

Załącznik 1

Autoreferat

1. Imię i nazwisko.

Dominika Wrońska-Wałach

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2010

Doktor nauk o Ziemi, dyscyplina: geografia

Uniwersytet Jagielloński

Wydział Biologii i Nauk o Ziemi

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej

Rozprawa doktorska pt.: „Wykształcenie i funkcjonowanie lejów źródłowych w górach średnich (na przykładzie wybranych obszarów w Karpatach fliszowych)”

2004

Magister

Uniwersytet Jagielloński

Wydział Biologii i Nauk o Ziemi

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej

Praca magisterska pt.: „Rola osuwisk w modelowaniu stoków w Beskidzie Niskim na przykładzie Magury Wątkowskiej”

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

2014 – obecnie

Adiunkt

Uniwersytet Jagielloński

Wydział Biologii i Nauk o Ziemi,

od 1.03.2017 r. Wydział Geografii i Geologii

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej

ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

2011 – 2014

Asystent

Uniwersytet Jagielloński

Wydział Biologii i Nauk o Ziemi

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej

ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

2004 –2010

Studentka studiów III stopnia

Uniwersytet Jagielloński

Wydział Biologii i Nauk o Ziemi

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej

ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

- 4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.**

Wskazanie osiągnięcia wynikającego w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

4.1 Tytuł osiągnięcia naukowego

Lej źródłowy jako strefa przejściowa między procesami stokowymi i fluwialnymi na przykładzie Karpat Zachodnich

Na osiągnięcie naukowe składa się sześć recenzowanych publikacji* (załącznik nr 3), które zostały opracowane i opublikowane po otrzymaniu stopnia naukowego doktora w czasopismach zaliczanych do dziedziny Nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie Nauk o Ziemi i indeksowanych w Web of Science Core Collection (Journal Citation Reports - JCR).

Łączny Impact Factor cyklu publikacji wynosi **24,69**. Mój wkład w publikacje jest szczegółowo przedstawiony w załączniku nr 4 i potwierdzony załączonymi oświadczeniami współautorów (załącznik nr 5).

1. **Wrońska-Wałach D.**, 2014, Differing responses to extreme rainfall events in headwater areas recorded by wood anatomy in roots (Gorce Mountains, Poland). *Catena* 118, 41–54. doi:10.1016/j.catena.2014.01.016 (IF – 3,26)
2. **Wrońska-Wałach D.**, Sobucki M., Buchwał A., Gorczyca E., Korpak J., Wałdykowski P., Gärtner H., 2016. Quantitative analysis of ring growth in spruce roots and its application towards a more precise dating. *Dendrochronologia* 38, 61–71. doi:10.1016/j.dendro.2016.03.009 (IF – 2,48)
3. Bernatek-Jakiel, A., **Wrońska-Wałach, D.**, 2018. Impact of piping on gully development in mid-altitude mountains under a temperate climate: A dendrogeomorphological approach. *Catena* 165, 320–332. doi:10.1016/j.catena.2018.02.012 (IF – 4,15)
4. **Wrońska-Wałach, D.**, Żelazny, M., Małek, S., Krakowian, K., Dąbek, N., 2018. Channel heads in mountain catchments subject to human impact – The Skrzyczne range in Southern Poland. *Geomorphology* 308, 190–203. doi:10.1016/j.geomorph.2018.02.005 (IF – 3,68)
5. **Wrońska-Wałach, D.**, Cebulski, J., Fidelus-Orzechowska, J., Żelazny, M., Piątek, D., 2019. Impact of ski run construction on atypical channel head development. *Sci. Total Environ.* 692, 791–805. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.07.083 (IF – 6,97)
6. Słowik-Opoka, E., **Wrońska-Wałach, D.**, Michno, A., 2018. Analysis of sediment from steps in a small catchment in the Polish Carpathians in relation to the transition zone between the hillslope and fluvial system. *Catena* 165, 237–250. doi:10.1016/j.catena.2018.01.036 (IF – 4,15)

* publikacje ułożone są zgodnie z rozwojem tematyki badawczej

4.2 Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania. Komentarz autorski do osiągnięcia naukowego

