

Załącznik 2

Autoreferat

1. **Imię i nazwisko:** Dariusz Gąsiorowski

2. **Posiadane dyplomy i stopnie naukowe**

- a. 1998 r.: magister inżynier, Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Gdańskiej, kierunek Inżynieria Środowiska, specjalność Gospodarka Wodna, tytuł pracy magisterskiej: *Określenie parametrów równań fal powodziowych w oparciu o hydrauliczne badania modelowe*;
- b. 2006 r.: uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych w zakresie budownictwo, Instytut Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku, tytuł rozprawy doktorskiej: *Bilans masy i pędu w numerycznych rozwiązaniach uproszczonych modeli transformacji fali wezbraniowej*.

3. **Przebieg zatrudnienia w jednostkach naukowych**

- a. 01.06.1999 do 30.09.2006 r.: asystent w Instytucie Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku;
- b. 01.10.2006 do 31.01.2008 r.: adiunkt w Instytucie Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku;
- c. 01.02.2008 do chwili obecnej: adiunkt w Katedrze Hydrotechniki na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

4. **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 (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):**

a. Tytuł osiągnięcia naukowego

Cykl publikacji jednotematycznych zatytułowany **Modelowanie przepływów nieustalonych w rzekach z przyległymi terenami zalewowymi**, na który składa się 6 artykułów opublikowanych w latach 2011-2014, w tym 4 prace w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports. Sumaryczny współczynnik wpływu Impact Factor (IF) opublikowanych prac wynosi 9,715 (Tabela. 1), natomiast łączna liczba punktów według punktacji określonej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) wynosi 170. Po uwzględnieniu udziału współautorów współczynnik wpływu IF oraz liczba punktów wg MNiSW wynoszą odpowiednio 8,233 oraz 147,5.

b. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

1. **Gąsiorowski D.** (2011) Solution of the dike-break problem using finite volume method and splitting technique, TASK Quarterly, vol. 15, no. 3-4, 252-270, punktacja wg MNiSW = 9.
2. Szymkiewicz R., **Gąsiorowski D.** (2012) Simulation of unsteady flow over floodplain using the diffusive wave equation and the modified finite element method, Journal of Hydrology, 464-465, 165-175, IF = 2,964, punktacja wg MNiSW = 45.
3. **Gąsiorowski D.** (2013) Analysis of floodplain inundation using 2D nonlinear diffusive wave equation solved with splitting technique, Acta Geophysica, vol. 61, no. 3, 668-689, IF = 1,365, punktacja wg MNiSW = 20.
4. **Gąsiorowski D.** (2013) Balance errors generated by numerical diffusion in the solution of non-linear open channel flow equations, Journal of Hydrology, 476, 384-394, IF = 2,693, punktacja wg MNiSW = 45.

5. **Gąsiorowski D.** (2014) Impact of diffusion coefficient averaging on solution accuracy of the 2D nonlinear diffusive wave equation for floodplain inundation, *Journal of Hydrology*, 517, 923–935, IF = 2,693, punktacja wg MNiSW = 45.
6. **Gąsiorowski D.** (2014) Modelling of flood wave propagation with wet-dry front using diffusive wave equation, *Archives of Hydro-Engineering and Environmental Mechanics*, vol. 61, no. 3-4, 63-77, punktacja wg MNiSW = 6.

Tabela 1. Zestawienie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe wraz z określeniem udziału procentowego habilitanta oraz odpowiadające wartości współczynnika wpływu Impact Factor (IF) i liczby punktów wg MNiSW.

Publikacja	IF	Liczba punktów wg MNiSW	Udział w publikacji [%]	Z uwzględnieniem udziału procentowego	
				IF	Liczba punktów wg MNiSW
[I.B.1]	0	9	100	0	9
[I.B.2]	2.964	45	50	1.482	22.5
[I.B.3]	1.365	20	100	1.365	20
[I.B.4]	2.693	45	100	2.693	45
[I.B.5]	2.693	45	100	2.693	45
[I.B.6]	0	6	100	0	6
SUMA	9.715	170		8.233	147.5

c. *Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników*

Pomimo wzrastającej zabudowy koryt rzecznych, część rzek nadal pozostaje w stanie naturalnym lub tylko część odcinków jest modyfikowana pod względem hydrotechnicznym. Jednakże nawet w przypadku koryt uregulowanych i dolin rzecznych zabezpieczonych wałami przeciwpowodziowymi dochodzi okresowo do zalewania przyległych terenów w sposób niekontrolowany w wyniku przerwania wału przeciwpowodziowego lub w sposób kontrolowany podczas napływu wód powodziowych na obszar polderów sterowanych. Niekontrolowane zalanie przyległych terenów rzecznych związane jest z powstaniem dużych strat ekonomicznych oraz stanowi potencjalne niebezpieczeństwo dla ludności zamieszkującej te tereny. Z tego względu rzeki wraz z ich dolinami stanowią przedmiot badań pod względem możliwości modelowania przepływów powodziowych w samym korycie rzeczonym, jak również na przyległych terenach, gdzie bardzo istotne jest właściwe określenie zasięgu powodzi oraz czasu w jakim dochodzi do zalania zagrożonych terenów. Z modelowaniem

przepływów w rzekach oraz na terenach zalewowych bezpośrednio związane są takie zagadnienia jak:

- prognoza propagacji fali wezbraniowej w korycie rzeczonym oraz na terenie zalewowym,
- prognoza propagacji wezbrania w korycie rzeki z uwzględnieniem odpływu przez wylóm powstały w wale przeciwpowodziowym,
- wyznaczanie stref zagrożenia powodziowego,
- określenie czasu wyprzedzenia zagrożenia powodzią terenów znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki,
- analiza możliwości i celowości utworzenia polderu zalewowego w celu redukcji kulminacji fali wezbraniowej oraz symulacji jego pracy podczas przejścia fali wezbraniowej.

