

DR INŻ. ARCH. CEZARY WAWRZYNIAK

Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach, Wydział Architektury, Budownictwa i Sztuk Stosowanych, ul. Rolna 43, 40-555 Katowice; e-mail: cezarywawrzyniak@poczta.pl

ITERACJE WE WSPÓŁCZESNEJ ARCHITEKTURZE ORAZ NAUCZANIU ARCHITEKTONICZNYM

DOI: 10.54264/0002

s. 17-26

STRESZCZENIE

Artykuł przybliży uświadomione wykorzystywanie iteracji w kształtowaniu formy architektonicznej na wybranych przykładach: stadionu Aami Park w Melbourne oraz wieżowca Al Hamra Tower w Kuwejcie. Ważnym aspektem poruszonym w pracy jest przybliżenie doświadczeń własnych związanych iteracją i dydaktyką na uczelni wyższej na kierunku architektura.

Działalność architektoniczna osadzona na pograniczu techniki i sztuki. Skomplikowanie jej natury może do tego stopnia zmieniać obraz projektowania, że proste logiczne cykle ulegają ukryciu, rozmyciu w gąszczu wszelkich zasad. Zasad tych w wielu wypadkach nie można określić prostą regułą. Doświadczony architekt stawiając przysłowiową kreską decyduje o kilkunastu aspektach jednocześnie. Przy czym znaczna ich część wynika z jego doświadczenia jednostkowego i własnej interpretacji zasad ogólnych. Nie trudno więc o opinię negującą iteracje w architekturze wśród zawodowców zajmujących się innymi zawodami, które w ogólnej ocenie mogą być do architektury bardzo podobne.

SŁOWA KLUCZOWE

Iteracje, edukacja architektoniczna, projektowanie parametryczne.

ARCHITEKTURA I INFORMATYKA

Artykuł jest rozwinięciem i kontynuacją myśli opisanych w pracy *the Usage of Iterative Methods of Implementation of Complex Civil Engineering Projects Based on Stadium Canopy Large-Scale Spatial Structures*¹.

Dziś coraz więcej aspektów współpracy łączy zawody architekta i informatyka. Są nimi m.in. oprogramowanie, modelowanie, infrastruktura techniczna. Oba te zawody w swojej podstawie związane są z projektowaniem i obserwowaniem rzeczywistości. Podejście informatyczne narzuca konieczność dokładnej obserwacji i precyzyjnego nazewnictwa oraz jednoznacznego przyporządkowania danych, zmiennych i struktury procesów. Informatyka opiera się o rozwiązania idealne i dokładne (w tym modelowe), a do istnienia czy sprawdzenia poprawności rozwiązań nie potrzebuje świata rzeczywistego.

¹ Muszyński J., Wawrzyniak C., The Usage of Iterative Methods of Implementation of Complex Civil Engineering Projects Based on Stadium Canopy Large-Scale Spatial Structures, "IOP Conference Series Materials Science and Engineering" 960(3):032072, DOI: 10.1088/1757-899X/960/3/032072

Jej produkt może być tworem czysto wirtualnym i bardzo dobrze funkcjonować poza rzeczywistością, przykładem tego są gry komputerowe lub wirtualna rzeczywistość. Pomimo tego swoistego „ułatwienia” wykonywanie operacji na wartościach i zmiennych i tak napotyka problemy związane z ograniczeniami technicznymi (np. moc obliczeniowa) lub interpretacją obserwacji ze świata rzeczywistego, czy brakiem możliwości pełnego odwzorowania (np. brak danych, zbyt dużo danych). Program jest wielopoziomą strukturą będącą odwzorowaniem rzeczywistości, a ich podstawowym składnikiem są iteracje.

Zawód architekta i informatyka mają ze sobą coraz więcej wspólnych punktów. Są to zawody podobne do siebie na pewnym poziomie, a na innym znacznie się między sobą różniące.