Motywacja i wprowadzenie

Inspiracją do moich badań były dyskusje z prof. dr hab. Kazimierzem Krzemieniem, który zmotywował mnie do podjęcia tematu pracy związanego z lejami źródłowymi. Profesor zwrócił mi również uwagę na niewielką liczbę opracowań krajowych i zagranicznych na temat

systemów lejów źródłowych. Szczególnie podkreślał wypowiedzi profesor Marie Morisawy, która w latach 80-tych stwierdziła, że przyszłością badań geomorfologicznych są zlewnie 0-owego i I-szego rzędu. Jednym z ważnych zagadnień dotyczących lejów źródłowych było właściwe rozpoznanie strefy przejściowej pomiędzy procesami stokowymi, a fluwialnymi. Nieliczne dotychczasowe prace dotyczące tej problematyki i przedstawione w nich założenia i modele odegrały dużą rolę na różnych etapach prowadzonych przeze mnie badań. Pierwszą inspirację stanowiła praca D.R. Montgomery i W.E. Dietrich z 1988 roku o prowokującym tytule „Where do channels begin? w której przypomnieli oni o potrzebie prowadzenia badań nad lejami źródłowymi. Powoływali się oni na nieliczną wówczas jeszcze literaturę uwzględniającą zlewnie zerowego i pierwszego rzędu (Morisawa 1988). Istotnym dla dalszych badań zagadnieniem, które zostało przez nich przedstawione było znalezienie zależności pomiędzy parametrami morfometrycznymi w lejach źródłowych. Rozpoczęło to trwającą do dzisiaj dyskusję na temat uwarunkowań decydujących o lokalizacji początku koryta oraz decydujących o wykształceniu systemów lejów źródłowych. Udowodnili oni ujemną zależność pomiędzy powierzchnią leja źródłowego a lokalnym spadkiem doliny. Przy czym wykazana zależność odnosiła się do obszarów położonych w wilgotnym klimacie, gdzie zapoczątkowanie rozwoju koryta odbywa się poprzez ruchy masowe. Jednocześnie D.R. Montgomery i W.E. Dietrich w innym opracowaniu (1992) podkreślali, że działalność człowieka w lejach źródłowych w obszarach górskich może zaburzać zależności pomiędzy powierzchnią alimentacyjną, a spadkiem terenu prowadząc tym samym do zmiany rozczłonkowania terenu i rozwoju nowych koryt pierwszego rzędu. D. R. Montgomery i E. Foufoula-Georgiou (1993) jako pierwsi wykorzystali dane pozyskane z numerycznego modelu terenu, żeby opracować krzywą teoretyczną, która wskazuje na wartości progowe powierzchni alimentacyjnej (A) i nachylenia (S) A-S, które są potrzebne do uformowania *channel head* – zwanych dalej zagłębieniami początkowymi (ZP). E. Ijjasz-Vasquez i R. I. Bras (1995) wykorzystali teoretyczną krzywą do identyfikacji czterech stref w zlewni, które charakteryzują się dominacją określonych procesów morfogenetycznych. Należą do nich: Strefa I – strefa dominacji procesów rozproszonych/stokowych, Strefa II – spływu skoncentrowanego, Strefa III – strefa przejściowa pomiędzy procesami stokowymi i fluwialnymi, Strefa IV – strefa dominacji procesów fluwialnych. Krzywa teoretyczna w późniejszym okresie została przetestowana przez P. Tarolli i G. Dalla Fontana (2009) z zastosowaniem numerycznych modeli terenu o różnej rozdzielczości. Zależności, które reprezentuje krzywa teoretyczna A-S (*area – slope*)

są uzależnione od wielu czynników do których zaliczana jest budowa geologiczna (litologia) (Montgomery 2001), warunki klimatyczne (Korup et al. 2010) oraz lokalne warunki związane z podatnością pokryw na procesy erozyjne (Moglen, Bras 1995). W niewielkim stopniu jednak rozpoznane jest to w jaki sposób działalność człowieka może wpływać na wykształcenie i lokalizację tych stref.

