



Wpłynęło do IGiGP dnia

2018-05-23

UNIWERSYTET IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU

Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych
Instytut Geoekologii i Geoinformacji

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań
Dr hab. Małgorzata Mazurek, prof. UAM

Poznań, 18 maja 2018 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Anny Bojarczuk
pt.

**„Czynniki kształtujące chemizm wód w obszarach górskich
na przykładzie Centralnych Karpat Zachodnich”**

wykonana pod kierunkiem dr hab. Mirosława Żelaznego

Cechy środowiska przyrodniczego masywu tatrzańskiego wpływają na wyróżniający się w stosunku do innych regionów Polski obieg wody, który jednocześnie podlega różnorodnym oddziaływaniom wynikającym ze współczesnych zmian klimatycznych oraz antropopresji, obejmującej na tym terenie również intensywny ruch turystyczny. W XIX w. rozpoczęto pionierskie badania wód tatrzańskich (Zejszner) i pomimo, że intensywność badań hydrologicznych i hydrochemicznych znacząco wzrastała od lat 50. XX w. (m.in. Oleksynowa, Komornicki, Wit, Ziemońska, Małecka z zespołem, Żelazny z zespołem) wciąż istnieje potrzeba opracowań monograficznych i przeglądowych opartych na szerokiej interdyscyplinarnej wiedzy i powtarzalnych badaniach terenowych. Aby spełnić te oczekiwania konieczne są dalsze uszczegóławiające i systematyczne badania hydrologiczne oraz hydrochemiczne, m.in. takie jak zaplanowała i przeprowadzała samodzielnie lub w zespołach badawczych mgr Anna Bojarczuk. Wyniki tych badań Doktorantka przedstawiła w rozprawie doktorskiej pt. „Czynniki kształtujące chemizm wód w obszarach górskich na przykładzie Centralnych Karpat Zachodnich”.

Pod względem formalnym rozprawa doktorska mgr A. Bojarczuk stanowi opracowanie obejmujące:

1. 30-stronnicowe omówienie zestawu publikacji wraz z bibliografią zawierającą 182 pozycje, oraz

2. sześć załączników, którymi są następujące powiązane tematycznie publikacje:

1. Wolanin A., 2014, Zmiany cech fizycznych i chemicznych wód źródeł w zlewni Potoku Chochołowskiego (Tatry Zachodnie). Prace Geograficzne, 138, 45–56, doi: 10.4467/20833113PG.14.017.2699 - wkład własny Doktorantki 100 %;

2. Żelazny M., Wolanin A., Pęksa Ł., 2014, Fizyczno-chemiczne właściwości wód. [w:] Choiński A., Pociask-Karteczka J. (red.), Morskie Oko – przyroda i człowiek, Wyd. TPN, Zakopane, 244-257 - wkład własny Doktorantki 80 %;

ul. B. Krygowskiego 10, Collegium Geographicum, 61-680 Poznań
NIP 777 00 06 350, REGON 000001293
tel. +48 61 829 61 74, fax. +48 61 829 62 71
igig@amu.edu.pl

www.geoinfo.amu.edu.pl/igig



3. Żelazny M., Wolanin A., Płaczkowska E.. 2013. Hypsometric factors for differences in chemical composition of Tatra National Park spring waters. *Pol. J. Environ. Stud.* 22, 1: 289-299 - wkład własny Doktorantki 60 %;

4. Wolanin A., Chmielewska-Błotnicka D., Jelonkiewicz Ł., Żelazny M., 2015, Spatial variation of the chemical composition of lake waters in the Tatra National Park. *Limnol. Rev.* 15, 3, 119-127 - wkład własny Doktorantki 50,5 %;

5. Gromadzka M., Wolanin A., Żelazny M., Pęksa Ł., 2015, Physical and chemical properties of the Goryczkowe and Bystrej Górne vaucuse springs in the Tatra Mountains. *Hydrology Research*, 46,6, 954-968 - wkład własny Doktorantki 70 %;

6. Bojarczuk A., Jelonkiewicz Ł., Lenart-Boroń A., 2018, The effect of anthropogenic and natural factors on the prevalence of physicochemical parameters of water and bacterial water quality indicators along the river Białka, southern Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13 - wkład własny Doktorantki 50 %.