W architekturze napotykamy problemy podobne do tych informatycznych. Często związane są one z dużą ilością danych i trudnością w ich odwzorowaniu lub interpretacji. Do rozwiązania takich problemów stosuje się uproszczenia i wykorzystuje modele. Model w swej definicji jest uproszczeniem sytuacji rzeczywistej. Może przedstawiać jedynie wybrane zagadnienie problemu lub upraszczać proces gdy ilość danych jest za duża czy koszty związane z jego realizacją są zbyt wysokie².

Model może przedstawiać wyobrażenie o projektowanym obiekcie. Modele/makiety wykonuje się w celu sprawdzenia formy i zaprezentowania nieistniejącego jeszcze obiektu.

Pomimo możliwych uproszczeń na poziomie modelu projektowanie obiektów architektonicznych czy założeń urbanistycznych zawsze opiera się o świat rzeczywisty. Celem projektowania jest realizacja bardziej lub mniej skomplikowanej struktury. Nawet dzięki dużemu doświadczeniu zawodowemu może to być zadanie trudne do wykonania bez użycia pośrednich narzędzi sprawdzających rezultat działań (makiety, modele, obliczenia, itp.). W przypadku wytyczania „nowej ścieżki” działanie takie może się okazać wręcz niemożliwe i wymagające badań.

Modele rzeczywiste (pomniejszone makiety założeń projektowych) są bardzo przydatne, ale dzięki wsparciu informatycznemu coraz częściej w projektowaniu wykorzystuje się modele cyfrowe. Pozwala to zyskać wielowariantowość rozwiązań, zyskać czas i obniżyć koszty badań, a nawet samą możliwość realizacji modelu w przypadku skomplikowanych założeń³.

Informatyczne podejście do projektowania (m.in. architektonicznego) nie jest niczym nowym⁴. Algorytmy procesu projektowania opisują go w sposób bardzo szczegółowy. Można jednak zapisać cały proces projektowy bardzo ogólnym schematem. Jego budowa zależeć będzie od tego jak określimy samo projektowanie. Korzystając z definicji mówiącej o poprawie stanu zastanego będącej podstawowym celem projektowania lub z definicji o zmianie sytuacji niestandardowej względnej w standardową przy dużym uogólnieniu możemy sprowadzić ten proces do procesu identyfikacji i rozwiązywania problemu.

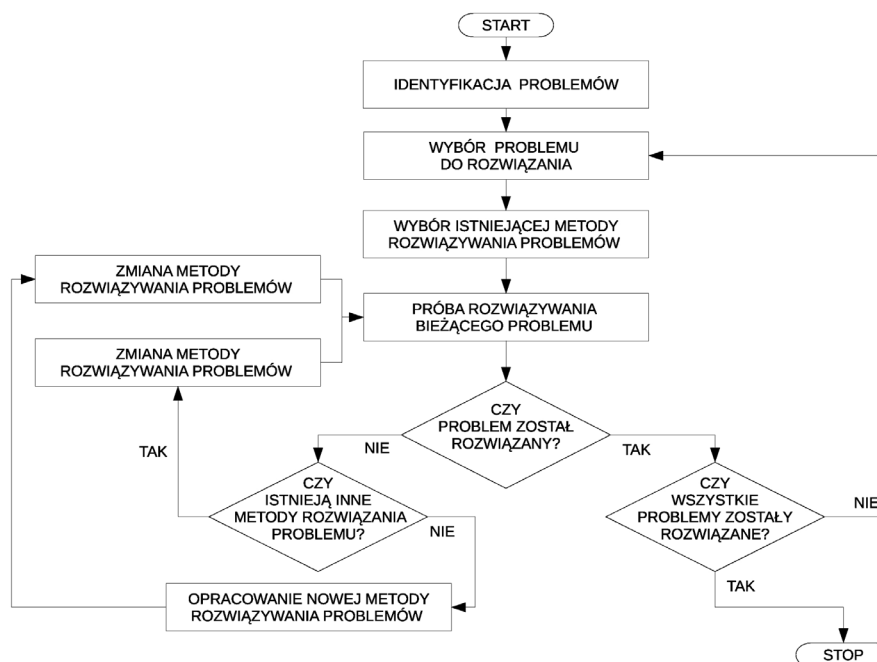
² Por. Słyk J. Modele architektoniczne, Warszawa 2018, s. 9-25

³ Januszkiewicz K.: O projektowaniu Architektury w dobie narzędzi cyfrowych. Stan aktualny i perspektywy rozwoju. Wrocław, 2010.

