

Dr hab. inż. Robert KASPEREK, prof. UPWr  
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji  
Instytut Inżynierii Środowiska  
Kierownik Zakładu Inżynierii Wodnej i Hydrotransportu  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Pl. Grunwaldzki 24  
50-363 Wrocław

Wrocław, 12.02.2021 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej Mgr inż. Eweliny SZĄLKIEWICZ pod tytułem  
"Modelowanie przepływów środowiskowych rzeki Flinty  
na odcinkach o różnym stopniu przekształcenia",  
wykonanej pod kierunkiem prof. UPP dr. hab. inż. Tomasza KAŁUŻY  
z Wydziału Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej  
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

### 1. UWAGI FORMALNE

Podstawy formalne opracowania niniejszej opinii stanowią:

- 1.1. Pismo (nr WI-4000-74/2020 z dnia 30.12.2020 r.) Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Prof. dr. hab. inż. Klaudii BOROWIAK, o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Eweliny SZĄLKIEWICZ pt. „Modelowanie przepływów środowiskowych rzeki Flinty na odcinkach o różnym stopniu przekształcenia”.
- 1.2. Maszynopis rozprawy doktorskiej.
- 1.3. Umowa o dzieło nr 31/2020 zawarta w dniu 30.12.2020 r. pomiędzy Wydziałem Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, a dr. hab. inż. Robertem KASPERKIEM, prof. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (całość dokumentacji otrzymałem w dniu 8.01.2021 r.).

### 2. ZAKRES RECENZJI

Recenzja została opracowana w związku z przewodem doktorskim mgr inż. Eweliny SZĄLKIEWICZ. Oceny dokonano zgodnie z wymogami Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19.01.2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. poz. 261).

### 3. WPROWADZENIE

Głównym zamierzeniem Autorki było wyznaczenie i przeanalizowanie tzw. przepływów środowiskowych dla makrobezkręgowców. Przystudiowała ważne zagadnienia związane z szacowaniem ww. przepływów i powierzchnią przydatnych siedlisk dla badanej grupy organizmów. Analizy przeprowadzono dla dwóch odcinków rzeki Flinty o różnym stopniu przekształcenia. Pierwszy z nich miał charakter naturalny, drugi natomiast charakteryzował się silnym stopniem przekształcenia, z wyraźną degradacją hydromorfologiczną. Tematyka pracy wpisuje się w aktualnie pilne wymagania dotyczące gospodarowania wodą oraz zmiany zachodzące w korytach rzecznych i zlewniach. Zadaniem badacza jest więc

opracowanie takich wytycznych, które pozwolą na korzystanie z wód przez użytkowników, jak i utrzymanie złożonych ekosystemów wodnych. W przypadku piętrzeń i poborów wody, kluczowym zagadnieniem jest odpowiednia, minimalna ilość wody dla ekosystemów poniżej. Badacze starają się odpowiedzieć na to pytanie za pomocą tzw. przepływów środowiskowych charakteryzowanych odpowiednią ilością, harmonogramem, jakością oraz stanami wody. Zagadnienie przepływów środowiskowych to również ważny element przy sporządzaniu operatów wodnoprawnych oraz wydawaniu pozwoleń na użytkowanie budowli hydrotechnicznych, w kontekście Ramowej Dyrektywy Wodnej i Ustawy Prawo Wodne.

Autorka przedstawiła zwięźle aktualny stan wiedzy z zakresu przepływów środowiskowych z opisem podstawowych wielkości i definicji. Zaprezentowała metody ich wyznaczania, interakcję przepływy środowiskowe - makrobezkręgowce, wpływ zmian klimatu na przepływy i ekosystemy wodne, oraz problemy w dotychczasowych badaniach nad tymi przepływami. Na tej podstawie sformułowała cel, hipotezy badawcze oraz główne zadania do podjęcia w rozprawie. Następnie opisała materiały i metodykę badań własnych (pomiarów, badań i modele hydrauliczne) oraz uzyskane wyniki. Rozprawę zakończono dyskusją oraz podsumowaniem i wnioskami z przeprowadzonych badań.

