

Białystok, 29. 05. 2014r.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Łapko
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Politechnika Białostocka
zam. 15-166 Białystok,
ul. M. Wańkowicza 4

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Anny Szymczak-Graczyk z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

na temat:

„Pomosty pływające wykonywane z monolitycznych, zamkniętych zbiorników prostopadłościennych”

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania recenzji była decyzja Rady Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie oraz pisemna prośba z dnia 7. 05. 2014r. Dziekana w/w Wydziału, prof. dr hab. inż. Jerzego Jeznacha.

2. OMÓWIENIE TREŚCI ROZPRAWY

Promotorem recenzowanej pracy doktorskiej jest prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski, profesor Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Rozprawa dotyczy analizy projektowej oryginalnej konstrukcji pontonów pływających o budowie żelbetowych, zamkniętych zbiorników prostopadłościennych.

Przedłożona do oceny rozprawa została zredagowana w dwu tomach, przy czym zasadniczy dla oceny merytorycznej Tom I, zawierający łącznie 177 stron, został podzielony na część wstępną (rozdział 1) i podstawową, ujętą w dwu sekcjach A i B. Sekcja A, w rozdziałach od 2. do 9, zawiera omówienie podstaw prawnych i teoretycznych postawionego problemu. Natomiast sekcja B, w rozdziałach od 10. do 12, prezentuje wyniki obliczeń projektowych przedmiotowej konstrukcji pomostu pływającego, podsumowanie pracy i obszerny spis wykazu cytowań (zawierający 135 pozycji literatury i norm projektowania oraz 14 pozycji stron internetowych). Część wstępna Tomu I zawiera również wymagane odrębnymi przepisami oświadczenia promotora i Autorki pracy oraz krótkie streszczenia i słowa kluczowe w języku polskim i angielskim. Integralną częścią rozprawy jest obszerny Tom II, liczący 104 strony zawierający pięć Załączników ujmujących szczegółowe rezultaty obliczeń statycznych (współczynników pomocniczych, momentów zginających oraz prospektów firm produkujących pontony i pomosty pływające).

W rozdziale 1. „Wstęp” Doktorantka przedstawiła ogólną charakterystykę rozwiązań konstrukcyjnych pontonów pływających z betonu zbrojonego na potrzeby wyposażenia portów jachtowych oraz uzasadniła podjęcie tematu projektowego rozwiązania systemu

konstrukcji pomostów pływających w koncepcji pełnej skrzyni żelbetowej z wnętrzem wypełnionym styropianem. Omówiła też krótko cel i zakres pracy, a także treść rozprawy.

W kolejnym 2. rozdziale Sekcji A pt. „Uwarunkowania prawne oraz podstawy teoretyczne projektowania pomostów pływających” przedstawiony został przegląd literatury dotyczącej metod obliczeń statycznych zbiorników prostopadłościennych, a w kolejnych rozdziałach 3. i 4. zaprezentowane zostały charakterystyki dotychczas realizowanych konstrukcji pomostów, a także omówiono zagadnienia prawne z zakresu kształtowania i realizacji pomostów pływających o konstrukcji pontonów żelbetowych.

W rozdziałach 5. do 7. Sekcji A, przedstawiono omówienie znanych z literatury podstaw teoretycznych analizy statycznej cienkich płyt w ujęciu kontynualnej teorii sprężystości oraz w implementacji Metody Różnic Skończonych (MRS), a także scharakteryzowano zasady oceny oddziaływań na zbiorniki w pomostach pływających.

Zasadnicze dla oceny poprawności obliczeń projektowych przedmiotowych pływających zbiorników są rozdziały 8. i 9. zawarte Sekcji A. W rozdziale 8. pt. „Analiza numeryczna zmienności rozkładu sił wewnętrznych w typoszeregach zamkniętych zbiorników prostopadłościennych” zaprezentowano wyniki analizy numerycznej momentów zginających i ugięć wykonanej dla czterech typów zamkniętych jednokomorowych zbiorników prostopadłościennych, o zróżnicowanych proporcjach kształtu. Z kolei, w rozdziale 9. zatytułowanym „Obliczenia statyczne pontonu przewidzianego do późniejszej realizacji” zamieszczono dla założonych układów obciążeń dwukomorowego zbiornika pływającego i przyjętej siatki podziału konstrukcji dostosowanej do Metody Różnic Skończonych wprowadzono wzory na momenty zginające płyt ścian, dna i pomostu górnego pontonu.

