

Prof. dr hab. Adam Łajczak
Instytut Biologii i Nauk o Ziemi
Uniwersytet Pedagogiczny
im. Komisji Edukacji Narodowej
Kraków

Kraków, 30.09.2023

Wpłynęło dnia
2023 -10- 1 0

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Krzysztofa Buczka
p.t.
„Wpływ osuwisk na stosunki wodne stoku oraz charakter odpływu
ze zlewni na przykładzie Gorców ”

Uwagi wstępne

Recenzowana praca doktorska mgr Krzysztofa Buczka została wykonana w Zakładzie Hydrologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, pod opieką promotora dr hab. inż. Włodzimierza Margielewskiego, prof. IOP PAN w Krakowie. Autor rozprawy podjął się trudnego zadania polegającego na wyjaśnieniu uwarunkowań krążenia wód powierzchniowych i podziemnych na stokach fliszowych z osuwiskami oraz w małych zlewniach w takich obszarach, na przykładzie wybranych obiektów we wschodniej części Gorców. Jak podkreśla, w dotychczasowych badaniach osuwisk uwaga była skoncentrowana głównie na analizie tych form terenu, przy jednoczesnych (poza nielicznymi wyjątkami) niewystarczających próbach określenia warunków hydrologicznych i hydrogeologicznych panujących w obrębie stoków osuwiskowych czy zlewni w dużym stopniu zajętych przez osuwiska. Jak stwierdza „*nadal brak jest opracowań przedstawiających w sposób kompleksowy wpływ osuwisk na sposób krążenia wód w masywach skalnych, spowodowany zmianami struktury podłoża oraz rzeźby stoków. Szczególnie wpływ osuwisk na charakterystykę odpływu wód ze zlewni nie był dotychczas przedmiotem szczegółowych badań*”. Zakres recenzowanej pracy doktorskiej wychodzi poza ramy dotychczasowych badań osuwisk, gdyż koncentruje się na relacjach między rzeźbą osuwisk/zlewni z osuwiskami a odpływem powierzchniowym i podziemnym z takich stoków/zlewni. Uwagę zwraca struktura pracy będąca wyrazem przyjętego przez Autora toku myślowego, dzięki któremu dla czytelnika zrozumiałe są przyczyny i skutki relacji między rzeźbą badanych obszarów a ich warunkami hydrologicznymi i hydrogeologicznymi. Zrealizowane przez mgr K. Buczka badania będące podstawą zrecenzowanej rozprawy doktorskiej należy uznać za pierwsze w takim zakresie, z powodzeniem wykonane badania, nie tylko w Polsce.

Autor, uwzględniając informacje z literatury oraz własne doświadczenia badawcze, ustalił zakres badań oraz przyjął właściwą metodykę badawczą. W efekcie uzyskał nowe informacje w dużym stopniu wzbogacające wiedzę na temat wpływu osuwisk na stosunki wodne stoków i zlewni osuwiskowych w obszarze fliszowym Zachodnich Karpat (na przykładzie wybranych obiektów w zlewni Ochotnicy w Gorcach). Wyniki badań mgr K. Buczka powinny stanowić punkt wyjścia do dalszych badań w takim zakresie w innych obszarach Karpat i w tym względzie mogą być traktowane jako badania wzorcowe.

Mgr Krzysztof Buczek ustalił dwa główne cele badawcze: (1) określenie roli osuwisk w kształtowaniu warunków hydrogeologicznych i hydrologicznych badanych stoków fliszowych, co było możliwe po uprzednim szczegółowym rozpoznaniu rzeźby osuwiskowej badanych obszarów, (2) określenie wpływu osuwisk na dynamikę i strukturę odpływu z wytypowanych do tego celu zlewni. Takie założenia Autora powodują, że w recenzowanej rozprawie doktorskiej dominują dwa główne tematy badawcze.

Uwagi formalne

Rozprawa obejmuje 191 stron tekstu, zawiera 52 ryciny, 23 tabele, 7 fotografii. Wszystkie ryciny i tabele i prawie wszystkie fotografie zamieszczone w pracy stanowią dzieło autorskie mgr K. Buczka. Układ pracy jest właściwy. Tytuł rozprawy odpowiada jej treści. Praca zawiera 7 rozdziałów, a także spis literatury, spis rycin, spis tabel i spis fotografii. Wstęp jest poprzedzony streszczeniem w jęz. polskim i angielskim. Proporcje długości rozdziałów uznają za poprawne.