Podsumowując na wstępie zamierzenia Autorki pracy i mając na uwadze stan wiedzy należy przyjąć, iż zagadnienie modelowania przepływów środowiskowych w rzekach o różnym stopniu przekształcenia z wykorzystaniem metody modelowania przydatności siedlisk HSM jest nowym oraz ambitnym i ważnym zagadnieniem w zakresie badań hydromorfologicznych, hydraulicznych i siedliskowych. Pozwala to stwierdzić, że wybór tematyki badawczej w analizowanej rozprawie doktorskiej jest w pełni aktualny naukowo, jak i aplikacyjnie.

#### **4. CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY**

Przedstawiona do oceny rozprawa podzielona została na osiem rozdziałów, 21 podrozdziałów i 9 podpodrozdziałów, wraz z podsumowaniem i wnioskami. Zestawiono również literaturę przedmiotu oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Monografia obejmuje 158 stron, zilustrowana została 53 rysunkami oraz 17 tabelami. Zestawienie cytowanej literatury zawiera 229 pozycji, z których 8 jest autorstwa pracowników rodzimego Wydziału, w tym również współautorstwa Doktorantki.

*W pierwszy rozdziale (Wstęp) w oparciu o przegląd literatury zwróciła uwagę na konflikt między funkcjami gospodarczymi rzek a ochroną ekosystemów wodnych. Pilne wymagania dotyczące gospodarowania wodą oraz zmiany zachodzące w korytach rzecznych i w obrębie zlewni wymagają od naukowców pomocy w opracowaniu wytycznych, które pozwolą na równoczesne korzystanie z wód oraz utrzymanie złożonych ekosystemów wodnych. Omówiła metody wyznaczania przepływów środowiskowych w oparciu o modelowanie przydatności siedlisk (HSM – Habitat Suitability Models), które bazują na rozmieszczeniu organizmów wodnych względem siedlisk determinowanych m.in. przez warunki hydrauliczne i substrat dna. Preferencje te służą do określenia tzw. kryteriów przydatności siedlisk względem poszczególnych parametrów środowiska. Na podstawie kryteriów określone są wartości przepływów, które zapewniają optymalną dostępność siedlisk dla analizowanej grupy organizmów. Wykorzystała w tym celu m.in. prace Acreman'a, Olden'a, Poff'a i Zimmerman'a, Poff'a i Matthews'a, Lancaster'a i Downes'a, Dunbar'a, Chen'a i Olden'a, Grown's'a, Guareschi'ego.*

*W rozdziale drugim (Cel, zakres pracy oraz hipotezy badawcze)* zdefiniowano główny cel rozprawy doktorskiej polegający na wyznaczeniu oraz analizie przepływów środowiskowych dla makrobezkręgowców dla dwóch odcinków rzeki Flinty o różnym stopniu przekształcenia, z wykorzystaniem metod modelowania przydatności siedlisk. W pracy przyjęto trzy główne hipotezy badawcze: 1. Średnie wartości przepływów środowiskowych dla makrobezkręgowców na analizowanym, przekształconym odcinku są wyższe w porównaniu do odcinka o charakterze naturalnym; 2. Uwzględnienie podziału makrobezkręgowców na grupy wydzielone na podstawie mechanizmu pobierania pokarmu wpływa na możliwości przenoszenia kryteriów przydatności siedlisk pomiędzy analizowanymi odcinkami; 3. Liczba dni w maju i czerwcu, kiedy wartości WUA dla ogółu makrobezkręgowców są niższe od  $SNWUA_{V-VI}$  i wartości granicznych dla przepływów środowiskowych, na obu badanych odcinkach wykazuje tendencję wzrostową na przestrzeni lat 1951-2019.

*W rozdziale trzecim (Przegląd literatury)* opisano stan wiedzy dotyczący przepływów środowiskowych, metod wyznaczania, interakcji przepływy - makrobezkręgowce, wpływu zmian klimatu na przepływy i ekosystemy wodne oraz problemów w badaniach nad przepływami środowiskowymi. Zdefiniowano pojęcie przepływu środowisku w aspekcie RDW obowiązującej w UE. Zestawiono i opisano metody do wyznaczania przepływów środowiskowych. Stwierdzono, że aktualnie odchodzi się od stosowania przepływów minimalnych wyznaczanych metodami hydrologicznymi. Wg Doktorantki, przy wyznaczaniu przepływów środowiskowych istotne jest określenie organizmów, których będą dotyczyły. Obecnie większość badań nad przepływami środowiskowymi dotyczy ryb, a znacznie mniej makrobezkręgowców (stawonogi, mięczaki, pierścienice, nicienie). Omówiono wymagania makrobezkręgowców względem dostępności wody oraz wpływ warunków biotycznych i abiotycznych na ich rozmieszczenie. Dostyc szczegółowo i wnikliwie przeanalizowano metodę HSM pod kątem jej wykorzystania do oceny przepływów środowiskowych.

