



Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji

Instytut Inżynierii Środowiska

Zakład Inżynierii Wodnej i Hydrotransportu

Załącznik 2

Dr inż. Robert Kasperek

Autoreferat

**Transport rumowiska wlezonego i zmiany morfologiczne
w korycie Górnej i Środkowej Odry**

Wrocław, marzec 2018

Spis treści

1. Życiorys naukowy i przebieg pracy zawodowej	2
2. Opis osiągnięcia naukowego	3
2.1. Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego	3
2.2. Wprowadzenie	4
2.3. Cele naukowe i wyniki badań własnych	5
2.4. Wnioski	19
3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	21
3.1. Wykaz wybranych publikacji (poza cyklem)	21
3.2. Przepustowość koryt rzecznych oraz ochrona od powodzi	22
3.3. Ochrona ryb oraz energetyczne wykorzystanie rzek	24
3.4. Zanieczyszczenie, jakość wód i zamulanie zbiorników wodnych	25
3.5. Programy, projekty badawcze, współpraca, staże naukowe	26
4. Zestawienie dorobku naukowo-badawczego	28
5. Bibliografia	31
6. Dorobek dydaktyczno-organizacyjny i popularyzatorski	35

1. Życiorys naukowy i przebieg pracy zawodowej

Dr inż. Robert Kasperek, Zakład Inżynierii Wodnej i Hydrotransportu, Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Plac Grunwaldzki 24, 50-365 Wrocław,

Wykształcenie

- Tytuł magistra inżyniera inżynierii środowiska, 13.10.1992 r., jednolite 5-letnie wyższe studia magisterskie na kierunku inżynieria środowiska w zakresie melioracji wodnych, Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, tytuł pracy magisterskiej „Erozja sekularna koryta rzeki Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym”, promotor prof. Włodzimierz Parzonka, recenzent prof. Leszek Pływaczyk
- Stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie kształtowanie środowiska, 14.12.1999 r., Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu (uchwała Rady Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu z dnia 7.12.1999 r.), tytuł wyróżnionej rozprawy doktorskiej „Ocena tworzenia się obrukowania dna rzeki na przykładzie Środkowej Odry”, Promotor prof. Włodzimierz Parzonka, Recenzenci: prof. Laura Radczuk i prof. Wojciech Bartnik

Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- Asystent w okresie 1993-1999, Adiunkt od 2000 do chwili obecnej
- Od 1.09.2017 r. zastępca dyrektora w Instytucie Inżynierii Środowiska

2. Opis osiągnięcia naukowego

2.1. Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

Na podstawie 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. 2017 poz. 1789 tekst ujednoczony) za osiągnięcie naukowe przyjąłem cykl 8 publikacji pt. „**Transport rumowiska wlezonego i zmiany morfologiczne w korycie Górnej i Środkowej Odry**”. Prezentują one wyniki oryginalnych badań wykonanych po otrzymaniu stopnia doktora, wśród których to 3 prace samodzielne, 5 zespołowych, IF=3,289, suma punktów 83.

Tabela 1

Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

Nr	Tytuł publikacji	Udział*	IF	Pkt
1	Parzonka W., Kasperek R. 2012. Modelowanie degradacji koryta Odry Środkowej podczas przepływów powodziowych. W: <i>Współczesne problemy ochrony przeciwpowodziowej</i> . Szczegielniak Cz. (redakcja), PAN Paryż, Staempfi, Warszawa, 273-284.	70% 1,2,3, 4,5,8	-	4
2	Kasperek R. , Głowski R. 2016. Początek ruchu i transport rumowiska na odcinku Odry swobodnie płynącej w aspekcie wymaganych głębokości tranzytowych. <i>Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set of Environment Protection)</i> , 18(1), 550-564.	70% 2,3,4, 5,6,7,8	0,808	15
3	Mokwa M., Kasperek R. , Bobrowski P. 2017. Jaka Odra? Program naprawy i utrzymania zdegradowanego odcinka koryta Odry Malczyce-Ścinawa (km 300-335) z uwzględnieniem wymogów ekologii oraz potrzeb żeglugi. <i>Gospodarka Wodna</i> 5, 129-133.	70% 3,4,6, 7,9	-	9
4	Kasperek R. , Mokwa M., Wiatkowski M. 2013. Modelling of Pollution Transport with Sediment on the Example of the Widawa River. <i>Archives of Environmental Protection</i> , 39(2), 29-43.	70% 1,3,4, 6,7,8,9	0,901	15
5	Kasperek R. , Parzonka W. 2008. Transport rumowiska i pomiary obrukowania dna koryta Górnej Odry w rejonie granicznych meandrów. <i>Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, Rocznik XVII</i> , 3(41), 12-19.	70% 1,2,5,6, 7,8,9	-	6
6	Kasperek R. 2013. Określenie przepływu brzegotwórczego w meandrującym korycie Górnej Odry. W: <i>Odrzańska Droga Wodna. Stan obecny i perspektywy</i> . Kulczyk J., Dubicki A., Olearczyk D. (redakcja), Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 81-90.	100%	-	4
7	Kasperek R. 2015. Changes in the Meandering Upper Odra River as a Result of Flooding. Part I. Morphology and Biodiversity. <i>Polish Journal of Environmental Studies</i> , 24(6), 2459-2465.	100%	0,790	15
8	Kasperek R. 2015. Changes in the Meandering Upper Odra River after Flooding in 1997 and 2010. Part II. Sediment and Water. <i>Polish Journal of Environmental Studies</i> , 24(6), 2467-2472.	100%	0,790	15
Razem			3,289	83

*Udział własny habilitanta: 1-przegląd literatury, 2-inicjator tematyki, 3-autor tematyki, 4-opracowanie metodyki, 5-nadzór naukowy nad badaniami, 6-wykonanie badań, 7-analiza wyników, 8-opracowanie wniosków, 9-redakcja tekstu, 10-opracowanie graficzne.

2.2. Wprowadzenie

Znajomość parametrów transportu rumowiska wlezonego w rzece jest niezbędna do optymalnego projektowania i eksploatacji budowli hydrotechnicznych (jazy, zbiorniki, elektrownie, ujęcia, przepławki), regulacji rzek i żeglugi [56,57,97]. Przemieszczające się rumowisko kształtuje określone zmiany i formy morfologiczne w korytach aluwialnych [2,52]. Szczególnie widoczne jest to w rzekach i potokach nieuregulowanych, do których można zaliczyć meandry Górnej Odry oraz odcinek Odry swobodnie płynącej poniżej stopnia piętrzącego Brzeg Dolny. Badania ruchu rumowiska, składu granulometrycznego i zawartości zanieczyszczeń konieczne są m.in. przy wyborze odpowiedniej lokalizacji ujęć i dla bezpiecznej żeglugi [69,70]. Rumowisko dzielimy na zawieszone, unoszone i wlezone (denne), przy czym najbardziej niebezpieczne w praktyce są te dwa ostatnie [1,5,67], które łatwo sedymentują przy niskich prędkościach wody i osadzają się w turbinach, pompach, na wlotach do ujęć i zamknięciach urządzeń zrzutowych. Z badań wielu autorów wynika, że ilość cząstek unoszonych jest zazwyczaj większa od wleczonych [1,22,81,98,99]. W rzekach górskich i podgórskich stosunek ilości materiału wlezonego do łącznej ilości transportowanego przez rzekę rumowiska jest większy niż w warunkach nizinnych. Badania wykonane na Wiśle pokazały, że stosunek materiału unoszonego do wlezonego zmniejsza się od źródeł do ujścia. Z pomiarów Skibińskiego na Wiśle [32] wynika, że udział osadów wleczonych w strefie przepływów niskich jest rzędu 8%, średnich 60% i wysokich 30%. Według Schoklitscha w górskich ciekach Alp ilość wleczyn dochodzi nawet do 70%, a wg Ałtunina w rzekach Azji Środkowej szacuje się jego udział dla odcinków górskich i podgórskich 5-23% oraz 1-3% dla nizinnych. Pomiary rumowiska unoszonego są znacznie łatwiejsze do wykonania, przez co mechanizm transportu jest lepiej poznany. Rumowisko wlezone ze względu na złożony charakter poruszania się po dnie jest trudniejsze do zbadania, pomiary są wykonywane rzadko, wymagają dużo pracy i czasu, a łapaczki wraz z osprzętem są ciężkie i niewygodne. Stanowią jednak najlepsze źródło oceny zmian morfologicznych w korycie, spowodowanych przemieszczaniem się materiału wlezonego. Przez kilkanaście lat prowadziłem pomiary rumowiska na odcinku Odry swobodnie płynącej w strefie niskich, średnich i wysokich. Wykazały one, że udział rumowiska wlezonego w całej masie zmniejsza się w miarę wzrostu przepływu wody. Im wyższa prędkość i przepływ wody, tym więcej materiału dennego zaczyna poruszać się jako rumowisko unoszone, a mniej

jako wleczone. Ruch rumowiska interesuje także morfologów, biologów, hydrobiologów i ekologów. Produkty erozji wpływające do rzek, jezior, zbiorników w postaci części stałych i rozpuszczonych składników wywierają szkodliwy wpływ na życie organizmów żywych oraz na jakość wody [20,92,93].

2.3. Cele naukowe i wyniki badań własnych

Po uzyskaniu stopnia doktora moje zainteresowania naukowe dotyczyły oporów ruchu, transportu rumowiska wleczonego i zmian morfologicznych na odcinkach Górnej i Środkowej Odry [7,14,18,99]. Celami naukowymi badań były:

- ocena współczynników oporów ruchu w korycie rzeki z rozmywalnym dnem,
- określenie uziarnienia oraz intensywności transportu rumowiska wleczonego,
- ocena początku ruchu rumowiska, tworzenia się form dennych i obrukowania dna,
- wyznaczenie zależności pomiędzy hydrauliką strumienia a parametrami rumowiska wleczonego,
- określenie przepływu korytotwórczego na odcinku Górnej Odry,
- ocena zmian morfologicznych wywołanych ruchem rumowiska wleczonego.

W **pracy 1** analizowałem zmienność oporów ruchu za pomocą wzoru Manninga-Stricklera $v=K_s R_n^{2/3} |^{1/2}$. Bazą danych były pomiary hydrometryczne przeprowadzone w korycie Odry Środkowej, w zakresie przepływów wody $60-540 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ i głębokości średnich 1-3 m. Wpływ rumowiska wleczonego na opory ruchu i przepływ wody uwzględniłem za pomocą współczynnika szorstkości materiału dennego $K_r=21/d_{50}^{1/6}$, który zmieniał się od 53 dla ziaren 4 mm, do 75 dla ziaren 0,5 mm. Relacje pomiędzy efektywnym naprężeniem ścinającym τ pochodzącym od szorstkości ziarnowej K_r a deformacją dna i formami dennymi opisałem za pomocą krzywych U wg Yalina-Rameza [65, 98] w układzie K_s/K_r i $\eta=\tau/\tau_{cr}$. Z porównania krzywych U z wartościami K_s/K_r wynika, że w przypadku drobnego materiału 0,5 mm punkty pomiarowe znajdują się powyżej krzywej U i leżą bliżej jej prawej odnogi. Dla ziaren 2 mm znaczna część punktów leży w obrębie krzywej U, a w przypadku rumowiska najgrubszego 4 mm wszystkie punkty leżą poniżej krzywej U.

Pomiary transportu rumowiska wleczonego na odcinku Odry swobodnie płynącej (**praca 1 i 2**), wykazały, że szerokość aktywnego pasa wleczenia b_w jest ściśle związana z zabudową koryta za pomocą ostróg. Jest to ważny element zarówno przy ocenie oporów ruchu, jak i transportu rumowiska dla regulacji i żeglugi [43,68]. Moje

naukowe zainteresowanie tymi parametrami związane jest także z możliwością wykorzystania istniejących wzorów na natężenie przepływu rumowiska wlezonego. Wyznaczenie rzeczywistych współczynników K_s oraz K_r umożliwia oszacowanie transportu, a także określenie jego wpływu na morfologię koryta. Obecnie panują dwa różne podejścia, która część przekroju koryta rzeki odgrywa ważniejszą rolę w transporcie rumowiska wlezonego. Jedna grupa badaczy uważa, że głębsza część koryta (thalweg part) jest odpowiedzialna za przemieszczanie osadów. Natomiast Chow, Hudson i inni [4,13,14] twierdzą, że materiał rzeczny transportowany jest głównie w płytszej części rzeki. Thompson [13] podczas badań terenowych na rzece Ohau zaobserwował, że 50% osadów poruszało się w pasie znacznie węższym od szerokości koryta B . W przypadku rzeki Gania aktywny pas stanowił jedynie 60% B , którym płynęło ponad 90% wody. Chow [14] analizował maksymalne dopuszczalne prędkości rozmywające i stwierdził, że przy dużych głębokościach i wyższych średnich prędkościach nie występowało erodowanie dna. Było ono rozmywane w płytszych partiach rzeki, gdzie prędkości przydenne były większe niż w głębszych. Ashiq [4] bazując na pomiarach w rzekach, opracował zależność $Lg(B/b_w) = -0,173(1+0,54q)$, która wiąże ze sobą aktywny pas b_w , jednostkowy przepływ wody q i szerokość koryta B oraz umożliwia wyznaczenie ilości rumowiska wlezonego. Przeanalizowałem to równanie dla pomiarów z Odry Środkowej, i po weryfikacji, w zależności od hydrauliki strumienia, może ono być przydatne do oceny warunków transportu w Odrze, przy czym zaniża wartości b_w o 30-40%. Pomiarzy rumowiska w Odrze wykonywałem w zakresie przepływów wody $100-700 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Umożliwiły one określenie rozkładów wleczenia w przekrojach rzeki oraz wyznaczenie szerokości pasa $b_w=50-60 \text{ m}$. Znajduje się on w nurtowej części koryta i stanowi 50-60% jego szerokości w zwierciadle wody średniej. Zarówno szerokość b_w , jak i jego odległość od brzegów, zmieniają się w zależności od hydraulicznych parametrów strumienia.