Ponadto podczas szczegółowego formułowania zadań dotyczących symulacji propagacji fali wezbraniowej stykamy się z problemami:

- właściwej reprezentacji zjawisk w modelu matematycznym opisującym przepływ,
- zastosowania stabilnej, dokładnej oraz efektywnej metody numerycznej w celu rozwiązania równań stanowiących model matematyczny,
- właściwego odwzorowania obszaru rozwiązania równań z uwzględnieniem jego specyfiki,
- pozyskania odpowiedniej jakości danych w celu kalibracji i weryfikacji modelu.

Przedstawiony cykl publikacji jednotematycznych dotyczy badań związanych z modelowaniem przepływu nieustalonego w rzekach oraz na terenach zalewowych, a podjęte przeze mnie badania koncentrowały się na następujących głównych kierunkach:

1. Numerycznym rozwiązaniu jedno- i dwuwymiarowych równań płytkiej wody opisujących nieustalony przepływ w wyniku nagłego przerwania wału przeciwpowodziowego lub katastrofy zapory.
2. Numerycznym rozwiązaniu nieliniowego dwuwymiarowego równania fali dyfuzyjnej opisującego propagację fali wezbraniowej na terenach zalewowych.
3. Badaniu wpływu uśredniania współczynnika dyfuzji hydraulicznej na dokładność numerycznego rozwiązania nieliniowego równania fali dyfuzyjnej.
4. Badaniu wpływu dyfuzji numerycznej na bilans masy w numerycznych rozwiązaniach równań opisujących transformację fali wezbraniowej.

Ad. 1.

W hydrologicznej praktyce często spotykamy się z problemem określenia zasięgu obszarów zalewowych bezpośrednio przyległych do koryta rzeczego, które mogą powstać w wyniku przerwania wału przeciwpowodziowego. Zjawisko propagacji fali powodziowej na

terenie zalewowym można symulować za pomocą modelu fali dynamicznej. W takim przypadku, model ten często stanowią dwuwymiarowe równania przepływu płytkiej wody wyprowadzone przy założeniu hydrostatycznego rozkładu ciśnienia oraz jednostajnego rozkładu prędkości w pionie. Ponieważ obszar zalewowy jest początkowo suchy, równania płytkiej wody muszą być rozwiązywane w obszarze o zmiennej w czasie geometrii. Wobec tego, obszar ten jest ograniczony przez linię czoła propagującej fali oddzielającej teren suchy od zajętego przez wodę. W takiej sytuacji bardzo małe głębokości występujące w pobliżu czoła powodują powstawanie dużych wartości prędkości, które następnie mogą prowadzić do generowania niestabilności numerycznych oraz ujemnych głębokości. Problem ten związany jest przede wszystkim z niewłaściwą aproksymacją członu reprezentującego opory ruchu w równaniu dynamicznym. Ponadto podczas symulacji przepływów w obszarach o skomplikowanej batymetrii często występują strefy, gdzie następuje zmiana reżimu ruchu, np. przejście z ruchu rwącego w spokojny, któremu dodatkowo towarzyszy wytworzenie nieciągłości w formie odskoku hydraulicznego. Inny przykład ruchu związanego z powstaniem dużych gradientów głębokości i prędkości stanowi także propagująca fala wezbraniowa powstała na skutek gwałtownego przerwania wału przeciwpowodziowego lub katastrofy zapory. W takich przypadkach, próba rozwiązania równań płytkiej wody za pomocą standardowych metod takich jak metoda różnic skończonych lub elementów skończonych prowadzi do istotnych trudności objawiających się przede wszystkim niefizycznymi oscylacjami lub nadmiernym wygładzeniem rozwiązania na skutek zastosowania mało dokładnego, czyli zbyt dyssypatywnego schematu numerycznego. W celu uniknięcia powyższych problemów, równania płytkiej wody wymagają zastosowania specjalnych algorytmów numerycznych, które najczęściej bazują na metodzie objętości skończonych (MOS). Wynikiem moich badań poświęconych temu problemowi było opracowanie i zweryfikowanie algorytmu numerycznego rozwiązania układu równań płytkiej wody za pomocą MOS [Załącznik 3, pozycja I.B.1]. Zastosowany algorytm MOS opiera się na falowej strukturze przybliżonego rozwiązania zagadnienia Riemanna zaproponowanego przez LeVeque'a [1], [2]. W przypadku dwuwymiarowym wykorzystano metodę dekompozycji kierunkowej w celu rozszczepienia zadania na ciąg zadań jednowymiarowych. Zabieg ten pozwala na zwiększenie efektywności obliczeniowej algorytmu. Ponadto w równaniach dynamicznych zastosowano metodę dekompozycji względem procesów fizycznych zaproponowaną przez Szymkiewicza [3], która zapewnia właściwe uwzględnienie członu reprezentującego opory ruchu. W ramach badań przeprowadziłem weryfikację zastosowanego algorytmu porównując wyniki obliczeń numerycznych otrzymanych dla

modelu jednowymiarowego z istniejącym rozwiązaniem analitycznym, natomiast w przypadku zagadnienia dwuwymiarowego dokonałem porównania z dostępnymi wynikami badań laboratoryjnych, w trakcie których przeprowadzono symulację przepływu wywołanego katastrofą zapory oraz wypływu na teren zalewowy w wyniku przerwania wału przeciwpowodziowego. Praca związana z rozwiązaniem równań płytkiej wody metodą objętości skończonych [I.B.1] stanowiła podstawę do dalszych badań nad opisem przepływów na terenach zalewowych za pomocą modelu fali dyfuzyjnej.