W Sekcji B zatytułowanej „Część Projektowa Pracy”, w rozdziale 10. rozprawy zaprezentowano założenia i wyniki obliczeń sprawdzających pływalność i stateczność pontonów, podano rezultaty obliczeń sprawdzających wymiarowanie elementów konstrukcji ściennych pontonu, a także zamieszczono, wspomaganą dokumentacją fotograficzną, opis technologii i procesów wykonania prototypu pontonu o wymiarach 10,0 x 2,5 x 1,25 m.

W zamykającym rozdziale 11. pt. „Podsumowanie i Wnioski” dokonano końcowego zestawienia podjętych problemów obliczeniowych oraz podano kilka zasadniczych wniosków końcowych wypływających z analizy statycznej, wymiarowania i obserwacji zachowania się prototypu konstrukcji pontonu, które potwierdziły poprawność założeń naukowych sformułowanych we wstępnych rozważaniach. W rozdziale tym Doktorantka wskazała także kierunek dalszych prac teoretycznych w omawianym zakresie, poprzez rozbudowę programu komputerowego do obliczeń przedmiotowych zbiorników w oparciu o energetyczne ujęcie Metody Różnic Skończonych.

3. OCENA DOBORU TEMATU I ZAKRESU PRACY

Opisane we wprowadzeniu do rozprawy ujęcie tematu i zakresu pracy nie jest typowe dla większości dysertacji doktorskich, gdyż celem pracy było zrealizowanie zadania projektowo – konstrukcyjnego w zakresie nietypowego oryginalnego rozwiązania żelbetowego pontonu z przeznaczeniem na pomost pływający w portach jachtowych.

Możliwość takiego ujęcia tematu mieści się jednakże w zapisach Ustawy o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (z dnia 18 marca 2011), w których podkreślono, że rozprawę doktorską

może stanowić praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna lub artystyczna, jeżeli jest wykonana metodami uznanymi za właściwe w danej dyscyplinie naukowej i stanowi samodzielne rozwiązanie przez autora zagadnienia naukowego i wykazuje jego wiedzę teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej.

W odniesieniu do podjętego tematu ocenianej rozprawy należy podkreślić jego nowatorskie ujęcie w zakresie rozwiązania konstrukcyjno technologicznego. Dotychczas znane były bowiem rozwiązania pontonów żelbetowych z przekrywającą płytą pomostu, swobodnie opieraną na uprzednio wykonanej otwartej skrzyni pontonu. Doktorantka założyła opracowanie bardziej właściwego rozwiązania konstrukcji pontonu w postaci zamkniętego, wykonywanego jednoetapowo zbiornika, złożonego z cienkościennych monolitycznych elementów żelbetowych. Zaletą takiego rozwiązania jest zwiększenie trwałości pontonu, gdyż zamknięta przestrzeń pontonu nie będzie narażona na korozję wewnętrznych powierzchni ścian i dna, jaka może być wywołana zalewaniem górnego pomostu przy intensywnym falowaniu akwenu wodnego. Na podkreślenie zasługuje także ujęcie systemowe rozwiązania, gdyż zaprojektowane pojedyncze elementy typoszeregu zbiorników mogą być łączone w system pomostów pływających w portach lub marinach.

Jakkolwiek w ujęciu tematu rozprawy przejawia się głównie strona aplikacyjna, to oryginalne założenia konstrukcyjno projektowe zasługują w pełni na uznanie. Zwraca ponadto uwagę aktualność problemu wynikająca z potrzeb zapewnienia na wielu krajowych akwenach wodnych wymaganych przepisami warunków uprawiania turystyki i sportów wodnych, w tym żeglarstwa i yachtingu.