*Rozdział czwarty (Opis obiektu badawczego)* omawia hydrologię i meteorologię badanego obszaru, zawiera charakterystykę odcinków badawczych oraz jakość wód. Badania zostały przeprowadzone na dwóch odcinkach rzeki Flinty, uchodzącej do rzeki Welny (prawostronny dopływ Warty). Dane meteorologiczne i hydrologiczne dla rzeki Flinty z okresu 1951-2014 pozwoliły autorce przeprowadzić analizę opadów, przepływów, oraz zależności między nimi. Doktorantka w oparciu o własne badania terenowe oraz dostępną dokumentację rzeki Flinty wydzieliła dwa odcinki badawcze (A i B), o różnym stopniu przekształcenia, pierwszy naturalny, drugi zdegradowany. W pracy założono, że głównym czynnikiem wpływającym na dostępność siedlisk i rozmieszczenie makrobezkręgowców są warunki morfologiczne. Autorka na obu odcinkach pomierzyła wybrane parametry fizykochemiczne wody i porównała je z wartościami granicznymi, zawartymi w rozporządzeniu.

*W rozdziale piątym (Materiały i metody)* omówiono procedury przygotowania dwóch dwuwymiarowych modeli hydraulicznych, kryteria przydatności siedlisk, reklasyfikację wyników modelowania oraz analizę wyników. Modele utworzono z wykorzystaniem programu HEC-RAS 5.0.7., z podziałem na etapy: przygotowanie numerycznego modelu terenu ze zaktualizowaną informacją na temat batymetrii koryta; określenie wstępnych współczynników szorstkości; wygenerowanie siatki obliczeniowej; określenie warunków brzegowych; kalibracja i weryfikacja modeli. Przepływy do kalibracji modeli mieściły się w zakresie średnich przepływów, natomiast do weryfikacji były w strefie niskich. Dane wejściowe do określenia kryteriów przydatności siedlisk pozyskano podczas badań terenowych na dwóch odcinkach rzeki Flinty. Dane pozyskiwano w okresie wiosennym (maj i czerwiec).

Podczas kampanii pomiarowych pobierane były próbki substratu dna oraz odnotowywano obecność makrofitów.

W celu identyfikacji potencjalnych przyczyn w różnicach pomiędzy kryteriami przydatności siedlisk i braku możliwości przenoszenia kryteriów, przed wyznaczeniem krzywych HSC wykonano analizy porównujące strukturę gatunkową organizmów. Dla ogółu makrobezkręgowców, jak i grup wydzielonych na podstawie mechanizmu pobierania pokarmu wykonano analizę ANOSIM.

Kryteria przydatności siedlisk zostały wyznaczone za pomocą krzywych przydatności siedlisk HSC (Habitat Suitability Curves), zgodnie z metodyką opisaną przez Jowett i in. oraz Bovee'ego, dla prędkości przepływu wody, głębokości, średnicy charakterystycznej  $d_{50}$  i kategorii substratu dna.

Ostatnim etapem przygotowania modeli HSM było opracowanie narzędzia pozwalającego połączyć wyniki modelowania z kryteriami przydatności siedlisk oraz obliczyć powierzchnię przydatnych siedlisk. Narzędzie utworzono w module Model Builder programu ArcGIS 10.7.1. Obliczono tzw. ważoną powierzchnię przydatnych siedlisk (WUA) oraz hydrauliczny wskaźnik przydatności siedlisk (HHS). Wskaźnik WUA jest podstawą wyznaczania przepływów środowiskowych, gdyż przepływy, przy których osiąga on najwyższe wartości, stanowi zakres przepływów środowiskowych.

Wykonane w pracy analizy podzielono na 3 części: analizę zależności WUA~Q, HHS~Q oraz wartości przepływów środowiskowych, możliwości przenoszenia kryteriów przydatności siedlisk oraz zmienność czasową ważonej powierzchni przydatnych siedlisk. Poszczególne scenariusze obliczeniowe w modelach hydraulicznych uzależnione były od wielkości przepływu.