Ocenę interakcji między oporami ruchu a transportem rumowiska wlezonego (**praca 1**) przeprowadziłem w oparciu o metodę eliminacji wpływu oporów ruchu pochodzących od brzegów, opracowaną przez Vanoniego i Brooksa [13,22]. Dokonałem obliczeń parametrów K_s/K_r oraz Q_d/Q , które wpływają na natężenie wleczenia. K_s/K_r redukuje spadek zwierciadła wody i uwzględnia zmiany dna, a Q_d/Q eliminuje wpływ zaburzeń pochodzących od szorstkości brzegów i dna. Obliczenia wykonałem dla zakresu spadków $I=0,2-0,3\text{‰}$, szerokości pasa $b_w=40-50 \text{ m}$ oraz ziaren 1-4 mm. W przypadku piasków 1 mm i $b_w=40-50 \text{ m}$ współczynnik K_s/K_r

przyjmował najniższe wartości rzędu 0,35-0,7, natomiast dla żwirów 4 mm zmieniał się między 0,44 a 0,8. K_s/K_r przy niskich przepływach Q , ca. $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ osiągał 0,6, przy średnich $300\text{-}500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ok. 0,40-0,43, a podczas wezbrań $700 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ok. 0,56. Zmienność parametru K_s/K_r w nieznacznym stopniu zależy od szerokości aktywnego pasa wleczenia oraz od spadku zwierciadła wody, a elementem decydującym jest wielkość ziarna, im większa średnica to jego wartość zbliża się do 1. Wówczas większa część siły poruszającej bierze udział w transporcie rumowiska wleczonego. Parametr Q_d/Q zmieniał się w wąskich granicach 0,95-0,97, niezależnie od Q .

Rumowisko poruszające się podczas wezbrań zwiększa szorstkość i opory ruchu, a tym samym zmniejsza prędkość wody i różnicuje rozkład intensywności wleczenia w przekroju rzeki [1,7,14,18,58,81,98,99]. Schoklitsch i Kramer [32,97] zalecają, aby zmniejszać o 15-25% prędkość wody obliczoną ze wzorów dla potoków, a dla dużych rzek (Ren, Dunaj) nawet o 30%. Pomiarzy na Dunaju wykazały, że pomierzone współczynniki prędkości były o 40% niższe od obliczeń [32]. Określiłem prędkości przydenne v_{pd} na głębokości 0,30 m od dna, które mają istotne znaczenie przy odrywaniu i przemieszczaniu ziaren. Prędkości te podczas przepływu $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w pionach o najwyższym wleczeniu oraz maksymalnych głębokościach osiągały 0,42-0,64 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. W pionach, gdzie był brak lub bardzo niski transport (kilka $\text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) prędkości v_{pd} wynosiły 0,30-0,43 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Przy niskich przepływach rzędu $120\text{-}130 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ najwyższe wartości wleczenia $50\text{-}70 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ odnotowano głównie w pionach o niższych głębokościach wody. Podczas przepływów wezbraniowych $500\text{-}700 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ i głębokości 5-6 m wysokie intensywności wleczenia miały miejsce przy prędkościach $v_{pd}=0,7\text{-}1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Z moich badań wynika, że oprócz głębokości wody oraz prędkości przydennych, również uziarnienie rumowiska ma duży wpływ na zmienność intensywności wleczenia w Odrze. Podczas przepływów rzędu $500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ oraz głębokości 6,6 m, prędkości średniej $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ i prędkości przydennej $1,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ intensywność wleczenia g wynosiła $13 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ i była znacznie niższa niż przy głębokości 6,2 m ($v_{sr}=1,32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $v_{pd}=1,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $g=100 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$). Różnice w transporcie wynikają ze zmienności uziarnienia, które w przypadku niskiego i wysokiego transportu charakteryzowało się odpowiednio średnicą 7,3 i 1 mm.

Pomiary przepływu wody i rumowiska pozwoliły na wyznaczenie związków między prędkością średnią a średnicą ziarna oraz określenie rodzaju form dennych. Rumowisko wleczone przy przepływach $130 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ porusza się w postaci wydym, przy $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ występują fale piaskowe, wydmy i forma przejściowa, a podczas wezbrań

500-700 m³·s⁻¹ dno jest płaskie, z masowym transportem. Z moich badań wynika, że przy 300 m³·s⁻¹ średnica rumowiska wlezonego wynosi 0,7-1,7 mm, a przy 500-700 m³·s⁻¹ ca. 9 mm. W zakresie badanych przepływów 100-700 m³·s⁻¹ opracowałem relację $d_{50RW}=0,007Q-0,26$ (R=0,96) pomiędzy wielkością ziarna rumowiska wlezonego d_{50RW} a natężeniem Q . W oparciu o te pomiary uzyskałem informacje o wielkości transportu oraz głębokości, prędkości i przepływie, przy których ma miejsce początek ruchu oraz masowy transport w postaci dużych wydm i fal dennych [16,28,72,73,74,82]. Umożliwiły one także wykonanie obliczeń intensywności transportu rumowiska wlezonego ze wzoru Meyera-Petera i Müllera (MPM)

$$\rho_w \frac{Q_d}{Q} \left[\frac{K_s}{K_r} \right]^{1.5} h_i = \theta_m (\rho_r - \rho_w) d_i + 0.25 \left(\frac{\rho_w}{g} \right)^{0.33} q_r^{0.67} \quad \text{w zależności od wartości}$$

parametrów Q_d/Q , K_s/K_r i naprężeń bezwymiarowych θ_m oraz porównanie ich z pomiarami. Intensywność transportu obliczona w przypadku, gdy Q_d/Q i K_s/K_r są równe 1 jest znacznie wyższa od pomierzonej. Przyczyną tak wysokich różnic jest nieuwzględnienie oporów ruchu pochodzących od form dennych. Najbardziej zbliżone wyniki obliczeń i pomiarów uzyskano dla rzeczywistych wartości parametrów mniejszych od 1. Ze względu na dużą zmienność uziarnienia materiału dennego w przekroju rzeki, natężenie wleczenia przy podobnych głębokościach i prędkościach wody różni się niekiedy znacznie. Pomiary transportu rumowiska oraz analiza współczynników oporu umożliwia zaakceptowanie formuły MPM do szacowania intensywności wleczenia w Odrze. Analizując pomiary prędkości i transportu w zakresie głębokości korytowych 2-7 m i przepływów wody 100-700 m³·s⁻¹ otrzymałem zależność pomiędzy średnią prędkością v_{sr} a intensywnością wleczenia $g_{RW}=0,0068v_{sr}+0,521$ (R=0,87).

Pomiary hydrometryczne i pobór rumowiska pozwoliły mi wyznaczyć naprężenia ścinające τ przed i po uruchomieniu stopnia w Brzegu Dolnym, po przekroczeniu których następuje przemieszczanie materiału wlezonego. Początek ruchu rumowiska wiąże się z wyznaczeniem granicznych naprężeń ścinających τ_c . W tym celu wykorzystałem funkcję Shieldsa, zmodyfikowaną przez Bonnefille'a i Yalina [81], która wiąże bezwymiarowe naprężenie ścinające θ_c z bezwymiarową średnicą ziarna D_* . Materiał denny w rzekach charakteryzuje się niejednorodnością, więc przyjęcie stałej wartości θ_c nie może stanowić poprawnego kryterium podziału na ruch i

spoczynek. Materiał różnoziarnisty wywołuje zmienne naprężenia ścinające na skutek klinowania się drobnych cząstek, a grubszy wchodzi łatwiej do transportu. Dla gruntu tworzącego właściwe podłoże o średnicy $d_{50p}=0,7$ mm wartość początkowych naprężeń granicznych była równa $\tau_{cp}=0,34$ Pa. W okresie 1958-1970 wzrosły one do 1,97 Pa, a dla średnicy $d_{50}=14,90$ mm charakteryzującej obrukowaną warstwę osiągnęły wartość końcową $\tau_{ck}=13,3$ Pa. Po przekroczeniu naprężenia τ_{ck} , które odpowiada średniej głębokości wody 5,6 m w przekroju Malczyce następuje zerwanie obrukowania i wymieszanie się rumowiska dennego stanowiącego pokrywę i podłoże [8,10,25,36,39,60]. Wyniki pomiarów na Odrze oraz modelowanie numeryczne przepływu wody i rumowiska pozwoliły mi wyznaczyć przepływ zrywający opancerzenie na poziomie wielkiej wody $WWQ_{10\%}=1100$ m³•s⁻¹.

Prawidłowa ocena początku ruchu, przemieszczania i sedymentacji rumowiska wlezonego ma szczególne znaczenie dla uprawiania żeglugi na Odrze poniżej Brzegu Dolnego [62,71]. W **pracy 2** przeanalizowałem ruch rumowiska pod kątem żeglugi na Odrze. Zadaniem regulacji rzeki za pomocą ostróg było zapewnienie minimalnej głębokości tranzytowej, ukształtowanie regularnego szlaku żeglownego oraz umożliwienie swobodnego przemieszczania się rumowiska, bez rozmyć i przemiałów. Dlatego też, systematyczne pomiary rumowiska są niezbędne do ustalenia przemiałów i obszarów degradacji. Warunki żeglugowe zmieniają się tu wskutek wahań przepływów, szczególnie jest to widoczne na odcinku Brzeg Dolny-Ścinawa. Ukończenie stopnia w Malczycach nie poprawi całkowicie warunków żeglugi, a sytuacja ta przeniesie się na odcinek poniżej [2,3,71,87]. Są to ważne zagadnienia, związane z aktualnymi planami pełnego użeglugowania Odry i doprowadzenia jej do międzynarodowej klasy. Z moich badań wynika, że przemiały w Odrze są wynikiem dopływu i odkładania rumowiska wymytego z koryta na skutek intensywnej erozji dennej poniżej jazu w Brzegu Dolnym. Określiłem prędkości przemiałów, które zmieniają się w zależności od warunków hydraulicznych, ukształtowania koryta i składu ziarnowego, przy niskich przepływach wynoszą one 0,3 m/rok, a przy wysokich 24 m/rok. W celu oceny warunków początku ruchu rumowiska wlezonego w Odrze, przeprowadziłem sondowania dna, pomiary hydrometryczne i pobór rumowiska w dolnej strefie przepływów średnich 125 m³•s⁻¹ i głębokości 2,3-2,5 m. Najwyższe wleczenie 232 g•s⁻¹•m⁻¹ odnotowano przy głębokości, gdzie prędkość średnia była najwyższa 0,97 m•s⁻¹, natomiast najniższe 17,5 g•s⁻¹•m⁻¹ przy prędkości 0,86 m•s⁻¹. Całkowity transport rumowiska w przekroju

wyniósł $5,8 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$, a udział wleczyn był na poziomie 90%. Oceniono, które frakcje rumowiska wlezonego oraz przy jakich głębokościach i prędkościach są transportowane. Najwięcej było w ruchu ziaren 0,5-1 mm. Ich udział wynosił 63% w pionie I, 35% w pionie II i 58% w pionie III. Najmniejszy udział miały ziarna 5-10 mm i 10-20 mm (rzędu kilku %). Przeciętna wielkość wleczyn d_{50} w poszczególnych pionach była zbliżona i zmieniała się w zakresie 0,71-0,99 mm. Zmiany dna oraz tworzenie i przemieszczanie się form korytowych w postaci odsypisk zależą przede wszystkim od rodzaju materiału, warunków początku ruchu i charakterystyki transportu rumowiska [10,31,36,76,77]. W tym celu przeprowadziłem analizę początku ruchu w oparciu o kryterium Shieldsa oraz własne pomiary transportu. Maksymalna wielkość unosin była rzędu 1-1,5 mm. Dotyczyło to wszystkich pionów, w których średnie prędkości zmieniały się w zakresie $0,86-0,97 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Określono naprężenie θ_c związane z początkiem unoszenia, które wynosiły dla ziaren 1 mm i 1,5 mm odpowiednio 0,335-0,364 oraz 0,223-0,242. Z analizy wynika, że ten stan w Odrze najlepiej opisuje kryterium Van Rijna. W pobranych próbach najniższe zawartości osiągnęły frakcje 2-5 mm, 5-10 mm i 10-20 mm, i były one rzędu 1-4%. Przyjąłem, że podczas uruchamiania pojedynczych ziaren tych frakcji, których zawartość w próbach jest rzędu kilku % ma miejsce początek ruchu rumowiska wlezonego w Odrze. Dla frakcji 2-5 mm ($\theta_c=0,096-0,104$) i 5-10 mm ($\theta_c=0,045-0,048$) początek ruchu przebiega zgodnie z kryterium Shieldsa, a dla ziaren 10-20 mm naprężenia θ_c wynoszą 0,022-0,024 i są niższe od Shieldsa.

Zmiany morfologiczne badanego odcinka Środkowej Odry są przede wszystkim widoczne w profilu podłużnym [29,41,51,61,63,66,91]. Przeprowadziłem kompleksowe badania składu ziarnowego materiału tworzącego dno, obrukowania, głębokości dna, dynamiki oraz zasięgu erozji liniowej (**praca 2,3**). Umożliwiły one na wydzielenie 5 sektorów w Odrze, różniących się wielkością ziarna d_i , współczynnikiem wysortowania U oraz parametrem obrukowania P_{ob} . Jako grunt tworzący właściwe podłoże przyjąłem ziarno $d_{50p}=0,7 \text{ mm}$ (przed rozpoczęciem pracy stopnia w Brzegu Dolnym). Przez następne lata materiał denny ulegał wysortowaniu, a ziarno systematycznie się zwiększało. W latach 90-tych rozpocząłem badania gruntu tworzącego dno Odry i sporządziłem dla wydzielonych sektorów krzywe uziarnienia. W sektorze 1 (Brzeg Dolny-Malczyce) i 2 (Malczyce-Ścinawa) stwierdzono bardzo duży rozrzut granulacji rumowiska, natomiast poniżej Ścinawy

jest ono bardziej jednorodne, a ziarna zmniejszają się wraz z biegiem Odry. Między Brzegiem Dolnym a Malczycami średnica d_{50} zmieniała się w zakresie 1-40 mm, podczas gdy na odcinkach niżej położonych malała wyraźnie, wahając się pomiędzy 0,6 a 17 mm. Średnica d_{50} zmienia się wyraźnie między km 285 a 332, natomiast poniżej oscyluje przy 1 mm. Systematyczne zwiększanie się wielkości ziaren i obrukowanie jest wynikiem przerwania ciągłości transportu rumowiska poniżej stopnia wodnego, a rzeka próbuje osiągnąć nowy stan równowagi hydrodynamicznej [2,3,31,37,40,42,90]. Proces ten najwyraźniej uwidocznił się między Brzegiem Dolnym a Malczycami. Świadczy o tym parametr obrukowania $P_{ob}=d_{50k}/d_{50p}$ wyrażający iloraz ziarna końcowego d_{50k} i początkowego d_{50p} . W 2 lata po oddaniu stopnia Brzeg Dolny do eksploatacji parametr ten wynosił tylko 1,6. W ciągu 12 lat pracy tego stopnia (do 1970 r.) wyrażenie d_{50k}/d_{p50} zwiększyło się ponad dwukrotnie do 3,4. W roku 1996 parametr P_{ob} wzrósł kilkanaście razy do 21,3, co świadczy o wytworzeniu bardzo mocnej pokrywy dna (opancerzenia), odpornej na działanie strumienia wody. P_{ob} wyraźnie maleje w miarę oddalania od stopnia. Na odcinku 1 osiąga on wartość 21, natomiast między Ścinawą a Głogowem 1,3-2,3.