Mimo że przedmiotowe żelbetowe zbiorniki pływające stanowią stosunkowo prostą konstrukcję inżynierską, należy zauważyć brak praktycznych procedur ich projektowania. Konstrukcjom tego typu poświęcono dotąd niewiele teoretycznych prac studialnych i technologiczno badawczych. Mamy tu jednak do czynienia ze złożonymi układami obciążeń mechanicznych, hydrostatycznych, termicznych i środowiskowych (oblodzenie), beton zbrojony jest podatny na efekty reologiczne, skurcz, pęcznienie, a także wpływ odkształceń wymuszonych w stykach technologicznych. Należy także podkreślić, że takie cienkościenne konstrukcje płytowe są także wrażliwe na błędy konstrukcyjne (imperfekcje geometryczne) i odchyłki układu ukształtowania zbrojenia ścian. Należy przy tym zauważyć, że problematyka ta jest stosunkowo słabo rozpoznana i celowe jest poszukiwanie bardziej poprawnych rozwiązań obliczeniowych i konstrukcyjnych tego typu zbiorników pływających.

Z tego punktu widzenia temat recenzowanej rozprawy doktorskiej, związany z analizą statyczno-konstrukcyjną przedmiotowych zbiorników należy uznać za oryginalnie sformułowany. Jak wynika z przeglądu literatury poświęconej wyznaczaniu obciążeń i analizie statycznej zbiorników pływających, największy wpływ na zachowanie się konstrukcji zbiornika ma sposób oddziaływania obciążeń. Omówieniu tych wpływów na stateczność, pływalność i nośność konstrukcyjną analizowanych typów zbiorników Doktorantka poświęciła w swych rozważaniach najwięcej miejsca.

W takim ujęciu plan rozwiązania zadania konstrukcyjnego należy uznać za opracowany w pełni poprawnie. W zakresie pracy, w pierwszej kolejności zdefiniowano proporcje geometryczne zbiorników, ustalono wymagane w normach europejskich obciążenia, przeprowadzono analizę statyczną i wymiarowanie przekroju zbrojenia, a na ostatnim etapie

doprowadzono do wykonania i zwodowania zaprojektowanego prototypu zbiornika, którego konstrukcja okazała się w pełni przydatna do przejęcia funkcji pontonu pływającego.

Jakkolwiek w rozprawie brak jest wyraźnie sprecyzowanej tezy naukowej, to można przyjąć, że w sposób niejawni zapisana jest ona we wstępnym fragmencie punktu 1.2, omawiającym cel i zakres pracy. Zapisano tam, że pomosty pływające na wodach śródlądowych mogą być realizowane jako prostopadłościennymi zbiorniki żelbetowe wykonywane jednoetapowo.

Nie ulega wątpliwości, że program recenzowanej pracy doktorskiej został skonstruowany na oryginalnych założeniach, na uznanie zasługuje obszerny zakres wnikliwie przeprowadzonych analiz projektowo-konstrukcyjnych, ukierunkowanych na optymalizację rozwiązań systemowego zastosowania tego typu zbiorników.

4. ROZWIĄZANIE POSTAWIONEGO ZAGADNIENIA, UŻYTE METODY, ZNAJOMOŚĆ DYSCYPLINY WIEDZY

Efektywne rozwiązanie konstrukcyjne monolitycznych, prostopadłościennych zbiorników żelbetowych musi uwzględniać realistyczne rozkłady sił wewnętrznych, wywołane kombinacjami obciążeń mechanicznych, termicznych i klimatycznych. Nośność przekrojów w takich cienkościennych konstrukcjach jest wieloparametrową funkcją trudnych do ilościowej oceny czynników związanych z pracą betonu i zbrojenia w złożonych stanach naprężenia. Doktorantka słusznie założyła, że jakościowa i ilościowa ocena tych efektów może być osiągnięta na drodze analiz konstrukcyjnych, z późniejszą weryfikacją na obiekcie prototypowym, zrealizowanym w skali naturalnej.

