

Łukasz Bukowski

Katedra Inżynierii Budowlanej

Wydział Budownictwa

Politechnika Śląska

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.:

## **“Analiza zachowania murów w złożonym stanie naprężeń”**

Promotor:

Dr hab. inż. Leszek Szojda prof. Pol. Śl.

Konstrukcje murowe w dalszym ciągu stanowią ważny element budownictwa. Stawia się im większe niż niegdyś wymagania dotyczące ich wytrzymałości, właściwości fizycznych i użytkowych. Rozwojowi ulegają również narzędzia i teorie służące coraz to dokładniejszej analizie takich konstrukcji, dzięki czemu mogą one spełniać stawiane im wymagania. Najważniejszym zagadnieniem jest identyfikacja powierzchni granicznej opisującej pracę materiału, dzięki której możliwa jest analiza numeryczna, a co za tym idzie sporządzenie dokładniejszej analizy występujących sił wewnętrznych występujących w całej konstrukcji oraz jej poszczególnych częściach.

Sformułowanie praktycznego i zgodnego z badaniami kryterium wytrzymałościowego w przypadku muru jest bardzo trudne ze względu na jego strukturę. Murem nazywamy połączenie elementów murowych (cegła, bloczków itp.) i zaprawy, należy więc uwzględnić właściwości obydwu tych materiałów, a także zjawiska zachodzące w styku pomiędzy nimi. Ponadto, o ile składowe muru są materiałami izotropowymi, to sam mur już takich właściwości nie ma i pracuje w sposób nie izotropowy, co dodatkowo komplikuje problem.

Podstawowym celem pracy było sformułowanie modelu materiałowego muru opartego o zmodyfikowaną przez autora powierzchnię graniczną. Model ten powinien uwzględniać pracę muru, jako zastępczego materiału jednorodnego o pewnych ujednoczonych parametrach. Powinien również pozwalać na uchwycenie ortotropowego zachowania muru.

Praca obejmowała swym zakresem:

- Przegląd dostępnej literatury tematu ukierunkowany na badania konstrukcji murowych oraz na przegląd dotychczas sformułowanych modeli materiałowych opisujących pracę muru.
- Modyfikację kryterium wytrzymałościowego zaczerpniętego z literatury obejmującą zmianę sposobu wyznaczania południków powierzchni granicznej, ograniczającą ilość potrzebnych badań materiałowych oraz zmianę przebiegu południków nasadki zamykającej powierzchnię graniczną.
- Wyniki przeprowadzonych badań materiałowych w aparacie trójosiowego ściskania, przeprowadzonych na próbkach zaprawy i cegły. Wyniki zestawiono razem z podobnymi badaniami, jakie można znaleźć w literaturze.
- Analizę numeryczną mającą na celu kalibrację i weryfikację zaproponowanego modelu materiałowego muru.

Próbie sformułowania modelu muru uwzględniającego jego ortotropię rozpoczęto od adaptacji trójparametrowego modelu Willama-Warnke zaproponowanej przez L. Szojdę. W toku prac zmodyfikowano sposób wyznaczania przebiegu południków powierzchni granicznej tak, aby wystarczająca była znajomość wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie i rozciąganie muru oraz jego wytrzymałości na dwuosiowe ściskanie. Wyeliminowano w ten sposób konieczność każdorazowego przeprowadzania serii badań w aparacie trójosiowego ściskania na próbkach cegły i zaprawy. W wyniku tego zabiegu zmodyfikowana została również paraboliczna nasadka zamykająca powierzchnię od strony naprężeń rozciągających. Ortotropowy charakter pracy, uwzględniono w modelu poprzez wprowadzenie współczynnika modyfikującego wielkość powierzchni granicznej, w zależności od kąta pomiędzy minimalnym naprężeniem głównym, a płaszczyzną spoin wspornych.

Przeprowadzone badania materiałowe w postaci testów trójosiowego ściskania pozwoliły na wyznaczenie punktów na południkach powierzchni granicznych tych materiałów. Na podstawie uzyskanych wyników oraz danych z literatury, wyznaczono propozycję przebiegu południka ściskania powierzchni granicznej. Stwierdzono również, że zaproponowany przebieg południków powierzchni granicznej muru wystarczająco dobrze przybliży wyniki badań.

W trakcie procedury kalibracji modelu materiałowego wyznaczono funkcję określającą wartość współczynnika redukującego wielkość powierzchni granicznej. Przeprowadzono również weryfikację modelu muru, w oparciu o symulację numeryczną badań zaczerpniętych z literatury tematu. Na jej podstawie określono granice poprawności modelu.

Praca podzielona jest na 6 rozdziałów. Pierwszy zawiera wstęp oraz sformułowanie tezy pracy. W rozdziale drugim przedstawiono przeprowadzoną analizę literaturową. Rozdział 3 skupia się na proponowanej powierzchni granicznej muru. Rozdział 4 zawiera zestawienie wyników badań materiałowych przeprowadzonych przez autora oraz zaczerpniętych z literatury. W piątym rozdziale zawarto wyniki przeprowadzonej analizy numerycznej obejmującej kalibrację i weryfikację proponowanego modelu. Rozdział 6 podsumowuje prace i zawiera wnioski z niej płynące.