Wpływ rumowiska wlezonego na przeobrażenia w korycie rzeki Odry na odcinku swobodnie płynącym przedstawiłem w **pracy 2**. Odcinek ten, ze względu na brak następnego stopnia narażony jest na tworzenie się licznych przemiałów w postaci odsypisk piaszczysto-żwirowych. Formy te potrafią się przemieszczać na odległość od kilkudziesięciu do kilkuset metrów [7,20,23,76,77,85,94,101]. Potwierdzają to eksperymentalne badania autora i współpracowników na odcinku Odry w rejonie Malczyc, polegające na dozowaniu rumowiska wlezonego do rzeki o zmiennej granulacji 2-32 mm. Odległość transportu poszczególnych frakcji rumowiska wlezonego po dnie skonsolidowanym w wyniku sedymentacji jest dużo mniejsza niż w przypadku „dokarmiania”. Odcinek rzeki o długości 220 m podzielono na trzy sektory, i wypełniono kruszywem 2-8 mm, 8-16 mm i 16-32 mm. Na podstawie tych badań stwierdzono, że poszczególne frakcje przemieściły się na odległość od kilku (grube ziarna) do kilkudziesięciu metrów (drobne ziarna). Wskutek erozji dennej poniżej stopnia Brzegu Dolnym nastąpiło wymycie dużych ilości rumowiska, pogłębienie koryta w nurtowej części oraz znaczne zmniejszenie jego szerokości. Materiał ten został odłożony poniżej, tworząc przemiały utrudniające uprawianie żeglugi. Parametry koryta Odrzańskiej Drogi Wodnej, szczególnie między Brzeg Dolnym a Ścinawą zmieniły się na tyle, że obniżył się poziom wody, zmniejszyły się

głębokości wody i korespondujące z nimi głębokości tranzytowe. Zgodnie z przepisami dotyczącymi żeglugi, dla Odry swobodnie płynącej od śluzy Brzeg Dolny (km 283,5) do ujścia rzeki Nysy Łużyckiej (km 542,4) przypisano II klasę drogi wodnej o znaczeniu regionalnym. Wymagane parametry eksploatacyjne powinny zatem wynosić: szerokość szlaku 30 m, głębokość tranzytowa 1,8 m i promień łuku 300 m. Aby jednak głębokości tranzytowe były rzędu 1,8 m poniżej Brzegu Dolnego, przepływy powinny być w granicach $95 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w przekrojach Brzeg Dolny i Malczyce (304,8), oraz $110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w Ścinawie (km 332). Dla bezpiecznego uprawiania żeglugi turystycznej, wymagane głębokości rzędu 1,3 m mogą być zapewnione podczas przepływów $67 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w Brzegu Dolnym oraz $56 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w Malczycach i Ścinawie. W okresie 1997-2009, ilość dni w których była możliwa żegluga między Brzegiem Dolnym a Ścinawą zmieniała się w zakresie 121-304, w zależności od warunków hydrologicznych. Głębokości 1,80 m i wyższe, wymagane dla II klasy drogi wodnej, występowały w roku tylko przez 31-173 dni. Wg badań autora najmniejsze głębokości występowały w 3 miejscach: km 282,65; 299,1-300,5 i 329,8. Natomiast w okresie 2010-2015 zwiększyła się ilość płytkich miejsc z przemiałami, z 3 do 11: km 282,3-282,6; 311,2; 312,1; 315,4; 315,8; 317; 319,0; 332,0. Głębokości wody podczas niskich przepływów w tych lokalizacjach nie spełniały wymogów dla uprawiania żeglugi, i zmieniały się w okresie VI-X 2015 r.: 0 cm na dolnym stanowisku śluzy Brzeg Dolny i w km 296-301; 40-85 cm w km 311,2; 60-105 cm w km 312,1 i 75-105 cm w km 315,4.

W **pracy 3** prezentuję najważniejsze wyniki badań zmian korytotwórczych na odcinku Środkowej Odry. Zmiany dna analizowałem od 1925 roku, tj. 3 lata po oddaniu do pracy stopnia Rędzin, znajdującego się 20 km powyżej Brzegu Dolnego. W latach 1925-1930 dno rzeki obniżało się nieznacznie, 8 cm w Brzegu Dolnym i 9 cm w Malczycach. Natomiast w Ścinawie i Chobieni nie stwierdzono zmian w nurcie. Zmiany rzędnych dna w przekrojach wodowskazowych reprezentujących wydzielone sektory rzeki mają charakter krzywych II stopnia. W 31-letnim okresie (1930-1961) poziom dna w przekroju Brzegu Dolnym obniżył się o 1,15 m, w Malczycach o 0,57 m, w Ścinawie nie uległ zmianie, a w Chobieni podniósł się. Na odcinku Brzegu Dolnym-Malczyce nastąpiło wyraźne wyerodowanie rumowiska dennego, wskutek czego dno obniżyło się o 1,04 m, a pomiędzy Malczycami a Ścinawą o 0,57 m. Poniżej Ścinawy koryto Odry nie ulegało wyraźniejszym deformacjom. W latach 1961-1992 wpływ stopnia Brzegu Dolnym wyraźnie uwidocznił się na odcinkach 1 i 2:

dno obniżyło się odpowiednio o 1,61 m i 1,19 m, a w przekrojach wodowskazowych BD i Malczyce ca. 1,91 m i 1,60 m. Analiza zmian dna w nurcie pozwoliła określić dynamikę erozji $d_e=h/t$ (h głębokość, t czas). Parametr ten wyznaczono dla okresów 1930-1961 i 1961-1992 oraz przeliczono na 1 rok. Najwyższe wartości d_e stwierdzono w latach 1961-1992, zarówno w przekrojach, jak i na wydzielonych sektorach rzeki. W przekroju Brzegu Dolnym wynosiła ona w tym okresie 6,2 cm/rok i wzrosła około 1,7 razy w stosunku do okresu poprzedniego 1930-1961. Natomiast w przekroju Malczyce parametr d_e zwiększył się prawie 3 razy. Na poszczególnych odcinkach rzeki dynamika erozji również znacznie wzrosła, osiągając między Brzegiem Dolnym a Malczycami 5,2 cm/rok. W celu określenia zasięgu erozji dennej w Odrze przyjąłem jako zerowy poziom odniesienia z 1925 r., do którego porównywałem zmiany w profilu podłużnym z lat 1930, 1961, 1992, 1995/96 i 1997. W 1961 r. erozja objęła swoim zasięgiem odcinek do km 308, a w 1992 r. do km 332. Aktualne badania dna nie wykazały wydłużenia się odcinka erozji dennej. W aspekcie intensywnych zmian morfologicznych przeanalizowałem możliwości modernizacji zdegradowanego odcinka Odry swobodnie płynącej. Brak następnych stopni przyczynił się do intensywnej erozji dennej i obniżenia zwierciadła wody o ponad 3 m, uniemożliwiając żeglugę oraz pogarszając stosunki wodne w dolinie [24,47]. Odbudowa tego odcinka powinna polegać na uzupełnieniu ubytków erozyjnych oraz systematycznym „dokarmianiu” rumowiskiem wleczonym. Wykorzystałem tu doświadczenia z modernizacji Renu, Dunaju i Łaby [46,85,94,101], których przeniesienie na warunki polskie wymagało wykonania sondowań dna, pomiarów wody i rumowiska oraz eksperymentów „in situ” dozowania rumowiska wlezonego. Opracowano warianty odbudowy dna polegające na jego podniesieniu o 1 m w Malczycach, z malejącą głębokością w kierunku Ścinawy (20 cm). 250-metrowe odcinki między polami ostróg ograniczone zostaną progami z materiału $d_{50}=50$ mm lub gabionami, oraz wypełnione gruntem $d_{\min 50}=3-5$ mm, aby zapobiec wymyciu. Obliczenia numeryczne i badania na modelu fizycznym wykazały, że przy przepływie średnim $SSQ=190$ m³·s⁻¹ uruchomiane są ziarna 5 mm, a nadbudowana warstwa z materiału drobnego nie będzie dostatecznie odporna na rozmywanie podczas przepływów wezbraniowych. Ubytki powinny być uzupełniane w procesie „dokarmiania” rodzimym materiałem z rzeki o ziarnach nieco większych niż aktualne dno. Proponuję, aby przykryć nadbudowaną warstwę kruszywem 15-20 mm lub 24-

30 mm o miąższości 20 cm (sztuczne obrukowanie). Symulacje numeryczne wykazały, że będzie ono odporne na przepływy rzędu $Q_{20\%} \approx 850 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Ważnym zagadnieniem w ochronie ekosystemów wodnych jest przemieszczanie zanieczyszczeń akumulowanych przez osady denne. W **pracy 4** określiłem warunki transportu zanieczyszczeń wraz z rumowiskiem w rzece Widawie, która wpływa do Odry poniżej Wrocławia. Symulacje wykonałem za pomocą wykalibrowanego modelu HEC-RAS. Badania i geochemiczne analizy wskazują, że zanieczyszczenia są gromadzone głównie w osadach o wielkości ziarna do 0,20 mm [11,58]. Podstawowym źródłem zanieczyszczeń osadów w rzece Widawie jest spływ powierzchniowy ze zlewni oraz miejskie i przemysłowe ścieki [75,103,104]. Próby rumowiska podzieliłem na 8 frakcji, dla których określiłem koncentracje fosforu P. Fizyko-chemiczna analiza rumowiska z Widawy pokazała, że frakcje najdrobniejsze 0,063-0,1 mm i $d < 0,063$ mm zawierały najwięcej fosforu, odpowiednio 1,21 i 1,49 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Najmniej fosforu rzędu 0,31 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ odnotowano w grubszych frakcjach $d = 1-2$ mm. Cząstki osadów mniejsze od 0,20 mm zawierały najwięcej P, rzędu 73% (0,00352 $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$), a ziarna większe od 0,20 mm ca. 27% (0,0013 $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$). Opracowałem związek między koncentracją fosforu P a ziarnem d w postaci funkcji logarytmicznej $P = -0,335 \ln(d) + 0,3347$. Obliczenia początku ruchu oraz parametrów unoszenia dla każdej frakcji rumowiska wykonałem przy użyciu zmodyfikowanej krzywej Shieldsa oraz wg kryteriów Engelunda, Van Rijna i Bagnolda [22,81]. Początek ruchu najdrobniejszego rumowiska $d < 0,063$ mm wg Shieldsa rozpoczyna się po przekroczeniu głębokości wody 3 cm, a grubszych ziaren przy $h = 1,82$ m. Opracowałem także zależność całkowitego transportu rumowiska G_s oraz intensywności transportu fosforu G_p od natężenia przepływu wody Q. Z analiz wynika, że początek unoszenia osadów wraz z zanieczyszczeniami dobrze opisuje kryterium Engelunda [22]. Symulacje wykazały, że podczas średniego przepływu wody natężenie transportu zanieczyszczeń jest równe 2 $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$, a osadów 6 $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$. Określiłem graniczne prędkości wody dla poszczególnych frakcji rumowiska i zanieczyszczeń, przy których ma miejsce transport i sedymentacja.

W **pracy 5** przeprowadziłem obliczenia oporów ruchu i transportu rumowiska wleczonego w reprezentatywnym przekroju pomiarowym Chałupki na odcinku Górnej Odry. Przepływy korytowe zmieniały się w zakresie 10-550 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a parametr K_s/k_r był równy 0,6, 0,8 i 1. Z obliczeń wynika, podobnie jak w przypadku Środkowej Odry, że wg klasycznej formuły MPM ($Q_d/Q = 1$ i $K_s/K_r = 1$), transport jest wielokrotnie wyższy

niż przy uwzględnieniu realnych wartości K_s/K_r mniejszych od jedności tj. 0,6 i 0,8. Podczas przepływów rzędu $80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ transport wynosił dla wyrażenia $K_s/K_r=0,6 \div 0,8$ odpowiednio 20 i $190 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, natomiast dla $K_s/K_r=1$ ca. $400 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Przy wysokich przepływach $550 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ i dla $K_s/K_r=0,6 \div 0,8$ był odpowiednio 130 i $800 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, natomiast dla $K_s/K_r=1$ ok. $1600 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Współczynnik K_s określiłem w przekroju Chałupki dla przepływów mieszczących się w korycie głównym, które generalnie mają miejsce przez cały rok hydrologiczny (lata 1967-1981). K_s zmieniał się od 26-38 dla przepływów rzędu $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, do 30-36 dla przepływów $325 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Pomiary materiału dennego z wierzchniej warstwy wykazały, że zalegają tu ziarna 15-25 mm, dla których K_r przyjmuje wartości 40-43. Na tej podstawie parametr K_s/K_r zmieniał się w zakresie 0,60-0,95.