Streszczenie w jęz. polskim i angielskim liczy razem 6 stron. Pierwszy rozdział (**Wstęp**) zajmujący 2 strony zawiera podrozdziały: *Zarys problemu* i *Cele badań*. W pierwszym z nich Autor wprowadza czytelnika w problematykę pracy doktorskiej, a w kolejnym przedstawia dwa główne cele badawcze: (1) Określenie roli osuwisk w kształtowaniu warunków hydrogeologicznych i hydrologicznych stoków zbudowanych ze skał fliszowych, (2) Określenie wpływu osuwisk na dynamikę i strukturę odpływu ze zlewni. W drugim rozdziale (**Stan badań**) liczącym 10 stron zawarte są dwa podrozdziały: *Warunki hydrogeologiczne i hydrologiczne obszarów zbudowanych ze skał fliszowych* i *Przegląd dotychczasowych badań dotyczących hydrogeologii osuwisk*. Kolejne 10 stron zajmuje trzeci rozdział – **Charakterystyka środowiska przyrodniczego Gorców**, zawierający pięć podrozdziałów, w których kolejno zwięźle omówiono: położenie Gorców, budowę geologiczną, rzeźbę, klimat, a także warunki hydrologiczne i hydrogeologiczne tego obszaru. Podobnie obszerny (11 stron) jest czwarty rozdział (**Metody badań**) dzielący się na 9 podrozdziałów, w których dokładnie omówiono przyjęte zasady badań terenowych i kameralnych: *Badania geologiczne; Kartowanie geomorfologiczne obszarów osuwiskowych; Kartowanie hydrograficzne oraz opracowanie krzywych natężenia przepływu; Tomografia elektrooporowa; Analizy z użyciem oprogramowania GIS; Charakterystyka wypływów wód podziemnych; Dynamika odpływu; Odpływ podziemny; Analiza recesji odpływu*. Najwięcej miejsca zajmuje piąty rozdział – **Wyniki**, liczący 95 stron i dzielący się na 7 podrozdziałów: *Wybór obiektów badawczych; Charakterystyka pokrycia terenu oraz morfologii obszarów badawczych; Budowa geologiczna obszarów badawczych w świetle badań terenowych* (ten podrozdział dzieli się na 3 podrozdziały niższej rangi); *Charakterystyka morfologii wybranych osuwisk/stref osuwiskowych* (4 podrozdziały niższej rangi); *Charakterystyka wypływów wód podziemnych* (3 podrozdziały niższej rangi); *Charakterystyka warunków hydrogeologicznych osuwisk w świetle badań terenowych; Charakterystyka odpływu ze zlewni* (5 podrozdziałów niższej rangi). Kolejny, szósty rozdział (**Dyskusja**) liczy 26 stron i zawiera 4 podrozdziały: *Zmiany struktury podłoża i rzeźby terenu uwarunkowane działalnością ruchów masowych, jako czynniki wpływające na krążenie wód w obrębie stoku; Hydrologiczna rola zagłębień osuwiskowych; Wpływ aktywności osuwisk na zmiany ich stosunków wodnych; Wpływ osuwisk na odpływ ze zlewni*. Ostatni, siódmy rozdział – **Wnioski**, liczy 5 stron. Spis literatury, spis rycin, spis tabel i spis fotografii zajmują razem 23 strony. Rozdziały 1-7 liczą razem 159 stron.

Rozdziały 1-4 mają charakter wprowadzający, rozdział 5 jest rozdziałem analitycznym, rozdziały 6 i 7 stanowią syntezę wyników badań. Proporcje objętości tekstu wymienionych trzech grup rozdziałów (łączna liczba stron) wynoszące 33, 95 i 31, świadczą

o przemyślanym rozplanowaniu rozprawy doktorskiej, gdzie najwięcej uwagi poświęcono analizie wyników badań, a łączna liczba stron tekstu części syntetyzującej jest trzykrotnie mniejsza od części analitycznej i jest zbliżona do części wprowadzającej. Poprawne jest rozmieszczenie w tekście rycin, tabel i fotografii, z których zdecydowana większość (odpowiednio: 48, 22 i 5) przypada na rozdział analityczny, a pozostałe są zamieszczone w rozdz. 3 i 4.

Mgr Krzysztof Buczek cytuje w rozprawie 307 pozycji literatury, w tym 157 w jęz. angielskim (w przewadze pozycje zagraniczne), 147 w jęz. polskim i 3 w jęz. francuskim. Autor cytuje klasyczne w rozpatrywanej tematyce opracowania z zakresu uwarunkowań i dynamiki osuwisk oraz hydrogeologii osuwisk, na które powołuje się w części analitycznej rozprawy oraz w dyskusji wyników badań. Przegląd cytowanej literatury informuje o dobrej znajomości Autora literatury przedmiotu.

Rozprawa jest napisana zwięzłym, jasnym i precyzyjnym językiem. Nie tylko w każdym rozdziale/podrozdziale, ale także w każdym akapicie tekstu uwagę zwraca logiczny tok myślowy Autora wskazujący na dopracowanie tekstu. Nie zauważono powtórzeń w tekście. Wszystkie kwestie zostały wystarczająco dobrze wyjaśnione. Pod względem redakcyjnym praca jest starannie przygotowana. Uagę zwraca konstrukcja rycin, zwłaszcza ryc. 14-20 i 25-35, które pomimo dużej dawki informacji są czytelne i prezentują wysokie walory estetyczne. Także fotografie (choć nieliczne) zostały właściwie dobrane. Tabele zostały poprawnie przygotowane.