Aby określić zmienność czasową ważonej powierzchni przydatnych siedlisk wykonano uproszczoną analizę zmiany wskaźnika WUA w czasie na obu odcinkach badawczych A i B. Dla obu odcinków rzeki A i B sporządzono krzywe czasu trwania przydatnych siedlisk w oparciu o wskaźnik HHS.

*Rozdział szósty (Wyniki)* zawiera rezultaty przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych, obliczeń i analiz kameralnych oraz symulacji na modelach hydraulicznych. W tym rozdziale autorka zestawiała wyniki analizy: struktury zbiorowisk makrobezkręgowców, kryteriów przydatności siedlisk, zależności WUA-Q, HHS-Q i wartości przepływów środowiskowych  $Q_{sr}$ , możliwości przenoszenia kryteriów przydatności siedlisk pomiędzy odcinkami oraz zmienność czasową ważonej powierzchni przydatnych siedlisk. Łącznie w analizowanych próbkach zebranych wzdłuż odcinka A zidentyfikowano 1217 organizmów należących do 15 rzędów i 25 rodzin (905 w próbkach z 2018 r. i 312 w próbkach z 2019 r.). W przypadku odcinka B oznaczono 472 organizmy należące do 11 rzędów i 14 rodzin. Wyznaczono krzywe HPC (preferencji siedlisk) i HUC (wykorzystania siedlisk) osobno dla danych z roku 2018 i 2019, dla odcinka A i B. Stwierdzono, że organizmy całościowo tolerują wartości kolejno w zakresach od ok. 0,02 do 0,60  $ms^{-1}$  oraz od ok. 0,03 - 0,60 m. Świadczy o tym przesunięcie występujące pomiędzy krzywymi dla 2018 r. (średnie wartości przepływów) i 2019 r. (niskie wartości przepływów). Porównanie pomiędzy krzywymi dostępności siedlisk (HAC) i wykorzystania siedlisk HUC w trakcie pomiarów pokazało, że jest to wynik preferencji organizmów względem konkretnych typów siedlisk.

Pod względem substratu dna, koryto wzdłuż odcinka B jest jednorodne, z niewielką różnicą w kierunku większej zawartości frakcji drobnoziarnistej w obrębie miejsc porośniętych przez makrofity. Krzywe HPC wskazały na większy zakres przydatności siedlisk względem średnicy  $d_{50}$  w porównaniu do HUC. Krzywe HPC, HUC i współczynnik K wskazały na większość przydatność siedlisk niepokrytych roślinnością.

Obliczenia WUA wykonano dla przepływów w zakresie 0,02 – 1,00  $m^3s^{-1}$  oraz 0,02 – 1,70  $m^3s^{-1}$ . W przypadku odcinka A, kształt krzywych wskazał, iż powierzchnia

optymalnych siedlisk wzrasta stopniowo wraz z przepływem, i w przybliżeniu osiąga wartości maksymalne pomiędzy  $SNQ_{V-VI}$  i  $SSQ_{V-VI}$ . W przypadku odcinka B obliczenia wykonano w dwóch wariantach, przy czym kształt uzyskanych krzywych z obu wariantów był różny. Wyniki zależności  $WUA \sim Q$  przedstawiono również za pomocą krzywych  $HHS \sim Q$ , które prezentują zestandaryzowaną wartość ważonej powierzchni przydatnych siedlisk dla poszczególnych przepływów w zakresie od 0 do 1. Pierwszą widoczną różnicą pomiędzy odcinkiem A i B były maksymalne wartości wskaźnika HHS. W przypadku odcinka A, dla ogółu makrobezkręgowców wynosi on 0,73, natomiast dla odcinka B jest to 0,92 (wariant I) i 0,91 (wariant II).

