

Wpłynięcie
do Biura Wydziału WILiŚ
data 9.06.2026
L.dz 52 podpis

Warszawa 29.05.2026 r.

Prof. dr hab. inż. Paweł Popielski
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Środowiska
Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. Artura Zachodniego

pt.: „BADANIA WSPÓŁPRACY FUNDAMENTÓW PŁYTOWO-PALOWYCH
Z PODŁOŻEM GRUNTOWYM”

1 Podstawy formalne

1.1 Uchwała Rady Dyscypliny

Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport w Politechnice Gdańskiej w Gdańsku w dniu 04.02.2026 r. podjęła uchwałę nr 12/2026 powołującą mnie na recenzenta podanej w tytule rozprawy doktorskiej. Promotorem przedstawionej mi do recenzji pracy doktorskiej jest: dr hab. inż. Marcin Cudny, prof. PG.

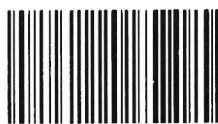
1.2 Tryb postępowania

Postępowanie o nadanie stopnia doktora Kandydatowi Panu mgr inż. Arturowi Zachodniemu toczy się na podstawie przepisów ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.).

1.3 Wymogi formalne

Zgodnie z art. 187 ustawy rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Kandydat uzyskał tytuł magistra inżyniera w dniu 16 listopada 2006 r. kończąc studia na kierunku: Budownictwo na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska PG w Gdańsku. Tytuł zawodowy magistra inżyniera uzyskany na Politechnice Gdańskiej spełnia wymogi, o których mowa w art. 326 ust. 2 pkt 2 lub art. 327 ust. 2, dający prawo do ubiegania się o nadanie stopnia doktora w państwie, w którego systemie szkolnictwa wyższego działa uczelnia, która go wydała. Kandydat nie ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora.



2 Treść recenzji

2.1 Ogólny opis rozprawy

Rozprawa obejmuje 187 stron, które zawierają również bibliografię, streszczenie w języku polskim i angielskim, spis tablic, spis rysunków oraz listę symboli wykorzystanych w pracy.

Obszerna bibliografia (73 rekordy) zawiera cytowane w pracy publikacje, zarówno naukowe, jak i dokumenty normatywne oraz wytyczne projektowe. Forma zestawienia bibliograficznego (z podaniem DOI większości prac) jest jak najbardziej poprawna. Na podkreślenie zasługuje fakt, że tylko 11 cytowanych publikacji powstało w ciągu ostatnich 10 lat, a w ramach studiów literaturowych wykorzystano pracę z 1936 roku.

W pracy znajduje się załącznik obejmujący 270 stron. Załącznik opisuje analizowane przypadki obliczeniowe oraz dokładnie dokumentuje uzyskane wyniki. Praca zawiera bardzo dużo tabel, rysunków i wykresów. Dla każdego rodzaju ilustracji graficznej prowadzona jest oddzielna numeracja - sekwencyjna w całej pracy. Załącznik zawiera 509 wykresów i 48 tabel.

Praca składa się z części podzielonych na rozdziały oraz podsumowania, wniosków i bibliografii.

Rozdział 1 stanowi wprowadzenie, przedstawiające główne cele pracy, problem badawczy oraz cel badań. Głównym celem niniejszej pracy jest opracowanie metodyki poprawnego modelowania współpracy fundamentów płytowo-palowych (FPP) z ośrodkiem gruntowym z wykorzystaniem metody elementów skończonych. W ramach realizacji założonego celu przeprowadzono serię obliczeń numerycznych dla fundamentu podpory mostowej. Model konstrukcji wraz z otaczającym gruntem został opracowany w środowisku obliczeniowym ZSOIL.

W celu umożliwienia precyzyjnej analizy wpływu wybranych parametrów na zachowanie układu fundamentowego, stratygrafia podłoża gruntowego została celowo uproszczona. Geometria podpory, harmonogram przykładania obciążeń oraz wartości obciążeń zostały wiernie odwzorowane, zgodnie z rzeczywistymi warunkami inżynierskimi.