Ocena metodyki badań

Metody badań zastosowane przez mgr Krzysztofa Buczkę zostały właściwie dobrane, co pozwoliło uzyskać szeroki zakres informacji, które po krytycznej analizie stały się podstawą odpowiedzi na zadana wcześniej pytania. Zastosowane metody i techniki badawcze Autor rozprawy podzielił na dziewięć grup:

- (1) kartowanie geologiczne obszarów osuwiskowych
- (2) kartowanie geomorfologiczne tych obszarów
- (3) kartowanie hydrograficzne oraz opracowanie krzywych natężenia przepływu
- (4) badania z zakresu tomografii elektrooporowej
- (5) analizy z użyciem oprogramowania GIS
- (6) analiza danych w celu scharakteryzowania wpływów wód podziemnych
- (7) analiza danych w celu scharakteryzowania dynamiki odpływu cieków
- (8) analiza danych w celu oceny odpływu podziemnego w badanych obszarach
- (9) analiza recesji przepływu cieków

Ad (1): kartowanie geologiczne obszarów osuwiskowych Autor przeprowadził latem 2015 i 2016 r. w okresach niżówek, ze szczególnym zwróceniem uwagi (biorąc pod uwagę wskazania w cytowanych pozycjach literatury) na cechy skał decydujące o warunkach krążenia wód oraz inicjacji i rozwoju ruchów masowych (m.in. przebieg uskoków). Autor wykonał ok. 350 pomiarów zapadania warstw skalnych, ok. 1400 pomiarów położenia płaszczyzn spękań ciosowych oraz ok. 570 pomiarów powierzchni uskokowych. Ustalił kierunek i typ uskoków oraz orientację spękań przyuskokowych. Określił, m.in. na podstawie zmienności kierunku spękań ciosowych, typ przemieszczeń grawitacyjnych mas skalnych. Ustalił lokalizację wychodni drobnorytmicznego fliszu oraz melanże tektoniczne. Opracowanie graficzne wyników badań terenowych wykonał zgodnie z obowiązującymi procedurami.

Ad (2): kartowanie geomorfologiczne objęło w każdej badanej zlewni obszary zajęte przez złożone i różnowiekowe formy osuwiskowe (nazwane przez Autora strefami osuwiskowymi), m.in. łączące się w dolnych partiach stoków płatami osuwiskowymi i

jęzoram i osuwiskowymi. Szczegółową charakterystyką Autor objął 4 strefy osuwiskowe: Jezior Zawadowskich, Zimnej Wody, Tokarni, Zoniowskiego. Analizę geomorfologiczną tych stref wykonał w połączeniu z analizą materiałów kartograficznych i map wskaźnikowych (mapa nachyleń, cieniowanie analityczne rzeźby terenu) wygenerowanych na podstawie numerycznego modelu terenu (na podstawie danych LiDAR). Podczas kartowania geomorfologicznego Autor zlokalizował wszystkie granice form rzeźby i zasięgi osuwisk: skarpy, płaty osuwiskowe, rowy rozpadlinowe, jaskinie szczelinowe, jęzory koluwalne, zagłębienia bezodpływowe. Autor wykonał szczegółowe plany stref osuwiskowych z zaznaczonymi diagramami kierunkowymi i konturowymi spękań ciosowych. Na podstawie orientacji płaszczyzn spękań ciosowych scharakteryzował przemieszczenia grawitacyjne w poszczególnych strefach osuwiskowych.

Ad (3): kartowanie hydrograficzne badanych obszarów Autor przeprowadził latem 2015 i 2016 r. Ustalił lokalizację wypływów wód podziemnych, wyróżniając ich typy (sposób wypływu, utwór wodonośny), położenie względem form rzeźby (zwłaszcza względem form rzeźby osuwiskowej). Zakres badań wypływów objął pomiary wydajności, temperatury i przewodności elektrolitycznej właściwej z zastosowaniem standardowego sprzętu (pomiar przeprowadzono tylko dwukrotnie: w sezonach letnich 2015 i 2016 r.). Autor zainstalował 6 automatycznych rejestratorów stanu wody w korytach cieków, w których poziom wody był odczytywany co 10 minut od października 2014 r. do sierpnia 2016 r. W tych profilach w latach hydrologicznych 2015 i 2016 w okresach o różnym uwilgoceniu zlewni przeprowadził po 9-11 pomiarów objętości przepływu metodą wolumetryczną, a w maju i grudniu 2015 r. (wezbrania) metodą chemiczną. W każdym stanowisku pomiarowym krzywe natężenia przepływu ustalono w oparciu o stosowane w hydrologii równanie funkcji potęgowej Harlachera.

Ad (4): warunki hydrogeologiczne wylesionej strefy osuwiskowej Zoniowskie Autor ustalił metodą tomografii elektrooporowej w warunkach znacznej saturacji koluwiów po wytopieniu pokrywy śniegu w kwietniu 2015 r. Przeprowadził 4 ciągi pomiarowe o długości od 78 do 435 m.

Ad (5): Autor w charakterystyce rzeźby badanych obszarów, a także w analizie zależności między parametrami morfometrycznymi a rozmieszczeniem i zróżnicowaniem wypływów wód podziemnych, uwzględnił oprogramowanie GIS. Wysokorozdzielczy numeryczny model terenu opracował na podstawie danych LiDAR. Na tej podstawie opracował: nachylenie i ekspozycję stoków, cieniowanie rzeźby terenu oraz topograficzny indeks wilgotności, na podstawie którego ustalił miejsca koncentracji spływu powierzchniowego i śródpokrywowego. Opracował także mapy kierunku i akumulacji spływu i na tej podstawie wygenerował sieci drenażu, które zweryfikował podczas prac terenowych. Na podstawie ortofotomapy z 2015 r. wykonał mapy pokrycia terenu poszczególnych zlewni. W oparciu o numeryczny model terenu ustalił lokalizację oraz cechy zagłębień bezodpływowych; najmniejsze i najpłytsze zagłębienia zostały pominięte w dalszej analizie.

