

Szczecin, 28.08.2024 r.

Dr hab. inż. Rafał Nowa, prof. ZUT
Katedra Inżynierii Budowlanej i Komunikacyjnej
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Podpis jest prawidłowy

Dokument podpisany przez Rafał Nowak
Data: 2024.09.02 09:06:58 CEST

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Michała Witkowskiego pt.: „WPŁYW ZAWILGOCENIA MURÓW CEGLANYCH NA ICH NOŚNOŚĆ I ODKSZTAŁCALNOŚĆ PRZY ŚCISKANIU” opracowanej na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, w Katedrze Konstrukcji Żelbetowych i Sprężonych pod kierunkiem Pana dr hab. inż. Piotra Matyska, prof. PK.

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej dr hab. inż. Lucyny Domagały, prof. PK zawarte w piśmie LO.510.2.2024.

2. Charakterystyka i treść rozprawy

Rozprawa składa się z 10 rozdziałów uzupełnionych o bibliografię, streszczenie, spis tabel i rysunków. Bibliografia zawiera 114 pozycji właściwie przywołanych z punktu widzenia tematyki i zakresu rozprawy.

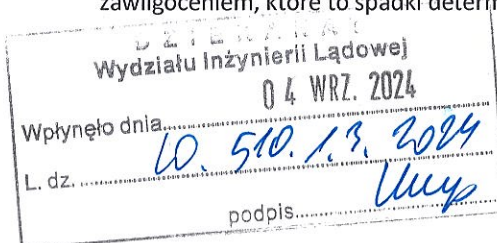
Rozdział 1 „Wprowadzenie” – Autor przedstawia ogólnie problem zawilgocenia murów oraz istotę zjawiska na stan i bezpieczeństwo konstrukcji. Przedstawiono ogólnie znane sposoby określania zawilgocenia w murach.

Rozdział 2 „Wykaz podstawowych oznaczeń i symboli” – Autor przedstawił wykaz głównych symboli i oznaczeń przywołanych w pracy.

Rozdział 3 „Cel, tezy i zakres pracy” – Autor sformułował 2 cele pracy, 3 tezy oraz jej zakres. Celem pracy jest określenie wpływu wysokich poziomów zawilgocenia (bliskich stanowi nasycenia wodą) na wytrzymałość i odkształcalność murów ceglanych poddanych obciążeniom ściskającym. Kolejnym celem pracy jest opracowanie metod pozwalających na prognozowanie nośności ścian ceglanych w stanie silnie zawilgoconym. Autor podkreślił że zakres pracy obejmował efekt krótkotrwałego silnego zawilgocenia murów (na przykład wynikającego z powodzi), a nie zjawiska związanego z silnym zawilgoceniem murów trwającym długotrwale.

Teza I – „Silne zawilgocenie (bliskie stanowi pełnego nasycenia wodą) murów ceglanych w budynkach istniejących powoduje znaczce obniżenie wytrzymałości na ściskanie oraz zmianę parametrów charakteryzujących odkształcalność murów przy ściskaniu, co znacząco wpływa na redukcję nośności murów.”

Teza II – „Spadek wytrzymałości na ściskanie murów ceglanych na skutek ich silnego zawilgocenia można określić na podstawie badań materiałów murowych, z których mury zostały wykonane. Badania te można wykonać na niewielkich próbkach materiałów pobranych z konstrukcji, bowiem istnieje zależność pomiędzy parametrami charakteryzującymi strukturę cegieł i zapraw takich jak: gęstość pozorna, nasiąkliwość, porowatość, struktura porowatości, a spadkami wytrzymałości na ściskanie materiałów murowych spowodowanymi ich silnym zawilgoceniem, które to spadki determinują redukcję wytrzymałości murów.”



Teza III – „Badania nieniszczące są pomocne w ocenie spadków wytrzymałości materiałów murowych i murów spowodowanych ich silnym zawilgoceniem i mogą być traktowane jako badania uzupełniające do badań niszczących i małoszczących.”

Potwierdzam istotność przedstawionych tez w pracy zarówno z punktu naukowego jak i praktycznego, przy analizie nośności istniejących lub nowoprojektowanych konstrukcji murowych.

