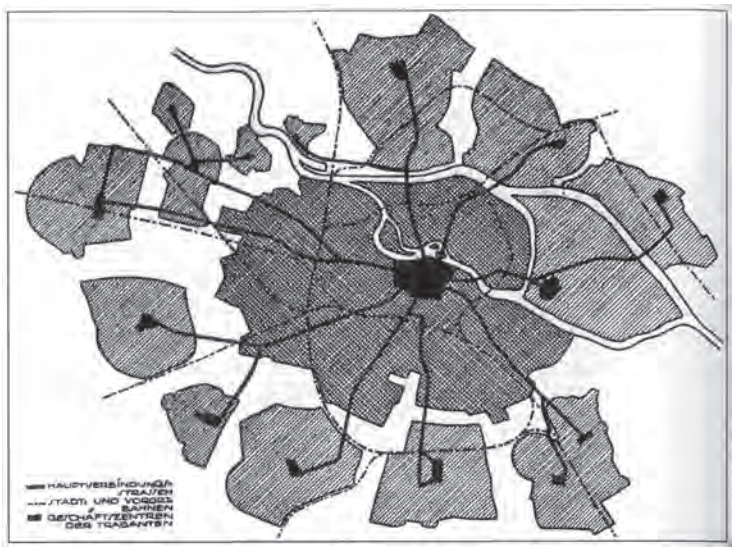
Angielscy architekci Raymond Unwin i Barry Parker po 1903 roku stworzyli dla Ebenezera Howarda projekt pierwszego miasta ogrodu w Letchword. Byli oni też autorami podmiejskiego osiedla ogrodu Hampstead Garden Suburb przeznaczonego dla różnych grup społecznych dojeżdżających do pracy do Londynu. Sporą część mieszkańców osiedla stanowili robotnicy. Pod wpływem tych doświadczeń Raymond Unwin nabrał przekonania, iż nie należy dążyć do tworzenia miast ogrodów będących, samowystarczalnymi ekonomicznie, autonomicznymi jednostkami, lecz przekształcać strukturę istniejących miast poprzez zakładanie położonych w pewnej odległości od nich powiązanych z nimi satelitarnych osiedli mieszkaniowych. Co więcej osiedla owe powinny być oddzielone od centralnej części miasta wyłączonym spod zabudowy zielonym pasem. W oparciu o tę ideę Raymond Unwin rozwinął koncepcję miast o układzie satelitarnym – Rys. 17. W latach 1910-1912 pracował u Raymonda Unwina niemiecki architekt Ernst May, który pod wpływem jego idei uznał, iż miasta wymagają daleko idących przekształceń, a zwłaszcza rozluźnienia zabudowy. Sposobem na jego dokonanie miało być zakładanie wokół nich osiedli satelitarnych. May podkreślał, iż termin *satelita* (w oryginale niemieckim *Trabant*) ma oddawać fakt, iż „(...)nowe organizmy są zgrupowane wokół starego centrum niczym planety wokół słońca. Będąc niezależnymi ciałami są w wielu aspektach od niego zależne.



Rys. 17. Stworzony przez Raymonda Unwina schemat miasta z osiedlami satelitarnymi. Źródło: Kähler [2], za: Kähler [10].
Fig. 17. The scheme of the city with the satelite settlements, created by Raymond Unwin. Source: Kähler [2], after: Kähler [10].

Centralna część miasta powinna, po nadaniu jej foremnego kształtu, zostać ograniczona do już posiadanych rozmiarów(...)”[10] Satelitarne miasta mieszkalne (Wohnstädte) powinny poza zabudową mieszkaniową posiadać niezbędną infrastrukturę i własny samorząd. Miejsca pracy winny znajdować się w oddzielnych „satelitach przemysłowych” Kähler [2]. Idee te znalazły wyraz w projekcie złożonym przez Ernsta Maya w 1922 roku na konkurs na rozbudowę Wrocławia – Rys. 18.

[10] Cytat z artykułu Ernsta Maya, *Stadterweiterung mittels Trabanten* (*Rozwój miasta za* pomocą satelitów) opublikowango w Schlesisches Heim 11/1922 za: Kähler [2].



Rys. 18. Stworzony przez Ernsta Maya konkursowy projekt rozbudowy Wrocławia w oparciu o osiedla satelitarne. Szraf krzyżujący się oznacza główny zespół miejski. Szraf ukośny - proponowane osiedla satelitarne. Czarne plamy - centrum miasta i centra osiedli satelitarnych. Czarne linie - drogi dojazdowe. Linie przerywane linie kolei miejskich i podmiejskich. Źródło: Kähler [2], za: Schlesisches Heim [11].

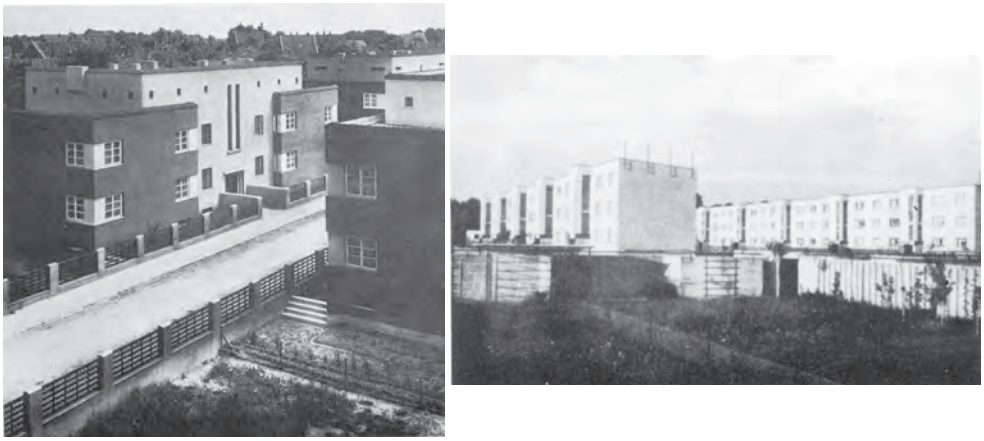
Fig. 18. The competition design of the extension of Wroclaw on a base of the satellite settlements, author Ernst May. The cross hatch shows the core city, oblique hatch- proposed satellite settlements. Black – centre of the city and the centres of satellite settlement. Black lines – access roads. Dash lines city and suburban rail roads. Source: Kähler [2], after: Schlesisches Heim [11]

Założenia te zostały podtrzymane w planie generalnym Wrocławia opracowanym w 1924 roku pod kierunkiem Fritza Behrendta Kononowicz [12].

Do 1925 roku Ernst May, choć należał do pionierów nowych tendencji jeśli chodzi o rozwój urbanistyczny miast, to w architekturze sięgał po formy wywodzące się z tradycyjnych rozwiązań. W 1925 roku kiedy Ernst May objął kierownictwo nad Wydziałem Budownictwa (Dezernat für Bauwesen) w Urzędzie Miasta Frankfurt nad Menem jego poglądy były już zainspirowane twórczością Bruno Tauta, Martina Wagnera i Otto Haeslera. Prowadzona przez niego polityka doprowadziła do tego, iż wszystkie budynki wznoszone ze środków miejskich i wszystkie prace planistyczne zlecane były architektom reprezentującym ówczesną awangardę. Kierowany przez Maya urząd rozpatrywał też wnioski inwestorów ubiegających się o częściowe dofinansowanie budowy z funduszy miejskich lub państwowych. W jego kompetencji leżało akceptowanie lub odrzucanie wniosków, co dawało mu realny wpływ także na kształt tamtych inwestycji. Ernst May był także w latach 1925-1927 wiceprezesem, zaś od 1927 roku prezesem należącego do miasta Towarzystwa Budowlanego[11].

[11] Die Aktiengesellschaft für Kleine Wohnungen – w dosłownym tłumaczeniu: Spółka Akcyjna na Rzecz Budowy Małych Mieszkań). W kompetencji kierowanego przez Ernsta Maya urzędu leżał też nadzór nad kształtem wszelkiego rodzaju szyldów i tablic reklamowych umieszczanych w mieście. Wydawano wzorniki, które stanowiły obowiązujące wytyczne dla umieszczających wszelkiego rodzaju reklamy.

Pierwszym miastem w Niemczech, które zaangażowało do prac nad zespołami mieszkaniowymi wznoszonymi ze środków publicznych architekta z kręgu awangardy było Celle. Architektem tym był Otto Haesler. Jako pierwsze wzniesiono niewielkie osiedle Italienischer Garten (Włoski Ogród) – Rys. 19. Wybudowano je w latach 1924-1926. Osiedle to składało się z wolnostojących budynków o kubicznych kształtach. Były one jednak ustawione tradycyjnie, wzdłuż ulic. W Celle według projektu Otto Haeslera wzniesiono w latach 1925-1927 kolejne osiedle Georgsgarten[12] – Rys. 20, a potem następne, szkołę i wiele mniejszych budynków komunalnych.



Rys. 19,20. Osiedla wzniesione pod kierunkiem Otto Haeslera w Celle. Po lewej Italienischer Garten z lat 1924-1926. Po prawej Georgsgarten z lat 1925-1927 Italienischer Garten z lat 1924-1926. Żródło: Miller-Lane [1}.

Fig. 19,20. The settlements erected under Otto Haesler In Celle. On the left Italienischer Garten (1924-1926), on the right Italienischer Garten (1924-1926). Source: Miller-Lane [1}.

Poza Frankfurtem nad Menem niemieckie miasta dzieliły się na takie gdzie panował pluralizm stylistyczny i te gdzie powstawała wyłącznie architektura w twórczy sposób rozwijająca tradycyjne – wzory Miller-Lane [1]. Niezależnie od formy budynków okres międzywojennego dwudziestolecia był w Niemczech czasem bardzo twórczym jeżeli chodzi o rozwiązania przestrzenne. Trzeba podkreślić, iż nowe tendencje nie ograniczały się do architektury z kręgu ruchu nowoczesnego. W Berlinie zespoły mieszkaniowe wznoszono w różnych stylach Miller-Lane [1]. Do końca lat dwudziestych wśród osób odpowiedzialnych za budownictwo we władzach Berlina dominowały te o konserwatywnych poglądach na architekturę. Nota bene w skali całych Niemiec wśród subsydiowanych osiedli większość była wznoszona pod kierunkiem architektów rozwijających bardziej tradycyjne formy – Rys. 21, 22, 23. Jest to często niedostrzegane, gdyż od końca Drugiej Wojny Światowej do lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku pisana historia architektury jednoznacznie wiązała społeczne zaangażowanie z budowaniem w nowym stylu Kähler [2].

[12] Osiedle Georgsgarten jest uważane za pierwsze w Niemczech wzniesione ze środków publicznych osiedle o zabudowie w układzie linijkowym podporządkowanym zapewnieniu właściwych warunków przewietrzania i doświetlenia. Budynki stały prostopadle do ulic. Taki układ zabudowy zastosowano wcześniej we wspomnianym wyżej w tej pracy osiedlu Alte Heide w Monachium Miller-Lane [1].

Rys. 21,22,23. Przykładowe wybudowane w latach dwudziestych XX wieku niemieckie zespoły mieszkaniowe o architekturze w twórczy sposób kontynuującej tradycyjne wzory. Od lewej: kwartał zabudowy w Münster z lat 1925-1927; osiedle Am Lindenplatz w dzielnicy Laatzen w Hanowerze, – architekt Paul Wolf; osiedle domów wielorodzinnych w Dreźnie z około 1925 roku. Źródło: Miller-Lane [1].

Fig. 21,22,23. The examples of the housing assemblies built In twenties of XXth century with architecture of creative continuation of the traditional patterns. From the left: block in Münster z (1925-1927), settlement Am Lindenplatz in Laatzen district in Hannover – architect Paul Wolf, multifamily dwelling settlement in Dresden (about 1925). Source: Miller-Lane [1}.

Co więcej sprawy stylistyczne nie były na pierwszym miejscu debat okresu międzywojennego. Głównym tematem pozostawało to jak małe może i powinno być mieszkanie. Na drugim miejscu znajdowała się kwestia lokalizacji mieszkań na peryferiach. Wśród argumentów przemawiających za nimi było stworzenie warunków do uprawy warzyw i hodowli małych zwierząt, co miało ułatwiać zaspokajanie we własnym zakresie potrzeb żywnościowych przez rodziny dotknięte bezrobociem. Także kwestie rozplanowania rzutów i układów urbanistycznych (odnowa centrów miast versus rozbudowa przedmieść czy zabudowa blokowa versus zabudowa linijkowa) były dyskutowane przez różne kręgi architektów. Powyższe kwestie nie przestały być ważnym tematem także w czasach hitlerowskich, kiedy ruch nowoczesny w architekturze stracił na znaczeniu, a większość jego przedstawicieli opuściła Niemcy[13] Kähler [2]. Instytucjami, które doprowadziły do tego, iż w Berlinie zaczęły powstawać, budowane ze środków publicznych, osiedla mieszkaniowe kształtowane zgodnie z założeniami architektonicznych ruchów awangardowych były działające w stolicy Niemiec towarzystwa budownictwa mieszkaniowego. Najbardziej aktywne w tym zakresie było największe z nich – GEHAG[14]. W okresie międzywojennego dwudziestolecia wybudowało ono ponad siedemdziesiąt procent z berlińskich modernistycznych domów mieszkalnych Miller-Lane [1].

[13] Przy tym należy zwrócić uwagę, iż niektórzy przedstawiciele ruchu nowoczesnego po dojściu Hitlera do władzy nadal działali w Niemczech.

[14] Gemeinnützige Heimsstätten- Aktiengesellschaft (Towarzystwo Akcyjne Osiedli Społecznych). Towarzystwo to powstało w 1924 roku poprzez połączenie różnych wcześniej istniejących towarzystw, przy jednoczesnym zaangażowaniu finansowym berlińskich związków zawodowych (Berliner Gewerkschaften) oraz Berlińskiego Mieszkaniowego Towarzystwa Nadzorczego (Berliner Wohnungsfürsorgegesellschaft) Miller-Lane [1].

W ślady GEHAGu poszły inne towarzystwa budowlane. Kilka towarzystw wspólnie wzniosło w latach 1928-1932 mające ponad tysiąc mieszkań osiedle Reinickendorf w dzielnicy Wittenau. Autorami osiedla są konserwatywni architekci Otto Rudolf Salvisberg i Bruno Ahrends, którzy jednak wzorowali się na pracach Wagnera i Tauta. W roku 1929 rozpoczęto wznoszenie osiedla Siemensstadt. Jego inwestorem było towarzystwo budowlane założone w 1914 roku przez koncern Siemens dla budowy mieszkań dla jego pracowników. Prace nad osiedlem Siemensstadt powierzono kilku spośród najbardziej wówczas znanych niemieckich architektów (twórcami osiedla byli Walter Gropius, Hans Scharoun, Hugo Häring i Adolf Bartning) Miller-Lane [1].

3. Rozwiązania stosowane w osiedlach wznoszonych w Berlinie po 1924 roku przez towarzystwo budowlane GEHAG

Po utworzeniu towarzystwa GEHAG jego kierownictwo objął Martin Wagner[15]. W latach 1924-1933 osobą odpowiedzialną w towarzystwie za budowę mieszkań był Bruno Taut Miller-Lane [1]. Do głównych zadań Tauta należało opracowywanie standardów dotyczących rzutów i wyposażenia mieszkań, a także wkomponowywanie ich w, nakreślone także przez niego, plany zabudowy. Przy tym kształt budynków tylko częściowo wynikał z ich rzutów. Odróżnia to Tauta od innych architektów tamtego czasu, którzy bądź wywodzili kształt budynku bezpośrednio z rzutu, bądź też opierali kształt osiedla na optymalnym pod względem użytkowym układzie budynków. Taut tworzył osiedla będące założeniami urbanistycznymi kształtowanymi z dużym rozmachem i z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań – Rys. 24, 25. Typowe rzuty mieszkań wpisywane były w architekturę, która nadawała każdemu z osiedli własny charakter. Charakterystyczne dla architektury osiedli Tauta były uskoki brył budynków Zöller-Stock [13]. Odróżnia to je chociażby od osiedli Frankfurtu nad Menem, gdzie nowoczesne budynki wznoszone za urzędowania Ernsta Maya charakteryzowały się gładkimi fasadami. Istotnym dążeniem Tauta było nadanie zespołom budynków różnorodności. Jednak, jak podkreśla Barbara Miller-Lane nie udało się uniknąć wrażenia monotonii i masywności, które według niej jest nie do uniknięcia przy realizacjach o tak dużej skali Miller-Lane [1]. Pracownicy biura dopracowywali otrzymane rzuty i rozrysowywali je na czysto. Bruno Taut i kierujący pracownią Franz Hillinger wiele dyskutowali z pracownikami.