Ad (6): Autor ustalił rozmieszczenie wypływów wód podziemnych w skali poszczególnych stref osuwiskowych oraz zlewni, wyrażając to zjawisko za pomocą wskaźnika krenologicznego [liczba obiektów/km²]. Równolegle (tylko w dwóch terminach pomiarów) ustalił wydajność, temperaturę i przewodność elektrolityczną wód źródłanych. *Uwaga recenzenta:* taką „częstotliwość” pomiarów należy raczej uznać za zbyt rzadką, aby uzyskane wyniki mogły być potraktowane jako miarodajne w ocenie właściwości wypływów wód podziemnych. Z drugiej strony, uwzględniając czasochłonność badań terenowych, dwukrotne przeprowadzenie pomiarów wypływów wód podziemnych w rozległym obszarze, można uznać za minimalną normę, dzięki której uzyskane wyniki należy potraktować jako wartości tylko ogólnie informujące o skali i zmienności czasowej cech wypływów wód podziemnych. Autor przeprowadził analizę statystyczną zmierzonych cech źródeł, a także

analizę statystyczną zależności między tymi cechami źródeł a parametrami morfometrycznymi miejsc ich występowania.

Ad (7): Autor ustalił następujące miary odpływu badanych cieków: odpływ jednostkowy, warstwa odpływu, współczynnik odpływu, które zostały poddane statystycznej analizie. Wielkości te zostały obliczone w celowo wybranych punktach kontrolnych zamykających badane zlewnie.

Ad (8): zastosowanie filtrów cyfrowych do podziału godzinowych hydrogramów przepływu badanych cieków pozwoliło Autorowi ilościowo ocenić wielkość dwóch składowych odpływu całkowitego: odpływu podziemnego i odpływu bezpośredniego (= spływu powierzchniowego + spływu śródpokrywowego), a następnie średnie natężenie tych form odpływu. Autor obliczył także średnie natężenie odpływu podziemnego w skali doby, miesiąca, półrocza i roku hydrologicznego (w każdej sytuacji w formie odpływu jednostkowego). Kolejną obliczoną miarę stanowi współczynnik zasilania podziemnego odzwierciedlający zasobność wód podziemnych w strefie aktywnej wymiany wód. W pracy uzasadniono wybór zastosowanych filtrów cyfrowych, podano ich równania oraz autorów. *Uwaga recenzenta:* zakres analizy uzyskanych wyników jest ograniczony lokalizacją posterunków pomiarowych. W zlewniach osuwiskowych, nawet niewielkich obszarowo, rozmiary odpływu podziemnego wyrażonego przez odpływ jednostkowy mogą być bardzo zróżnicowane przestrzennie, dlatego uzyskane przez Autora wyniki należy traktować jako wielkości uśrednione, które w skali lokalnej mogą znacząco odbiegać od miejscowych wielkości odpływu podziemnego.

Ad (9): odcinki krzywych recesji przepływu, kiedy cieki są zasilane wyłącznie przez wody podziemne, pozwoliły Autorowi ocenić różnice w zasobności zbiorników wód podziemnych między zlewniami „osuwiskowymi” i „nieosuwiskowymi”. Autor obliczył współczynnik recesji przepływu oraz czas przebywania wody w systemie wodonośnym, a także inne wielkości charakteryzujące hydrogeologię osuwisk. Na podstawie poszczególnych krzywych recesji opracował, biorąc pod uwagę wskazania w literaturze, wzorcowe krzywe recesji dla badanych zlewni, osobno dla półrocza zimowego i letniego. W nawiązaniu do uwagi podanej w pkt. (8), także w tej sytuacji uzyskane wzorcowe krzywe recesji obowiązujące dla punktów kontrolnych w zlewniach mogą się różnić od lokalnych (nie znanych) krzywych recesji przepływu.

Uwagi podsumowujące: Autor uwzględnił ogólnie stosowane w analizie osuwisk metody badań terenowych i kameralnych, wykazując się jednocześnie własnymi rozwiązaniami. Uwagę zwraca szeroki zakres badań terenowych, a zwłaszcza duża liczba przeprowadzonych pomiarów. Zastosowane przez Autora metody badań należy uznać za właściwie dobrane, krytyczne uwagi natury metodologicznej zawarłem w pkt. 6, 8 i 9.

Główne osiągnięcia rozprawy, uwagi merytoryczne

Program badań mgr Krzysztofa Buczka należy uznać za bogaty. Autor przeprowadził w szerokim zakresie studia literaturowe mające na celu wybór odpowiednich metod badawczych możliwych do zastosowania w warunkach terenowych oraz podczas badań laboratoryjnych i kameralnych. Pozwoliło to Autorowi osiągnąć założone cele. Wyniki pomiarów i obliczeń zostały poprawnie przetworzone z zastosowaniem właściwych metod statystycznych. Na wyróżnienie zasługuje metoda graficznej prezentacji wyników badań terenowych w postaci czytelnych map zawierających dużą ilość danych. Wysoko oceniam także inną cechę recenzowanej rozprawy doktorskiej, którą jest nawarstwianie informacji prezentowanych w kolejnych rozdziałach, wynikających z wcześniej przedstawionych i stanowiących tło dla informacji analizowanych w dalszych rozdziałach. Analiza rozprawy nie nastręcza trudności w zrozumieniu głównego wątku, jakim jest wyjaśnienie uwarunkowań krążenia wód oraz

zróznicowania przestrzennego zasobów wód podziemnych i powierzchniowych w obrębie badanych stoków osuwiskowych oraz zlewni z osuwiskami.

