

dr inż. Wojciech Terlikowski*

Wymagania techniczne w rewitalizacji zabytkowych budynków w świetle zasad zrównoważonego rozwoju

Rewitalizacja zabytkowego budynku prowadzona wg zasad zrównoważonego rozwoju jest szczególnie wymagającym wyzwaniem zarówno w fazie projektowej, jak i wykonawczej [2, 3, 4]. Praktyka inżynierska wykazuje, że pełne spełnienie wymagań podstawowych przez rewitalizowany budynek zabytkowy jest często zadaniem bardzo trudnym do spełnienia, a zasady zrównoważonego rozwoju implikują dodatkowe wymagania [2].

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1], w którym zawarte są techniczne wymagania podstawowe stawiane budynkom, **wymaganie bezpieczeństwa konstrukcji** zakłada, że konstrukcja budynku powinna spełniać warunki zapewniające nieprzekroczenie stanów granicznych nośności oraz stanów granicznych przydatności do użytkowania w żadnym z jego elementów i w całej konstrukcji. Rozporządzenie [1] wyjaśnia dalej, że stany graniczne nośności uważa się za przekroczone, jeżeli konstrukcja powoduje zagrożenie bezpieczeństwa ludzi znajdujących się w budynku oraz w jego pobliżu, a także zniszczenie wyposażenia lub przechowywanego mienia. Z kolei stany graniczne przydatności do użytkowania uważa się za przekroczone, jeżeli wymagania użytkowe dotyczące konstrukcji nie są dotrzymane (nie powinny występować lokalne uszkodzenia, nadmierne rysy, odkształcenia, przemieszczenia, drgania). Jest oczywiste, że w budynkach zabytkowych wymaganie bezpieczeństwa konstrukcji często bywa przekroczone i działania rewitalizacyjne w głównej mierze skupiają się na jego zapewnieniu. Dokonuje się to przez wiele działań inżynierskich mających na celu rehabilitację poszczególnych elementów konstrukcji, układów, jak i całego ustroju nośnego. Działania te muszą być zgodne z zasadami konserwacji zabytków i uzgodnione z urzędem konserwatora zabytków. Uwzględniając w spełnieniu tego wymagania zasady zrównoważonego rozwoju, należy pamiętać o stosowaniu: prostych, niskoenergetycznych technologii tradycyjnych oraz innowacyjnych materiałów budowlanych, niskoenergetycznych i niskoemisyjnych, produkowanych w pobliżu (daje to duże możliwości rozwoju przedsiębiorczości lokalnej w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw, co jest również pośrednim efektem procesu rewitalizacji), materiałów i wyrobów pochodzących z recyklingu, a także śledzeniu śladu węglowego materiałów i wyrobów budowlanych, oszczędzaniu zasobów naturalnych, magazynowaniu materiałów odpadowych, przygotowywaniu ich do recyklingu, przyjmowaniu rozwiązań architektoniczno-konstrukcyjnych integrujących budynek ze środowiskiem przyrody. Wymienione zalecenia wiążą się ściśle z kolejnymi wymaganiami, w tym wymaganiami ochrony zdrowia, trwałości budynku i materiałów budowlanych.

Właściwe spełnienie **wymagania bezpieczeństwa pożarowego** [1] zapewnia odpowiednią nośność ogniową elementów konstrukcji oraz szczelność ogniową i izolacyjność ogniową przegród budowlanych. W efekcie możliwe jest ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dy-