⁴ Por. Słyk J., Źródła architektury informacyjnej, Warszawa, 2012

Jak pokazuje schemat (il. 1) proces ten jest iteracją. W zależności od zawodu lub problemu zmieniają się narzędzia i metody, ale sam proces jest pętlą i może być w pętli powtarzany (określoną lub nie ilość razy). Na tym poziomie uogólnienia można przyjąć, że większość działań człowieka jest taka sama. Jest to identyfikacja problemu i jego rozwiązanie wraz z drogą prowadzącą do tego rozwiązania. Dopiero zagłębiając się w szczegóły i rozpatrując ich kolejne poziomy widzimy jak wiele powstaje różnic - podobnie jak z porównaniem zawodu architekta i informatyka. Zgodnie z definicją iteracja to powtarzanie tej samej operacji w pętli, jednak w niektórych definicjach (np. Wikipedia) pojawia się dodatkowa informacja o powtarzaniu jej z góry określoną ilość razy (Nazwijmy je pełnymi, a poprzednie bez słowa „określoną” prostymi).

Nie można zaprzeczyć występowaniu pętli w naturze co udowadniają naukowcy rozwijający zagadnienia występowania w niej fraktali. Ten naturalny fraktalny „nieporządek” wykorzystywany jest również tam gdzie następuje inspiracja naturą lub jej naśladowanie⁵. Widoczne jest to w pracach biur projektowych, które niekiedy zaliczane są do nurtu *Biomorfizmu*⁶. W takich projektach wykorzystywane są narzędzia projektowania parametrycznego i algorytmicznego. Prace architektów z NOX, ONL (Oosterhuis_Lénárd) czy UN Studio, uświadamiają nam, że dzięki współpracy projektanta z maszyną liczącą iteracje stają się nieodłączną częścią procesu projektowania⁷.



Il. 1 Schemat procesu rozwiązania problemu. Opracowanie własne

Proces projektowania zazwyczaj zaczyna się od identyfikacji problemu. Zaczynamy od wielu pytań i braku odpowiedzi na nie. W trakcie jego trwania uzyskujemy coraz większą liczbę odpowiedzi, co pozwala nam modyfikować i wybierać najkorzystniejszy

⁵ Świerżawski J.: Science-Inspired Architecture [w:] Defining the Architectural Space – the Myths of Architecture. Vol. 3. Redakcja naukowa Anna Mielnik. Oficyna Wydawnicza ATUT – Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, 2021, s. 179-186. DOI: 10.23817/2021.defarch.3-17

⁶ Por.: Węclawowicz-Gyurkovich E.: Architektura najnowsza w historycznym środowisku miast europejskich. Kraków, 2013, s. 191

⁷ Por. Świerżawski J. Science – Inspired... op. cit., Ślyk, Źródła... op. cit. oraz Gössler P., Leuthäuser G.: Architektura XX wieku.T.1. – 2. Kolonia: Taschen, 2010

tok postępowania by osiągnąć cel jakim jest rozwiązanie. Pomimo tego, że cały ten proces można zapisać w jednym skomplikowanym algorytmie (zawierającym iteracje) to i tak istnieje wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia w trakcie jego realizacji wielu komplikacji. Mogą one wynikać chociażby ze względu na połączenie tego procesu, a właściwie efektu jego działań, z wybraną lokalizacją czyli światem rzeczywistym. Poza tym w trakcie trwania procesu projektowego mogą wystąpić okoliczności niedające przewidzieć się wcześniej a jednocześnie powiązane bezpośrednio z uczestnikami całego procesu. Struktura procesu projektowania powinna być postrzegana poprzez rolę i funkcję każdego z elementów tego procesu z uwzględnieniem powiązania przyczynowo-skutkowego (często niejawnego i nieliniowego) dlatego nie możemy w pełni zagwarantować osiągnięcia efektu w ramach powtórzenia pętli określoną ilość razy. Jednak bez wątpliwości struktura musi uwzględniać iteracyjny charakter działań projektowych i powstałe w ich wyniku implikacje prowadzące do znajdowania metod gwarantujących osiągnięcie optymalnego rozwiązania⁸.