Do najważniejszych osiągnięć pracy (rozdziały 5 i 6) zaliczam:

- w rozdz. 5.1:

- (1) wytypowanie odpowiednich, z uwagi na założony cel badań, stoków z osuwiskami i bez osuwisk oraz subzlewni w obrębie zlewni Ochotnicy,
- (2) ustalenie w obrębie zlewni Ochotnicy zróznicowania przestrzennego wskaźnika osuwiskowości powierzchniowej, który w skali zlewni cząstkowych wynosi od 2% do 59%.

- w rozdz. 5.2:

- (1) w wytypowanych do badań 7 subzlewniach ustalenie powierzchni (% pow. terenu) zajętej przez lasy, użytki zielone, grunty orne i zabudowę (dominacja lasów: >80%),
- (2) obliczenie podstawowych parametrów morfometrycznych subzlewni (pow., długość maksymalna, obwód, wskaźnik wydłużenia, wskaźnik kolistości, długość cieków stałych, gęstość sieci rzecznej, minimalne, średnie i maksymalne wys. n.p.m.),
- (3) obliczenie udziału stoków o danej ekspozycji w subzlewniach (dominacja ekspozycji N),
- (4) obliczenie udziału obszarów o wyróżnionych klasach nachyleń w obrębie subzlewni (dominacja nachyleń w zakresie 20-30°), a także średnich nachyleń,
- (5) wykonanie map nachyleń subzlewni i wyjaśnienie różnic między subzlewniami,
- (6) wykonanie map obrazujących zróznicowanie przestrzenne wartości topograficznego indeksu wilgotności (+ analiza statystyczna tej wielkości w subzlewniach oraz uwagi odnoszące się do topografii terenu),
- (7) identyfikację 172 zagłębień bezodpływowych, charakterystykę morfometryczną tych obiektów w analizowanych subzlewniach z osuwiskami i bez osuwisk (wyszczególnienie cech w subzlewniach, ze zwróceniem szczególnej uwagi na sumaryczną objętość zagłębień: od ok. 4 do 6900 m³), analizę zagłębień zajętych przez Jezioro Iwankowskie i Jezioro Zawadowskie oraz przez torfowiska Tokarnia.

- w rozdz. 5.3:

- (1) dokładne rozpoznanie budowy geologicznej badanych zlewni. Autor zaznaczył na mapie geologicznej w dużej skali zasięg wychodni różnych formacji fliszu w różnym stopniu przewodzących i retencjonujących wody podziemne, a także m.in. orientację przestrzenną spękań ciosowych i uskoków, zasięg osuwisk, ułożenie warstw skalnych, przebieg uskoków – i na tym tle położenie wypływów wód podziemnych ze wskazaniem obiektów z wytrąceniami martwicy wapiennej. Mapy geologiczne wykonał dla par zlewni potoków: Mostkowe i Zawadowskie, Janczurowskiego i Brysiowskiego, dla środkowej części zlewni potoku Jaszcz. Są to najbardziej precyzyjnie wykonane mapy geologiczne tych zlewni.

- w rozdz. 5.4:

- (1) analizę rzeźby, włącznie z wykonaniem planów geomorfologicznych (z zaprezentowaną orientacją przestrzenną spękań ciosowych) następujących obszarów: strefy osuwiskowej Jezior Zawadowskich, osuwisk w zlewni potoku Zimna Woda, strefy osuwiskowej Tokarnia, strefy osuwiskowej Zoniowskie. Graficzna ilustracja wymienionych obszarów/obiektów stanowi novum w literaturze geomorfologicznej.

- w rozdz. 5.5:

- (1) przeprowadzenie kartowania hydrograficznego badanych zlewni w sezonach letnich 2015 i 2016 r. na początku okresów bezdeszczowych, które objęło ustalenie rozmieszczenia wypływów wód podziemnych, ich typologię, obliczenie wskaźnika krenologicznego dla całego obszaru poszczególnych zlewni i osobno dla obszarów zajętych przez osuwiska. Autor przeprowadził analizę statystyczną uzyskanych wyników, biorąc pod uwagę zróznicowanie w zagęszczeniu wypływów wód podziemnych w układzie wysokościowym (co 50 m), odległość wypływów od działów wodnych. Wykazał, że wśród wypływów wód w badanych zlewniach dominowały w obu sesjach pomiarowych licznie źródła, a częstość występowania młak

była wielokrotnie mniejsza (wykapy i wysięki stwierdzono w nielicznych miejscach). Autor ustalił powierzchnie zajmowane przez podmokłości (młaki + miejsca podmokłe w pobliżu źródeł i potoków) i ich udział w powierzchni badanych obszarów określił w zakresie 0,12-2,55%. Ustalił w obu sesjach pomiarowych, jaka liczba (%) wypływów wód podziemnych występuje w obrębie głównych elementów rzeźby osuwisk (skarpy, płaty osuwiskowe, jeziora osuwiskowe/nabrzmienie osuwiskowe, rynna marginalna); stwierdził, że najzasobniejsze w wypływy wód są jeziora osuwiskowe, a dalej skarpy,

