

Wrocław, 04.02.2019

Załącznik 2

Autoreferat

dr inż. Bartosz Kaźmierczak
Politechnika Wrocławska
Wydział Inżynierii Środowiska
Katedra Wodociągów i Kanalizacji

I. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

W 2001 roku ukończyłem I Liceum Ogólnokształcące im. Stefana Żeromskiego w Jeleniej Górze i rozpocząłem studia stacjonarne na Wydziale Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego, które ukończyłem w 2005 roku uzyskując dyplom licencjata. Równolegle, w roku 2002, rozpocząłem drugie studia stacjonarne – na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Studia te ukończyłem w 2007 roku z wyróżnieniem, uzyskując dyplom magistra inżyniera w specjalności Zaopatrzenie w wodę i unieszkodliwianie ścieków i odpadów (specjalizacja: Wodociągi i Kanalizacja).

W 2007 roku rozpocząłem studia doktoranckie, pod opieką naukową prof. Andrzeja Kotowskiego. Rozprawę doktorską pt. *"Badania symulacyjne działania przelewów burzowych i separatorów ścieków deszczowych w warunkach ruchu nieustalonego do wspomagania projektowania sieci odwodnieniowych"*, realizowaną w ramach grantu promotorskiego, obroniłem z wyróżnieniem w 2011 roku.

II. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

W roku 2011 podjąłem pracę na stanowisku asystenta na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, który jest nieprzerwanie do dzisiaj podstawowym miejscem mojej pracy. W 2012 roku awansowałem na stanowisko adiunkta naukowo-dydaktycznego i jednocześnie objąłem funkcję zastępcy dyrektora ds. badań naukowych i współpracy z przemysłem w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska na Politechnice Wrocławskiej, którą piastowałem do 2014 roku. W roku 2016 objąłem, pełnioną do dzisiaj, funkcję prodziekana ds. studenckich i organizacyjnych.

III. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki

Tytuł:

Prognozy zmian maksymalnych wysokości opadów deszczowych we Wrocławiu

Autor:

Bartosz Kaźmierczak

Wydawnictwo:

Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2019

Recenzenci wydawniczy:

prof. dr hab. inż. Andrzej Kotowski

prof. dr hab. inż. Karol Kuś

Opis pracy:

Kanalizacja deszczowa powinna zabezpieczać przed skutkami ekstremalnych opadów, podtopień czy powodzi, jednak ze względu na stochastyczny charakter opadów i ich dużą zmienność czasowo-przestrzenną, osiągnięcie w pełni niezawodnego jej działania nie jest możliwe. Norma PN-EN 752:2017 proponuje rozróżnianie dopuszczalnej częstości wylewów z kanalizacji w siedmiostopniowej skali wpływu zagrożenia na środowisko, tj. od

$C = 1$ rok (1 raz na 1 rok) dla obszarów o bardzo małym zagrożeniu, do $C = 50$ lat (1 raz na 50 lat) dla obszarów o bardzo wysokim zagrożeniu.

Zarówno postępująca urbanizacja, jak i zmiany klimatyczne, mają negatywny wpływ na sprawność funkcjonowania systemów kanalizacyjnych, powodując coraz częstsze ich przeciążenia, prowadzące do lokalnych podtopień czy powodzi miejskich. Adaptacja miejskiej infrastruktury, determinowana zmieniającym się klimatem, nabierać będzie coraz większego znaczenia, aby nasze miasta mogły nadawać się do bezpiecznego zamieszkania w przyszłości.

Badania nad przyszłymi scenariuszami opadowymi i ich wpływem na infrastrukturę odwodnieniową prowadzone są od wielu lat na całym świecie. Również w Polsce zaznacza się tendencja zmiany struktury opadów: wydłużają się okresy bezopadowe, po których następują intensywne opady, niszczące uprawy, powodujące lokalne podtopienia, a nawet powodzie. Wzrost częstości występowania ekstremalnych opadów niewątpliwie spowoduje konieczność aktualizacji krzywych wysokości (DDF) i natężenia opadów (IDF). Kwantyfikacja problemu, jak również odpowiednie planowanie zaradcze, w celu zminimalizowania negatywnych skutków takich zdarzeń w przyszłości, są już dziś pilnie potrzebne. Obecny stan prawny w Polsce nakłada na projektantów systemów kanalizacyjnych obowiązek bezpiecznego ich wymiarowania, tj. z wykorzystaniem najnowszej dostępnej wiedzy (BAT).

