

# Streszczenie rozprawy doktorskiej

## **Kształtowanie Modeli Ruchu Nowoczesnych Systemów Strukturalnych z Wykorzystaniem Rozwiązań Architektury Responsywnej**

**Autor: mgr inż. arch. Szymon Jankowski**

**Promotor: dr hab. inż. Waldemar Bober, prof. PWR**

**Promotor pomocniczy: dr inż. arch. Kajetan Sadowski**

Architektura responsywna stanowi niszę dziedzinę, dynamicznie się zmieniającą, stale poszukującą rozwiązań elementarnych jak i bardziej złożonych zagadnień swojej tematyki w celu podniesienia jakości wykorzystania dostępnych zasobów materiałowych, poprzez obniżenie nakładu na realizację struktur wykorzystując zastąpienie części materiału ruchem, bilansując w sposób dodatni nakłady na realizację responsywności w porównaniu do obiektów statycznych. Znaczna indywidualizacja podejść do modelowania rozwiązań responsywnych oraz interdyscyplinarność, przejawiająca się kompleksowością wpływu zagadnień strukturalnych tak na etapie koncepcyjnym, jak dalej realizacyjnym na efektywność działania rozwiązań skutecznie hamują rozwój badań, czyniąc dziedzinę ekskluzywną. Przedstawione w pracy podejścia do modelowania architektonicznej odpowiedzi na elementarne wyzwania architektury responsywnej mają pozwalać na podniesienie uniwersalności procesu tworzenia rozwiązań responsywności.

Jednocześnie przedstawiono szereg zagadnień stanowiących podstawę do dalszych pogłębionych badań w każdym z poruszonych zagadnień i dokonano ewaluacji narzędzia poszukiwania tendencji zachowań modeli zmian geometrii struktur responsywnych w postaci algorytmu ewolucyjnego. W pracy poruszono zagadnienia modeli zmian geometrii, jak i kształtowania elementów w zakresie ich geometrii oraz pracy, spełniających indywidualne wymagania geometrii i sposobu działania na cele realizacji ruchu w architekturze. Szereg elementów na cele kreowania przyszłych systemów strukturalnych architektury responsywnej zostało opracowanych w toku rozprawy, a następnie przedstawiono sposób oceny ich pracy, wpływu na realizację zmienności w czasie, skuteczność działania oraz zakres funkcjonalności.

Cele skupione wokół sposobu wykorzystania algorytmu ewolucyjnego nakreślają kierunek pracy poświęconej w znacznej części zmienności form struktur w czasie. Przedstawiono różnice w kształtowaniu ruchu różnych typów struktur, nakreślając ich indywidualne cechy statyczne i modelowe oraz wpływ na sposób realizacji w nich responsywności. Przeprowadzono szereg zróżnicowanych badań wykorzystujących autorskie metody badawcze oraz specjalnie opracowane stanowisko badawcze pozwalające na bardziej uniwersalną realizację responsywności. Badania dotyczyły form ruchu struktur, lecz również sposobów ewaluacji ich efektywności, metod pomiaru zdolności do wykorzystania responsywności, poprawności elementarnych rozwiązań. Na przykładzie szeregów badań przedstawiono wpływ ich kompleksowości na wyniki, dowodząc konieczności badania rozwiązań w skali makro z możliwie dużym ograniczeniem wykorzystania warunków brzegowych, ze względu na brak zdolności precyzyjnego ich określenia w architekturze responsywnej.

Praca została podzielona na dwie części, którymi kolejno jest wprowadzenie wraz z przedstawieniem postulatów, historii i obecnej formy architektury responsywnej oraz część badawcza poświęcona analizie modeli zachowań oraz ewaluacji rozwiązań responsywnych. Sama część badawcza z kolei skupiona jest wokół 6 głównych zagadnień, którymi kolejno są responsywność w strukturach prętowych, responsywność wykorzystująca symulacje dynamicznymi relaksacjami, efektywne modele zachowań powłok, zmienność geometryczna ram przestrzennych, kształtowanie systemów strukturalnych dla modeli responsywnych oraz stanowiąca kluczowy wynik badań pracy doktorskiej responsywność topologiczna. We wszystkich wskazanych obszarach przedstawiono metodykę badania responsywności, autorskie rozwiązania modeli zachowań oraz form przestrzennych elementów oraz uzyskano wyniki skuteczności poddawane następnie analizie i nakreśleniu dalszych kierunków badań.

W części poświęconej wstępnemu przedstawieniu responsywności złożonym z 3 rozdziałów omówione zostały sposoby historycznej ewolucji responsywności jako tworzenia modeli zmiennych oraz osobno rozwijanych systemów pomiarowych i informatycznych. Omówiono obecne badania i ich charakter, a także opisano podstawowe problemy architektury responsywnej nowe jak i te występujące od jej początków. Sformułowano tezy oraz cele pracy, a także opisano budowę stanowiska badawczego, silnie dostosowanego do tworzenia i badania responsywności.

Część badawcza charakteryzuje się schematycznością układu treści, lecz każdorazowo porusza odmienne zagadnienia. Rozdział IV omawia prostą responsywność kratownicy przestrzennej pozwalającą na ruch deterministyczny bazujący na dynamicznych relaksacjach analogicznej struktury. Ewaluowane są rozwiązania dostosowania parametrów symulacji do maksymalizacji efektywności. Rozdział V prezentuje badania struktury powłokowej i modelowania dla niej systemów ruchu. Rozdział prezentuje tak kształtowanie modelu ruchu jak i elementarnych rozwiązań systemu strukturalnego. Następnie w rozdziałach VI oraz VII kolejno przedstawione są modyfikatory modeli powłokowych oraz ramowych pozwalające na lokalną modyfikację naprężeń oraz kontrolę geometrii. Rozwiązanie to przedstawione jest koncepcyjnie, a następnie na podstawie założeń budowane są modele symulacji oraz programowane sposoby zachowań struktur nimi operowanych. W rozdziale VIII przedstawiono rozwiązanie określone jako preakcje mające stanowić dopełnienie modeli zachowań struktur na potrzeby szybszej reakcji na zmianę obciążeń zewnętrznych. Rozdział IX charakteryzuje się odmienną od wcześniejszych rozdziałów budową ze względu na poruszane zagadnienia kształtowania systemu strukturalnego. Nie są omawiane modele zachowań, lecz ze względu na znaczny brak systemów strukturalnych na cele obiektów responsywnych autor odpowiada na potrzebę, przedstawiając metodę kształtowania systemu. Następnie w rozdziale X oraz XI stworzona zostaje koncepcja responsywności topologicznej. Wykreowane zostają jej założenia, opisane są zakładane efekty, a następnie realizowane są modele spełniające założenia. Rozdziały te łączą budowę modeli zachowań z modelami fizycznymi prezentując odmienną formę badań, niż dotychczas. Badaniom podlega szereg modułów strukturalnych oraz wpływ ich lokalizacji w różnych częściach struktur przestrzennych. Badane są parametry najefektywniej sterowane responsywnością topologiczną oraz definiowany jest zakres funkcjonalny modeli, w jakich granicach optymalne jest wykorzystanie responsywności topologicznej. Każdy temat stanowi osobne zagadnienie badawcze, nie podlegające translacji wyników między dziedzinami, dlatego też każdy uzyskuje własne podsumowanie wyników prac jak i dla każdego nakreślone zostają dalsze wymagane prace, które w większości tematów ze względu na ich oryginalność wymagają rozszerzenia badań elementarnych przed przystąpieniem do dalszych prac bardziej złożonych koncepcji, a następnie modeli symulacyjnych i fizycznych.