

Prof. zw. dr hab. inż. Bolesław Mazurkiewicz  
ul. Syrokomli 7  
81-439 GDYNIA

Gdynia, dnia 19 lutego 2014

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Szmechela  
z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego  
w Szczecinie

Podstawa opracowania: Uchwała Rady Wydziału Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 22 stycznia 2014 roku oraz pismo Dziekana Wydziału L.dz. WBiA – A/109/2013/14 z dnia 28 stycznia 2014 roku.

Rozprawa doktorska mgr inż. Grzegorza Szmechela pod tytułem „**Określenie nośności granicznej pali na podstawie próbnych obciążeń statycznych w ograniczonym zakresie**” obejmuje 118 stron maszynopisu oraz 96 załączników w postaci „*Kart dokumentacyjnych próbnych obciążeń z programu SetPal*”. Zawiera 106 ponumerowanych pozycji literatury w tym 7 norm i 9 materiałów niepublikowanych, których w większości pozycji doktorant jest współautorem.

Można stwierdzić, że zestawiona i cytowana literatura obejmuje tylko 17 pozycji opublikowanych w ostatnim dziesięcioleciu. Niestety nie przedstawiono uzasadnienia tak małego procentu literatury z ostatnich lat. Trudno się również zgodzić z tym, że do spisu literatury dołączono wykaz kilku norm. Wskazane jest powoływanie się na normy w pracy doktorskiej jedynie w przypadku propozycji zmian ich sformułowań lub zawartych w nich uregulowań czy metod. Podając 9 pozycji nieopublikowanych materiałów należało wykazać, że wykorzystano je w przytoczonych konkretnych kartach dokumentacyjnych. Wynika to stąd, że praca doktorska jest pracą naukową, opierającą się między innymi na konkretnych badaniach własnych lub obcych. W każdym razie analizowane wyniki badań muszą być w pełni udokumentowane.

Rozprawę doktorską podzielono na 10 rozdziałów, z których kilka ma objętość tylko paru stron. Ponadto rozprawa zawiera wykaz oznaczeń, wykaz rysunków i spis tabel. Należy jednak podkreślić, że załączniki w postaci kart dokumentacyjnych nie zostały przywołane w tabelach w których podano wyniki

próbnych obciążeń pali dla różnych, który załącznik dotyczy określonego pala. Przykładowo Pal nr 72 VF z tabeli 5.2 można znaleźć w załączniku Z-25, a Pal prefabrykowany nr 48 z tabeli 5.1 dopiero w załączniku 52. Należałoby przy prowadzonych analizie próbnego obciążenia konkretnego pala odnieść go do przyporządkowanemu mu załącznikowi, zawartemu w kartach dokumentacyjnych. Sugeruje się, aby przed oddaniem pracy do druku, umieścić załączniki w zasadniczym tekście rozprawy. Wydanie rozprawy drukiem uznać należy za celowe, szczególnie, że zawarte w niej analizy wyników badań i rozważania teoretyczne, będą dla zajmujących się nośnością pali bardzo przydatne.

Wstęp, stanowiący pierwszy rozdział (8 stron) jest bardzo szeroko uzasadnioną definicją wprowadzonej przez doktoranta nośności brzegowej pala i określenia relacji tej nośności do nośności dopuszczalnej i granicznej pala. Autor założył jako zapis wyjściowy zapis zaproponowany w metodzie Meyera-Kowalowa w którym przedstawiona jest aproksymacja ostatecznej krzywej osiadań otrzymanych z próbnymi obciążeniami statycznymi pala. Istotnym argumentem jest stwierdzenie, że w projektowaniu pali przy wprowadzeniu nośności granicznej, określanej wieloma różniącymi się między sobą metodami, stosowane są zbyt wysokie współczynniki bezpieczeństwa lub pewności, szczególnie, że operuje się osiadaniem dopuszczalnymi.

Z tezy pracy zawartej w rozdziale drugim (1 strona) wynika jednoznacznie, że zadaniem Autora ma być dostarczenie dowodu, iż możliwa jest, w oparciu o wyniki próbnymi obciążeniami statycznymi pali, które nie osiągnęły swojej fizycznej nośności granicznej, określenie nośności, nazwanej nośnością brzegową, która znacznie przekracza zakres przeprowadzonych próbnymi obciążeniami.