Uzyskane rozwiązanie równań płytkiej wody metodą objętości skończonych prowadzi do satysfakcjonujących rezultatów. Jednakże metoda ta w pewnych warunkach (np. przepływy po początkowo suchym terenie) wymaga zastosowania szczególnych zabiegów numerycznych, aby uzyskać jakiegokolwiek rozwiązanie. Zastosowane modyfikacje powodują często obniżenie dokładności uzyskanego rozwiązania oraz komplikują algorytm rozwiązania. W związku z tym obecnie coraz częściej poszukuje się alternatywnych modeli opisujących przepływy na terenach zalewowych.

Ad. 2.

Przedstawionych powyżej problemów wynikających z zastosowania pełnych równań wody płytkiej do opisu przepływu na terenie zalewowym można uniknąć poprzez wykorzystanie uproszczonego modelu w postaci fali dyfuzyjnej. Pomimo tego, że modele uproszczone reprezentują mniejszą dokładność niż model fali dynamicznej, zastosowanie modelu fali dyfuzyjnej umożliwia uzyskanie wystarczająco dokładnych rozwiązań jeśli tylko spełnione są w wystarczającym stopniu założenia przy których zostało ono wyprowadzone. Rozwiązania o mniejszej dokładności otrzymuje się tylko w szczególnych przypadkach, takich jak np. początkowa faza przepływu wywołanego katastrofą zapory lub nagłym przerwaniem wału przeciwpowodziowego. Jednakże nawet w tych przypadkach (z wyłączeniem strefy w bliskim sąsiedztwie wymienionych obiektów) można uzyskać satysfakcjonujące rezultaty stosując model fali dyfuzyjnej, co zaprezentowałem w pracy [I.B.6].

Model fali dyfuzyjnej otrzymuje się poprzez pominięcie siły bezwładności w równaniach dynamicznych przepływu płytkiej wody. Dzięki zastosowanemu uproszczeniu, do rozwiązania równania opisującego model fali dyfuzyjnej można wykorzystać algorytmy mniej złożone oraz bardziej efektywne, co w efekcie końcowym prowadzi od uzyskania rozwiązania w krótszym czasie. Równanie fali dyfuzyjnej ma zasadniczą zaletę. Jego numeryczne rozwiązanie nie wymaga specjalnego uwzględniania przemieszczającego się

brzegu w postaci linii frontu propagującej fali, która oddziela obszar suchy od pokrytego wodą. Aktualną pozycję tego frontu otrzymuje się w wyniku numerycznego rozwiązania równania w węzłach rozważanego obszaru.

W przypadku modelowania napływu wód powodziowych na tereny zalewowe model fali dyfuzyjnej najczęściej jest wyprowadzany w formie jednego nieliniowego dwuwymiarowego równania dyfuzji, gdzie niewiadomą funkcją jest zmienna w czasie i przestrzeni rzędna zwierciadła wody [4]. Ze względu na silną nieliniowość tego równania opracowanie algorytmu numerycznego, który prowadzi do stabilnego i dokładnego rozwiązania nie jest zadaniem trywialnym. Do najbardziej popularnych metod rozwiązania dwuwymiarowego nieliniowego równania fali dyfuzyjnej należy metoda różnic skończonych. Znacznie rzadziej do rozwiązania tego równania jest wykorzystywana metoda elementów skończonych, pomimo jej wyraźnej przewagi nad metodą różnic skończonych w przypadku odwzorowania nieregularnego obszaru modelowania oraz implementacji warunków brzegowych. Taki stan można wyjaśnić tym, że standardowa metoda elementów skończonych w sformułowaniu Galerkina często generuje w rozwiązaniu niefizyczne oscylacje powodowane poprzez dyspersję numeryczną zastosowanego schematu, które w efekcie końcowym mogą prowadzić do załamania obliczeń. Sytuacja taka najczęściej występuje wówczas, gdy modelowany przepływ wody odbywa się przede wszystkim na drodze adwekcyjnego transportu. Jednakże, stosując odpowiednią modyfikację standardowej metody elementów skończonych możliwe jest ograniczenie lub całkowite wyeliminowanie tych oscylacji. Efektem podjętych przeze mnie badań w tym kierunku było opracowanie algorytmu rozwiązania dwuwymiarowego równania fali dyfuzyjnej zmodyfikowaną metodą elementów skończonych dla trójkątnej siatki elementów [I.B.2]. Zaproponowana modyfikacja związana jest z przestrzennym całkowaniem równania, a wykorzystanie dodatkowo w tym podejściu dwupoziomowego schematu różnic skończonych na etapie całkowania w czasie prowadzi ostatecznie do bardziej ogólnego algorytmu z dwoma parametrami wagowymi. Przeprowadzona przeze mnie analiza stabilności metodą von Neumanna wraz z analizą dokładności wykonaną metodą równania zmodyfikowanego pozwoliła na identyfikację zakresu zmienności wartości parametrów wagowych, dla których otrzymane rozwiązanie jest pozbawione oscylacji przy jednoczesnym zminimalizowaniu wpływu dyfuzji numerycznej, czyli utrzymaniu odpowiedniej dokładności rozwiązania. Ponadto przeprowadzona analiza dokładności wykazała, że poprzez odpowiedni dobór struktury siatki elementów trójkątnych oraz wartości parametrów wagowych zaproponowany algorytm zapewnia stabilne

rozwiązanie o dokładności nawet do trzeciego rzędu włącznie względem czasu, jak i zmiennych przestrzennych.