Przeprowadziłem obliczenia przepływu brzegotwórczego Q_{bt} dla meandrującego odcinka Górnej Odry, gdzie mają miejsce dynamiczne zmiany korytowe (**praca 6**). Impulsem do tego były wyniki prac wielu autorów, wskazujące na konieczność indywidualnego rozpatrywania tego typu zagadnień dla konkretnej rzeki oraz ciągłe i dynamiczne zmiany w morfologii chronionego obszaru Odry. Uniwersalne podejście do tego zagadnienia może prowadzić do zbyt dużych uogólnień oraz niedokładności wyników i wzorów. Potwierdzeniem tego, jak ważne jest to zagadnienie dla budownictwa wodnego, regulacji oraz ochrony ekosystemów, fauny i flory, są liczne prace naukowe z tej tematyki [9,12,49,64,76,77]. Istnieje wiele formuł do wyznaczania przepływu Q_{bt} , z których wynika, że największe natężenie transportu rumowiska wlezonego ma miejsce podczas przepływów o prawdopodobieństwie wystąpienia 50%. Długookresowe zmiany morfologiczne są skutkiem przepływów niższych od brzegowego, a częstotliwość ich pojawiania pełni zasadniczą rolę w charakterze tych zmian. W oparciu o własne, wieloletnie badania, stwierdzam, że jednym z głównych elementów wpływających na zmiany kształtu i trasy koryta rzeki jest wielkość i częstość określonego przepływu wody i rumowiska. Przepływ Q_{bt} charakteryzuje się tym, że najsilniej wpływa na formowanie się koryta. Najbardziej aktywne i widoczne w krótkim okresie pod tym względem są stany wezbraniowe i zatorowe. Odpowiadają im najwyższe wartości siły poruszającej τ_h pochodzącej od strumienia wody. Należy jednak dodać, że maksymalne przepływy i stany wód występują rzadko, natomiast niskie i średnie wody, zdarzające się częściej i trwające dłużej (przez cały rok hydrologiczny), intensywniej kształtują morfologię koryta. Dla

wyznaczenia przepływu Q_{bt} potrzebne są charakterystyki dotyczące zarówno wielkości frakcji rumowiska, jego natężenia transportu, a także charakterystyki dotyczące przepływów i głębokości wody. Ze względu na brak wyników pomiarów transportu rumowiska w rzece wprowadziłem uproszczenie w metodzie wyznaczania stanu brzegotwórczego H_{bt} . Zastąpiłem wielkość transportu rumowiska przez objętość wody, a stan H_{bt} wyznaczyłem jako maksymalny iloczyn przepływu wody Q i częstotliwości jego wystąpienia T . Z analizy materiałów historycznych dla odcinka Odry w rejonie meandrów granicznych wynika, że przebieg oraz przyczyny zmian korytotwórczych pod kątem hydrologiczno-hydraulicznym nie były dotąd analizowane. W celu oceny H_{bt} i Q_{bt} wykorzystałem metodę bazującą na krzywej gęstości częstości przepływów $g=f(Q)$ oraz krzywej iloczynów gęstości i przepływu gQ . Wartość maksymalna iloczynu gQ wyznacza przepływ korytotwórczy Q_{bt} . Obliczenia przepływu Q_{bt} dla odcinka Górnej Odry wykonałem dla okresu 1971-1981 (5 lat po przerwaniu nasady meandra III) oraz 2001-2005 (4 lata po przerwaniu nasady meandra I). Analizie poddałem pomiary stanów i przepływów wody w przekroju Chałupki (km 20,7). W oparciu o histogramy gęstości częstości przepływów określiłem wartość Q_{bt} na badanym odcinku rzeki, który mieści się w zakresie 20-30 $m^3 \cdot s^{-1}$. Przepływ korytotwórczy wyznaczony w oparciu o historyczne stany i przepływy wody w Górnej Odrze jest znacznie niższy niż obliczony z innych formuł. Niektóre z nich dają wyniki nawet kilkanaście razy wyższe, przepływ Q_{bt} wyznaczony z formuły Bray'a wynosi nawet 345 $m^3 \cdot s^{-1}$, co odpowiada Q o prawdopodobieństwie wystąpienia 50%. Wg innych przepływ Q_{bt} jest oceniany na poziomie przepływu średniego z wielolecia SSQ. Dla Odry w rejonie meandrów SSQ wynosi 44 $m^3 \cdot s^{-1}$ i jest dwukrotnie wyższy od oszacowanego przez autora. Proponuję, aby dla tego odcinka rzeki przyjmować wartość przepływu $Q_{bt}=(0,5 \div 0,7)SSQ$.

W **pracach 7,8** przedstawiłem wyniki badań przeobrażeń oraz zmiany jakości rumowiska i wody w korycie Górnej Odry. Wieloletnie pomiary wykazały, że mają tu miejsce intensywne procesy fluwialne [95,100,102]. Są one ciekawe, gdyż dotyczą obszaru chronionego, z unikalnymi w tej części Europy naturalnymi meandrami [59]. Na skutek powodzi nastąpiło przerwanie meandra III (1966 r.) i I (1997 r.) oraz znaczne skrócenie trasy rzeki i 2-krotny wzrost spadku dna. Istotny wpływ na zmianę reżimu rzeki oraz na przebieg erozji i sedymentacji rumowiska miały tu również prace dotyczące ubezpieczenia brzegów koryta [50,78]. Spowodowały one istotny wzrost spadku podłużnego rzeki oraz masową erozję denną i brzegową. Całkowite

wyłączenie z przepływu tych dwóch meandrów spowodowało zmiany w ekosystemie. Zwiększyła się różnorodność biologiczna oraz pojawiły się nowe gatunki fauny i flory. Jednak wskutek zmian, jakie tu nastąpiły, została naruszona równowaga hydrodynamiczna rzeki, która w przyszłości będzie skutkować następnymi przerwami [13,17]. W swoich pracach naukowych i opracowaniach na rzecz gospodarki analizuję potencjalne miejsca zmian korytotwórczych w postaci wyrw i przerwań brzegów, a także przyczyny, które je wywołują. W ramach tych zagadnień podjąłem się m.in. analizy przejścia fali wezbraniowej z 1997 roku na tym odcinku oraz jej skutków. W przekroju Chałupki miała ona wysokość 8 m oraz maksymalne natężenie $2160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Wystąpił wówczas masowy transport rumowiska drobnego i grubego w dół rzeki. Duża jego część osadziła się na wlocie do meandra nr I, który jest newralgicznym miejscem tego odcinka. Z analizy porównawczej uziarnienia gruntu tworzącego dno rzeki sprzed i po powodzi 1997, wynika, że zawartość piasków i żwirów zmniejszyła się odpowiednio o 4% (z 16 do 12%) i 21% (z 39 do 18%), otoczków zwiększyła się o 3% (z 45 do 48%), a kamieni wynosi 22%. Wskutek tej katastrofalnej powodzi oraz mniejszych w 2001, 2002, 2005, 2006 i 2007 [15,33,34] nastąpiło zintensyfikowanie procesu obrukowania [79,80,86]. Badania własne wskazują na znaczne jego pogrubienie w stosunku do okresu sprzed powodzi 1997 oraz wytworzenie pokrywy o grubości dochodzącej do 10 cm ($d_{50\%}=4,7$ cm, $d_{95\%}=9,4$ cm). Rumowisko denne pobierano metodą zamrażania w profilu do głębokości 40 cm, z podziałem na 10-cm warstwy. Próby „in situ” poddawano analizie sitowej i określano wielkość ziaren. Stwierdzono, że pod pokrywą bruku znajduje się drobniejszy materiał, którego wielkość wynosiła $d_{50\%}=4,1$ cm i $d_{95\%}=7,3$ cm w warstwie na głębokości 10-20 cm oraz $d_{50\%}=2,3-2,8$ cm i $d_{95\%}=6,0-6,2$ cm w warstwie 20-40 cm. Badaniami deformacji koryta odcinka Górnej Odry w rejonie meandrów zajmowałem się przez ostatnie kilkanaście lat, w aspekcie wystąpienia przerwań następnych zakoli, prostowania trasy oraz degradacji ekosystemu, flory i fauny. Z badań wynika, że na odcinku meandrów wskutek wezbrań oraz całorocznych przepływów korytotwórczych i wyższych wytworzyły się odsypiska, wyspy, wyrwy, nowe koryta. Szczególnie niekorzystne są odsypiska i wyspy poniżej mostu Chałupki-Bohumin na odcinku wlotowym do meandra nr I. Zmniejszają przekrój oraz odchylają strumień, który kierowany jest na prawy brzeg, aktualnie intensywnie rozmywany. Badania uszkodzeń brzegów w postaci wyrw, zarówno po polskiej jak i czeskiej stronie wykazały, że w ostatnich kilkunastu latach powstało aż

10, a ich długości zmieniały się od kilkunastu do kilkuset metrów. Analiza zmian trasy rzeki w okresie 1741-2017 wykazała, że po 28 latach tj. w roku 1769 nastąpiło przerwanie prawego brzegu na wlocie do meandra nr I, skrócenie trasy i przesunięcie koryta w prawo. W roku 1829 meandry nr I i III przesunęły się w górę rzeki, która skróciła swój bieg. Na przełomie lat 1912/13 największe zmiany miały miejsce w rejonie meandra nr II, III, IV i V, rzeka wyraźnie przesunęła się w prawo w stosunku do trasy z 1741 r. W roku 1966 nastąpiło przerwanie meandra nr III, a od 1994 obserwuje się stopniowe zanikanie jego starej odnogi. W 1997 r. meander nr I zostaje rozmyty i tworzy się nowe koryto, a od 2011 do chwili obecnej obserwuje się zanik starego koryta meandra nr I, jego zamulanie i zarastanie.

Zagadnienie transportu rumowiska oraz zmiany morfologiczne na odcinku Górnej Odry między Chałupkami i Olzą nabierają ważności w kontekście obecnie planowanej przebudowy rzeki dla potrzeb żeglugi. Ma ona polegać na wydłużeniu Odrzańskiej Drogi Wodnej o transgraniczny odcinek od Kędzierzyna-Koźle, poprzez meandry do Ostrawy, i połączeniu kanałami żeglugowymi Odry z Dunajem, Łabą i Wisłą. Badania, jakie wykonałem na wlocie do meandra I w okresie 2004-2012 (tj. po powodziach w 1997 oraz 2010) wykazały, że w okresie 1997-2004 odsypiska i wyspy przy polskim lewym brzegu miały długość 300 m i 70 m szerokości (**praca 7**). Po 2012 roku ich długość zwiększyła się znacznie, bo do 570 m, a średni przyrost jej wielkości wyniósł 38 m/rok. Pochodną tak intensywnych procesów morfologicznych jest dalszy rozwój bioróżnorodności, powstawanie nowych siedlisk oraz gatunków fauny i flory, znajdujących się na listach Dyrektyw Unijnych w ramach Natura 2000. Zająłem się również analizą zmian jakości osadów i wody (**praca 8**). Jakość osadów sukcesywnie polepsza się, podobnie jak wód powierzchniowych. Wartości temperatury wody, odczynu, azotu i przewodnictwa elektrolitycznego nie przekraczają klasy I. Stężenie tlenu rozpuszczonego, BZT₅, całkowitego azotu i fosforu ogólnego kwalifikują wody Odry do klasy II. Wszystkie inne wskaźniki, takie jak całkowite zmaczenie oraz azotany przekraczają dopuszczalne poziomy wskaźników dla wody klasy II. Ze względu na zawartość azotanów są one mocno eutroficzne. Należy uznać, że wody Odry nie są wrażliwe na zanieczyszczenia związkami azotowymi pochodzącymi z rolniczych źródeł. Takie wskaźniki jak temperatura wody, tlen rozpuszczony, odczyn, azotyny i azot amonowy odpowiadają wymaganiom wód śródlądowych będących środowiskiem ryb łososiowatych.

2.4. Wnioski

1. Udział rumowiska wleczonego w całej masie maleje wraz ze wzrostem przepływu wody i zmienia się od 25% do 18%. Im wyższe prędkości i przepływy wody, tym więcej materiału porusza się jako rumowisko unoszone, a mniej jako wleczone.
2. Rozpoznano granulometrię materiału tworzącego dno Środkowej Odry poniżej Brzegu Dolnego oraz na odcinku meandrów Górnej Odry, zmienność wielkości ziarna w kierunku ujścia oraz tworzenie się i stan aktualny opancerzonej warstwy. Pozwoliło to na wydzielenie pięciu charakterystycznych sektorów w Środkowej Odrze, różniących się średnicą rumowiska, współczynnikiem wysortowania i parametrem obrukowania.
3. Pomiary terenowe rumowiska i analiza naprężeń stycznych są podstawę oceny wielkości przepływu niszczącego opancerzenie dna w Odrze.
4. Rozkłady wleczenia w przekrojach Odry pozwalają na wyznaczenie szerokości aktywnego pasa wleczenia. Kształtuje się on na poziomie 50-60 m i stanowi 50-60% szerokości rzeki w zwierciadle wody średniej.
5. Pomiary rumowiska wleczonego w Odrze pozwoliły określić jego intensywność oraz zmienność w zależności od panujących warunków hydraulicznych.
6. Związki między prędkością średnią a przeciętną wielkością rumowiska umożliwiają określenie rodzaju form dennych w korycie Odry. Wydmy kształtują się przy przepływach rzędu $130 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, fale piaskowe i forma przejściowa przy $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a dno płaskie z masowym ruchem rumowiska przy wezbraniach $500-700 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
7. Istnieją mocne zależności w postaci funkcji liniowych między wielkością ziarna rumowiska wleczonego a natężeniem przepływu wody oraz między prędkością średnią a intensywnością wleczenia.
8. Prędkości przydenne mają istotny wpływ na odrywanie i przemieszczanie ziaren w postaci rumowiska wleczonego. Wraz z natężeniem przepływu wody, głębokościami oraz granulometrią stanowią najważniejsze parametry decydujące o natężeniu i zmienności transportu rumowiska w Odrze.
9. Porównując rzeczywiste wartości parametru K_s/K_r z krzywymi Yalina-Rameza dla Odry swobodnie płynącej, należy stwierdzić, że ziarna 2 mm są najbardziej charakterystyczne dla transportu rumowiska wleczonego.

10. Parametr K_s/K_r wpływa na transport rumowiska wlezonego, redukuje spadek zwierciadła wody i uwzględnia konfigurację dna. W przypadku Odry rzeczywiste wartości tego parametru są znacznie mniejsze od 1, i zależą przede wszystkim od wielkości ziarna, a w mniejszym stopniu od szerokości aktywnego pasa i spadku zwierciadła wody.
11. Pomiary transportu rumowiska oraz analiza rzeczywistych współczynników oporu umożliwiają zaakceptowanie formuły Meyera-Petera i Müllera do szacowania intensywności wleczenia w Odrze.
12. Przepływ korytotwórczy Q_{bt} odpowiedzialny za wieloletnie zmiany morfologiczne na meandrującym odcinku Górnej Odry mieści się w zakresie $20-30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co odpowiada $(0,5 \div 0,7)SSQ$ i jest znacznie niższy niż obliczony z innych formuł.
13. Wraz z transportowanym rumowiskiem przemieszczają się zanieczyszczenia. Ziarna o średnicach mniejszych od 0,20 mm kumulują ok. 70% fosforu, a większe 30%. Istnieje mocny związek między koncentracją fosforu a wielkością ziaren rumowiska poruszającego się w strumieniu wody.

3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W mojej działalności naukowej, oprócz zainteresowań związanych z transportem rumowiska i morfologią rzek, zajmowałem się również przepustowością koryt, ochroną od powodzi, ochroną ryb w obrębie budowli, energetycznym wykorzystaniem rzek oraz zanieczyszczeniami, jakością wód i zamulaniem zbiorników.

