



Poznań 6.10.2017 r.

Prof. UAM dr hab. Maciej Major  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu  
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych  
Instytut Geoekologii i Geoinformacji  
Zakład Monitoringu Środowiska Przyrodniczego

### **Recenzja rozprawy doktorskiej**

mgr. Łukasza Pietruszyńskiego pt.: „Rola obszarów bezodpływowych ewapotranspiracyjnych w obiegu substancji biogenicznych na obszarach młodoglacjalnych”

#### **1. Informacje wstępne**

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego z 3.07.2017 r.

Przedmiotem oceny jest bardzo obszerna dysertacja licząca 250 stron maszynopisu łącznie z 42 tabelami oraz 92 rycinami i fotografiami. Wykaz literatury obejmuje 290 pozycji, w tym 66 w językach obcych, co świadczy, że Kandydat do stopnia doktorskiego przestudiował dużą liczbę prac specjalistycznych, bezpośrednio i pośrednio związanych z tematem rozprawy. Uzyskane wyniki badań i obliczeń mgr Łukasz Pietruszyński analizował i dyskutował porównując je z danymi z literatury. Te fragmenty pracy dowodzą, że posiada On dużą wiedzę specjalistyczną, co jest jednym z wymogów stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora.

Opiniowana rozprawa doktorska dotyczy roli i wpływu obszarów bezodpływowych ewapotranspiracyjnych na zmianę jakości wody w całej zlewni rzeki Borucinki. Dla potrzeb realizowanych badań Doktorant zdecydował się wykorzystać uproszczone kryteria wyznaczania jednostek elementarnej struktury hydrograficznej poprzez podział badanej zlewni na obszary pozbawione powierzchniowego odpływu (obszary bezodpływowe ewapotranspiracyjne jak i chłonne) oraz tereny, z których woda bezpośrednio dostaje się do rzeki głównej lub jej dopływów (obszary egzoreiczne).

#### **2. Charakterystyka rozprawy**

Treść pracy Autor podzielił na 12 rozdziałów. W rozdziale pierwszym (wprowadzenie) Doktorant przybliżył problematykę badawczą, sformułował hipotezę oraz

jasno przedstawił cel pracy, którym jest próba określenia roli, jaką jednostki struktury hydrograficznej, a w szczególności obszary bezodpływowe ewapotranspiracyjne pełnią w różnicowaniu dróg migracji materii w małych zlewniach młodoglacjalnych. Autor przybliżył czytelnikowi obszar badań oraz dokonał przeglądu literatury związanej z problemem pracy.

W rozdziale 2 przedstawiono postępowanie badawcze, czyli w trzech podrozdziałach omówiono prace terenowe, laboratoryjne i kameralne. Badania terenowe rozpoczęto w listopadzie 2012 roku, a zakończono w październiku 2014 roku, czyli trwały one dwa lata hydrologiczne – 2013 i 2014. Prace terenowe przebiegały dwutorowo – część na wytypowanych do badań oczkach, a część na ciekach stałych i okresowych. Badania sieci rzecznej polegały przede wszystkim na wykonaniu zdjęć hydrograficznych i pomiarach *in situ* podstawowych parametrów fizycznych wód w ciekach z jednoczesnym poborem próbek do analiz laboratoryjnych. W okresie badań odbyło się 11 wyjazdów terenowych z różnym interwałem czasowym. Do szczegółowych badań wytypowano również 10 oczek. W latach hydrologicznych 2013 i 2014 odbyło się 15 serii pomiarów terenowych zagłębień, w ramach których starano się uchwycić sezonowe zmiany jakości wody. Analizy chemiczne pobranych w terenie próbek wody z cieków i oczek przeprowadzono w Laboratorium Hydrochemicznym Katedry Hydrologii Uniwersytetu Gdańskiego. Polegały one na wykonaniu oznaczeń kilkunastu wskaźników hydrochemicznych. Z kolei prace kameralne polegały przede wszystkim na kwerendzie literatury i materiałów źródłowych, ich weryfikacji, opracowaniu oraz wizualizacji.

W rozdziale 3 przedstawiono charakterystykę wybranych komponentów środowiska przyrodniczego, w tym budowę geologiczną, rzeźbę terenu, przepuszczalność gruntów, wybrane elementy klimatu, wody powierzchniowe, wody podziemne i użytkowanie terenu.

Rozdział 4 zawiera omówienie wybranych komponentów środowiska antropogenicznego takich jak działalność człowieka i źródła zanieczyszczeń.