Dynamiczny rozwój w ostatnich dziesięcioleciach nowych metod pomiarowych m.in. LiDAR (Light Detection and Ranging), oraz programów GIS; pozwolił na uzyskanie bardzo dokładnych danych wysokościowych w bardzo krótkim czasie (Bossi et al. 2015). Dużym potencjałem w ostatnich latach jest możliwość porównywania modeli o wysokiej rozdzielczości uzyskiwanych w różnych okresach (Blasone et al. 2014). Dotychczasowe badania przy użyciu danych LiDAR wykorzystywane były m.in. do badań ruchów masowych (Oppikofer et al. 2008; Derron, Jaboyedoff 2010; Oppikofer et al. 2012), przekształceń koryt rzecznych (Cavalli, Marchi 2008; Michez et al. 2014; Lallias-Tacon et al. 2017), monitoringu lodowców (Sanders 2007; Janke 2013), dróg leśnych (Dąbek et al. 2014) czy klifów morskich (Pye, Blott 2016).

Na dalszym etapie badań pewnym wyzwaniem, które podjęłam, było tzw. *research need* - zapotrzebowanie badawcze – przedstawione przez Wohl w artykule z 2018 roku, w którym w obszerny sposób autorka podsumowała i oceniła badania prowadzone nad zagłębieniami początkowymi (*channel head*). Zagadnienia, które zostały przedstawione jako takie, które wymagały dalszych badań to: ocena zastosowania modeli wysokościowych o wysokiej rozdzielczości (danych LiDAR) do lokalizacji zagłębień początkowych (ZP), porównanie ZP rozwijających się w związku z działaniem procesów powierzchniowych (erozja, spływy, procesy stokowe) i podpowierzchniowych (sufozja); rozpoznanie czynników, które wpływają na rozwój ZP; opracowanie krzywych zależności A-S (*area – slope*) dla różnych regionów górskich oraz rozpoznanie czynników zaburzających rozwój ZP. Wszystkie te zagadnienia zostały wzięte pod uwagę w moich badaniach, które przedstawiam w drugiej części komentarza do osiągnięć naukowych (4.3 Skrócony opis uzyskanych wyników). Zastosowanie takiego podejścia pozwoliło mi wpisać się ze swoimi badaniami w nurt badań prowadzonych na świecie. Dodatkowym impulsem do podjęcia tematu dotyczącego stref przejściowych w lejach źródłowych był mój udział w konferencji w Bergen – *Headwater Control*, na której przedstawiałam wstępne wyniki badań lejów źródłowych w Gorcach, które spotkały się z dużym zainteresowaniem geomorfologów uczestniczących w konferencji.

Nie bez znaczenia pozostaje również fakt, że w swoich badaniach nad strefami przejściowymi w lejach źródłowych od początku wykorzystywałam nowoczesną metodę badań – analizy dendrogeomorfologicznej, której nauczyłam się podczas warsztatów, seminariów i pobytu w Szwajcarii. Doskonalenie moje warsztatu badawczego w tym zakresie było możliwe dzięki podjęciu współpracy z prof. dr Holger Gärtnerem, prof. dr Fritz Schweingruberem czy prof. dr hab. Ireneusz Malikiem i dr Ryszardem Kaczką.

Analizy dendrogeomorfologiczne są na świecie wykorzystywana do badań różnych procesów geomorfologicznych (np. Alestalo 1971; Carrara, Carroll, 1979; Vandekerckhove i in. 2001, 2003; Stoffel 2006; Bollschweiler i in. 2008; Malik, 2008; Pelfini, Santilli, 2008; Zielonka i in. 2008; Bodoque i in. 2011; Šilhán, 2012; Wrońska-Wałach 2014; Chartier i in. 2016;; Šilhán i in. 2016; Ballesteros-Cánovas i in. 2017). Zmiany w anatomii korzeni drzew związane z nagłym lub powolnym odślanianiem na działanie czynników atmosferycznych zostały uznane za jedne z cennych narzędzi w badaniach geomorfologicznych (Gärtner, 2003, 2006, 2007; Gärtner i in. 2001; Schweingruber 1996). Najistotniejsze zmiany anatomii drewna wykorzystywane w badaniach związane są ze wzrostem szerokości przyrostów rocznych, zmniejszeniem wielkości komórek w drewnie wczesnym (EW – *Early Wood*) oraz zwiększeniem grubości ścianek komórkowych w drewnie późnym (LW – *Late Wood*). Większość badań prowadzona była z wykorzystaniem analiz anatomii korzeni drzew iglastych (Gärtner i in. 2001; Bodoque i in. 2005; Rubiales i in. 2008; Wrońska-Wałach 2014), pojedyncze opracowania uwzględniały analizy drzew liściastych i zmiany wielkości naczyń (*vessels*) (Chartier i in. 2016; Šilhán i in. 2016; Hitz i in. 2008). Większość analiz skupiała się na rozpoznaniu procesów erozji powierzchniowej.