Rozdział trzeci (15 stron) stanowi w zasadzie przegląd istniejących metod pozwalających na określenie lub nawet obliczenie nośności i osiadania pali. Z przeglądu tego można wnioskować, że metody te mają ograniczenia w odniesieniu do wyznaczenia wszystkich koniecznych parametrów, a więc nośności pobocznej i nośności podstawy oraz odpowiadających im osiadaniom pali. Pozostaje także otwarta sprawa teoretycznego, oczywiście także w oparciu o badania podłoża i wyniki próbnymi obciążeniami pali, określenia wartości nośności dopuszczalnej, nośności bezpiecznej oraz nośności granicznej, tej ostatniej zgodnej z fizycznym opisem obciążenia granicznego. Można uznać za poprawny wniosek Autora o konieczności rozważania w tym zakresie przede wszystkim metod opisujących krzywą obciążenie-osiadanie niezależnie od przyjętej podstawy danej metody, a więc czy to na podstawie rozważań ściśle teoretycznych dla zdefiniowanego ośrodka gruntowego i parametrów materiałowych pala, czy

też wyników próbnych obciążeń w zbadanym ośrodku gruntowym i dla konkretnego materiału pala. Mimo tak sformułowanego pozytywnego wniosku powstaje pytanie, czy istnieje możliwość określenia różnic w wynikach, uzyskiwanych poprzez stosowanie analizowanych metod w odniesieniu do nośności bezpiecznej, przez którą należałoby rozumieć nośność zapewniającą przeniesienie przewidywanych obciążeń z ustalonym współczynnikiem pewności lub bezpieczeństwa, a określonym w wyniku analizy oddziaływań budowli lub obiektu spoczywającego na rozpatrywanych palach. Sprawa jest niezwykle ważna, gdyż Autor a priori uznał, że godną rozważenia jest tylko metoda oparta na wyznaczeniu krzywej uzyskanej poprzez aproksymację wyników próbnych obciążeń pala, a prowadzącej do wyznaczenia wprowadzonej nośności brzegowej. Pozostaje przy tym otwarta sprawa wyznaczenia w oparciu o wartość nośności brzegowej nośności dopuszczalnej i bezpiecznej biorąc pod uwagę dopuszczalne osiadania.

W rozdziale czwartym (13 stron) dokonano analizy zależności między obciążeniami i osiadaniami pala w postaci wyznaczenia modelu matematycznego oddziaływania pala w ośrodku gruntowym opierając się na wynikach próbnych obciążeń pali. Proponowana zależność osiadania od obciążenia opisana jest równaniem, w którym występuje stała  $C$ , reprezentująca zagregowany współczynnik Winklera oraz występuje bezwymiarowy wykładnik potęgi  $\kappa$ . Odnośnie do stałej  $C$  powstają pewne wątpliwości, gdyż według mian jest to osiadanie w milimetrach na obciążenie w kiloniutonach. Jest to więc, jak gdyby, jednostkowy przyrost osiadań na jednostkę obciążenia dla dowolnej rozpatrywanej krzywej zależności między osiadaniami i obciążeniami. Należałoby chyba dokładnie zdefiniować tę stałą, szczególnie, że w pracy mówi się o funkcji opisującej stałą  $C$ . Ponadto w rozdziale szóstym zawarto informację o dwóch metodach aproksymacji stałej  $C$ , którą nazywa się współczynnikiem.

Bezwymiarowy współczynnik  $\kappa$  zgodnie z wprowadzonymi zapisami jest zależny od wyznaczonej nośności brzegowej  $N_{br}$ . Biorąc pod uwagę fakt optymalizacji nośności brzegowej, należałoby dokładnie zdefiniować współczynnik  $\kappa$  i jego znaczenie w określeniu tej nośności. Ważne jest przy tym pytanie, jak pracochłonna jest procedura mająca na celu uzyskanie obliczeniowych wartości  $S_i$  i  $N_{br}$  przy żądaniu uzyskania optymalnej wartości współczynnika  $\kappa_{(opt)}$ ? Zakłada się oczywiście, że pełne zastosowanie ma wprowadzony przez Autora program komputerowy SeTPile. Niezależnie od powyższych uwag należy stwierdzić, że jest to najważniejszy rozdział w całej rozprawie. Dlatego nie powinien budzić żadnych wątpliwości, czy też zastrzeżeń.

Kolejny rozdział określony jako rozdział piąty (14 stron) ma charakter informacyjny i przedstawia szczegółowy opis wykorzystanych w pracy wyników i dokumentacji szeregu próbnych statycznych obciążeń pali. W rozdziale tym opisano również stosowane metody wykonywania próbnych statycznych obciążeń pali oraz opisy stanowisk badawczych. Wyniki analizowanych w pracy próbnych obciążeń pali są zawarte we wspomnianych wyżej załącznikach. Pewne wątpliwości budzi fakt, że w całej rozprawie nie stwierdzono, iż zawarte w niniejszym rozdziale informacje o metodach i przebiegu próbnych obciążeń, zostały wykorzystane w interpretacji uzyskanych wyników badań, a stąd w wartościach obliczonych nośności brzegowych  $N_{br}$ .