Oprócz dokładności zastosowanego schematu numerycznego istotna jest także jego efektywność, rozumiana jako liczba operacji wykonanych w celu uzyskania rozwiązania. Zagadnienie to zasługuje na szczególną uwagę podczas analizy przepływów dwuwymiarowych na rozległych terenach zalewowych, gdzie w wyniku dyskretyzacji otrzymujemy duże układy nieliniowych równań algebraicznych, które muszą być rozwiązywane na każdym poziomie czasowym rozważanego okresu symulacji. W ramach moich badań nad tym zagadnieniem zastosowałem do rozwiązania dwuwymiarowego równania fali dyfuzyjnej metodę dekompozycji kierunkowej ze względu na przestrzenne zmienne niezależne x oraz y [I.B.3]. W metodzie tej problem rozwiązania równania dwuwymiarowego na danym poziomie czasowym sprowadza się do rozwiązania układu równań jednowymiarowych dla każdego z kierunków przyjętego układu współrzędnych. W konsekwencji zastosowana technika dekompozycji prowadzi do układów równań algebraicznych o mniejszych macierzach, dodatkowo trójdiagonalnych. Dzięki temu otrzymujemy znacznie prostszy i efektywniejszy algorytm rozwiązania. Ponadto metoda dekompozycji kierunkowej umożliwia stosowanie prostokątnej siatki węzłów, którą w łatwy sposób można pokryć obszar o dowolnej geometrii. Jedynie należy zapewnić, aby prostokątna siatka objęła cały modelowany obszar, na którym przewidywana jest propagacja frontu fali wezbraniowej. Podsumowując, połączenie metody dekompozycji kierunkowej wraz ze zmodyfikowaną metodą elementów skończonych umożliwiło opracowanie efektywnego oraz stabilnego schematu numerycznego, który jednocześnie umożliwia uzyskanie odpowiedniej dokładności wymaganej podczas symulacji propagacji fali wezbraniowej na terenach zalewowych.

Ad. 3.

Dwuwymiarowe nieliniowe równanie fali dyfuzyjnej jest równaniem różniczkowym cząstkowym II rzędu typu parabolicznego, w którym współczynniki dyfuzji hydraulicznej są związane nieliniową zależnością z głębokością wody, rzędną zwierciadła wody oraz jej pochodną przestrzenną. Nieliniowość tej relacji jest często przyczyną komplikacji występujących na etapie numerycznego rozwiązania równania fali dyfuzyjnej. Dlatego też, niezależnie od wyboru schematu numerycznego, podczas dyskretyzacji przestrzennej należy odpowiednio aproksymować wartość współczynnika dyfuzji hydraulicznej. Najczęściej przyjmuje się stałą wartość współczynnika dyfuzji w danym węźle siatki obliczeniowej, która

wyznaczana jest na podstawie średniej arytmetycznej z głębokości wody w dwóch sąsiednich węzłach [5], [6]. W moich badaniach poświęconych temu zagadnieniu [I.B.5] wykazałem, że taki sposób uśredniania nie zawsze pozwala na uzyskanie poprawnego rozwiązania. Problem ten szczególnie jest widoczny w zagadnieniach związanych z symulacją propagacji fali powodziowej na terenach zalewowych o bardzo zróżnicowanej batymetrii lub podczas odtwarzania przepływu ustalonego w pobliżu przeszkód terenowych. W tym drugim przypadku niewłaściwa metoda uśredniania współczynnika dyfuzji prowadzi do wystąpienia niefizycznych rozwiązań przejawiających się w nadmiernej akumulacji objętości wody nad przeszkodą. W mojej pracy wyjaśniłem mechanizm powstawania tego efektu oraz przedstawiłem alternatywną metodę uśredniania współczynnika dyfuzji, która zapewnia uzyskanie poprawnego i odpowiednio dokładnego rozwiązania numerycznego dla szerokiego zakresu analizowanych przepływów jakie mogą wystąpić na ternie zalewowym.

Ad. 4.

Równania nieliniowe opisujące modele przepływu nieustalonego (model fali dynamicznej, dyfuzyjnej oraz kinematycznej) reprezentujące zasadę zachowania masy i pędu mogą być zapisane w formie zachowawczej (dywergencyjnej) lub niezachowawczej. Niezachowawcza lub nieodpowiednia zachowawcza forma zapisu nieliniowego równania sprawia, że w trakcie numerycznego rozwiązania są generowane błędy bilansu masy oraz pozostałych wielkości podlegających bilansowaniu. Problem ten szczególnie dotyczy równań uproszczonych takich jak model fali dyfuzyjnej czy kinematycznej, co wykazałem m.in. w mojej pracy doktorskiej.