3.1. Wykaz wybranych publikacji (poza cyklem)

W wybranych 10 publikacjach przedstawiłem wyniki oryginalnych badań wykonanych po otrzymaniu stopnia doktora, sumaryczny IF wynosi **2,975**, a łączna liczba punktów **103**.

Tabela 2

Wykaz pozostałych publikacji (poza cyklem)

Nr	Tytuł publikacji	Udział*	IF	Pkt
1	Parzonka W., Głowski R., Kasperek R. 2006. Ocena przepustowości doliny Górnej Odry między Chałupkami a ujściem Olzy. <i>Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich</i> , 4(2), 109-118.	70% 2,5,6,8	-	6
2	Kasperek R. , Wiatkowski M., Rosik-Dulewska Cz. 2015. Investigations of Hydrological Regime Changes in an Area Adjacent to a Mine of Rock Raw Materials. <i>Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set of Environment Protection)</i> , 17(1), 256-274.	70% 2,3,4,5,6,8,9	0,808	15
3	Bobrowski P., Trybuś P., Kasperek R. 2015. Redukcja fali wezbraniowej na rzece Kaczawa za pomocą suchego zbiornika Rzymówka. <i>Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum</i> , 14(1), 29-42.	33% 8,9,10	-	9
4	Kasperek R. , Wiatkowski M. 2008. Terenowe badania funkcjonowania przepławki dla ryb na zbiorniku Michalice. <i>Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set of Environment Protection)</i> , 10, 613-622.	40% 1,5,6,9	-	6
5	Wiatkowski M., Kasperek R. 2012. Initial Assessment of the Power Generation Potential of Selected Hydropower Plants in the Dolnoslaskie and Opolskie Provinces. <i>Proceedings of ECOpole</i> , 6(2), 553-558.	70% 1,3,4,5,7,8,9	-	5
6	Kasperek R. , Wiatkowski M. 2014. Hydropower Generation on the River Nysa Kłodzka. <i>Ecological Chemistry and Engineering S</i> , 21(2), 327-336.	70% 1,2,3,5,6,8,9	0,553	15
7	Gąsiorek J., Kasperek R. , Sołtys J., Wiatkowski M. 2006. Hydroenergetyczny potencjał rzeki Kwisy. Część II. Ocena bilansu energetycznego rzeki Kwisy. W: <i>Natura. Odnawialne źródła energii</i> . Małecki A. (redakcja), Zeszyt Nr 13, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi, 207-215.	50% 1,2,7,9	-	3
8	Wiatkowski M., Rosik-Dulewska Cz., Kuczewski K., Kasperek R. 2013. Ocena jakości wody zbiornika Włodzienin w pierwszym roku funkcjonowania. <i>Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set of Environment Protection)</i> , 15(3), 2666-2682.	20% 9,10	0,806	15
9	Wiatkowski M., Rosik-Dulewska Cz., Kasperek R. 2015. Inflow of Pollutants to the Bukówka Drinking Water Reservoir from the Transboundary Bóbr River Basin. <i>Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set of Environment Protection)</i> , 17(1), 316-336.	20% 9,10	0,808	15
10	Głowski R., Kasperek R. 2017. The Grain Size Distribution of Settled Sediment within Storage Reservoir Otmuchów. <i>Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW Land Reclamation</i> , 49(1), 3-14.	30% 1,6,10	-	14
Razem			2,975	103

*Udział własny habilitanta: 1-przegląd literatury, 2–inicjator tematyki, 3–autor tematyki, 4–opracowanie metodyki, 5–nadzór naukowy nad badaniami, 6–wykonanie badań, 7–analiza wyników, 8–opracowanie wniosków, 9–redakcja tekstu, 10–redakcja graficzna.

3.2. Przepustowość koryt rzecznych i ochrona od powodzi

Obecne wymagania stawiane zasadom utrzymania cieków podczas przepływu wód związane są m.in. z zapewnieniem odpowiedniej ich jakości oraz stanu przyrodniczo-technicznego koryta (Dyrektywa Wodna UE). Wpływają na to m.in. elementy morfologiczne, hydraulika przepływu oraz fauna i flora. Ze względu na ważność przedsięwzięć dotyczących gospodarki wodnej i ochrony od powodzi, moje zainteresowania naukowo-badawcze skupiały się także na hydraulice rzecznej. Precyzyjne szacowanie parametrów hydraulicznych strumienia jest podstawą podejmowania właściwych rozwiązań i technologii wykonania. W pracach naukowych przedstawiłem wyniki analiz dotyczących przepustowości koryt i terenów zalewowych, a także budowli hydrotechnicznych i inżynierskich (jazy, zbiorniki z urządzeniami zrzutowymi, przepusty, mosty). Brałem pod uwagę również oddziaływanie form korytowych, zamulenie starorzeczy oraz roślinność. W **pracy 1** oceniłem przepustowość koryta Górnej Odry wraz z międzywalem oraz mostami na odcinku Chałupki-Olza. Rzeka znajduje się tu pod silnym wpływem człowieka (obwałowania i zabudowa mostami). Tuż poniżej tej zabudowy występują unikalne meandry, z których dwa wskutek powodzi zostały przerwane. Powstały dwa nowe koryta o szerokości zbliżonej do starych, które obecnie tworzą bystrza i prowadzą całą wodę w strefie niskich i średnich przepływów. Formy korytowe deformują tu warunki hydrauliczne oraz znacznie ograniczają przepustowość koryta. Dodatkowo, tworzące się wyspy wraz z roślinnością odchylają strumień w kierunku nowego koryta meandra nr I wskutek czego stara odnoga jest zamulane rumowiskiem, a panujące w nowym korycie wysokie prędkości rozmywają brzegi i dno. Pomiar morfologii i hydrauliki wykazały, że wyspy, odsypiska i gęsta roślinność w korycie Odry mają decydujący wpływ na opory ruchu w całej strefie przepływów. Analiza spadku zwierciadła wody, uwzględniająca zmiany morfologiczne w rzece wykazała, że w strefie stanów niskich, średnich i wysokich kształtował się on odpowiednio na poziomie 0,57‰, 0,50-0,55‰ i 0,35-0,42‰. Na podstawie tych spadków oszacowałem wartości globalnego współczynnika szorstkości dla koryta głównego i terenów zalewowych: $32-35 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ w strefie stanów niskich, $30-32 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ w strefie stanów średnich oraz $40-45 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ w strefie stanów wysokich. Przeprowadziłem obliczenia przepustowości starego koryta meandra nr I w trzech wariantach. Pierwszy z nich dotyczył sytuacji sprzed powodzi w 1997 r., kiedy nie było ono zamulone i zarośnięte. Z analiz wynika, że mogło ono prowadzić nawet do $525 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

(w strefie stanów wysokich). Obecnie, kiedy jest ono intensywnie zamulone (wariant II bez uwzględnienia wzrostu oporów pochodzących od roślinności) może prowadzić maksymalnie $435 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W trzecim wariantcie, który uwzględnia wpływ zamulenia oraz roślinności, przepustowość koryta obniża się o połowę, tj. do $250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W strefie stanów niskich (Q do $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) stara odnoga nie prowadzi wody, a w strefie stanów średnich (do $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) maksymalnie do $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W **pracy 2** badałem stosunki wodne w cieku Struga, lewym dopływie Odry. Zagadnienie o tyle ciekawe, gdyż ciek ten prowadzi głównie wody będące zrzutami z kopalni kamienia. Do najistotniejszych skutków eksploatacji, jakie powoduje górnictwo odkrywkowe należy zajmowanie i przekształcanie terenów pod działalność górnictwem oraz zmianę stosunków wodnych wskutek odwodnienia. Lej depresji powoduje zmniejszanie się przepływu w cieku, obniża poziom wód gruntowych, pogarsza uwilgotnienie i plonowanie gleb. Natomiast, dzięki zrzutom wody z kopalni, możliwa jest ciągłość ekologiczna cieku, rozwój ekosystemu oraz zapewnienie określonej ilości wody dla celów m.in. rolniczych, hodowlanych (stawy rybne) i przeciwpożarowych. W pracy zawarłem wyniki pomiarów w rzece, analizę opadów i hydrologiczne obliczenia dopływu wód powierzchniowych ze zlewni i z zrzutu wód kopalnianych, hydrauliczne obliczenia przepustowości koryta i numeryczne symulacje położenia zwierciadła wody. Na podstawie analizy porównawczej zrzutów wód kopalnianych Q_z oraz własnych przepływów rzeki stwierdzono, że w przypadku wystąpienia przepływów średnich SQ , zrzuty Q_z są 4-11 razy wyższe od SQ , a w przypadku wystąpienia przepływów najdłużej trwających NTQ zrzuty Q_z są 8-24 razy wyższe od NTQ . Zrzuty wód kopalnianych z jej odwodnienia uzupełniają niedobory wód powierzchniowych, spowodowane szczelinową budową podłoża (wapień triasowe) oraz niskimi opadami. Pomiar przepływu wskazuje, że ilość wody wraz z jej biegiem nie zmienia się, a nawet zmniejsza się. Spowodowane jest to specyficzną budową geologiczną tego terenu (uskoki, leje i rozłamy, powodujące odpływ wód powierzchniowych w głąb podłoża). Obliczenia przepustowości Strugi oraz symulacje położenia zwierciadła wody wzdłuż całego jej odcinka wskazują na to, że podczas maksymalnych przepływów własnych ze zlewni o prawdopodobieństwie 20% wraz z zrzutami z kopalni (rzędu $140,000 \text{ m}^3 \cdot \text{doba}^{-1}$) nie będzie podtopień terenów przyległych, a zwierciadło wody będzie się mieścić w korycie rzeki.

W **pracy 3** omawiam zagadnienie redukcji fali wezbraniowej oraz jej potencjalne skutki dla doliny. Na przykładzie rzeki Kaczawy oraz suchego zbiornika Rzymówka

przewidzianego do realizacji przeanalizowałem transformację fali w oparciu o metodę Pulsa. Wykorzystując hydrogramy fal hipotetycznych, krzywą pojemności zbiornika i wydatku urządzeń zrzutowych przeprowadziłem obliczenia przejścia wezbrania na poziomie przepływu miarodajnego, kontrolnego i wody 1%. Redukcja tych fal wyniosła odpowiednio 53%, 41% i 22%, i pomimo stosunkowo małej pojemności zbiornika, wyniki należy uznać jako zadowalające.

3.3. Ochrona ryb oraz energetyczne wykorzystanie rzek

Zabudowa rzek budowlami piętrzącymi i elektrowniami wodnymi z jednej strony pozwala zwiększać produkcję energii odnawialnej, natomiast z drugiej stwarza trudności w migracji ryb [35,45]. W **pracy 4** na przykładzie zbiornika Michalice na Widawie przeanalizowałem najważniejsze parametry mające wpływ na poprawne funkcjonowanie przepławki. Z badań wynika, że prędkości wody wzdłuż przepławki są zróżnicowane. Występują zarówno strefy o szybko płynącej wodzie, jak i strefy spokoju, gdzie ryby mogą odpoczywać. Najniższe prędkości są rzędu $0,06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a najwyższe dochodzą do $0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Nurt w niektórych komorach zanika, co może prowadzić do utraty orientacji przez ryby. Różnice położenia zwierciadła wody w poszczególnych komorach są za wysokie (23-57 cm), przez co ryby mają trudności z migracją do wyższych komór. Przelewy w przegrodach między komorami są niezatopione i działają prawidłowo. Głębokości wody są bardzo zróżnicowane 3-42 cm i są zdecydowanie za małe dla prawidłowego bytowania i migracji ryb w rzece. Taka sytuacja jest wynikiem zbyt małej ilości wody kierowanej ze zbiornika na przepławkę (kilkadziesiąt litrów). Badania fizykochemiczne wody w przepławce wskazują, że odczyn jest alkaliczny, a zawartość rozpuszczonego tlenu w wodzie 8-9 $\text{mg O}_2\text{dm}^{-3}$. Nasylenie tlenem jest najwyższe w komorach naświetlonych, a najniższe w zacienionych. W okresie 2007-2008 wspólnie ze współpracownikami zrealizowałem innowacyjny projekt „Badania skuteczności urządzeń do kierowania zachowaniem się ryb na wlotach do ujęć wody i przepławek” w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Rybołówstwo i Przetwórstwo Ryb 2004-2006. Badania dotyczyły zarówno eksperymentów w laboratorium wodnym na modelach fizycznych, jak i terenowych na wybranych budowlach hydrotechnicznych, m.in. na jazie Krzywianiec (rzeka Bóbr). Prowadziłem testy dla różnych warunków hydraulicznych w korytach pomiarowych oraz dla różnych natężeń prądu w barierach elektryczno-elektronicznych w celu obserwacji i oceny zachowania wybranych gatunków ryb.

Wynikiem tych badań są wytyczne oraz urządzenia-bariery służące do ochrony ryb w obrębie budowli wodnych, mające je kierować na przepławki bądź odstraszać od zamknięć jazowych i turbin w elektrowniach wodnych.

W **pracach 5 i 6** przedstawiłem wyniki badań dotyczących potencjału energetycznego wybranych rzek regionu opolskiego i dolnośląskiego. Ze względu na nasze członkostwo w UE i dyrektywy PE jesteśmy zobowiązani do roku 2020 produkować 15% energii z OZE. Udział energii odnawialnej w krajowym zużyciu energii (150 TWh) wynosił: 8,6 TWh w roku 2009 (5,7%) oraz 12 TWh w 2011 (8%). Przebadalem wybrane rzeki tj. Odrę, Nysę Kłodzką i Nysę Łużycką pod kątem ich hydroenergetycznego wykorzystania i wytypowałem odpowiednie lokalizacje. Z obliczeń wynika, że dla proponowanych miejsc pod elektrownie sumaryczna moc i produkcja energii będzie na poziomie 21,653 MW i 189,6 GWh/rok. Badania hydroenergetyczne Nysy Kłodzkiej wykazały, że istnieje tam osiem lokalizacji, gdzie można wybudować elektrownie o mocach zainstalowanych od 319 do 1717 kW, a roczna produkcja energii wyniosłaby 37,5 GWh. Wzrost mocy i produkcji energii wskutek potencjalnej budowy nowych elektrowni w stosunku do aktualnego stanu byłby na poziomie 50%. Wyniki analizy hydroenergetycznego wykorzystania rzeki Kwisy przedstawiłem w **pracy 7**. Oszacowałem, że moc aktualnie tam pracujących MEW wynosi 7,8 MW, a przez odtworzenie starych i budowę nowych można uzyskać dodatkowo 8,66 MW. Rozwój MEW w tym regionie wyrówna przepływy w rzekach, zmniejszy zagrożenie powodziowe oraz poprawi ich stan ekologiczny. Produkcja 1 GWh to oszczędność 800 t węgla, zmniejszenie emisji 15 t tlenków siarki, 1500 t dwutlenku węgla, 5 t tlenków azotu oraz produkcji 160 t żużli i popiołów.

