

OPTYMALIZACJA STRUKTURALNA DLA ARCHITEKTÓW

AGATA PASTERNAK

STRESZCZENIE

Poprzez porównanie etapów procesu projektowego w dziedzinie projektowania architektonicznego i projektowania samolotów, zwracając uwagę na sposób obsługi danych i integracji technik, uwidocznione zostały duże różnice w zakresie automatyzacji pewnych procesów projektowych. W projektowaniu architektonicznym, operowanie w takim środowisku, w którym możliwe jest tworzenie modeli parametrycznych, które w swojej logice

mają zaprogramowane wytyczne, np. konstrukcyjne, umożliwi projektowanie budynków, których układ strukturalny i funkcjonalny są ze sobą lepiej zintegrowane i zoptymalizowane.

Słowa kluczowe: optymalizacja strukturalna, algorytm genetyczny, architektura ewolucyjna

STRUCTURAL OPTIMISATION FOR ARCHITECTS

ABSTRACT

A comparison of the phases of the design process in the field of architectural design and aircraft design, with particular consideration of the differences in data handling and technique integration, has shown large differences in the automation of certain design processes. In the field of architectural design, operating in an environment where it is possible to create parametric models in which logic guidelines such as construction

guidelines are programmed, will allow designing buildings whose structural and functional layout are better integrated and optimized.

Keywords: structural optimisation, genetic algorithm, evolutionary architecture

Postęp w możliwościach modelowania i analizy form geometrycznych przy użyciu narzędzi komputerowych pozwala na symulowanie działania różnych aspektów budynku na wczesnych etapach projektowania architektonicznego. W architekturze, inżynierii i budownictwie w porównaniu z innymi dziedzinami przemysłu, np. przemysłem samolotowym, możliwości technik komputerowych do całościowego, wielobranżowego modelowania, analizowania i optymalizowania rozwiązań projektowych

nie są w pełni wykorzystywane. Poprzez porównanie etapów procesu projektowego w dziedzinie projektowania architektonicznego i projektowania samolotów, zwracając uwagę na sposób obsługi danych i integracji technik, uwidocznione zostały duże różnice w zakresie automatyzacji pewnych procesów projektowych¹.

Obecnie w branży architektonicznej rola architekta, na początkowym etapie procesu projektowego, ogranicza się do stworzenia układu funkcjo-

¹ F. Flager, J. Haymaker, *A Comparison of Multidisciplinary Design, Analysis and Optimization Processes in the Building*

Construction and Aerospace, CIFE Technical Report, Stanford University, Stanford 2009.

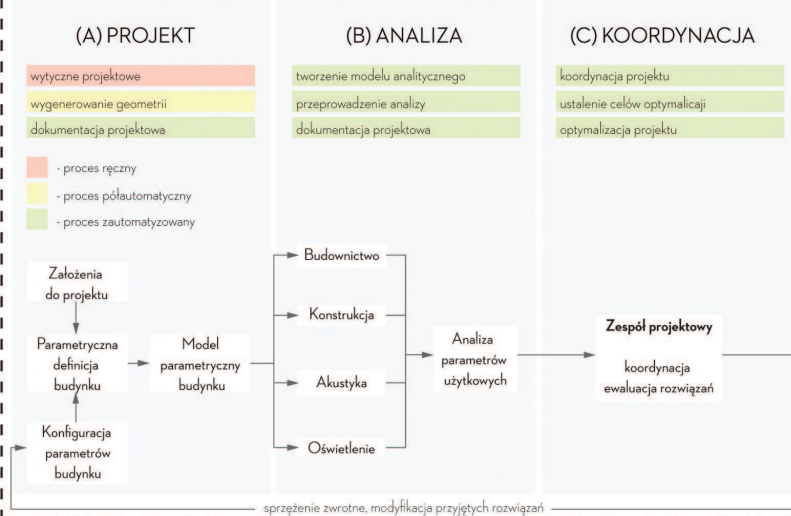
proces projektowy w branży architektonicznej | obecnie (Flager, Haymaker 2007)

(A) PROJEKT	(B) ANALIZA	(C) KOORDYNACJA
ustalenie programu funkcjonalnego	tworzenie modelu analitycznego	koordynacja projektu
konceptcje projektowe	przeprowadzenie analizy	ustalenie celów optymalizacji
dokumentacja projektowa	dokumentacja projektowa	optymalizacja projektu

