

Dr hab. inż. Izabela Zimoch

Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Instytut Inżynierii Wody i Ścieków
ul. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice
Tel. +48 32 2372884, Faks: +48 32 2371047
e:mail izabela.zimoch@polsl.pl

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Klary Ramm Szatkiewicz
pt. „Analiza baz danych zapisów wodomierzy dla potrzeb
dynamicznego modelowania rozbiorów w Warszawie”**

Promotor: dr hab. inż. Paweł Licznar, prof Pol. Wrocławskiej

1. Podstawa opracowania recenzji rozprawy

Podstawę formalną przygotowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Klary Ramm Szatkiewicz pt.: „Analiza baz danych zapisów wodomierzy dla potrzeb dynamicznego modelowania rozbiorów w Warszawie” stanowi pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej dr hab. inż. Lidii Dąbek prof. PŚk oraz uchwała Rady Wydziału z dnia 12 lutego 2014 r.

2. Celowość podjęcia tematu

Woda od zarania dziejów ludzkości zaliczana jest do surowców strategicznych, a współcześni futurologowie prognozują, że za kilkadziesiąt lat mogą wybuchnąć konflikty zbrojne o jej zasoby. Żeby wody nie zabrakło, fundamentalne znaczenie mają inwestycje w rozbudowę i modernizację infrastruktury wodociągowej, pozwalające na racjonalne wykorzystanie jej zasobów. Istnienie dużych, złożonych systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę wiąże się nieodłącznie z problemem ich efektywnej eksploatacji. Istotnym problemem, który bardzo szybko wyłonił się w procedurach zarządzania infrastrukturą wodociągową jest konieczność kontroli i opomiarowania zużycia wody. Już w Imperium Rzymskim potrafiono oszacować ilość wody potrzebną dla wojska, a Sextus Julius Frontinus, komisarz wodny Rzymu pisał o sposobach pomiaru wody. Zatem, by woda docierała do domów, mieszkań i innych jej indywidualnych jak i zbiorowych odbiorców bez awarii, zanieczyszczeń i strat, bardzo ważnym elementem jest pełne opomiarowanie wszystkich punktów jej poboru.

Wraz z rozwojem myśli technicznej, istotnego znaczenia nabrały zagadnienia i rozważania naukowe, mające na celu opracowanie procedur analitycznych oraz eksploatacyjnych, których istotą jest zwiększenie skuteczności działania obiektów wodociągowych, a co za tym idzie zapewnienie pełnego opomiarowania ich funkcjonowania. Współcześnie oprócz konieczności oszczędzania znacznie ograniczonych dyspozycyjnych zasobów wodnych, wyłoniło się kilka istotnych przesłanek opomiarowania wodociągów. Jedną z nich jest przejście z ekonomicznie nieuzasadnionego rozliczania ryczałtowego za usługi wodociągowe na społecznie

sprawiedliwsze rozliczanie oparte na rzeczywistym jej zużyciu, które w tej sytuacji jest jedynym czynnikiem dyscyplinującym i umożliwiającym kontrolę zużycia, a co za tym idzie ograniczającym marnotrawstwo wody. Kolejnymi przesłankami opomiarowania wodociągów są gospodarka energetyczna, oparta na minimalizacji zużycia energii w procesie eksploatacji systemu dystrybucji wody oraz konieczność zapewnienia niezawodnej dostawy wody istniejącą infrastrukturą wodociągową do dynamicznie rozwijających się obszarów aglomeracji miejsko-przemysłowych.