3.4. Zanieczyszczenia, jakość wód i zamulanie zbiorników

Podczas eksploatacji zbiorników wodnych dostają się do nich duże ilości osadów, substancji biogennych oraz zanieczyszczeń, które w znaczący sposób mogą wpływać na ich funkcjonowanie [11,26,27,44,53]. Na skutek tych procesów może nastąpić m.in. eutrofizacja wód zbiornika i jego zamulenie. W **pracy 8** oceniłem jakość wody w zbiorniku Włodzienin na rzece Troja. Wody te ze względu na ilość azotanów, BZT₅ i zawiesinę ogólną przekroczyły II klasę jakości. Po przejściu wód przez zbiornik ich jakość ulega poprawie, zmniejsza się zawartość azotanów i fosforanów, BZT₅ i zawiesiny ogólnej. Ważnym zagadnieniem pozostaje także zarządzanie i gospodarowanie wodami na obszarach transgranicznych UE. W **pracy**

9 badałem dopływ zanieczyszczeń z obszaru Polski i Czech, ze zlewni rzeki Bóbr do zbiornika Bukówka. Ze względu na wysokie stężenia fosforanów, BZT5 i zawiesiny ogólnej, graniczne wartości wskaźników dla klasy II są przekroczone. Stwierdzono, że badane wody z tego terenu nie są wrażliwe na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych, a zlewnia posiada małą podatność ich na uruchomienie. Z punktu widzenia procesu eutrofizacji odnotowano tu wysokie stężenia fosforu, pochodzącego ze ścieków bytowych. Wody zbiornika Bukówka nie nadają się do bytowania ryb. Natomiast ocena przydatności wody odpływającej ze zbiornika w celach spożywczych wykazała, że nie zostały przekroczone dopuszczalne wartości temperatury, przewodności, azotanów i amoniaku. Badania wykazały korzystny wpływ zbiornika na zmiany jakości wód tych cieków oraz ważności monitoringu hydrologicznego i jakościowego na obszarach transgranicznych na rzecz ochrony i prowadzenia racjonalnej gospodarki wodno-ściekowej. Istotnym elementem właściwego funkcjonowania zbiorników jest znajomość charakterystyk osadów oraz wskaźników zamulenia [6,38,48,54,55,58,89,96]. Autor zajął się tą tematyką w **pracy 10**, gdzie na przykładzie zbiornika Otmuchów na Nysie Kłodzkiej przeanalizował segregację rumowiska. Ze względu na jego położenie, w czaszy osadzana jest znaczna ilość rumowiska transportowanego przez rzekę. Po powodzi w 1997 dla zwiększenia rezerwy powodziowej zbiornika wprowadzono letni i zimowy poziom piętrzenia. Utrzymywanie letniego poziomu powoduje, że przez znaczną część roku zbiornik pracuje w warunkach obniżonego zwierciadła wody, a skutkiem jest zamulanie jego w cofkowej części, rozwój roślinności intensyfikującej dalszą sedymentację oraz utrata pojemności. Wyniki badań pozwoliły na określenie rozkładu osadów w czaszy oraz parametrów, przy których następuje przemieszczanie frakcji materiału dennego (erozja hydrauliczna).

3.5. Programy, projekty badawcze, współpraca, staże naukowe

Kierowałem **2 projektami badawczymi KBN i NCN** „Pomiary procesów morfodynamicznych kształtujących koryto rzeki Odry Górskiej na odcinku od Chałupek (km 20) do ujścia Olzy (km 28)”, 2004-2007 (Nr 2 P06S 059 27) oraz „Badania procesu karmienia Odry w rumowisko wleczone poniżej stopnia piętrzącego Malczyce w oparciu o model hydrauliczny i o symulacje komputerowe”, 2010-2013 (Nr 3348/B/P01/2010/39). Wyniki przedstawiałem na konferencjach, publikowałem artykuły oraz aplikowałem w praktyce. Pozwoliły one na podjęcie

działań służących m.in. zabezpieczeniu koryta na meandrującym odcinku Górnej Odry oraz zahamowaniu erozji i odbudowie dna na odcinku Środkowej Odry.

Brałem udział jako wykonawca i ekspert w **2 międzynarodowych i 4 krajowych programach badawczych**: V Ramowy Program Unii Europejskiej WP9 (2003-2004); Międzynarodowy Program POLONIUM (1999-2001); Sektorowy Program Operacyjny Rybołówstwo i przetwórstwo ryb 2004-2006, Działania innowacyjne i inne; Sektorowy Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2007-2013, Priorytet XIII, Działanie 13.1.; Sektorowy Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2007-2013 "Zwiększenie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych"; Program Innowacyjna Gospodarka 2007-2013.

Uczestniczyłem w realizacji **4 międzynarodowych** (wykonawca) i **10 krajowych projektach badawczych** (kierownik 2 i wykonawca 8 projektów). W latach 2007-2008 byłem wykonawcą projektu „Badania skuteczności urządzeń do kierowania zachowaniem się ryb na wlotach do ujęć wody i przepławek”, w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybołówstwo i przetwórstwo ryb 2004-2006. W latach 1997-2000 prowadziłem badania w Laboratorium Hydraulicznym na Uniwersytecie Gent (Belgia) dotyczące początku ruchu i transportu rumowiska wleczonego oraz uczestniczyłem w projekcie polsko-belgijskim „Badania nad zachowaniem się częściowo spoistych i spoistych materiałów podczas przepływu stacjonarnego i niestacjonarnego”. Brałem udział jako wykonawca w 2 projektach polsko-francuskich „Określenie stosowalności opracowanej przez CEMAGREF metody INONDABILITE w warunkach polskich, na przykładzie Odry i Widawy (1999-2000) oraz „Powódź i transport rumowiska w rzece poniżej odcinka skanalizowanego” w ramach Programu „POLONIUM” (1999-2001). Uczestnicząc w V Ramowym Programie Unii Europejskiej (WP9), współpracowałem z ośrodkami naukowymi w Holandii i Niemczech, realizując dwa zadania w projekcie WELCOM „Emission control of contaminated sediments”.

Zainteresowania naukowe, badawcze, rozwojowe i projektowe starałem się realizować poprzez współpracę z instytucjami krajowymi i zagranicznymi: Laboratorium Hydrauliczne w Gandawie (Belgia), CEMAGREF Lyon (Francja), Uniwersytet Wageningen (Holandia), Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Okręgowa Dyrekcja Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, Regionalny Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Wrocławiu i w Opolu, Hydroprojekt Wrocław, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach i we Wrocławiu, Wrocławska Agencja Rozwoju Regionalnego, Urząd Miasta i Gminy Prószków, Agencja Restrukturyzacji i

Modernizacji Rolnictwa, Urząd Miasta Opola, Spółka Jeleniogórskie Elektrownie Wodne, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie i we Wrocławiu, Ośrodek Przetwarzania Informacji w Warszawie, Biuro Projektowe Ekomel w Opolu, Zakłady Wapiennicze Lhoist S.A. Tarnów Opolski, Urząd Gminy Dobrzeń Wielki, Nadleśnictwo Gniewkowo, Biuro Geodezji i Szacowania Nieruchomości GRADUS s.c. we Wrocławiu, Elektrotim S.A. Wrocław, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie, MGGP S.A. Tarnów, Gospodarstwo Rybackie „Ruda Śląska”.

Podczas pracy na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu odbyłem staże naukowe (IV.1997-I.1998; V-VII.2000) oraz kilka tygodniowych pobytów naukowych (lata 1998-2000) w Laboratorium Hydraulicznym na Uniwersytecie w Gent. W 1994 r. uczestniczyłem w tygodniowym kursie w ramach programu TEMPUS “Erosion, Sediment Transport and Deposition Processes”, SGGW Warszawa.

4. Zestawienie dorobku naukowo-badawczego

Zestawienie dorobku oraz ocenę punktową w oparciu o listy czasopism MNiSW (**zgodnie z rokiem opublikowania**) przedstawiłem w tabeli 3. Obejmuje on **82** publikacje naukowe, **1** artykuł popularno-naukowy, **42** streszczenia w materiałach konferencyjnych, **18** raportów z badań i projektów ministerialnych, **42** opracowania dla gospodarki narodowej, **9** ocen projektów I i II stopnia w Programie Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko 2007-2013 oraz **3** postery. Łączna liczba punktów za wszystkie publikacje z okresu 1993-2017 wynosi **479 pkt.** Przed uzyskaniem stopnia doktora (1993-1999) opublikowałem **14** prac naukowych (6 w j. angielskim i 8 w j. polskim), liczba punktów za publikacje z tego okresu wynosi **59 pkt.** Po uzyskaniu stopnia doktora (2000-2017) opublikowałem **68 prac** (17 w j. angielskim i 51 w j. polskim), wśród których to 38 oryginalnych prac twórczych, w tym 8 wydanych w czasopismach posiadających współczynnik IF i zarejestrowanych w bazie JCR (6 w j. angielskim i 2 w j. polskim, część A wykazu MNiSW) oraz 30 prac z listy B. Pozostałe prace naukowe po doktoracie opublikowałem jako rozdziały w monografiach i pracach zbiorowych. Łączna ilość punktów za publikacje z okresu po doktoracie wynosi **420 pkt.**, a suma **IF=6,264**. Wg bazy Web of Science na dzień 12.03.2018 odnotowałem **33 cytowania** spośród **12 zarejestrowanych prac**, **indeks Hirscha 3**.

Byłem recenzentem publikacji w Journal of Hydrology and Hydromechanics (IF=1,486, 20 pkt) i 21 prac w Polish Journal of Environmental Studies (IF=0,871, 15 pkt), zarejestrowanych w bazie JCR, część A wykazu MNiSW.

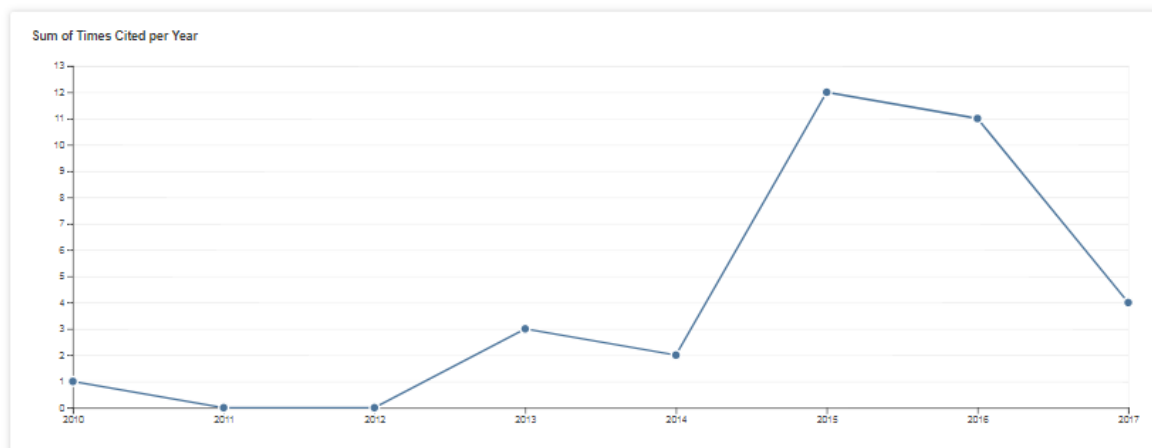
Tabela 3

Zestawienie dorobku wg punktacji MNiSW i roku publikacji

Nazwa czasopisma i punktacja	Prace				Łączna ilość prac	Łączna liczba pkt
	Przed doktoratem		Po doktoracie			
	ilość	pkt	ilość	pkt		
(1) Prace publikowane - Czasopisma z IF						
Archives of Environmental Protection, 15	-	-	1	15	1	15
Ecological Chemistry and Engineering S, 15	-	-	1	15	1	15
Polish Journal of Environmental Studies, 15	-	-	2	30	2	30
Rocznik Ochrona Środowiska, 15	-	-	4	60	4	60
Łącznie (1)	-	-	8	120	8	120
(2) Prace publikowane – Pozostałe czasopisma recenzowane						
Acta Scientiarum Polonorum-Formatio Circumiectus, 6	-	-	1	6	1	6
Acta Scientiarum Polonorum-Administratio Locorum, 9	-	-	1	9	1	9
Annals of Warsaw University of Life Science-SGGW Land Reclamation, 14	-	-	1	14	1	14
Archives of Environmental Protection, 9	-	-	1	9	1	9
Gospodarka Wodna, 6	-	-	1	6	1	6
Gospodarka Wodna, 9	-	-	1	9	1	9
Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 6	-	-	7	42	7	42
Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 10	-	-	1	10	1	10
Przegląd Nauk. Inż. i Kształt. Środ., 3	-	-	1	3	1	3
Przegląd Nauk. Inż. i Kształt. Środ., 6	-	-	2	12	2	12
Rocznik Ochrona Środowiska, 6	-	-	2	12	2	12
Inżynieria Ekologiczna, 6	-	-	1	6	1	6
Journal of Water and Land Development, 5	-	-	1	5	1	5
Nauka, Przyroda, Technologie, 6	-	-	1	6	1	6
Prace Naukowe Instytutu Geotechniki i Hydrotechniki Politechniki Wrocławskiej, 6	2	12	-	-	2	12
Proceedings of ECOpole, 5	-	-	1	5	1	5
Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, 6	-	-	1	6	1	6
Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej Kraków, 3	-	-	1	3	1	3
Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej Wrocław, 3	6	18	8	24	14	42
Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej, 6	1	6	-	-	1	6
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 6	-	-	2	12	2	12
Łącznie (2)	9	36	35	199	44	235
(3) Prace publikowane - Rozdziały w monografiach						
Akademia Rolnicza Wrocław, j. polski (do 2010 r.), 3	-	-	4	12	4	12
Akademia Rolnicza Wrocław, j. polski (od 2011 r.), 4	-	-	-	-	-	-
Akademia Rolnicza Wrocław, j. angielski (do 2010), 7	2	14	5	35	7	49
Akademia Rolnicza Wrocław, j. angielski (od 2011), 5	-	-	2	10	2	10
Akademia Świętokrzyska w Kielcach, 3	-	-	1	3	1	3
Akademia Techniczno-Humanistyczna Bielsko Biała, 3	-	-	2	6	2	6
Centrum Modelowania Procesów Hydrologicznych, 3	-	-	1	3	1	3
Instytut Budownictwa Wodnego PAN, 3	3	9	-	-	3	9
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 3	-	-	1	3	1	3
Polska Akademia Nauk w Paryżu, 4	-	-	1	4	1	4
Politechnika Wrocławska, 3	-	-	3	9	3	9
Polskie Towarzystwo Geofizyczne, 4	-	-	1	4	1	4
Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi, 3	-	-	2	6	2	6
Uniwersytet Opolski, 3	-	-	2	6	2	6
Łącznie (3)	5	23	25	101	30	124
Łącznie (1) + (2) + (3)	14	59	68	420	82	479
(4) Inne prace naukowe publikowane						
Prace w materiałach konferencyjnych w języku polskim	2	-	34	-	36	-
Prace w materiałach konferencyjnych w języku ang.	2	-	4	-	6	-
Artykuły popularno-naukowe	1	-	-	-	1	-
Postery	-	-	3	-	3	-
Łącznie (4)	5	-	41	-	46	-
(5) Prace niepublikowane						
Raporty, opracowania, oceny, ekspertyzy	5	-	64	-	69	-
Łącznie (1+2+3+4+5)	24	-	173	-	197	479