Istotne zagadnienie stanowi również wpływ błędów numerycznych (np. błędu dyfuzji numerycznej) na bilans masy w rozwiązaniu nieliniowego równania zapisanego w niewłaściwej formie zachowawczej. Jest to zagadnienie dotychczas niepodejmowane. W moich badaniach poświęconych temu problemowi skoncentrowałem się na nieliniowych jednowymiarowych równaniach typu hiperbolicznego opisujących model fali dynamicznej oraz model fali kinematycznej. Efekty badań zostały zaprezentowane w publikacji [I.B.4]. Przeprowadzona przeze mnie analiza dokładności schematów numerycznych zastosowanych do rozwiązania równań pozwoliła na wyjaśnienie mechanizmu powstawania błędów bilansowych w rozwiązaniach numerycznych. Wykazałem, że błędy bilansowe są bezpośrednio związane z błędem dyfuzji numerycznej generowanym podczas rozwiązania nieliniowego równania zapisanego w niewłaściwej formie zachowawczej. W konsekwencji błędy bilansowe zależą od wartości parametrów numerycznych takich jak długość kroku

czasowego czy przestrzennego oraz od tempa narastania i opadania fali wezbraniowej. Wobec tego związek pomiędzy błędami numerycznymi a niewłaściwą formą zachowawczą sprawia, że błędy bilansowe pojawiają się nie tylko w rozwiązaniach zawierających nieciągłości, np. występujących podczas symulacji przepływów wywołanych katastrofą zapory, ale także w rozwiązaniach ciągłych obciążonych błędami dyfuzji numerycznej.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

a. Przed uzyskaniem stopnia doktora

W roku 1998 ukończyłem studia, zdobywając tytuł magistra inżyniera na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Gdańskiej, na kierunku Inżynieria Środowiska, specjalność Gospodarka Wodna. Pracę magisterską pt. *Określenie parametrów równań fal powodziowych w oparciu o hydrauliczne badania modelowe* wykonałem pod kierunkiem dr inż. Teresy Jarzębińskiej. Celem pracy było przeprowadzenie identyfikacji i weryfikacji parametrów równań Reitzza i Krepsa opisujących kształt fal powodziowych. Zadanie to wykonałem w oparciu o hydrogramy fal wezbraniowych, które zarejestrowano na modelu kaskady dwóch zbiorników retencyjnych w laboratorium hydraulicznym Politechniki Gdańskiej. Wyniki badań zostały opublikowane w materiałach konferencyjnych XIX Ogólnopolskiej Szkoły Hydrauliki [II.E.9], która odbyła się w 1999 roku.

Po uzyskaniu tytułu zawodowego magistra inżyniera, od 1999 roku podjąłem pracę na stanowisku asystenta w Instytucie Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku w Zakładzie Hydrodynamiki Rzek i Zbiorników Wodnych. Jednym z pierwszych zadań badawczych jakie podjąłem na początku mojej pracy było opracowanie algorytmu identyfikacji parametrów charakteryzujących opory ruchu w modelach przepływu nieustalonego. Badania koncentrowały się w głównej mierze na jednowymiarowym modelu de Saint-Venanta oraz na dwuwymiarowym modelu płytkiej wody, których rozwiązania numeryczne uzyskano za pomocą metody elementów skończonych. Proces identyfikacji parametrów potraktowano jako zagadnienie odwrotne, gdzie poszukiwane wartości współczynników szorstkości występujące w równaniach wyznaczano przy wykorzystaniu metod optymalizacyjnych w postaci algorytmu Powella, metody gradientów sprzężonych oraz algorytmu genetycznego. W ramach zadania opracowałem własne programy komputerowe rozwiązujące równania modeli przepływu nieustalonego oraz realizujące algorytmy odpowiedniej metody optymalizacyjnej. Wyniki prac zostały przedstawione w opracowaniach wewnętrznych IBW PAN [II.F.2, II.F.3] oraz opublikowane w formie artykułów w

materiałach konferencyjnych [II.E.10, II.E.11]. Wyniki mojej pracy zostały także docenione na XXII Ogólnopolskiej Szkole Hydrauliki (Lubniewice 9-13 września 2002), gdzie otrzymałem nagrodę w konkursie młodych pracowników naukowych za najlepszy referat pt. *Identyfikacja parametrów charakteryzujących opory ruchu w modelu przepływu nieustalonego z pokrywą lodową*.

Równoległe z pracą naukową zdobywałem doświadczenie zawodowe związane z przeprowadzaniem pomiarów terenowych oraz laboratoryjnych, jak również opracowywaniem i analizą wyników tych pomiarów:

- W 1999 roku uczestniczyłem w ekspedycji pomiarowej w Zatoce Gdańskiej w ramach eksperymentu POLRODEX'99. Wykonane pomiary pionowych rozkładów temperatury i zasolenia oraz obserwacje rozprzestrzeniania się substancji biertnej (rodaminy) wykorzystano m.in. na potrzeby weryfikacji modelu hydrodynamicznego Zatoki Gdańskiej opracowanego przez Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego oraz przez Instytut Budownictwa Wodnego PAN.
- W roku 2000 brałem udział w hydraulicznych badaniach modelowych prowadzonych pod kierunkiem dr hab. inż. Ewy Jasińskiej oraz prof. dr hab. inż. Wojciecha Majewskiego. Badania te wykonano na zlecenie Urzędu Morskiego w Szczecinie i dotyczyły określenia wpływu hydrodynamiki estuarium Odry na istniejącą oraz projektowaną zabudowę hydrotechniczną toru wodnego Świnoujście – Szczecin. Mój wkład w przeprowadzone badania został doceniony zespołową nagrodą naukowo-organizacyjną Dyrektora Instytutu Budownictwa Wodnego PAN.
- W roku 2003 uczestniczyłem w pracach zespołu wykonującego ekspertyzę na zlecenie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Gdańsku, która dotyczyła modernizacji prawego brzegu w ujściu Wisły [II.F.5]. Wyniki pracy całego zespołu zostały opublikowane w materiałach konferencji krajowej XXIII Ogólnopolskiej Szkoły Hydrauliki [II.E.12], jak również w materiałach konferencji międzynarodowej *Coastal Engineering 2004* [II.A.1].