PRZYKŁADY

Warto do rozważań wprowadzić dwa przykłady, które zarówno w formie jak i sposobie projektowania wyraźnie odnoszą się do iteracyjnego procesu kształtowania architektury:

1. Aami Park
2. Al Hamra Tower

Aami Park - Cox Architects and Planner, Melbourne, Australia, 2007-2010

Zadaszenie parku zainspirowane jest projektami Buckminstera Fullera i składa się z ciągu geokopułów o różnej średnicy. Dach składa się z 20 współzależnych kopułów, które razem stanowią warstwę konstrukcyjną dachu. Podstawą do opracowania i realizacji projektu był model komputerowy. Pozwolił on na opracowanie formy oraz fabrykację paneli elewacyjnych. Za pomocą modeli parametrycznych oraz procesów optymalizacyjnych, wypracowano optymalne rozwiązanie pod względem konstrukcji. Dzięki temu możliwe było zbudowanie stosunkowo lekkiej struktury stalowej⁹.

Stalowe tuby, stanowiące podstawowy element konstrukcyjny mają średnicę 273 mm. Każda z dwudziestu muszli zamknięta jest po obwodzie elementami o średnicy 508 mm od frontu i boków oraz elementami o średnicy 457 mm. Panele elewacyjne są ze stali, szkła i żaluzji, z możliwością wymiany na ogniwa fotowoltaiczne w przyszłości¹⁰.

Stadion jest w stanie pomieścić 30 100 widzów. Obiekt jest nowoczesnie wyposażony, posiada system magazynowania wody deszczowej z dachu oraz lokalizację umożliwiającą łatwy i sprawny dojazd. Dodatkowo wykorzystano narzędzia do symulacji zachowania, poruszania się widzów przed wydarzeniami na stadionie. Liczba widzów, wejść, inne czynniki takie jak: lokalizacja węzłów transportowych tworzy skomplikowane środowisko wymagające skrupulatnego planowania. Pozwoliło to na polepszenie bezpieczeństwa i uniknięcie zatorów przy węższych przejściach¹¹. Zestawienie geokopułów o zmiennych kształtach jest wariacją na temat elementu powtarzalnego, który w iteracyjny sposób jest transformowany i dokładany do poprzedniego.

⁸ Niedziela-Wawrzyniak Sylwia, Wawrzyniak Cezary, 2021, Architektura – badania poprzez projektowanie, „Builder” 8 (289). DOI: 10.5604/01.3001.0015.0414

⁹ www.aamipark.com.au/about/tennis/, dostęp grudzień 2021 oraz www.arup.com/projects/aami-park-stadium-melbourne dostęp: grudzień 2021

¹⁰ www.aasarchitecture.com/2013/07/AAMI-Park-Cox-Architecture.html oraz www.steel.org.au/media/File/1_AAMI_Park_case_study.pdf dostęp: marzec 2017

¹¹ Ibidem.



Il. 2 Aami Park w Melbourne, Fot.: AsianFC from Australia - AAMI Park, Melbourne, CC BY 2.0, www.commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14659195