mu w budynku, rozprzestrzeniania się pożaru na sąsiednie budynki lub strefy pożarowe oraz przeprowadzenie właściwej akcji gaśniczej i ratunkowej. Główną formą zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego w budynkach zabytkowych jest wyposażenie ich w specjalistyczne urządzenia techniczne, w tym systemy sygnalizacji pożaru, których zadaniem jest wykrycie pożaru w fazie wstępnej, co umożliwi podjęcie skutecznej akcji ewakuacyjnej i gaśniczej oraz stałe lub półstałe instalacje gaśnicze i sieci hydrantowe. Tam gdzie przekroczone są dopuszczalne wielkości stref pożarowych, konieczne jest instalowanie samoczynnych urządzeń oddymiających uruchamianych za pomocą systemu wykrywania dymu. Często nie można stosować nowoczesnych systemów wykrywających i stałych urządzeń gaśniczych ze względu na ograniczenia występujące w obiektach zabytkowych [5]. Ponadto, ze względu na zabytkowe formy budynków i układy architektoniczne, dużym problemem jest zazwyczaj zapewnienie właściwej drogi ewakuacyjnej (wymiały korytarzy, właściwe oddzielenia pożarowe, wymiały klatek schodowych, właściwa wentylacja, oddymianie), a także pełnej szczelności i izolacyjności przegród. Często konieczne jest stosowanie nowych oddzieleni przeciwpożarowych. Istotnym problemem jest również ograniczenie lub zlikwidowanie negatywnego działania na człowieka i otoczenie toksyczności produktów rozkładu spalania materiałów. Zagrożenie pożarowe mogą też stanowić elementy zabytkowego wykończenia i wystroju wnętrz oraz detale architektoniczne. Pomocnymi rozwiązaniami uwzględniającymi zasady zrównoważonego rozwoju są systemy budynku inteligentnego z odpowiednim zarządzaniem, a także proekologiczne gospodarowanie zasobami wodnymi, w tym uwzględnienie wykorzystania wody deszczowej i efektywnego stosowania wody do celów konsumpcyjnych i użytkowych, w tym do celów gaśniczych.

Wymaganie bezpieczeństwa użytkowania zakłada [1], że budynek i urządzenia z nim związane powinny być projektowane i wykonane w sposób nieistwarzający niemożliwego do zaakceptowania ryzyka wypadków w trakcie użytkowania. Chodzi m.in. o konieczne zabezpieczenia w postaci balustrad tarasów, balkonów, loggii i schodów, odpowiednie wymiary drzwi wejściowych, oświetlenie zewnętrzne wpływające na poprawę bezpieczeństwa, właściwe oznaczenia powierzchni przeszklonych, wykonanie krat zabezpieczających otwory w ścianach zewnętrznych. Bardzo istotne jest zaadaptowanie budynku zabytkowego do wymagań współczesnych, w tym osób niepełnosprawnych.

Jednym z wymagań podstawowych jest **zapewnienie higieny i zdrowia** [1]. Zgodnie z nim budynek powinien być zaprojektowany i wykonany z takich materiałów i wyrobów oraz w taki sposób, aby nie stanowił zagrożenia dla higieny i zdrowia użytkowników lub sąsiadów, m.in. w wyniku: wydzielania się gazów toksycznych; obecności szkodliwych pyłów lub gazów w powietrzu; niebezpiecznego promieniowania, zanieczyszczenia lub zatrucia wody lub gleby; niepravidłowego usuwania dymu i spalin oraz nieczystości i odpadów w postaci stałej lub ciekłej; występowania wilgoci w elementach budowlanych lub na ich powierzchniach (kondensacji pary wodnej); niekontrolowanej infiltracji powietrza zewnętrznego; przedostawania się gryzoni do wnętrza; ograniczenia nasłonecznienia i oświetlenia natural-

* Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Łądowej

nego [1]. Należy doprowadzić do tego, by w pomieszczeniach rewitalizowanego budynku zawartość w powietrzu stężeń i czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez grunt, materiały i stałe wyposażenie oraz powstających w trakcie użytkowania zgodnego z przeznaczeniem pomieszczeń, nie przekraczała wartości dopuszczalnych, określonych w przepisach sanitarnych oraz bezpieczeństwa i higieny pracy [1]. Konieczna jest m.in. poprawa parametrów wilgotnościowych i wodnych elementów konstrukcyjnych oraz wnętrza budynku (wykonanie lub naprawa izolacji przeciwwodnej lub przeciwwilgociowej, w tym pokryć dachowych, balkonów, tarasów). Budynek nie może być wykonany z materiałów emitujących związki (gazy, pary, pyły, środki zapachowe) szkodliwe dla człowieka i środowiska. W budynkach zabytkowych szczególnie niebezpieczne jest zagrożenie pleśnią i grzybami gromadzącymi się na przegrodach budowlanych (syndrom „chororego budynku”). Dotyka to szczególnie nieużytkowanych budynków – nieogrzewanych, niewietrzonych i zawilgoconych. Zgodnie z Rozporządzeniem [1] rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne zewnętrznych przegród budynku, warunki ciepłno-wilgotnościowe, a także intensywność wymiany powietrza w pomieszczeniach, powinny unieemożliwiać powstanie zagrzybienia. Do budowy należy stosować materiały, wyroby i elementy budowlane odporne lub uodpornione na zagrzybienie oraz inne formy biodegradacji, odpowiednio do stopnia zagrożenia korozją biologiczną. Przed podjęciem przebudowy, rozbudowy lub zmiany przeznaczenia budynku, w przypadku stwierdzenia występowania zawilgocenia i oznak korozji biologicznej, należy wykonać ekspertyzę mykologiczną i na podstawie jej wyników – odpowiednie roboty zabezpieczające [1]. Trzeba dołożyć wszelkich starań, aby doprowadzić do powstania (lub utrzymania) dobrych parametrów zdrowotnych dla użytkowników budynku. Wśród wymagań są m.in.: ograniczenie produkcji ścieków; odpadów płynnych i stałych; zminimalizowanie poziomu emisji gazów cieplarnianych oraz związków chemicznych destrukcyjnie wpływających na środowisko naturalne; śledzenie śladu węglowego elementów budowlanych, materiałów i urządzeń; stosowanie materiałów budowlanych „przyjaznych otoczeniu” – pozwalających na utrzymanie dobrej jakości środowiska naturalnego [4]; uwzględniających brak emisji szkodliwych dla zdrowia ludzkiego substancji również po zakończeniu użytkowania budynku, dające możliwość rozłożenia ich na komponenty składowe możliwe do ponownego użycia lub utylizacji [4]; zminimalizowanie poziomu emisji gazów cieplarnianych oraz związków chemicznych destrukcyjnie wpływających na środowisko naturalne [4]; stosowanie właściwego oświetlenia wewnętrznego i zewnętrznego, przyjaznego dla otoczenia i środowiska, zagwarantowanie właściwego nasłonecznienia.

Kolejne **wymaganie ochrony przed hałasem i drganiami zakłada** [1], że w rewitalizowanym, zabytkowym budynku poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie będzie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwi im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach. Hałas zewnętrzny nie powinien przenikać do wnętrza budynku (zewnętrzne przegrody budowlane muszą spełniać odpowiednie wymagania akustyczne), a jego źródła znajdujące się we wnętrzu budynku nie powinny obniżać komfortu użytkownika. Istotne jest również akustyczne oddziaływanie zrewitalizowanego budynku i jego użytkowników na otaczające środowisko, w tym biologiczny habitat. Ma to szczególne znaczenie przy rewitalizacji zabytków architektury znajdujących się poza obszarem zabudowanym, często przez lata nieużytkowanych, gdzie środowisko naturalne w postaci fauny i flory zbliżyło się do rewitalizowanego budynku lub z nim zintegrowało.