Dla mojego rozwoju naukowego bardzo istotne było rozpoczęcie w 2002 roku współpracy z prof. Romualdem Szymkiewiczem, który został promotorem mojej pracy doktorskiej zatytułowanej *Bilans masy i pędu w numerycznych rozwiązaniach uproszczonych modeli transformacji fali wezbraniowej*. Celem rozprawy było wyjaśnienie problemów obliczeniowych związanych z wpływem uproszczeń stosowanych w jednowymiarowych nieliniowych równaniach transformacji fali wezbraniowej w kanale otwartym. Badania

koncentrowały się na właściwościach jednowymiarowych modeli fali kinematycznej i dyfuzyjnej, zapisanych w postaci równania transportu oraz modelu Muskingum.

W trakcie wyprowadzania modeli uproszczonych zarówno w postaci układu równań, jak i równania transportu (przenoszenia), przyjmuje się takie same założenia wyjściowe. Jednakże obydwie formy modelu mają zdecydowanie różny charakter. Modele w postaci nieliniowych równań transportu charakteryzują się słabszym spełnieniem całkowitych zasad zachowania masy i pędu. Cecha ta widoczna jest szczególnie w przypadku nieliniowego równania fali dyfuzyjnej, gdzie błąd względny bilansu masy może osiągać wartość nawet kilkudziesięciu procent. W wyniku przeprowadzonych przeze mnie analiz oraz eksperymentów numerycznych wykazałem, że błędy w bilansie masy i pędu w modelach uproszczonych opisanych nieliniowymi równaniami wynikają przede wszystkim z niewłaściwej formy tych równań poddanych procesowi aproksymacji. Klasyczny sposób wyprowadzenia nieliniowych równań fali kinematycznej oraz dyfuzyjnej prowadzi do formy niezachowawczej, która nie gwarantuje poprawnego rozwiązania pod względem bilansu masy i pędu. W pracy zaproponowałem odpowiednie formy zachowawcze równań, opisujących model fali kinematycznej oraz model Muskingum, wolnych od niekorzystnego wpływu formy nieliniowego członu adwekcyjnego i tym samym zdecydowanie poprawiających dokładność otrzymanego rozwiązania. Ponadto wykazałem, że klasyczny sposób wyprowadzenia równania fali dyfuzyjnej dla zmiennej zależnej w postaci natężenia przepływu, prowadzi do nieliniowego równania transportu adwekcyjno-dyfuzyjnego zapisanego w formie niezachowawczej, które nie reprezentuje ani zasady zachowania masy ani zasady zachowania pędu. Taka niezachowawcza forma równania nie może być bezpośrednio przekształcona do postaci zachowawczej i w konsekwencji niemożliwe jest wyeliminowanie błędów bilansowych w rozwiązaniu numerycznym. Uzyskanie właściwej formy tego równania pod względem spełnienia podstawowych zasad zachowania możliwe jest tylko na drodze dodatkowych założeń.

b. Po uzyskaniu stopnia doktora

Po obronie doktoratu, która odbyła się 1 czerwca 2006 roku, kontynuowałem pracę w Instytucie Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku na stanowisku adiunkta, gdzie pracowałem do 31 stycznia 2008 roku. W tym okresie wspólnie z prof. Romualdem Szymkiewiczem kontynuowałem badania nad jednowymiarowymi uproszczonymi

równaniami propagacji fal wezbraniowych. Efektem są dwie publikacje przedstawiające wyniki badań: artykuł [II.A.2] oraz praca Monograficzna wydana w serii Komitetu Gospodarki Wodnej PAN [II.E.1]. Dalsze badania związane z omawianą problematyką prowadziłem już samodzielnie. Uzyskane wyniki zostały zaprezentowane w publikacjach [II.E.2] oraz [II.E.3]. Należy podkreślić, że właściwości zachowawcze, czyli problem spełnienia podstawowych zasad zachowania przez uproszczone modele hydrologiczne opisane nieliniowymi równaniami nadal stanowi przedmiot zainteresowania badaczy. Świadczą o tym liczne publikacje w czasopismach naukowych (np. [7], [8], [9], [10]). W przypadku ostatniej publikacji [10], związanej ściśle z omawianym tutaj zagadnieniem, podjąłem publiczną dyskusję dotyczącą zachowawczych i niezachowawczych form nieliniowego równania fali dyfuzyjnej. Dyskusja ta została opublikowana w 2015 roku w formie artykułu na łamach czasopisma *Journal of Hydraulic Engineering ASCE* [II.A.3].

Podsumowanie moich badań związanych z wpływem uproszczeń stosowanych w jednowymiarowych nieliniowych równaniach transformacji fali wezbraniowej w kanale otwartym przedstawiłem także jako współautor w rozdziale monografii o zasięgu międzynarodowym [II.A.4).

W latach 2006-2007 uczestniczyłem w projekcie badawczo-rozwojowym zamówionym przez MNiSW i dotyczącym analizy procesów hydro- oraz litodynamicznych w rejonie planowanego przekopu przez Mierzę Wiślaną. W ramach projektu dokonano oceny wpływu przekopu na brzeg morski wraz z oceną tempa zamulania toru wodnego na odcinku od potencjalnego przekopu do portu w Elblągu. Mój wkład w tym projekcie polegał na udziale w ekspedycji pomiarowej oraz na opracowaniu algorytmu numerycznego rozwiązującego równanie transportu rumowiska w strefie brzegowej morza [II.J.1].