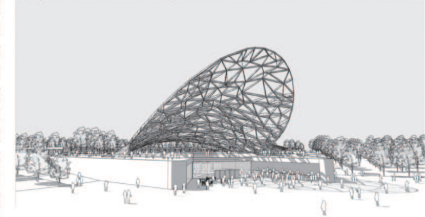
proces projektowy w branży projektowania samolotów | obecnie (Flager, Haymaker 2007)

(A) PROJEKT	(B) ANALIZA	(C) KOORDYNACJA
wytyczne projektowe	tworzenie modelu analitycznego	koordynacja projektu
wygenerowanie geometrii	przeprowadzenie analizy	ustalenie celów optymalizacji
dokumentacja projektowa	dokumentacja projektowa	optymalizacja projektu

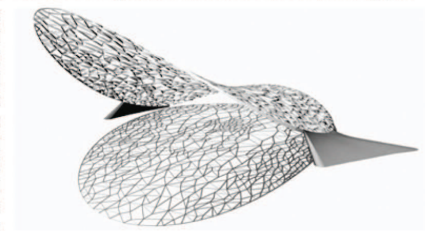
proponycja modyfikacji procesu projektowego w branży architektonicznej



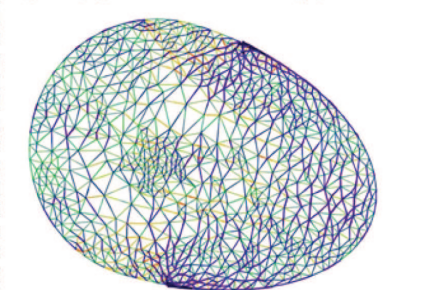
projekt zadaszenia stacji metra



zadaszenie stacji metra | układ elementów konstrukcyjnych

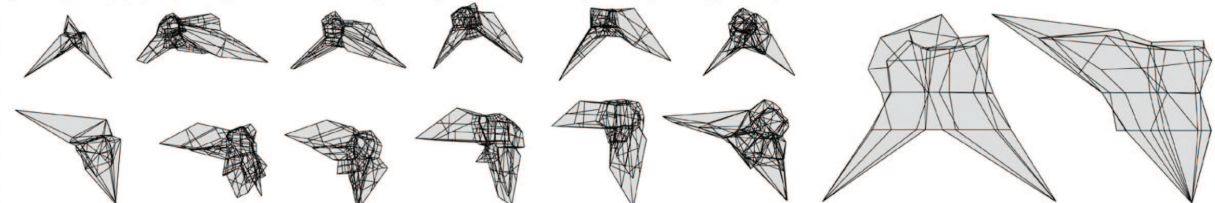


wykres naprężeń w elementach konstrukcyjnych

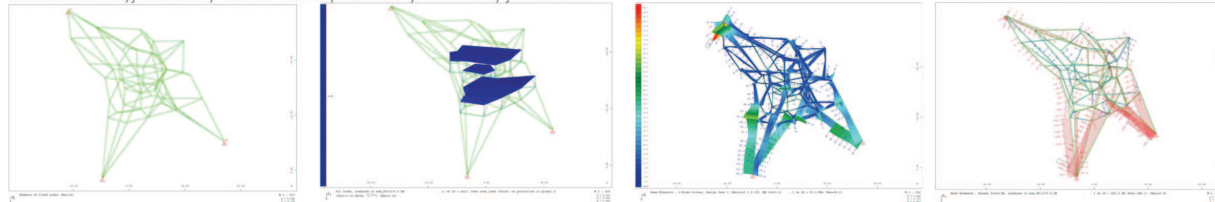


Projekt zadaszenia stacji metra w Neapolu | Rogers Stirk Harbour + Partners oraz Expedition Engineering.