W świetle zasad zrównoważonego rozwoju, kluczowe wydaje się **wymaganie oszczędności energii i izolacyjności termicznej** [1]. Bu-

dynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne i ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynku użyteczności publicznej – również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej, potrzebnych do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie [1]. W okresie letnim natomiast nie można dopuścić do przegrzewania budynku [1]. Kluczowe w tym przypadku jest właściwe zarządzanie całym budynkiem w okresie jego użytkowania i eksploatacji, zintegrowanie systemów instalacyjnych przez system instalacji „inteligentnego budynku”. Ciekawym sposobem na ograniczenie zużycia energii jest sprzężenie systemu z lokalną informacją pogodową.

Dyrektywa EPBD 2002/91/EC [6] Parlamentu Europejskiego i Rady z 2002 r. wprowadziła wymagania dotyczące jakości energetycznej budynków. Jest to parametr, który określa zużycie energii w budynku lub przewidywane zapotrzebowanie na energię niezbędną do jego użytkowania. Ocenę jakości energetycznej budynku wykonuje się na podstawie świadectwa charakterystyki energetycznej, które powinno zawierać podstawowe wskaźniki dotyczące ochrony cieplnej, zużycia energii oraz ocenę poziomu jakości energetycznej zrealizowanego budynku. Przepisy zawarte w art. 5 ustawy Prawo budowlane [7] zwalniają z obowiązku ustalania charakterystyki energetycznej w przypadku budynków podlegających ochronie na podstawie przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami [8, 9]. Wynika to bezpośrednio z możliwości pozostawionej państwu członkowskim UE w dyrektywie [6]. O ile sprawa zabytkowych budynków figurujących w rejestrze zabytków (gdy do rejestru wpisany jest obszar, a nie konkretny budynek, ochronie mogą podlegać tylko jego walory zewnętrzne: elewacja budynku, pokrycie dachowe, okna, drzwi wejściowe do budynku itp.) wydaje się jasna, o tyle rozbieżności budzi sytuacja budynków objętych ochroną w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, gdyż zgodnie z art. 19 ust. 3 ustawy o ochronie zabytków [8], w takim planie można ustalić strefy ochrony konserwatorskiej, obejmujące obszary, na których obowiązują określone ograniczenia, zakazy i nakazy. Fakt objęcia ochroną konserwatorską określonego obszaru w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego nie oznacza jednak, że wszystkie budynki znajdujące się na tym terenie stają się nieruchomymi zabytkami [8]. Jednak nawet wówczas gdy uznamy, że w przypadku rewitalizowanego budynku zabytkowego nie obowiązuje zwolnienie z obowiązku ustalania charakterystyki energetycznej (świadectwa energetycznego), to w praktyce budowlanej można nie wykonywać prac budowlanych podnoszących komfort cieplny budynku, o ile zostanie wykazane, że zachowanie wymagań termoizolacyjnych wynikające z prawa budowlanego [7] i warunków technicznych [1] nie jest możliwe z uwagi na ochronę konserwatorską (wg zaleceń wynikających z opinii wojewódzkiego konserwatora zabytków lub z zaleceń zawartych w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego). W praktyce inżynierskiej występuje to często, nie tylko ze względu na brak możliwości spełnienia tych wymagań przy zastosowaniu alternatywnych, dopuszczonych metod termomodernizacyjnych, ale także z przyczyn niewłaściwie rozumianej ekonomii (skomplikowany charakter i innowacyjność rozwiązań termoizolacyjnych generuje dosyć wysokie koszty, które często nie są bilansowane przewidywanymi zyskami, wynikającymi z termomodernizacji, przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnej lub też stopa zwrotu wydaje się zbyt mała) oraz zbyt słabych narzędzi administracyjnych i finansowych wspierających termomodernizację budynków zabytkowych. Przy podejmowaniu negatywnej decyzji dotyczącej termomodernizacji budynków zabytkowych inwestorzy nie biorą również pod uwagę szerokiego spektrum zagadnień wynikających z zasad zrównoważonego