(2) na podstawie pomiarów wydajności wypływów wód podziemnych tylko w dwóch terminach w sezonie letnim Autor obliczył (przybliżoną) średnią wydajność tych obiektów, przyjmując klasy wydajności wg Meinzera. W większości zlewni dominuje klasa wydajności VII ($0,01-0,1 \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$), a w 5 zlewniach niewiele mniejszy lub nawet większy udział ma klasa VI ($0,1-0,5 \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$). Źródła zaklasyfikowane do wyższych przedziałów wydajności są w badanych zlewniach nieliczne lub ich nie stwierdzono. Autor stwierdził bardzo wysoki udział łącznej wydajności wypływów wód podziemnych drenujących osuwiska w całkowitej wydajności wszystkich źródeł w zlewniach (70-91%). Udział sumarycznej wydajności źródeł w zlewniach osuwiskowych w wielkości przepływu cieków oszacował na 50-81%. Różnicowanie przestrzenne wydajności wypływów wód podziemnych w obu sesjach pomiarowych w badanych zlewniach, a także w strefie osuwiskowej, przedstawił graficznie na mapach (z zaznaczeniem zasięgu osuwisk). Wyniki pomiarów wskazują na występowanie wypływów wód o wydajności $> 0,5 \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$ (poza nielicznymi wyjątkami) tylko w zlewniach osuwiskowych,

(3) obliczenie wielkości charakteryzujących termikę wypływów wód podziemnych w obu sesjach pomiarowych: poszczególnych obiektów oraz średnio w skali poszczególnych zlewni. Autor wykazał, że w zlewniach osuwiskowych wyżej położone wypływy wód mają niższą temperaturę (w sezonie letnim) niż w zlewniach bez osuwisk,

(4) ustalenie wielkości przewodności elektrolitycznej właściwej wód wypływów oraz wykazanie wpływu struktury osuwisk/uskoków na tę wielkość,

(5) obliczenie współczynników korelacji rangowej zmiennych charakteryzujących wypływy wód: wydajność, temperatura, przewodność elektrolityczna właściwa, a także cech terenu: topograficzny indeks wilgotności, odległość od działu wodnego, wysokość n.p.m. (pierwsze trzy cechy na podstawie pomiarów w dwóch terminach w sezonach letnich 2015 i 2016), i na tej podstawie próba ustalenia wpływu morfologii osuwiskowej na cechy wód wypływów.

- w rozdz. 5.6:

(1) ocenę warunków hydrogeologicznych osuwiska Zoniowskie na podstawie badań geofizycznych. Linie 4 profili elektrooporowych poprowadzone w różnych fragmentach osuwiska ujawniły strefy głębokościowe o różnym zawodnieniu podłoża, co odzwierciedla różnice w przepuszczalności utworów osuwiskowych, miejscową morfologię stoku oraz obecność wypływów wód podziemnych (z koluwiów).

- w rozdz. 5.7:

(1) ocenę warunków meteorologicznych oraz hydrologicznych podczas badań,

(2) obliczenie wielkości przepływu potoków w profilach zamykających siedem badanych zlewni w 12 terminach (od 26.10.2014 r. do 04.06.2016 r.) i na tej podstawie opracowanie krzywych konsumpcyjnych dla każdego potoku, opisanych równaniami funkcji potęgowych o wysokim współczynniku determinacji R^2 (0,86-0,98),

(3) na podstawie ustalonych wcześniej wielkości Autor obliczył charakterystyki odpływu z badanych zlewni w latach hydrologicznych 2015 i 2016 (w tym roku tylko do 31.08): Q_{min} , Q_{maks} , Q_{me} , $Q_{25\%}$, $Q_{75\%}$, $D_{10\%}$, $D_{90\%}$, Ψ , H , C . Wielkości odpływu zostały przeliczone na odpływ jednostkowy ($\text{dm}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$). Wykonał hydrogramy średniego dobowego odpływu jednostkowego porównywanych par potoków (zlewnie osuwiskowa i bez osuwisk), co uwiarydliło większe przepływy w okresach niżówkowych w zlewni osuwiskowej (z

wyjątkiem jednego przypadku) oraz łagodniejszy przebieg wezbrań w zlewni z osuwiskami. Autor opracował i graficznie zaprezentował statystyczną analizę odpływu jednostkowego w zlewniach w roku 2015 i 2016 z podziałem na półrocza, wykazując różnice między zlewniami osuwiskowymi i bez osuwisk. Zanalizował (także z graficzną prezentacją wyników) sezonowe zmiany współczynnika odpływu w porównywanych zlewniach: osuwiskowej i bez osuwisk, również wykazując różnice między tymi zlewniami. Kolejną zanalizowaną cechą hydrologii potoków jest nieregularność miesięcznych przepływów (α) w porównywanych zlewniach (osuwiskowa i bez osuwisk). Wykazał, że bardziej stabilnym odpływem cechują się zlewnie osuwiskowe,

(4) obliczenie średniej wartości współczynnika zasilania podziemnego (WZP) badanych 7 zlewni (na podstawie pomiarów z okresu 01.11.2014 – 31.08.2016), z zastosowaniem filtrów cyfrowych Eckhardta, EWMA, Lyne- Hollicka, Chapmana. Do dalszej analizy Autor wybrał wyniki uzyskane pierwszą metodą, które zawierają się w zakresie 85-91% i są większe w zlewniach osuwiskowych niż w zlewniach bez osuwisk. Zanalizował miesięczne wielkości WZP (%) oraz modułu odpływu podziemnego ($\text{dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$) w badanym okresie i różnice w ich wielkości uzasadnił oddziaływaniem osuwisk. W ten sposób uzyskał cenne informacje potwierdzające pozytywne oddziaływanie osuwisk na zasoby wodne zlewni,