Rozdział 4 „Przegląd stanu wiedzy” – Autor wykonał rzetelny i obszerny przegląd stanu wiedzy z zakresu tematyki podjętych badań, tj. wpływu wilgoci na wytrzymałość na ściskanie oraz odkształcalność murów, cegły i zaprawy. Wykazano zasadność podjęcia tematyki badań wraz z jej uzasadnionym umiejscowieniem na tle istniejących badań, normy murowej obecnie obowiązującej oraz poprzednio.

Rozdział 5 „Badania własne cegieł i zapraw oraz analiza wyników” – Autor przedstawił metodykę prowadzonych badań doświadczalnych dla cegieł i zapraw, głównie z obiektów zabytkowych z różnych okresów czasu. Próbkę z danego obiektu były badane równolegle jako mokre i suche, w celu prowadzenia analiz porównawczych. Badania obejmowały określenie wytrzymałości na ściskanie, prędkości fali ultradźwiękowej, zmiany twardości powierzchni za pomocą wgłębnika Brinella, gęstości, nasiąkliwości, porowatości i struktury porów. Na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych zaproponowano wzory przeliczeniowe.

Rozdział 6 „Badania filarów ceglanych wyciętych z konstrukcji” – Autor prowadził badania filarów murowych wyciętych piłą diamentową z istniejącej konstrukcji budynku historycznego. Badanie doświadczalne prowadzono równolegle na próbkach w stanie mokrym i suchym, aż do zniszczenia w stanie jednoosiowego ściskania prostopadle do spoin wspornych, wraz z rejestracją odkształceń poziomych jak i pionowych. Z uwagi na praktyczny charakter badania, próbki miały nienormowy wymiar oraz nienormowe rozmieszczenie czujników przemieszczeń poziomych i pionowych.

Rozdział 7 „Badania próbek rdzeniowych pobranych z murów” – Autor prowadził badania z wykorzystaniem odwiertów rdzeniowych o średnicy 100 mm, analizując wpływ wilgoci na nośność na ściskanie prostopadle do spoin wspornych.

Rozdział 8 „Ocena wpływu zawilgocenia murów na ich wytrzymałość na podstawie badań próbek cegieł i zapraw pobranych z konstrukcji” – Autor zaproponował modyfikację wzoru normowego na nośność muru prostopadle do spoin wspornych, przedstawił wiedzę i literaturę w tym zakresie.

Rozdział 9 „Analiza nośności murów ceglanych w stanie silnie zawilgoconym” – Autor analizował wpływ zawilgocenia na nośność murów obciążonych głównie pionowo wg PN-EN 1996-1-1 wraz z możliwą modyfikacją wzorów.

Rozdział 10 „Podsumowanie” – Autor sformułował podsumowanie studiów oraz wyników badań doświadczalnych, określił stopień realizacji Tez określonych w pracy, przedstawił możliwe dalsze kierunki badań.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Podjęta tematyka jest ważna, aktualna i potrzebna z uwagi zarówno na aspekt naukowy jak i praktyczny. Wzrost praktyczny jest bardzo wyraźny w kontekście ocen bezpieczeństwa i konieczności napraw istniejących budynków murowanych, których ściany są narażone na kontakt z wodą. Wg opracowanych badań nośność konstrukcji budynków może spadać nawet o ok. 50%, co będzie znacząco zmieniać podejście do projektowania wzmocnień przez projektantów i ekspertów.

4. Uwagi polemiczne

W pracy zabrakło odniesienia do współczynników bezpieczeństwa konstrukcji murowych, co może być ciekawe względem korelacji w odniesieniu do przedstawionych badań doświadczalnych.

Norma PN-EN 1996-1-1 używa wartości N_{Rd} w rozumieniu nośności obliczeniowej muru, a Autor jako wartości zbadanych (nie uwzględniono współczynników bezpieczeństwa). Jest to rozbieżność pracy względem normy, która może prowadzić do niewłaściwej interpretacji otrzymanych wyników.

W tak obszernej pracy badawczej zajmowanie się problemem zmiany nośności muru względem zmiany kierunku spoin wspornych było nieuzasadnione. Przy czym zabrakło nakreślenia problemu tego zagadnienia. Również w aspekcie zmiany sztywności ściany murowej w funkcji zmiany kąta spoin wspornych względem obciążenia - w ścianie nigdy nie panuje pionowy układ trajektorii naprężeń z uwagi na obecność otworów czy też nierównomierne osiadanie konstrukcji. Warto również było przedstawić zależności wiodące $\sigma - \varepsilon$ wykorzystane do wyznaczenia modułu Younga i wpasowanie wyznaczonej wartości na podstawie normy. Warto podkreślić, że parametry zbadanego filara nie mogą być bezpośrednio odniesione do wartości jakie oczekuje norma murowa PN-EN 1996-1-1, z uwagi na wymiary badanej próbki i rozmieszczenie punktów pomiarowych odkształceń.