Istotnym motywem wdrażania przez przedsiębiorstwa wodociągowe nowoczesnych technologii opomiarowania rozbioru wody z zdalnym systemem odczytów wodomierzy jest potrzeba oparcia współczesnych procedur eksploatacji obiektów infrastruktury wodociągowej na systemach ITC, integrujących moduły GIS, SCADA, CIS oraz modelowania hydraulicznego. Istotą implementacji systemu ITC jest właściwe zaplecza techniczne i pomiarowe, zwiększające efektywność zarządzania w oparciu o ciągły monitoring parametrów hydraulicznych pracy sieci wodociągowej. Nie ma jednoznacznej definicji monitoringu sieci wodociągowej, z uwagi na różne poglądy dotyczące zakresu działań objętych monitoringiem. Monitoring można ograniczyć do pomiarów i wizualizacji wartości mierzonych lub może być dodatkowo rozszerzony o ocenę stanu technicznego i funkcjonowania obiektów nim objętych. Zatem jedna z wielu definicji monitoringu sieci wodociągowej, stanowiąca meritum podejmowanych działań operacyjnych, brzmi następująco: monitoring sieci wodociągowej to zespół czynności polegających na stałym nadzorowaniu określonych parametrów pracy sieci wodociągowej w celu podejmowania racjonalnych i optymalnych decyzji w zakresie zapewniania niezawodnej dostawy wody do jej odbiorcy. Podejmowane decyzje wynikają nie tylko z aktualnych potrzeb eksploatacyjnych, ale również z działań długoterminowych wynikających ze strategii rozwoju systemu zaopatrzenia w wodę. Pomocnym w tych działaniach są zweryfikowane, matematyczne modele sieci wodociągowych, których aplikacja w procedury zarządzania infrastrukturą wodociągową musi opierać się bieżącej kalibracji dostosowanej do dynamicznie zmieniających się warunków pracy systemu. Zatem wyzwaniem współczesnych matematycznych, komputerowych modeli predykcji jest prowadzenie długoterminowych symulacji (EPS- extender-period simulation) opartych na godzinowych wzorcach poboru wody, co wyklucza w procedurach modelowania powszechnie stosowaną konwencjonalną metodę top-down przyjmowania rozbiorów w węzłach, określanych dla całych stref zasilania. Takie podejście znacznie upraszcza budowę komputerowych modeli sieci wodociągowej oraz zapewnia szybkie osiągnięcie zbieżności algorytmów obliczeniowych. Otrzymany obraz przepływów może być istotnie zafałszowany i nieodpowiedni przykładowo w dalszym modelowaniu jakości transportowanej wody, czy też w podejmowaniu istotnych decyzji w procedurach zarządzania infrastrukturą wody. Wobec powyższego dostępna wiedza o wzorcach rozbioru w skali makro całych osiedzi, rejonów i miast jest niewystarczająca. Fakt ten implikuje konieczność identyfikacji wzorców rozbioru wody o rozdzielczości godzinowej dla referencyjnych odbiorców, w obrębie pojedynczych węzłów sieci, co stanowi obszar intensywnych prac naukowo-badawczych licznych ośrodków zagranicznych jak i krajowych.

W zależności od punktu widzenia, pojęcie dynamicznego modelowania w systemach zbiorowego zaopatrzenia w wodę może mieć różne skojarzenia, w których postrzegane jest ono jako narzędzie wspomagające wymiarowanie sieci wodociągowych, poprzez szacowanie przepływów i wielkości ciśnień, modelowanie jakości wody, czy też jako kompleksowe narzędzie wspomagające zarządzanie infrastrukturą wodociągową, w celu optymalizacji zużycia energii i kosztów jej eksploatacji. Niezależnie od konotacji wszystkie wymienione elementy mają wspólny argument - możliwość całkowitej kontroli nie tylko wielkości ale i zmienności czasowej i przestrzennej rozbiorów wody w systemach wodociągowych. Wobec tego, aplikacje metod dynamicznego modelowania rozbiorów wody w procedury zarządzania

operacyjnego są warunkiem koniecznym w optymalizacji pracy wodociągu, gwarantującym ciągłość bezawaryjnej eksploatacji systemu z jednoczesną pełną akceptacją efektywności ich działania przez eksploatorów i użytkowników.

