

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Wolskiego
pt. "Modelowanie hydraulicznych warunków przepływu w zarastającej
rzece nizinnej"

Wstęp

Recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Wolskiego opracowałem na zlecenie dr hab. inż. Justyny Hachoł, prof. UPWr – Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, pismem z dnia 09.11.2023 roku. Rozprawa doktorska została przygotowana w formę spójnego tematycznie zbioru artykułów. Ich opis ma 55 stron i prezentuje wyniki badań, które zostały opublikowane w pięciu artykułach naukowych. Opis zawiera spis treści, podziękowania, streszczenia w języku polskim i angielskim, tekst główny z 29 rycinami i 6 tabelami oraz zestawienie literatury. Dwie z w/w prac naukowych są opracowane samodzielnie a trzy są pracami współautorskimi, w których udział Doktoranta zawiera się w przedziale 50-85%. Określenie udziału procentowego Doktoranta w przygotowaniu publikacji naukowych nie budzi zastrzeżeń:

- 1) Wolski K, Tyimiński T, Chrobak G., 2018, Numerical modeling of the hydraulic impact of riparian vegetation, E3S Web of Conferences; 44: 1–8; udział 75%,
- 2) Wolski K, Tyimiński T., 2020, Studies on the threshold density of Phragmites australis plant concentration as a factor of hydraulic interactions in the riverbed, Ecological Engineering, udział 85%,
- 3) Wolski K., 2019, Seasonal changes in hydraulic flow conditions in overgrown lowland river, E3S Web of Conferences, 100:1–9,
- 4) Wolski K., 2022, Impact of maintenance methods of an overgrown lowland river on its hydraulic conditions, Civil and Environmental Engineering Reports, 32(4), 306-322,
- 5) Tyimiński T., Wolski K., 2023, Hydraulic effect of vegetation zones in open channel – an experimental study on the turbulence distribution, Sustainability, [w druku], udział 50%.

Cztery prace zostały opublikowane w latach 2018 – 2022, praca oznaczona nr 5 z 2023 roku pozytywnie przeszła etap recenzji i aktualnie jest w trakcie procedury redakcyjnej. Zgodnie z §5 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 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. 2018 Poz. 261) została ona uwzględniona, ponieważ spełnia wymóg, że rozprawa doktorska może mieć formę spójnego tematycznie zbioru artykułów opublikowanych lub przyjętych do druku w czasopiśmie naukowych (zgodnie z art. 13. pkt. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki (tekst. jedn. Dz.U. 2017 Nr 1789).

Charakterystyka pracy

Celem dysertacji jest zbadanie parametrów hydraulicznych przepływu wody w warunkach zmiennego w skali przestrzennej i czasowej pokrycia roślinami dna rzeki.

Przedstawione artykuły prezentują spójny tematycznie zbiór artykułów dotyczących zagadnień przepływu wody w korytach otwartych i interakcji z roślinnością wodną. Doktorant

w artykule 1 badał wpływ różnej konfiguracji skupisk roślin na warunki przepływu wody wykorzystując dwuwymiarowy model numeryczny. W artykule 2 zaprezentowano wyniki analiz numerycznych i badań terenowych dotyczących gęstości granicznej skupiska roślin trzciny pospolitej w kontekście ich oddziaływania na warunki hydrauliczne przepływu w rzece. Jako kolejne (artykuł 3) analizowano wpływ sezonowych zmian roślinności na warunki hydrauliczne panujące w korycie typowej zarastającej rzeki nizinnej. W artykule 4 przedstawiono wyniki analiz numerycznych dotyczących wpływu występowania roślin w korycie oraz wpływu zabiegów utrzymaniowych w cieku (rekonfiguracja miejsc występowania roślinności) na warunki hydrauliczne przepływu wody. W artykule 5 wykonano analizę statystyczną wyników wpływu roślin na warunki przepływu na podstawie badań laboratoryjnych. Analizie poddano układ przestrzenny składowych prędkości wody v_x i v_y w dwóch wariantach, z roślinnością oraz bez niej.