Spośród kilku wariantów metod analizy układów konstrukcyjnych do obliczeń statycznych ustroju zbiorników Autorka wybrała znaną z literatury Metodę Różnic Skończonych (MRS) w ujęciu energetycznym teorii sprężystości. Na podkreślenie zasługuje poprawne sformułowanie i zrealizowanie rozbudowanego algorytmu obliczeń MRS, opartego na wyprowadzonych układach równań algebraicznych, zastępujących w ujęciu różnicowym pochodne cząstkowe funkcjonału na energię ugięcia sprężystego płyt. Macierze równań przemieszczeniowych zbudowane zostały dla czterech proporcji wymiarowych zbiorników prostopadłościennych, w dostosowaniu do siatek podziału na obszary elementarne, oddzielnie dla każdego typu obciążenia. Analizę statyczną zbiorników metodą RS zrealizowano tradycyjnie, obliczając i sumując odpowiednie ilorazy różnicowe na powierzchni elementarnych podobszarów.

W rezultacie obliczeń opracowane zostały bardzo rozbudowane układy równań przemieszczeniowych, liczące od 247 niewiadomych (dla zbiornika 1. o proporcji wymiarów 1 : 1 : 0,5) aż do 823 równań (dla zbiornika 4. o proporcji wymiarów 4 : 1 : 0,5). Współczynniki tych równań, obliczone tradycyjnie (bez specjalistycznego wspomaganie komputerowego) Doktorantka zamieściła tabelarycznie w Tomie II pracy (Załącznik I) dla zbiorników jednokomorowych, natomiast dla zbiornika z przegrodą środkową (zbiornik o proporcjach 4 : 1 : 0,5 - współczynniki układów równań zestawiono tabelarycznie w Załączniku III. W wyniku rozwiązania układów równań obliczone zostały wartości momentów zginających wywołanych założonymi obciążeniami dla wszystkich analizowanych

typów zbiorników, zapisane w tablicach Załączników II i III w funkcji wartości obciążenia hydrostatycznego q oraz parametru s (wymiar oczka siatki elementarnych podobszarów).

W trakcie realizacji zadań obliczeniowych Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością zagadnień z zakresu mechaniki konstrukcji, jak i umiejętnością stosowania algorytmów obliczeń metodami analizy statycznej, w tym Metody Różnic Skończonych oraz umiejętnością interpretacji wyników takich analiz. Świadczy to o dobrym opanowaniu warsztatu naukowego i rozległej wiedzy z zakresu analizy statycznej przestrzennych konstrukcji żelbetowych, pracujących w warunkach złożonych układów obciążeń hydrostatycznych, temperaturowych i klimatycznych.

5. OCENA ROZPRAWY

Ocena merytoryczna

Podstawowym zadaniem opracowania projektu konstrukcji, do jakich należy zaliczyć przedmiotowe zbiorniki pływające, jest prawidłowe rozpoznanie oddziaływań i obciążeń, sformułowanie modelu obliczeniowego, a na tej podstawie przeprowadzenie analizy konstrukcji dla celów zwymiarowania przekrojów.

Zadanie to Doktorantka zrealizowała poprawnie, przyjmując na podstawie Eurokodów i krajowej oraz zagranicznej literatury przedmiotu realistyczne wartości obciążeń tłumem płyty górnej pomostu ($3,0 \text{ kN/m}^2$), liniowo zmienne parcie hydrostatyczne na ściany boczne i równomierne parcie hydrostatyczne na płytę denną o wartościach wynikających z wymiaru zanurzenia pomostu w wodzie akwenu. Uwzględniono także oddziaływania pozastatyczne wynikające z różnicy temperatury na grubości elementów zbiornika oraz obciążenie liniowe wywołane oddziaływaniem zamarzającej kry lodowej na boczne ściany pontonu.