Samo zagadnienie lejów źródłowych, w których znajdują się strefy przejściowe, stanowi niezwykle ciekawe i aktualne zagadnienie, zwłaszcza w obliczu zmian klimatycznych i zwiększającej się antropopresji. Koryta w lejach źródłowych stanowią „źródło” dostawy zasobów wodnych i należą do marginalnych stref zlewni jednocześnie w ich obrębie znajdują się zlewnie zerowego i pierwszego rzędu, które otaczają każdą zlewnię wyższego rzędu. Leje źródłowe to obszary, w obrębie których wszystkie rzeki mają swój początek. O ile proste wydaje się to stwierdzenie, to wymaga ono zatrzymania się i głębszego przemyślenia. Od niezaburzonego funkcjonowania tych obszarów zależy bowiem funkcjonowanie koryt rzecznych położonych niżej w systemie fluwialnym. Tym samym, zależy funkcjonowanie tych części zlewni, które są zamieszkałe i zagospodarowane.

Leje źródłowe występują powszechnie w obszarach o różnej budowie geologicznej, rzeźbie i warunkach klimatycznych (Baumgart-Kotarba 1974, Morisawa 1988, Montgomery, Dietrich 1992; Mazurek 2010). W Karpatach fliszowych według analiz przeprowadzonych przez M. Baumgart-Kotarbę (1974) leje źródłowe zajmują od 20 do ponad 51% powierzchni; w niektórych obszarach mogą stanowić do 60-80% całości systemu zlewni (Benda i in. 2005). Występują zarówno w obszarach o rzeźbie wysokogórskiej, w górach średnich ale również w obszarach nizinnych czy równinnych (Mazurek 2010; Bryndał 2011, 2015). Ich wykształcenie jest efektem działania zróżnicowanych procesów morfogenetycznych (Baumgart-Kotarba 1974; Ellan, Wieczorek 1988; Wrońska-Wałach 2010; Wrońska-Wałach i in. 2013; Płaczkowska 2014; Wistuba i in. 2015). Wielu autorów wskazuje na duże znaczenie w rozwoju lejów źródłowych procesów osuwiskowych (Ziętara 1969, Baumgart-Kotarba 1974, Kotarba 1986, Bajgier 1994, Margielewski 1999, Gorczyca 2004; Korup i in. 2010; Wrońska-Wałach 2010; Wrońska-Wałach i in. 2013, Wistuba i in. 2015). L. Starkel (1960) pisał o powszechnym występowaniu w lejach źródłowych rozcięć erozyjnych dociętych do podłoża skalnego, których rozwój może prowadzić do destabilizacji stoków. Procesom osuwiskowym przypisywana jest ważna rola w przekształcaniu zamknięć dolinnych (Crozier 2009, Wistuba i in. 2015) ale również całych obszarów górskich (Korup i in. 2010). M. Crozier (2009) postuluje przyznanie procesom osuwiskowym większej roli w przekształcaniu rzeźby lejów źródłowych. W. Margielewski (2008) wskazuje na działanie erozji wstecznej w strefie źródłiskowej, która ma prowadzić do powstania nowych form osuwiskowych.