Od lutego 2008 roku jestem zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Hydrotechniki na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej. W okresie tym, oprócz badań związanych z osiągnięciem naukowym, skoncentrowałem się m.in. na przygotowaniu publikacji w formie książki zatytułowanej *Podstawy hydrologii dynamicznej* [II.E.4]. Książka ta poświęcona jest opisowi i modelowaniu zjawisk dynamiki przepływu wody w systemach hydrologicznych opisanych równaniami fizyki matematycznej. Przedstawiono w niej różne formy przepływu wody obejmujące takie procesy jak parowanie, opad atmosferyczny, infiltrację i ruch wód gruntowych, propagację fal wezbraniowych oraz odpływ ze zlewni. Zaprezentowaną w książce problematykę dodatkowo poszerzono o zagadnienia związane z transportem rumowiska w rzekach i zbiornikach oraz termiką rzek i

jezior. Za książkę tą w 2010 roku otrzymałem zespołową nagrodę II stopnia Rektora Politechniki Gdańskiej za szczególne osiągnięcia dydaktyczne.

W latach 2013-2014 moja praca była związana także z badaniami hydraulicznymi i hydrologicznymi obszaru dolnej Wisły. Jednym z podjętych zadań było wykonanie analizy wpływu stanu utrzymania terenów zalewowych Wisły na poziomy wysokich wód. W celu wyznaczenia układu zwierciadła wody na odcinku rzeki od Włocławka do Torunia wykorzystano model ruchu ustalonego niejednostajnego. Obliczenia hydrauliczne wykonano dla założonych przepływów charakterystycznych oraz dla różnych wartości współczynnika szorstkości wg Manninga charakteryzującego stan i rodzaj pokrycia terenów zalewowych. W wyniku przeprowadzonych obliczeń [II.E.5] stwierdzono, że zmniejszenie szorstkości terenów zalewowych do wartości opowiadających dobrze utrzymanym obszarom międzywała spowodowałoby znaczne obniżenie maksymalnych poziomów wód, co w konsekwencji zwiększyłoby bezpieczeństwo przyległych terenów.

W roku 2014 brałem udział w ekspertyzie wykonanej na zlecenie Energa Invest S.A. dotyczącej wstępnej oceny wpływu hydraulicznych skutków potencjalnej budowy kaskady stopni piętrzących na dolnej Wiśle [II.F.9]. Bezpośrednim celem opracowania było sprawdzenie w jakim stopniu na analizowanym odcinku rzeki spełnione są wymagania związane z bezpieczeństwem stopnia wodnego Włocławek, z ochroną przeciwpowodziową, wykorzystaniem dolnej Wisły dla celów żeglugi śródlądowej oraz produkcją energii elektrycznej. Analizę przeprowadzono wariantowo, przy zachowaniu aktualnego stanu zabudowy hydrotechnicznej oraz w warunkach istnienia kaskady stopni wodnych. W tym celu zastosowano model przepływu nieustalonego z uwzględnieniem koncepcji kaskady na odcinku od Warszawy do Zatoki Gdańskiej. Wykorzystując uzyskane wyniki symulacji oraz wyniki obliczeń hydrologicznych dokonano oszacowania mocy elektrowni wodnych oraz średniej rocznej produkcji energii całej kaskady. Przykłady obliczeń hydraulicznych oraz wykonane na ich podstawie analizy zaprezentowano w artykułach [II.E.6] i [II.E.7]. Uzyskane rezultaty wykazały, że jedynie budowa kaskady dolnej Wisły z jednej strony umożliwi kompleksowe wykorzystanie potencjału żeglugowego i hydroenergetycznego rozpatrywanego odcinka Wisły, zaś z drugiej ograniczy generowane na nim zagrożenia powodziowe oraz wyeliminuje niebezpieczeństwo katastrofy zapory we Włocławku.

Aktualnie uczestniczę w projekcie międzynarodowym zatytułowanym *Models for coupled surface and subsurface flow on flooded areas and wetlands*. Projekt ten realizowany jest w ramach umowy o współpracy naukowo-technicznej między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Rządem Chińskiej Republiki Ludowej. Projektem kieruje prof. Romuald

Szymkiewicz z Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska oraz prof. Suiliang Huang, z Nankai University, College of Environmental Science and Engineering. Czas trwania projektu obejmuje okres od 2015 do 2017 roku [II.J.2]. W ramach projektu uczestniczę w opracowaniu zintegrowanego modelu przepływu nieustalonego na terenie zalewowym wraz z modelem opisującym przepływ wody w gruncie.

Podsumowując działalność po uzyskaniu stopnia doktora w latach 2006-2016, oprócz cyklu publikacji jednotematycznych składających się na osiągnięcie naukowe (Tabela. 1), opublikowałem łącznie 11 prac, na które składają się m.in. 2 artykuły i 1 rozdział w monografii w wydawnictwach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) [II.A.2-4], 6 artykułów w innych wydawnictwach (poza bazą JCR) [II.E.2-3, II.E.5-8], 1 książka [II.E.4] oraz 1 monografia [II.E.1]. Szczegółowe zestawienie przedstawiono w Tabeli 2. Sumaryczny współczynnik wpływu Impact Factor opublikowanych prac stanowiących pozostałe osiągnięcia wynosi $IF = 4,529$, natomiast łączna liczba punktów według MNiSW wynosi 163. Po uwzględnieniu udziału własnego w publikacjach współczynnik wpływu IF oraz liczba punktów wg MNiSW wynoszą odpowiednio 3.711 oraz 112,4.

Tabela 2. Zestawienie publikacji po uzyskaniu stopnia doktora stanowiących pozostałe osiągnięcia naukowe – badawcze wraz z określeniem udziału procentowego habilitanta, oraz odpowiadające wartości współczynnika wpływu Impact Factor (IF) i liczby punktów wg MNiSW.

