

Dr hab. Ewa Smolska, prof. UW

Warszawa, 20.11.2020.

Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

Uniwersytet Warszawski

Recenzja pracy doktorskiej pt. „Dostawa materiału transportowanego w zawiesinie do koryt potoków w warunkach zróżnicowanej i zmieniającej się antropopresji na przykładzie zlewni rzeki Wapienicy” autorstwa mgr Joanny Piaseckiej-Rodak

Przedłożona do recenzji praca doktorska została napisana w zakładzie Geomorfologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego pod kierunkiem dr hab., prof. UJ Jolanty Święchowicz. Tematyka pracy wpisuje się w nurt badań dynamiki procesów stokowych i fluwialnych – dostawy zwietrzelin do koryta potoku w warunkach zróżnicowanej antropopresji z zastosowaniem modelowania. Zagadnienie jest przedstawione na przykładzie małej zlewni potoku Wapienica (51 km²), położonej na pograniczu Beskidów i Kotliny Oświęcimskiej. Zastosowano model SWAT.

Na pracę składa się tekst obejmujący 9 rozdziałów (ze wstępem i wnioskami), wraz z tabelami i rysunkami łącznie 191 stron. Spis literatury obejmuje strony 192-201. Praca zawiera 49 tabel, 98 rycin oraz 6 załączników. Jest dobrze zilustrowana, szkoda, że pod niektórymi rycinami nie ma źródła, na podstawie którego zostały one wykonane. Część z ilustracji można było skomasować, co zmniejszyłoby nieco ich ilość, bez szkody dla treści. Na końcu znajdują się spisy rysunków, tabel i załączników. Podział treści generalnie jest prawidłowy. Cechą pracy są fragmenty pojawiające się po tytule rozdziałów czy podrozdziałów jako takie dodatkowe wstępy, preambuły, często zawierające zbędne powtórzenia. Także zbędny jest bardzo szczegółowy podział na podrozdziały podrozdziałów. Rozdz. 2 „Obszar badań” powinien zaczynać się od położenia terenu i jego rzeźby. W rozdziale „Metody badań” jest wyraźna niekonsekwencja, bo metody ogólne stosowane przy badaniach erozji gleby i metody zastosowane w pracy przeplatają się, a rozdział zawiera również część wyników badań (w tym mapki, tabele) – jest to część nieuporządkowana.

We Wstępie (str.1-14) w części stanowiącej wprowadzenie, które poprzedza pierwszy podrozdział, doktorantka zarysowała ogólne problemy badawcze. W podrozdziale 1.1. (Stan badań) przedstawiła badania z uwzględnieniem zarysu historycznego, rozwoju metod pomiarowych spływu i erozji wodnej gleby, pomiarów zawiesiny w korytach rzecznych, stosowanych modeli. Na podkreślenie zasługuje fakt wskazania przez autorkę problemów badawczych nie w pełni jeszcze rozwiązanych jak np. ocena źródeł dostawy, brak odpowiednich wiarygodnych danych, ekstrapolacja wyników z obszarów testowych na pozostałe tereny czy problem porównania wyników z pól testowych różnej wielkości. Druga część tego podrozdziału obejmuje omówienie czynników wpływających na erozję gleby jak: rzeźba terenu, klimat i użytkowanie. Drugi podrozdział Wstępu to przedstawienie celu pracy (1.2). Główny cel to poznanie wielkości dostawy materiału transportowanego zawiesinie do koryt potoków na przykładzie zlewni Wapienicy, o zróżnicowanej antropopresji. Niejasne jest określenie zmieniającej się – w czasie? Powyższy cel doktorantka zamierza osiągnąć poprzez 3 cele szczegółowe: rozpoznanie natężenia erozji wodnej gleby w zlewni w zależności od lokalnych warunków przyrodniczych, roli tych warunków, szczególnie rzeźby i użytkowania na miejsca dostawy zawiesiny do potoku, oraz wpływu antropopresji na liczbę miejsc dostawy zawiesiny do potoku w zależności od rodzaju działalności człowieka, w tym

wyróżnienie etapów antropopresji (w czasie? przestrzeni?). Nieco zabrakło wskazania reprezentatywności wybranej zlewni. Wprawdzie zaznaczono, że reprezentuje ona rzeźbę średniogórską, pogórszą i kotlin przedgórskich, ale to nie wyczerpuje reprezentatywności. Zabrakło wskazania, że chodzi o małą zlewnię – nie podano długości potoku, spadku, powierzchni zlewni, a są to podstawowe dane wskazujące na reprezentatywność. Dane te pojawiają się dopiero na str. 32.