Rozdział 5 jest pierwszym z rozdziałów wynikowych, w którym Autor przedstawił charakterystykę hydrometeorologiczną okresu badań. Analizie poddane zostały takie elementy jak temperatura powietrza, opad atmosferyczny oraz parowanie zmierzone na terenie Stacji Uniwersytetu Gdańskiego w Borucinie i porównane z wartościami z wielolecia 1961-2000. Na tej podstawie rok 2013 określono jako normalny, a rok 2014 jako suchy pod względem opadowym. Z kolei pod względem termicznym rok 2014 był znacznie cieplejszy od roku poprzedzającego. W rozdziale tym scharakteryzowano także stany i przepływy wody w ciekach na omawianym obszarze oraz odpływ całkowity ze zlewni Borucinki.

Rozdział 6 stanowi opis uproszczonej elementarnej struktury hydrograficznej. Przedstawiono tutaj obraz sieci hydrograficznej w okresie badań, organizację sieci hydrograficznej, hierarchizację sieci rzecznej oraz uproszczoną elementarną strukturę hydrograficzną przy różnym stanie retencji w zlewni. W podrozdziale 6.2. Doktorant przedstawił sumaryczną długość sieci rzecznej w zlewni Borucinki w poszczególnych terminach kartowania hydrograficznego z wyjaśnieniem, że pięć z nich przypadało w czasie niskiego stanu retencji, trzy w okresie przeciętnego stanu i trzy w czasie wysokiego stanu retencji. Z kolei w podrozdziale 6.4. Kandydat do stopnia doktora, uproszczoną elementarną strukturę hydrograficzną zawęził do trzech typów, czyli podzielił zlewnię Borucinki na obszary bezodpływowe ewapotranspiracyjne, bezodpływowe chłonne i obszary egzoreiczne.

Rozdział 7 zawiera wnikliwą charakterystykę hydrologiczną badanych oczek z uwzględnieniem parametrów morfometrycznych oraz doskonale przygotowanych planów batymetrycznych. Przedstawia także wahania stanów wody w oczkach oraz ukazuje strukturę użytkowania terenu we wszystkich badanych zlewniach zagłębi bezodpływowych. Biorąc pod uwagę dominującą formę użytkowania terenu Autor zaliczył pięć zlewni oczek do typu rolniczego, trzy do gospodarczego i dwa do leśnego.

W kolejnym rozdziale Doktorant omówił jakość wód powierzchniowych w zlewni Borucinki biorąc pod uwagę stężenia i wielkości parametrów fizykochemicznych w cieku głównym - w profilu zamykającym zlewnię, następnie w zlewniach cząstkowych, oraz w badanych dziesięciu oczkach. W ostatnim podrozdziale 8.4. scharakteryzowane zostały sezonowe zmiany wielkości ładunku azotu i fosforu ogólnego.

W rozdziale 9 Autor podjął się próby odpowiedzi na pytanie: w jaki sposób zmieniająca się w czasie sieć rzeczna, a co za tym idzie struktura hydrograficzna, wpływa na migrację substancji biogenicznych? W tym celu Doktorant wydzielił w zlewni Borucinki 9 zlewni cząstkowych. Zmiany elementarnej struktury hydrograficznej w okresie pomiarowym zostały omówione osobno dla całego obszaru badań oraz dla zlewni cząstkowych. Następnie ukazano wpływ elementarnej struktury hydrograficznej na wielkość ładunku jednostkowego biogenów.

W rozdziale 10 przedstawiono wpływ wybranych uwarunkowań geograficznych na ilość substancji biogenicznych w zlewni. W tym celu wzięto pod uwagę przede wszystkim strukturę użytkowania terenu oraz gęstość i rozmieszczenie zbiorników wodnych w dziewięciu zlewniach cząstkowych. Tę część pracy kończy opis aktywności zlewni w transporcie materii biorąc pod uwagę niski, przeciętny i wysoki stan retencji zlewni.

W przedostatnim rozdziale Autor przedstawił potencjalne zorganizowanie sieci hydrograficznej w warunkach ekstremalnej dostawy opadu atmosferycznego. W tym celu Doktorant wygenerował możliwe drogi spływu powierzchniowego za pomocą narzędzi GIS z wykorzystaniem numerycznego modelu terenu (DEM), którego efektem jest obraz sieci rzecznej wykorzystujący wszystkie potencjalne drogi spływu. Powstały model stanowi „prawdopodobny” obraz sieci cieków podczas wysokiego stanu retencji po dopływie jeszcze większej ilości opadu atmosferycznego niż ten, który zarejestrowano w okresie badań.