W pracy brakuje odniesienia do zasady wyliczania modułu Younga dla murów na podstawie normy PN-EN 1996-1-1, korzystając ze współczynnika K_E odniesionego do wartości f_k . Przedstawione wyniki badań mogą bezpośrednio dotyczyć się modyfikacji tej wartości normowej.

W rozdziale 8 autor wskazuje: „Jak dotychczas wyniki analiz wykorzystujących modele MES i wzory wyprowadzane na ich podstawie nie znalazły szerszego zastosowania w praktyce ze względu na nieznaną wartość parametrów oraz współczynników występujących w tych modelach i wzorach.”. Nie mogę z takim stwierdzeniem się zgodzić, gdyż niejednokrotnie prowadziłem podobne analizy z wykorzystaniem programu ATENA. Jednakże umiejętność skalibrowania modeli nie jest zagadnieniem łatwym i wymaga pewnego doświadczenia.

Praca ma charakter mocno badawczy i bazuje przede wszystkim na historycznej materii będącej przeważnie pod ochroną konserwatora zabytków. W pracy zabrakło informacji, że każdorazowo badania niszczące lub małoniszczące wymagają zgody właściwych dla danego regionu służb konserwatorskich. Wybór miejsca do badań w konstrukcji powinien być starannie przemyślany (np. lokalizacja poza strefą nadproży łukowych).

(str. 37) „Wszystkie próbki były badane w takim kierunku w jakim działa obciążenie ściskające w murze.” - takim zapisem Autor sugeruje, że w ścianie panuje tylko pionowy kierunek naprężeń ściskających z czym nie mogę się zgodzić.

Badanie twardości przeprowadzono na stanowisku badawczym za pomocą węgelnika Brinella. Jednakże, metoda Brinella, jeżeli miałaby mieć zastosowanie in situ, powinna być wykonana za pomocą przenośnych urządzeń – czyli pomiar wielkości odcisku wykonanego w strukturze przy stałej sile i czasie.

5. Uwagi szczegółowe

- Rys. 4.5, możliwy błąd w jednostce, z uwagi że nośność 60 MPa dla zaprawy jest mało spotykana.
- We wzorach, rysunkach i zależnościach brak konsekwencji względem znaku rozdzielającego części dziesiętne przecinek/kropka (np. wzór 3 a 4).
- Autor zamiennie stosuje słowa: wykres, krzywa, prosta, zależność. Moim zdaniem właściwym określeniem jest „zależność”.
- Na ilustracjach w legendach jednostki powinny być konsekwentnie opisane kursywą.
- Praca wymaga drobnej korekty redakcyjnej np. str. 64 „Badania zapraw z próbie ...”
- Autor pisze: „Dla zapraw m1 i m2...” (np. str. 68), właściwe by było określenie „Dla typu zapraw m1 i m2”.
- Brak ujednolicenia określenia Tabela, Tablica (np. str. 79).
- Brak kursywy dla niektórych oznaczeń w tekście np. str. 83 $\sigma - \varepsilon$.

6. Wniosek końcowy

Rozprawa Pana mgra inż. Michała Witkowskiego dotyczy problemu, który ma istotne znaczenie poznawcze, a przedstawione w rozprawie badania doświadczalne mają walor praktyczny.

Pan mgr inż. Michał Witkowski sformułował, opisał i rozwiązał zadanie naukowe, stosując właściwe w tym zakresie metody i narzędzia.

Sformułowane uwagi merytoryczne i krytyczne nie podważają wartości naukowej rozprawy i mogą być wykorzystane w przyszłości przez Autora.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra inż. Michała Witkowskiego pt.: „WPŁYW ZAWILGOCENIA MURÓW CEGLANYCH NA ICH NOŚNOŚĆ I ODKSZTAŁCALNOŚĆ PRZY ŚCISKANIU” spełnia wymogi stawiane przez Ustawę z dn. 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65 z 2003 r. z późniejszymi zmianami) wnioskuje o dopuszczenie do publicznej obrony.

dr hab. inż. Rafał Nowak, prof. ZUT