Głównym zagadnieniem badawczym pracy jest pogłębiona analiza mechanizmu współpracy fundamentów płytowo-palowych z ośrodkiem gruntowym, ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmu redystrybucji obciążeń pomiędzy elementami palowymi a gruntem podlegającym oddziaływaniu płyty fundamentowej. Obecna praktyka inżynierska w zakresie projektowania tego typu systemów fundamentowych opiera się na dużych uproszczeniach, najczęściej ograniczając się do modelowania płyty fundamentowej na sprężystym podłożu, co nie pozwala na wiarygodne odwzorowanie rzeczywistych zjawisk mechanicznych zachodzących w układzie. Ujęcie problemu jako zagadnienia brzegowo-początkowego, rozwiązywanego przy zastosowaniu metody elementów skończonych, umożliwia kompleksowe odwzorowanie sprzężonych interakcji zachodzących między płytą, palami oraz ośrodkiem gruntowym. Kluczowym atutem takiego podejścia jest możliwość

uwzględnienia różnych modeli konstytutywnych i istotnych właściwości fizycznych gruntów, takich jak barotropia sztywności oraz jej nieliniowa degradacja wraz z odkształceniem w zakresie małych i pośrednich odkształceń, anizotropia sztywności, prekonsolidacja oraz stan naprężenia początkowego.

W rozdziale drugim omówiono podejście projektowe oraz kluczowe metody analizy FPP. Zaprezentowane metody obliczeniowe uszeregowano według rosnącego stopnia złożoności: od podejść konwencjonalnych, opartych na uproszczonych modelach analitycznych, aż po zaawansowane techniki numeryczne z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES), obecnie preferowanej w projektowaniu FPP. W oparciu o wytyczne zawarte w normie EN 1997-3:2022 w rozdziale przedstawiono sposób sprawdzania stanów granicznych, zarówno nośności (SGN), jak i użyteczności (SGU), które muszą zostać spełnione podczas projektowania FPP.

W rozdziale trzecim przedstawiono wyniki przeprowadzonych analiz numerycznych, wraz ze szczegółowym opisem zastosowanego modelu obliczeniowego oraz przyjętych modeli konstytutywnych ośrodka gruntowego. Zaprezentowano strukturę modelu numerycznego, sposób odwzorowania elementów konstrukcyjnych (płyty fundamentowej, pali) oraz procedurę modelowania przyrostu obciążenia. Szczególną uwagę poświęcono wpływowi doboru modelu konstytutywnego, uwzględnieniu stanu początkowego naprężenia w podłożu oraz anizotropii sztywności na charakter pracy systemu fundamentowego. Przeanalizowano, w jaki sposób te czynniki wpływają na rozkład osiadań, podział obciążenia pomiędzy płytą i palami oraz ogólną odpowiedź konstrukcji. Na podstawie porównania uzyskanych wyników sformułowano wnioski dotyczące wrażliwości modelu na przyjęte założenia materiałowe oraz wskazano implikacje praktyczne w projektowaniu FPP w złożonych warunkach gruntowych.

Rozdział czwarty poświęcono zagadnieniu modelowania pali fundamentowych w ujęciu trójwymiarowym. Przedstawiono zastosowaną metodę dyskretyzacji elementów konstrukcyjnych, w której pale odwzorowano za pomocą elementów belkowych, współpracujących z przestrzennym ośrodkiem gruntowym. Dokonano porównania odpowiedzi modelu numerycznego uzyskanych przy zastosowaniu dwóch podejść: elementów objętościowych (3D) oraz jednowymiarowych (1D) elementów belkowych modelujących pale. Analiza miała na celu identyfikację zalet i ograniczeń każdego z rozwiązań, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów takich jak: dokładność odwzorowania interakcji fundamentu płytowo-palowego z gruntem oraz efektywność obliczeniowa modeli.

Rozdział piąty zawiera analizę pracy fundamentu płytowo-palowego z uwzględnieniem zmienności modułu sprężystości betonu w czasie, wynikającej z procesu jego dojrzewania i twardnienia. Przeprowadzona symulacja uwzględnia etapowanie wzrostu sztywności materiału betonu oraz jego wpływ na rozkład obciążenia między palami a płytą fundamentową.