[15] Pełniący wówczas także funkcję przewodniczącego komisji budownictwa we władzach dzielnicy Berlin-Schöneberg. Martin Wagner jest zaliczany do pionierów budownictwa oszczędnościowego. Był autorem publikacji na temat planowania miasta (na przykład opublikowana w 1915 roku praca Städtische Freiflächenpolitik – co można przetłumaczyć jako Wykorzystanie miejskich przestrzeni otwartych) i oszczędnych sposobów budowania (na przykład opublikowana w 1918 roku praca Neue Bauwirtschaft co można przetłumaczyć jako Nowa gospodarka budowlana). W 1924 roku Wagner założył czasopismo Wohnungswirschaft (Gospodarka mieszkaniowa), zajmujące się głównie zagadnieniami budowlanymi dotyczącymi budownictwa mieszkaniowego. Barbara Miller-Lane zauważa, iż Wagner był prawdopodobnie bardziej niż inni wiodący przedstawiciele ruchu modernistycznego zainteresowany kwestiami technicznymi. Niemniej pod koniec lat dwudziestych na łamach Wohnungswirschaft pojawiły się także rozważania teoretyczne dotyczące kwestii estetycznych. Miller-Lane [1].

Propozycje ulepszeń zgłaszane przez pracowników biura i lokatorów były w miarę możliwości uwzględniane. Ten sposób pracy Bruno Taut określił w 1930 roku jako horizontale Arbeitsgemeinschaft[16] (w dosłownym przekładzie: pozioma wspólnota pracy). W pracowni projektowej Bruno Taut pojawiał się raz na osiem do czternastu dni. Co ciekawe z jednej strony Taut podkreślał służebną rolę architekta wobec użytkownika, z drugiej zaś wyznawał pogląd, iż za pomocą architektury należy kształtować ludzi Zöller-Stock [13]. Działalność budowlana GEHAGu została skoncentrowana na kilku wielkich projektach Miller-Lane [1]. Towarzystwo wybudowało następujące osiedla: Schillerpark (Park Schillera) w dzielnicy Wedding, Hufeisen (Podkowa) i Ideal (Ideał) w dzielnicy Britz, Onkel-Toms-Hütte (Chata Wuja Toma) w dzielnicy Zehlendorf, Freie Scholle (dosłownie: Wolna Skiba[17]) w dzielnicy Tegel, Carl Legien w dzielnicy Prenzlauer Berg, oraz Attilahöhe (Wzgórze Atylli) w dzielnicy Tempelhof, a także kwartał zabudowy mieszkalnej przy Ossastraße w dzielnicy Neukölln Zöller-Stock [13]. W obu osiedlach powstało po kilka tysięcy mieszkań. Oba zlokalizowano na peryferiach. Osiedla GEHAGu zostały ukształtowane jako miasta ogrody. Jednak, z powodu wysokich cen gruntu w Berlinie, w odróżnieniu od większości niemieckich miast ogrodów, gdzie dominującym typem zabudowy były dwukondygnacyjne domy szeregowe, w berlińskich osiedlach GEHAGu przeważały budynki wielorodzinne mające po trzy kondygnacje Najbardziej znane z nich to, wybudowane w latach 1925-1931 pod kierunkiem Brunona Tauta i Martina Wagnera, osiedle Hufeisen, oraz, wybudowane w latach 1926-1932 pod kierunkiem Brunona Tauta, osiedle Onkel-Toms-Hütte. Miller-Lane [1].

Rys. 24,25. Osiedla wzniesione w Berlinie przez towarzystwo mieszkaniowe GEHAG pod kierunkiem Brunona Tauta i Martina Wagnera. Widok z lotu ptaka. Z lewej osiedle Hufeisen w dzielnicy Britz wybudowane w latach 1925-1931. W głębi widać budynek na planie podkowy, od którego pochodzi nazwa osiedla. Kształt budynku wynika z tego, iż wybudowano go wokół jeziora. Z prawej Osiedle Onkel-Toms-Hütte w dzielnicy Zehlendorf wybudowane w latach 1926-1932. Widoczna koncentracja zabudowy wzdłuż biegnącej w wykopie linii metra. Źródło: Miller-Lane [1].

Fig. 24,25. The settlements erected in Berlin by housing society GEHAG under leadership of Bruno Taut and Martin Wagner. Bird eye views. On the left Hufeisen settlement in the Britz district, erected 1925-1931. In the foreground the building on the horseshoe plan, which gave the name to the whole settlement. The shape of the building is following the fact that it has been erected around the lake. On the right Onkel-Toms-Hütte settlement In the Zehlendorf district erected 1926-1932. One can trace the concentration of the development along the subway line which runs in the trench. Source: Miller-Lane [1].

[16] Źródło: Zöller-Stock [13] za: Taut [14].

[17] w literackim przekładzie odpowiedniejsza byłaby nazwa Wola.

Główne ulice obu osiedli ukształtowano jako bulwary[18]. -zadrzewione szerokie ulice ze starannie ukształtowanymi rozszerzeniami lokalnymi przypominającymi place. Część z głównych ulic posiada po dwie, rozdzielone pasem zieleni, jezdnie. Zdaniem Barbary Miller-Lane kształt owych osiedli pozwolił na uzyskanie w nich połączenia pozytywnych cech miasta i przedmieścia[19] Miller-Lane [1]. Budynki wzniesione w osiedlach GEHAGu otrzymały nowoczesne jak na owe jak na owe czasy wyposażenie[20] Miller-Lane [1].

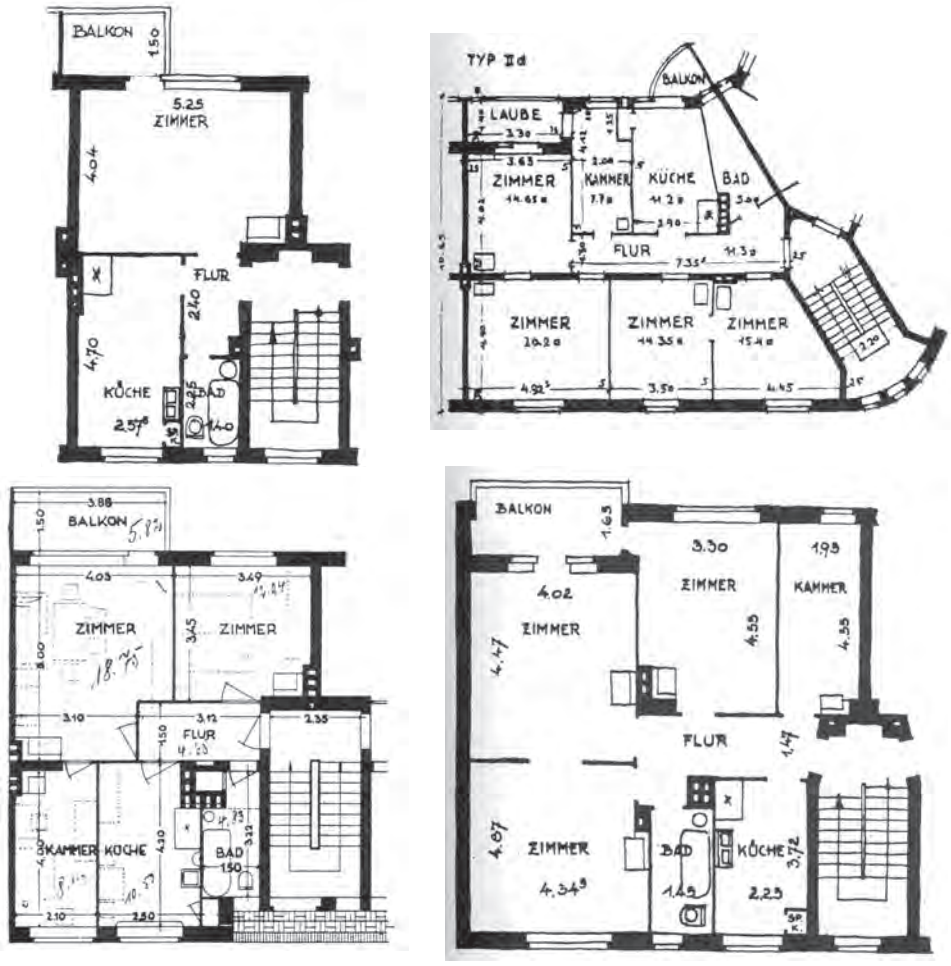
Dla obniżenia kosztów budowy zastosowano powtarzalne rozwiązania. Działająca pod kierunkiem Tauta grupa projektantów opracowała dla każdego z osiedli zestaw typowych rzutów (cztery typy dla osiedla Hufeisen i trzy typy dla osiedla Onkel Toms Hütte) Miller-Lane [1]. Opracowywane w pracowni GEHAGu rzuty mają pewne cechy charakterystyczne – Rys. 25, 26, 27, 28.

Preferowano układ dwutraktowy z niewielką głębokością budynku, przewietrzanie mieszkań na przestrzał i w miarę możliwości zapewnianie niezależnego wejścia do każdego z pokojów. Układy z trzema mieszkaniami dostępnymi z podestu zostały zastosowane jedynie w osiedlach Schillerpark i Freie Scholle. W pozostałych osiedlach stosowano zawsze układ z dwoma mieszkaniami na podest. W mieszkaniach dwu i pół pokojowych oraz większych w miarę możliwości jeden z pokojów był umieszczany w sposób odseparowany od pozostałych. Rozwiązanie to było stosowane z uwagi na fakt, iż osiedla przeznaczone były dla mało zamożnych grup społecznych i miało na celu lepsze dostosowanie mieszkań do sytuacji kiedy rodzina zdecyduje się na podnajęcie jednego z pokojów. Rodzina była zawsze rozumiana przez Tauta jako tak zwana rodzina nuklearna składająca się z ojca, matki i ich dzieci. Pomimo iż kilka lat wcześniej Taut proponował rozwiązania wymuszające wspólne koegzystowanie przez większe grupy, wszystkie domy osiedlach GEHAGu ukształtowano w sposób nastawiony na życie oparte o strukturę rodziny. Wszystkie pokoje miały w miarę możliwości zbliżone rozmiary, co służyło zwiększeniu elastyczności użytkowania mieszkań. Każde z rzadko stosowanych mieszkań jednopokojowych posiadało sporą kuchnię o niezależnym wejściu z przedpokoju, a także dostępny z pokoju balkon. Mieszkania cztero i pół pokojowe także stanowiły rzadkość. Zbudowano je jedynie w narożnych budynkach osiedla Hufeisen oraz w osiedlu Ideal. Najwięcej wariantów posiadały mieszkania trzy i pół pokojowe. W osiedlach Schillerpark, Carl Legien i Attilahöhe wybudowano kotłownie. W pozostałych ogrzewanie zapewniały piece kaflowe Zöller-Stock [13]. Dla obniżenia kosztów stosowano tanie metody budowania. Prace budowlane zlecane były z reguły spółdzielniom socjalnym Miller-Lane [1].

[18] Głównym architektem krajobrazu działającym na terenie obu osiedli był Leberecht Migge, sławny w Niemczech architekt krajobrazu i ważny propagator idei miasta ogrodu Miller-Lane [1].

[19] Większość budynków posiadała dodatkową, czwartą kondygnację, którą stanowiły strychy, wykorzystywane jako pomieszczenia składowe, a także do suszenia prania Miller-Lane [1]. Znajduje to odzwierciedlenie w architekturze tych osiedli. Charakterystyczne dla nich są budynki o elewacjach zwieńczonych ciągami niskich okien. W niektórych przypadkach są to małe kwadratowe okienka, zaś w innych wąskie paski o długości równej szerokości okien znajdujących się na kondygnacjach mieszkalnych, które można uznać za miniaturową wersję okien pasmowych.

[20] Wszystkie mieszkania posiadały indywidualne skanalizowane kuchnie i łazienki z dostępem do bieżącej wody. W łazience znajdowały się umywalka, wanna i sedes. W osiedlu Onkel Toms Hütte w niektórych z mieszkań zastosowano oddzielne od łazienek toalety.



Rys. 26,27,28,29. Typowe rzuty mieszkań opracowane pod kierunkiem Bruno Tauta w pracowni architektonicznej towarzystwa budowlanego GEFAG. Z lewej u góry mieszkanie jednopokojowe; z lewej u dołu mieszkanie dwu i pół pokojowe; z prawej u góry mieszkanie cztero i pół pokojowe stosowane jedynie w osiedlu Hufeisen; z prawej u dołu mieszkanie trzy i pół pokojowe. Źródło: Zöller-Stock [13].

Fig. 26,27,28,29. Typical floor plans developed under leadership of Bruno Taut In GEHAG design Office: top left single room dwelling, bottom left two and a half room dwelling, top right four and a half room dwelling implemented only in the Hufeisen settlement; bottom right three and half room apartment. Source: Zöller-Stock [13].

Literatura

[1] Miller-Lane B., *Architektur und Politik in Deutschland 1918-1945*, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig – Wiesbaden, 1986.

[2] Kähler G., *Nicht nur Neues Bauen!*, w: *Geschichte des Wohnens. Band 4. 1918-1945: Reform, Reaktion, Zerstörung*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1996.

[3] Rodenstein M., Böhm-Ott S., *Das Wohnungselend*, w: *Geschichte des Wohnens. Band 4. 1918-1945: Reform, Reaktion, Zerstörung*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1996.

[4] Schwan B., *Die Wohnungsnot und das Wohnungsnotelend in Deutschland*, Schriftenreihe des Deutschen Vereins zur Wohnungs-reform, Heft 7, Berlin, 1929.

[5] Fries H. de, *Wohnstädte der Zukunft*, Berlin, 1919.

[6] Taut B., *Die Stadtkrone*, Jena, 1919.

[7] Lupfer G., *Bruno Taut (1880-1938): Die Stadtkrone, Alpine Architektur* w: *Architectural Theory, Form the Renaissance to the Present,* Taschen, Köln –London - Los Angeles – Madrid - Tokyo, 2006.

[8] *Die Volkswohnung*, 1923.

[9] Brandenburger D., Kähler G., *Architektour. Bauen in Hamburg seit 1900,* Braunschweig – Wiesbaden, 1988.

[10] Kähler G., *Wohnung und Stadt Modelle sozialen Wohnens Hamburg Frankfurt Wien,* Braunschweig – Wiesbaden, 1985.

[11] *Schlesisches Heim*, 1923.

[12] Kononowicz W., www.ma.wroc.pl, *Osiedla we Wrocławiu 1900-1939*, dostęp w dniu 25.10.2010.

[13] Zöller-Stock B., *Bruno Taut. Die Innenraumentwürfe des Berliner Architekten,* Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1993.

[14] Taut B., *Ueber Arbeitsgemeinschaften bei Berliner Wohnungsbauten,* w: Wohnungswirtschaft 7(1930).

Overview on housing situation in Germany after First Word War with focus on activity of the GEHAG housing society in Berlin

Hubert Trammer

Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Chair of Architecture, Urban Design and Spatial Planning,
e-mail: huberttrammer@wp.pl, h.trammer@pollub.pl

Abstract: After the First World War many reasons caused the increase of the scale of the problem of the bad housing conditions. This text presents the overview of the solutions, from the field of architecture and town planning as well as from the field of law and economy, created in Germany as an answer for the housing problem. The circumstances connected with them are also presented. There is a more detailed presentation of the activity of the biggest german association acting in the field of erecting housing assemblies – the GEHAG society (Gemeinnützige Heimsstätten- Aktiengesellschaft = Join-Stock Society for Social Settlements).

Key words: housing, housing policy, settlements, dwellings.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 131-144

Wilgoć w obiektach budowlanych. Problematyka badań wilgotnościowych

Maciej Trochonowicz

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Konserwacji Zabytków, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin, m.trochonowicz@pollub.pl

Streszczenie: Wilgotność należy do podstawowych cech fizycznych materiału, a detekcja wody jest jednym z najczęściej wykonywanych badań. Artykuł niniejszy ma na celu przedstawienie problematyki związanej z pomiarami wilgotnościowymi materiałów i przegród budowlanych.