Śledząc aktualne krajowe jak i zagraniczne opracowania naukowe można zauważyć konsekwentny rozwój technik i metod opomiarowania rozbiórów wody oraz elektronicznych systemów ich rejestracji. Intensywne prace badawcze nad poszukiwaniem zweryfikowanych naukowo modeli predykcji rozbiórów wody, inspirowane dostępnością do danych o rozbiórach pozyskiwanych z automatycznych odczytów wodomierzy AMR (automatic meter Reading), przypadają na ostatnie 10 lat. W tym okresie podstawy naukowe uzyskuje deterministyczne podejście do modelowania wzorców rozbioru wody dla odbiorców referencyjnych oraz stochastyczne oparte na modelu SIMDEUM (SIMulation of water Demand; an End-Use-Model) bazującym jedynie na informacjach statystycznych o odbiorcach wody, czy też model PRP (Poisson Rectangular Pulse) wywodzący się z założenia, iż indywidualne rozbiory wody na cele mieszkaniowe mogą być opisane za pomocą niehomogenicznego procesu Poissona. Najnowszym podejściem w badaniach rozbiórów wody jest model probabilistyczny oparty na analizie skupień z grupowaniem metodą k-średnich oraz na modelu mieszanin Gaussowskich w analizach rozkładów prawdopodobieństw poboru wody w czasie. Ciągłe jednak poszukuje się, wywodzących się z podstaw teorii eksploatacji systemów technicznych, praktycznych metod prognozowania rozbiórów wody w dynamicznie zmieniającym się środowisku funkcjonowania systemu zaopatrzenia w wodę, wyniki których stanowić mogą istotne narzędzie w zarządzaniu operacyjnym, czy też w opracowywaniu strategii rozwojowej systemu wodociągowego.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Klary Ramm Szatkiewicz, której głównym celem było opracowanie kompleksowej metody analizy baz danych zapisów wodomierzowych dla potrzeb dynamicznego modelowania rozbiórów godzinowych wody w systemach wodociągowych, trafnie wpisuje się we współczesny nurt złożonych badań obiektów wodociągowych oraz odpowiada aktualnej tematyce naukowo-badawczej zarówno z zakresu rozwijania nowoczesnych technologii opomiarowania przyłączy wodociągowych (smart metering) oraz modelowania komputerowego systemów zaopatrzenia w wodę w dynamicznie zmieniających się uwarunkowaniach ich eksploatacji.

Na szczególną uwagę zasługuje opracowanie w ramach realizacji prac badawczych przez Autorkę katalogu wzorców rozbiórów godzinowych wody dla odbiorców referencyjnych (mieszkalnictwo jedno i wielorodzinne, mieszkalnictwo wielorodzinne wraz z zapleczem handlowo-usługowym, obiekty handlowo-usługowe, biurowce, szkoła, ośrodek sportu i rekreacji), a co za tym idzie wykazanie konieczności aplikowania w symulacjach komputerowych systemu wodociągowego tzw. rozkładów godzinowych dla odbiorców referencyjnych. Istotną kwestią poruszoną przez Doktorantkę było zastosowanie zaawansowanych analiz statystycznych tj. analiza skupień do badań rozkładów rozbioru wody dla poszczególnych obiektów. W procedurach analiz skupień w badaniach rozkładów godzinowych poboru wody w obrębie poszczególnych referencyjnych obiektów badawczych zastosowano zarówno metodę hierarchiczną z wykorzystaniem procedur aglomeracji, jak i analizę niehierarchiczną grupowania metoda k-średnich. Przyjęta przez Doktorantkę metodyka badań pozwoliła na:

- uzyskanie jednorodnych grup badanych obiektów, ułatwiających wyodrębnienie ich zasadniczych cech, co pozwoliło na klasyfikacje i wydzielenie obiektów typowych wynikających ze specyfiki zmienności korzystania z wody,
- odkrycie niezidentyfikowanych dotychczas struktur analizowanych danych, a w konsekwencji klasyfikacja obiektów typowych,
- porównanie obiektów wielocechowych (wskazanie innej grupy obiektów badawczych najbardziej podobnej do danej).

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Klary Ramm Szatkiewicz liczy 199 stron, w tym 94 strony to załączniki. Część przeglądowa pracy stanowi około 38%, a część analityczna 48%, pozostałą część rozprawy stanowią: podsumowanie wraz z wnioskami końcowymi oraz bibliografia. Praca zawiera opracowania w postaci elementów graficznych stanowiących łącznie 35 rysunków oraz 8 tabel, które w logiczny sposób powiązane są z prezentowanymi treściami. W obszernej bibliografii obejmującej 115 pozycji literatury, 44 pozycji (38%) stanowią opracowania w obcojęzyczne w tym 41 pozycji w języku angielskim. 98 pozycji przedmiotowej bibliografii stanowią oryginalne i przeglądowe publikacje, a pozostałe 17 pozycji to akty prawne, normy i wytyczne. Blisko 57% przytoczonej literatury to opracowania z ostatnich 10 lat. Elementem prezentowanej bibliografii jest 20 pozycji odwołań do ogólnie dostępnych stron internetowych.

