

dr hab. inż. **Aleksander Urbański**,

Kraków, 5.05.2018

profesor nadzwyczajny Politechniki Krakowskiej

Wydział Inżynierii Środowiska

Instytut Geotechniki

Zakład Geotechniki i Konstrukcji Inżynierskich

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. **Magdaleny Wanat-Milaniak** pt.

"Zastosowanie metody periodogramu do klasyfikacji wyników pomiarów wykonywanych na zaporach"

Zawartość rozprawy

Rozprawa doktorska mgr. inż. Magdaleny Wanat-Milaniak zatytułowana *Zastosowanie metody periodogramu do klasyfikacji wyników pomiarów wykonywanych na zaporach* poświęcona jest ważnemu tematowi – bezpieczeństwu budowli piętrzących wodę. Celem pracy było zaproponowanie klasyfikacji wyników pomiarów kontrolnych wykonywanych na zaporach betonowych, a w konsekwencji zwiększenie bezpieczeństwa eksploatacji tychże budowli. Do badań wybrano dwie polskie zapory betonowe: Solina i Besko oraz amerykańską zaporą betonową Center Hill.

Praca zawiera:

- część wstępną – ogólne rozważania o istocie i konieczności badań, ich praktycznej realizacji oraz o stosowanych metodach statystycznych ich interpretacji w dużych obiektach pierzających (rozdziały 1 i 2),
- jasno sprecyzowane tezy pracy (rozdział 3),
- opis metody periodogramu zastosowanej przez Doktorantkę oraz sposób identyfikacji błędów grubych przy pomocy testu statystycznego Hampela (rozdział 4),
- opis rozważanych w pracy zapór oraz zainstalowanych sieci pomiarowych (rozdział 5),
- dokonane przez Doktorantkę analizy danych pomiarowych w postaci szeregów czasowych, ich transformacja (analiza widmowa) do postaci periodogramu i ich dyskusja, stanowiąca zasadniczą część pracy (rozdziały 6 i 7),
- wnioski (rozdział 8),
- spis literatury (77 pozycji),
- załączniki (56 stron) zawierające wyniki obliczeń w formie tabel.

Zgodnie z § 6.4 ROZPORZĄDZENIEM MINISTRA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO z dnia 22 września 2011 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora, Recenzja zawiera szczegółowo uzasadnioną ocenę spełnienia przez rozprawę doktorską

warunków określonych w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach w zakresie sztuki, czyli rozprawa doktorska powinna:

1. stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub artystycznego,
2. wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej,
3. wykazywać umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.

Ad 1. W swojej rozprawie Doktorantka proponuje aby do wyznaczenia czynników okresowych, mających wpływ na wielkość przemieszczeń punktów zapory betonowej zastosować periodogram Schustera. Swoje badania Doktorantka przeprowadziła dla szczelinomierzy trzech zapór betonowych: Solina – 76 szczelinomierzy, Besko – 22 szczelinomierze oraz Center Hill - 9 szczelinomierzy. Każdy szczelinomierz mierzony był w trzech płaszczyznach, co daje łącznie 321 ciągów pomiarowych. W rezultacie Doktorantka zidentyfikowała trzy podstawowe typy. Typ A - charakteryzujący się dominującym, jednorocznym okresem; Typ -B o dominującym okresie rzędu kilkudziesięciu lat, oraz typ C – w którym nie można wyróżnić dominującego czynnika okresowego. Doktorantka zauważyła, że mogą występować także typy mieszane.

Przedstawiona rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, którym jest klasyfikacja przemieszczeń zapory betonowej. Dotychczas rozważano problem predykcji oraz wielkości przemieszczeń. Sama klasyfikacja wskazań nie była proponowana. Jest to bez wątpienia oryginalne rozwiązanie naukowe w rozumieniu badań przemysłowych.