Słowa kluczowe: wilgoć, badania wilgotnościowe, analiza zawilgocenia.

1. Wprowadzenie

Woda jest substancją warunkującą możliwość wykonania praktycznie wszystkich procesów budowlanych. Niezbędna jest zarówno do produkcji materiałów oraz ich wbudowania. Jednocześnie ta sama woda, a raczej jej nadmiar, jest czynnikiem powodującym największe zagrożenie dla obiektów budowlanych. Wprowadzana na wiele sposobów z czasem staje się przyczyną wielu niekorzystnych zjawisk, a jej usunięcie poważnym problemem.

Wilgotność należy do podstawowych cech fizycznych materiału, a detekcja wody jest jednym z najczęściej wykonywanych badań. Artykuł niniejszy ma na celu przedstawienie problematyki związanej z pomiarami wilgotnościowymi materiałów i przegród budowlanych.

2. Wilgotność materiałów

Wilgotnością materiału zwykło się określać względną zawartość wody w materiale. Może ona być wynikiem stanu naturalnego lub też czynników zewnętrznych. Pisząc o wilgotności mamy na myśli wodę związaną chemicznie, fizyko-chemicznie i fizyko-mechanicznie.

Woda związana chemicznie znajduje się w strukturze niektórych materiałów w ścisłych stosunkach ilościowych. Jest ona silnie związana z ciałem stałym i oddzielić ją można tylko przez prażenie w odpowiednio wysokiej temperaturze, zależnej od składu chemicznego materiału, lub na drodze reakcji chemicznych.

Woda związana fizyko-chemicznie w materiałach budowlanych występuje na rozwiniętej powierzchni porów i kapilar materiału. Zjawisko to związane jest z istnieniem tzw. sił *van der Waalsa* oddziaływujących na cząstki gazu w pobliżu powierzchni ciała stałego. Woda związana fizyko-chemicznie nazywana jest inaczej sorpcyjną.

Całkowite zapełnienie makrokapilar może nastąpić jedynie w drodze bezpośredniego styku materiału z wodą, przy czym woda w materiale związana będzie siłami kapilarnymi (woda związana fizyko-mechanicznie) [1].

W budownictwie najczęściej używa się pojęcia tzw. wilgotności masowej. Wartość ta wyrażana jest stosunkiem procentowym masy wody zawartej w badanym materiale do jego masy w stanie suchym.

$$w_m = \frac{m_w - m_s}{m_s} * 100\% = \frac{m_{wody}}{m_s} * 100\% \quad (1)$$

gdzie: w_m – wilgotność masowa [%], m_w – masa próbki wilgotnej [kg, g], m_s – masa próbki o wysuszenia do masy stałej [kg, g], m_{wody} – masa wody znajdującą się w próbce [kg, g]

Dodatkowo oznaczana jest również wilgotność objętościowa w postaci procentowego stosunku objętości wody w badanym materiale do objętości materiału.

$$w_o = \frac{\frac{m_w - m_s}{\rho_w}}{\frac{m_s}{\rho_o}} * 100\% \quad (2)$$

gdzie w_o – wilgotność objętościowa [%], m_w – masa próbki wilgotnej [kg, g], m_s – masa próbki o wysuszenia do masy stałej [kg, g], ρ_o – gęstość objętościowa danego materiału [g/cm^3], ρ_w – gęstość wody [kg/dm^3, g/cm^3].

Wilgotność masowa w sposób jednoznaczny nie wskazuje, jaka jest ilość wody w badanym materiale z tego też powodu przelicza się ją dość często na objętościową. Uzyskanie takich samych wartości wilgotności masowej dla dwóch różniących się gęstością nie oznacza tej samej ilości wody w obydwu próbkach. Przykładowo 10% wilgotność masowa oznaczona dla gazobetonu i cegły ceramicznej daje odpowiednio około 60 dm^3 i 180 dm^3 na m^3 materiały. Olbrzymia różnica wynika z gęstości obydwu materiałów. Przejście z wilgotności masowej na objętościową jest proste i wymaga jedynie znajomości wspomnianej gęstości badanego materiału.

W przypadku badań wilgotnościowych w określonych sytuacjach samo wyznaczenie wilgotności masowej może okazać się niewystarczającym. Pełne zrozumienie procesów odpowiadających za występowanie zawilgoceń oraz zachowania badanych materiałów wobec wody jest możliwe po wykonaniu dodatkowych badań: nasiąkliwości, przesiąkliwości, kapilarności, higroskopijności, sorpcyjności i dyfuzyjności pary wodnej.

2.1. Źródła wilgoci

Usuwanie zawilgocenia jest oczywiście związane z charakterem jego powstania. Stąd też niezwykle istotnym określenie źródła występującej w obiekcie przewilgoceń. Do najważniejszych źródeł wilgoci występującej w budynkach możemy zaliczyć wodę:

• Znajdującą się w gruncie. Ściany fundamentów i piwnic oraz posadzek leżących bezpośrednio na ziemi są zagrożone wilgocią gruntową, a także wodami gruntowymi, jeśli występują one na małej głębokości. Zawilgocenie zagraża nie tylko

podziemnym częściom budynku. Może ono zostać przeniesione na wyższe, leżące ponad ziemią części budynku na skutek zjawiska podciągania kapilarnego. Podciąganie kapilarne polega na transportowaniu wody i powolnym nasiąkaniu obszarów materiału niemających bezpośredniego kontaktu ze źródłem wilgoci. Podciąganie kapilarne z fundamentów i piwnic może być powodem zawilgocenia ścian do wysokości kilku metrów. Wysokość podciągania kapilarnego zależy od budowy materiału przede wszystkim od jego porowatości i struktury porów i kapilar. Wspomniana wysokość jest odwrotnie proporcjonalna do średnicy naczyń. Oznacza to, że w materiałach drobno porowatych o niewielkiej średnicy porów i kapilar podciąganie jest najwyższe. Dla grubych murów wzniesionych z cegły ceramicznej może sięgać nawet kilku metrów powyżej poziomu zasilania. Wody znajdujące się w gruncie, które działają na podziemne części budynków występują w postaci wody:

- błonkowej – stanowi ona otoczkę poszczególnych ziaren gruntu.
- kapilarnej – wypełnia pory między ziarnami gruntu w wyniku działania napięcia powierzchniowego. Całkowite wypełnienie porów występuje w pobliżu poziomu wody gruntowej, wilgotność wynosi gruntu wynosi tam 100 %.

• Pochodzącą z opadów atmosferycznych. W całkowitym bilansie wody znajdującej się w najbliższym otoczeniu obiektu największą ilość stanowią wody opadowe. Mogą one doprowadzać do zawilgocenia obiektu w sposób bezpośredni i pośredni. Z bezpośrednim zawilgoceniem mamy do czynienia, gdy woda opadowa trafi na odsłonięte elementy (np.: pokrycie dachowe, ściany, opaski, schody). W związku z tym, że z reguły elementy te są wykonane z materiałów trudno lub nienasiąkliwych opady nie wyrządzają większych szkód. Większym zagrożeniem dla budynków jest woda opadowa dostająca się do wnętrza w sposób pośredni. Do zawilgocenia może dochodzić na skutek nieszczelności pokrycia dachowego, niedrożności lub niewydolności systemu odwodnienia obiektu, braku lub nieszczelności izolacji wodochronnych.

Przykładowo w pasie przyziemia większe zagrożenie, niż bezpośrednie opady, ma tzw. woda rozbryzgowa. Krople deszczu po odbiciu od opasek często zawilgacają niezabezpieczony pas przyziemia.

• Technologicznie wprowadzaną do obiektu. Zawilgocenia powstają w wyniku naturalnej wilgoci wbudowywanych materiałów podczas ich transportu, składowania oraz prowadzenia robót mokrych. Źródło to ma szczególne znaczenie w przypadku budynków wznoszonych w technologii tradycyjnej. Tradycyjne metody budowania wiążą się z wprowadzeniem do budynku setek litrów wody. Woda jest, bowiem głównym rozpuszczalnikiem większości materiałów budowlanych, zapraw, mas, tynków, klejów. W trakcie eksploatacji budynku przegrody te powinny stopniowo wysychać, a długość okresu wysychania zależy od rodzaju użytego materiału, konstrukcji obiektu i grubości przegrody oraz od temperatury i wilgotności względnej powietrza.

Problemy z wilgocią technologiczną, nasilił się szczególnie w ostatnich latach, a jest to uwarunkowane zmianami jakie zaszły w budownictwie. Wyraźnie skrócony został czas wznoszenia obiektu. Dawniej wznoszenie rzadko trwało krócej, niż kilkanaście miesięcy, obecnie okres ten trwa zaledwie kilku miesięcy. W związku z tym, że naturalne wysychanie przegród to minimum 18 miesięcy, obiekt oddawany jest jako wilgotny. Kolejnym problemem jest stosowanie materiałów utrudniających naturalne odsychanie przegród. Masowo obecnie stosowane kleje, tynki

i malatury charakteryzują się wysokimi wartościami oporów dyfuzyjnych co wyraźnie spowalnia procesy odparowania wody. Na obecny, niekorzystny stan wpływ ma również zmiana kolejności prac wykonywanych na obiekcie. Tuż po zamknięciu stanu surowego, budynek jest ocieplany i malowany od zewnątrz, a prace wykończeniowe wewnątrz prowadzone są często w sezonie zimowym. W szczelnie zamknięty skorupą ocieplenia i tynków obiekt wprowadza się wtedy największe ilości wody (tynki, posadzki, malatury).

• Kondensacyjną. Związana z wykraplaniem się nadmiaru pary wodnej, występuje przede wszystkim w pomieszczeniach gdzie odbywają się procesy mokre (pranie, suszenie, gotowanie). Do podstawowych przyczyn kondensacji pary wodnej możemy zaliczyć: zbyt małą izolacyjność termiczną ścian, bardzo dużą bezwładność termiczną budynku oraz niewydolność instalacji wentylacyjnej.

• Sorpcyjną. Związana z procesem pochłaniania wilgoci w postaci pary wodnej z powietrza otaczającego materiał o właściwościach hydrofilowych.

• Pochodzącą z awarii instalacji. Przyczyną zawilgocenie przegród budowlanych, może być także woda pochodząca z awarii instalacji wodociągowej. Do tego typu awarii dochodzi zarówno w nowych, jak i starszych budynkach. Starsze budynki są wyposażone w przewody sieci wodociągowej wykonane z rur stalowych. Rury te najczęściej są już mocno skorodowane, co jest przyczyna wielu przecieków i zalewania pomieszczeń. Natomiast w nowych sieciach wodociągowych główną przyczyną zalewania mieszkań są najczęściej pęknięcia wszelkich elastycznych elementów instalacji.

• Generowaną przez człowieka. W sposób bezpośredni z wzrost wilgotności odpowiada również człowiek. Wilgoć wprowadzana może być podczas procesów związanych z funkcjonowaniem w obiekcie: pranie, suszenie, gotowanie, zmywanie, kąpiel oraz przez samego człowieka.

2.2. Skutki zawilgocenia

W celu uzmysłowienia wagi problemu należy również w skrócie omówić, jakie są skutki nadmiernego zawilgocenia. Negatywne oddziaływanie wilgoci nie ogranicza się jedynie do samych materiałów i elementów obiektu. Pośrednio wpływ ten jest równie istotny w przypadku ludzi przebywających w zawilgoconych pomieszczeniach. Do najważniejszych mankamentów związanych z zawilgoceniem można zaliczyć.

• Obniżenie izolacyjności cieplnej materiałów.

Już kilkuprocentowy wzrost zawilgocenia powoduje znaczne, dodatkowe straty ciepła i możliwość przemarzania zawilgoconych przegród. Przykładowo: cegła ceramiczna w warunkach średnio wilgotnych ma współczynnik przewodzenia ciepła λ = 0,77 W/m*K, a dla wilgotności 15% wynosi on już około 1,6 W/m*K. Ponad dwukrotny wzrost λ, w przypadku murów jednowarstwowych, powoduje analogiczne obniżenie oporu cieplnego muru.

• Obniżenie wytrzymałości materiałów i nośności elementów konstrukcyjnych.

Nadmierne zawilgocenie ma zdecydowanie niekorzystny wpływ na większość materiałów budowlanych. Podstawowym problemem jest degradacja materiałów wykończeniowych: tynków, malatur, wszelkiego rodzaju materiałów okładzinowych oraz elementów drewnianych i drewnopochodnych. Na skutek ich niewielkiej

odporności na wilgoć dochodzi często do nieodwracalnych zniszczeń. Nie bez znaczenia pozostaje również wpływ zawilgocenia na elementy konstrukcyjne obiektu. Niektóre materiały budowlane (np. lekkie betony komórkowe, gipsy) pod wpływem zawilgocenia rozmiękają, czemu towarzyszy spadek ich wytrzymałości. Przemieszczanie się wilgoci w murze powoduje rozpuszczanie substancji wiążących i uszkodzenia materiałów. W konsekwencji następuje obniżenie nośności przegrody. Zawilgocone materiały ulegają przyspieszonemu niszczeniu również na skutek cyklicznego zamrażania i odmrażania wody zawartej w porach i kapilarach. Zjawisko to jest szczególnie widoczne na zewnątrz obiektu: w przyziemiu i w miejscach gdzie dochodzi do kontaktu wody z materiałem. Zawilgocenie materiałów powoduje również przyspieszenie korozji chemicznej elementów metalowych obiektu.

• Zagrożenie korozją biologiczną.

Podwyższona wilgotność bardzo często prowadzi do powstania korozji biologicznej. Pod tym pojęciem rozumiemy procesy destrukcji powodowane przez grzyby domowe, grzyby pleśniowe, owady szkodniki drewna oraz glony, mchy, porosty i bakterie. Korozja biologiczna zmienia i niszczy strukturę materiałów budowlanych i wykończeniowych nie pozostaje bez wpływu na ludzi przebywających w porażonych pomieszczeniach. Obecność wyżej wymienionych organizmów może powodować schorzenia dróg oddechowych, narządów wzroku, stawów oraz osłabienie odporności organizmu.

• Procesy niszczenia związane z działaniem soli.

Sole rozpuszczalne w wodzie należą do najgroźniejszych czynników niszczących obiekty budowlane. Dość często można się spotkać ze stwierdzeniem, że to właśnie one są przyczyną największych zniszczeń w obrębie przyziemia budynku. Ich wysokie stężenia mogą prowadzić niekiedy do całkowitego zniszczenia zasolonych partii budynku. Nośnikiem soli w materiałach budowlanych jest woda, a zniszczenia powstają na skutek procesów krystalizacji soli podczas jej odparowywania.

Opisane powyżej skutki nadmiernego zawilgocenia powodują przyspieszenie procesów starzenia obiektu Następuje obniżenie ich trwałości, konieczne są częstsze i o większej skali remonty. Wszystko to generuje wyższe koszty eksploatacji i obniżenie ich wartości materialnej.

3. Badania wilgotności

3.1. Metody badań

Metody badań wilgotności materiałów można podzielić na takie, w których pomiar odbywa się w sposób bezpośredni lub pośredni. Pomiar bezpośredni to pomiar, którego wynik otrzymuje się na podstawie bezpośredniego wskazania narzędzia pomiarowego, wywzorcowanego w jednostkach miary mierzonej wielkości.

Pomiar pośredni jest pomiarem, którego wynik otrzymuje się na podstawie bezpośredniego pomiaru innych wielkości, opierając się na znanej zależności między tymi wielkościami a wielkością mierzoną.

Do metod bezpośrednich zalicza się jedynie metodę laboratoryjną (wagowo-suszarkową). W badaniach wilgotności stosuje się również szereg metod pośrednich wykorzystujących właściwości fizyczne i chemiczne wody zawartej w materiale.

Podział metod pośrednich badania wilgotności materiałów przedstawia się następująco:

Metody chemiczne: karbidowa, Karla-Fishera, papierków wskaźnikowych.

Metody fizyczne:

a) Elektryczne: mikrofalowa, dielektryczna, opornościowa.

b) Nieelektryczne, ekstrakcyjna, jądrowe, jądrowego rezonansu magnetycznego, oparta na równowadze ciśnień cząstkowych pary, oparte na pomiarze właściwości cieplnych [2].

