

Sebastian Białkowski

Tytuł Rozprawy

**OPTIMALIZACJA TOPOLOGII KONTINUUM MATERIALNEGO W POSZUKIWANIU FORM  
ARCHITEKTONICZNYCH. ADAPTACJA WYBRANYCH METOD INŻYNIERSKICH DO CELÓW  
ARCHITEKTONICZNYCH**

**Streszczenie:**

Rozwój technologii cyfrowych jak i ekspansja technik informatycznych przyczyniły się do rozpowszechnienia wśród architektów cyfrowych narzędzi wspomagających projektowanie. Interdyscyplinarny charakter dzieł architektonicznych oraz konieczność kompleksowego podejścia do problemu powodują, że architektura reaguje na rozwój technologii cyfrowych wyjątkowo silnie. Cyfrowe medium przyczyniło się do wytworzenia nowych zależności i warunków pomiędzy procesem projektowym, inżynierią i realizacją. Architektura jako szeroka dyscyplina, w której forma ściśle współpracuje z inżynierią, rozszerzona o dodatkowe metody projektowe i analityczne, zyskuje dodatkową wartość merytoryczną, jak i estetyczną.

Jedną z ważniejszych metod numerycznych, będąca aktualnie podstawowym narzędziem komputerowego wspomaganie badań naukowych i analiz inżynierskich jest metoda elementów skończonych (MES). Jest to metoda rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych występujących w równaniach równowagi w zagadnieniach statycznych. Cechuje ją bardzo szeroki zakres zastosowań i duża popularność. Umożliwia ona badanie struktury budynku pod kątem jej odkształceń, przemieszczeń czy deformacji w związku z działającymi na nią obciążeniami. Pełni ona rolę podstawowego modułu analitycznego dla procesu optymalizacji rozkładu materiału opartego na algorytmach optymalizacji topologii. Algorytm ten pozwala na efektywne rozłożenie materiału konstrukcyjnego w pewnej przestrzeni projektowej przy założonych warunkach obciążeń i podparć, celem uzyskania jak najbardziej wytrzymałych i lekkich struktur. Obie te metody, wzajemnie się wspomagające, stanowią podstawowe narzędzia do badań i poszukiwania struktur architektonicznych przedstawionych w tej pracy. Poruszana problematyka badawcza angażuje wiedzę z trzech dziedzin: architektury, inżynierii lądowej oraz informatyki. Głównym celem pracy jest badanie za pomocą autorskich narzędzi, jak projektowanie parametryczne wspomagane metodami numerycznymi może wpłynąć na proces poszukiwania zoptymalizowanych form architektonicznych.

Stworzono własne narzędzie implementujące pryncypia optymalizacji topologicznej, przystosowanego do warsztatu współczesnego architekta. Program *tOpos* jest próbą zastosowania narzędzi i algorytmów numerycznych do poszukiwania form architektonicznych, oparty o program do projektowania parametrycznego jakim jest Grasshopper3D. Aby maksymalnie przyspieszyć proces generowania formy, zastosowano możliwości jakie daje technologia przeprowadzania obliczeń na procesorach graficznych zwana GPGPU. W przypadku projektu *tOpos* wybrana została technologia CUDA firmy Nvidia.

Badania przeprowadzono na schematycznych formach budynków, na które zadano różne warunki początkowe oraz ograniczenia. Rezultaty z wszystkich serii badań jasno pokazują, że otrzymane struktury z powodzeniem mogą pełnić rolę formy architektonicznej lub stanowić inspirację dla niej. Stworzona aplikacja daje praktycznie nieograniczone możliwości w procesie kreacji form. Każdy nowy układ warunków brzegowych, kształtu przestrzeni projektowej, czy wprowadzonych ograniczeń, będzie skutkował wygenerowaniem nowej formy, dostosowanej do wymagań postawionych przez użytkownika. Implementacja formotwórczych zasad optymalizacji topologicznej przy zastosowaniu idei projektowania parametrycznego umożliwi projektantom i architektom poszukiwanie struktur i inspiracji dla form architektonicznych w sposób uproszczony i intuicyjny. Użycie metod numerycznych jako bazy do generowania form poskutkowało otrzymaniem bogatych w ciekawy detal struktur, które zyskały przez to dodatkową wartość. Nie jest ona zbudowana z gotowych, szablonowych rozwiązań architektonicznych, lecz jest unikalną odpowiedzią na zadany problem.