Al Hamra Tower – Skidmore, Owing & Merrill, Kuwejt, 2006-2011

Iteracje pojawiają się także w układzie wertykalnym obiektu. Szczególnie w przypadku obiektów wysokościowych, w których dokładnemu (co do formy i ustawienia) powieleniu podlega rdzeń środkowy, a każda kolejne kondygnacje są transformowane wg ustalonej reguły. Przykładem takiego podejścia jest wieżowiec autorstwa Skidmore, Owing & Merrill w Kuwejcie. W założeniu autorów miał nowym znakiem rozpoznawalnym miasta. Budynek, oprócz wysokości 412 metrów, zwraca na siebie swoją formą. Kształt wieży Al Hamra został zaprojektowany poprzez usunięcie z powtarzalnego rzutu kondygnacji określonego fragmentu. Usuwane segmenty są obracane o stały przyrost dla każdego piętra. W rezultacie powstały skręcone powierzchnie wzdłuż budynku, które zostały wykończone kamiennymi okładzinami od strony południowej. Proces komputerowy zdefiniował zestaw ujednoczonych płaskich paneli. Za pomocą skryptów stworzono parametryczne narzędzia, które posłużyły do wypracowania rozwiązania, gdzie jeden róg każdego z paneli jest wsunięty w płaszczyznę zdefiniowaną przez pozostałe trzy. Narzędzia parametryczne ułatwiły fabrykację elementów i zwiększenie efektywności procesu projektowanego. Konstrukcja budynku opiera się na trzonie żelbetonowym o rozmiarach 60 x 70 m o ścianach grubości 4 m. Do jego budowy wykorzystano 23 000 m³ betonu wylewanego w 15 oddzielnych częściach przez 4 miesiące. Każdy z 289 pali jest długości 20 lub 27 m i dopasowany jest do naprężeń w danym miejscu trzonu¹².

¹² Agarwal R, Atari N., L. Hu Neville J.M., Mazeika A.: Sculpted High-rise The Al Hamra Tower [w] Structural Engineers World Congress 2007 dostępne pod adresem: www.global.ctbuh.org/resources/papers/download/1046-sculpted-high-rise-the-al-hamra-tower.pdf

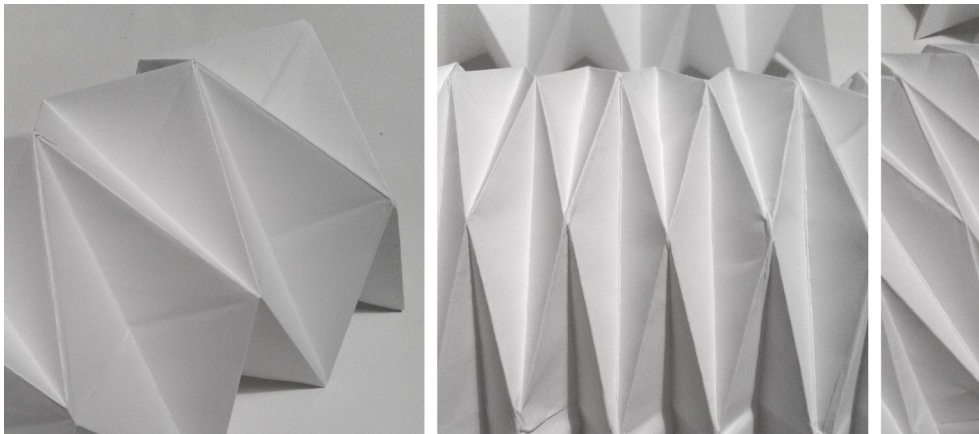


Il. 3 Al Hamra Tower Fot.: Rob Faulkner - Al Hamra Tower, CC BY 2.0, www.en.wikipedia.org/w/index.php?curid=66434643

ITERACJE W NAUCZANIU ARCHITEKTONICZNYM

W kontekście coraz bardziej świadomie wykorzystywanego podejścia iteracyjnego w architekturze ważne jest by uwzględniać je równocześnie w nauczaniu architektonicznym. Warto podkreślić, że nie ogranicza się ono do nauki oprogramowania ale również do samego sposobu myślenia i poznawania procesu projektowego.