Pomimo istotnej roli lejów źródłowych w funkcjonowaniu systemu zlewni dotychczasowe podejście do nich nie jest dobrze sprecyzowane. Do niedawna istniało wiele niejasności już w samym definiowaniu leja źródłowego. Wyraźnie zbiegały się dwa poglądy, w których lej źródłowy traktowany był, jako wyodrębniona topograficznie forma geomorfologiczna lub też traktowany był, jako subsystem morfodynamiczny (*headwater area*, *headwater catchment*). W. Froehlich (1992) podkreślał, że zlewnia stanowi integralną całość, a dla zrozumienia w pełni jej funkcjonowania nie należy rozdzielać systemu stokowego od korytowego. W takim podejściu, leje źródłowe stanowią bardzo istotny element zlewni. W ich obrębie dochodzi do przenikania w sensie przestrzennym i czasowym procesów stokowych i fluwialnych (Gomi i in. 2002). Położone są w najwyższej partii zlewni, gdzie mamy zazwyczaj do czynienia z najwyższymi sumami opadów oraz z opadami o największym natężeniu (Sidle i in. 2000, Wrońska-Wałach 2014). Dlatego też, pomimo, że leje źródłowe położone są

w najwyższej, trudno dostępnej i zazwyczaj niezagospodarowanej części zlewni ich wykształcenie i funkcjonowanie wpływa na sposób kształtowania odpływu podczas zdarzeń ekstremalnych oraz decyduje o sile przyłożonej w subsystemie fluwialnym w zagospodarowanej części zlewni.

Zazwyczaj leje źródłowe stanowiły tę część zlewni, która była w niewielkim stopniu zagospodarowana i w znacznym stopniu odizolowana. Na kolejnych etapach rozwoju gospodarczego wkraczało w te obszary pasterstwo czy uprawy rolne, które w coraz większym stopniu przekształcały powierzchnie lejów źródłowych. W ostatnich dekadach coraz częściej znacznym przekształceniom podlegały całe powierzchnie lejów źródłowych co stawia przed nami nowe wyzwania badawcze. W niektórych regionach na świecie rozwój ekonomiczny powodował, że obszary te są coraz bardziej zagrożone antropopresją (Jansky i in. 2005). W Polsce obszary te również podlegały współcześnie przemianom, których skutki mogą być odczuwalne jeszcze po wielu latach. Nie można zapominać, że są to obszary, które należą do nieodnawialnych bogactw naturalnych. Zmiany rzeźby, morfometrii, właściwości pokryw, stosunków wodnych, naturalnej szaty roślinnej czy warunków mikroklimatycznych są nieodwracalne. Jednocześnie wydają się nieuniknione w związku z poszukiwaniem nowych źródeł dochodu w obszarach górskich, co oznacza wkraczanie człowieka właśnie w te obszary. Zagadnienia z tego zakresu stały się jednymi z istotnych tematów moich opracowań i zostaną przedstawione w dalszej części komentarza do osiągnięć naukowych.

W lejach źródłowych występuje bardzo istotne z punktu widzenia przyrodniczego, praktycznego i ekologicznego przejście pomiędzy spływem rozproszonym, a skoncentrowanym określane w literaturze jako *channel head* (zwane dalej zagłębieniem początkowym, ZP) (Dietrich, Dunne 1993; Wohl 2018) oraz przejście pomiędzy systemem stokowym, a systemem fluwialnym (Montgomery, Foufoula-Georgiou 1993; Ijjasz-Vasquez, Bras 1995; Płaczkowska 2014). Zagadnienie dotyczące rozpoznania lokalizacji *channel head* jest współcześnie jednym z kluczowych tematów w badaniach geomorfologicznych i hydrologicznych. Zagłębienia początkowe są początkiem koryta pierwszego rzędu i mogą charakteryzować się różną morfometrią w zależności od procesów morfogenetycznych, które je ukształtowały (Henkle i in. 2011).

Do tej pory niewiele jest publikacji, w których poruszane są zagadnienia dotyczące wykształcenia rzeźby i parametrów morfometrycznych lejów źródłowych położonych w Karpatach fliszowych (Kaczka 1999; Kłonowska-Olejek, Radecki-Pawlik 2000; Zasępa i in.