Praca posiada tradycyjny układ, obejmujący 7 podstawowych rozdziałów i 7 załączników, który można podzielić na cztery zasadnicze części. Część pierwsza mająca charakter rozważań teoretycznych obejmuje strony od 5 do 42 i zawiera 3 rozdziały: rozdział 1 – *Wprowadzenie*, rozdział 2 stanowiący *Przegląd literatury*, rozdział 3 zawierający *Cel i zakres pracy*. Część drugą - analityczną, zawierającą strony od 43 do 88, stanowi treści rozdziału 4 pt. *Poligon i materiał badawczy*, rozdziału 5 pt. *Metodyka badań* oraz rozdziału 6 pt. *Wyniki badań i dyskusja*. Część ta poświęcona jest między innymi prezentacji przyjętej metodyki analitycznej w badaniach dynamicznych modeli rozbiorów wody w warszawskim systemie zaopatrzenia w wodę wraz z charakterystyką przedmiotu badań. Integralny element części analitycznej rozprawy stanowi rozdział 6, w którym Doktorantka przedstawiła dogłębną dyskusję uzyskanych wyników badań prowadzonych w dwóch kampaniach pomiarowych (1 serię badania prowadzono w okresie od 18.08.2008 r. do 30.01.2009 r. uzyskując 3 864 elementowy zbiór zmiennych losowych; 2 seria badań obejmowała okres 13.06.2012 r. - 05.01.2013 r., którym zgromadzono 4 968 zbiór zmiennych losowych). Część trzecia rozprawy to *Podsumowanie i wnioski końcowe* – rozdział 7. Część czwarta *Załączniki A-G* obejmuje zbiorcze zestawienie uzyskanych wyników badań dla 21 odbiorców wody, podzielonych na 7 kategorii wg typów rozbioru wody. Ponadto opracowane obszerne załączniki stanowią element rozprawy, który może być praktycznie wykorzystywany jako zbiór rozbiorów referencyjnych w modelowaniu sieci wodociągowej.

4. Zakres i ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

4.1 Treść rozprawy

Uważam, że problemy prezentowane w ocenianej pracy są ważne i aktualne. Praca napisana jest bardzo starannie, jasno i poprawnym językiem. Została podzielona na logicznie ułożone rozdziały wzajemnie ze sobą korespondujące.

W wprowadzeniu (rozdział 1) Autorka przedstawiła w sposób zwięzły, na tle faktów starożytnych i nowożytnych poswatań i eksploatacji systemów zaopatrzenia w wodę, rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska zajmującej się poznawaniem praw rządzących eksploatacją obiektów wodociągowych. Wykazała, że jednym z zasadniczych problemów, który zaznaczył się istotnie w historii rozwoju wodociągów, to konieczność kontroli i opomiarowania zużycia wody, której efektem był rozwój sektora zajmującego się pomiarami i produkcją wodomierzy

W kolejnym rozdziale 2, na podstawie bogatej bibliografii krajowej jak i zagranicznej, Autorka przedstawiła zagadnienia aktualnych podstaw legislacyjnych rozliczania rozbiorów wody przez przedsiębiorstwa wodociągowe na podstawie wskazań wodomierzy lub norm zużycia wody (podrozdział 2.1. *Warunki prawne opomiarowania rozbiorów wody*). Drugi aspekt dokonanego przeglądu literatury (podrozdział 2.2 *Rodzaje wodomierzy i ich*