W czasach dominacji maszyn cyfrowych coraz większego znaczenia nabiera informatyczne podejście do zawodu i bardzo cenioną umiejętnością jest zdolność porządkowania danych i ich informatyczny zapis. Nie jest to jednak łatwe zadanie m.in. dla studentów zaczynających przygodę z architekturą. W ramach jednego z przedmiotów studiów architektonicznych o nazwie „Projektowanie Modelowe” uzyskiwane są prace, które bardzo dobrze wpisują się w tematykę iteracji. Ćwiczenia z tego przedmiotu nie mają z góry założonego efektu końcowego w kategorii formy czy funkcji obiektu. Ich celem jest raczej samo poszukiwanie i rozwiązywanie problemów. Przedmiot opiera się o tematykę z pogranicza architektury. Zajęcia polegają na próbie stworzenia modelu do wybranego zagadnienia, ocenie jego działania, analizie popełnionych błędów, wyciąganiu wniosków i korygowaniu modelu początkowego. W ćwiczeniu tym iteracje pojawiają się samoistnie, a przecież nie są one celem samym w sobie. Program przedmiotu opiera się o prosty schemat (il. 1), a wynikający bezpośrednio z istoty projektowania opisanej w iteracji. Dodatkowo jednym z zadań jest zapis w formie algorytmicznej przeprowadzonego procesu projektowego. Tematyka zadania dobierana jest tak by możliwe było kilkukrotne powtórzenie czynności prowadzących do znalezienia rozwiązania. W efekcie tego ćwiczenia otrzymujemy prace zawierające iteracje ujawnione w formie obiektu i to w różnych układach. Pojawiają się m.in. obiekty halowe polegające na powielaniu rozwiązania pojedynczego segmentu określoną liczbą razy lub obiekty wysokościowe, w których reguła kształtowania geometrii kolejnych kondygnacji wpływa na formę końcową. W celu osiągnięcia określonych efektów wizualnych wprowadzane są zmiany do formy lub zmieniający jest stopień skomplikowania elementu powielanego.



Il. 4 Przykład papierowej formy. Fot. Cezary Wawrzyniak

Jednak pomimo tak interesujących wyników wizualnych w przypadku modelowania pojawiają się problemy związane z podejściem informatycznym. Często samo zestawienie wyników, czy podział danych już jest trudne do wykonania. Studenci opisują różne procesy (m.in. postępowanie w kształtowaniu wymyślonych przez siebie form) w postaci schematów blokowych. W ich przygotowaniu nawet 50% uczestników

popęnia błędy. Błędy schematu są poważne, a jego ocena trudna, ponieważ oceniać należy go tylko w systemie zero jedynkowym (poprawny, błędny). Każda niepoprawność na skutek iteracji, a w jej konsekwencji sprzężenia (dodatniego), wygeneruje kolosalny błąd.

Najczęściej popełniane błędy polegają na niezamykaniu luk schematu i generowaniu wielokrotnych zakończeń, na zapętłaniu bez uzyskiwania rozwiązania, na łączeniu poziomów szczegółowości w jednym przebiegu, próbie dopasowania własnego procesu w przykładowy schemat - te ostatnie można odrzucić jako brak zrozumienia polecenia.

Niestety błędy popełniają również osoby aktywnie uczestniczące w zawodzie. Okazuje się, że dla samych architektów lub kandydatów na architektów istnienie iteracji w architekturze nie jest oczywiste, a przełożenie wykonywanych na co dzień czynności na język informatyki stanowi problem.

PODSUMOWANIE

Mimo, że iteracje mogą być niewidoczne to z pewnością występują w architekturze i w projektowaniu. Problem pojawia się w sytuacji gdy w definicji iteracji uwzględnimy słowa „powtarzanie z góry określoną ilość razy”. Taka sytuacja ma również miejsce w architekturze, ale należy ograniczyć ją do etapu końcowego, gdy ilość posiadanych informacji na temat projektowanego obiektu jest wystarczająca do podania konkretnych ilości. Pełne iteracje łatwiej odnaleźć w samym procesie wykonawczym. Kiedy to po procesie projektowym znamy dokładne ilości konkretnych elementów i jesteśmy w stanie określić ich powtarzalność w realizacji założenia budowlanego.