Rozprawę kończy rozdział 12, w którym dokonano podsumowania otrzymanych wyników badań i obserwacji terenowych oraz sformułowano kilkanaście wniosków ogólnych i szczegółowych. W celu ograniczenia dopływu zanieczyszczeń ze zlewni Borucinki do jezior Raduńskich podane zostały także rekomendacje dla osób zamieszkujących zlewnię Borucinki. Wnioski i rekomendacje wynikają z przeprowadzonych badań oraz przestudiowanego piśmiennictwa z zakresu podjętego tematu pracy.

W oparciu o przeprowadzoną analizę dysertacji stwierdzam, że opis poszczególnych rozdziałów jest usystematyzowany, wyczerpujący i na wysokim poziomie naukowym.

### **3. Ocena pracy i uzyskanych wyników**

Oceniając całość pracy należy stwierdzić, że dotyczy ona bardzo ważnego zarówno teoretycznego, jak i praktycznego zagadnienia. Na szczególną uwagę zasługuje bogaty wykaz literatury, trafny dobór metod i narzędzi badawczych oraz bardzo dobra jakość materiału ilustracyjnego i kartograficznego. Postawienie celu badań, sposób jego rozwiązania, analiza i synteza wyników, czytelna struktura pracy i dostępny język wystawiają Autorowi rozprawy bardzo dobrą ocenę.

Do najważniejszych osiągnięć Autora pracy można zaliczyć:

- a) Obliczenie sumarycznej długości wszystkich cieków w zlewni Borucinki w poszczególnych jedenastu terminach kartowania hydrograficznego.
- b) Wykonanie doskonałej jakości planów batymetrycznych badanych oczek.
- c) Przeprowadzenie analizy użytkowania terenu oraz obliczenie procentowego udziału poszczególnych form użytkowania terenu w zlewniach badanych oczek i wykonanie wizualizacji.
- d) Przeprowadzenie klasyfikacji hydrogeochemicznej wód powierzchniowych dla poszczególnych profili pomiarowych na ciekach.

e) Wykazanie na podstawie badań składu chemicznego dwóch odmiennych grup wód powierzchniowych. Pierwszą stanowiły cieki zlokalizowane w dolinie Rynny Borzestowskiej, których jakość jest związana z dłuższym okresem krążenia w zlewni i zasilaniem wodami podziemnymi. Drugą grupę stanowiły natomiast cieki zlokalizowane na wysoczyźnie morenowej i zasilane głównie opadami atmosferycznymi.

f) Wykazanie, że przy niskiej przewodności elektrolitycznej właściwej i niskiej mineralizacji wód oczek dominującym rodzajem zasilania jest zasilanie atmosferyczne.

g) Przedstawienie potencjalnego zorganizowania sieci hydrograficznej w warunkach ekstremalnej dostawy opadu atmosferycznego oraz wygenerowanie możliwych dróg spływu powierzchniowego za pomocą narzędzi GIS z wykorzystaniem numerycznego modelu terenu.

h) Zweryfikowanie powierzchni zlewni Borucinki. Do tej pory w literaturze wielkość powierzchni zlewni określana była na poziomie ok. 32 km<sup>2</sup>. Na podstawie szczegółowych badań terenowych i kartograficznych Doktorant wykazał, że zlewnia Borucinki ma powierzchnię mniejszą – 26,24 km<sup>2</sup>, ale w sytuacjach ekstremalnych podczas wysokiego stanu retencji zlewni, obszar zasilający zlewnię rzeki Suchej (zlewnia Słupi) o powierzchni 6,26 km<sup>2</sup> czasowo zasila również zlewnię rzeki Borucinki.

### *Uwagi krytyczne i sugestie*

a) Dużą część pracy stanowi analiza zjawiska przepływowości, także w odniesieniu do zagłębi bezodpływowych. W związku z powyższym przed przygotowaniem pracy do druku proponuję skorygować tytuł pracy poprzez dodanie przymiotnika „przepływowych” i wówczas tytuł będzie brzmiał: „Rola obszarów bezodpływowych i przepływowych ewapotranspiracyjnych w obiegu substancji biogenicznych na obszarach młodoglacjalnych”. Możliwa jest też całkowita zmiana tytułu na sformułowanie zaproponowane we wnioskach przez samego Doktoranta: „Rola jednostek struktury hydrograficznej w różnicowaniu dróg migracji zanieczyszczeń obszarowych w zlewni młodoglacjalnej”.

b) Czy niezbędny jest w pracy rozdział 6, a zwłaszcza podrozdział 6.3. dotyczący hierarchizacji sieci rzecznej? To jest doskonały materiał na inną publikację, natomiast niekoniecznie bezpośrednio związany z tematem pracy, którym jest rola obszarów bezodpływowych ewapotranspiracyjnych. Dyskusyjny jest przy tym schemat uproszczonej elementarnej struktury hydrograficznej sprowadzający się do zaledwie trzech pojęć: obszarów egzoreicznych, obszarów bezodpływowych ewapotranspiracyjnych i obszarów bezodpływowych chłonnych.

