

Możliwości wykorzystania drukowania przestrzennego metodą stereolitografii w projektowaniu architektonicznym

The possibilities of using the stereolithography method of additive manufacturing in the architectural design

ALEKSANDER FILIP FURMANEK *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.12.553

W artykule przedstawiono wybrane aspekty zastosowania stereolitografii w projektowaniu architektonicznym. Głównie skupiono się na wykorzystaniu tej metody drukowania przestrzennego do wykonywania modeli i makiet architektonicznych. Omówiono zalety i wady tego zastosowania zauważone podczas pracy z drukarką 3D działającą w tej technologii.

SŁOWA KLUCZOWE: drukowanie przestrzenne, model architektoniczny, projektowanie architektoniczne, stereolitografia

The article presents several issues on the application of the stereolithography in the architectural design. Mainly, it focuses on using this method of additive manufacturing to making the architectural models. There are discussed in the paper advantages and disadvantages of this application, which were noticed during the work with the 3D printer operating in this technology. KEYWORDS: additive manufacturing, architectural model, architectural design, stereolithography

Druk przestrzenny coraz częściej bywa wykorzystywany w praktyce architekta. Dalej zostały przedstawione wstępne badania nad możliwością implementacji zastosowań stereolitografii w projektowaniu w branży architektonicznej. Ograniczono się przy tym tylko do kwestii drukowania modeli architektonicznych i elementów makiet, jednakże problematyka jest szersza. Przykładowo istnieje możliwość interesującego użycia metody stereolitografii do odlewnictwa precyzyjnego. Zastosowanie takie opisano w artykule autorstwa Grzegorza Budzika, Mariusza Sobolaka i Danieła Koźdęby pt. *Wykorzystanie technologii Rapid Prototyping w odlewnictwie precyzyjnym* [1]. Chociaż opisany tam przykład dotyczy wytworzenia formy ceramicznej wirnika turbiny na podstawie wydrukowanego przy użyciu stereolitografii modelu, to w podobny sposób można wykonywać formy modeli i makiet architektonicznych, a także repliki czy rekonstrukcje form architektonicznych. Przykładowo druk przestrzenny lub wykonane przy jego częściowym zastosowaniu formy odlewnicze mogą znaleźć oryginalne zastosowanie przy rekonstrukcji dzieł sztuki, co przedstawiono w artykule pt. *Przesłanki wykorzystania techniki druku przestrzennego przy rekonstrukcji dzieł sztuki* [2].

Modelowanie w projektowaniu architektonicznym

Wykonywanie modeli architektonicznych może być metodą pracy nad kształtowaniem architektury podczas procesu projektowego lub też przedstawieniem kształtu obiektu budowlanego czy form architektonicznych. Na finalny efekt

pracy twórczej korzystnie wpływa konstruowanie makiet roboczych podczas tworzenia koncepcji. Makietowanie może mieć zastosowanie zarówno w trakcie edukacji architektonicznej, jak i przede wszystkim w pracy zawodowej. Katarzyna Barelkowska w artykule pt. *Modele architektoniczne a rozumienie struktury przestrzennej budowli historycznych i współczesnych* zauważyła, że „abstrakcyjna myśl artysty i projektanta zostaje poprzez model skryształowana w fizycznym materiale” [3]. Przesłanka ta jednak w polskiej praktyce architektonicznej okazuje się mało wystarczająca do zachęcenia do modelowania makiet, ponieważ wykonuje się je rzadko.