Rozdział drugi poświęcono obszarowi badań. Dokonano charakterystyki fizycznogeograficznej zlewni omawiając budowę geologiczną, gleby, rzeźbę, wody powierzchniowe i podziemne, klimat i użytkowanie oraz obiekty hydrotechniczne. Nie jest jasne dlaczego podrozdział 2.7 rozpoczyna się od podania wyników inwentaryzacji miejsc dostawy zawiesiny do potoku? Dopiero w następnej kolejności jest inwentaryzacja obiektów hydrotechnicznych. W tym rozdziale zamieszczono analizę dobowych sum opadów na podstawie posterunku Bielsko-Biała.

Jeśli chodzi o użytkowanie to prawie całą część zlewni pogórskiej (beskidzkiej) pokrywają lasy, środkowa stanowi głównie obszar zurbanizowany i dolna jest użytkowana rolniczo.

Rozdział 3 „Metody badań” zawiera zarówno uściślenie, rozszerzenie informacji o stosowanych metodach badań jak i opis zastosowanych w pracy. W tym rozdziale (3.4.) opisano pokrótce różne modele stosowane do oceny natężenia erozji gleby oraz schemat działania modelu SWAT (3.4.2), a także materiał analizowany na potrzebę modelowania. Następnie przedstawiono etapy modelowania SWAT (3.4.4.). Część tego rozdziału (3.5) dotyczy opisu metod kameralnych do których doktorantka zaliczyła obliczenia średniej prędkości przepływu, koncentracji zawiesiny i analizę statystyczną własnych danych pomiarowych, wstępnych wyników modelowania w SWAT.

Dużą część pracy stanowiły badania kameralne z wykorzystaniem NMT oraz dostępnych map tematycznych przetworzonych w GIS na potrzeby modelu SWAT. Doktorantka przeanalizowała NMT w celu wytypowania miejsc dostawy materiału do potoku, kartowanie terenowe miało na celu weryfikację i uzupełnienie tych danych. Podobnie inwentaryzacja obiektów hydrotechnicznych została przeprowadzona w miejscach, dla których brakowało danych. Pomiarów terenowych objęły pomiar prędkości przepływu wody młynkiem hydrometrycznym, temperatury wody i przewodności elektrolitycznej oraz głębokości w 3 przekrojach hydrometrycznych Wapienicy oraz w profilu zamykającym całą zlewnię. Przy lokalizacji profili nie podano kilometrażu rzeki i wielkości zlewni jaką zamykają profile 1-3. Doktorantka podaje, że określono dobowe i miesięczne sumy transportu rumowiska, ale (str. 80) brakuje informacji o źródle danych. Dalej zamieszcza ona informacje o przekrojach zamykających fragmenty zlewni o różnym użytkowaniu. Dla czytelnika nie jest jasna lokalizacja miejsc pomiarów – brak rycin z zaznaczonymi miejscami profili hydrometrycznych. Pobór zawiesiny odbywał się za pomocą butelki PET o pojemności 1,5 l. Próbkę pobrano 25 razy w roku hydrologicznym 2016, łącznie było to 75 pomiarów hydrometrycznych i poboru zawiesiny. Mętność określono na podstawie fotometru LOVIBOND MD 600, a ilość zawiesiny metodą wagową. Dobowe i miesięczne masy transportu rumowiska unoszonego obliczono uproszczoną metodą wg Szewrańskiego i in. (2005). Dane meteorologiczne uzyskano ze stacji IMGW Bielsko-Biała oraz ze stacji opadowych z terenu zlewni (Błatnia, Mazańcowice i Wapienica). Okres jaki uwzględniono to 2010-2016. Przy obliczeniu masy dobowej materiału transportowanego w zawieszynie, nie jest jasne dlaczego obliczano średnią arytmetyczną oraz szereg parametrów statystycznych. Pozostały one właściwie bez komentarza. Nie podano przy jakich przepływach (niskich, średnich, wysokich) wykonano pomiary, tym samym jaka jest ich reprezentatywność. Natomiast cenne jest stwierdzenie, że pomiar mętności można generalnie uznać za

reprezentatywny dla koncentracji zawiesiny. Wstępne wyniki modelowania dla lat 2014 i 2015 pokazały na znaczną zgodność między pomiarami a modelowaniem co do przepływów (10% i 9%), natomiast w przypadku mechanicznej denudacji odpływowej można jedynie mówić o zgodności co do rzędu wielkości. Nigdzie nie zamieszczono informacji o ilości jednostek HRU.