W budownictwie do badań wilgotnościowych stosuje się w rzeczywistości jedynie kilka metod. Do najważniejszych należą: metoda laboratoryjna, dielektryczna, opornościowa i karbidowa. Pozostałe metody mają raczej znaczenie bardziej teoretyczne niż praktyczne.

3.2. Badania laboratoryjne wilgotności – metoda grawimetryczna

Metoda laboratoryjna obarczona wieloma ograniczeniami uważana jest, za jedyny miarodajny sposób pomiaru wilgoci. Badanie wymaga posiadania zaplecza laboratoryjnego oraz odpowiedniego sprzętu do pobierania próbek. Wielu ograniczeniom podlega sposób i miejsca poboru próbek z tego też powodu zagadnienia te zostaną omówione szczegółowo.

3.2.1. Wytyczne do pobierania materiału

Szczególną uwagę należy przykładać do miejsca i sposobu pobrania próbek. W Polsce brak jest norm określających ilość, miejsce i sposób pobierania próbek do badań wilgotności metodą laboratoryjną. W związku z brakiem wiarygodnych źródeł, wysokość i głębokość pobierania próbek oraz ich liczba często opiera się na własnym doświadczeniu wykonujących badania.

Podstawowe zasady dotyczące zasad próbkowania:

- Próbki pobierane powinny być z głębokości 1/3 – 1/4 grubości muru. Materiał do badań musi pochodzić z całej długości otworu.
- Podczas próbkowania nie można przegrzać pobieranego materiału.
- W celu określenia rozkładu zawilgocenie w zależności od wysokości muru badanie należy wykonać w poziomie posadzki (wewnątrz obiektu) lub terenu (na zewnątrz) oraz przynajmniej jeden pomiar powyżej pierwszego (np. na wysokości 1m). W miejscach gdzie wysokość została zmieniona każdorazowo należy dokonać jej pomiaru.
- Zwiercinę należy umieścić w szczelnym opakowaniu i w przypadku konieczności transportu przechowywać w lodówce, (jeżeli oznaczenie wilgotności wykonywane jest w dłuższym okresie od momentu pobrania próbek). W przypadku kilkudniowych badań na obiekcie próbki można zamrozić i w takim stanie przewozić do laboratorium.
- Otwory, z których pobierany jest materiał do badań należy uzupełnić materiałem zgodnym z pobranym z muru.
- Należy wykonać dodatkową dokumentację fotograficzną miejsc poboru. Umożliwi to późniejsze naniesienie punktów na dokumentację rysunkową.

Istniej dość duży problem z przyjęciem miarodajnej liczby próbek, które należy pobrać z obiektu. Uwzględniona musi zostać przede wszystkim wielkość obiektu, powierzchnia podpiwniczenia, zmienność materiału w obrębie badanych murów oraz wizualny stan badanych przegród. Na podstawie wieloletnich badań prowadzonych przez autora wysnuto następujące wnioski dotyczące minimalnej liczby próbkowań i miejsc poboru. Zgodnie z nimi materiał należy pobrać z:

- wszystkich ścian zewnętrznych piwnic stykających się z gruntem,
- przynajmniej jednej ściany wewnętrznej konstrukcyjnej w poziomie piwnic,
- wszystkich ścian zewnętrznych w poziomie parteru od zewnątrz i od wewnątrz.

Jeżeli uwzględnimy, że każdorazowo pobieramy materiał z dwóch wysokości, to nawet dla obiektu podpiwniczonego o niewielkiej powierzchni zabudowy, daje liczbę ponad dwudziestu próbek. Założenia te nie uwzględniają wspomnianej powyżej zmienności materiałów w ścianach i długości ścian.

Niestety dość często ze względów finansowych przyjmowana jest zbyt mała liczba próbek, co utrudnia właściwą ocenę stanu wilgotnościowego. W opracowaniach technicznych, dość często można się spotkać, z oceną stanu wilgotnościowego obiektów wielkowymiarowych, na podstawie zaledwie kilku punktów pomiarowych.

Niezwykle istotną sprawą jest technika pozyskiwania materiału do badań. Źródła literaturowe wskazują konieczność odkuwania lub stosowania wybijaków rurowych. Niestety obydwa sposoby, w przypadku badania przegród, nie są możliwe do zastosowania. W przypadku odkuć na tak dużą głębokość, uszkodzeniu uległby duży fragment muru. Zastosowanie wybijaków rurowych ogranicza się jedynie do poboru próbek na niewielkiej głębokość i dotyczy materiałów o niskiej wytrzymałości. Przy pobieraniu z większych głębokości problemem jest usunięcie wybijaka z materiałem i zachodzi konieczność odkuwania materiału wokół wybijaka. W jednym i drugim przypadku uszkodzenia badanej przegrody są zbyt rozległe. Z tego też powodu najczęściej próbki pobierane są metodą odwiertów. Przy pozyskiwanie materiału odwiertów istnieje realne niebezpieczeństwo przegrzania zwierciny, co wpływa niekorzystnie na wynik (obniża). Powoduje to konieczność stosowania wiercenia wolnoobrotowego lub wiertnic z koronami nie chłodzonymi wodą.

Bez względu na technikę odwiertów podczas pobierania materiału do badań dochodzi do przesuszenia zwierciny. Ubytek masy próbki wilgotnej powinien zostać uwzględniony podczas obliczeń wilgotności. Badania własne autora pozwoliły na opracowanie poprawek uwzględniających technikę pobierania materiału.

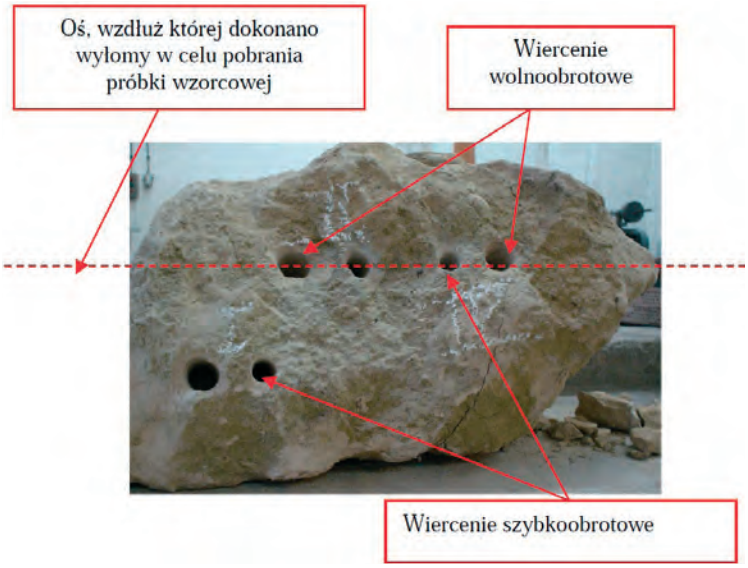
Celem badań było wykazanie różnicy w wilgotnościach tych samych próbek przy różnych technikach poboru w stosunku do wartości uznanej za bazową, czyli odkuwania. Ze względu na to, że najczęściej wykorzystywane przy tego typu badaniach jest wiercenie, ocenie poddano dwie metody poboru zwierciny z muru:

- wiercenie urządzeniem udarowym szybkoobrotowym,
- wiercenie urządzeniem udarowo – obrotowy o niskiej prędkości wiercenia.

W pierwszym (zakończonym) etapie badań wyznaczone zostały tabele poprawek dla czterech różnych materiałów budowlanych. Do badań wybrano następujące materiały:

- cegły pełnej palonej, klasy 100,
- pustaka (bloczka) z gazobetonu komórkowego, klasy M 600,
- skały węglanowej – opoka wapnista,
- zaprawy cementowo – wapiennej.

Przygotowane wcześniej próbki poddano procesom zawilgocenia tak aby uzyskać różne wilgotności. Proces był monitorowany z użyciem mierników pośrednich. Następnie z poszczególnych próbek został pobrany materiał przy pomocy odwiertów szybko i wolnoobrotowych. Odwierty wykonano w odległości około 4-6 cm. Materiał pomiędzy otworami został odkuty wzdłuż osi poziomej otworów, dzięki czemu została pobrana wzorcowa próbka do wzorcowych. Kolejnym etapem było oznaczenie wilgotności metodą laboratoryjną. Poniżej przedstawiono wyniki badań dla opoki wapnistej.



Rys.1. Otwory w opoce wapnistej , z których została pobrana do badania zwiercina.
Fig. 1. Drill holes in the spongiolith, where the samples were taken from.

W zamieszczonej poniżej przykładowej tabeli przedstawione zostały poprawki jakie należy dodać do osiągniętych wyników wilgotności w zależności od użytej techniki poboru oraz przedziału wilgotności. Podobne tabele opracowane zostały dla pozostałych wymienionych wcześniej materiałów.

Tabela 1. Różnica w wilgotności opoki wapnistej przy poborze za pomocą odwiertu w stosunku do odkuwania.
Table 1. Difference in dampness of the spongiolith in drilling and extracting chips of rock.

Przedział wilgotności	1	2
0-5 %	1,05	0,74
5-10%	2,23	1,23
10-36%	2,24	1,51

1 – Średnia wartość różnic wilgotności masowej pomiędzy odkuwaniem, a wierceniem szybkoobrotowym dla poszczególnych przedziałów wilgotności.
2 – Średnia wartość różnic wilgotności masowe masowej pomiędzy odkuwaniem, a wierceniem wolnoobrotowym dla poszczególnych przedziałów wilgotności.

3.2.2. Aparatura badawcza

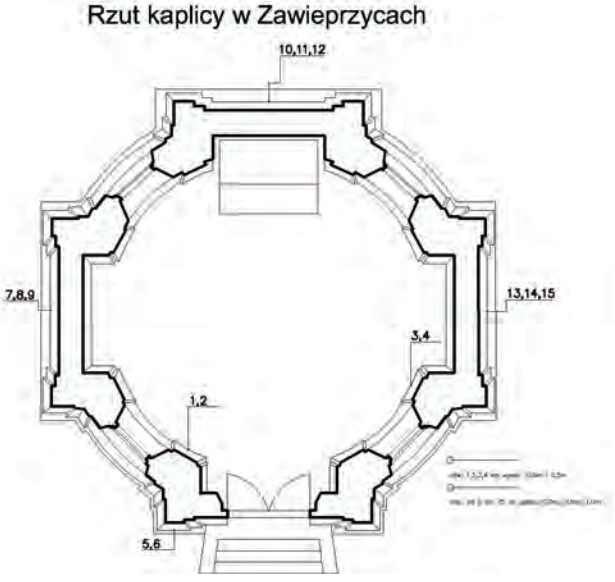
Metodę wykonania oznaczenia wilgotności precyzuje norma PN-EN ISO 12570 „Cieplno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie wilgotności przez suszenie w podwyższonej temperaturze" [3].

Aparatura badawcza powinna zawierać: Suszarkę zdolną do utrzymywania temperatury suszenia minimum 105°C z dokładnością +/- 2°C ,wagę pozwalającą na ważenie próbek do badań z niepewnością nie większą niż 0,1% ich masy oraz eksykator.

Przed suszeniem należy zważyć próbki do badań z dokładnością do 0,1% ich masy. Następnie należy suszyć próbki do stałej masy w temperaturze określonej w stosownej normie wyrobu. Stała masa jest osiągnięta, gdy zmiana pomiędzy trzema kolejnymi ważeniami wykonanymi w ciągu 24h wynosi mniej niż 0,1% całkowitej masy. Próbki należy studzić w eksykatorze i ważyć je po osiągnięciu temperatury od 30°C do 40°C z tą samą dokładnością jak opisano wyżej. Próbki waży się przed ich całkowitym wystudzeniem, aby zminimalizować powtórną absorpcję wilgoci[3].

3.3. Wyniki badań

Wyniki badań wilgotności opracować należy w postaci protokołu, który powinien zawierać: informacje dotyczące poboru próbek i badania, tabelę wyników, rysunek z zaznaczonymi miejscami badań. Część wstępna protokołu z badań obejmuje: sposób poboru próbek, sprzęt wykorzystany do poboru, opis pobranej próbki (rodzaj materiału), liczbę próbek dla poszczególnych kondygnacji, wysokości na jakich pobrano materiał, datę pobrania, miejsce badania, datę badania, aparaturę i sprzęt wykorzystany w laboratorium. W tabeli wyników umieścić należy: numer punktu pomiarowego, miejsce poboru próbki, wysokość w stosunku do poziomu terenu lub posadki, wartość wilgotności, stopień zawilgocenia.



Rys. 2. Przykład oznaczeń punktów próbkowania.
Fig. 2. Example of marking of location points for extraction of samples.

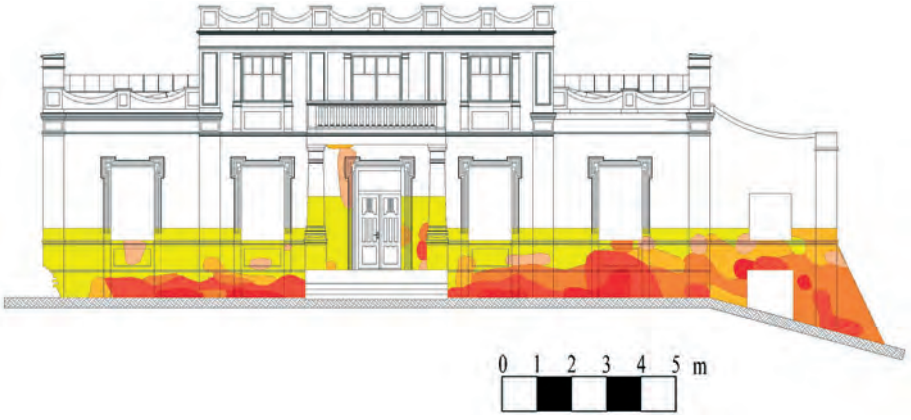
Tabela 2. Przykładowa tabela wyników badania zawilgocenia.
Table 2. Exemplary table of results of dampness evaluation.

Nr. próbki	Wilgotność [%]	Wysokość nad poz. terenu [m]
1	5,36	0,0
2	5,64	0,5
3	7,72	0,0
4	4,72	0,5
5	10,26	0,0
6	7,40	0,5
7	12,80	0,0
8	6,78	0,5
9	7,48	1,0
10	13,12	0,0
11	6,63	0,5
12	4,63	1,0
13	11,67	0,0
14	8,16	0,5
15	6,62	1,0

4. Badania wilgotności – metody pośrednie

Metody pośrednie badania wilgotności są metodami półilościowymi i mogą mieć jedynie charakter informacyjny. Najbardziej wiarygodne wyniki uzyskiwane są dzięki metodzie chemicznej-karbidowej. Dokładność pomiaru wynosi około ±3%. Głównym powodem niezgodności wyników z badaniami metodą grawimetryczną jest to, że karbid nie wchodzi w reakcję z wodą związaną chemicznie. Różnice są bardzo widoczne podczas badania materiałów silnie zasolonych. Ze względu na wpływ zasolenia (zmiana oporności) oraz niewielkiej głębokość pomiaru, jeszcze mniej dokładne są metody elektryczne.

Pozwalają one natomiast, na dość sprawne wyszukiwanie miejsc zawilgoconych oraz są niezwykle pomocne przy tworzeniu tzw. „map zawilgocenia" obrazujących rozkład zawilgoceń na powierzchni przegród.



Rys. 3. Mapa zawilgocenia opracowana na podstawie wyników badań metodą dielektryczną. Wyższe stopnie zawilgocenia oznaczone ciemniejszymi kolorami Archiwum Katedry Konserwacji Zabytków.
Fig. 3. Dampness map developed according to the results of dielectric examination. The higher dampness concentration marked by more intense color. The Archives of Chair for Monument Preservation.

4.1. Metoda chemiczna

Jedną z najpopularniejszych metod badania wilgotności metodami pośrednimi jest metoda chemiczna – karbidowa. Polega ona na pobraniu próbki z przegrody przez wywiercenie i wprowadzenie jej wraz z ampułką zawierającą węglik wapnia (karbid) do szczelnego ciśnieniowego naczynia stalowego, wyposażonego w manometr. Przez lekkie wstrząsanie naczynia następuje rozbicie ampułki oraz zmieszanie zawartości. Zachodząca według wzoru: $CaC_2 + 2H_2O \Rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$ reakcja powoduje wydzielanie się acetylenu i wzrost ciśnienia w butli, którego wartość ustala się po pewnym czasie. Wilgotność próbki odpowiadająca wytworzonemu ciśnieniu można odczytać z dołączonej do urządzenia tabelki (urządzenia starszego typu). W nowoczesnych urządzeniach masa próbki badanego materiału, zakres pomiarowy manometru i wymiary komory pomiarowej zostały tak dobrane, że manometr jest wyskalowany bezpośrednio w procentach wilgotności względnej.