Drukowanie przestrzenne w pracy architekta

We współczesnej praktyce architektonicznej istnieje możliwość połączenia projektowania wspomaganego komputerowo z technologiami przyrostowymi. W projektowaniu architektonicznym jednym z podstawowych zastosowań tego rozwiązania jest wykorzystanie druku przestrzennego przy wykonywaniu modeli i makiet. Interesujące spostrzeżenia na ten temat można znaleźć w dostępnej literaturze. Porównanie możliwości zastosowania kilku technik drukowania przestrzennego, w tym opis zasady działania stereolitografii, w projektowaniu architektury krajobrazu przedstawiono w artykule pt. *Comparison of 3D Printing Techniques Usable in Digital Landscape Architecture*, którego autorami są Wanda-Marie Steinhilp i Ulrich Kias [4]. Swoje konkluzje na temat stosowania konsumenckiej technologii FDM do tworzenia modeli architektonicznych, w szczególności dotyczące problemów i ograniczeń sprzętowych oraz technologicznych, zawarł Jacek Konopacki w artykule pt. *Przydatność konsumenckich drukarek 3D w technologii FDM do tworzenia modeli architektonicznych*. Zauważa on przy tym pewne mankamenty tej niskobudżetowej technologii, takie jak m.in.: słaba dokładność detalu, brak powtarzalności, podwijanie (zniekształcenia modelu), uszkodzenia delikatnych struktur przez głowicę drukującą. Przy okazji wskazuje, że: „Pierwotne SLA (stereolitografia) ze względu na obostrzenia patentowe jest niezmiernie kosztowną technologią, równocześnie oferuje niezrównaną jakość i prędkość wydruków przestrzennych. Niemniej koszt urządzenia rzędu 50–250 tys. euro oraz materiały eksploatacyjne w cenie około 400 euro za litr są zaporowe, szczególnie dla pracowni architektonicznych” [5]. Można jednak obecnie zauważyć, że wiele dostępnych na rynku drukarek stereolitograficznych, podobnie jak i przeznaczonych do nich materiałów eksploatacyjnych, jest oferowanych w bardziej przystępnych cenach. Dzięki temu mogą znaleźć zastosowanie w niejednej pracowni architektonicznej.

* Dr inż. arch. Aleksander Filip Furmanek (aleksander.furmanek@utp.edu.pl) – Katedra Urbanistyki i Planowania Przestrzennego, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy

Przykłady

Poniżej przedstawiono dwa przykłady zastosowania stereolitografii, które wykonano na urządzeniu Form 2 firmy Formlabs, przy zastosowaniu przezroczystej żywicy światłoutwardzalnej (*clear*). Pierwszym obiektem jest model wykonany na podstawie koncepcji kapliczki przydrożnej w Nowym Dworze w okolicach Torunia. Jest to zaprojektowany przez autora artykułu obiekt małej architektury, do którego w trakcie projektowania został wykonany w skali 1:100 wydruk 3D o grubości warstwy wynoszącej 0,05 mm. Precyzyjność wydruku można ocenić jako wysoką (krzyżyk na skrzyżowaniu kalenic odpadł w trakcie usuwania podpór konstrukcyjnych i został później przyklejony). Koncepcja w postaci wizualizacji komputerowej i zdjęcie wydruku zostały przekazane osobom animującym przedmiotową inwestycję. Na dalszym etapie projektowania, a także podczas realizacji obiekt nabrał jednak trochę odmiennego kształtu w porównaniu do pierwotnej wizji, co można zobaczyć na rys. 1.

Drugim prezentowanym w artykule przykładem jest model zabytkowej kaplicy grobowej rodziny Wegnerów w Ostaszewie. Ze względu na wymiary należało model krypty grobowej wydrukować osobno, a w drugiej wersji autorka modelu dodała do niego projektowaną przez nią płytę z napisem. Wydruk głównej części obiektu, czyli rotundy



Rys. 1. Wydruk 3D w skali 1:100 oraz zdjęcie kapliczki w Nowym Dworze w trakcie realizacji. Projekt: autor (źródło: zdjęcie wydruku 3D – autor, zdjęcie realizacji – Barbara Furmanek)



Rys. 2. Zdjęcie stanu istniejącego głównej części kaplicy grobowej w Ostaszewie i wydruk 3D w skali 1:100 obiektu z projektowaną płytą z napisem (źródło: zdjęcie zabytku i model komputerowy – Natalia Taczowska; wydruk 3D i jego zdjęcie – autor)

zwieńczonej kopułą, okazał się problematyczny i pierwsze próby były nieudane. Jednak po podzieleniu rotundy na dwie części (dolną do wysokości gzymsu oraz górną z kopułą i tamburem), wprowadzeniu niewielkich korekt w modelu komputerowym oraz wygenerowaniu dużej ilości podpór konstrukcyjnych udało się uzyskać wydruki, które co prawda miały pewne mankamenty (w szczególności nieudany był kształt gzymsów), ale spełniały podstawowe wymagania i po złożeniu oddawały kształt istniejącego obiektu (por. rys. 2).