Ad2. Ogólna teoretyczna wiedza z zakresu hydrotechniki, a zwłaszcza bezpieczeństwa eksploatacji budowli piętrzących została przedstawiona w rozdziale Aktualne metody oceny stanu technicznego. W tym rozdziale Doktorantka omawia aktualne podstawy prawne tychże ocen wynikające z zapisów Ustawy Prawo Budowlane. Wykazuje, że w zakresie budowli hydrotechnicznych zapisy Ustawy Prawo Budowlane uzupełniane są przepisami ustawy Prawo Wodne, która nakłada na właściciela budowli hydrotechnicznej obowiązek wykonywania pomiarów kontrolnych umożliwiających ocenę stanu technicznego i bezpieczeństwa budowli piętrzących wodę. Doktorantka wyszczególnia następujące rodzaje wykonywanych pomiarów: osiadania i przemieszczenia poziome, wychylenia, przemieszczeń względne w dylatacjach, rozwarcia rys, ciśnienia piezometryczne pod budowlą, wydatki drenaży, intensywność przecieków, odkształceń betonu i skał, siły i naprężenia w betonie i skałach, siły i naprężenia w stali zbrojeniowej, naciski na podłoże, temperaturę betonu, gruntu i wody w zbiorniku, ciśnienia piezometryczne w korpusach nasypów hydrotechnicznych, ciśnienia porowych w rdzeniach glinowych. Następnie Doktorantka omawia, aparaturę kontrolno-pomiarową stosowaną do pomiarów wcześniej wymienionych wielkości. Wyszczególnia rodzaje oraz charakterystykę zarówno klasycznej AKP jak i przystosowanej do pomiarów automatycznych. Podaje zakresy pomiarowe, dokładność i rozdzielczość stosowanych przyrządów. Po omówieniu aparatury kontrolno-pomiarowej Doktorantka omawia proces wykonywania oceny stanu technicznego i bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznej. Wyróżnia trzy ważne procesy wpływające na wydanie takiej oceny. Są to: monitoring za pomocą aparatury kontrolno-pomiarowej, inspekcje wizualne oraz badania i testy, których głównym zadaniem jest sprawdzenie, czy wartości zmierzone nie odbiegają znacząco od wartości prognozowanych. Doktorantka podaje i charakteryzuje szesnaście metod analizy wyników pomiarów kontrolnych podając wady i zalety każdej. Od klasycznych modeli deterministycznych, przez modele hydrostatyczno-czasowe, oraz nieliniową analizę głównych składowych do technik identyfikacji strukturalnej i metody dekrementu losowego.

Ad 3. O dużej samodzielności w rozwiązywaniu problemów badawczych świadczy:

- Doktorantka przeprowadziła analizę wyników pomiarów pod kątem błędów grubych. Ta wydawałaby się niezbędna koniczność, jest niestety przez wielu badaczy niezauważana.
- wykonanie wnikliwej analiza uzyskanych wyników. Doktorantka wyróżniła trzy podstawowe typy wskazań aparatury kontrolno-pomiarowej: A, B, C oraz wykazała istnienie typów mieszanych. Następnie przedyskutowała przyczyny powstawania takich typów periodogramów. W dyskusji pokazuje związek pomiędzy poszczególnymi typami A, B oraz C, a modelem klasycznym EDF. Pokazuje, że periodogram typu A odpowiada tym pomiarom, w którym w modelu EDF dominuje czynnik sezonowy. Periodogram typu B związany jest ze stałym trendem wzrostowym lub malejącym, czyli zmianami o charakterze reologicznym. Periodogram typu C związany jest z wynikami pomiarów, w których nie można wyróżnić żadnego dominującego czynnika.
- bogate piśmiennictwo. Doktorantka powołała się na 71 pozycji drukowanych i 6 stron internetowych. Wiele z drukowanych, angielskojęzycznych pozycji jest w Polsce trudno dostępnych. Dotarcie do nich, wymagało wiele wysiłku i samodzielności.

Uwagi dyskusyjne

1. Nie jest jasno podane jaki jest wymiar (jednostka) wartości określonej periodogramem (Schustera, widmo gęstości mocy). Ze wzorów 4.1 -4.8 wynika że jest to kwadrat mierzonej wielkości fizycznej. W podręczniku elektronicznym programu Statistica (<https://www.statsoft.pl>) ta sprawa jest potraktowana w sposób niejednoznaczny. Generalnie, praca zyskała by na szerszym wstępie z podstaw matematycznych proponowanej metodologii (podstawy teorii sygnałów).
2. W całej pracy brak określenia jednostek dla wykresów periodogramów pomierzonych wielkości. Dla każdego z wykresów na Rys. 17-33 "wartość periodogramu" powinna być podana jednostka miary, np. [mm²], [cm²], patrz p.1.
3. Przystępując do analizy nie podano o jakie przemieszczenia chodzi (poziome, pionowe, względne pomiędzy sekcjami, bezwzględne)
4. W jakim stopniu obliczenia prowadzone były gotowymi narzędziami informatycznymi, a jaki był wkład autorski Doktorantki. Brak jest szczegółowej informacji na ten temat (poza stwierdzeniem że używano środowiska Statistica), obejmującej szkice algorytmów, schematy blokowe, itp.

Wskazane niedociągnięcia powinny zostać poprawione przy ewentualnych publikacjach.

Wniosek

Stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska mgr inż. Magdaleny Wanat-Milaniak zatytułowana: *Zastosowanie metody periodogramu do klasyfikacji wyników pomiarów wykonywanych na zaporach* spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach w zakresie sztuki i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Aleksander Urbański