W pracy, na podstawie obserwacji opadów we Wrocławiu, podjęto próbę predykcji przyszłych opadów maksymalnych, miarodajnych do wymiarowania systemów odwodnieniowych (projektowanych na perspektywę 50–100 lat, tj. na 2100 rok). Materiałem badawczym były archiwalne zapisy pluwiograficzne ze stacji Wrocław-Strachowice Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego, z lat 1960–2018 (59 lat ciągłych obserwacji).

Ponieważ modele opadów należy opierać na co najmniej 30 letnim okresie pomiarowym, a zasadniczym celem pracy była prognoza przyszłych opadów oparta na obserwowanych trendach, z materiału pomiarowego z Wrocławia wydzielono 30, trzydziestoletnich okresów: 1960–1989, 1961–1990, ..., 1989–2018. W ten sposób powstało 30 ciągów pomiarowych, które stanowiły podstawę do opracowania modeli probabilistycznych opadów maksymalnych. Maksymalne opady deszczowe do analiz statystycznych wybrano metodą przewyższeń (POT), powyżej autorskiego progu odcięcia, dla 16 czasów trwania zalecanych do formułowania modeli opadów, tj.: 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 360, 720, 1080, 1440, 2160, 2880 i 4320 minut. W rezultacie do analizy wyselekcjonowano 2018 opadów, z których dla każdego z 30 okresów (od 1960–1989 do 1989–2018) wyselekcjonowano po 30 największych wysokości opadów (dla każdego z 16 czasów trwania opadów) i uszeregowano je nierosnąco. Tak przygotowanym danym przypisano empiryczne prawdopodobieństwo przekroczenia, a następnie metodą największej wiarygodności wyznaczono estymatory parametrów uogólnionego rozkładu wykładniczego (GED) oraz rozkładu Weibulla, za pomocą których opisano maksymalne wysokości opadów dla każdego z 30 analizowanych okresów.

W celu sprawdzenia zgodności przyjętych rozkładów teoretycznych z rozkładami empirycznymi przeprowadzono test zgodności λ -Kołmogorowa. Otrzymane wyniki umożliwiły przyjęcie hipotezy zerowej o zgodności rozkładów teoretycznych GED i Weibulla z danymi empirycznymi. Do porównania rozkładów zastosowano bayesowskie kryterium informacyjne Schwartza. Wybrano rozkład GED jako lepszy jakościowo do opisu analizowanych danych empirycznych. Stwierdzono bardzo dużą zgodność wyników otrzymanych za pomocą sformułowanych modeli GED z danymi pomiarowymi, zwłaszcza dla opadów trwających do 1440 minut.

Wysoka zgodność dopasowania wyników obliczeń (h_{\max}) otrzymanych za pomocą sformułowanych modeli z danymi pomiarowymi, zwłaszcza dla opadów trwających do 1440 minut, świadczy o wiarygodności opracowanych modeli. Mogą więc one stanowić podstawę do uogólnienia wyników i sformułowania uniwersalnego wzoru obejmującego swym zakresem stosowalności cały materiał pomiarowy. Zastosowany test Manna–Kendalla wykazał istotne statystycznie trendy zmian wszystkich parametrów równań opisujących zależność estymatorów parametrów skali i dolnego ograniczenia od czasu trwania opadów. W rezultacie otrzymano równania, które po podstawieniu do kwantyla GED umożliwiły sformułowanie modelu predykcyjnego maksymalnej wysokości opadów, zależnej od: czasu trwania, prawdopodobieństwa przekroczenia oraz roku, na który liczony jest opad.

Na podstawie przeprowadzonych badań można przedstawić następujące wnioski:

- Dla opadów deszczowych o częstości występowania $C = 1$ rok zaobserwowano w ostatnim trzydziestoleciu, tj. w latach 1989–2018, wzrost wysokości opadów o czasach trwania do $t = 120$ minut oraz spadek dla dłuższych czasów. Największe wzrosty, na poziomie 6–10%, zanotowano dla opadów najbardziej intensywnych, o czasach trwania do $t = 15$ minut. Największe spadki, na poziomie 3–6%, odnotowano dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 1080$ minut. Prognozuje się dalszy wzrost wysokości opadów krótkotrwałych oraz spadek wysokości opadów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie powyżej 9% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 5$ minut. Ponadto wzrosty na poziomie powyżej 6% w tej samej perspektywie czasowej prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 10$ i $t = 15$ minut. Odwrotna tendencja przewidywana jest dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 120$ minut. Największe spadki, na poziomie powyżej 6% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania jednej doby i dłuższych.
- Dla opadów deszczowych o częstości występowania $C = 1$ rok zaobserwowano w ostatnim trzydziestoleciu, tj. w latach 1989–2018, wzrost wysokości opadów o czasach trwania do $t = 120$ minut oraz spadek dla dłuższych czasów. Największe wzrosty, na poziomie 6–10%, zanotowano dla opadów najbardziej intensywnych, o czasach trwania do $t = 15$ minut. Największe spadki, na poziomie 3–6%, odnotowano dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 1080$ minut. Prognozuje się dalszy wzrost wysokości opadów krótkotrwałych oraz spadek wysokości opadów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie powyżej 9% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 5$ minut. Ponadto wzrosty na poziomie powyżej 6% w tej samej perspektywie czasowej prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 10$ i $t = 15$ minut. Odwrotna tendencja przewidywana jest dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 120$ minut. Największe spadki, na poziomie powyżej 6% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania jednej doby i dłuższych.
- Dla opadów deszczowych o częstości występowania $C = 2$ lata zaobserwowano w latach 1989–2018 wzrost wysokości opadów o czasach trwania do około $t = 60$ minut oraz spadek dla czasów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie od 3 do nawet 15%, zanotowano dla opadów najbardziej intensywnych, o czasach trwania do $t = 15$ minut. Największe spadki, na poziomie 5–8%, odnotowano dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 1080$ minut. Prognozuje się dalszy wzrost wysokości opadów krótkotrwałych oraz spadek wysokości opadów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie 9% do roku 2050, prognozuje się dla opadów

o czasie trwania $t = 5$ minut. Ponadto wzrosty na poziomie powyżej 3% w tej samej perspektywie czasowej prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 10$ i $t = 15$ minut. Odwrotna tendencja przewidywana jest dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 60$ minut. Największe spadki, na poziomie powyżej 6–10% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania jednej doby i dłuższych.

- Dla opadów deszczowych o częstości występowania $C = 3$ lata zaobserwowano w latach 1989–2018 wzrost wysokości opadów o czasach trwania do około $t = 30$ minut oraz spadek dla czasów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie do 15%, zanotowano dla opadów najbardziej intensywnych, o czasach trwania do $t = 15$ minut. Największe spadki, na poziomie 7–9%, odnotowano dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 1080$ minut. Prognozuje się dalszy wzrost wysokości opadów krótkotrwałych oraz spadek wysokości opadów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie 8% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 5$ minut. Ponadto wzrosty na poziomie powyżej 3% w tej samej perspektywie czasowej prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 10$ minut. Odwrotna tendencja przewidywana jest dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 30$ minut. Największe spadki, na poziomie 7–8% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania jednej doby i dłuższych.
- Dla opadów deszczowych o częstości występowania $C = 5$ lat zaobserwowano w latach 1989–2018 wzrost wysokości opadów o czasach trwania do około $t = 15$ minut oraz spadek dla czasów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie do 15%, zanotowano dla opadów najbardziej intensywnych, o czasach trwania do $t = 15$ minut. Największe spadki, na poziomie 8–10%, odnotowano dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 1080$ minut. Prognozuje się dalszy wzrost wysokości opadów krótkotrwałych oraz spadek wysokości opadów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie 7% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 5$ minut. Ponadto wzrosty na poziomie 3% w tej samej perspektywie czasowej prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 10$ minut. Odwrotna tendencja przewidywana jest dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 15$ minut. Największe spadki, na poziomie 8–10% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania jednej doby i dłuższych.
- Dla opadów deszczowych o częstości występowania $C = 10$, $C = 30$ i $C = 50$ lat zaobserwowano w latach 1989–2018 wzrost wysokości opadów o czasach trwania do około $t = 10$ minut oraz spadek dla czasów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie do 15%, zanotowano dla opadów najbardziej intensywnych (o czasach trwania $t = 5$ min). Największe spadki, na poziomie 9–13%, odnotowano dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 1080$ minut. Prognozuje się dalszy wzrost wysokości opadów krótkotrwałych oraz spadek wysokości opadów dłuższych. Największe wzrosty, na poziomie 7% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania $t = 5$ minut. Odwrotna tendencja przewidywana jest dla opadów o czasie trwania powyżej $t = 10$ minut. Największe spadki, na poziomie 9–12% do roku 2050, prognozuje się dla opadów o czasie trwania jednej doby i dłuższych.