4.2. Metody elektryczne

Z grupy metod elektrycznych przy pomiarach wilgotności najczęściej stosowane są metody opornościowa i dielektryczna. W ofercie firm oferujących tego typu mierniki są urządzenia bazujące na jednej z metod lub też coraz częściej wielofunkcyjne.

Metoda dielektryczna polega na wykorzystaniu zjawisk zmiany pojemności elektrycznej materiału wraz ze zmianą zawartości wilgoci. Istnieje, bowiem związek między wilgotnością materiału a jego stałą dielektryczną. Dzięki dużej różnicy między wartością stałej dielektrycznej wody i bezwodnych substancji można przyjąć proporcjonalność między wilgotnością materiałów a ich stałą dielektryczną.

Metodę opornościową zaliczamy do metod niszczących, gdyż pomiar polega na wykonaniu niewielkich otworów w badanym materiale. Zakres ingerencji jest na tyle mały, że może być ona z powodzeniem stosowana również w obiektach zabytkowych. Pomiar bazuje na pomiarze rezystancji zawilgoconego materiału pomiędzy układem dwóch elektrod. Zdecydowanie częściej mierniki opornościowe wykorzystywane są do pomiaru wilgotności materiałów drewnianych i drewnopochodnych.

Nowoczesne wilgotnościomierze elektryczne takie jak przedstawiony na fotografii LB-795 z reguły wyposażone są w dwa rodzaje czujników wilgotności: rezystancyjny (metoda opornościowa), pojemnościowy (metoda dielektryczna). Większy zakres możliwości pomiarów wilgotności daje możliwość porównania wyników uzyskanych dwiema różnymi metodami a przez to sprawdzenia ich wiarygodności.

Rys. 4. Wilgotnościomierz karbidowy WK-1 Zdjęcie ze strony http://www.mera-sp.com.pl/.
Fig. 4. Carbid hygrometer WK-1. Photo after http://www.mera-sp.com.pl/.

Rys. 5. Wilgotnościomierz LB-795.
Fig. 5. Hygrometer LB-795.

5. Stopnie zawilgocenia

W ocenie stopnia zawilgocenia istotnym jest określenie dopuszczalnych wartości wilgotności przegród w zależności od rodzaju materiałów. W literaturze technicznej można spotkać różne wartości dopuszczalnej wilgotności dla tego samego materiału lub przegrody. Nieobowiązująca już norma PN-82/B-02020 „Ochrona cieplna budynków" podawała dopuszczalne wartości materiałów budowlanych stosowanych w zewnętrznych przegrodach ogrzewanych budynków. Nowelizacja z 1991 roku pomija te dane. Problemem jest to, że obecnie żadne dokumenty nie precyzują w sposób dokładny wymagań. Zamieszczone poniżej dane podają dopuszczalną wartość wilgotności w stanie tzw. suchym oraz jej maksymalny przyrost.

Tabela 3. Dopuszczalne wilgotności materiałów w zewnętrznych przegrodach budowlanych (fragment tabeli) [4].
Table 3. Permissible humidity of material in outer building walls.

Lp.	RODZAJ MATERIAŁU LUB PRZEGRODY	WILGOTNOŚĆ PRZED OKRESEM ZAWILGOCENIA	DOPUSZCZALNY PRZYROST WILGOTNOŚCI
		[%]	[%]
1.	ŚCIANA Z CEGŁY CERAMICZNEJ	1,5	1,5
2.	ŚCIANA Z PUSTAKÓW CERAMICZNYCH	1	2
3.	ŚCIANA Z CEGŁY SILIKATOWEJ	3	2
4.	BETON KOMÓRKOWY	3	4

Znacznie więcej informacji zawartych zostało w drugiej z zamieszczonych tabel. W zależności od przedziału wilgotności masowej zdefiniowano przegrody pod kątem jej stopnia zawilgocenia, tabela zawiera dodatkowo „określenie stanu wilgotnościowego". Niestety brak jest informacji, jakie należałoby przyjąć zakresy wilgotności masowych przy ustalaniu stopnia zawilgocenia dla innych materiałów.

Najprostszym rozwiązaniem jest oczywiście przeliczenie zakresów z uwzględnieniem gęstości kolejnych materiałów. Niestety przy takim podejściu nie pod uwagę nie jest wzięta budowa materiału (struktura porów i kapilar).

Tabela 4. Stopnie zawilgocenia murów ceglanych [5].
Table 4. Grades of brick-wall humidity.

STOPNIE ZAWILGOCENIA MURÓW CEGLANYCH		
I	0 – 3 %	Mury o dopuszczalnej wilgotności
II	3 % - 5 %	Mury o podwyższonej wilgotności
III	5 % - 8 %	Mury średnio wilgotne
IV	8 % - 12 %	Mury mocno wilgotne
V	> 12 %	Mury mokre

6. Podsumowanie

Badania wilgotnościowe są jednymi z najczęściej wykonywanych oznaczeń cech materiałowych. W normie [3] znajdują się informacje dotyczące samego oznaczenia wilgotności.

Problem związany z badaniami wilgotności wynika więc nie z samego oznaczenia, a związany jest z brakiem źródeł traktujących o samym poborze próbek. W związku z niedostateczną ilością materiałów literaturowych, sposób, wysokość i głębokość pobierania próbek, często opiera się na własnym doświadczeniu wykonujących badania.

Równie istotną sprawą jest kwestia minimalnej ilości próbkowania. Liczba punktów pomiarowych powinna pozwolić, na jak najdokładniejsze określenie stanu wilgotnościowego obiektu. Niestety stosunkowo często na przeszkodzie stają możliwości finansowe.

Kolejnym problemem jest wybór miejsc, z których pobrany zostanie materiał. Przy ścianach o dużej długości, wzniesionych z różnorodnego materiału, o różnej głębokości posadowienia, przesunięcie o 1-2 metry dać może wyraźnie odmienne wyniki.

Jednym z rozwiązań jest stosowanie pomiarów łączonych, laboratoryjnych i z wykorzystaniem pomiarów pośrednich. Metoda łączona pozwala na szybkie „mapowanie" badanych elementów miernikami, a następnie świadomy wybór punktów, z których pobrany zostanie materiał do badań laboratoryjnych.

Literatura

[1] Pogorzelski J.A., *Zagadnienia cieplno-wilgotnościowe przegród budowlanych*, Budownictwo ogólne, tom 2, Warszawa 2005.

[2] Wójcik R., *Pomiary wilgotności przegród budowlanych*, Materiały Budowlane nr 8, 2002.

[3] Norma PN-EN ISO 12570. *Cieplno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie wilgotności przez suszenie w podwyższonej temperaturze*.

[4] Norma PN-82/B-02020. *Ochrona cieplna budynków*.

[5] Adamowski J., *Metodyka badań zawilgoconych murów w obiektach zabytkowych*, Postęp i nowoczesność w konserwacji zabytków", Lublin 2005.

Moisture in buildings objects. Humidity testing problems

Maciej Trochonowicz

Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Chair of Historic Buildings Preservation, m.trochonowicz@pollub.pl

Summary: Humidity is one of the fundamental physical features of materials; the detection of water is one of the most frequently executed examinations. The following article presents problems connected with measurements of material humidity.

Key worlds: humidity, humidity inspection, dampness analysis.

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 145-154

„Nowa" tożsamość w przestrzeni miasta

Jan Wrana

Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury,
Samodzielna Pracownia Architektoniczna

Streszczenie: Odnalezienie i sklasyfikowanie czynników stanowiących o tożsamości miasta ma wpływ na poczucie więzi emocjonalnych mieszkańców z miastem w okresie rozpowszechnianych procesów globalizacyjnych. Społeczna świadomość zachowania dziedzictwa kulturowego mieszkańców przy współcześnie koniecznym rozwoju miasta i przekształcaniu jego struktur są przyzwoleniem dla kreatywnych rozwiązań powstawania „nowej" tożsamości w przestrzeni miasta.

Słowa kluczowe: tożsamość miasta, dziedzictwo kulturowe, „nowa" tożsamość w przestrzeni miasta, estetyka środowiskowa.

1. Wstęp

> *...Analizować miasto, każde miasto i jego terytorium to rozumieć nie tylko kształty i wyraz jego fenomenu, ale całej cywilizacji, która dała miastu początki i która za jego pośrednictwem przekazuje następnym pokoleniom swoje najbardziej wyraziste cechy. Analizować to znaczy również interpretować przestrzeń zawartą w nim i gęsto zabudowaną, tradycyjnie definiowaną jako „miasto", a także mnogość struktur przestrzennych (obszary wielkomiejskie, konurbacje, aglomeracje), będących nowymi formami urbanizacji, coraz bardziej wewnętrznie zróżnicowanych wielu aspektach).*
>
> *A. Spaziante*[1]

Miasto – to miejsce, w którym żyję, pracuję, z nim wiąże swoją przyszłość. Sprawą umowną jest jego nazwa, ale wyznacznikiem, dlaczego się z nim się utożsamiam jest jego odmienność, jest jego rozpoznawalny „kod" – zapis jego rozwoju, rozłożonych w czasie procesów przekształceń jego struktur, obiekty, które charakteryzują jego sylwetę, a przede wszystkim ludzie i zachowane tradycje wiążące społeczność lokalną, która jednocześnie rozumie konieczność kolejnych przekształceń oraz rozwój swojego miasta.

W wieku XX-tym rozpoczyna się dynamiczny rozwój miast spowodowany powszechnym uprzemysłowieniem. Budowa nowych stref przemysłowych poza historyczną strefą śródmiejską z rozbudowanymi zespołami zamieszkania- nowej tkanki mieszkalnej- co spowodowało jednocześnie rozbudowę infrastruktury miejskiej. Ta programowa ekspansja przemysłu oraz rozwój systemu transportu

[1] Spaziante A. *O złożoności analizy urbanistycznej [w:] Elementy analizy urbanistycznej*, Kraków 1998, s.17.

spowodowały zmianę struktur miast, ich nierównomierny przestrzenny rozwój, doprowadzając do degradacji integracyjnej funkcji centrów miejskich.

Pod koniec wieku XX-tego wkraczamy w okres kolejnych przewartościowań w strukturach miejskich spowodowanych upadkiem wiodących gałęzi przemysłu, oraz rozwoju motoryzacji. Wkraczanie w okres „Trzeciej fali"[2] – promocji nowych technologii wytwarzania, wyspecjalizowanych usług oraz aktywnej ludzkiej przedsiębiorczości, powoduje potrzebę kolejnej adaptacji do procesu przemian.

Wojciech Bonenberg w publikacji „*Miejska przestrzeń kreatywna*"[3] zwraca uwagę, że *rozwój przestrzenny miast jes*t *silnie uzależniony od ich możliwości adaptacji do zmieniającej się rzeczywistości ekonomicznej* oraz na pojawiające się wśród ekonomistów nowego pojęcie kapitału kulturowego jako istotnego czynnika rozwoju. *Kapitał kulturowy obejmuje dobra kultury, które są przedmiotem obrotu w globalnym społeczeństwie: wiedzę, umiejętności, kreatywność... Kapitał kulturowy miasta ma istotne znaczenie praktyczne. Jest to niedoceniony potencjał ekonomiczny, dotychczas nie bilansowany jako zasoby miejskie. Zasoby te, będące efektem wielowiekowej akumulacji dziedzictwa kulturowego, można przekształcić w kapitał rozwojowy.*

W okresie obecnych przemian, koniecznej rewitalizacji terenów poprzemysłowych, reorientacji dla tworzenia miasta przyjaznego, pojawiają się działania inwestycyjne jako „nowa tożsamość miejsca"[4] zezwalające na kreatywne inspiracje twórcze, szanujące „kanon miejsca"[5] lokalnej tożsamości, lecz stosujące nowe środki przekazu.

Poniżej trzy przykłady zrealizowanych w ostatniej dekadzie przedsięwzięć tworzących „nową tożsamość" w przestrzeni miasta.

---

[2] Bieda K., Palej A. „*Krajobraz trzeciej fali*" VI Ogólnopolska, I Międzynarodowa Konferencja Instytutu Projektowania Urbanistycznego, Kraków, 23-24 kwietnia 1999, *Czynnik kreacji w projektowaniu urbanistycznym. Kreacja współczesnego miasta: realizacja, zapisy rozwoju, teoria*. Termin użyty za A. Tofftem (*Trzecia fala*, 1980 i szereg innych publikacji tego autora) rozumiany jako całokształt przemian towarzyszących formowaniu się cywilizacji poprzemysłowej.

[3] Bonenberg W. *Miejska przestrzeń kreatywna*" Architektura i Urbanistyka" Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, nr 10 2007, s 7-23.

[4] [Za:] Myczkowski Z. Tożsamość „dawna" i „nowa"., Materiały z Konferencji Naukowej KONGRES KULTURY POLSKIEJ 2000, Architektura i dobra kultury, tożsamość i kontynuacja tradycji, PAN o/Kraków, PK Kraków 2000, s. 45 - TOŻSAMOŚĆ MIEJSCA „NOWA" - zespół czynników wyrażających w krajobrazie całokształt współczesnych treści, form i funkcji świadomie kontynuujących lub negujących ciągłość tradycji, kultury i kanon miejsca (również w wymiarze materialnym – substancjalno-wizualnym oraz niematerialnym – ideowo-koncepcyjnym). „Nowa" tożsamość miejsca wyraża sumę postaw człowieka (tak zwanego współczesnego) odzwierciedlonych w jego działaniach w odniesieniu do danego obszaru, które również identyfikujemy według „miary", którą stanowi „wnętrze" (lub „jednostka") architektoniczno-krajobrazowa w zależności od rodzaju i stopnia ingerencji w składniki środowiska przyrodniczego i kulturowego.

[5] Tamże – KANON MIEJSCA - zespół czynników składających się na formę krajobrazu danego miejsca (wnętrza), decydujących o jego wyrazie i mających swoją aktualną lub źródłowo udokumentowaną postać percypowaną przez człowieka. Czynniki te są często historycznie nawarstwione i powinny stanowić podstawę do określenia reguł badania i działania w zakresie ochrony i kształtowaniu formy architektoniczno-krajobrazowej danego miejsca (wnętrza).

2. Comber Mill Village, Country Down, Południowa Irlandia

• Robinson & Mcliwaine + K. A. Dean & Associates.

• Realizacja: 2005 r. Powierzchnia: 31 200 m².

• Kontekst miejsca: Miasteczko Comber Mill jest wyposażone w system kanałów i sztucznych jezior, uznanych za najlepiej zachowane XIX – wieczne systemy produkcyjne. Obecność dawnej fabryki włókienniczej trwale odzwierciedliła się w krajobrazie tego miejsca. Dlatego projekt zakładający rozbudowę i częściowe przekształcenie obecnej zabudowy na ekskluzywne parkowe rezydencje postawił przed architektem spore wyzwanie.

• Tło historyczne: miasteczko położone jest w północnej Irlandii, 9km od Belfastu i wiąże się z silnym przywiązaniem historycznym do tekstyliów i produktów włókienniczych. Fabryka włókiennicza, z której czerpano zyski przez wiele lat, tworzyła podstawę ekonomiczną tego regionu. U szczytu prosperowania, kiedy na rynki wschodnie wprowadzono produkty o niskich kosztach przemysłu, dało się zauważyć stopniowy spadek aktywności fabryki, a później jej nieuchronny upadek.