Na podstawie studiów literaturowych w zakresie istniejących metod inżynierskich analizy numerycznej płytowo-tarczowych konstrukcji budowlanych, do celów rozwiązania zadania Doktorantka świadomie wybrała klasyczną, lecz najbardziej uniwersalną metodę różnic skończonych (MRS). Należy tu zauważyć, że jest to metoda wymagająca sformułowania bardzo rozbudowanych układów równań liniowych. Analizę typoszeregu czterech zbiorników o zróżnicowanych proporcjach kształtów przeprowadziła poprawnie zakładając klasyczną siatkę podziału struktur na elementarne podobszary o kształcie kwadratu i wymiarze boku $125/6 = 20,83 \text{ cm}$. Na podkreślenie zasługuje zamieszczenie w tekście pracy i załącznikach pełnych, czytelnie opisanych zestawów równań określających momenty zginające i przemieszczenia w węzłach siatek ustrojów zbiornika, co ułatwiło kontrolę poprawności wyników analizy statycznej.

W rozwiązaniu problemu statyki zamkniętego zbiornika pływającego wypełnionego styropianem rozważono jako podstawowy wariant ustroju z pominięciem obecności w/w wypełnienia. Natomiast jako wariant uzupełniający rozważono interesujące, niespotykane w literaturze, zadanie interakcyjne przestrzennego zbiornika z wypełnieniem styropianowym przylegającym do wewnętrznych powierzchni elementów konstrukcyjnych. Wymagało to doświadczalnego określenia parametru podatności zastosowanego wypełnienia, który oszacowano na podstawie badań ściskania próbek styropianu, przyjmując do analizy MRS określoną w ten sposób wartość modułu sztywności podłoża. Porównanie wyników wykazało,

że model z interakcją: płyta zbiornika – podłoże prowadzi do wyraźnego zredukowania wartości momentów zginających.

W analizie statycznej stanowiącej podstawowy oryginalny element pracy doktorskiej Doktorantka nie ustrzegła się jednak pewnych uproszczeń, które mogły mieć wpływ na wyniki obliczeń i rezultaty wymiarowania konstrukcji zbiornika.

Dyskusyjne jest m.in. rozważenie jedynie stanów zgięciowych w przekrojach elementów zbiornika, z pominięciem na etapie analizy statycznej i wymiarowania sił podłużnych (ściskających) i sił poprzecznych wywołanych parciem hydrostatycznym pontonu. Wartości tych sił, o wystąpieniu których Doktorantka wspomniała na str. 21, można by bez większego trudu wyznaczyć w sposób uproszczony całkując parcie hydrostatyczne na powierzchni elementów w płaszczyznach prostopadłych do rozpatrywanych przekrojów. Recenzent oczekiwałby wyjaśnienia, na ile wpływ pominiętych sił podłużnych zmienia rozkład naprężeń w zaprojektowanych przekrojach zbiornika.

W zakresie charakterystyk materiałowych elementów samego zbiornika (beton zbrojony) obliczenia wykonano zakładając wartość współczynnika Poissona równą 0, co mogłoby mieć uzasadnienie w przypadku silnie zarysowanych elementów zbiornika. Wydaje się jednak, że do przeprowadzenia głębszej analizy poprawności rozwiązań należałoby, przynajmniej w jednym z wariantów obliczeniowych, założyć podaną w Eurokodzie 2 wartość współczynnika Poissona dla betonu, równą 0,2. Analizę wpływu tej wielkości można by przeprowadzić na podstawie wzorów (2.4) i (2.5) przytoczonych w pracy. Recenzent oczekuje wyjaśnienia zakresu tego wpływu, zwłaszcza że w pracy nie przeprowadzono analizy stanu wystąpienia rys w elementach zbiornika. W złożeniach do obliczeń, podanych w p. 8 pracy brak jest także informacji dotyczącej przyjętego modułu sprężystości betonu E we wzorze (5.4) na sztywność płytową D elementów zbiornika.