rozwoju, w tym wymagania oszczędności energii. Wydaje się, że w każdym przypadku należy zrobić wszystko, włącznie z potrzebnymi badaniami i analizami, poszukiwaniem rozwiązań innowacyjnych, aby poprawić komfort cieplny budynków zabytkowych, zbliżając go do wymagań współczesnych. Oczywiście działania termomodernizacyjne zdeterminowane są względami architektoniczno-konserwatorskimi oraz stanem technicznym budynku. W tabeli przedstawiono maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła przegród budowlanych i ich elementów wg obowiązujących przepisów (uwzględniono zmniejszenie wartości współczynnika U_{max} wynikające z nowelizacji rozporządzenia [1] z 5 lipca 2013 r. [10]).

Maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła przegród budowlanych i ich elementów

Podstawa prawna	U_{max} [W/(m ² ·K)]					
	ściana zewnętrzna	stropodach	strop nad nieogrzewaną piwnicą	strop pod daszem	okna	drzwi
Zasady przed 1939 r.	0,55 – 2,2	0,6 – 2,6	0,7 – 1,8	0,7 – 1,8		
PN-57/B-02405	1,16 – 1,42	0,87	1,16	1,04 – 1,16		
PN-64/B-03404	1,16 – 1,42	0,87	1,16	1,04 – 1,16		
PN-74/B-03404	1,16 – 1,42	0,70	1,16	0,93		
PN-82/B-02020	0,75	0,45	1,16	0,40	2,00 – 2,60	2,60
PN-91/B-02020	0,55 – 0,70	0,30	0,60	0,30	2,00 – 2,60	2,60
Dz.U. 2002 nr 7 poz. 690	0,30 – 0,50	0,30	0,60	0,30	2,00 – 2,60	2,60
Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1238	0,30	0,25	0,45	0,25	1,70 – 1,80	2,60
Dz.U. poz. 926 z 13.08.2013 Wartość obowiązująca od 1.01. 2014	0,25	0,20	0,25	0,20	1,3 – 1,8	1,7
od 1.01. 2017	0,23	0,18	0,25	0,18	1,1 – 1,6	1,5
od 1.01. 2020	0,20	0,15	0,25	0,15	0,9 – 1,4	1,3

Wśród wymagań podstawowych stawianych budynkom (również zabytkowym po rewitalizacji) jest **wymaganie trwałości** budynku, jego konstrukcji i materiałów budowlanych, z których został wykonany [1, 11]. Od trwałości konstrukcji oraz spełnienia wymagania jej bezpieczeństwa (zapewnienia określonej nośności, stateczności) użytkownika zależy niezawodność konstrukcji. Konstrukcja powinna być trwała przez cały okres użytkowania. W wypadku budynków zabytkowych, które często mają po kilkaset lat, jest to szczególnie ważne. W budynkach takich obok materiałów pierwotnych stosowane są materiały współczesne. Określenie ich trwałości wymaga więc często szczegółowych badań [9], w tym dokładnego, rzeczywistego zakresu użytkowania i eksploatacji [12]. Analizując rzeczywistą eksploatację budynku, należy uwzględnić bezpośredni i pośredni wpływ środowiska, w tym obciążenia zewnętrzne (wiatr, śnieg, temperatura, wilgotność, możliwość zlodowacenia itp.) oraz globalne i regionalne wpływy na środowisko [13], w tym również wpływ socjalno-kulturowy oraz na estetykę [14]. Wpływ rewitalizacji budynku na środowisko ma często aspekt społeczny i to nie tylko negatywny. Rewitalizacja zrównoważona zakłada dbałość o takie aspekty życia jak transport zewnętrzny z wykorzystaniem proekologicznych form (napęd elektryczny, transport rowerowy, pieszy [2]).