• Opis projektu: Różne przestrzenie domu są otwarte dla publiczności – pokój matki w suterenie jest małym starym muzeum. Przez studio fotograficzne stale przewija się tłum ludzi. Długo zastanawiano się nad funkcją tworzącą nowy przemysłowy krajobraz Comber Mill. Dopiero po jakimś czasie stwierdzono, że architektura mieszkaniowa stanowiłaby lepszą odpowiedź na potrzeby lokalnego rynku, a odpowiednio wkomponowana, stałaby się dodatkowo atrakcją krajobrazową. Zaprojektowano apartamenty mieszkalne, spa, basen, system ochrony całodobowej, elastyczne połączenie dróg dojazdowych z głównymi, nadając obszarowi niezwykle ekskluzywną funkcję mieszkaniową. Wszystkie apartamenty są typowe pod względem gabarytów – wysokie kondygnacje, sklepienia, żeliwne kolumny doskonale zintegrowane z najbardziej zaawansowanymi technologiami. Klatki schodowe, oszklone i umieszczone na zewnątrz kamienic nie ingerują w konstrukcje budynku. Wszystkie nowo dodane elementy, wykonane ze szkła i żelaza, konstrukcyjnie nawiązują do XIX – wiecznej estetyki przemysłowej. Mimo tego ukłonu w stronę kontekstu miejsca, doskonale czytelne są współczesne intencje. Wnętrza charakteryzują się minimalistyczną elegancją. Również wysoka jakość systemów instalacji pozwala na złagodzenie problemów wilgoci, często obecnych w zabytkowych miastach. Kuchnie wyposażone są w urządzenia najnowszej generacji, ukryte pod betonową płytą, podwieszoną pod sufitem. Każdy dom wyposażony jest w system HiFi, radio, łącza satelitarne i system bezpieczeństwa, oferując najlepsze, współczesne rozwiązania.

• Znaczenie projektu dla tożsamości miejsca: Projekt stanowi idealny przykład na to, że można nie tylko naprawić poprzemysłowy krajobraz, nadać mu zupełnie inną funkcję, a jednocześnie wkomponować go w otoczenie nawiązując do tradycji regionu. Dzięki intuicji inwestorów i projektantów udało się wcielić nowe życie w zastaną podupadająca przestrzeń. *„Gdybym miał opisać architekturę XX-go wieku jednym słowem, byłby to „beton". Jego dowolność i uniwersalność pasują do XX wieku tak dobrze, że porzucono inne lokalne metody konstrukcyjne. Co więcej wytrzymałość solidnej masy otrzymywanej w procesie transformacji z gęstej ciekłej substancji otworzyła nową erę tak upragnionej monumentalności oraz bezpieczeństwa prywatności.*

Z tej przyczyny poszukiwanie substytutu – materiału – nie jest tylko czysto formalną propozycją lecz próbą zasugerowania zasady życia, która zastąpiłaby fundamenty XX w. – wolność (oczywiście w znaczeniu „ery"), wytrzymałości oraz bezpieczeństwo.", (Flores Zanchi).

a)

b)

c)

d)

e)

f)

Fot. 1. a) Elewacja północna, b) Szklano – żeliwna zewnętrzna klatka schodowa, c) Widok na nadbudowany apartament, d) Widok na apartamenty, e) Widok na balkon nowo dobudowanej części, f) Kuchnia apartamentu.

Phot. 1. a) The north elevation, b) The glass-cast iron outer staircase, c) A view of the built-on apartment, d) A view of the apartments, e) A view of the balcony of the newly-built on part, f) The kitchen of an apartment.

• Projekt bardzo dobrze wpisał się w kontekst miejsca, urozmaicając go o nowe, współczesne elementy, które dodają lekkości całemu założeniu, uzupełniając ciężkie ceglane kamienice. Szacunek do tradycji w połączeniu z najnowszymi rozwiązaniami technologicznymi stanowi atrakcje nie tylko dla koneserów tego typu rozwiązania, ale i dla zwykłych mieszkańców, podnosząc standard życia.

3. Muzeum Sztuki Figge, Davenport, Iowa, Usa

• David Chipperfield Architects.

• Projekt: 1999 r. Realizacja: 2003 - 2005 r. Powierzchnia: 10 000 m².

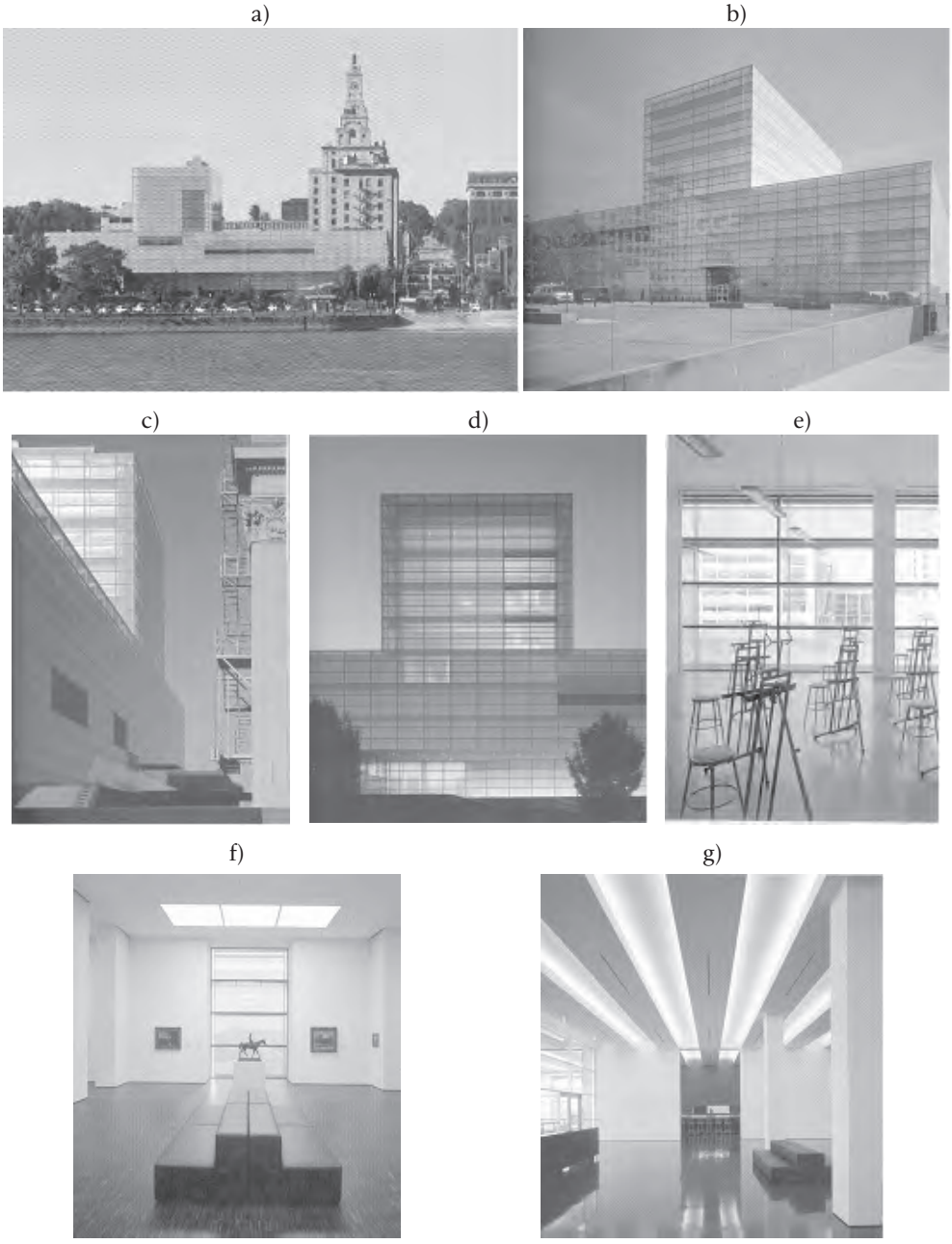
• Kontekst miejsca: Nowa tożsamość w przestrzeni miasta. Muzeum Sztuki Figge znajduje się w mieście Davenport przy wschodniej granicy stanu Iowa. Miasto, celem wzmocnienia obszarów powodziowych i utworzenia nowych dojść do rzeki, określiło katalizator działań w procesie rewitalizacji obszarów miejskich. W projekcie tym wyznaczono także teren pod nowy obiekt dla Davenport Museum of Art (który otrzymał nazwę Figge Muzeum Sztuki) założono że nowe muzeum stojące w centrum miasta przy brzegu rzeki Missisipi będzie swego rodzaju symbolicznym budynkiem miasta.

• Tło historyczne: Jako instytucja, muzeum w Davenport jest jednym z najstarszych muzeów w kraju, co więcej uważany jest za pierwszą miejską galerię sztuki w Stanach Zjednoczonych. Nowe Muzeum Sztuki Figge zawdzięcza swą nazwę organizacji VO & Elizabeth Kahl Figge Foundation, która to podarowała 13mln dolarów na jego budowę (całkowity koszt 47). Ród Figge pochodzi z rodziny bankierów szwajcarskiego pochodzenia. Pierwsze zbiory dla muzeum były darowane w roku 1925 przez Charlesa Ficke (1850-1931), ówczesnego przywódcę Davenport, który przekazał zbiory dzieł sztuki z całego świata. Robert E. Harsche, późniejszy dyrektor Instytutu Sztuki w Chicago, poinformował, iż według jego wiedzy, żadna z publicznych amerykańskich galerii sztuki nie rozpoczęła swej działalności z tak dużą liczbą ważnych obrazów.

• Opis Projektu: W celu stworzenia charakterystycznego budynku w mieście, David Chipperfield przedstawił Muzeum Sztuki Figge w formie monolitycznej struktury szklanej, ustawionej frontem do wód Missisipi. Swą prostotą i siłą budynek naznacza nowy rozwój miasta. Architektura jest oparta na prostej geometrycznej, przeszklonej bryle. Elewacje są szklone poziomymi taflami szyb, łączonych aluminiowymi ramami. Zachowując silną i rozpoznawalną formę, muzeum jest zdecydowanie inne od zastanej tkanki miejskiej, gdzie dominuje architektura betonu i z cegły, jednak swą formą i materiałem elewacji silnie nawiązuje do wody stanowiąc jakoby łącznik z naturą. Centralna część budynku, przeszklona wieża o wysokości 140m nawiązuje swoimi gabarytami do otaczającej zabudowy. Wnętrza nowego muzeum zapewniają trzy razy większą przestrzeń ekspozycyjną w porównaniu z poprzednim obiektem, co pozwala na dalszy rozwój muzeum. Muzeum oprócz swych zbiorów oferuje nam także restaurację, kawiarnię i wielopoziomowe ogrody zimowe, które pozwalają podziwiać wspaniałe widoki na rzekę Missisipi.

• Znaczenie projektu dla tożsamości miejsca: Miasta zawsze są identyfikowane z ich głównymi atrakcjami. Od momentu powstania nowego Muzeum Sztuki Fige, Davenport wśród amerykanów kojarzone jest właśnie z nim. Projekt mający na celu głównie wspieranie istniejących sieci w mieście, przyczynił się do powstania nowego

symbolu miasta i pomimo iż projekt różni się w swojej konwencji z zastaną tkanką miejską, prowadzi z nią dialog na zasadzie kontrastów. Nowe Muzeum Sztuki Figge wpisuje się w tożsamość miejsca, nadając mu nową, nowoczesną, współczesną jakość.



Fot. 2. a) Widok na pierzeje budynków, b) Widok z zewnątrz, c) Widok z pierzei ulicznej, d) Fragment elewacji, e) Fragment wnętrza, f, g) Wnętrza.

Phot. 2. a) A view of the frontage of the buildings, b) An outside view, c) A view from the street frontage, d) A fragment of the elevation, e) A fragment of the interior, f, g) The interiors.

4. Centrum Informacji, Komunikacji I Mediów (IKMZ) Brandeburskiego Uniwersytetu Technicznego, Cottbus, Niemcy

• Herzog & De Meuron

• Projekt: 1998/99 – 2001 r. Realizacja: 2001 - 2004 r. Powierzchnia: 7630 m².

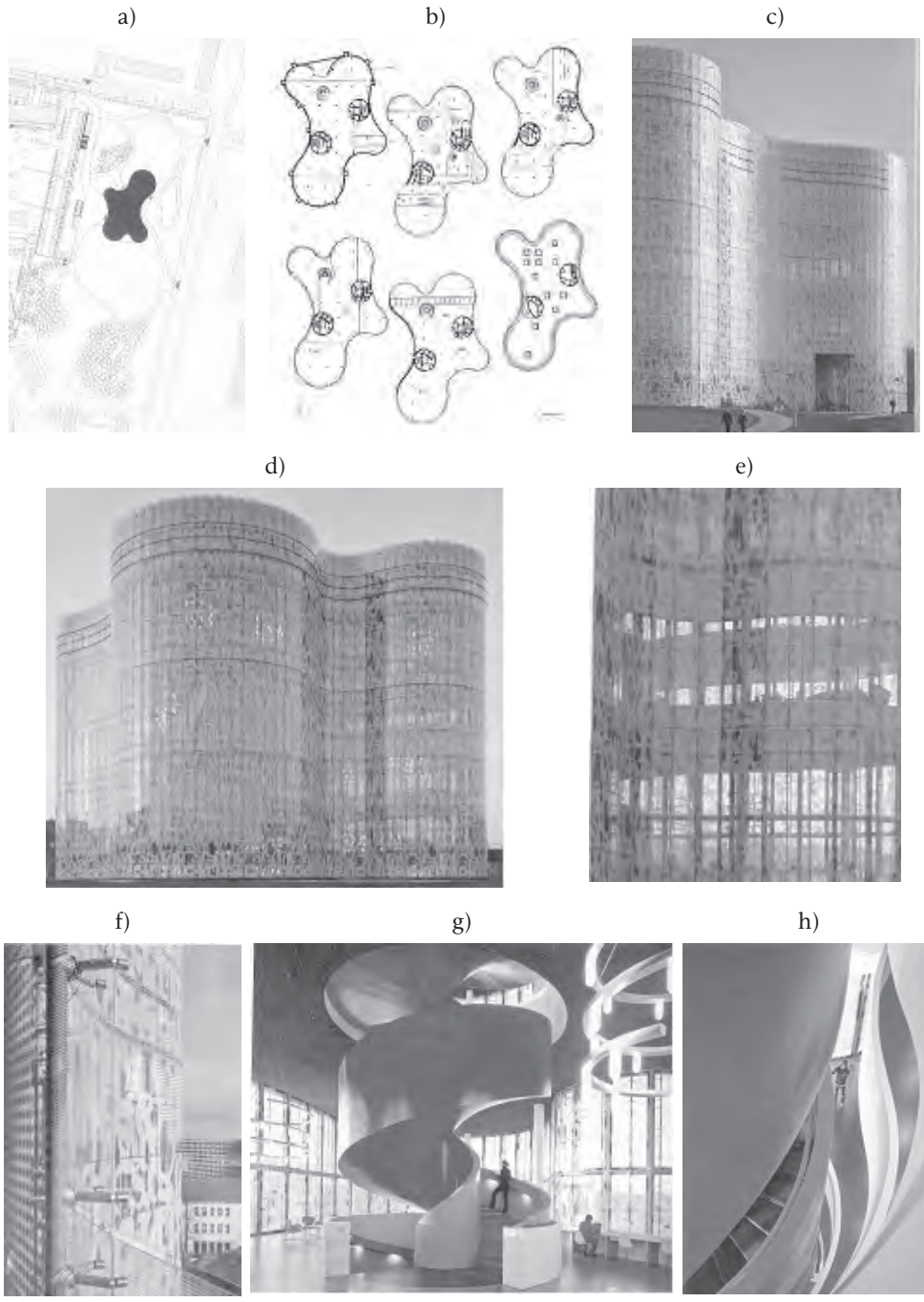
• Kontekst miejsca: W listopadzie 2004 roku w mieście Cottbus oficjalnie otwarto budynek Centrum Dydaktycznego IKMZ Uniwersytetu Technicznego. Miasto Cottbus znajduje się w południowo-wschodniej części Brandenburgii (ok. 120 km od Berlina). Charakterystyczny obiekt zaprojektowany przez szwajcarskich architektów zaraz stał się symbolem Uniwersytetu i Miasta. Centrum ulokowane zostało we wschodniej części Campusu Uniwersytetu Technologicznego pomiędzy uniwersytetem a miasteczkiem studenckim, dokładnie na wprost głównego wejścia do Campusu.