Rozdział szósty prezentuje zbiór wytycznych projektowych dla FPP, opracowanych na

podstawie krytycznej analizy literatury przedmiotu oraz wyników własnych badań numerycznych. Wytyczne te uwzględniają zarówno aspekty geometryczne systemu fundamentowego (wpływ geometrii konstrukcji i obciążenia na pracę fundamentu płytowo-palowego), jak i aspekty doboru modeli konstytutywnych, wraz z podaniem wymaganych parametrów.

Rozdział siódmy zawiera syntetyczne wnioski końcowe z przeprowadzonych badań dotyczących wpływu wybranych parametrów materiałowych ośrodka gruntowego – takich jak barotropia, nieliniowa degradacja sztywności w zakresie małych i pośrednich odkształceń oraz prekonsolidacja i początkowy stan naprężenia – na pracę FPP. Efektem końcowym pracy jest sformułowanie wniosków dotyczących zasad poprawnego modelowania fundamentów płytowo-palowych, ze szczególnym uwzględnieniem mocnych i słabych stron dostępnych modeli konstytutywnych gruntu. Przedstawiono również rekomendacje dotyczące prawidłowej kalibracji tych modeli oraz ich zastosowania w praktyce inżynierskiej. Uzyskane rezultaty pozwoliły sformułować wytyczne projektowo-wykonawcze dla FPP.

2.2 Szczegółowe uzasadnienie spełnienia warunków 13 art. Ustawy

2.2.1 Oryginalność rozwiązania problemu naukowego

Kandydat w swojej dysertacji doktorskiej przeprowadził pogłębioną analizę mechanizmu współpracy fundamentów płytowo-palowych z ośrodkiem gruntowym, ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmu redystrybucji obciążeń pomiędzy elementami palowymi a gruntem podlegającym oddziaływaniu płyty fundamentowej.

Zrealizowany w dysertacji plan analiz numerycznych zagadnienia współpracy FPP z podłożem gruntowym pozwolił na wysunięcie szeregu wniosków o znaczeniu praktycznym w projektowaniu geotechnicznym tych skomplikowanych z punktu widzenia geomechaniki układów fundamentowych. Wykonane prace pozwoliły na prezentację wyników niepublikowanych dotąd w literaturze, dotyczących szczegółów pracy FPP, otrzymanych na drodze modelowania numerycznego. Ponadto, otrzymane wyniki pozwalają na wskazanie dalszych kierunków badań w przedmiotowej tematyce dotyczących przede wszystkim pomiarów polowych, ale także różnych aspektów modelowania numerycznego.

Kluczowym parametrem analizowanym w pracy, który pozwala globalnie śledzić efekty interakcji FPP z gruntem oraz ocenić jakość zaprojektowanego systemu, jest współczynnik rozdziału obciążenia αPRF . Dobrą jakość projektu FPP można zdefiniować jako uzyskanie rozdziału obciążenia, który zasadniczo różni się od sytuacji w przypadku tradycyjnego fundamentu palowego, gdzie $\alpha PRF = 1.0$. Prawidłowo zaprojektowany FPP będzie zatem charakteryzował się możliwie niskimi wartościami współczynnika αPRF przy jednoczesnym spełnieniu warunków stanu granicznego użyteczności. Mieści się ona w przedziale 0.4-0.8, co odpowiada również wartościom otrzymanym

w przeprowadzonych analizach numerycznych. Oryginalnym spostrzeżeniem wynikającym z analiz opisanych w pracy jest jednak fakt charakterystycznej zmienności wartości αPRF w czasie przeniesienia obciążenia na fundament. Wartość αPRF można zatem traktować nie jako parametr, lecz jako zmienną stanu w systemie FPP, którą, wraz z przebiegiem osiadania w czasie, można zastosować w zaawansowanej analizie projektowej z wykorzystaniem modelowania numerycznego.