Zauważalne uproszczenia przyjęte zostały także na etapie podanej w p.10.4. procedury wymiarowania przekrojów przedmiotowych zbiorników żelbetowych. W założeniach do obliczeń wymaganego zbrojenia przekrojów Autorka przywoływała wycofaną kilka lat temu normą krajową PN-B-03264:2002, podczas gdy wszystkie niezbędne wzory należało zaczerpnąć z literatury opartej na zapisach Eurokodu 2.

Zwracają też uwagę pewne nieścisłości przy wyznaczeniu wysokości użytecznej przekroju zginanych ścianek zbiornika, przyjętej jako 40mm. Z uwagi na znakozmienne momenty zginające, przy założonej siatce zbrojenia na zginanie w postaci krzyżujących się prętów Φ 8 mm w środku ciężkości każdej ze ścianek, wysokość użyteczną przekroju d należało przyjąć jako równą $40 - 8/2 = 36$ mm.

Zastosowany w obliczeniach na str. 126 wzór na minimalne pole zbrojenia ze względu na zarysowanie, przywołany z wycofanej normy krajowej PN-B-03264:2002, ma swój odpowiednik w Eurokodzie 2, część 1-1 w postaci wzoru (7.1), do którego należało podstawić odpowiednio dobrane wartości parametrów. Wyjaśnienia wymaga w tym miejscu podstawa przyjęcia naprężeń σ_s w zbrojeniu ścianki o wartości 280 MPa, odniesionej do spodziewanej szerokości rysy 0,2mm. Wątpliwość recenzenta wynika stąd, że w pracy nie przeanalizowano wartości momentu rysującego ścianki zbiornika i nie obliczono charakterystycznej szerokości rys wywołanych efektami zginania.

Wymienione wyżej wątpliwości i dyskusyjne uwagi do niektórych założeń i wyników nie obniżają w pełni pozytywnego odbioru recenzowanej pracy doktorskiej. Główną jej zaletą jest wykazanie na drodze studiów i analiz obliczeniowych efektywności nowatorskiego rozwiązania pomostu pływającego w postaci cienkościennego zamkniętego zbiornika żelbetowego. Przydatność eksploatacyjna zaprojektowanej konstrukcji została poparta obserwacją poprawnego zachowania się w warunkach transportu i zwodowania, potwierdzającą poprawność założeń i procedur obliczeniowych.

Doktorantka rozwiązała prawidłowo zadanie projektowe unikalnego żelbetowego zbiornika pływającego z przeznaczeniem na system pomostów, przeprowadzając analizę statyczną za pomocą poprawnie zdefiniowanej metody różnic skończonych, co umożliwiło wyznaczenie rozkładów momentów zginających i przemieszczeń konstrukcji elementów zbiornika w funkcji realistycznie zdefiniowanych obciążeń.

Poparty wnikliwą analizą obliczeniową efekt końcowy w postaci zrealizowanego prototypu zbiornika potwierdził wymierne i oryginalne osiągnięcie Doktorantki. Opracowany sposób rozwiązania konstrukcyjnego wniósł nowe wartości poznawcze do problemu projektowania pływających prostopadłościennych zbiorników żelbetowych, mogących mieć szerokie zastosowanie w pomostach przystani lub portów na wodach śródlądowych.

Uwagi formalne i redakcyjne

Rozprawa zredagowana jest bardzo starannie i napisana poprawnym stylistycznie językiem polskim. Analizę poprawności wyników obliczeń projektowych ułatwiają zamieszczone w tekście czytelnie schematy rysunkowe i tablice współczynników odniesione do momentów zginających i ugięć elementów zbiorników, zestawione oddzielnie dla wszystkich rozważonych typów konstrukcji. Szczególnie pomocne są tutaj zestawienia tabelaryczne zawarte w załącznikach do rozprawy.