Wśród przedstawionych do oceny publikacji jedna z nich jest autorska, pozostałe pięć są współautorskie, w tym w dwóch artykułach Doktorantka jest pierwszym autorem (wkład własny doktorantki, obejmujący m.in.: opracowanie koncepcji publikacji, projektu badań, analizę danych, interpretację i dyskusję wyników, został określony na 50 i 50,5%), a w pozostałych trzech artykułach Doktorantka jest drugim autorem (wkład własny to: 60, 70 i 80 %). Trzy artykuły (publikacje 3, 5 i 6) opublikowane w wysokopunktowanych czasopismach z listy A MNiSzW są listowane w Scopusie, a dwa z nich w Web of Science (publikacje 3 i 6). Łączny wskaźnik cytowań (IF) dla tych czasopism wynosi 4,695. Artykuł opublikowany w *Polish Journal of Environmental Studies* był cytowany czterokrotnie (bez autocytowań) wg Scopusu, a 3 razy wg Web of Science. Dwie prace zostały opublikowane w krajowych czasopismach z listy B MNiSzW. Do oceny przedstawiono także rozdział zamieszczony w monografii krajowej pt. „*Morskie Oko – przyroda i człowiek*”.

Mgr A. Bojarczuk jako główny cel rozprawy doktorskiej (str. 3) przyjęła określenie czynników kształtujących przestrzenne zróżnicowanie i sezonową zmienność cech fizycznych i chemicznych wód obszarów górskich na przykładzie Centralnych Karpat Zachodnich. W ramach tak sformułowanego celu badawczego, w oparciu o załączone do oceny publikacje, można wyróżnić następujące cele cząstkowe:

1. rozpoznanie sezonowej zmienności cech fizycznych i chemicznych wód: źródeł i wywierzysk, jezior oraz rzeki Białki, w relacji do zmienności warunków meteorologicznych, dynamiki przepływu wody/wydajności wypływów wód podziemnych oraz tzw. biologicznej aktywności zlewni;

2. określenie uwarunkowań zróżnicowania przestrzennego cech fizykochemicznych wypływów wód podziemnych, wód jezior i rzeki Białki w nawiązaniu do budowy geologicznej zlewni, pokrywy glebowej, piętrowości klimatyczno-roślinnej, pokrycia terenu i parametrów morfometrycznych zlewni lub jeziora;

3. poznanie wpływu różnokierunkowej antropopresji (zanieczyszczenia atmosferyczne, komunalne, bytowe, turystyka, zarybienie) na jakość wód tatrzańskich;

4. wykorzystanie zróżnicowania czasowo-przestrzennego cech fizycznych i chemicznych wód w interpretacji m.in.: zasięgu obszaru zasilania, czasu i dróg krążenia wody w zlewni czy uszczegółowienia cech budowy geologicznej badanego obszaru.



Wskazane cele szczegółowe rozprawy można bardzo pozytywnie ocenić jako spójne i mające jeden ciąg przyczynowo-skutkowy dla rozpoznania obecnego stanu jakości obiegu wody w obszarach górskich. W omówieniu zestawu artykułów przedstawionych do oceny, Doktorantka przedstawiła w sposób syntetyczny *Stan badań* w zakresie kształtowania się właściwości fizyko-chemicznych wód w obszarach górskich oraz zakres *Badań hydrochemicznych w Tatrach*, należało jednak w dalszym kroku w oparciu o ocenę dotychczasowego stanu wiedzy w tej części opracowania przedstawić podsumowania i wskazać problematykę/zagadnienia wymagające dalszych badań i rozwiązań metodycznych, a także postawić hipotezę badawczą, która dotyczyłaby przedstawionego od oceny zestawu prac. Hipotezy badawcze zostały natomiast sformułowane w niektórych artykułach podlegających ocenie (np. publikacja 3).

Doktorantka na str. 3 omówienia cyklu artykułów określa jako zasięg przestrzenny swojej rozprawy obszary górskie w Centralnych Karpatach Zachodnich, a w szczególności badania terenowe zostały przeprowadzone w różnych skalach przestrzennych:

1. w skali lokalnej: w zlewni Potoku Chochołowskiego (Tatry Zachodnie), w zlewni Morskiego Oka (Tatry Wysokie), w dolinie Bystrej;
2. w skali regionalnej: w zlewni Białki (masyw tatrzański i Podhale), w polskiej części Tatr (w obrębie TPN).