Rozdział 4 ma tytuł dotyczący erozji gleby w badanej zlewni i jej zlewniach cząstkowych. Powinno być denudacji mechanicznej i jest to poprawnie na ryc. 60. Średnia denudacja mechaniczna w 2015 r. wyniosła dla całej zlewni 6,5 t/ha. Ze zdziwieniem stwierdzam krótki komentarz, co do uzyskanych wyników. Powinien ten rozdział być włączony do rozdz. 5 (jako pierwszy podrozdział). Odniesienia do wyników z 2015 roku są w rozdziale 6. Nie wykorzystano w dalszej pracy ładunków zawiesiny, jaka została obliczona dla profili zamykających zlewnie cząstkowe, czy tych z pomiarów wzdłuż potoku.

W kolejnym rozdziale (5) przedstawiono cechy zlewni w obszarach: beskidzkim, pogórskim i kotlin przedgórskich, oraz natężenie erozji gleby i udział dróg leśnych i szlaków pieszych (5.1). Na część beskidzką przypada 25% powierzchni zlewni na średniogórką 58% i pozostałe 16 % jej powierzchni na kotliny przedgórskie. Doktorantka zwraca uwagę na znaczne zróżnicowanie wielkości zlewni cząstkowych, największe deniwelacje, znaczne nachylenia i duży udział dróg i ścieżek w strefie beskidzkiej (aż 17% powierzchni i z podsumowania danych w tab. 37 wynika, że aż 82,7 % wszystkich dróg). Ryc. 62, 64 i 66 dobrze ukazują przestrzenne zróżnicowanie potencjalnej erozji gleby. Zabrakło wyraźnego podkreślenia, że niewielki (jaki) % powierzchni zlewni jest zagrożony erozją powyżej 10 t/ha tj w najniższym progu wg modelu SWAT. W dalszej części rozdziału (5.2) przeanalizowano wybrane parametry zlewni wpływające na erozję wodną. Kolistość zlewni, wydłużenie i zwartość nie mają korelacji z natężeniem erozji gleby. Interpretację tego pozostawiono bez komentarza. Następnie (5.3 i 5.4) wyjaśniono przyczyny zróżnicowania erozji analizując nachylenie stoków i gleby. Zwrócono uwagę na znaczny obszar stoków o dużym nachyleniu z pokrywami gruzowymi (36% powierzchni) strefy beskidzkiej. W przypadku części pogórskiej i kotlin nachylenie nie jest czynnikiem decydującym o dostawach zawiesiny. Większe znaczenie mają gleby. Najwyższe wartości erozji cechują linijne szlaki spływu wód głównie drogami nieutwardzonymi, które są wykorzystywane przez ciężki sprzęt w części beskidzkiej zlewni. Erozja wzdłuż nich może osiągać ponad 540 t/ha. Także lokalnie w dolnej części stoków na kontakcie z dnami dolin wciosowych erozja jest większa, przekracza 30 t/ha. W pozostałej części zlewni niewielki jest % jej powierzchni zagrożonej erozją większą niż 10 t/ha. Nieco zabrakło analizy takich powierzchni RHU o potencjalnie dużym natężeniu erozji – spadki, gleby, użytkowanie, jest to omówione raczej ogólnie a nie w przypadku konkretnych powierzchni badanej zlewni, zagrożonych erozją – choćby na kilku wybranych przykładach.

Słabo podkreślono znaczenie depozycji części erodowanej gleby w obrębie stoku/zlewni. Zwrócono uwagę jedynie na stożek napływowy powyżej zbiornika Wapienica. Zabrakło wg mnie porównania odprowadzanej zawiesiny wzdłuż potoku z wynikami modelowania SWAT.

Zasadniczą uwagą do tego rozdziału jest kolejność prezentowanych wyników. Obraz łatwiejszy w odbiorze dałaby inna ich kolejność – najpierw spadki, gleby, użytkowanie a następnie natężenie erozji.