2006; Wyżga 2008; Šilhán, Pánek, 2010; Wrońska- Wałach i in. 2013; Galia, Hradecký, 2014a, 2014b; Płaczowska 2014; Wrońska-Wałach 2014; Tichavský, Šilhán 2015; Galia, Škarpich 2016). Brak jest opracowań dotyczących strefy przejściowej pomiędzy procesami stokowymi i fluwialnymi w małych zlewniach karpackich z wykorzystaniem analiz sedymentologicznych.

Z powyższych względów głównym celem moich badań było badanie rozwoju lejów źródłowych, jako stref przejściowych pomiędzy systemem stokowym i fluwialnym ze szczególnym uwzględnieniem metod badań lejów źródłowych oraz wpływu działalności człowieka.

Powyższy cel główny został zrealizowany poprzez osiągnięcie następujących szczegółowych celów badawczych:

- a) rozpoznanie procesów morfogenetycznych kształtujących poszczególne części lejów źródłowych oraz wartości progowych opadów, które prowadzą do ich aktywacji,
- b) zastosowanie i przystosowanie metody analiz dendrogeomorfologicznych do badań lejów źródłowych, ze szczególnym uwzględnieniem zagłębień początkowych,
- c) poznanie prawidłowości dotyczących powstawania i funkcjonowania zagłębień początkowych jako stref przejściowych między spływem rozproszonym i skoncentrowanym,
- e) poznanie uwarunkowań decydujących o wykształceniu zagłębień początkowych,
- f) poznanie wpływu działalności człowieka na zmiany w systemach lejów źródłowych,
- g) opracowanie krzywej zależności powierzchni alimentacyjnej i lokalnego spadku - A-S w zlewniach podlegających antropopresji,
- h) porównanie teoretycznej lokalizacji stref przejściowych w lejach źródłowych z rzeczywistym ich położeniem z zastosowaniem kartowania terenowego oraz metod sedymentologicznych.

Literatura do wstępu

Alestalo, J., 1971, Dendrochronological interpretation of geomorphic processes. Fennia, 105, pp. 1-139.

Bajgier, M., 1994, Rozwój osuwisk w czołowej strefie płaszczowiny magurskiej w dorzeczu górnej Soły, Przegł. Geogr., 46 (3-4), pp. 375-388.

Ballesteros-Cánovas, J.A., Bodoque, J.M., Lucía, A., Martín-Duque, J.F., Díez-Herrero, A., Ruiz-Villanueva, V., Rubiales, J.M., Genova, M., 2013, Dendrogeomorphology in badlands: Methods, case studies and prospects. Catena, 106, pp. 113-122.

Baumgart-Kotarba, M., 1974, Rozwój grzbietów górskich w Karpatach fliszowych, Prace Geogr., IG PAN, 106, pp. 136.