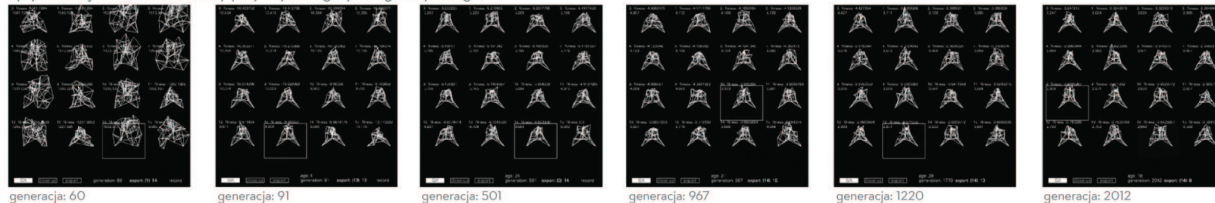
generacja formy przy użyciu diagramu Voronoi'a - kolejne iteracje | forma ostateczna przed optymalizacją struktury



analiza konstrukcyjna struktury obiektu - model przestrzenny analizowany jednokrotnie



optymalizacja strukturalna formy przy użyciu algorytmu genetycznego



Projekt magisterski dyplomowy: Stacja Ratowniczo-Badawcza Wulkanu Orizaba w Meksyku | Agata Pasternak.

1. Optymalizacja strukturalna dla architektów 1. Structural optimisation for architects

nalnego i zaproponowania układu przestrzennego, który dopiero w kolejnym etapie poddawany jest szczegółowym analizom strukturalnym czy akustycznym. Wyniki tych analiz zostają uwzględnione w projekcie poprzez wprowadzenie niewielkich modyfikacji przestrzennych, ale pewna część rozwiązań – potencjalnie bardziej optymalnych – nie jest brana pod uwagę, ponieważ za bardzo ingeruje w zaproponowane założenia wyjściowe.

Projekt zadaszania stacji metra w Neapolu jest przykładem wykorzystania procedur optymalizacyjnych w architekturze. Sprzeczne warunki, jakie zadaszanie miało spełniać, było powodem do zastosowania genetycznych algorytmów w procesie projektowym. Aspekty architektury ewolucyjnej zostały również zawarte w projekcie Stacji Ratowniczo-Badawczej Wulkanu Orizaba poprzez stworzenie programu optymalizującego, opartego na algorytmie ewolucyjnym, dzięki czemu konstrukcja budynku została uproszczona tak, aby zminimalizować liczbę typów elementów konstrukcyjnych.

Istotną dla poszukiwania optymalnych rozwiązań funkcjonalnych i przestrzennych jest możliwość interaktywnego projektowania formy, z uwzględnieniem wytycznych wynikających z innych branż. Operowanie w takim środowisku, w którym możliwe jest tworzenie modeli parametrycznych, które w swojej logice mają zaprogramowane wytyczne, np. konstrukcyjne, umożliwi projektowanie budynków, których układ strukturalny i funkcjonalny są ze sobą lepiej zintegrowane i zoptymalizowane (il. 1).

Bibliografia

F. Flager, J. Haymaker, *A Comparison of Multidisciplinary Design, Analysis and Optimization Processes in the Building Construction and Aerospace*, CIFE Technical Report, Stanford University, Stanford 2009.

<http://expedition.uk.com/>

Agata Pasternak, mgr inż. arch.
Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej

STRUCTURAL OPTIMISATION FOR ARCHITECTS

AGATA PASTERNAK

The progress in modelling and analysis of geometrical forms with the use of computer techniques has allowed architects to simulate the workings of different features of a building at an early stage of the design process. In architecture, engineering and construction, in contrast to other industries such as aircraft industry, the potential of computer techniques to provide comprehensive, multifactor modelling, analysis and optimisation of design solutions has never been fully appreciated. A comparison of the phases of the design process in the field of architectural design and aircraft design, with particular consideration of the differences in data handling and technique integration, has shown large differences in the automation of certain design processes.¹

In contemporary architecture, the initial stage of the design process only requires the architect to propose a functional and spatial system, whose detailed structural and acoustic analysis follows at a later stage. The results of this analysis are then taken into consideration as minor spatial adjustments, but other potential solutions – possibly more advantageous – are never taken into account since they would disturb the original vision.

An example of how optimisation techniques can be used in architecture is the roofing of a Naples underground station. The mutual exclusiveness of the requirements the roofing was to meet forced the designers to implement genetic algorithms in the design process. Some aspects of evolutionary

¹ F. Flager, J. Haymaker, *A Comparison of Multidisciplinary Design, Analysis and Optimization Processes in the Building*

Construction and Aerospace, CIFE Technical Report, Stanford University, Stanford 2009.