W rozdziale 6 analizowano uwarunkowania antropogeniczne, wskazano etapy zagospodarowania zlewni (przełom XVIII i XIX w., po uruchomieniu zbiornika retencyjnego w 1932 r.) dla których wykonano symulacje erozji gleby z uwzględnieniem różnych typów lasów dla etapu I, różnego użytkowania dla etapu II oraz dla 2015 r. Obszar zalesiony

przeanalizowano uwzględniając pokrycie lasami mieszanymi, iglastymi i liściastymi i uzyskano najmniejszą erozję dla lasów mieszanych, znacznie wyższą (prawie 3 razy) dla lasów iglastych i liściastych (prawie 2 krotnie). Obraz współczesny wskazał w modelowaniu szczególnie istotną rolę użytkowania: wszelkich dróg ze słabą okrywą roślinną, które są głównym miejscem erozji w części beskidzkiej, natomiast w części pogórskiej, w znacznym stopniu zurbanizowanej (30 % zabudowa wielorodzinna i 35% przemysłowa) generuje dostawę do koryta poprzez sieć kanalizacji burzowej – 15 t/ha. Obszar kotlin generuje 2-4 t/ha mimo znacznych powierzchni rolniczych (63%). Uregulowana, obwałowana rzeka otrzymuje zawiesinę rowami melioracyjnymi.

Ważnym poruszonym przez Doktorantkę problemem jest źródło danych, warunkujące uzyskanie zadowalających wyników. Pokazano (tab. 46) wyniki modelowania w SWAT uzyskane na podstawie Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT), Uraban Atlas i Corine Land Cover, przy czym w trzecim przypadku o większym stopniu generalizacji użytkowania otrzymano wyższe wartości erozji gleby (3,86 t/ha) niż w dwóch pozostałych (odpowiednio 3,35 i 3,4 t/ha).

Analizie relacji między stokiem i korytem służy wskaźnik łączności (IC connectivity index). Na początku rozdz. 7 powtórzono jego sposób obliczania, przedstawiony w metodach badań. W modelu SWAT jest możliwość uzyskania danych na ten temat (ryc. 84). Wyniki pokazują, że tylko niewielka część zlewni beskidzkiej cechuje się łącznością stoków z systemem fluwialnym (górna Wapienica i Barbara). Stożek powyżej zbiornika Wapienica to miejsce depozycji transportowanego materiału, które ogranicza dostawę do zbiornika. Poniżej zbiornika to początek słabego powiązania systemu stokowego z korytowym ze względu na szersze dno lub uregulowane koryto. Dostawa może odbywać się kanalizacją burzową w strefie miasta i punktowo, głównie krótkimi dopływami i rowami. Lokalnie kamienna podsypka utrudnia erozję dna i brzegów samego potoku. Doktorantka wyróżniła 6 stref o zróżnicowanej dynamice łączności obu systemów.

Doktorantka zauważa znaczenie ekspozycji stoków w dostawie zawiesiny (7.1.1), co wynika z ułożenia warstw skalnych. Stoki o ekspozycji południowej dostarczają o 12 % więcej materiału. Kolejnym zagadnieniem poruszonym w tym rozdziale jest łączność funkcjonalna związana z intensywnymi opadami i jednocześnie ze zredukowaną roślinnością, a więc wiosną i jesienią, co obliczono na podstawie współczynnika erozyjności opadów wg formuły Fourniera. Symulację przeprowadzono dla okresu opadowego lat 2013-2015. Największą erozję uzyskano w roku o większej ilości opadów silnych (2013 – 6,39 t/ha). Nie bardzo jest jasne po co analizowano wielolecie 1981-2016, ponieważ zabrakło komentarza jak na tle wielolecia reprezentatywne są lata 2013-2015 (ryc. 92). W 2014 r. erozja wodna wyniosła 4,07 t/ha i w 2015 – 3,35 t/ha. Doktorantka słusznie największą erozję wiąże z silnymi i bardzo silnymi opadami w maju i czerwcu. Zwraca uwagę znacznie wyższą wartość erozji dla całego 2015 r – średnio dla całej zlewni 6,5 t/ha (patrz str. 114). Warto tę różnicę skomentować.

W dalszej części rozdziału zwrócono uwagę na miejsca dostawy zawiesiny ze stoków do potoku (7.3.). Pokazano różnice w ilości takich miejsc na podstawie analizy NMT, modelu SWAT i kartowania. Dla przykładu w strefie beskidzkiej analiza NMT pozwoliła na zlokalizowanie łącznie 71 takich miejsc dostawy głównie w potokach źródłowych (62), pozostałe to zbiornik (3) i potok uregulowany (6). W modelu SWAT ta ilość zwiększyła się do 96 miejsc, a kartowanie pozwoliło na inwentaryzację 94 miejsc. Podobną (nieco mniejszą) ilość miejsc zlokalizowano na terenie przedgórskiej części zlewni i najmniej w strefie kotlin. Zabrakło porównania pomierzonych ładunków (RD) w potoku z uzyskanymi z modelu SWAT – raczej intuicyjnie wskazano na podcięcia brzegów potoku jako miejsca dostawy zawiesiny.