W pierwszej części opisu zbioru artykułów został zidentyfikowany problem badawczy, przedstawiono uzasadnienie podjęcia badań, cel pracy oraz sformułowaną hipotezę badawczą. W rozdziale Wyniki znajduje się charakterystyka stanowiska badawczego, opis pomiarów terenowych, metodyka i opis narzędzi do modelowania oraz zaprezentowano wyniki badań w odniesieniu do:

- rozkładu przestrzennego roślinności w korycie,
- gęstości skupisk roślin na parametry przepływu wody,
- zmian sezonowych roślinności w korycie oraz
- prac utrzymaniowych i regulacyjnych.

Na koniec zaprezentowano wnioski.

Przyjęty w cyklu publikacji schemat badania zaplanowany jest poprawnie, etapy badań prezentowane w kolejnych publikacjach są rozwinięciem tematu badawczego i wynikają z uzyskanych wcześniej wyników badań.

Ocena poziomu naukowego pracy

Prezentowana praca ma duże znaczenie dla poznania zmienności przestrzennej parametrów przepływu wody wynikających z obecności roślin w korycie, ich gęstości oraz zmian związanych z fazami sezonu wegetacyjnego. Jest to kluczowe dla poznania interakcji pomiędzy przepływem wody a roślinnością, kształtowania się oporów przepływu w czasie przejścia fali powodziowej, przebiegu procesów morfologicznych rzek oraz dla środowiska wodnego i obszarów od wód zależnych.

Celem rozprawy doktorskiej jest analiza zmienności przestrzennej i czasowej oddziaływania roślin na hydrauliczne warunki przepływu rzeki nizinnej.

Sformułowano następujące cele szczegółowe:

- identyfikacja oddziaływań stref roślinnych na hydrauliczne warunki przepływu w korytach otwartych,
- ocena wpływu zmienności przestrzennej i czasowej oddziaływania roślin na hydrauliczne warunki przepływu w korytach otwartych,
- analiza możliwości kształtowania warunków hydraulicznych w cieku poprzez pozostawianie, bądź nasadzanie roślin (tzw. proekologiczna regulacja rzek),
- określenie granicznej gęstości roślin, na przykładzie trzciny pospolitej, przy której skupisko roślin zaczyna być opływane.

Postawione hipotezy badawcze zakładają, że i) planowe i kontrolowane nasadzenia, bądź istniejące kompleksy roślinne o znanej charakterystyce florystycznej i rozpoznany oddziaływaniu hydraulicznym, mogą pełnić rolę deflektorów w korycie, ukierunkowujących strumień wody, sterujących ruchem i sedymentacją rumowiska i kształtującym procesy korytotwórcze, ii) sterując gęstością stref roślinnych i ich rozmieszczeniem w korycie można wpłynąć na warunki hydrauliczne oraz procesy morfologiczne w korycie oraz iii) wykorzystanie modelowania numerycznego 2D pozwala zaplanować proces renaturyzacji koryta i prognozować jego zmiany hydrauliczne i morfologiczne.

Cel pracy zrealizowano wykonując badania rozmieszczenia roślin w korycie, gęstości skupisk roślin, zmiany właściwości i oddziaływania w sezonie wegetacyjnym oraz wpływu prac utrzymaniowych, które obejmowały:

- pomiary terenowe odcinka rzeki Ślęzy w latach 2017-2019 - sesje pomiarowe obejmowały pomiary hydrometryczne oraz inwentaryzację roślinności w korycie,
- analizę statystyczną wyników pomiarów laboratoryjnych wpływu roślin na warunki przepływu,
- wariantowe modelowanie numeryczne parametrów hydraulicznych przepływu wody:
 - kalibrację modelu,
 - analizę wpływu rozkładu przestrzennego roślinności z wykorzystaniem modelu CCHE2D (3 warianty, 3 przepływy) oraz gęstości skupisk roślin (6 wariantów z różną liczbą roślin w skupisku),
 - wpływ zmian sezonowych roślinności z wykorzystaniem modelu IRIC Nays2DH (2 scenariusze, 6 przepływów) i wpływu prac utrzymaniowych i regulacyjnych (4 warianty, 8 przepływów).