W przebiegu zmienności wartości αPRF wyodrębniono jakościowo następujące fazy w trakcie przekazywania obciążenia: początkowy wzrost do wartości granicznej $\alpha PRF MAX$; spadek związany z przeciążeniem pali i zwiększenie udziału płyty w przenoszeniu obciążenia; oraz fazę stabilizacji w okresie konsolidacji podłoża do wartości $\alpha PRF END$. Głównym kierunkiem badań w pracy było sprawdzenie wpływu różnych założeń dotyczących modelowania numerycznego FPP (warunków brzegowych i początkowych, opisu materiałowego gruntu oraz warunków drenażu) na przebieg αPRF oraz osiadania w możliwie realistyczny sposób, takich jak te aktualnie stosowane w modelowaniu. Jak wynika z przeprowadzonych badań, największy wpływ na wyniki modelowania numerycznego zagadnienia brzegowo-początkowego współpracy FPP z gruntem, z punktu widzenia praktyki projektowania, mają opis materiałowy oraz początkowy stan naprężenia efektywnego w gruncie. W przypadku opisu materiałowego jest to nieliniowość charakterystyki sztywności gruntu w zakresie małych odkształceń z jednoczesnym opcjonalnym uwzględnieniem jej anizotropii, natomiast w przypadku wpływu warunków początkowych naprężenia jest to przyjęcie profilu zmiany współczynnika parcia spoczynkowego K_0 .

Zasadniczą częścią prac badawczych jest zidentyfikowanie i wyodrębnienie istotnych czynników i procesów

W pracy dokonano krytycznego przeglądu podstawowych założeń metody i założeń upraszczających. Praca zawiera oryginalne wyniki numeryczne i empiryczne, uzyskane w trakcie badań.

Stwierdzam, że omówione w pracy rozwiązanie jest oryginalne i spełnia wymogi badań naukowych zgodnie z art. 187 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.)

2.2.2 Wykazanie ogólnej wiedzy Kandydata

W pracy kompleksowo przedstawiono szerokie zastosowanie modelowania numerycznego w projektowaniu i analizie współpracy poszczególnych elementów FPP.

Analizowano różne podejścia w ramach przedmiotowej współpracy. Omówiono cały zakres stosowanych metod od metod uproszczonych po zaawansowane symulacje numeryczne. W podejściach opartych na MEB oraz w metodach łączących elementy skończone z warstwami skończonymi, odpowiedź układu grunt-pala zazwyczaj traktowana była jako liniowo sprężysta. Stwierdzono, że zastosowanie do modelowania płyty fundamentowej jako cienkiej płyty zginanej

może prowadzić do zawyżonych wartości naprężeń w gruncie. Powszechnie wykorzystywane w literaturze rozwiązanie Mindlina dla siły skupionej działającej na powierzchni półprzestrzeni, ze względu na wysoki poziom idealizacji, nie oddaje pełnego mechanizmu przenoszenia obciążeń przez system fundamentowy.

Rozwój zaawansowanych narzędzi numerycznych znacząco ograniczył potrzebę stosowania tego rodzaju uproszczeń. Współczesne modelowanie trójwymiarowe z wykorzystaniem MES pozwala na bardzo realistyczną symulację FPP z punktu widzenia geometrii zagadnienia (elementy płytowe, kontaktowe, pale jako kontinuum lub specjalne elementy belkowe). Uwzględniając dodatkowo możliwość zaawansowanego opisu materiałowego gruntu (barotropia, nieliniowa degradacja lub wzmocnienie sztywności w zakresie małych i pośrednich odkształceń, anizotropia sztywności, pełzanie, sprzężenie hydro-mechaniczne), modelowanie numeryczne w układzie przestrzennym stanowi bardzo wiarygodne narzędzie badawcze pozwalające na udoskonalenie metod projektowania FPP. Taki kierunek został wykorzystany w niniejszej pracy, a jego zastosowanie poprzedzone zostało dogłębną analizą szeregu prac opartych na trójwymiarowych analizach MES dotyczących FPP.