dokładność) stanowi prezentację istniejących rozwiązań metrologicznych wraz z charakterystyką i podziałem wodomierzy. Doktorantka podkreśliła konieczności wprowadzenia zasad parametryzacji dokładności pomiaru wodomierzy poprzez przejście z klas metrologicznych na definiowane dokładności za pomocą współczynnika R. Uzupełnieniem tych rozważań jest podrozdział 2.3. *Elektroniczne systemy rejestracji rozbiorów wody*, poświęcony zagadnieniom coraz powszechniej wdrażanym elektronicznym systemom rejestracji rozbiorów wody. Integralnym elementem dokonanego przeglądu literatury (podrozdział 2.4. *Strategia monitoringu rozbiorów wody*) są zagadnienia dotyczące sposobów monitoringu rozbiorów wody w systemach wodociągowych. Autorka słusznie podkreśliła zalety zastosowanie najbardziej zaawansowanych rozwiązań, opartych o filozofię inteligentnego opomiarowania znajdującego zastosowanie w skali pojedynczych odbiorców wody (smart metering) nad rozwiązaniami monitorującymi rozbiory tylko dla wydzielonych stref wodociągowych (DMAs – Distric Metered Areas). Najważniejszym elementem przeglądu literatury (podrozdział 2.5. *Modele komputerowe sieci wodociągowych i ich zasilanie danymi o rozbiorach wody*) jest analiza współczesnych potrzeb w zakresie zasilania komputerowych modeli symulacyjnych sieci wodociągowej, w której podkreślono konieczność kalibracji modeli matematycznych i istotę symulacji długoterminowych przepływów w sieciach wodociągowych, jak i oddolnego ustalania wzorców rozbiorów wody (model deterministyczny odbiorcy referencyjnego, model stochastyczny i model probabilistyczny). Dokonana przez Doktorantkę ocena stanu badań krajowych w istocie rozważanych zagadnień (podrozdział 2.5. *Stan badań krajowych nad wzorcami rozbiorów wody*), potwierdza potrzebę unowocześnienia istniejącego warsztatu przetwarzania danych z wodomierzy zdalnych, w skali czasowej 1 godziny i skali przestrzennej pojedynczego odbiorcy wody. Takie szerokie spojrzenie na zagadnienie analiz baz danych zapisów wodomierzowych dla potrzeb dynamicznego modelowania rozbiorów pozwoliło Doktorantce podkreślić istotę podjętego problemu badawczego, którego tezę, cel i zakres sformułowała w rozdziale trzecim.

Treść rozdziałów części teoretycznej konsekwentnie i wyczerpująco wprowadza czytelnika w problematykę, która stanowi zasadniczy przedmiot analizy Doktorantki prezentowany w części badawczej dysertacji doktorskiej. Rozdział 4 obejmujący 3 części (podrozdziały: 4.1. *Charakterystyka systemu wodociągowego Warszawy*, 4.2. *System zdalnych pomiarów rozbiorów wody*, 4.3. *Charakterystyka wytypowanych obiektów badawczych*) stanowi opis przedmiotu prac badawczych z pełną charakterystyką 21 obiektów badań, które zostały podzielone przez Autorkę na 7 kategorii obejmujących: mieszkalnictwo wielorodzinne MW – 7 obiektów badań, mieszkalnictwo wielorodzinne z handlem i usługami MW+HUB – 6 obiektów, obiekty handlowo-usługowe HU – 4 obiekty, biurowce B – 2 obiekty oraz po jednym obiekcie w kategorii szkoła podstawowa SZ, ośrodki sportu i rekreacji z basenem kąpielowym S i mieszkalnictwo jednorodzinne MJ.

Rozdział 5, Doktorantka poświęciła prezentacji metod badawczych stosowanych przez nią do analiz szeregów czasowych godzinowych rozbiorów, dla wytypowanych 21 odbiorców stanowiących treść podrozdziałów 5.1. pt. *Analiza widm szeregów rozbiorów wody* oraz 5.2. pt. *Analiza skupień*. Zasadniczy element części analitycznej rozprawy stanowi rozdział 6 obejmujący 3 podrozdziały: 6.1 *Wyniki analiz widmowych*, 6.2. *Rozkłady godzinowych rozbiorów wody*, 6.3. *Porównanie rozkładów godzinowych rozbiorów wody*. W tej części dysertacji doktorskiej, Autorka przedstawiła dogłębną dyskusję uzyskanych wyników badań. Z uwagi na specyfikę dobową i tygodniową korzystania z wody, analizy te zostały przeprowadzone dla trzech wydzielonych, zweryfikowanych grup zmiennych losowych tj. dla pełnych zbiorów obejmujących godzinowe szeregi rozbiorów wody w horyzoncie tygodnia oraz wydzielonych zbiorów dla dni powszednich, a także dla dni świątecznych i wolnych od pracy. Wykorzystując dostępne narzędzia analityczne (program Statistica) Pani mgr inż.