Badania potwierdziły znaczący wpływ roślin na kształtowanie warunków przepływu w zarastających korytach rzek nizinnych. We wszystkich badaniach potwierdzono istnienie tzw. spiętrzenia wegetacyjnego. Stwierdzono także, że rozmieszczenie roślin w korycie może znacząco wpłynąć na układ prędkości wody, a tym samym w dłuższej perspektywie kształtować warunki morfologiczne w korycie. Określono gęstość graniczną na przykładzie trzciny pospolitej (27-50 roślin/m²), przy której skupisko roślin zaczyna być opływane przez strumień wody.

W wyniku badania wpływu roślin w różnych fazach sezonu wegetacyjnego porównano wpływ roślin wiosną i jesienią na wartości współczynnika szorstkości, stwierdzając znacząco wyższe wartości w korytach z roślinnością w pełnej fazie wegetacji. Weryfikując różne sposoby prowadzenia prac utrzymaniowych w korycie, stwierdzono, że sposób prowadzonych prac może znacząco przyczyniać się do zmiany warunków hydraulicznych. Tym samym uzasadnionym jest, aby prace utrzymaniowe dostosowane były do warunków lokalnych wynikających z charakterystyki danego odcinka cieku przyczyniając się do zwiększenia bioróżnorodności danego cieku.

Autor słusznie zwraca uwagę również na tendencję do świadomego kształtowania środowiska rzeki i jej otoczenia, co wymaga rozpoznania wpływu roślinności na hydrauliczne warunki przepływu oraz określenia priorytetów w odniesieniu, m.in. do maksymalizacji przepustowości, proekologicznej regulacji rzek z wykorzystaniem roślinności i procesów renaturyzacyjnych. Biorąc pod uwagę postulaty przyrodników Autor dostrzega potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do kształtowania ekosystemu rzecznoego, co wymusza poznanie wzajemnych oddziaływań pomiędzy poszczególnymi elementami tego systemu.

Uwagi ogólne i szczegółowe

Szeroki zakres badań spowodował, że niektóre z omawianych zagadnień wyjaśnione są skrótowo a inne uznane mogą być za dyskusyjne:

- str. 12; Autor słusznie zauważa, że „...wciąż brakuje modelu definiującego zmienne w czasie i przestrzeni interakcje roślin z przepływem ... w pracach inżynierskich.” oraz „W praktyce inżynierskiej ... stosuje się najczęściej tablice ... ze współczynnikami oporu ..., (których wartości) nie zmieniają się ...wraz z przepływem oraz są stałe w czasie w całym okresie wegetacyjnym” (str. 13). Czy Autor widzi możliwość poprawy działania modeli w świetle „...ogromnego rozwoju narzędzi obliczeniowych i niemal nieskończonych możliwości mocy obliczeniowych” (str. 12),
- str. 15, pkt. 1, jako jeden z celów pracy przyjęto „Wskazanie pozytywnych oddziaływań stref roślinnych na hydrauliczne warunki przepływu w korytach otwartych”. Wg jakiego kryterium weryfikował Autor oddziaływania stref roślinnych, jako pozytywne, a które jako negatywne?
- str. 15, pkt. 4, jako kolejny z celów pracy przyjęto „Określenie granicznej gęstości roślin, ... przy której skupisko roślin zaczyna być opływane”. Jaki parametr