Z przywołanych w spisie literatury 73 pozycji kilkanaście pochodzi z ostatnich dziesięciu lat, co świadczy o tym, że Kandydat na bieżąco śledzi najnowsze osiągnięcia tej dziedziny, ale sięga także do materiałów archiwalnych, umożliwiających wykorzystanie równań opisujących odpowiedź półprzestrzeni sprężystej na obciążenie skupione przy różnych wariantach analizy (np. metody łączącej MES z metodą warstw skończonych). Całość pracy jest bogato ilustrowana przykładami, rysunkami, tabelami, zdjęciami i wykresami.

Stwierdzam, że Kandydat wykazał się ogólną wiedzą z zakresu stosowania analiz matematycznych, numerycznych i statystycznych do projektowania współpracy fundamentów płytowo-palowych z podłożem gruntowym, co stanowi ważny obszar nauki w naukach technicznych, w dyscyplinie: inżynieria lądowa, geodezja i transport.

2.2.3 Wykazanie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydata

Z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia fundamenty płytowo-palowe stanowią atrakcyjną alternatywę dla klasycznych fundamentów palowych. Właściwe zaprojektowanie i zastosowanie pozwalają ograniczyć osiadania całkowite i różnicowe oraz zapewnić wymagane nośności systemu fundamentowego.

Celem niniejszej pracy jest stworzenie wytycznych do projektowania FPP z wykorzystaniem metody elementów skończonych. W celu opracowania tego zagadnienia przeanalizowano kilka

kluczowych aspektów związanych z modelowaniem ośrodka gruntowego oraz elementów konstrukcyjnych, wykorzystując przykładowe zagadnienie początkowo brzegowe FPP podpory mostowej.

Wyniki analiz numerycznych pozwoliły ocenić wpływ początkowego stanu naprężenia, nieliniowości sztywności gruntu w zakresie małych odkształceń oraz anizotropii sztywności na skomplikowaną interakcję FPP z podłożem gruntowym. Dodatkowo w pracy przeanalizowano różnice wynikające z modelowania pali za pomocą elementów belkowych w porównaniu z ich modelowaniem przy użyciu elementów objętościowych oraz oceniono wpływ procesu dojrzewania betonu płyty (związanego ze wzrostem jej wytrzymałości i sztywności w czasie) na początkowym etapie przenoszenia obciążenia na podłoże.

W celu opracowania wytycznych projektowania FPP przeprowadzono przegląd literatury obejmujący analizy różnych aspektów związanych z ich projektowaniem i zachowaniem.

Zebrane informacje posłużyły do oceny wpływu czynników geometrycznych, takich jak grubość płyty, liczba i rozmieszczenie pali, długość pali oraz charakter obciążenia (równomierne, mimośrodowe), na pracę systemu fundamentowego. Zaproponowana w pracy procedura, odpowiadająca na postawioną tezę oraz jej implementacja uzasadniająca realizację postawionego celu.

W ramach pracy wykonano wielowariantowe obliczenia numeryczne, obejmujące analizę różnych obciążeń i czynników wpływających na wyniki. Zastosowanie zarówno metod klasycznych, jak i autorsko zmodyfikowanych, a także analizy z wykorzystaniem wyników obliczeń wielu wariantów wskazują na ważną umiejętność: naukową dociekliwość i skrupulatność Kandydata.

Powołując się w rozprawie na 73 różnorodne pozycje piśmiennictwa, Kandydat wykazał, że posiada umiejętność wyszukiwania właściwej literatury naukowej.

Klarowność i zwartość rozdziałów pracy świadczy, że Kandydat potrafi przekazać swoją wiedzę.

Uważam, że Kandydat swoją rozprawą dowiódł umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

2.2.4 Pytania i uwagi krytyczne

Niezależnie od pozytywnie ocenionych przez mnie wielu walorów merytorycznych rozprawy, Kandydat nie ustrzegł się różnego typu niedociągnięć. Mam do Doktoranta kilka pytań, na które oczekuję odpowiedzi podczas publicznej obrony niniejszej pracy.