W zbiorze artykułów przedstawionych do oceny, pięć z nich (publikacje 1-5) stanowi kolejne etapy zawansowania badań w zakresie rozpoznania czynników kształtujących przestrzenne zróżnicowanie i sezonową zmienność cech fizykochemicznych wód obszarów górskich, a obiektami tych badań pozostają wypływy wód podziemnych i jeziora. Natomiast publikacja nr 6 podejmuje jako przedmiot badań jakość wód rzecznych, co miało prawdopodobnie wg Doktorantki pokazać kolejny aspekt funkcjonowania obiegu wody w obszarach górskich oraz przedstawić znaczący wpływ antropopresji na chemizm wód na Podhalu. W opinii Recenzenta można było ograniczyć zakres artykułów do tematyki krenologicznej i limnologicznej w masywie tatrzańskim. Przy takim ograniczonym wyborze publikacji, obszar badań stanowiłby masyw tatrzański, którego wszechstronna charakterystyka środowiskowa zawarta jest zresztą w ocenianych publikacjach.

Szkoda, że w *Omówieniu* zestawu publikacji zabrakło przedstawienia założenia metodologicznego przyjętego do rozwiązywania postawionego problemu badawczego, bo przecież prace badawcze były prowadzone zgodnie z podejściem systemowym, które obejmowało określenie czynników i procesów składających się na funkcjonowanie wybranych geosystemów górskich oraz pozwoliło na udokumentowanie związków, zależności i współdziałań między badanymi elementami środowiska geograficznego.

Zastosowane przez mgr Annę Bojarczuk metody badawcze oraz zakres uzyskanych danych hydrologicznych, hydrochemicznych, a także mikrobiologicznych (publikacja 6) pozwalają na stwierdzenie, że recenzowana rozprawa została oparta na rzetelnej dokumentacji zgromadzonej podczas badań terenowych i laboratoryjnych. Warto zauważyć, że zastosowane metody statystyczne (np. analiza składowych głównych) w celu charakterystyki zmiennych fizykochemicznych wód oraz identyfikacji czynników kształtujących ich czasowo-przestrzenną zmienność.

Doktorantka w przeprowadzonych badaniach będących podstawą przygotowania ocenianych publikacji, skoncentrowała się na uwzględnieniu wpływu złożonych uwarunkowań środowiskowych Tatr Polskich (szerzej Centralnych Karpat Zachodnich) na cechy fizykochemiczne wód: źródeł, jezior i cieków,



a także ukierunkowała prace terenowe na określenie czynników naturalnych i antropogenicznych kształtujących ich zmienność sezonową oraz wieloletnią.

Badania Doktorantki pozwoliły na dalsze pogłębione rozpoznanie środowisk hydrogeochemicznych masywu tatrzańskiego, bowiem w rozprawie mgr A. Bojarczuk udokumentowała duże zróżnicowanie składu chemicznego wód wyrażone liczbą klas hydrochemicznych wód źródłanych (13 klas, publikacja 3) i wód jezior (11 klas, publikacja 4). Wody źródeł i jezior tatrzańskich reprezentują typowy dla strefy umiarkowanej skład chemiczny z dominującym udziałem jonów Ca i HCO_3 , z istotnym udziałem jonów magnezowych, siarczanowych czy lokalnie jonów sodowych (publikacje 1, 2, 3, 4). Badania wykazały także występowanie typów hydrochemicznych z udziałem związków azotu i jonów wodorowych, które nieuwzględniane są w klasyfikacjach hydrochemicznej (publikacja 4). Warto podkreślić potwierdzenie przez Autorkę wcześniejszych wniosków o większym zróżnicowaniu typów hydrochemicznych wód źródeł i jezior w części krystalicznej niż w części osadowej Tatr (publikacja 3).

Doktorantka dokumentuje swoimi pracami powiązanie stężeń głównych jonów ze zróżnicowaniem litologicznym masywu tatrzańskiego (publikacje 1, 2, 4), choć należy podkreślić, że trudno w przypadku wszystkich jonów taką prostą zależność wskazać. Mgr A. Bojarczuk przeprowadziła analizę potencjalnych "źródeł" dostawy poszczególnych jonów wykazując się dobrą znajomością budowy geologicznej i pokrywy glebowej obszaru badań oraz dróg i czasu krążenia wód w masywie tatrzańskim (publikacje 3, 4, 5). Z pewnością dalszej analizy wymaga określenie roli osadów fluwialnych i utworów morenowych w regulowaniu tempa odpływu wody oraz udziału jako potencjalnej puli dostawy jonów zasadowych i ich roli w neutralizowaniu kwaśnego odczynu wód odpadowych.