- decydował, że skupisko roślin było traktowane, jako ażurowe, umożliwiające przepływ przez nie wody? Czy parametry modelu mogły wpłynąć na wyniki symulacji zjawiska opływu skupiska roślin?
- str. 27, Rys. 8a); na całej długości modelu widoczne jest zwiększanie się prędkości przepływu wody a wartość maksymalna występuje w jego dolnym fragmencie (ok. $1,1 \text{ ms}^{-1}$). W przypadku obecności struktur naśladujących struktury roślinne w korycie strefa zwiększonej prędkości występuje poniżej tych struktur. Przestrzenne rozkłady prędkości zaprezentowane na Rys. 13 (str. 33) wskazują, że strefa zwiększonej prędkości widoczna jest przed obiektem. Wskazywać to może na odmienny charakter modelowanego zjawiska lub też na inadequate warunki brzegowe modelu,
 - str. 29, „W przypadku prędkości v_x w profilach poprzecznych zaobserwowano, wyraźne skanalizowanie do środka koryta i zwiększenie wartości w centralnej części koryta w warunkach z roślinnością (rysunek 10B)”. Rysunek 10B prezentuje mniejsze wartości prędkości w centralnej części koryta w porównaniu ze strefą przy brzegach,
 - str. 30, 2 wg (2 wiersz od góry); Autor stwierdza, że „W układzie profilu podłużnego koryta (rysunek 11D) widoczna jest fluktuacja prędkości poprzecznej v_y po długości koryta wywołana naprzemiennymi płatami roślin i opływaniem tych płatów przez strumień wody” W związku z fluktuacyjnym rozkładem prędkości na długości odcinka badawczego, wynikającym z pomiarów laboratoryjnych opis zjawiska linią prostą należy uznać za zbyt daleko idące uproszczenie,
 - str. 33, Rys. 13, model obejmuje obszar wokół modelowanej struktury roślin, co nie pozwala wyznaczyć długości ścieżki Karmana a tym samym zasięgu oddziaływania pojedynczych struktur roślin na warunki hydrauliczne przepływu. Poznanie tego parametru pozwoliłoby na planowanie lub unikanie interakcji pomiędzy sąsiadującymi strukturami roślin,
 - str. 37, 5 wg; „Rozumiane to może być przez stwierdzenie, że im bardziej szczelna jest przeszkoda tym mniejszy jest przepływ jednostkowy za samą przeszkodą”. Jak pojedyncze rośliny zostały odwzorowane w modelu numerycznym 2D - walce, ostrosłupy? Czy ten aspekt mógł wpłynąć na oddziaływanie struktur roślinnych na warunki hydrauliczne przepływu wody powodując, że powierzchnia czynna struktury roślin jest inna niż wynikająca z sumy takiej samej ilości pojedynczych roślin?
 - str. 42, Tab. 6; poza zaproponowanymi wartościami przepływów przyjętymi do obliczeń w zakresie $0,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ – $5,0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ korzystnym byłoby, aby uwzględnione były przepływy charakterystyczne, np. SNQ, SSQ,
 - str. 43, 12 wd; „Ponadto za dowiedzionymi zmianami hydraulicznymi idą zmiany morfologiczne w korycie, które wpływają na ukształtowanie batymetrii dna koryta”. W opisie zbioru publikacji brak jest odniesienia do zmian morfologicznych dna,
 - str. 45, 7 wd; „...dla prędkości średniej jest to wzrost najbardziej zbliżony do liniowego”. Stwierdzenie to jest dyskusyjne biorąc pod uwagę, że oporu przepływu zależą od prędkości gdzie wykładnik potęgi prędkości jest równy 2,
 - str. 47, 13 wd; „W przypadku wariantu W1 z usuniętą roślinnością z koryta, średnie naprężenia ścinające są najmniejsze, gdyż w polu przepływu pozbawionym przeszkód nie występują większe formy turbulencji”. We wzorze na naprężenia ścinające zaimplementowanym do modelu Nays2DH (artykuł 4, str. 312) brak jest komponentu wskazującego na uwzględnienie turbulencji.

Zagadnienia wymagające doprecyzowania:

- str. 17, 6 wd; jest „referencyjnego odcinka”, powinno być „reprezentatywnego odcinka”. W opinii recenzenta „odcinek referencyjny” oznacza odcinek rzeki, który można uznać za stanowiący punkt odniesienia, np. w przypadku renaturyzacji rzeki,
- str. 17, 8 wd; „Odcinek badawczy Ślęży jest zlokalizowany mniej więcej w ...” – skrót myślowy odnośnie wskazania miejsca położenia odcinka badawczego,