Na podstawie wykresów zależności  $WUA \sim Q$  wyznaczono graniczne wartości przepływów środowiskowych. Dla odcinka A, dla ogółu makrobezkręgowców, najwyższe wartości wskaźnika WUA wystąpiły w zakresie  $0,22 - 0,44 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . W przypadku odcinka B było to  $0,20 - 0,80 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (wariant I) i  $0,10 - 0,28 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (wariant II). Średnie wartości przepływów środowiskowych na odcinku A dla poszczególnych grup były do siebie zbliżone ( $0,30 - 0,36 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ), z wyjątkiem filtratorów, dla których wartość ta wyniosła  $0,43 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Otrzymane wartości przepływów środowiskowych porównano także z przepływami charakterystycznych z wielolecia:  $SNQ$ ,  $SNQ_{V-VI}$ ,  $SSQ$  i  $SSQ_{V-VI}$ . W przypadku odcinka A i odcinka B w wariacie I, dolna granica zakresu  $Q_{\text{sr}}$  była statystycznie istotnie większa od  $SNQ$ . Maksymalne różnice w stosunku do  $SNQ$  w obu przypadkach wyniosły  $0,16 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (dla filtratorów). Wartości przepływów środowiskowych dla odcinka B w wariacie II były znacznie mniejsze, a analiza statystyczna wykazała, iż różnice pomiędzy dolną granicą  $Q_{\text{sr}}$  a  $SNQ$  są nieistotne statystycznie. Dodatkowo w stosunku do  $SNQ_{V-VI}$ , wartości określające dolną granicę okazały się statystycznie istotnie mniejsze.

Otrzymane dla obu wariantów kryteriów przydatności siedlisk wartości wskaźnika HSI różniły się między sobą w zależności od analizowanego przepływu ( $Q_1 = 0,05 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ,  $Q_2 = 0,11 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ). Zmiana wartości HSI wraz z przepływem jest uzasadniona ze względu na zmianę parametrów hydraulicznych i ich przydatności dla organizmów. Inny rozkład wartości pomiędzy analizowanymi wariantami wskaźnika HSI był natomiast wynikiem różnic w kryteriach przydatności siedlisk.

W ostatniej części badań przeanalizowano potencjalne zmiany wskaźnika WUA w czasie. Podobnie, jak w przypadku analizy zależności  $WUA \sim Q$  i  $HHS \sim Q$ , dla odcinka B wartości te były większe w porównaniu z odcinkiem A. Uzyskana dla obu odcinków wartość  $SNWUA_{V-VI}$  była mniejsza od wartości WUA odpowiadającym granicom zakresu przepływów środowiskowych dla ogółu makrobezkręgowców.  $SSWUA_{V-VI}$  natomiast były zbliżone do wartości granicznych. Różnice w granicznych wartościach  $Q_{\text{sr}}$  przełożyły się również na krzywe sum czasów trwania wskaźnika HHS wraz z wyższymi. W przypadku odcinka A, wartość wskaźnika HHS, która odpowiadała średniej dla wartości granicznych  $Q_{\text{sr}}$ , wraz z wyższymi występowała przez 65% dni w analizowanym okresie. W przypadku odcinka B było 70% dni.

*W rozdziale siódmym (Dyskusja)* autorka przeprowadziła obszerną i wnikliwą dyskusję dotyczącą własnych wyników z modelowania hydraulicznego, struktury zbiorowisk makrobezkręgowców oraz kryteriów przydatności siedlisk z wynikami innych badaczy. Podstawą analiz były modele HSM, które składały się z modeli hydraulicznych, kryteriów przydatności siedlisk oraz narzędzia do reklasyfikacji wyników modelowania i obliczenia wskaźnika WUA.

*Rozdział ósmy (Podsumowanie i wnioski)* zawiera główne rezultaty badań i analiz autorki, które wskazują na prawdziwość postawionych hipotez oraz osiągnięcie celu. Z pracy mgr inż. Eweliny SZALKIEWICZ wynikają następujące, najważniejsze wnioski:

- kluczowym elementem opracowania modeli HSM są krzywe HSC, których kształt zależy od organizmów występujących najliczniej w siedlisku,

- istnieje potrzeba opracowania wytycznych w kontekście uwzględniania substratu dna w wyznaczaniu przepływów środowiskowych,
- brak jest istotnych różnic w strukturze gatunkowej zbiorowisk makrobezkręgowców pomiędzy odcinkiem naturalnym i zdegradowanym,
- głównym elementem wpływającym na różnice w wartościach przepływów środowiskowych są warunki morfologiczne, które były wyższe od przepływu nienaruszalnego wg Kostrzewy,
- najbardziej wymagającą gildią pod względem wartości przepływów są filtratory, stąd przepływy środowiskowe dla makrobezkręgowców powinny być wyznaczane w oparciu o tą grupę,
- głównym czynnikiem wpływającym na ograniczone możliwości przenoszenia kryteriów przydatności siedlisk pomiędzy odcinkami badawczymi jest różnica w różnorodności i dostępności przydatnych siedlisk dla makrobezkręgowców,
- szacowanie przepływów środowiskowych na odcinkach uregulowanych może stwarzać wiele problemów związanych z zastosowaniem odpowiednich kryteriów przydatności siedlisk oraz z odpowiedzią organizmów na specyficzne warunki środowiskowe, które są determinowane przez różnego rodzaju antropopresję. Dlatego też ważne jest wdrażanie na tego typu przekształconych odcinkach rzek działań renaturyzacyjnych.