• Tło historyczne: Od poł. XIX w. w Cottbus rozpoczęła się epoka industrializacji: tworzono nowe fabryki tekstylne, z których miasto było znane zagranicą, oraz prowadzono wydobycie węgla brunatnego. W 1868 r. Cottbus uzyskało połączenie kolejowe z Berlinem. Podczas II wojny światowej lokalny miejscowy przemysł prowadził produkcję głównie dla celów wojskowych, dlatego też miasto stało się celem ataków lotniczych. W lutym 1945 r. zostało poważnie zniszczone podczas amerykańskiego nalotu. W kwietniu 1945 r. toczyły się tutaj zacięte walki między wojskami sowieckimi i niemieckimi. W mieście zniszczeniu uległo ponad 34 procent budynków. Po wojnie w 1952 r. w Cottbus powstała pierwsza szkoła średnia. Od lat 60-tych XX w. prowadzono intensywną urbanizację miasta, budując wiele nowych osiedli. W 1954 r. w Cottbus powstał ogród zoologiczny. W 1976 r. liczba mieszkańców przekroczyła 100 tys.

• Opis projektu: Budynek Centrum Dydaktycznego ukończony został po trzech latach, poprzedzonych długim i czasem trudnym procesem planistycznym trwającym 5-6 lat. Budynek o powierzchni 7630 m² (5461 m² przestrzenie publiczne, 976 m² administracja, 1193 przestrzeń ze zbiorami bibliotecznymi) objął łączny koszt około 30 mln euro (28 mln całkowity koszt od fundamentów po wykończenie i 1,9 mln meble i wyposażenie). Estetykę Centrum Dydaktycznego wyznacza sfalowana forma bryły, wynikająca z charakterystycznego rzutu, który w zarysie zewnętrznych ścian nie posiada kątów. Jego obłe kształty kojarzone są z amebą, niejednokrotnie też ludzie przyrównują rzut do zdeformowanej koniczyny. 32-metrowa, żelbetowa konstrukcja z zewnątrz cała przekryta została powłoką z podwójnej warstwy specjalnie wytłoczonego szkła (wzory stylizowane na graffiti). Wszystko to powoduje, iż Centrum nie czytamy jako typowego budynku, gdzie rozróżniamy front i tył, tutaj ciekawy kształt powoduje, że nie jesteśmy w stanie jednoznacznie określić, gdzie jest wejście. Prezentuje nam się jako imponujący, potężny obiekt zakotwiczony w samym środku parku. W zależności, od której strony jest widziany, wygląda inaczej. Elewacje północ/południe są znacznie węższe, co sprawia, że patrząc na nie na wprost bryła budynku staje się wieżą. Nadzwyczajna architektura zewnętrza, nawiązująca do organicznej tradycji budownictwa, kontynuowana jest wewnątrz budynku poprzez kręte schody, które łączą pierwsze piętro podziemne z piętrem szóstym. Schody te są pionową komunikacją dla funkcji bibliotecznej, która ma specyficzny podział. Biblioteka została podzielona na mniejsze biblioteki

indywidualnej specjalności: Specjalistyczna Biblioteka nr.1 – sztuka, ekonomia, prawo (pierwsze podziemne piętro i 2-gie piętro); Specjalistyczna Biblioteka nr.2 – architektura, budownictwo, technologia (3, 4 piętro); Specjalistyczna Biblioteka nr.3 – nauki przyrodnicze, ochrona środowiska, informatyka i nauki komputerowe (5, 6 piętro). Oprócz dominującej funkcji bibliotecznej, Centrum zapewnia również centrum multimedialne (1-sze piętro), przestrzenie wystawiennicze oraz centrum drukowania, kopiowania i skanowania (parter). Ostatnia kondygnacja (7) ma funkcje biurowe. Charakterystyczne dla tej budowli jest to, że żadne z pięter nie jest podobne do innego i – wyłączając powierzchnie biur – prawie wcale nie posiada zamkniętych pomieszczeń. Dzięki temu realizowana jest zmienna i otwarta koncepcja użytkowania budynku, umożliwiająca organizowanie różnorodnych form pracy, komunikacji i imprez w wielu kombinacjach. Świadomie dopuszcza się tu różne formy pracy, w odosobnieniu bądź w grupie.

• Znaczenie projektu dla tożsamości miejsca: Budynek w swojej barwnej otwartości sugeruje bezpośrednią potrzebę żywej komunikacji i jasnej, przejrzystej informacji. Jego funkcja symbolizuje początek nowej ery mediów, w której metody i techniki produkcji oraz rozpowszechniania informacji widocznie się zmieniają i pozwalają na dostęp do elektronicznego świata wiedzy w multimedialnych miejscach pracy i informacji; to wyjaśnia interaktywny charakter powierzchni publicznych. Zarówno studenci Brandenburskiego Uniwersytetu Technicznego, jak i mieszkańcy miasta i regionu mają tu do dyspozycji multimedialne miejsca pracy i informacji z dostępem do stanowisk komputerowych, cyfrowych mediów informacyjnych i komunikacyjnych. Biblioteka zapewnia około 800.000 jednostek ewidencyjnych oraz centrum multimedialne. Wszystko to pod jednym dachem. Od czasu założenia IKMZ na początku 2004 r. biblioteka, centrum multimedialne, centrum komputerowe i przetwarzania danych administracyjnych uniwersytetu zostały połączone i są wspólnie zarządzane. Dzięki temu stworzone zostały dobre warunki dla nowej jakości infrastruktury informacyjnej na BTU Cottbus. Nowy budynek jest metaforą osiągnięcia interdyscyplinarnego charakteru BTU Cottbus oraz pozwoli na innowacyjne koncepcje przepływu informacji i wiedzy, dostępu i korzystania z multimedialnego świata wiedzy połączonych w sieci - *learning and working spaces* (przestrzeni do nauki i pracy). Nowy budynek IKMZ wspomaga i wspiera nowe myślenie, jest wyrazem społeczeństwa kształcącego się i ożywia dostęp do wiedzy kolorem i przejrzystością - to miejsce, które przyczynia się do powstawania idei i pozwala je urzeczywistniać.



Fot. 3. a) Sytuacja, b) Schemat rzutów, c) Widok z zewnątrz, d) Widok na północną elewację, d) Fragment faktury elewacji, e,f) Detal, g) Schody wewnątrz budynku, h) Wnętrze budynku.

Phot. 3. a) The situation plan, b) The chart of projections, c) A view from the outside, d) A view of the north elevation, e) A fragment of the elevation's texture, f) A detail, g) The stairs inside the building, h) The interior of the building.

5. Wnioski

Promowana współcześnie nowa dziedzina wiedzy – „estetyka środowiskowa”[6], dbałość o piękno i harmonię przestrzeni miasta i jej praktyczne wdrożenia są drogą sprzyjającą dla procesów rewitalizacji przestrzeni zdegradowanych w strukturze miasta, otwierania się na zmiany w sylwecie miasta, podnoszenia wartości estetycznych przestrzeni publicznych w mieście, a zatem identyfikacji mieszkańców z miejscem zamieszkania. Działania te sprzyjają powstawaniu nowych znaków „nowych tożsamości” przy poszanowaniu zasobów kulturowych miejsca

Bibliografia

[1] Bieda K., Palej A., *Krajobraz trzeciej fali*, VI Ogólnopolska, I Międzynarodowa Konferencja Instytutu Projektowania Urbanistycznego, Kraków, 23-24 kwietnia 1999, *Czynnik kreacji w projektowaniu urbanistycznym. Kreacja współczesnego miasta: realizacja, zapisy rozwoju, teoria*, Termin użyty za A. Tofftem (*Trzecia fala)*, 1980.

[2] Bonenberg W., *Miejska przestrzeń kreatywna*, Architektura i Urbanistyka, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, nr 10 2007.

[3] Kosiński W., *Globalizacja i ponowoczesność a tożsamość miasta*, Architektura i Urbanistyka, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, nr 10 2007.

[4] Myczkowski Z., *Tożsamość „dawna” i „nowa”*, Materiały z Konferencji Naukowej KONGRES KULTURY POLSKIEJ 2000, *Architektura i dobra kultury, tożsamość i kontynuacja tradycji*, PAN o/Kraków, PK Kraków 2000.

[5] *MATERIA*, Federico Motta Editore, Milano, Italy, nr 49, s.48.

[6] *MATERIA*, Federico Motta Editore, Milano, Italy, nr 50, s.44.

[7] *MATERIA*, Federico Motta Editore, Milano, Italy, nr 50, s.64.

[8] Spaziante A. *O złożoności analizy urbanistycznej [w:] Elementy analizy urbanistycznej*, Kraków 1998.

“New” identity in a city space

Jan Wrana

Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture

Abstract: Finding and classifying the factors that determine the identity of a city influences the feeling of the emotional bond between inhabitants and a city in the period of the widespread globalization processes. The inhabitants’ social awareness of preserving the cultural heritage together with the contemporarily necessary development of a city and transformations of its structures allow the creative solutions for “new” identity in a city space to come into existence.

Key words: the identity of a city, cultural heritage, “new” identity in a city space, environmental aesthetics.

[6] Kosiński W. *Globalizacja i ponowoczesność a tożsamość miasta*, Architektura i Urbanistyka” Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, nr 10 2007, s 30-42, (Enviromental Aesthetics).

Budownictwo i Architektura 7 (2010) 155-162

Real estate evaluation model based on the method of least squares

Jacek Zyga

Lublin University of Technology, Faculty of Building and Architecture, Department of Geotechnics, e-mail: j.zyga@pollub.pl

Abstract: New way of estimating of real estate market value, based on the least squares method, was presented in the article. Testing of applying same ideas of statistical approach into the routine way of appraisal of particular immovable estate shown that the proposed way of valuation is under some circumstances as good as the "in-pairs comparing" method, the most universal one from among methods of comparing approach. Although "in-pairs comparing" method is regarded as the most accurate one, conducted experiments clearly shown its own, inherent limits, that radically restrict the field of its use.

Key words: real estate valuation, real estate pricing, in pairs comparison method, the method of least squares.

1. Introduction

One of the most common and practical methods in the pricing of real estates is referring, in valuing estimations, to evaluations made by other participants of the local market. In the Polish law this method is described as the comparative approach. It is one of the four approaches which are legally recognized. The remaining three include:

- income capitalization approach,
- cost-based approach,
- mixed approach.

The comparative, income or mixed approaches are used to estimate the market value of a real estate. The cost-based approach is intended to estimate the reproduction value of real estates.

The income capitalization approach consists in evaluating of a real estate assuming that the purchaser of such an estate will pay the price which will depend on the forecast income to be obtained from the real estate sale. Real estates that bring or are likely to bring a return should be appraised using that approach.

The cost-based approach consists in evaluating of a real estate assuming that such value reflects the cost of its reproduction decreased by the physical depreciation of such a real estate. In that approach the cost of land purchase and the cost of reproduction of its parts are specified individually.

The mixed approach is a combination of the ideas inherent in the three main approaches. Although it is the quintessence of appraisal methods used in the real

state developing market (and seems to be a highly professional way of appraisal), it is not recognized as a fully autonomous approach. Article 152 paragraph 3 of the Polish law on real estates economy ("Ustawa o gospodarce nieruchomościami") says that the mixed approach is intended to be used in a situation when existing market conditions do not allow the use of the income or comparative approaches.

As it was described above, the comparative approach consists in the estimation of a real estate market value, assuming that such a value meets the prices which have been obtained in the sales of similar real estates. Such prices are obviously subject to corrections due to the features differing similar real estates from the evaluated one, and due to price changes in time. A necessary condition to use the comparative approach is the knowledge of prices of similar real estates and features of such estates as well as the features which have an effect on the level of transactional prices.

Focusing on the comparative approach in this article we will omit the analysis of detailed descriptions of pricing methods classified as income, cost and mixed approaches and concentrate exclusively on the methods of the comparative approach. The general procedures of comparing real estates are defined in the Statutory Instrument Resolution of the Council of Ministers regarding the pricing of real estates and preparing of evaluation report from 2004-09-21 (Journal of Laws 2004 No 207, item 2109), where the procedures were categorized into the three methods of pricing:

- in -pair comparison method,
- average price correcting method,
- methods of market statistical analysis.

Contrary to an intuitive expectation, the methods above have not been listed according to the number of records that are used in the appraising of objects. The expected order is violated by the average price correcting method, practically based on two real estates sold for the lowest and highest prices (from the assumption) and logically connected evaluations of market features. In the face of wide criticism of this method it will also remain beyond the scope of this article.

Consequently, the in pairs comparison method and methods of market statistical analysis (or rather one of many, possible to define, methods using statistics as a tool) shall be considered as the subject of the article. Someone could challenge this list because of contradictory features of the two compared methods. However, as one can see in the next passage both of the compared methods can give convergent results.

2. The general form of the value model in the in pairs comparison method

The model of the unit value of the priced real estate, whose framework record is included in the Interpretative Note N1 of Polish Federation of Valuers Associations (until recently in the standard of PFVA no III.7) can be defined with the following formula:

$$W^{PRE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(PS_i + \Delta PS\sum_{j=1}^{m}\frac{M_j^{PRE} - M_{i,j}^{S}}{M_j^{\max} - M_j^{\min}}\cdot w_{i,j}\right) \tag{1}$$

where: W^{PRE} – the value of the comparative unit of priced real estate, PS – the price of the comparative unit of sold real estate, (after the correction to allow for changing of prices in time), ΔPS – the range of prices of the comparative unit of sold real estates in the local market (after the corrections due to their changes in time), M_j^{PRE} – the mark of the priced property within the j-th market feature*, M_{ij}^{S} – the mark of i-th sold property accepted for in pairs comparisons within the j-th market feature*, M_j^{max} – the maximum mark of real estates in the market test within the j-th market feature*, M_j^{min} – the minimum mark of real estates in the market test within the j-th market feature*, $w_{i,j}$ – the weight of the market feature (the fractional share of the market feature in the range of prices in the market test), n – the number of transactions, m – the number of market features.

*/ A market feature means a single feature or a group of features that can affect the changes of market prices of real estates and whose influence can be recognized.

The above formula presents the simplest way of finding the most probable solution, but the formula of the general arithmetical mean with the use of coefficients of partial estimations significance is also acceptable. Only to simplify the reasoning, however, it is advisable to take the formula (1) as sufficient for inferring conclusions on the effect of particular arguments on the final result of their function, i.e. estimated market value. The marks of market features of real estates (the priced one and sold ones as well) are a very subjective factors in the whole process of pricing. These marks can be expressed in numbers or as seriate ranks (in that case lengths of intervals I between each mark are important).

$$\frac{M_j^{PRE} - M_{i,j}^{S}}{M_j^{\max} - M_j^{\min}} = \frac{I_j^{S,PRE}}{I_j^{\min,\max}} \tag{1a}$$

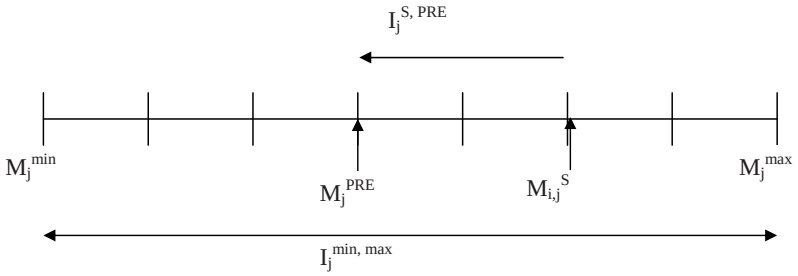


Fig. 1. The schema of estimation of the marks proportion coefficient for a particular j-th market feature in comparisons of the priced real estate and i-th sold, comparative real estate.

3. The form of the alternative model

The alternative model of the real estate market value uses a well-known technology which consists of the method of least squares combined with the rule of the differential method.

The starting point is the additive model of the transactional price assuming that the final price of a real estate is the result of financial effects of different factors. In the presented case market features with their marks are regarded as the factors mentioned above.

$$PS_i = \sum_{j=1}^{m} (w_j \cdot \frac{M_{i,j}^S - M_j^{\min}}{M_j^{\max} - M_j^{\min}} \cdot X_j) + PS^{\min} + v_j \tag{2}$$

where: PS_j – the price of comparative unit of the *i*-th sold real estate (after the correction by time-dependent factor), PS^{min} – the lowest price in the set of comparative unit prices of sold real estates on the local market (after the correction by time dependent factor), M^S_{ij} – the mark (rank) of the *i*-th sold real estate within the range of *j*-th market feature, M^{max}_j – the maximum mark (rank) of the real estate in the market test within the *i*-th market feature, M^{min}_j – the minimum mark (rank) of the real estate in the market test within the *i*-th market feature, w_j – the weight of *j*-th market feature expressed as a fraction, *m* – the number of market features, X_j – the maximum financial effect of *i*-th market feature on the price of a comparative unit of a sold real estate, v_j – the stochastic component (residual).