- str. 23, 7 wg; należy powoływać się na materiał źródłowy, na przykład w podręczniku A. Byczkowskiego, Hydrologia t. I z roku 1996 (str. 98) jest powołanie na skrócone wzory b. PIHM (1970) do obliczania prędkości średniej w pionie hydrometrycznym,
- str. 24, 10 wg; jest „model ... mniej wymiarowy”, skrót myślowy,
- str. 29, 5 wg; „dużym rozproszeniu w wartości maksymalne i minimalne”, skrót myślowy,
- str. 30, 7 wd; „W rozkładzie parametru turbulencji T_u w przekrojach poprzecznych największą różnicą jest sama wielkość turbulencji...”, skrót myślowy,
- str. 36, 1 wd; jest „W przekroju γ występuje wygładzenie rozkładu prędkości v_x ”, propozycja zmiany „...mniejszy gradient prędkości w przekroju poprzecznym”,
- str. 42, 5 wd; „obliczenie ... w każdej komórce obliczeniowej modelu hydraulicznego”, skrót myślowy, obliczenia prowadzone są w węzłach komórki obliczeniowej,
- str. 41, 3 wg; „W artykule przedstawiono różnice w ukształtowania dna rzeki w dwóch skrajnych okresach (kwiecień i październik)...”. Rysunek 20 przedstawia konfigurację dna a nie różnice w ukształtowania dna (por. uwaga do 'str. 43, 12 wd'),
- str. 44, 4 wd; „...Podobnie też różnice pomiędzy poszczególnymi wariantami rosną wraz z wielkością przepływu”, skrót myślowy.

Drobne błędy edytorskie zauważone w tekście:

- str. 15, 2 wg; jest „roślinności”, powinno być „roślinnością”,
- str. 15, 3 wg; jest „hydrologicznym”, powinno być „hydrologicznymi”,
- str. 17, 5 wd; jest „szerokości”, powinno być „szerokość”,
- str. 23, 7 wd; jest „przekrojów obliczeniowych wykonanych urządzeniem ADCP”, w opinii recenzenta powinno być „przekrojów pomiarowych ...”
- str. 24, 12 wd; jest „z uśrednionymi parametrami w przekroju pionowym”, propozycja zmiany „uśrednionymi parametrami w pionie”,
- str. 27, Ryc. 8, str. 28, Ryc. 9; brak skali (dot. wymiarów),
- str. 29, 1 wg; jest „w profilach poprzecznych”, powinno być „w przekrojach poprzecznych”. Uwaga dotyczy opisu w tekście, opisy rysunków są poprawne,
- str. 38, 4 wd; jest „proporcjonalne”, powinno być „proporcjonalna”,
- brak powołania w tekście na Rys. 17–21, 24 - 29,
- str. 42, 4 wg; prędkość w tekście oznaczona literą „v”, podczas gdy w Tab. 6 jako „u”,
- pojedyncze, nieliczne braki znaków interpunkcyjnych i spacji.

Autor rozpatruje w swojej dysertacji szerokie i złożone zagadnienie związane z interakcją roślinności i strumieniem przepływającej wody. Zdaniem recenzenta jest to znacząca wartość tematu badawczego tej rozprawy. Przeprowadzono w sposób poprawny analizę źródeł i istniejącej literatury w tym zakresie (95 pozycji z lat 1956-2023, z czego publikacje z lat 2017-2023 stanowią ok. 29% publikacji). Autor zaprojektował i wykonał pracochłonne pomiary terenowe oraz wykonał wielowariantowe symulacje numeryczne opływu struktur roślin przez wodę. Uwagi dyskusyjne oraz zauważone błędy edytorskie nie wpływają na końcową ocenę merytoryczną pracy.

Zaprezentowane wyniki badań, w szczególności w odniesieniu do:

- badania wpływ roślin na kształtowanie warunków przepływu w zarastających korytach rzek nizinnych,
- określenia gęstość granicznej na przykładzie trzciny pospolitej ($27-50$ roślin/ m^2), przy której skupisko roślin zaczyna pełnić w korycie rzeki rolę naturalnego deflektora,
- sparametryzowanie wartości współczynnika szorstkości w korytach z roślinnością w pełnej fazie wegetacji oraz poza sezonem wegetacyjnym,
- określenia zaleceń do prowadzenia prac utrzymaniowych w korycie, które przeprowadzane powinny być nie według przyjętego dla całego cieku schematu, lecz z uwzględnieniem głównych „potrzeb” danego fragmentu rzeki