Raport cytowań wg bazy Web of Science

Total Publications 12 <small>1997</small> 	h-index 3 Average citations per item 2,75	Sum of Times Cited 33 Without self citations 20	Citing articles 24 Without self citations 17
---	--	--	---



	2014	2015	2016	2017	2018	Total	Average Citations per Year
Use the checkboxes to remove individual items from this Citation Report							
or restrict to items published between <input type="text" value="1945"/> and <input type="text" value="2018"/> <input type="button" value="Go"/>							
1. Water Quality Assessment of Włodzienin Reservoir in the First Year of Its Operation By: Wiatkowski, Mirosław; Rosik-Dulewska, Czesława; Kuczewski, Krzysztof; et al. ROCZNIK OCHRONA ŚRODOWISKA Volume: 15 Pages: 2668-2682 Part: 3 Published: 2013	1	6	3	1	0	11	1.83
2. MODELLING OF POLLUTION TRANSPORT WITH SEDIMENT ON THE EXAMPLE OF THE WIDAWA RIVER By: Kasperek, Robert; Mokwa, Marian; Wiatkowski, Mirosław ARCHIVES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION Volume: 39 Issue: 2 Pages: 29-43 Published: 2013	1	3	2	0	0	7	1.17
3. HYDROPOWER GENERATION ON THE NYSA KŁODZKA RIVER By: Kasperek, Robert; Wiatkowski, Mirosław ECOLOGICAL CHEMISTRY AND ENGINEERING S-CHEMIA I INŻYNIERIA EKOLOGICZNA S Volume: 21 Issue: 2 Pages: 327-336 Published: 2014	0	1	1	2	0	4	0.80
4. Inflow of Pollutants to the Bukowka Drinking Water Reservoir from the Transboundary Bobr River Basin By: Wiatkowski, Mirosław; Rosik-Dulewska, Czesława; Kasperek, Robert ROCZNIK OCHRONA ŚRODOWISKA Volume: 17 Pages: 316-336 Part: 1 Published: 2015	0	0	2	1	0	3	0.75
5. Field Studies of Fish Pass Operation on Michalice Reservoir By: Kasperek, Robert; Wiatkowski, Mirosław ROCZNIK OCHRONA ŚRODOWISKA Volume: 10 Pages: 613-622 Published: 2008	0	0	1	0	0	3	0.27
6. Estimation of morphological changes of the Odra river valley in meandering sector between Chalupki and the Olza river mouth after 1997 flood By: Głowski, Robert; Kasperek, Robert; Parzonka, Włodzimierz; et al. ARCHIVES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION Volume: 33 Issue: 1 Pages: 67-74 Published: 2007	0	1	0	0	0	2	0.17
7. Changes in the Meandering Upper Odra River as a Result of Flooding Part I. Morphology and Biodiversity By: Kasperek, Robert POLISH JOURNAL OF ENVIRONMENTAL STUDIES Volume: 24 Issue: 6 Pages: 2459-2465 Published: 2015	0	1	0	0	0	1	0.25
8. Changes in the Meandering Upper Odra River after Flooding in 1997 and 2010 Part II. Sediment and Water By: Kasperek, Robert POLISH JOURNAL OF ENVIRONMENTAL STUDIES Volume: 24 Issue: 6 Pages: 2467-2472 Published: 2015	0	0	1	0	0	1	0.25
9. Investigations of Hydrological Regime Changes in an Area Adjacent to a Mine of Rock Raw Materials By: Kasperek, Robert; Wiatkowski, Mirosław; Rosik-Dulewska, Czesława ROCZNIK OCHRONA ŚRODOWISKA Volume: 17 Pages: 256-274 Part: 1 Published: 2015	0	0	1	0	0	1	0.25
10. Incipient Motion and Sediment Transport on the Naturally Flowing Odra River Sector in the Aspect of Required Transit-Depths By: Kasperek, Robert; Głowski, Robert ROCZNIK OCHRONA ŚRODOWISKA Volume: 18 Pages: 550-564 Part: 1 Published: 2016	0	0	0	0	0	0	0.00

5. Bibliografia

- [1] Ackers P., White W.R. 1973. Sediment transport: New approach and analysis. *Journal of Hydraulics Division*, Vol. 99, No. HY 11, 204-254.
- [2] Aksoy S. 1971. River-bed degradation downstream of dams. *Proceedings of the 14th Congress IAHR*, Vol. 3, Paris, C33-1÷C33-8.
- [3] Ashida K., Michiue M. 1971. An investigation of river bed degradation downstream of dam. *Proc. of the 14th Congress IAHR*, Vol. 3, Paris, C30-1÷C30-9.
- [4] Ashiq M. 1999. Role of active bed width in bed load transport-coarse bed rivers. *River Sedimentation*, Jayawardena, Lee and Wang (Eds), 951-955.
- [5] Banasiak R. 1999. *Badania transportu rumowiska unoszonego w korytach otwartych*. Rozprawa doktorska, AR we Wrocławiu.
- [6] Banasik K., Hejduk L., Popek Z. 2005. Sediments problems of small river catchments and reservoir in Poland. *Publications of the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences*, Monograph Vol. E-5 (387), 179- 207.
- [7] Bartnik W. 1992. *Hydraulika potoków i rzek górskich z dnem ruchomym. Początek ruchu rumowiska wlezonego*. Rozprawa habilitacyjna, 171, AR Kraków.
- [8] Bayazit M. 1975. Simulation of armour coat formation and destruction. *Proceedings of the 16th Congress IAHR*, Vol. 2, Sao Paulo, 73-80.
- [9] Bednarczyk S., Duszyński R. 2008. *Hydrauliczne i hydrotechniczne podstawy regulacji i rewitalizacji rzek*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- [10] Berezowsky M., Jiménez A. A. 1994. A simplified method to simulate the time evolution of the river bed armouring process. *Journal of Hydraulic Research*, Vol. 32, 4, 517-533.
- [11] Bojakowska I. 2001. Kryteria oceny zanieczyszczeń osadów wodnych. *Przegląd Geolog.* 49, 213-218.
- [12] Byczkowski A. *Hydrologia*. T. I i II. Wyd. SGGW, Warszawa 1996.
- [13] Chang H. H. 1988. *Fluvial processes in river engineering*, New York, USA.
- [14] Chow V. T. 1988. *Open channels hydraulics*. McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- [15] Czaban S. 2008. Powódzie w Europie w latach 1985-2007. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 7, 243-254.
- [16] Czamara W., Mokwa M. Charakterystyka warunków ruchu rumowiska wlezonego w Środkowym biegu rzeki Odry. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Inżynieria Środowiska IV*, Nr 233, 85-94.
- [17] Da Silva A.M.F., Binns A.D. 2007. On the time of development of the bed of alluvial meandering streams. In: *Proceedings of XXXII IAHR Congress 1-6 July, Venice, Italy*.
- [18] Dąbkowski Sz.L. 1989. Analiza oporów ruchu wody i kształtowania się średnich głębokości strumieni w korytach rzek o dnie piaszczystym. *Rozprawy Naukowe i Monografie*, Nr 97, SGGW-AR Warszawa.
- [19] De Vries M. 1988. *River bed variations-aggradation and degradation*. Delft Hydraulics Laboratory, Publication No. 394.
- [20] Dröge B. 1992. Change of river morphology by controlled erosion and deposition-bed load budget of the Rhine river. *5th International Symposium on River Sedimentation, Karlsruhe*.
- [21] Dubicki A., Kosierb R., Działa I., Wilk-Stawarz B., Głowicki B., Chudzik B., Bogucki J., Bogusz A., Tokarczyk T. 2013. Uwarunkowania hydrologiczno-meteorologiczne i hydrotechniczne Odrzańskiej Drogi Wodnej. W: J. Kulczyk, A. Dubicki, D. Olearczyk (red.), *Odrzańska Droga Wodna* (s. 45-71). Wrocław: Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne.
- [22] Engelund F., Hansen E. 1967. *A monograph on sediment transport in alluvial streams*. Technical University, Denmark.
- [23] Faulhaber P., Alexy M. 2005. Artificial bed load supply at the River Elbe-investigation and realization. *Large Rivers*, Vol. 15, No. 1-4.
- [24] Feng X.X., Li J.B., Zhang L. 2013. Sediment transport and its effect on navigation in long tailrace of hydropower station. *Advanced Materials Research*, Vols. 779-780, 1147-1151.
- [25] Gessler J. 1971. Critical shear stress for sediment mixtures. *Proceedings of the 14th Congress IAHR*, Paris, C1-1÷C1-8.
- [26] Glińska-Lewczuk K., Burandt P. 2011. Effect of river straightening on the hydrochemical properties of floodplain lakes: Observations from the Łyna and Drwęca Rivers, N Poland. *Ecological Engineering* 37(5), 786-795
- [27] Glińska-Lewczuk K. et al. 2016. Environmental Factors Structuring Fish Communities in Floodplain Lakes of the Undisturbed System of the Biebrza River. *Water* 8(4), 146.
- [28] Haddadchi A., Omid M.H., Dehghani A.A. 2013. Bedload equation analysis using bed load-material grain size. *J. Hydrol. Hydromech.*, 61(3), DOI: 10.2478/johh-2013-0031, 241-249.

- [29] Hartmann S. 2002. Model investigations of morphodynamic processes at the Lower Salzach river. *Advances in Hydro-Science and-Engineering*, Vol. V, Warszawa.
- [30] Hoffman M. 1992. *Małe elektrownie wodne*. Nabba, Warszawa 1992.
- [31] Holly F. M., Jr., Karim M. F. 1986. Simulation of Missouri river bed degradation. *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 112, No. 6, 497-517.
- [32] Jarocki W. 1957. *Ruch rumowiska w ciekach*. Wydawnictwo Morskie, Gdynia.
- [33] Kałuża T., Laks I. 2005. Uwzględnienie aktywnej strefy przepływu w komputerowym systemie modelowania przepływu nieustalonego. *Gospodarka Wodna*, 1, 24-28.
- [34] Kałuża T. 2013. Hydrauliczne i hydrologiczne aspekty powodzi w 2010 roku w zlewniach Wisły i Odry. Bugucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- [35] Kałuża T., Hämmerling M. 2015. Problemy projektowania i eksploatacji przepławek dla ryb. Bugucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- [36] Karim M. F., Holly F. M., Jr. 1986. Armouring and sorting simulation in alluvial rivers. *Journ. of Hydr. Engineering*, ASCE, Vol. 112, No. 8, 1986, 705-715.
- [37] Kasvie E., Vaaja M., Alho P., Hyyppä H., Hyyppä J., Kaartinen H., Kukko A. 2013. Morphological changes on meander point bars associated with flow structure at different discharges. *Earth Surf. Proc. Land*. 38(6), 577.
- [38] Kempieński J., Parzonka W., Głowski R. 1993. Ocena wpływu geometrii koryta rzeki Odry i sposobu eksploatacji jazu w Brzegu Dolnym na warunki erozji namulów z górnego stanowiska. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 233, *Inżynieria Środowiska* 4, 57-65.
- [39] Klingeman P.C., Matin M. 1993. Incipient motion in gravel-bed rivers. *Proceed. ASCE Conference on Hydraulic Engineering*, San Francisco, Edited by Shen H.W., Su S.T. and Wen F., Vol. I. July 25-30.
- [40] Knauss J. 1998. Control of degradation at the Lower Isar by artificial armouring. *Conference ICERD, AIRH, Budapest*.
- [41] Knoblauch H., Kresnik E., Dum T., Keller H. 1998. Handling sediment inflow at the Kreuzberg-Maut power plant on the Salzach River by means of scale model tests. *International Conference on European River Development ICERD*, 16-18 April 1998, Budapest, Hungary, 361-368.
- [42] Komura S., Simmons D. B. 1961. River bed degradation below dams, *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, Vol. 87, No. HY2, 1-14.
- [43] Kosierb R., Parzonka W. 2008. Koncepcja modernizacji systemu regulacji Odry Środkowej. *Gospodarka Wodna*, 8.
- [44] Kostrzewa S., Pływaczyk A., Orzepowski W., Nowicki J. 1994. Odnawialność zasobów retencji wodnej gleb. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, Konferencje III (Tom 2)*, 246, 127-134.
- [45] Książek L., Strużyński A., Leja M., Pilch E. 2011. Modelowanie fizyczne i numeryczne przepływu wody w przepławce biologicznej. *Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus*, 10(4), 17-30.
- [46] Kuhn D. 1992. 14 years artificial grain feeding in the Rhine downstream the barrage Iffezheim. *5th International Symposium on River Sedimentation*.
- [47] Kulczyk J., Winter J. 2003. Śródlądowy transport wodny. *Oficyna Wydawnicza Polit. Wrocławskiej*.
- [48] Łajczak A. 1995. Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły. *Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN*, 8, *Oficyna Politechniki Warszawskiej*, Warszawa.
- [49] Lambor J. 1971. *Hydrologia inżynierska*. Arkady, Warszawa.
- [50] Lanzoni S., Seminara G. 2006. On the nature of meander instability. *J. Geophys. Res.* 111, (F4), DOI: 10.1029/2005JF000416.
- [51] Łapuszek M., Ratomski J. 2008. Zmiany erozyjne dna koryta Soły. *Gospodarka Wodna*, 2, 54-57.
- [52] Little W.C., Mayer P.G. 1976. Stability of channels beds by armouring. *J. Hydr. Division*, ASCE, Vol. 102, No. HY11, November, 1647-1661.
- [53] Madeyski M. 1998. Hydrauliczna i reologiczna charakterystyka procesu zamulania stawów rybnych. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozprawy*, Nr 236.
- [54] Majewski W. 2015. *Gospodarka wodna w Polsce*. *Acta Energetica*, 1, 6-12.
- [55] Michalec B. 2004. Próba prognozy zamulenia małego zbiornika wodnego na cieku niekontrolowanym hydrologicznie. *Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus*, 3(1), 63-71.
- [56] Milhous R. T. 1982. *Effect of sediment transport and flow regulation on the ecology of gravel-bed rivers*. John Wiley and Sons Ltd, New York, 819-842.