W maszynopisie pracy przedłożonym do recenzji zauważono tylko nieliczne usterki formalne i edytorskie, które wymagałyby uściślenia lub poprawy. Niektóre z uwag do tekstu zamieszczono poniżej:

- na str.28, w kilku miejscach użyto niepoprawnie jednostek obciążenia i wagi: są podane w kg lub kg/m^2 , powinno być w kN lub kN/m^2 .
- na str.29 (wiersze 4 i 7 od dołu) nośność pontonu podano w kg/m^2 (powinno być w kN/m^2), a wytrzymałość (wiersz 1 od dołu) – w kN (powinno być w MPa).
- na str.30 (wiersz 9 od dołu) – niezrozumiałe wyrażenie: „wolan” burta wynosi 0,8m.
- funkcjonal (6.17) podany na stronie 46 jest identyczny jak wzór (8.1) ze strony 74, powtórka wzoru jest zbędna.
- w tabelach 8.1 i 8.2 wskazane byłoby podanie jednostki mnożnika ugięć i momentów zginających oraz objaśnienie znakowania. Zastanawiająco duże wartości ugięcia uzyskano w punkcie 2 (środek płyty dennej). Należałoby skomentować te wartości.
- wykresy momentów podane na rys.35 i 36 nakładają się na siebie, co uniemożliwia analizę ich zmienności. Wskazane byłoby użycie wykresów punktowych.
- na wykresach rys.37 - 40 należałoby podać jednostkę momentów zginających.
- na str. 165 - w wierszu 7 od góry – moduł sztywności styropianu podano w kN/m^2 , powinno być w kN/m^3 .

Podsumowanie oceny rozprawy

Reasumując stwierdzam, że założony przez Doktorantkę plan rozwiązania oryginalnego zadania projektowo-konstrukcyjnego został zrealizowany w stopniu co najmniej dobrym. Uzyskane rezultaty poprawnie przeprowadzonej przez Doktorantkę analizy statycznej metodą różnic skończonych typoszeregu zamkniętych żelbetowych zbiorników pływających, wnoszą pewne wartości poznawcze do stanu wiedzy w zakresie teorii i projektowania w/w obiektów inżynierskich.

Zrealizowane zadanie projektowo-konstrukcyjne, poparte poprawnym zachowaniem się zbudowanego prototypu zbiornika wskazuje na dobre opanowanie przez Doktorantkę metod analizy konstrukcji i Jej rozległą wiedzę z zakresu mechaniki budowli i konstrukcji żelbetowych. Ma to duże znaczenie przy prowadzonych przez Doktorantkę przyszłych prac naukowo-badawczych w obszarze dyscypliny „budownictwo”.

Biorąc pod uwagę zaprezentowany w pracy nowatorski sposób rozwiązania postawionego oryginalnego problemu projektowo-konstrukcyjnego stwierdzam, że spełnia ona wymagania stawiane pracom doktorskim.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Praca doktorska ma być świadectwem opanowania metod badawczych i pogłębienia wiedzy specjalistycznej Doktoranta. Powinna stanowić samodzielne rozwiązanie przez autora zagadnienia naukowego i wykazać jego wiedzę teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej. Musi też być wykonana metodami uznanymi za właściwie w danej dyscyplinie naukowej.

Rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.

Na podstawie Ustawy z dnia 14. 03. 2003 roku „O Stopniach i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule Naukowym w Zakresie Sztuki” wraz z późniejszymi zmianami, stwierdzam, że recenzowana praca doktorska pt. „Pomosty pływające wykonywane z monolitycznych, zamkniętych zbiorników prostopadłościennych”, autorstwa mgr inż. Anny Szymczak-Graczyk z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego oraz wykazuje Jej ogólną wiedzę teoretyczną i umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Wnoszę zatem o przyjęcie powyższej pracy jako rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr inż. mgr inż. Anny Szymczak-Graczyk do publicznej obrony.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę oryginalny wkład Doktorantki w poszerzenie stanu wiedzy z zakresu metod analizy statycznej cienkościennych pływających zbiorników żelbetowych wnioskuję o wyróżnienie powyższej rozprawy doktorskiej.

Andrzej Sapka