Sformułowany w pracy model predykcyjny maksymalnej wysokości opadów umożliwi projektantom uwzględnienie w procesie projektowym prognozowanych zmian natężenia opadów deszczowych, a tym samym ułatwi sprostanie wymaganiom normy PN-EN 752 w zakresie częstości występowania wylewów z systemów kanalizacyjnych – projektowanych obecnie, a mających bezpiecznie funkcjonować w kilkudziesięcioletniej perspektywie.

IV. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Opublikowałem łącznie 82 prace: 3 monografie, 14 rozdziałów w monografiach, 43 artykuły (w tym 16 z IF), 22 referaty konferencyjne (w tym 9 indeksowanych w Web of Science). Ponadto byłem współredaktorem 3 monografii i 4 wydawnictw konferencyjnych, a także współautorem 13 raportów z prac badawczych (SPR). W załączniku nr 4 pt. „Wykaz opublikowanych prac naukowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki” podałem opis bibliograficzny najważniejszych moich prac – łącznie 102, w tym 13 prac wykonanych indywidualnie i 89 zespołowo.

W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora (2007–2011) w dorobku zgromadziłem łącznie 21 prac (2 indywidualne i 19 zespołowych). Spośród nich opublikowałem 15 prac, w tym:

- 1 monografię,
- 3 rozdziały w monografiach, w tym 1 samodzielny,
- 2 artykuły w czasopismach naukowych z IF,
- 5 artykułów w punktowanych czasopismach naukowych bez IF, w tym 1 samodzielny,
- 4 referaty konferencyjne.

Po uzyskaniu stopnia doktora (2012–2019) zgromadziłem w dorobku łącznie 81 prac (w tym 11 indywidualnych i 70 zespołowych). Spośród nich opublikowałem 67, w tym:

- 2 monografie, w tym 1 samodzielną (będącą osiągnięciem naukowym wymienionym w pkt III),
- 11 rozdziałów w monografiach, w tym 2 samodzielne,
- 14 artykułów w czasopismach naukowych z IF, w tym 1 samodzielna,
- 22 artykułów w punktowanych czasopismach naukowych bez IF, w tym 3 samodzielne,
- 9 referatów konferencyjnych indeksowanych w bazie Web of Science, w tym 2 samodzielne,
- 9 pozostałych referatów konferencyjnych, w tym 1 samodzielny.

W tabeli 1 przedstawiłem strukturę i liczbowe zestawienie mojego dorobku z podziałem na okresy: przed uzyskaniem stopnia doktora i po uzyskaniu stopnia doktora.

Tabela 1. Zbiorcze liczbowe zestawienie dorobku

| Rodzaj prac | Przed uzyskaniem stopnia doktora | | | Po uzyskaniu stopnia doktora | | | Łącznie | | |
|-----------------|----------------------------------|-------|------|------------------------------|-------|------|---------|-------|------|
| | Ind. | Zesp. | Suma | Ind. | Zesp. | Suma | Ind. | Zesp. | Suma |
| Monografie | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| Rozdziały | 1 | 2 | 3 | 2 | 9 | 11 | 3 | 11 | 14 |
| Artykuły z IF | 0 | 2 | 2 | 1 | 13 | 14 | 1 | 15 | 16 |
| Artykuły bez IF | 0 | 5 | 5 | 3 | 19 | 22 | 3 | 24 | 27 |
| Referaty WoS | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 9 | 2 | 7 | 9 |
| Inne referaty | 1 | 3 | 4 | 1 | 8 | 9 | 2 | 11 | 13 |
| Redakcja prac | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 | 0 | 7 | 7 |
| Raporty SPR | 0 | 6 | 6 | 1 | 6 | 7 | 1 | 12 | 13 |
| Suma | 2 | 19 | 21 | 11 | 70 | 81 | 13 | 89 | 102 |

Całkowity dorobek punktowy, po odliczeniu udziału współautorów prac, wynosi łącznie 331,9 punktów, w tym 138,4 punktów za artykuły w czasopiśmie z IF. Na okres po uzyskaniu stopnia doktora przypada 291,9 punktów, w tym 130,0 punktów za artykuły w czasopiśmie z IF. Sumaryczny IF wynosi 20,188, w tym 19,027 po uzyskaniu stopnia doktora.