(5) scharakteryzowanie okresów recesji odpływu w badanych potokach (11-19 okresów w półroczu zimowym i 13 okresów w półroczu letnim) o czasie trwania od 3 do 34 dni. Autor obliczył wielkości parametrów recesji odpływu: współczynnik recesji α , maksymalny potencjał zasobności $W_{\text{maks.}}$, czas przebywania wody w systemie wodonośnym T , współczynnik odnawialności R , w podziale na półrocza. Korzystniejsze warunki hydrogeologiczne zostały wykazane w zlewniach osuwiskowych. Autor opracował także wzorcowe krzywe wysychania badanych potoków, co potwierdza wcześniej wykazane korzystniejsze warunki wodne w zlewniach z osuwiskami.

- w rozdz. 6.1:

(1) wykazanie zmian w strukturze podłoża i rzeźbie terenu pod wpływem ruchów masowych, co oddziałuje na krążenie wód na stoku (analiza wyników badań Autora w nawiązaniu do wcześniej prowadzonych badań innych autorów w innych obszarach). Autor wykazał pozytywne oddziaływanie osuwisk na warunki hydrogeologiczne stoków osuwiskowych oraz zlewni z osuwiskami oraz stwierdził, że „*stabilność wydajności oraz parametrów fizykochemicznych wód jest cechą charakterystyczną źródeł uskokowych*”. Stwierdził, że zlewnie osuwiskowe charakteryzują się udziałem obszarów o wyższych wartościach TWI (większe potencjalne uwilgocenie gruntu) niż zlewnie bez osuwisk, a także skoncentrowaniem wypływów wód podziemnych w niżej położonych fragmentach stoków, podczas gdy wyżej położone partie stoków są często powierzchniowo bezwodne,

- w rozdz. 6.2:

(1) potwierdzenie opinii o pozytywnej roli zagłębień osuwiskowych na stokach w zatrzymywaniu wody.

- w rozdz. 6.3:

(1) wykazanie zmian w stosunkach wodnych stoków z osuwiskami na skutek reaktywacji osuwisk (częste przemieszczanie źródeł w dół stoku).

- w rozdz. 6.4:

(1) potwierdzenie panującej opinii o pozytywnym wpływie osuwisk na odpływ z małych zlewni zbudowanych z piaskowców (ograniczenie spływu powierzchniowego i zwiększenie odpływu podziemnego, większa stabilność odpływu w ciągu roku: łagodzenie wezbrań i głębokich niżówek), czego nie stwierdzono w zlewniach zbudowanych w dużym stopniu przez łupki. Obliczony przez Autora wysoki udział odpływu podziemnego w odpływie całkowitym badanych zlewni (85-92%), który w polskich Karpatach fliszowych (wg innych autorów) nie przekracza 51% czy nawet 78%, należy uznać za wyjątkowo duży, co trzeba

wytłumaczyć krótkim okresem pomiarów (2 lata) i niewielką powierzchnią zlewni. Autor przedstawił nowe informacje dotyczące wieloetapowego szczyptywania zasobów wód podziemnych i wyjaśnił różnice między zlewniami osuwiskowymi i bez osuwisk.

Rozdział 7 (Wnioski) zawiera główne – podsumowujące stwierdzenia Autora.

Rozprawę doktorską mgr Krzysztofa Buczka p.t. „*Wpływ osuwisk na stosunki wodne stoku oraz charakter odpływu ze zlewni na przykładzie Gorców*” pod względem merytorycznym oceniam wysoko. Uwagę zwraca nowatorski sposób rozwiązania sformułowanego problemu badawczego, co umożliwiło Autorowi udzielenie odpowiedzi na pytania postawione w celu pracy. Zaletą pracy jest także zwięzłe i często przekonujące wyjaśnienie omawianych problemów.

Uwagi krytyczne

Pomimo starannego przygotowania rozprawa zawiera błędy literowe i językowe, które zaznaczone na wydruku tekstu. Autor używa cztery pojęcia dotyczące wypływów wód podziemnych: źródła, wycieki, wysięki, wykapy, które łącznie tradycyjnie są stosowane w literaturze. Obecnie odchodzi się od pojęcia *wyciek*, które uważa się za tożsame z pojęciem *źródło* o minimalnej wydajności. Autor wyróżnia rzędy cieków, nie zaznaczając że są to wielkości stosowane w analizie geomorfologicznej. Może to prowadzić do błędnej oceny sytuacji, gdyż równolegle stosowane są takie pojęcia w analizie hydrograficznej zlewni/dorzeczy (przeciwny kierunek numeracji cieków). Na str. 79 podana liczba źródeł na osuwiskach jest mniejsza od liczby źródeł poza osuwiskami w zlewniach. W tym przypadku brakuje informacji (wyjaśnienia), że relatywnie „niewielka” liczba źródeł na osuwiskach wynika z faktu, że woda krążąca w koluwiach zasila cieki także w sposób niekontrolowany jako bezpośrednie zasilanie cieków (niewidoczny dopływ do koryt wzdłuż ich długich odcinków). Na stokach bez zasobnej w wodę pokrywy koluwiów płytka woda podziemna w większym stopniu wypływa na powierzchnię terenu jako źródła. Kolejną kwestią, która nie została wystarczająco wyjaśniona, są informacje na str. 81 dotyczące odległości wypływów wód podziemnych od lokalnych działów wodnych. Na str. 91 powinna być cytowana ryc. 15 a nie ryc. 16. Ryc. 24 zawiera błąd w podanych klasach wydajności wg Meinzera. Zamiast często podawanego terminu *wododział* lepiej jest stosować pojęcie *dział wodny*. Autor powinien „zabezpieczyć” swoje stwierdzenia wynikające z analizy przepływu potoków tylko na podstawie pomiarów w okresie 2-letnim. W analizach hydrologicznych przyjmuje się, że dopiero długie ciągi danych (co najmniej kilkuletnie) mogą stanowić w miarę wystarczającą podstawę wnioskowania, na przykład o wielkości zasilania podziemnego cieków.