Przeprowadzone badania zróżnicowania cech fizykochemicznych wód wraz ze zmianą wysokością n.p.m. (publikacja 1, 3, 4), a właściwie z piętrowością geoekologiczną, potwierdzają generalnie prawidłowość, że zmiany składu chemicznego w kierunku wzrostu mineralizacji i prostszego typu hydrochemicznego wód zachodzą wraz ze spadkiem wysokości n.p.m. Zakres analizowanych wysokości był od lokalnych szczytów do wysokości 900 m n.p.m., z krokiem co 100 m (publikacja 3). Wykonane analizy doprowadziły też do konkluzji, że zróżnicowanie chemizmu wody źródeł i jezior w wyższych partiach gór, przy homogenicznej budowie geologicznej, szybkim tempie obiegu wody oraz krótkim czasie kontaktu z podłożem, może silnie nawiązywać do składu chemicznego wód opadowych i roztopowych. Utwierdza to pogląd o dużej czułości i szybkiej reakcji elementów krajobrazu górskiego na oddziaływanie czynników zewnętrznych. Doktorantka we *Wnioskach* opracowania podkreśla jeszcze, że przy dużej podatności na zmiany badanego obszaru górskiego, wpływ działalności człowieka na chemizm wody jest jednak niewielki co wiąże Autorkę z możliwością samooczyszczania się wody wynikającą z dużej dynamiki spływu wody.

Warto podkreślić nacisk położony przez Doktorantkę na identyfikację czynników antropogenicznych wpływających na chemizm wód oraz określenie cech środowiska przyrodniczego Tatr, które mogą sprzyjać zachowaniu wysokiej jakości wody, pomimo oddziaływań antropogenicznych. Przy zastosowanych przez Doktorantkę metodach badawczych trudności w określeniu pochodzenia naturalnego lub antropogenicznego poszczególnych jonów (np. siarczanów) nie pozwalają jednak na jednoznaczne wyznaczenie wielkości udziału dostawy antropogenicznej, a tym samym wielkości presji antropogenicznej w kształtowaniu chemizmu wód tatrzańskich (publikacje 2, 4).

W rozpatrywaniu wpływ chemizmu wód opadowych i pokrywy śnieżnej na zmiany cech fizykochemicznych wód powierzchniowych zabrakło szerszego odniesienia się Doktorantki do udziału pokrywy roślinnej w jakościowej transformacji opadów atmosferycznych. W piętrach leśnych roślinność



poprzez intercepcję, spływ po pniach i opad podkoronowy istotnie wpływa na jakość wody. Na obszarach górskich istotnym źródłem dopływu dodatkowych ilości kwaśnych substancji mogą być osady poziome, znacznie efektywniej „wychwytywane” przez drzewostany iglaste niż liściaste. Warto uzupełnienia jest rozpoznanie wpływu roślinności w poszczególnych piętrach geoekologicznych na transformację składu chemicznego wód opadowych, a w efekcie na jakość obiegu wody.

Do czynników kształtujących zróżnicowanie przestrzenne składu chemicznego wód w masywie tatrzańskim mgr A. Bojarczuk zalicza obok najważniejszych, takich jak: budowa geologiczna zlewni, typ pokrywy glebowej, piętrowość klimatyczno-roślinna czy pokrycie terenu, również parametry morfometryczne zlewni i jezior. Na podstawie interpretacji wyników analizy PCA Doktorantka wydzieliła 4 grupy jezior w TPN, których cechy fizykochemiczne wód kształtowane są przez zróżnicowane litologiczno-mineralnie osady, wysokość n.p.m., piętrowość geoekologiczną, pokrycie terenu, ale także Autorka wykazała wpływ na przestrzenne zróżnicowanie chemizmu wód morfometrii zbiorników (publikacja 4).

Wyniki badań wód powierzchniowych w zakresie czasowych zmian składu chemicznego wykazały w przeważającej liczbie stanowisk spadek przewodności elektrolitycznej właściwej i stężeń jonów w okresie wysokich przepływów w wyniku rozcieńczenia, ale publikacje dokumentują także wzrost stężeń niektórych jonów wraz ze wzrostem przepływu (publikacje 1, 5). Takie relacje Q-Cj według interpretacji Doktorantki mogą wynikać m.in. ze zmian zasięgu obszaru zasilania i dróg krążenia wody (publikacja 1) lub oddziaływania czynników sezonowych (publikacja 6). Zebrane dane przez Doktorantkę i zastosowane analizy statystyczne pozwoliły również na wyznaczenie czynników decydujących o sezonowości składu chemicznego wód do których zaliczono: warunki meteorologiczne, przepływ wody/wydajność źródła i aktywność biologiczną obejmującą sezonowość rozwoju roślinności i aktywności mikrobiologicznej pokrywy zwietrzelinowo-glebowej (publikacje 1, 5, 6). Dwa ostatnie czynniki mają kluczowe znaczenie w przypadku zmienności wskaźników mikrobiologicznych i związków biogennych, takich jak związki azotu (publikacje 1, 6).