Wskaźniki bibliometryczne (liczba prac, liczba cytowań, indeks Hirscha) mojego dorobku naukowego, w zależności od bazy, wynoszą:

- Web of Science: liczba prac: 27, liczba cytowań: 110, indeks Hirscha: 7.
- Scopus: liczba prac: 26, liczba cytowań: 114, indeks Hirscha: 8.
- Google Scholar: liczba prac: 69, liczba cytowań: 398, indeks Hirscha: 11.

Niżej omówiłem moje zainteresowania i osiągnięcia naukowe (w porządku chronologicznym) z odwołaniami do podanego w załączniku nr 4 wykazu dorobku naukowego.

Okres przed uzyskaniem stopnia doktora (2007–2011)

W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora moje zainteresowania naukowe obejmowały następujące tematy:

1. Modelowanie działania przelewów burzowych.
2. Modelowanie działania separatorów cieczy lekkich z wewnętrznymi kanałami obejściowymi.
3. Badania modelowe regulatorów hydrodynamicznych przepływu cieczy.
4. Modelowanie opadów miarodajnych do wymiarowania kanalizacji.
5. Modelowanie działania systemów kanalizacyjnych.

Ad 1. Badania symulacyjne wpływu założeń eksploatacyjnych na parametry konstrukcyjne i eksploatacyjne udoskonalonych przelewów burzowych z rurą dławiącą na kanalizacji ogólnospławnej stanowiły pierwsze zagadnienia naukowe, którymi się zajmowałem. Przeprowadzone w latach 2007–2011 badania wykazały m.in., iż najistotniejszym parametrem wpływającym na działanie przelewów burzowych (i zarazem na koszty budowy) jest wysokość krawędzi przelewowej (p). Dyskretna zamiana wartości parametru p , w obszarze jego dopuszczalnej zmienności dowiodła, że najkrótsza krawędź przelewowa występuje w przypadku największej jej wysokości, bez względu na wielkość strumienia odpływu do oczyszczalni. Badania te opublikowano w punktowanym czasopiśmie (załącznik nr 4, pozycja E43) oraz referatach konferencyjnych (L10, L12, L13). Na badania otrzymałem grant promotorski pt. „*Badania symulacyjne działania przelewów burzowych i separatorów ścieków deszczowych w warunkach ruchu nieustalonego do wspomagania projektowania sieci odwodnieniowych*”, realizowany w latach 2009–2011.

Ad 2. Równolegle, w latach 2007–2009, uczestniczyłem w modelowaniu przepływów ścieków w separatorach cieczy lekkich, zwłaszcza z tzw. wewnętrznymi kanałami obejściowymi (by-passami) filtra koalescencyjnego bądź lamelowego. Wyniki podjętych badań (raporty: J12, J13) dały podstawę do poprawnego ich zwymiarowania, a następnie otrzymania przez producenta tych urządzeń aprobat technicznych, wydawanych przez Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie.

Ad 3. W latach 2007–2010 uczestniczyłem w badaniach, które miały na celu określenie charakterystyk hydraulicznych działania regulatorów hydrodynamicznych przepływu cieczy do zastosowań praktycznych w wodociągach (dla cieczy czystej) i w kanalizacji (dla cieczy o różnym stopniu zanieczyszczenia) oraz sformułowania na tej podstawie zasad ich projektowania i wymiarowania (raport: J10).

Ad 4. W latach 2007–2011 uczestniczyłem w badaniach, mających na celu wyznaczenie maksymalnych wysokości opadów o zadanych czasie trwania i prawdopodobieństwie przekroczenia – miarodajnych do wymiarowania systemów odwodnieniowych. Przeprowadzone badania pozwoliły sformułować model opadów dla Wrocławia – wiarygodny do bezpiecznego projektowania systemów odwodnieniowych. Ponadto wykazano, że właściwe jest tworzenie modeli na maksymalną wysokość opadów o zasięgu lokalnym, bowiem modele uniwersalne dla całej Polski cechują się małą dokładnością, a więc i małą przydatnością do projektowania. Wyniki prac opublikowano w artykułach z IF (A15, A16), monografii „*Modelowanie opadów do wymiarowania kanalizacji*” (E2), rozdziałach monografii (E15, E16), artykułach bez IF (E40, E41), jak i raportach (J9, J11). Zainteresowanie lokalnymi modelami opadów przyczyniło się do publikacji w tematyce bezpiecznego wymiarowania systemów kanalizacyjnych, opartego na wiarygodnych danych o opadach. W latach 2009–2011 opublikowałem w tym zakresie dwa artykuły (E39, E42), referat konferencyjny (L11) oraz raport (J8).