Rozdział szósty (27 stron) przedstawia wyniki obliczeń osiadań i nośności rozpatrywanych pali, dla których posiadano wyniki próbnych obciążeń w postaci zależności między przyłożonym obciążeniem na pal i uzyskanym osiadaaniem dla tego obciążenia. Użyto do tych obliczeń programu komputerowego SeTPile przy przyjęciu analizowanej w pracy metody Meyera-Kowalowa z zastosowaniem liniowej i nieliniowej aproksymacji stałej C. Niestety dużą trudnością w analizie wyników obliczeń jest brak powiązania między rozpatrywanymi szczegółowo w tym rozdziale palami oraz między załącznikami, przedstawiającymi wyniki próbnych obciążeń i wyniki własnych obliczeń pali. Należałoby to uzupełnić. W sumie można bez zastrzeżeń zgodzić się z wnioskami, wysuniętymi przez Autora na zakończenie rozpatrywanego rozdziału.

Zagadnieniu porównania i interpretacji otrzymanych różnymi metodami krzywych osiadań pala w zależności od obciążenia poświęcono rozdział siódmy (12 stron). W wyniku zastosowania różnych metod do dwóch krzywych zależności osiadania pala od obciążenia uzyskano, że proponowana metoda daje największe wartości granicznej nośności pala, będącej zgodnie z definicją Autora nośnością brzegową. Tak należy zrozumieć porównawcze wykresy przedstawione na rysunkach 7.7 i 7.8. Niewątpliwie byłoby wskazane, jakie nośności i dla jakich wartości osiadań, porównano na wykresach, szczególnie, że nośność graniczna interpretowana jest jako nośność, po osiągnięciu której następuje wzrost osiadań bez wzrostu obciążeń. Podsumowanie dokonane na zakończenie siódmego rozdziału jest w zasadzie podsumowaniem całej pracy doktorskiej. Niezrozumiałe jest tylko wprowadzenie pojęcia drugiego stanu granicznego. Należałoby tutaj bezwzględnie stwierdzić, że proponowana metoda pozwala na określenie prawdopodobnej nośności pala i jego osiadania poza obciążeniem końcowym zastosowanym w próbnych obciążeniach. Oznacza to, że trzeba byłoby podkreślić, iż uzyskane proponowaną metodą wyniki są swego rodzaju obwiednią, która może służyć z jednej strony do porównania z innymi meto-



dami interpretacji wyników próbnego obciążenia, a z drugiej strony, co jest niezwykle ważne w praktyce, do określenia zapasów nośności konkretnego pala. Zgodzić się można w tej sytuacji ze stwierdzeniem, że wprowadzane do praktycznych zastosowań współczynniki bezpieczeństwa lub pewności w zakresie nośności pali są bardzo zaniżone. Wydaje się, że wymagałoby to opracowania stosownego komentarza do obecnie obowiązujących w tym zakresie przepisów, chociażby zawartych w EC7.

Rozdział ósmy (4 strony) jest próbą interpretacji współczynnika pewności czy bezpieczeństwa. Niezrozumiałe są te rozważania. Należy bowiem przyjąć, iż współczynnik pewności zależy od rodzaju konstrukcji, jaka posadowiona jest na palach oraz dopuszczalnych różnic osiadań dla ustawionych na tej konstrukcji urządzeń. Oznacza to, że dla przeanalizowanych warunków hydrogeologicznych i geotechnicznych dobierany jest pal, który spełni powyższe warunki, a więc zapewni uzyskanie wymaganej nośności przy ograniczonych wartościach osiadań. Przykładane obciążenie, które można nazwać obciążeniem projektowanym, jest obliczone z zastosowaniem wszystkich możliwych współczynników bezpieczeństwa, a więc jest spodziewanym obciążeniem maksymalnym. Jaki należy zatem stosować współczynnik bezpieczeństwa dla pala na który ma być to obciążenie przyłożone? Tutaj nie ma jednoznacznej odpowiedzi, gdyż ośrodek gruntowowodny w którym pal pracuje, ma charakter losowy. Przy tworzeniu pierwszych polskich norm palowych wprowadzono współczynnik bezpieczeństwa o wartości 2,0 i dopuszczalne osiadanie 5 mm. Założono przy tym, że osiągnięte podczas próbnego obciążenia pali obciążenie dla przyjętego współczynnika bezpieczeństwa (nośność dopuszczalna) musi być mniejsze lub równe nośności granicznej. Czy oznacza to w świetle wyników uzyskanych różnymi metodami, iż pal jest przewymiarowany? Nie wchodząc w dalszą dyskusję tego zagadnienia należy podkreślić, że opracowana metoda wprowadzająca nośność graniczną w postaci nośności brzegowej, umożliwia dzięki temu pełną analizę rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa tak dla nośności pala, jak i jego osiadań. Wydaje się, że taka interpretacja byłaby wskazana jako zawartość analizowanego rozdziału.