- [57] Mokwa M. 2002. Sterowanie procesami fluwialnymi w korytach rzek przekształconych antropogenicznie. Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Rozprawy 439.
- [58] Morris G. L., Fan J. 1998. Reservoir sedimentation handbook. McGraw-Hill.
- [59] Obrdlik P. 2004. Oder border meanders-experience from the countries of transition. 3rd European Conference on River Restoration, Zagreb, Croatia, 17-21 May 2004, 255.
- [60] Olesen K. W. 1981. A numerical model for morphological computations in rivers with non-uniform sediment. Report R/1981/6H, Delft University of Technology.
- [61] Ollero A. 2010. Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Spain. *Geomorphology* 117, 247.
- [62] Olszewska B., Pływaczyk L., Łyczko W., Nowicka E. 2014. Kształtowanie się wód gruntowych w terenach przyległych do spiętrzenia Odry stopniem wodnym w Brzegu Dolnym. *Nauka Przyroda Technologie*, Tom 8, Nr 2, 167.
- [63] Otto A., Hartman S., Bechteler W. 1998. Numerical modelling of long term effects of rehabilitation measures on bedload transport. International Conference on European River Development ICERD, 16-18 April 1998, Budapest, Hungary, 241-248.
- [64] Ozga-Zielińska M., Brzeziński J. 1997. *Hydrologia stosowana*. PWN, Warszawa.
- [65] Paquier A., Ramez P., Bonnet F., Khaladi A. 1999. Influence of sediment transport on the computation of water level. Example of the River Rhone. Proceedings of XXVIII IAHR Congress, Graz.
- [66] Park I., Jain S.C. 1987. Numerical simulation of degradation of alluvial channel beds. *Journal of Hydr. Engineering, ASCE*, Vol. 113, No.7, 845-859.
- [67] Parzonka W. 1991. Erozja, transport i sedymentacja rumowiska w rzekach. XI Ogólnopolska Szkoła Hydrauliki, IBW PAN, Gdańsk, 81-98.
- [68] Parzonka W., Bartnik W. 1998. Degradation of Middle Odra caused by regulation Works. Conference ICERD, IAHR, Budapest.
- [69] Pawełek J. 2011. Zabezpieczenie rzecznych ujęć wodociągowych zbiornikami zapasowymi. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 10, 386-389.
- [70] Pawełek J. 2015. Water management in Poland in view of water supply and sewage disposal infrastructure development. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, II/2, 367-376.
- [71] Pływaczyk L., Olszewska B., Łyczko W., Klaus R. 2007. Oddziaływanie stopnia wodnego na Odrze w Brzegu Dolnym na koryto rzeki i warunki wodne w dolinie. *Wiad. Melior. i Łąk.* 3, 106-114.
- [72] Popek Z. 2006. Bedload transport conditions in small lowland river (in polish). *Treatises and monographs No 300, SGGW, Warszawa*.
- [73] Popek Z. 2006. River restoration influences on bedload transport intensity (in polish). *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 4/2, 129-139.
- [74] Popek Z. 2010. Variability of bedload transport rate during flood flows in the Zagożdżonka River. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Land Reclamation*, No 42(1), 69-77.
- [75] Pulikowski K. 2004. Zanieczyszczenia obszarowe w małych zlewniach rolniczych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rozprawy CCXI*, 479, Wrocław.
- [76] Radecki-Pawlik A. 2002. Wybrane zagadnienia kształtowania się form korytowych potoku górskiego i form dennych rzeki nizinnej. *Rozprawy 281, AR Kraków*.
- [77] Radecki-Pawlik A. 2011. *Hydromorfologia rzek i potoków górskich. Działy wybrane*. Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.
- [78] Ratomski J. 1971. Próba określenia parametrów geometrycznych meandrów rzecznych. *Gospodarka Wodna*, 7, 244-247.
- [79] Ratomski J. 2013. *Zabudowa zlewni i koryt potoków górskich*. Politechnika Krakowska.
- [80] Raudkivi A. J., Ettema R. 1982. Stability of armour layers in rivers. *Journal of the Hydr. Division, ASCE*, Vol. 108, No. HY9, September, 1047-1057.
- [81] Rijn L. C. 1993. *Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas*, Aqua Publications, Amsterdam, 1993.
- [82] Rosza P. 1998. Developing of sand bedforms over a straight fixed bed. International Conference on European River Development ICERD, 16-18 April 1998, Budapest, Hungary, 193-200.
- [83] Schmidt A., Faulhaber P. 2001. Five years of artificial bed load feeding In the River Elbe. Conference on "River Basin Management", Cardiff.
- [84] Shen H.W., Lu J.Y. 1983. Development and prediction of bed armouring, *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE*, Vol. 109, No. 4, April, 611-629.

- [85] Söhngen B., Witte H.M., Kellermann B. 1998. Investigations concerning Danube River Engineering works to improve navigation. Conference ICERD, IAHR, Budapest.
- [86] Strużyński A. 2013. Ocena stanu oraz identyfikacja zaburzeń procesów fluwialnych w korytach rzek Karpackich. *Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus*, 13(2), 117-130.
- [87] Świerkosz K. i inni. 2008. Ocena oddziaływania na środowisko stopnia wodnego Malczyce. *Maszynopis*, Wrocław.
- [88] Szymańska-Pulikowska A. 2012. Changes in the content of selected heavy metals in groundwater exposed to the impact of a municipal landfill site. *Journal of Elementology*, 17(4), 689-702.
- [89] Tymiński T., Wiatkowski M. 2010. Modelling of Compound Measuring Weir for the Turawa Reservoir. *Ecological Chemistry and Engineering A*, 17(2-3), 329-338.
- [90] Urbański I., Wołoszyn J. 1991. Charakterystyka rumowiska Odry od Chałupek do Wrocławia. *Gospodarka Wodna*, 11, 250-252.
- [91] White W. R. 1983. Sediment sorting during river bed degradation, *Proceedings of the 20th Congress IAHR*, Vol. II, Moscow, 302-309.
- [92] Wiatkowski M., Paul L. 2009. Surface water quality assessment in the Troja river catchment in the context of Włodzienin reservoir construction. *Polish Journal of Environmental Studies*, 18(5), 923-929.
- [93] Wiatkowski M. 2010. Impact of the small water reservoir Psurów on the quality and flows of the Prosna river. *Archives of Environmental Protection*, 36(3), 83-96.
- [94] Wieprecht S., Bechteler W. 1998. Riverbed widening and its effects on sediment transport and morphology. *International Conference on European River Development ICERD*, 16-18 April 1998, Budapest, Hungary, 233-240.
- [95] Williams G.P. 1986. River meanders and channel size. *J. Hydrol.* 88, 147, 1986.
- [96] Wiśniewski B. 1969. Zamulanie zbiorników wodnych w Polsce oraz próba jego prognozy na podstawie intensywności denudacji. *Archiwum Hydrotechniki*, Tom XVI, z. 4., 481-504.
- [97] Wołoszyn J., Czamara W., Eliasiewicz R., Krężel J. 1994. *Regulacja rzek i potoków*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu.
- [98] Yalin M.S. 1992. *River Mechanics*. Pergamon Press Ltd, England.
- [99] Yang C. T. 1996. *Sediment transport. Theory and practice*. McGraw-Hill.
- [100] Zolezzi G., Luchi R., Tubino M. 2012. Modeling morphodynamic processes in meandering rivers with spatial width variations. *Rev. Geophys.*, 50/4.
- [101] Zottl H. 1998. The Danube river east of Vienna. Stabilization of the river bed. Conference ICERD, IAHR, Budapest.
- [102] Żelazo J., Kowalska A., Okruszko T., Popek Z. 2002. The morphological changes of river bed on Middle Vistula river reach in 19th and 20th century. *Advances in Hydro-Science and Engineering*, Vol. V, ss. 11.
- [103] Żmuda R. 2006. Funkcjonowanie systemu transportu fluwialnego w małej zlewni zagrożonej erozją wodną gleb. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu Nr 544, Rozprawy Nr 243*.
- [104] Żmuda R., Szewrański Sz., Kowalczyk T., Szarawarski Ł., Kuriata M. 2009. Landscape alteration in view of soil protection from water erosion-an example of the Mielnica watershed. *Journal of Water and Land Development*, 13a, 161-175.

6. Dorobek dydaktyczno-organizacyjny i popularyzatorski

Oprócz badań naukowych prowadzę również ćwiczenia i wykłady z budownictwa wodnego, eksploatacji budowli, elektrowni wodnych, hydraulic structures (kurs ERASMUS w j. angielskim), hydrauliki, hydromechaniki, hydrotransportu i ruchu rumowiska, hydrotechnicznych konstrukcji stalowych, mechaniki budowli i wytrzymałości materiałów, ochrony przed powodzią, pompowni, regulacji rzek, sieci i instalacji, zbiorników wodnych. Liczba godzin dydaktycznych w latach 2000-2017 wynosiła średnio 500. Realizuje prace inżynierskie i magisterskie oraz projekty inżynierskie na kierunkach inżynieria środowiska, budownictwo, inżynieria bezpieczeństwa, inżynieria i gospodarka wodna oraz ochrona środowiska, byłem promotorem 45 prac inżynierskich, 40 magisterskich i 4 projektów oraz recenzentem 165 prac dyplomowych. Od 2010 roku jestem przewodniczącym i członkiem komisji oceniającej referaty studentów w ramach Międzynarodowych Konferencji Studenckich Kół Naukowych i Sejmików na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji (WIKŚiG). W ramach Światowych Dni Wody prowadzę zajęcia z uczniami szkół średnich, m.in. z modelowania numerycznego. Od 2000 r. jestem członkiem komisji na obronach prac inżynierskich i magisterskich dla kierunków inżynieria środowiska oraz inżynieria i gospodarka wodna. Byłem członkiem Rady Programowej dla kierunku inżynieria i gospodarka wodna, uczestniczyłem w komisjach rekrutacyjnych na studia I i II stopnia oraz prowadziłem praktyki terenowe ze studentami inżynierii środowiska.

W okresie 2008-2009 byłem członkiem zespołu, który opracowywał raport samooceny na potrzeby Państwowej Komisji Akredytacyjnej, oceniającej kierunek inżynieria środowiska za lata 2003-2008. Od roku 2012 jako członek Zespołu ds. Ankietyzacji Studentów przy Wydziałowej Komisji ds. Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia zajmuję się ankietyzacją studentów dot. oceny pracowników oraz pełnię funkcje przewodniczącego kierunkowej (inżynieria środowiska) i instytutowej komisji ds. zapewnienia jakości kształcenia (2017-2021).

Współpracowałem i pomagałem przy badaniach, analizach oraz redagowaniu rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Bobrowskiego pt. „Prognozowanie procesów morfologicznych koryta Odry swobodnie płynącej z zabudową ostrogową w oparciu o modelowanie numeryczne”, której obrona odbyła się na WIKŚiG w dniu 29.03.2017 r.

W swojej pracy nie ograniczałem się jedynie do środowisk naukowych, prowadzone analizy umożliwiły mi również zastosowanie prac naukowych w

praktyce. Wykorzystując swoje badania, publikacje i doświadczenie uczestniczyłem w spotkaniach, pracach koncepcyjnych i projektowych grup roboczych polsko-czeskich (Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej Gliwice i Povodi Odry) dotyczących modernizacji zdegradowanego, meandrującego odcinka Górnej Odry między Chałupkami/Bohuminem a Olzą. Brałem również udział w spotkaniach, pracach koncepcyjnych i projektowych wspólnie z Regionalnym Zarządem Gospodarki Wodnej oraz Melioracji i Urzędzeń Wodnych we Wrocławiu, Water Service Wrocław, Hydroprojekt O/Wrocław, dot. działań poprawiających gospodarkę wodną, ochronę od powodzi i żeglugę na terenie miasta Wrocławia oraz na odcinku Odry swobodnie płynącej. Brałem udział w realizacji projektu badawczego dot. projektowania urządzeń (barier) do ochrony ichtiofauny w obrębie budowli hydrotechnicznych (jazów, elektrowni, ujęć) oraz opracowaniu „Program sterowania transportem rumowiska dla rzeki Odry na odcinku 35 km poniżej stopnia Malczyce”.

Oprócz działalności naukowo-dydaktycznej brałem udział w wielu szkoleniach, seminariach, workshopach i konferencjach, zarówno jako współorganizator oraz wygłaszający referaty dotyczące problematyki z zakresu inżynierii środowiska, inżynierii wodnej i rzecznej, transportu rumowiska i przeobrażeń w dolinach rzek, hydrotechniki, energetyki wodnej oraz badań laboratoryjnych na modelach fizycznych. Byłem członkiem w komitetach organizacyjnych 17 konferencji krajowych i międzynarodowych. Aktywnie uczestniczyłem w 51 konferencjach naukowych i naukowo-technicznych o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Wygłosiłem na nich 59 referatów w języku polskim i angielskim, w tym 2 wykłady zamawiane oraz zamieściłem w materiałach konferencyjnych 42 streszczenia artykułów naukowych, 3 postery i 1 artykuł popularno-naukowy. Publikowałem prace w czasopismach branżowych takich jak: Gospodarka Wodna, Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, Nauka Przyroda Technologie. Jestem członkiem Towarzystwa Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych.

Wrocław, 12 marca 2018 r.

miejsowość i data

Robert Kaspelek

podpis habilitanta