- Benda, L., Hassan, M.A., Church, M., May, C.L., 2005, Geomorphology of Steepland Headwaters: the Transition From Hillslopes To Channels. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 41, pp. 835-851.
- Blasone, G., Cavalli, M., Marchi, L., Cazorzi, F., 2014. Monitoring sediment source areas in a debris-flow catchment using terrestrial laser scanning. *Catena*, 123, pp. 23-36.
- Bodoque, J.M., Díez-Herrero, A., Martín-Duque, J.F., Rubiales, J.M., Godfrey, A., Pedraza, J., Carrasco, R.M., Sanz, M.A., 2005. Sheet erosion rates determined by using dendrogeomorphological analysis of exposed tree roots: Two examples from Central Spain. *Catena*, 64, pp. 81-102.
- Bodoque, J.M., Lucía, A., Ballesteros, J.A., Martín-Duque, J.F., Rubiales, J.M., Genova, M., 2011. Measuring medium-term sheet erosion in gullies from trees: A case study using dendrogeomorphological analysis of exposed pine roots in central Iberia. *Geomorphology*, 134, pp. 417-425.
- Bollschweiler, M., Stoffel, M., Schneuwly, D., 2008. Dynamics in debris-flow activity on a forested cone — a case study using different dendroecological approaches. *Catena*, 72 (1), pp. 67-78.
- Bossi, G., Cavalli, M., Crema, S., Frigerio, S., Quan Luna, B., Mantovani, M., Marcato, G., Schenato, L., Pasuto, A., 2015. Multi-temporal LiDAR-DTMs as a tool for modelling a complex landslide: a case study in the Rotolon catchment (eastern Italian Alps). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 15, 715-722.
- Bryndal, T., 2011, Identyfikacja małych zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań (na przykładzie Pogórza Dynowskiego, Strzyżowskiego i Przemyskiego)= The identification of small drainage basins prone to flash-flood creation (as exemplified by the Dynów, Strzyżów and Przemyśl foothill areas). *Przeł. Geogr.*, 83 (1), pp. 27-49.
- Bryndal, T., 2015, Obszary predysponowane do występowania gwałtownych wezbrań w Karpatach w kontekście przeciwdziałania ekonomicznym skutkom powodzi błyskawicznych. *Annales Universitat. Paedagog. Cracov. Studia Geogr.*, 9, pp. 24-37.
- Carrara, P.E., Carroll, T.R., 1979. The determination of erosion rates from exposed tree roots in the Piceance Basin, Colorado. *Earth Surf. Process.*, 4, pp. 307-317.
- Chartier, M.P., Giantomasi, M.A., Renison, D., Roig, F.A., 2016. Exposed roots as indicators of geomorphic processes: A case-study from Polylepis mountain woodlands of Central Argentina. *Dendrochronologia*, 37, pp. 57-63.
- Crozier M.J., 2009, Landslide geomorphology: An argument for recognition, with examples from New Zealand, *Geomorphology*, 120, pp. 3-15.
- Dąbek, P., Żmuda, R., Ćmielewski, B., Szczepański, J., 2014. Analysis of water erosion processes using terrestrial laser scanner. *Acta Geodyn. Geomater*, 11 (1), pp. 45–52.
- Derron, M.H., Jaboyedoff, M., 2010. LIDAR and DEM techniques for landslides monitoring and characterization. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, pp. 1877-1879.
- Dietrich, W.E., Dunne, T., 1993, The channel head. In: Beven, K.J., Kirby, M.J. (Eds.), *Channel Network Hydrology*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, pp. 175-219.
- Ellen, S.D., Wicczorek, G.F., 1988, Landslides, Floods and Marine Effects of the Storm of January 3–5 1982, in the San Francisco Bay Region, California, US Geological Survey, Professional Paper, pp. 1434.