Wnioski

Zastosowanie stereolitografii w pracy architekta sprzyja podnoszeniu jakości w wykonywaniu usług zarówno na etapie tworzenia koncepcji, jak i przy opracowywaniu prezentacji w postaci modeli czy makiet architektonicznych istniejących lub zaprojektowanych obiektów. Umożliwia przy tym łatwe uzyskanie kształtów form przestrzennych wcześniej nieosiągalnych lub bardzo trudnych do wymodelowania tradycyjnymi sposobami.

W trakcie pracy stwierdzono istotne zalety drukowania metodą stereolitografii. Najważniejszą z nich jest wysoka precyzja w oddawaniu kształtów drukowanego modelu komputerowego, zarówno jeżeli chodzi o jego gabaryty, jak i odwzorowanie detalu. Ponadto obsługa drukarki 3D i praca w programie Preform firmy Formlabs, za pomocą którego zaimportowane obiekty 3D się opracowuje, a następnie przesyła do drukarki 3D, są dosyć proste i intuicyjne.

Wśród zauważonych problemów i mankamentów związanych z drukiem 3D obiektów i form architektonicznych można wymienić następujące:

- błędy w wydruku elementów smukłych i wąskich, takich jak np. tafle szklane czy słupki balustrad, gdyż w drukowanej małej skali (1:100, 1:500, a tym bardziej 1:1000), były one zbyt wiotkie, aby się utrzymać (w trakcie procesu wydruku lub podczas usuwania podpór) albo w ogóle wydrukować,
- potrzebę odpowiedniego przygotowania obiektu w trakcie modelowania komputerowego,
- konieczność stosowania dużej ilości konstrukcji pomocniczych (podpór) w dużych wydrukach,
- duży nakład pracy poświęcony na końcowe opracowanie wydruków po wyjęciu z drukarki 3D.

Wykorzystanie metody stereolitografii w architekturze obecnie jest sporadyczne i można ją w tym obszarze traktować jeszcze w kategoriach innowacji. Ma ona jednak interesujący potencjał, który może pozytywnie wpłynąć w przyszłości na sposób wykonywania zawodu architekta poprzez dalszą jego profesjonalizację oraz wzbogacenie gamy metod wykorzystywanych w projektowaniu.

LITERATURA

1. Budzik G., Sobolak M., Kozdęba D. „Wykorzystanie technologii Rapid Prototyping w odlewnictwie precyzyjnym”. *Archiwum Odlewnictwa Rok 2006*. Rocznik 6, nr 18 (2/2): s. 207–212.
2. Furmanek A.F. „Przesłanki wykorzystania techniki druku przestrzennego przy rekonstrukcji dzieł sztuki”, [w:] G. Rzepecki (red.), *Integracja sztuki i techniki w architekturze. Tom III*. Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy (2015): s. 105–113.
3. Barełkowska K. „Modele architektoniczne a rozumienie struktury przestrzennej budowli historycznych i współczesnych”. *Przestrzeń i Forma*. Z. 16 (2011): s. 187–194.
4. Steinhilp W.-M., Kias U. „Comparison of 3-D Printing Techniques Usable in Digital Landscape Architecture”. *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2010 at Anhalt University of Applied Science*, Herbert Wichmann Verlag (2010): pp. 173–181.
5. Konopacki J. „Przydatność konsumenckich drukarek 3D w technologii FDM do tworzenia modeli architektonicznych”. *Przestrzeń i Forma*. Z. 18 (2012): s. 65–80.