## 5. DYSKUSJA, OCENA I UWAGI DO ROZPRAWY

Podstawą rozprawy doktorskiej mgr inż. Eweliny SZĄLKIEWICZ były modele HSM, które składały się z modeli hydraulicznych, kryteriów przydatności siedlisk oraz narzędzia do reklasyfikacji wyników modelowania i obliczenia wskaźnika WUA. Modele hydrauliczne 2D przygotowano w programie HEC-RAS, a kluczowymi krokami były pomiary rzędnych dna badanych odcinków rzeki Flinty, interpolacja batymetrii oraz proces kalibracji i weryfikacji. Kryteria przydatności siedlisk wyznaczono w oparciu o próbki makrobezkręgowców pobrane z koryta rzeki Flinty na odcinku naturalnym A i przekształconym B. Do analizy użyto krzywych przydatności siedlisk HSC, będących kombinacją krzywych wykorzystania siedlisk HUC i krzywych preferencji siedlisk HPC. Dane z odcinka naturalnego A posłużyły do wyznaczenia referencyjnych kryteriów przydatności siedlisk. Natomiast krzywe HSC dla odcinka B zastosowano do weryfikacji możliwości przenoszenia kryteriów pomiędzy odcinkami, np. z naturalnego do mocno przekształconego przez człowieka (regulacja, budowle piętrzące, ujęcia, inne). Autorka prawidłowo uzależniła kryteria przydatności siedlisk od głębokości (przepływ) i prędkości wody oraz od rodzaju substratu dennego. Ww. analizy i zależności umożliwiły wyodrębnić trzy rodzaje siedlisk preferowanych przez makrobezkręgowce tj. 1. Z małymi głębokościami i prędkościami oraz drobnym substratem; 2. Z małymi głębokościami i dużymi prędkościami oraz grubym substratem; 3. Z dużymi głębokościami i małymi prędkościami oraz drobnym substratem. Dlatego też ważnym elementem przy ocenie przydatności siedlisk dla makrobezkręgowców staje się poznanie mechanizmu transportu rumowiska (osadów), jego ilość oraz jakość. Autorka przeprowadziła ciekawe analizy przepływów środowiskowych dla obu odcinków A i B rzeki Flinty w oparciu o krzywe WUA-Q oraz HHS-Q. Uznano, i wg recenzenta prawidłowo, że właściwe wartości przepływów środowiskowych są osiągnane dla optymalnych WUA, w tym przypadku dla najwyższych. Wyznaczone przez autorkę wartości granicznych  $Q_{sr}$  porównano z przepływami charakterystycznymi z wielolecia  $SNQ$ ,  $SNQ_{V-VI}$ ,  $SSQ$  i  $SSQ_{V-VI}$ . Porównanie z  $SNQ$  jest istotne z inżynierskiego punktu widzenia, m.in. przy projektowaniu oraz eksploatacji urządzeń wodnych i budowli hydrotechnicznych.

Dużą zaletą niniejszej rozprawy i jej autorki jest to, że potrafiła połączyć zagadnienia środowiskowe związane m.in. z rodzajem makrobezkręgowców,

substratem rzeczonym, morfologią koryta z zagadnieniami modelowania hydraulicznego, oraz wykorzystać odpowiednie narzędzia (modele) w swoich badaniach.

Autorka do swoich analiz i dyskusji naukowej wykorzystwała w większości pozycje literaturowe obcojęzyczne (głównie angielskie), ale należy zwrócić uwagę, że wśród 229 pozycji znajduje się 35 publikacji opracowanych przez polskich naukowców i badaczy, zajmujących się tematyką, która łączy zagadnienia środowiskowe, hydromorfologię, hydrologię, hydraulikę i modelowanie numeryczne.