Klary Ramm Szatkiewicz wyznaczyła dla badanych zmiennych losowych statystyki opisowe z jednoczesną ich interpretacją graficzną w postaci wykresów typu ramka-wąsy. Dla zweryfikowanych szeregów czasowych godzinowych rozbiórów wody przeprowadzono szczegółowe, zaawansowane badania oparte o analizę widm szeregów z wykorzystaniem szybkiej transformacji Fouriera (FFT – Fast Fourier Transform) uzyskując spektrum amplitudowe (widma mocy). Zastosowanie metody analizy widmowej, pozwoliło Autorce na wykazanie występowania cykliczności rozbiórów wody. Ponadto przeprowadzona analiza potwierdziła, że w większości widm wzrost ich mocy $P(f)$ występuje wraz ze spadkiem częstotliwości f , co jest zgodne z najnowszymi doniesieniami światowej literatury. Dalsza, bardziej zaawansowana analiza, dla wydzielonych zbiorów zmiennych losowych, została przeprowadzona za pomocą narzędzi programu Statistica z wykorzystaniem analiz skupień (metoda aglomeracji, metoda k-średnich) wchodzących w skład pakietu wielowymiarowych technik eksploracyjnych danych. Efekty tej części badawczej Autorka przedstawiła w postaci licznych harmonogramów rozkładu godzinowego rozbioru wody dla 21 obiektów badań (Załączniki A-G). Ostatnim etapem badań było powtórne zastosowanie aglomeracji w celu wzajemnego porównania wzorców rozkładów godzinowych wody uzyskanych dla poszczególnych obiektów i ich typów. Analiza ta w obiektywny i logiczny sposób pozwoliła zidentyfikować Autorce obiekty niestandardowe (np. obiekty sportowe z basenem, czy biurowce z podlewanymi trawnikami) z uwagi na realizowane wzorce godzinowych rozbiórów wody. Dowodzi to, iż duże zróżnicowanie poborów godzinowych wody wyklucza obowiązującą prawidłowość odgórnego przypisywania uogólnionych rozkładów godzinowych rozbiórów wody wszystkim węzłom w procedurach modelowania hydraulicznego sieci wodociągowych

W końcowej, trzeciej części rozprawy, rozdział 7 zatytułowany *Podsumowanie i wnioski końcowe*, Pani mgr inż. Klara Ramm Szatkiewicz zawarła krótkie zestawienie uzyskanych rezultatów przeprowadzonych prac badawczych.

Podsumowując merytoryczną ocenę rozprawy pragnę podkreślić, iż w mojej opinii do głównych osiągnięć naukowych i aplikacyjnych Pani mgr inż. Klary Ramm Szatkiewicz należą:

- opracowanie kompleksowego warsztatu analiz baz danych zapisów wodomierzowych dla potrzeb dynamicznego modelowania rozbiórów wody w oparciu o wieloaspektowe zastosowanie zaawansowanych analiz takich jak analiza widm i analiza skupień do identyfikacji rozkładów rozbioru godzinowych wody dla poszczególnych jej obiektów,
- wykazanie, że analiza skupień, grupowania metoda k-średnich, pozwala na opracowanie charakterystycznych wzorców godzinowych wzorców rozbiórów wody,
- wykazanie większej przydatności hierarchicznej metody aglomeracji nad grupowaniem metodą k-średnich w identyfikacji nietypowych realizacji procesu stochastycznego rozbioru wody przez odbiorców wody
- wykazanie, iż dla większości odbiorców wody z uwagi na dużą rozbieżność poboru wody zachodzi konieczność opracowania indywidualnych wzorców rozkładów godzinowych rozbiórów wody dla dni powszednich i wolnych od pracy,
- opracowanie wzorców rozbiórów godzinowych dla kilku typów odbiorców referencyjnych.

4.2. Szczegółowe uzasadnienie spełnienia warunków artykułu 13 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami)

4.2.1. Oryginalność rozwiązania problemu naukowego

Kandydatka w swojej dysertacji doktorskiej w rozdziale 6 przedstawiła oryginalne zastosowanie analiz widm i analiz skupień w procesie analiz baz danych zapisów wodomierzowych dla dynamicznego modelowania rozbiórów wody. Ponadto dokonała identyfikacji rozkładu godzinowego rozbioru wody dla 21 obiektów badań, co powaliło na wykazanie i udowodnienie występowania cykliczności w procesie poboru wody przez poszczególnych użytkowników systemu zaopatrzenia w wodę.