Zagłębienia bezodpływowe są stałym elementem krajobrazu terenów młodoglacjalnych, wyraźnie zarysowanymi w rzeźbie terenu. Obniżenia te są wklęsłymi formami terenu pozbawionymi powierzchniowego odpływu wód, do których następuje stały dopływ materii przede wszystkim w postaci dostawy atmosferycznej. Po etapie krążenia materii wewnątrz zlewni zagłębienia bezodpływowego może nastąpić odpływ podziemny. Jeżeli w takim przypadku uwzględnimy również „teorię funkcjonowania geoekosystemu”, to każda zlewnia zagłębienia bezodpływowego ma własny „obszar stanów dozwolonych”. W przypadku zlewni zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych „obszar stanów dozwolonych” może mieścić się w granicach od procesów morfogenetycznych o niskim natężeniu (np. brak wód powierzchniowych w zlewni) aż do procesów morfogenetycznych o wysokim natężeniu (np. poziom wody zbliżony do stref wododziałowych zlewni). Przekroczenie „obszaru stanów dozwolonych” i przelanie się wody przez strefy wododziałowe może grozić katastrofą w geoekosystemie. Zjawiska takie są stosunkowo rzadkie i pojawiają się z częstotliwością raz na kilka, bądź kilkanaście lat.

Oczywiście zagłębienia bezodpływowe sezonowo mogą zmieniać swój typ z ewapotranspiracyjnego na chłonny i odwrotnie. Jednak uważam, że Doktorant zbyt daleko posunął się w swojej analizie, gdzie bardzo często i dowolnie prowadzi granice pomiędzy wymienionymi trzema typami obszarów pomimo, że w zasięgu obszarach bezodpływowych znajdują się zarówno ciekі stałe bądź okresowe, oczywiście przy różnych stanach retencji.

c) Kolejne dwie uwagi również mają związek z tytułem pracy. Na str. 184 w podrozdziale 9.3. Autor napisał: „Powierzchnia zajmowana przez obszary bezodpływowe nie była uwzględniana, ponieważ nie uczestniczą one w powierzchniowym, bezpośrednim obiegu wody w zlewni.” Jak zatem to sformułowanie można powiązać z tytułem pracy, gdzie przedmiotem badań są obszary bezodpływowe ewapotranspiracyjne? Doktorant na tym etapie analizował eksport ładunków azotu i fosforu ogólnego w zlewni Borucinki tylko ze zlewni cząstkowych, z których następował spływ powierzchniowy, w tym przypadku z obszarów egzoreicznych. To również świadczy o tym, że należy rozważyć korektę tytułu przed przygotowaniem pracy do druku z uwzględnieniem zjawiska przepływowości zbiorników wodnych.

d) Na str. 129 Autor napisał: „Oczko nr 9 i 10 jako jedyne miały charakter przepływowy od początku prowadzenia obserwacji, tj. 28.11.2012 roku.” Pojawia się zatem pytanie: jeżeli był to początek okresu obserwacyjnego, czy nie należało pomyśleć o wyborze innych obiektów do badań terenowych tak, aby w sposób bezpośredni nawiązywały do tytułu rozprawy, której przedmiotem są przecież obszary bezodpływowe?

Powyższe zastrzeżenia i uwagi merytoryczne wynikają przede wszystkim z mojego osobistego, jako hydrologa przez kilkanaście lat związanego z Zakładem Geomorfologii Dynamicznej, postrzegania zjawiska bezodpływowości na obszarach młodoglacjalnych i mogą być dyskusyjne.