In the face of the fact that the influence X of a market feature on the price of a comparative unit of a real estate is a parameter that structurally plays the role of an independent variable, it can be replaced with another variable that aggregates some elements of the formula (2). This action appears to be admissible because other elements of formula (2) such as *w* weights of particular market features or intervals $I_j^{\min,\max} = M_j^{\max} - M_j^{\min}$ of extreme ranks of each feature remain constant under the circumstances of a local real estate market.

Introduction of the new variable:

$$Y_j = w_j \cdot \frac{X_j}{M_j^{\max} - M_j^{\min}} \tag{3}$$

redefines the model of the transactional price to the form:

$$PS_i = \sum_{j=1}^{m} ((M_{i,j}^S - M_j^{\min}) \cdot Y_j) + PS^{\min} + v_i \tag{4a}$$

or alternatively:

$$PS_i = \sum_{j=1}^{m} (I_{i,j}^{\min,S} \cdot Y_i) + PS^{\min} + v_i \tag{4b}$$

where:

$$I_j^{\min,S} = M_j^S - M_j^{\min} \tag{4c}$$

When ***n*** comparative unit prices (corrected by the time-dependent factor) and related ranks of real estates within the range of ***m*** selected market features are collected, then the system of ***n*** equations with ***m*** variables can be set.

$$PS_1 = \sum_{j=1}^{m} (I_{1,j}^{\min,S} \cdot Y_j) + PS^{\min} + v_1$$

$$PS_2 = \sum_{j=1}^{m} (I_{2,j}^{\min,S} \cdot Y_j) + PS^{\min} + v_2 \tag{5}$$

$$PS_n = \sum_{j=1}^{m} (I_{n,j}^{\min,S} \cdot Y_j) + PS^{\min} + v_n$$

In the matrix recording the system (5) can be represented as:

$$PS - PS^{\min} = I \cdot Y + v \tag{6}$$

where: PS – n - element vector of comparative unit prices of sold real estates (corrected as mentioned above), PS^{min} – n - element vector composed of elements equal to the lowest price in the set of comparative unit prices of sold real estates on the local market (corrected as mentioned above), I – the matrix of the model coefficients containing intervals between the ranks of sold real estates and minimum ranks within the range of each market feature, Y – m - element vector of aggregated variables, v – m - element vector of residuals.

The solution of the system of equations is the estimation of variable $\hat{Y}$ as shown below:

$$\hat{Y} = (I^T I)^{-1} I^T (PS - PS^{\min}) \tag{7}$$

Putting $\hat{Y}$ into the form (6) leads to the estimation of the unit market value of the object:

$$V^{PRE} = \sum_{i=1}^{m} ((M_i^{PRE} - M_i^{\min}) \cdot \hat{Y}_i) + PS^{\min} \tag{8}$$

The symbol $\hat{Y}_i$ in the form (8) means i-th element of the resulting vector $\hat{Y}$.

4. The numerical example

The mathematical check of the proposed way of the real estates valuation was conducted on the real data, i.e. a set of flats in the old buildings situated in a district of Warsaw, in 2009. The list of gathered records is shown in table no 1 as follows:

Table 1. The data set describing transactions in the local market of flats in the old buildings.

The transactional unit price PLN / m²	The mark of evaluation (rank) of the building technical conditions	The mark of evaluation (rank) of the building type	The mark of evaluation (rank) of the flat location on a storey
29225,82	3	2,5	3
12819,10	3	2	2
47721,17	3	3	3
47721,20	3	3	2
38616,61	4	3	2
41953,03	4	2	3
41435,09	4	2	2

All the remaining marks (e.g. available utilities, car accessibility, the type of land ownership) were omitted due to the invariability of their marks in the group. The weight factors of essential market features were estimated using the analysis of correlation of relative increases of transactional prices and changes of marks (ranks)

of real estates of respective transactions, expressed in numbers. The figures of estimated factors are as follows:

Table 2. Market features and their weight factors.

The mark of evaluation (rank) of the building technical condition	The mark of evaluation (rank) of the building type	The mark of evaluation (rank) of the flat location of on a storey
0,31521	0,59084	0,09395

For several different variants of sets of market features marks, several simultaneous experiments were conducted:

A – estimations based on formula (1), applying external expertise on real estates similarity, entirely consistent with the legal requirements and in accordance with the Polish standards of valuation,

B – estimations based on formula (1), without searching for the most similar real estates (the estimations using all accessible transaction data),

C – estimations based on alternative stochastic statistical model (2-8) using all available transaction data.

The calculations were performed by means of Mathcad 6.0 software. The results of estimations are shown in Table no 3:

Table 3. The results of three variants of estimation of unit market value of objective flats and evaluation of mutual proportions of the results.

Applied sets marks of market features			Results of estimation of unit market value of objective flats [PLN/m^2 p.u.]			Mutual proportions of estimation results		
The mark of evaluation (rank) of the building technical condition	The mark of evaluation (rank) of the building type	The mark of evaluation (rank) of the flat location of on a storey	variant A	variant B	variant C	B/A	C/A	C/B
2	1	1	-15058	-14263	-36430	0,95	2,42	2,55
2	1	2	-11779	-10984	-26334	0,93	2,24	2,40
2	1	3	-8500	-7704	-16238	0,91	1,91	2,11
2	1	4	-5221	-4425	-6142	0,85	1,18	1,39
2	2	1	5563	6359	-14426	1,14	-2,59	-2,27
2	2	2	8842	9638	-4330	1,09	-0,49	-0,45
2	2	3	12122	12917	5765	1,07	0,48	0,45
2	2	4	15401	16196	15862	1,05	1,03	0,98
2	3	1	26185	26980	7577	1,03	0,29	0,28
2	3	2	29464	30259	17673	1,03	0,60	0,58
2	3	3	32743	33539	27769	1,02	0,85	0,83
2	3	4	36022	36818	37865	1,02	1,05	1,03
2	4	1	46806	47602	29581	1,02	0,63	0,62
2	4	2	50086	50881	39677	1,02	0,79	0,78
2	4	3	53365	54160	49773	1,01	0,93	0,92
2	4	4	56644	57439	59869	1,01	1,06	1,04
3	1	1	-4057	-3261	-19281	0,80	4,75	5,91
3	1	2	-778	17	-518	-0,02	0,67	-30,47
3	1	3	2501	3297	911	1,32	0,36	0,28

3	1	4	5780	6576	11007	1,14	1,90	1,67
3	2	1	16565	17360	2723	1,05	0,16	0,16
3	2	2	19844	20639	12819	1,04	0,65	0,62
3	2	3	23120	23918	22915	1,03	0,99	0,96
3	2	4	26402	27198	33011	1,03	1,25	1,21
3	3	1	37186	37982	24727	1,02	0,66	0,65
3	3	2	40465	41261	34823	1,02	0,86	0,84
3	3	3	43745	44540	44919	1,02	1,03	1,01
3	3	4	47024	47819	55015	1,02	1,17	1,15
3	4	1	57808	58603	46730	1,01	0,81	0,80
3	4	2	61087	61882	59826	1,01	0,98	0,97
3	4	3	64366	65162	66922	1,01	1,04	1,03
3	4	4	67645	68441	77018	1,01	1,14	1,13
4	1	1	6944	7740	-2131	1,11	-0,31	-0,28
4	1	2	10224	11019	7965	1,08	0,78	0,72
4	1	3	13503	14298	18061	1,06	1,34	1,26
4	1	4	16782	17577	28157	1,05	1,68	1,60
4	2	1	27566	28361	19872	1,03	0,72	0,70
4	2	2	30845	31641	29968	1,03	0,97	0,95
4	2	3	34124	34920	40064	1,02	1,17	1,15
4	2	4	37404	38199	50160	1,02	1,34	1,31
4	3	1	48187	48983	41876	1,02	0,87	0,85
4	3	2	51467	52262	51972	1,02	1,01	0,99
4	3	3	54746	55541	62068	1,01	1,13	1,12
4	3	4	58025	58821	72164	1,01	1,24	1,23
4	4	1	68809	69605	63880	1,01	0,93	0,92
4	4	2	72088	72884	73976	1,01	1,03	1,01
4	4	3	75367	76163	84072	1,01	1,12	1,10
4	4	4	78647	79442	94168	1,01	1,20	1,19
5	1	1	17946	18741	15018	1,04	0,84	0,80
5	1	2	21225	22020	25114	1,04	1,18	1,14
5	1	3	24504	25300	35210	1,03	1,44	1,39
5	1	4	27783	28579	45306	1,03	1,63	1,59
5	2	1	38567	39363	37022	1,02	0,96	0,94
5	2	2	41846	42642	47118	1,02	1,13	1,10
5	2	3	45126	45921	57214	1,02	1,27	1,25
5	2	4	48405	49200	67310	1,02	1,39	1,37
5	3	1	59189	49984	59025	0,84	1,00	1,18
5	3	2	62468	63264	69121	1,01	1,11	1,09
5	3	3	65747	66543	79217	1,01	1,20	1,19
5	3	4	69026	69822	89313	1,01	1,29	1,28
5	4	1	79810	80606	81029	1,01	1,02	1,01
5	4	2	83090	83885	91125	1,01	1,10	1,09
5	4	3	86369	87164	10122	1,01	0,12	0,12
5	4	4	89648	90443	11132	1,01	0,12	0,12

Designedly applied sets of market feature marks, transcending the range of marks, defined by the local flat market circumstances, give the opportunity of rating both the reliability of the "in pairs comparison" method and also the appropriateness of the results received when using the alternative mathematical model.

5. Conclusions

The foremost conclusion arising from the experiment presented above is a statement that **"in pairs comparison" method is not itself entirely resistant to**

adverse conditions emerging in the cases of extrapolation (when some transcend the range of marks defined by the local real estate market circumstances). In extreme cases, extrapolation of prices as a tool of calculation, as foreseen by the creators of the method and admitted by the law, can give wrong, unacceptable results of valuation, especially when the mark of the most important market feature of the objective real estate happens to transcend the range ordered local market conditions. **However, the algorithm used in experiment A works properly as long as its calculations are based on interpolation rules**. In other words, the "in pairs comparison" method algorithm is appropriate for the appraisal of real estates described in several market feature scales as "not better than the best" and "not worse than the worst'.

The analysis of the column containing proportions of the results of experiments C and A shows that **the alternative mathematical model described by formulas (2-8), is not resistant to the cases of extrapolation either.** Furthermore, this way of estimation brings on unacceptable results in valuation cases of some objects whose market feature marks are equal to the lowest ones on the local market. On the other hand, it is worth mentioning that the final results of appraisals of medium objects ("not better than the best" and "not worse than the worst'), in reference to their comparative units, achieved by means of both methods are remarkably close. The divergence of estimations in variants A and C did not even exceed 17% of the estimated unit values. Realizing the potential faultiness of both methods of calculations we shall judge the result as very good. **That means that the proposed mathematical model works very well in typical conditions of using the "in pairs comparison" method and can be, within conditions, a real and reliable alternative to it.**

An advantage of the proposed alternative valuation model is its independence from market feature weight coefficients, almost always imposed a'priori in routine calculations, estimating of which sometimes can be very difficult and cause doubts about the accuracy of the final result of such a valuation. Testing of the correlation between the changes of market prices and marks of significant market features (at least expressed by numbers) is the immanent part of the method of least squares. We should also remark that the results of estimations given by the least squares method so well the estimations performed with **"in pairs comparison" method, are based on all the market.** This observation may suggest that the estimations using the method of least squares shall be more accurate. The proof of this hypothesis, however, must be a subject of another study.

References

[1] Hozer. J, Kokot S., Kuźmiński i in., *Methods of statistical analysis in the pricing of real estates*, Warsaw, Polish Federation of Valuers Associations, 2002. (in Polish).

[2] Rao C. R., *Linear models in statistics*, Warsaw, PWN, 1982 (in Polish).

[3] National Committee of Polish Federation of Valuers Associations, *Use of the comparative approach in real estate valuation*, Interpretative Note no. 1; 2008; (in Polish).

[4] National Committee of Polish Federation of Valuers Associations, *Professional Standards of Valuers*, Standard III.7*, 8th edition , 2001 (in Polish).

[5] *Law on real estates economy*, Journal of Laws 2004 no 261, item 2603 (in Polish).

[6] Statutory Instrument Resolution of the Council of Ministers from 21st September, 2004 regarding *the real estate valuation and preparing of valuation report* (Journal of Laws no 207, item 2109) (in Polish).

Informacje dla autorów.

Objętość pracy nie powinna przekraczać 16 stron maszynopisu. Maszynopis należy przygotować w formacie A4, jednostronnie, z marginesem 2.5cm z każdej strony. Pracę należy nadsyłać pocztą (1 kopia maszynopisu i dyskietka zapisana w formacie MS-Word) lub drogą elektroniczną.

Układ pracy powinien być następujący: tytuł pracy, pełne nazwiska i imiona autorów, miejsce pracy wraz z adresem e-mail, streszczenie – do 200 słów, słowa kluczowe, właściwy tekst pracy z pierwszym rozdziałem stanowiącym wprowadzenie. Na końcu pracy należy zamieścić w języku angielskim: tytuł pracy, pełne nazwiska i imiona autorów, miejsce pracy wraz z adresem e-mail, abstract – do 200 słów, słowa kluczowe.

Wzory matematyczne należy pisać stylem matematycznym (najlepiej styl Euclid 10, zawarty w edytorze równań MS-Word), np.:

$$S_u(z,n) = \frac{4x_u(z)\sigma_u^2}{n\left[1+70.7x_u^2(z)\right]^{5/6}}$$

$$x_u(z) = L_{ux} \cdot \frac{n}{\overline{u}(z)}$$

W tekście należy umieszczać rysunki (tabele) czarno-białe z opisem i podpisem w języku polskim i angielskim.

Do tabeli i rysunków należy umieszczać odnośniki możliwie blisko ich występowania w tekście – Rys. 1, Tab. 1. Odnośniki do literatury należy umieszczać w tekście w następujący sposób: Matthews i Rawlings [1], Murakami [2], Patel i in. [3].

Zestawienie literatury należy umieścić na końcu pracy przed streszczeniem w języku angielskim, w kolejności cytowania w tekście, w następującej formie:

[1] Matthews F.L., Rawlings R.D., *Composite materials: engineering and science*, London, Chapman and Hall, 1994.

[2] Murakami S., *Comparison of various turbulence models applied to a bluff body*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 46-47 (1993) 389-402.

[3] Patel V.C., Tyndall J., Yoon J. Y., *Laminar flow over wavy walls*, ASME J. Fluids Eng. 113 (1991) 523-538.

Information for authors.

The text may not exceed 16 typed pages. The manuscript should be typed in the A4 format, with the margins 2.5 cm on each side. The paper should be sent by mail (1 copy and diskette with Ms-Word file) or by e-mail.

The following paper layout should be used: title, authors full names, affiliation with e-mail, abstract (max. 200 words), key words, text of the paper with the introduction as the first chapter.

Equations should be typed using mathematical style (preferably Euclid 10 style in Ms-Word equation editor), for example:

$$S_u(z,n) = \frac{4x_u(z)\sigma_u^2}{n\left[1+70.7x_u^2(z)\right]^{5/6}}$$

$$x_u(z) = L_{ux} \cdot \frac{n}{\overline{u}(z)}$$

Figures and tables should be prepared monochromatic.

References to figures and tables should be placed close to its appearance in text – Fig. 1, Tab. 1. References to the literature should be cited by names and numbers: Matthews and Rawlings [1], Murakami [2], Patel et al. [3].

All references in the text must be listed at the end of the paper according to its appearance in the text:

[1] Matthews F.L., Rawlings R.D., *Composite materials: engineering and science*, London, Chapman and Hall, 1994.

[2] Murakami S., *Comparison of various turbulence models applied to a bluff body*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 46-47 (1993) 389-402.

[3] Patel V.C., Tyndall J., Yoon J. Y., *Laminar flow over wavy walls*, ASME J. Fluids Eng. 113 (1991) 523-538.