Podsumowanie

Analiza wymagań technicznych stawianych rewitalizowanym budynkom zabytkowym i konieczności ich spełnienia wykazała złożony i skomplikowany charakter rewitalizacyjnego procesu inwestycyjnego. Wymagania techniczne zawarte w obowiązującym i podstawowym Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [1] w przeważającej części uwzględniają podejście z wykorzystaniem zasad zrównoważonego rozwoju. Choć w powszechnej opinii podejście to utrudnia i rozszerza proces rewitalizacyjny (ze względu na koszty inwestycyjne z tym związane oraz rozwiązania techniczne i technologiczne, często

nowatorskie, a przez to mało popularne, czy nawet znane), z przeprowadzonej analizy wynika, że jest ono w sposób właściwy uwzględnione w obowiązujących przepisach prawnych. Jest oczywiście jeszcze zakres zagadnień wymagający pogłębienia w kontekście obowiązujących przepisów krajowych i międzynarodowych, a także określenia jasnych procesów postępowania (np. śledzenie śladu węglowego, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, właściwe zarządzanie w okresie inwestycyjnym i po jego zakończeniu). Konieczność poszukiwań nowych, innowacyjnych rozwiązań materiałowo-technologicznych możliwych do zastosowania w budynkach zabytkowych w procesie rewitalizacji może przyczynić się zarówno do rozwoju lokalnych inicjatyw gospodarczych w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw, jak również być inspiracją nowych badań i poszukiwań naukowych. Uwzględnienie aspektów zasad zrównoważonego rozwoju w rewitalizacji budynków zabytkowych, w tym poprawy komfortu cieplno-wilgotnościowego (poprzez właściwą termomodernizację) wydaje się konieczne i nieuniknione, ze względu na efektywność energetyczną budynków. Względny aspekt środowiskowy i społeczny, obecnie często nieuwzględniane, powinny nabierać coraz większego znaczenia w świetle globalnego i lokalnego zagrożenia środowiska naturalnego.

Artykuł powstał w ramach projektu „Naukowcy dla gospodarki Mazowsza” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 2002 r., nr 75 z późniejszymi zmianami.
- [2] Terlikowski W.: Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, miesięcznik „Materiały Budowlane” 5’2013 (nr 489), Warszawa 2013.
- [3] Terlikowski W.: Zdolność rewitalizacyjna budynków użyteczności publicznej, miesięcznik „Materiały Budowlane” 6’2013 (nr 490), Warszawa 2013.
- [4] Terlikowski W.: Specyfika rewitalizacji zabytkowych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej, miesięcznik „Materiały Budowlane” 7’2013 (nr 492), Warszawa 2013.
- [5] Ogrodzki P.: Systemy sygnalizacji pożarowej w obiektach zabytkowych. Konieczność czy niewygodny obowiązek, dwumiesięcznik „Systemy Alarmowe” 5’2007, Warszawa 2007.
- [6] Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich L 1/65 z 4.1.2003 r.
- [7] Ustawa z 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane, Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414, z późniejszymi zmianami.
- [8] Ustawa z 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami, Dz.U. 2003, nr 162, poz. 1568 z późniejszymi zmianami.
- [9] Terlikowski W.: Rola badań w procesie rewitalizacji budynków zabytkowych, miesięcznik „Materiały Budowlane” 8’2013 (nr 493), Warszawa 2013.
- [10] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. poz. 926 z 13.08.2013 r.
- [11] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej (L 88) z 4 kwietnia 2011 r.
- [12] Wójtowicz M.: Trwałość budynków w świetle Rozporządzenia nr 305/2011, miesięcznik „Materiały Budowlane” 12’2012 (nr 483), Warszawa 2012.
- [13] Ajdukiewicz A.: Aspekty trwałości i wpływu na środowisko w projektowaniu konstrukcji betonowych, „Przegląd Budowlany” 2/2011, Warszawa 2011.
- [14] Model Code 2010 (First complete draft). International Federation for Structural Concrete (fib), Lausanne, 2010; Vol. 1 Bulletin 55, March 2010; Vol. 2 – Bulletin 56, April 2010; 292 + 288 p.