W pracy znajduje się kilka drobnych błędów; niektóre są proste do poprawnej interpretacji i nie mają wpływu na możliwość analizy dysertacji (np. „pełnym sprzężeniu **hydro-mechanicznemu**”, „W przypadku osiadania s_2 oraz Δs_2 , wartości graniczne należy określić w zależności **od czułości** konstrukcji na odkształcenia”, „**dystorsja kontowa**”), ale pozostałe wymagają wytłumaczenia i komentarza.

Pierwsze pytanie dotyczy wyznaczania współczynnika PRF w obliczeniach dla stanów granicznych nośności (SGN) oraz użytkowości (SGU). We wnioskach stwierdzono, że ze względu na nieliniową zależność pomiędzy osiadaniami a rozdziałem obciążeń między płytą a palami, należy przeprowadzić oddzielne analizy dla stanów granicznych nośności (SGN) oraz użytkowości (SGU). Współczynnik rozdziału obciążenia α_{PRF} należy wyznaczyć indywidualnie dla każdego z tych stanów. Współczynnik PRF (Piled Raft Foundation – Fundament Płytowo Palowy) jest zdefiniowany jako stosunek sumy charakterystycznych sił w palach $\sum_{j=1}^m R_{pile,k,j}(s)$ do charakterystycznej wartości obciążenia całkowitego $R_{tot,k}(s)$:

$$\alpha_{PRF} = \frac{\sum_{j=1}^m R_{pile,k,j}(s)}{R_{tot,k}(s)}$$

W pracy stwierdzono, że przy obliczaniu stanu granicznego nośności (SGN) można stosować dwie metody. Pierwsza z nich polega na określeniu nośności przy wykorzystaniu charakterystycznych wartości parametrów wytrzymałości na ścinanie (np.: ϕ_k , c_k), a następnie podzieleniu tak uzyskanej nośności przez odpowiedni współczynnik częściowy bezpieczeństwa. Alternatywnie, druga metoda zakłada wykorzystanie wartości obliczeniowych parametrów wytrzymałości, uzyskiwanych poprzez podzielenie parametrów charakterystycznych przez odpowiednie współczynniki materiałowe. Czy w obliczeniach SGN posługujemy się obciążeniami obliczeniowymi, czy zawsze wykorzystujemy wartości charakterystyczne? Która z metod obliczeń SGN może być wykorzystana w wyznaczaniu wartości współczynnika PRF w którym z definicji są wykorzystane wartości charakterystyczne.

Kolejne pytanie dotyczy zgodności nazw miar deformacji wykorzystanych w pracy z określeniami podanymi w Eurocode. W pracy wykorzystano określenia „przechyły” i „ugięcia”, a na podstawie rysunków zawartych w pracy oraz w EC można stwierdzić, że założone miary deformacji, zgodnie z nazwami w EC, odpowiadają definicjom przechylenia i obrotu. Czy zmiana nazwy deformacji została zmieniona specjalnie czy wprowadzono nową definicję? Czy zdaniem doktoranta konieczne jest wprowadzenie kolejnej nazwy dla już zdefiniowanej miary deformacji?

2.2.5 Pozostałe uwagi

Uwagi niemające wpływu na końcową ocenę rozprawy doktorskiej zostaną Kandydatowi przekazane ustnie.

2.3 Wniosek

Stwierdzam, że rozprawa Pana mgr. Artura Zachodniego pt.: „Badania współpracy fundamentów płytowo-palowych z podłożem gruntowym ” spełnia wymogi art. 187 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.)

Praca doktorska Pana mgr. Artura Zachodniego w pełni spełnia warunki, jakie są stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora nauk technicznych w *Dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport* i wnoszę o dopuszczenie go do publicznej obrony.

Uważam, że praca, ze względu na zakres i rodzaj przeprowadzonych badań oraz ich kompletność, reprezentuje wysoki poziom merytoryczny. Praca ma walory aplikacyjne — rekomendacje przedstawione w rozprawie mogą zostać wykorzystane podczas projektowania fundamentów płytowo-palowych. Jest także wykonana z dużą starannością edycyjną. W związku z tym uważam, że praca mgr. inż. Artura Zachodniego zasługuje na wyróżnienie.



Paweł Popielski