Ad 5. Ostatnim z obszarów, którymi zainteresowałem się jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora, było modelowanie hydrodynamiczne systemów kanalizacyjnych. W roku 2011 opublikowałem rozdział w monografii (E14) dotyczący wykorzystania pakietu Storm Water Management Model (SWMM) do weryfikacji przepustowości hydraulicznej sieci kanalizacji deszczowej.

Okres po uzyskaniu stopnia doktora (2012–2019)

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowałem niektóre rozpoczęte już wcześniej tematy badawcze (1, 4 i 5), a także podjąłem nowe problemy dotyczące tematów (6–11), tj.:

6. Retencjonowanie wód opadowych.
7. Technologia biochemicznej remediacji i magazynowania wód powierzchniowych w podziemnych strukturach hydrogeologicznych.
8. Trendy zmian wysokości opadów deszczowych.
9. Wpływ zmian klimatu na funkcjonowanie systemów kanalizacyjnych.
10. Komplementarność odnawialnych źródeł energii
11. Modelowanie działania systemów wodociągowych.

Ad 1. W latach 2013–2014 zajmowałem się wykorzystaniem regulatorów hydrodynamicznych w nowoczesnych przelewach burzowych (A12, E9, E50) oraz problemem predykcji rocznej liczby zrzutów burzowych oraz ich ładunku zanieczyszczeń (E27, E30, J3). Ponadto byłem współautorem ekspertyzy rozwiązań technicznych przelewu burzowego na kanale paszczowym przepompowni ścieków „Garbary” w Poznaniu, z doбором parametrów konstrukcyjnych przelewu (B3).

Ad 4. Tematyką modelowania opadów deszczowych zajmuję się nieustannie od rozpoczęcia doktoratu. Największe osiągnięcia w tym zakresie to opracowanie wzoru probabilistycznego opadów dla Legnicy (A5, L5), opracowanie unikatowego w skali kraju wzoru na opady maksymalne we Wrocławiu, zdarzające się częściej niż raz w roku (A14) oraz zastosowanie uogólnionego rozkładu wykładniczego do opisu maksymalnych opadów deszczowych – opublikowane m.in. w *Journal of Hydrology* (A6, E38). Kolejne prace, opublikowane m.in. w *Journal of Hydrometeorology*, dotyczyły podstaw metodycznych formułowania modeli opadów i metod wyboru najlepszego z rozkładów (A13, E13, E20, E23, E46, E47, E49, E51, E52), a także analizy zmienności przestrzennej opadów (E10).

Ad 5. Równoległe do tematyki modelowania opadów deszczowych nieustannie zajmuję się modelowaniem hydrodynamicznym działania systemów kanalizacyjnych. Podejmowane dotychczas badania dotyczyły m.in. weryfikacji metod wymiarowania (E17, E31, E33, E37) i uściślenie metod modelowania systemów odwodnień terenów (E11, E32, E34, E35, E36). Na tej podstawie jako bezpieczną metodę wymiarowania kanalizacji deszczowej uznano metodę współczynnika opóźnienia (MWO) - z lokalnymi wzorami opadów maksymalnych (A10, E28) oraz zaproponowano zasady identyfikacji parametrów hydrologicznych i hydraulicznych modeli hydrodynamicznych w toku ich kalibracji i walidacji (A4, E8). Jestem również współautorem prac o charakterze *case study* (E6, E19, E25), cennych z akademickiego punktu widzenia. Ponadto jestem współautorem monografii „*Weryfikacja przepustowości kanalizacji deszczowej w modelowaniu hydrodynamicznym*” (E1), a także opublikowałem w tym zakresie 2 referaty konferencyjne (L4, L9) i 2 raporty (J2, J4).