stanowią oryginalny wkład Autora rozprawy w rozwój wiedzy z zakresu inżynierii środowiska. Są one przykładem kompleksowego podejścia do prac utrzymaniowych odpowiadając

jednocześnie na wymóg zachowania i zwiększania bioróżnorodności danego ciek. Sformułowane hipotezy badawcze została zweryfikowana pozytywnie przez Doktoranta pomiarami terenowymi, wariantowymi symulacjami numerycznymi, analizą badań laboratoryjnych i sformułowanymi w pracy wnioskami.

W rozprawie została podjęta próba rozwiązania podstawowego problemu dla praktyki inżynierskiej, tj. interakcji strumienia wody i roślinności w korycie. Doktorant rozwiązał postawione zagadnienia używając właściwych do tego metod, konsekwentnie je realizując. Prezentowane wyniki są przedstawione w sposób czytelny i zrozumiały, co świadczy, że Autor wykazuje się umiejętnością poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników. W analizach wykorzystał precyzyjny sprzęt pomiarowy oraz możliwości modelowania numerycznego (CCHE2D, IRIC Nays2D).

Na uznanie zasługuje również interdyscyplinarne podejście Doktoranta do zagadnienia przepływu wody łącząc podejście inżynierskie z podejściem przyrodniczym, którego efektem jest określenie priorytetów w gospodarce wodnej obejmujących zagadnienia maksymalizacji przepustowości, proekologicznej regulacji rzek z wykorzystaniem roślinności, oraz prowadzenia procesów renaturyzacyjnych (planowane nasadzenia). Znaczenie pracy wynika z faktu, że przez świadomą oraz planowaną lokalizację stref roślinnych, a także kształtu tych stref, możliwe jest kształtowanie przestrzennego rozkładu strug wody w rzece, co ma duże znaczenie również w analizie procesów erozji, transportu i sedymentacji rumowiska rzecznoego.

Podsumowanie

Pracę doktorską mgr inż. Krzysztofa Wolskiego należy uznać za właściwie zaprogramowane i zrealizowane studium metodyczne analizy zmienności przestrzennej i czasowej oddziaływania roślin na warunki hydrauliczne przepływu rzeki nizinnej.

Praca zrealizowana została przy wykorzystaniu nowoczesnych technik pomiarowych, oraz możliwości modelowania numerycznego.

Cennym osiągnięciem doktoranta są określenie gęstość granicznej, przy której skupisko roślin może pełnić w korycie rzeki rolę naturalnego deflektora, sparametryzowanie wartości współczynnika szorstkości w korytach z roślinnością w różnych fazach wegetacji oraz określenia zaleceń do prowadzenia prac utrzymaniowych w korycie spełniających wymogi regulacji bliskiej naturze. Autor rozprawy przeprowadził pomiary terenowe, analizę pomiarów laboratoryjnych oraz wariantowe symulacje numeryczne potwierdzając postawione tezy badawcze wnioskami szczegółowymi, co stanowi spełnienie zakładanego celu pracy. Wykazał się przy tym systematycznością i dociekliwością. Wypracowany schemat postępowania badawczego jest logiczny i spójny z przyjętymi założeniami. Cytowane źródła dobrane są merytorycznie właściwe. Swoja praca udowodnił umiejętności prowadzenia analizy i interpretacji wyników. Wnioski przedstawione w pracy są logiczne. Na podkreślenie zasługuje zaproponowanie zaleceń do prowadzenia prac utrzymaniowych w korycie, które odpowiadają na wymóg zachowania lub poprawy stanu ekologicznego rzek.

Recenzowana praca spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określone w Ustawie z 14 marca 2003r. o stopniach naukowych oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami). Tematyka pracy mieści się w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska wchodzącej w zakres dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Wnioskuje, więc o przyjęcie i dopuszczenie pracy pt. „Modelowanie hydraulicznych warunków przepływu w zarastającej rzece nizinnej” przygotowanej przez mgr inż. Krzysztofa Wolskiego do publicznej obrony.

Leszek Książek