Dziewiąty rozdział rozprawy (4 strony) stanowi podsumowanie rozprawy i wysunięte przez Autora wnioski. Biorąc pod uwagę rozpatrywane uprzednio rozdziały rozprawy można przyjąć, iż w odniesieniu do dowodu na postawioną tezę, wnioski te mają pełne uzasadnienie. Niewątpliwie nasuwa się wniosek końcowy, iż celowe i konieczne byłoby opracowanie poradnika dla projektanta w którym przedstawione byłyby założenia metody i praktyczny sposób jej wykorzystania.

Na zakończenie Autor w postaci rozdziału dziesiątego (1 strona) przedstawił program dalszych badań. Uznać należy ten program w świetle wyników przedstawionych w pracy za wstępny, wymagający jeszcze szerokiej analizy wzajemnego oddziaływania budowli, fundamentu palowego i podłoża, traktowanego jako ośrodek losowy.

Odnosnie do strony redakcyjnej pracy nie wnoszę zastrzeżeń. Należałoby jednak przed jej oddaniem do druku wprowadzić jako badania tylko próbne obciążenia statyczne pali. Ponadto należałoby ponownie sprawdzić podpisy pod rysunkami. Są przykładowo dwa rysunki 7.7.

Biorąc pod uwagę wszystkie przedstawione w niniejszej recenzji stwierdzenia, niewątpliwie dyskusyjne, oceniam całość rozprawy doktorskiej pozytywnie, między innymi z następujących powodów:

- Rozwiązuje ona, w ograniczonym z natury rzeczy zakresie, zagadnienie, które nie jest dotychczas w pełni zdefiniowane i opracowane, przyczyniając się do bardziej prawidłowego niż dotychczas wyjaśnienia związanych z nim zjawisk i zależności.
- Ujęcie jej jest oryginalne, a w każdym razie stanowi co najmniej oryginalny sposób analizy badanego zagadnienia.
- Stanowi dobry przykład wykorzystania badań do znalezienia rozwiązań aplikacyjnych, wzbogacając tym samym wiedzę w dziedzinie wzajemnego oddziaływania obciążonego pala i ośrodka gruntowego.
- Rozprawa napisana jest językiem prostym i poprawnym o wyróżniającym się poziomie redakcyjnym
- Rozprawa przygotowana została z założeniem, że uzyskane zostaną we wszystkich rozdziałach podstawy do wyciągnięcia wniosku o dowodzie tezy sformułowanej na początku rozprawy.
- W rozprawie posłużono się nowoczesnymi środkami naukowymi pozwalającymi na przeprowadzenie analiz dostarczających uzasadnienia przyjętej tezy.

Stwierdzam ponadto, że na tle aktualnego stanu wiedzy w rozpatrywanej dziedzinie, istniała celowość opracowania problemu stanowiącego tezę opinowanej rozprawy doktorskiej oraz że Autor opanował sztukę samodzielnego rozwiązywania problemów naukowych, dysponując wymaganym zasobem wiedzy. Zakłada się oczywiście, że Autor przeanalizuje wszystkie uwagi zawarte w niniejszej recenzji i ustosunkuje się do nich tak podczas publicznej obrony, jak i

przy przygotowywaniu rozprawy do druku lub jej przekazania specjalistycznym instytucjom.

Mając na uwadze powyższą ocenę, wyrażam opinię, że rozprawa mgr inż. Grzegorza Szmehela spełnia wymagania formalne stawiane przez aktualnie obowiązujące przepisy pracom doktorskim w naukach technicznych. W związku z powyższym stawiam wniosek o przedstawienie opiniowanej rozprawy doktorskiej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, a po jej pozytywnym przebiegu o nadanie mgr inż. Grzegorzowi Szmachelowi stopnia naukowego doktora nauk technicznych.



Prof. Bolesław Mazurkiewicz