Stwierdzam, że omówione rozwiązanie jest oryginalne i spełnia wymogi badań naukowych, przemysłowych zdefiniowanych w art. 2. pkt 3 lit.c. *Ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki* (Dz. U. 2010.95.615, z późniejszymi zmianami).

4.2.2. Wykazanie ogólnej wiedzy Kandydatki

Rozdział 5 zawiera omówienie metod badawczych opartych na analizie widm i analizie skupień. W dalszej teoretycznej części pracy przedstawiona została możliwość wykorzystania podstawowych analiz statystycznych w badaniach szeregów czasowych rozbiórów godzinowych. Z przywołanych 115 pozycji, 65 pochodzi z ostatnich 10 lat, co świadczy, że kandydatka na bieżąco śledzi najnowsze osiągnięcia tej dziedziny.

Stwierdzam, że Kandydatka wykazała się ogólną wiedzą na temat i metod analizy zmienności rozbiórów wody w systemach wodociągowych, które stanowią istotne zagadnienia badawcze w obszarze nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska (*Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych*, Dz. U. 2011.179.1065).

4.2.3. Wykazanie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydatkę

Szczegółowo i dogłębnie opisana analiza baz danych zapisów wodomierzowych w procedurach modelowania dynamicznego rozbiórów godzinowych wody (rozdział 5 i 6) wskazują na ważną umiejętność: naukową dociekliwość i skuteczność Kandydatki. Powołując się w rozprawie na 115 pozycji piśmiennictwa krajowego i zagranicznego, Pani mgr inż. Klara Ramm Szatkiewicz wykazała, że posiada umiejętność wyszukiwania właściwej literatury naukowej, co potwierdza opracowany przez nią obszerny i szczegółowy rozdział 2. Poprawność redakcyjna i klarowność opracowanej rozprawy świadczy, że kandydatka potrafi w sposób zwięzły i przejrzysty przekazywać swoją wiedzę.

Uważam, że kandydatka swoją rozprawą dowiodła umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

4.2.4. Pozostałe uwagi

Zakres merytoryczny wynikający z prezentowanych w rozprawie prac badawczych i dyskusji uzyskanych wyników, został podzielony na logicznie ułożone rozdziały wzajemnie ze sobą korespondujące. Uzyskane wyniki badań i przeprowadzona ich dogłębna dyskusja, pozwoliła Doktorantce na wykazanie słuszności postawionej tezie.

W pracy pojawiły się nieistotne drobne „potknięcia” niemające wpływu na końcową ocenę rozprawy doktorskiej.

Podsumowanie i wnioski końcowe

Podsumowując recenzję rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Klary Ramm Szatkiewicz oceniam pozytywnie zarówno przeprowadzony przegląd aktualnego stanu wiedzy w zakresie poruszanej w doktoracie tematyki, jak i część analityczną odniesioną do badań rzeczywistych systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Przytaczając w tym miejscu słowa Antoine de Saint-Exupéry, które trafnie charakteryzują dążenia poznawcze:

... Tylko nieznanne przeraża człowieka.

Ale dla tego, kto mu stawia czoło, ono już nie jest nieznanne

mogę z pełną odpowiedzialnością stwierdzić, że Autorka przedmiotowej rozprawy doktorskiej poradził sobie z trudnymi rzeczywistymi badaniami eksploatacyjnymi, osiągając satysfakcjonujące rezultaty.

Opinie zawarte w recenzji pozwalają mi pozytywnie ocenić rozprawę doktorską. W moim przekonaniu, przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Klary Ramm Szatkiewicz pt.: *Analiza baz danych zapisów wodomierzowych dla potrzeb dynamicznego modelowania rozbiorów w Warszawie*, wykonana pod opieką naukową promotora –dr hab. inż. Pawła Licznara, pf. Politechniki Wrocławskiej, spełnia ustawowe wymagania dotyczące rozpraw doktorskich zawarte w art. 13 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) w korespondencji z Ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym z 27.07.2005 r. (Dz.U. nr 164, poz. 1365, z późniejszymi zmianami). Stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę Doktorantki, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W związku z powyższym wnioskuję o przyjęcie recenzowanej rozprawy przez Radę Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej oraz dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.

Gliwice, 25 czerwiec 2014 r.