W rozdziale 8 autorka zwraca uwagę na cechy modelu SWAT i jego przydatność w polskich warunkach. Wskazuje na konieczność gromadzenia danych z różnych źródeł, konieczność walidacji modelu, która jest utrudniona dla zlewni niekontrolowanych- bez monitoringu hydrologicznego. Przeprowadzone badanie potwierdziły przydatność modelu jako narzędzia do oceny erozji gleby, także powiązania systemu stokowego z korytowym.

Wnioski (rozdz. 7) są podsumowaniem pracy i zostały poprawnie sformułowane.

Wybrane uwagi szczegółowe:

Cały podrozdział 2.2. nie powinien być dzielony np. 2.2.3. to 3 wiersze.

Str. 24 – „Wynikiem działania lodowca są żwiry, głazy, piaski i mułki i gliny rzeczne tarasów nadzalewowych” – inne jest geneza tych osadów.

Na ryc. 7 (str 21) i ryc. 10 (str 27), ryc.11 (str. 20) brak objaśnienia białych plam (obszary zalesione, obszary niezalesione)

Str. 56 i 57 ryc. 33, 34 i tab.13 należało w tytule dodać na podstawie jakiej stacji meteorologicznej

Str. 63 - początek wraz z ryc. 39 powinien znajdować się w innym miejscu – na str 74.

Początek podrozdz. 2.7. (str 63-67) powinny mieć tytuł np. Ogólny stan hydrotechniczny potoku i stanowić konsekwentnie do pozostałych wydzielen pkt. 2.7.1.

Str. 113 - W podrozdz. 3.5.3. odmiennie niż powyżej nie zamieszczono żadnych wyników – jest to niekonsekwencja w porównaniu do wcześniejszych podrozdziałów (3.5.1 i 3.5.2) – jednak to w tym przypadku jest to typowe dla metod badań, gdzie prezentuje się stosowane procedury obliczeniowe

Str. 114 – zbędny jest wstęp do rozdz. 4 - ogólny komentarz na temat uwarunkowań erozji gleby

Str. 118 – Ostatnie zdanie pierwszego akapitu nie jest w pełni prawdziwe – zlewnia może być duża ale wąska (wysoki wskaźnik wydłużenia) wówczas materiał szybko dociera do koryta.

Str.120 – nagłówek tab.37 udział dróg w %, niejasne co ten % oznacza (% długości dróg)

Ryc. 62, 64,66, należało dodać czy wartości w t/ ha to średnie roczne czy za rok 2015 (podobnie jak denudacja odpływowa)

Str. 176 – Zaznaczono, że wielkość erozji określono dla półrocza opadowego, a omawiane są także opady spoza tego półrocza, które nie miały wpływu na uzyskany wynik

Str.188. Drugi akapit należało dodać, że erozja dla lat 2013-2014 dotyczy półrocza letniego, a podana na końcu dla 2015 r. – 6,5 t/ha jest dla całego roku.

Podsumowanie

Praca mgr Joanny Piaseckiej-Rodak stanowi oryginalne rozwiązanie postawionego problemu naukowego. Za najważniejsze osiągnięcia uważam:

- potwierdzenie przydatności modelu SWAT do oceny erozji wodnej gleby w zlewni o zróżnicowanej rzeźbie i antropopresji
- określenie średniej erozji gleby /średniej denudacji mechanicznej dla całej zlewni, jak i jej zróżnicowanych pod względem rzeźby i antropopresji części,
- wskazanie miejsc dostawy materiału do transportu zawiesinowego w potoku.

Autorka wykazała się umiejętnością zaplanowania i przeprowadzenia badań terenowych, dobrze poradziła z całym procesem modelowania od zapoznania się z modelem,

zebraniem danych oraz procedurą modelowania. Praca jest poprawnie napisana, Miejscami zbyt szczegółowa, drobne niedociągnięcia nie umniejszają jej jakości. Cytowana literatura wskazuje na dużą ogólną wiedzę teoretyczną. Zebrane pozycje w znacznej części są zagraniczne (anglojęzyczne), co wskazuje, że Doktorantka orientuje się dobrze w literaturze międzynarodowej.

Podsumowując stwierdzam, że załączona rozprawa doktorska pt. „Dostawa materiału transportowanego w zawieszynie do koryt potoków w warunkach zróżnicowanej i zmieniającej się antropopresji na przykładzie zlewni rzeki Wapienicy” spełnia wymogi określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dn. 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