Uwagi końcowe

W podsumowaniu stwierdzam, że mgr Krzysztof Buczek wykazał się dobrą znajomością literatury z omawianego problemu. Na uwagę zasługują sposoby rozwiązania podjętych przez Autora zadań badawczych, co pozwoliło Mu wyczerpująco udzielić odpowiedzi na pytania zawarte w celach rozprawy. Recenzowana rozprawa doktorska stanowi poważny wkład w poznanie uwarunkowań krążenia wód powierzchniowych i podziemnych na stokach fliszowych z osuwiskami oraz w małych zlewniach w takich obszarach, na przykładzie wybranych obiektów we wschodniej części Gorców. Praca ta powinna stanowić punkt wyjścia do dalszych studiów w tym zakresie w innych obszarach, nie tylko w Karpatach fliszowych.

Uważam, że rozprawa doktorska mgr Krzysztofa Buczka pt. „*Wpływ osuwisk na stosunki wodne stoku oraz charakter odpływu ze zlewni na przykładzie Gorców*” spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule z zakresu sztuki. **Dlatego wnoszę o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

* * * * *

W nawiązaniu do przedstawionej recenzji rozprawy doktorskiej mgr Krzysztofa Buczka przedstawiam odpowiedzi na ustawowe pytania:

(1) czy rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego ?

Tak. W świetle literatury przedmiotu, którą cytuje Autor, uwarunkowania krążenia wód powierzchniowych i podziemnych na stokach fliszowych z osuwiskami oraz w małych zlewniach w takich obszarach, były wyrywkowo omawiane w literaturze i opracowania z tego zakresu dotyczą na ogół niewielkich obszarów. Rozprawa mgr K. Buczka stanowi pod tym względem pionierskie opracowanie obejmujące wiele wątków badawczych. Mgr K. Buczek zastosował adekwatne do podjętego tematu metody badań, co pozwoliło osiągnąć założone cele pracy. Recenzowaną rozprawę doktorską uważam za dzieło stanowiące oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Praca ta powinna stanowić punkt wyjścia w dalszych badaniach w tym zakresie. Ogólnie stwierdzam, że Autor wykazał się dojrzałym podejściem do rozwiązania problemu badawczego, dobrą znajomością literatury, sprawnością w badaniach terenowych, umiejętną analizą danych i poprawnym przygotowaniem strony ilustracyjnej.

(2) czy rozprawa wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną doktoranta ?

Tak. Zastosowany przez Doktoranta sposób rozwiązania podjętego zadania badawczego nawiązuje do informacji podawanych przez cytowanych autorów (krajowych i zagranicznych) i jednocześnie w dużym stopniu stanowi wyraz Jego inwencji badawczej, samodzielnego myślenia i wdrażania własnych pomysłów. Szeroka wiedza teoretyczna Doktoranta obejmuje informacje z zakresu metodyki badań, co jest potwierdzone przez obszerne cytowanie literatury, szczególnie w jęz. angielskim, a także odnosi się do analizy wyników.

(3) czy doktorant wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej ?

Tak. Na pozytywną odpowiedź na to pytanie wskazują następujące fakty: (a) mgr Krzysztof Buczek samodzielnie zaplanował program badań z przygotowaniem właściwych metod badawczych, (b) opanował obszerną literaturę (w dominującym stopniu w jęz. angielskim), (c) prowadził w bardzo szerokim zakresie badania terenowe, (d) poprawnie zanalizował wyniki badań, (e) wykazał się umiejętnością pisanja jasnym i precyzyjnym językiem, (f) wykonał dobre ilustracje. Lektura pracy wyraźnie wskazuje na samodzielny sposób prowadzenia pracy naukowej przez mgr Krzysztofa Buczka.

* * * * *

Recenzowana praca po dokonaniu niezbędnych skrótów i uzupełnień, powinna zostać opublikowana jako monografia w celu upowszechnienia wyników podjętych przez mgr Krzysztofa Buczka badań. Materiał naukowy zebrany przez Autora powinien także zostać

opublikowany w czasopismach o obiegu międzynarodowym o profilu geologicznym, geomorfologicznym i hydrologicznym.

Jednocześnie zgłaszam wniosek o nagrodzenie recenzowanej rozprawy doktorskiej mgr Krzysztofa Buczka.

Adam Łajczak