Generalnie stwierdzam, że od strony edytorsko-językowej, jak i merytorycznej praca nie zawiera znaczących uwag i błędów.

Zauważyłem drobne błędy stylistyczne i literówki, np.:

- na końcu podpisów pod tabelami i rysunkami nie powinno być kropek,
- brak znaków interpunkcyjnych,
- str. 53, wiersze od góry: trzeci zamiast a ma być A; siódmy wiersz powinno być I klasę a nie i klasę,
- str. 30, podpis pod rys .6, powinno być A zamiast a,
- str. 32, trzeci wiersz od góry, styl,
- str. 41, czwarty wiersz od dołu, styl,
- str. 49, 10-ty wiersz od dołu, do i(najważniejsze), styl
- autorka ma tendencje do tworzenia długich zdań, np. str. 42, ostatni wiersz,
- zmienić zapis jednostek np. m/s na  $ms^{-1}$ ;  $m^3/s$  na  $m^3s^{-1}$

Uwagi merytoryczne:

- brak schematu pokazującego układ i położenie odcinków badawczych A i B oraz jazu piętrzącego wraz ze stacją monitorującą stany i jakość wody,
- brak analiz dla ostatniego okresu 2015-2020,
- czy jaz Piłka-Młyn na rzece Flincie nie oddziałuje na odcinek A oraz czy nie będzie zniekształcał reżimu rzeki oraz jej naturalnego charakteru,
- czy typy mezohabitów oraz próby substratu określała autorka czy wykorzystwała wyniki badań innych,
- czy przeszkody/tamy na rzece (np. rysunek 16) na odcinku A są naturalne czy zrobione np. przez bobry lub człowieka,
- czy odcinek badawczy B znajduje się powyżej jazu, jeśli tak to w jakiej odległości, proszę o krótką charakterystykę,
- pożądanym byłoby w modelu inżynierskim HEC-RAS wykorzystanie tzw. modułu rumowiskowego, który liczyłby transport osadów oraz analizowałby rozmieszczenie stref degradacji i akumulacji, tak ważnych dla rozwoju i bytowania makrobezkręgowców w kontekście przepływów  $Q_{sr}$ .

## 6. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Przedstawioną pracę o tytule "Modelowanie przepływów środowiskowych rzeki Flinty na odcinkach o różnym stopniu przekształcenia", niezależnie od zgłoszonych uwag, oceniam całościowo bardzo dobrze. Wyznaczanie wartości przepływów środowiskowych dla bezkręgowców w ciekach jest ambitnym i ważnym zagadnieniem w zakresie badań przyrodniczych, hydromorfologicznych i ochrony ekosystemów wodnych. Tematyka jest bardzo aktualna i lokuje się jak najbardziej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Praca ma charakter zarówno eksperymentalny, jak i obejmuje szerokie spektrum zagadnień z zakresu modelowania. Autorka w oparciu o badania terenowe (próbki makrokręgowców) opracowała kryteria przydatności siedlisk. Następnie połączyła wyniki modelowania z kryteriami przydatności siedlisk oraz obliczyła powierzchnię przydatnych siedlisk. Walory rozprawy w obu tych obszarach mają kluczowe znaczenie dla wysokiej oceny badań Doktorantki. Wyraźnie sformułowano cel i konsekwentnie rozwiązano zadania szczegółowe. Pozwala to stwierdzić, iż hipotezy pracy zostały dowiedzione, a cele rozprawy osiągnięte. Ponadto, monografia pod względem edycyjnym i technicznym została opracowana solidnie i prawidłowo, zgodnie z wymogami dla tego typu prac, zarówno w zakresie tekstu, jak i zdjęć, rysunków oraz tabel.

Podsumowując ocenę rozprawy doktorskiej mgr inż. Eweliny SZALKIEWICZ pragnę podkreślić, że moje uwagi nie burzą ogólnej, pozytywnej opinii o pracy Autorki. W związku z tym stwierdzam, że **rozprawa spełnia wszystkie warunki stawiane rozprawom doktorskim** przez aktualnie obowiązujące przepisy (Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. - Dz. U. z 2017r., poz. 1789; Rozporządzenie MNiSW. z dnia 19.01.2018r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora) i **wnioskuje o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**



dr hab. inż. Robert KASPEREK, prof. UPWr