Czytając rozprawę doktorską dostrzegłem także pewne usterki oraz niejasności:

e) Na str. 31 Autor napisał: „Dodatkowo, jako tło w wybranych analizach meteorologicznych, wykorzystano dane z wielolecia 1961-2000.” Tymczasem na kolejnej stronie Doktorant podaje, że „Podstawę klasyfikacji warunków termicznych stanowi szereg empirycznych kwantyli średniej dobowej temperatury powietrza w danym miesiącu wyznaczonych dla okresu 1981-2010”, a jeden akapit niżej „Materiałem wyjściowym dla klasyfikacji warunków opadowych był szereg sum miesięcznych opadu atmosferycznego w Borucinie w latach 1961-2000.” Pojawia się zatem pytanie: skąd taka rozbieżność dat, która może w znaczący sposób wpływać na interpretację wyników? Czy to jest błąd literowy, czy też Autor analizował dane z dwóch przedziałów czasowych?

f) Doktorant na str. 78 napisał, że „Najwyższy przepływ zanotowano 12.01.2014 roku, wyniósł on  $280 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , przy obserwowanym w tym czasie stanie wody równym 264 cm, ...”, a na stronie 79 doktorant napisał: „Najwyższy zanotowany stan w roku hydrologicznym 2014 – tj. 261 cm, wystąpił tylko raz.” To jest błąd literowy czy niekonsekwencja?

g) Doktorant w pracy wielokrotnie podkreślał, że maksymalne opady atmosferyczne w okresie badań miały miejsce 26-28.05.2014 r. Tymczasem Autor do porównań swoich wyników z obrazem sieci rzecznej wygenerowanego za pomocą modelowania hydrologicznego przyjął dane z 16-18.04.2013 r. nie wyjaśniając dlaczego tak zrobił? Prawdopodobną przyczyną takiego stanu rzeczy była najdłuższa sieć rzeczna w zlewni Borucinki odnotowana w tym drugim terminie i wynosząca 75,39 km.

h) Autor na żadnej mapie nie przedstawił lokalizacji miejscowości Borucino i Stacji w Borucinie.

i) Doktorant podaje różne nazwy tej samej stacji: 1. Stacja Limnologiczna Uniwersytetu Gdańskiego; 2. Stacja Meteorologiczna Uniwersytetu Gdańskiego w Borucinie; 3. Stacja w Borucinie należąca do sieci pomiarowej IMGW. Dla osób niezwiązanych z Uniwersytetem Gdańskim i nieznających specyfiki badań w zlewni Borucinki, różne nazwy tej samej stacji mogą powodować dyskomfort w odbiorze i interpretacji wyników.

j) Na str. 140 Autor niepotrzebnie dokonał podwójnej analizy azotanów i azotu azotanowego. Wystarczy przeliczyć wartości pierwszego z tych parametrów, aby uzyskać identyczną zmienność czasową drugiego wskaźnika.

k) Szkoda, że doktorant nie zaplanował i nie zorganizował własnego stacjonarnego systemu pomiarowego wyposażonego w elektroniczne czujniki rejestrujące poszczególne parametry z dużą częstotliwością. System taki umożliwiłby prowadzenie badań zarówno w ramach pracy doktorskiej jak również zapewniłby regularne pomiary jeszcze przez kilka kolejnych lat po zakończeniu przewodu doktorskiego. Oczywiście wiązałoby się to z odpowiednimi nakładami finansowymi.

l) W pracy pojawiły się usterki w podpisach rycin. Na str. 72 pod Ryc. 22. Autor zamieścił sformułowanie „średnie i miesięczne”, a powinno być „średnie miesięczne wartości temperatury powietrza...” Z kolei na str. 74 w podpisie Ryc. 23. są „średnie miesięczne sumy”, a powinny być „miesięczne sumy opadu atmosferycznego...”

ł) W pracy występują drobne błędy literowe, interpunkcyjne oraz w cytowaniu literatury np. Marszczuk (1954) zamiast Maruszczak (1954) na str. 16.

Przedstawione w opinii drobne usterki i uwagi nie umniejszają jednak merytorycznych wartości naukowych rozprawy doktorskiej.

#### **4. Podsumowanie i wnioski końcowe**

Mgr Łukasz Pietruszyński przedłożył do oceny oryginalną i starannie wykonaną rozprawę doktorską, opracowaną na podstawie własnych badań terenowych, laboratoryjnych i przeprowadzonych obliczeń oraz wnikliwych studiów i analiz kameralnych. Badania przeprowadzono posługując się poprawnymi metodami. Opiniowana rozprawa świadczy, że jej Autor opanował metody badawcze, umiejętność samodzielnego rozwiązania postawionego celu oraz naukowego wnioskowania.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr. Łukasza Pietruszyńskiego pt.: „Rola obszarów bezodpływowych ewapotranspiracyjnych w obiegu substancji biogenicznych na obszarach młodoglacjalnych” spełnia wszystkie kryteria stawiane rozprawom doktorskim, które określone zostały w „Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz.U. Nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). Wnoszę zatem o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Biorąc pod uwagę wysoką wartość merytoryczną pracy, równocześnie składam wniosek o wyróżnienia rozprawy doktorskiej mgr. Łukasza Pietruszyńskiego.