Ad 6. Od 2012 roku zajmuję się problematyką retencjonowania wód opadowych. Opublikowałem w tej tematyce liczne prace, związane z wymiarowaniem (E4, E21), modelowaniem (E5, E24, L1) i infiltracją (E12) wód opadowych. Ponadto byłem autorem opracowania *Oszacowanie objętości zbiorników retencyjnych do retencjonowania ścieków ogólnospławnych pogody deszczowej z węzłów Port Północ i Port Południe, niezbędnej do ograniczenia liczby zrzutów burzowych do Odry* (B1) oraz współautorem *Koncepcji rozwiązań technicznych retencjonowania ścieków opadowych* (B2).

Ad 7. W latach 2013–2014 uczestniczyłem w dwóch zadaniach – *Koncepcja instalacji tłoczenia wód i założenia projektowe ich budowy na terenie Wodociągów Kłodzkich* oraz *Koncepcja przebudowy przepompowni w Wodociągach Kłodzkich i założenia projektowe – realizowanych w ramach grantu badawczo-rozwojowego „Technologia biochemicznej remediacji i magazynowania wód powierzchniowych w podziemnych strukturach hydrogeologicznych dla ujęć komunalnych wód w dolinach rzek”*. Opublikowałem w tej tematyce artykuł (E29), referat konferencyjny (L8), a także byłem współautorem dwóch raportów (J6, J7).

Ad 8. Od 2013 roku zajmuję się trendami zmian wysokości opadów. Wyniki analiz tendencji zmian wysokości opadów w dorzeczu Górnej Odry opublikowałem w czasopiśmie z IF (A8). W tematyce tej nawiązałem współpracę z naukowcami z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz z Czeskiego Instytutu Hydrometeorologicznego, co zaowocowało opublikowaniem prac indeksowanych w Web of Science (E22, E44, E45) oraz w materiałach konferencyjnych (L2, L6, L7).

Ad 9. Równoległe z matematycznym opisem zmian wysokości opadów, w 2013 roku zajęłem się oceną wpływu tych zmian na funkcjonowanie systemów kanalizacyjnych. Opublikowałem w czasopiśmie z IF artykuły dotyczące wymiarowania (A7) oraz modelowania (A1, A9, A11) systemów odwodnieniowych, w przypadku prognozowanego zwiększenia częstości i intensywności deszczów z powodu zmian klimatycznych. Ponadto opublikowałem 2 rozdziały w monografii (E3, E7), artykuł (E26) oraz referat konferencyjny (L3).

Ad 10. W 2017 roku rozpocząłem współpracę z naukowcami z Goethe University Frankfurt oraz rodzimych AGH i Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, której efektem były artykuły (m.in. w Energy), przedstawiające koncepcję czasowej i przestrzennej komplementarności zasobów wiatrowych i słonecznych na Dolnym Śląsku (A3, E48).

Ad 11. Ostatni z tematów, podjęty w 2018 roku w ramach stażu naukowego na Politechnice Białostockiej, dotyczy modelowania działania systemów wodociągowych. Dotychczas udało mi się opublikować indeksowane w Web of Science artykuły dotyczące prognozowania zużycia wody (A2) oraz analizy strat i częstości występowania awarii w sieciach wodo-

ciągowych (E18). Ponadto byłem współautorem raportu dotyczącego wpływu wielkości i zmienności rozbioru wody na nierównomierność odpływu ścieków (J1).

Poza zainteresowaniami naukowymi wymienionymi powyżej, uczestniczyłem w opracowanie zaleceń i wytycznych do projektowania, modernizacji oraz eksploatacji sieci, urządzeń i przyłączy kanalizacyjnych w zakresie zasad bezpiecznego wymiarowania systemów kanalizacyjnych oraz projektowania przepompowni ścieków (J5).

W latach 2014–2016 byłem współredaktorem naukowym książek z serii *Interdyscyplinarne Zagadnienia w Inżynierii i Ochronie Środowiska* (F5, F6, F7), po czym w latach 2017–2018 indeksowanych w Web of Science materiałów konferencyjnych *Interdisciplinary Problems in Environmental Protection and Engineering* (F1, F3), *Advances in Energy Systems and Environmental Engineering* (F4) oraz *Seminar of Applied Mathematics* (F2).

Od 2018 jestem redaktorem z uprawnieniami do decydowania o przyjmowaniu prac do druku w czasopiśmie *SN Applied Sciences* (Springer).