Badania w zlewni Białki w zakresie wieloletnich i sezonowych zmian chemizmu wody rzecznej (publikacja 6) przyniosły rozpoznanie naturalnych i antropogenicznych czynników kształtujących cechy fizykochemiczne wody w profilu podłużnym cieką (w publikacji zabrakło charakterystyki budowy geologicznej i pokrycia terenu w zlewni) i pozwoliły na wyznaczenie czynników decydujących o sezonowości chemizmu wód rzecznych. Stwierdzono, że zidentyfikowane czynniki sezonowe: warunki meteorologiczno-hydrologiczne i aktywność biologiczną zlewni są natomiast mniej istotne w przypadku interpretacji zmian wskaźników mikrobiologicznych. Ponadto Doktorantka wykazała wzrost przewodności i stężeń jonów wraz z biegiem rzeki co powiązała ze zróżnicowaną antropopresją, w tym oddziaływaniem ośrodków narciarskich (publikacja 6). Charakter ruchu turystycznego i jego intensywność stanowi istotne wyzwanie dla wielu obszarów wysokogórskich atrakcyjnych turystycznie, a zarazem objętych różnymi formami ochrony przyrody, stąd ważna jest identyfikacja stopnia jego oddziaływania na środowisko, również w kontekście zagrożeń jakości wody.

Uważam, że rozprawa doktorska Pani mgr Anny Bojarczuk stanowi wielowątkowe i ciekawe pod względem merytorycznym opracowanie naukowe, które oceniam bardzo pozytywnie. Doktorantka osiągnęła założony cel badawczy w kilku kolejnych etapach oraz wykazała się dobrym opanowaniem warsztatu badawczego, w tym umiejętnością stawiania problemów naukowych, znajomością literatury przedmiotu, zdolnością poprawnego wnioskowania. Zdecydowana większość publikacji przedstawiona



do oceny jest współautorska, co świadczy o umiejętności pracy mgr Anny Bojarczuk w zespołach badawczych i wspólnego dzielenia się wynikami badań naukowych. Należy także podkreślić że, we współautorskich publikacjach udział merytoryczny Doktorantki w ich przygotowaniu i opracowaniu jest wysoki. Rozprawa odzwierciedla ogólną wiedzę teoretyczną, jak i doświadczenie badawcze Doktorantki. Mgr A. Bojarczuk poprzez kolejne publikacje wykazała postępujące zaawansowanie w rozpoznaniu funkcjonowania środowiska obszarów górskich, a szczególnie zachodzących procesów hydrologicznych i hydrogeochemicznych.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska mimo charakteru regionalnego, a częściowo także lokalnego, reprezentuje nowe i oryginalne wartości merytoryczne odnośnie kształtowania się chemizmu wód i jego zmienności czasowej w obszarach górskich strefy umiarkowanej o dobrze wykształconych piętrach geoekologicznych i złożonej budowie geologicznej. Zgromadzony materiał dokumentacyjny dotyczący charakterystyk ilościowych wód oraz identyfikacji naturalnych i antropogenicznych czynników, które kształtują chemizm wód pozwala formułować określone prawidłowości, daje możliwość oceny stanu aktualnego środowiska, a także umożliwia postawienie diagnozy i prognozy dotyczącej jego funkcjonowania. Obieg wody w zlewniach górskich charakteryzują się dużą czułością na zmiany czynników środowiskowych, które powodowane są przez różnorodne procesy lokalne, regionalne czy globalne. W związku z tym można go uznać za dobry geoindykator zmian w środowisku przyrodniczym.

Biorąc pod uwagę moją pozytywną ocenę recenzowanej rozprawy stwierdzam, że spełnia ona wymogi formalne i merytoryczne stawiane przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym z dn. 14 marca 2003 r. (Dz.U. z 2016 r., Nr 65, poz. 882 ze zm.) oraz § 6 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 3 października 2014 r. (Dz.U. z 2014 r., poz. 1383) i może być podstawą jej obrony publicznej, w konkluzji wnoszącej do Wysokiej Rady Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Wydziału Geografii i Geologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie o dopuszczenie mgr Anny Bojarczuk do dalszych etapów przewodu doktorskiego.