Publikacja	IF	Liczba punktów wg MNiSW	Udział w publikacji [%]	Z uwzględnieniem udziału procentowego	
				IF	Liczba punktów wg MNiSW
II.A.2	3.271	45	75	2.453	33.75
II.A.3	1.258	35	100	1.258	35
II.A.4	0	15	40	0	3.3
II.E.1	0	20	60	0	12
II.E.2	0	9	100	0	9
II.E.3	0	4	100	0	4
II.E.4	0	20	50	0	10
II.E.5	0	6	50	0	3
II.E.6	0	3	20	0	0.6
II.E.7	0	6	40	0	2.4
II.E.8	0	0	100	0	0
SUMA	4.529	163		3.711	112.4

Podsumowanie całego dorobku naukowego wskazuje, że sumaryczny współczynnik Impact Factor wszystkich opublikowanych przez mnie prac wynosi 14,244, a po uwzględnieniu

udziału procentowego współautorów współczynnik IF przyjmuje wartość 11,944. Ponadto całkowita liczba punktów (określona wg MNiSW) opublikowanych prac wynosi 333, a po uwzględnieniu udziału procentowego współautorów 260 punkty. Związana z tymi publikacjami liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi 15 (w tym 6 autocytowań), a indeks Hirscha osiąga wartość 3. Natomiast liczba cytowań według bazy Google Scholar wynosi 44 przy indeksie Hirscha 4.

Informacja o działalności dydaktycznej i popularyzacji nauki

Działalność dydaktyczną rozpocząłem w roku 2008 na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej na stanowisku adiunkta. Zajęcia dydaktyczne prowadzę na poziomie studiów pierwszego i drugiego stopnia na kierunkach Inżynieria Środowiska oraz Budownictwo, w formie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych, laboratoryjnych oraz projektowych z następujących przedmiotów [III.I.2]:

- Ochrona przeciwpowodziowa – wykład oraz ćwiczenia,
- Meteorologia i Klimatologia – wykład oraz ćwiczenia,
- Hydraulika Konstrukcji Hydrotechnicznych – wykład oraz ćwiczenia,
- Hydrologia – ćwiczenia projektowe oraz laboratoryjne,
- Mechanika Płynów – ćwiczenia,
- Hydraulika – ćwiczenia laboratoryjne
- Metody Komputerowe - ćwiczenia laboratoryjne,

W ramach studiów podyplomowych *Współczesne metody hydrologii inżynierskiej w gospodarce wodnej* prowadzę zajęcia z przedmiotów:

- Modelowanie spływu powierzchniowego i propagacji fali wezbraniowej w korycie rzeki – wykład oraz ćwiczenia,
- Modelowanie transportu rumowiska rzeczno – wykład oraz ćwiczenia.

Dodatkowo jestem również koordynatorem praktyk studenckich hydrauliczno-hydrochemicznych od roku 2011 na kierunku Inżynieria Środowiska.

Pod moim kierunkiem zrealizowano 5 prac inżynierskich oraz 1 pracę magisterską [III.J]. Ponadto od roku 2014 jestem promotorem pomocniczym w pracy doktorskiej zatytułowanej *Hydrodynamic inundation model of urban terrain equipped with rainwater drainage systems*. Praca jest realizowana na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska

Politechniki Gdańskiej przez mgr inż Jakuba Hakiela pod opieką dr hab. inż. Michała Szydłowskiego.

W latach 2006-2007 brałem udział w organizacji i prowadzeniu imprez popularno-naukowych z cyklu *Majówka z Nauką* w ramach *Bałtyckiego Festiwalu Nauki*, które odbyły się w Instytucie Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku.

Gąsiorowski

Literatura

Artykuły których jestem autorem lub współautorem zamieszczono w Załączniku 4.

- [1] LeVeque R. J. (1997) Wave Propagation Algorithms for Multidimensional Hyperbolic Systems, *Journal of Computational Physics*, 131, 327-353.
- [2] LeVeque R. J. (2002) *Finite volume methods for hyperbolic problems*, Cambridge University Press.
- [3] Szymkiewicz R. (1993): *Oscillation-Free Solution of Shallow Water Equations for Nonstaggered Grid*. *Journal of Hydraulic Engineering ASCE*, 119, No. 10, 1118-1137.
- [4] Hromadka, T. V., Yen C. C. (1986) A diffusion hydrodynamic model (DHM). *Advances in Water Resources*, 9, 118-170.
- [5] Singh V.P. (1996) *Kinematic wave modeling in water resources*, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [6] Lal A. M. W. (1998) Performance comparison of overland flow algorithms, *Journal of Hydraulic Engineering*, 124, 4, 342-349.
- [7] O'Sullivan J.J., Ahilan S., Bruen M. (2012) *A modified Muskingum routing approach for floodplain flows: Theory and practice*, *Journal of Hydrology* 470–471, 239–254.
- [8] Perumal M., Price R. K. (2013) *A fully mass conservative variable parameter McCarthy–Muskingum method: Theory and verification*, *Journal of Hydrology*, 502, 89–102.
- [9] Reggiani P., Todini E., Meißner D. (2014) *A conservative flow routing formulation: Déjà vu and the variable-parameter Muskingum method revisited*, *Journal of Hydrology*, 519, 1506–1515.
- [10] Hasanvand K., Hashemi M.R., Abedini M.J. (2014) Development of an Accurate Time integration Technique for the Assessment of Q-Based versus h-Based Formulations of the Diffusion Wave Equation for Flow Routing, *Journal of Hydraulic Engineering*, 139, 10, 1079-1088.