Niekiedy trudno zauważyć występowanie iteracji w architekturze, ale na pewno w niej występują. Jeśli nie w znaczeniu pełnym (tak jak w informatyce) to przynajmniej w formie iteracji ogólnych. Iteracje występują nie tylko w architekturze jako całości procesu, ale również w samym procesie projektowania. Stosowane są świadomie jak również nieświadomie. Potrafimy dojść do rozwiązań które je zawierają, ale nie zawsze jesteśmy w stanie przełożyć tą drogę na język informatyczny. Iteracje w architekturze widoczne są wyraźnie w przypadku realizacji obiektów o szczególnej funkcji lub formie. Takich w projektowaniu których należy wykorzystywać powtarzanie tych samych czynności według określonej reguły lub zasady.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Agarwal R, Atari N., L. Hu Neville J.M., Mazeika A.: Sculpted High-rise The Al Hamra Tower [w] Structural Engineers World Congress 2007 dostępne pod adresem: www.global.ctbuh.org/resources/papers/download/1046-sculpted-high-rise-the-al-hamra-tower.pdf
- [2] Dorosiński W., Gasparski W., Wrona S., „Zarys metodyki projektowania”, Arkady, Warszawa 1981.
- [3] Gössler P., Leuthäuser G.: *Architektura XX wieku*.T.1. – 2. Kolonia: Taschen, 2010
- [4] www.steel.org.au/media/File/1_AAMI_Park_case_study.pdf dostęp marzec 2017
- [5] www.aamipark.com.au/about/tennis/, dostęp grudzień 2021
- [6] www.arup.com/projects/aami-park-stadium-melbourne dostęp: grudzień 2021
- [7] Januszkiewicz K.: *O projektowaniu Architektury w dobie narzędzi cyfrowych. Stan aktualny i perspektywy rozwoju*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010.
- [8] Muszyński J., Wawrzyniak C., The Usage of Iterative Methods of Implementation of Complex Civil Engineering Projects Based on Stadium Canopy Large-Scale Spatial Structures, “IOP Conference Series Materials Science and Engineering” 960(3):032072, DOI: 10.1088/1757-899X/960/3/032072
- [9] Niedziela-Wawrzyniak Sylwia, Wawrzyniak Cezary, 2021, Architektura – badania poprzez projektowanie, „Builder” 8 (289). DOI: 10.5604/01.3001.0015.0414
- [10] Słyk J. *Modele architektoniczne*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2018
- [11] Słyk J., Źródła architektury informacyjnej, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2012
- [12] Świerczyński A., Podejście iteracyjne jako metoda trudnych projektów, Whitecom, 2012.
- [13] Świerżawski J.: *Science-Inspired Architecture [w:] Defining the Architectural Space – the Myths of Architecture. Vol. 3*. Redakcja naukowa Anna Mielnik. Oficyna Wydawnicza ATUT – Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, 2021, s. 179-186. DOI: 10.23817/2021.defarch.3-17
- [14] Węclawowicz-Gyurkovich E.: *Architektura najnowsza w historycznym środowisku miast europejskich*. Kraków:, 2013
- [15] www.aasarchitecture.com/2013/07/AAMI-Park-Cox-Architecture.htm dostęp marzec 2017

ITERATIONS IN CONTEMPORARY ARCHITECTURE AND ARCHITECTURAL TEACHING

ABSTRACT

The paper presents the iteration in architectural design, using selected examples: the Aami Park stadium in Melbourne and the Al Hamra Tower in Kuwait. An important aspect of the paper is the presentation of the author's own experiences related to the introduction of iteration in the didactic process of a design course in the field of architecture.

Architectural activity is set on the borderline between technology and art. The complexity of its nature can change the image of design to such an extent that simple logical cycles become hidden, blurred in the thicket of all the rules. In many cases, these principles cannot be defined by a simple rule. An experienced architect making the proverbial line decides about a dozen or so aspects at the same time. A considerable part of them results from his individual experience and his own interpretation of general principles. Therefore, it is not difficult to find an opinion negating iterations in architecture among professionals dealing with other professions, which in general assessment may be very similar to architecture.

KEYWORDS

Iterations, architectural education, parametric design



Artykuł udostępniony na licencjach Creative Commons/ Article distributed under the terms of Creative Commons licenses: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). License available: www.creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/