- Froehlich, W., 1992, Mechanizm erozji i transportu fluwialnego w zlewniach beskidzkich, *Prace Geogr. IGiPZ PAN*, pp. 155.
- Galia, T., Hradecký, J., 2014a, Channel-reach morphology controls of headwater streams based in flysch geologic structures: an example from the Outer Western Carpathians, Czech Republic. *Geomorphology*, 216, pp. 1-12.
- Galia, T., Hradecký, J., 2014b, Morphological patterns of headwater streams based in flysch bedrock: examples from the Outer Western Carpathians. *Catena*, 119, pp. 174-183.
- Galia, T., Škarpich, V., 2016, Do the coarsest bed fractions and stream power record contemporary trends in steep headwater channels? *Geomorphology*, 272, pp. 115-126.
- Gärtner, H., 2003, Holzanatomische Analyse diagnostischer Merkmale einer Freilegungsreaktion in Jahrringen von Koniferenwurzeln zur Rekonstruktion geomorphologischer Prozesse. (*Dissertationes*) *Botanicae*, 378, pp. 1-118.
- Gärtner, H., 2006, The applicability of roots in dendrogeomorphology. *TRACE 1*, 120–124.
- Gärtner, H., 2007, Tree roots — methodological review and new development in dating and quantifying erosive processes. *Geomorphology*, 86 (3–4), pp. 243–251.
- Gärtner, H., Schweingruber, F.H., Dikau, R., 2001, Determination of erosion rates by analyzing structural changes in the growth pattern of exposed roots. *Dendrochronologia*, 19 (1), pp. 81-91.
- Gomi, T., Sidle, R.C., Richardson, J.S., 2002, Understanding processes and downstream linkages of headwater systems. *Bioscience*, 52 (10), pp. 905-916.
- Gorczyca, E., 2004, Przekształcanie stoków fliszowych przez procesy masowe podczas katastrofalnych opadów (dorzecze Łososiny), *UJ*, pp. 101.
- Henkle, J.E., Wohl, E., Beckman, N., 2011, Locations of channel heads in the semiarid Colorado Front Range, USA. *Geomorphology*, 129 (3-4), pp. 309-319.
- Hitz, O.M., Gärtner, H., Heinrich, I., Monbaron, M., 2008, Application of ash (*Fraxinus excelsior* L.) roots to determine erosion rates in mountain torrents. *Catena*, 72, pp. 248-258.
- Janke, J.R., 2013, Using airborne LiDAR and USGS DEM data for assessing rock glaciers and glaciers. *Geomorphology*, 195, pp. 118-130.
- Jansky, L., Haigh, M. J., Prasad, H. (Eds.), 2005, Sustainable management of headwater resources: research from Africa and India. *United Nations University Press.*, pp. 320.
- Ijjasz-Vasquez, E., Bras, R.L., 1995, Scaling regimes of local slope vs. contributing area in digital elevation models. *Geomorphology*, 12, pp. 299-311.
- Kaczka, R.J., 1999, Rola kłód w kształtowaniu systemu fluwialnego i związanych z nim biocenoz (Kamienica, Gorce). w: Chełmicki, W., Pociask-Karteczka, J. (red.), *Interdyscyplinarność w badaniach dorzecza*, IG UJ, Kraków, pp. 245-251.
- Kłonowska-Olejnik, M., Radecki-Pawlik, A., 2000, Zróżnicowanie mikrosiedliskowe makrobezkręgowców dennych w obrębie łach korytowych potoku górskiego o dnie żwirowym. XVIII Zjazd Hydrobiologów Polskich 119-120 4–8.09.2000, Białystok.
- Korup, O., Densmore, A. L., Schlunegger, F. 2010, The role of landslides in mountain range evolution, *Geomorphology*, 120 (1–2), pp. 77-90.
- Kotarba, A., 1986, Rola osuwisk w modelowaniu rzeźby beskidzkiej i pogórskiej, *Przeegl. Geogr.*, 58 (1-2), pp. 118-127.

- Lallias-Tacon, S., Liébault, F., Piégay, H., 2017, Use of airborne LiDAR and historical aerial photos for characterising the history of braided river floodplain morphology and vegetation responses. *Catena*, 149 (3), pp. 742-759.
- Malik, I., 2008, Dating of small gully formation and establishing erosion rates in old gullies under forest by means of anatomical changes in exposed tree roots (Southern Poland). *Geomorphology*, 93, pp. 421-436.
- Margielewski, W., 1999, Formy osuwiskowe Gorczańskiego Parku Narodowego i ich rola w kształtowaniu geo- i bioróżnorodności Gorców, *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 55 (4), pp. 23-53.
- Mazurek, M., 2010, *Hydrogeomorfologia obszarów źródłkowych (dorzecze Parsęty, Polska NW)*. Adam Mickiewicz University Press, Poznań, Ser. Geogr., 92, pp. 304.
- Michez, A., Piégay, H., Lejeune, P., Claessens, H., 2014. Characterization of riparian zones in Wallonia (Belgium) from local to regional scale using aerial LiDAR data and photogrammetric DSM. *EARSeL eProc*, 13 (2), pp. 85-92.
- Moglen, G. E., Bras, R. L., Parsons, R. M., 1995, The effect of spatial heterogeneities on geomorphic expression in a model of basin evolution, *Water Resour. Res.*, 31 (10), pp. 2613-2623.
- Montgomery, D. R., 2001, Slope distributions, threshold hillslopes, and steady-state topography, *American Journal of Science*, 301, pp. 432-454.
- Montgomery, D.R., Dietrich, W.E., 1988, Where do channels begin? *Nature* 336, pp. 232-234.
- Montgomery, D.R., Dietrich, W.E., 1989, Source area, drainage density and channel initiation. *Water Resour. Res.*, 25 (8), pp. 1907-1918.
- Montgomery, D.R., Dietrich, W.E., 1992, Channel initiation and the problem of landscape scale. *Science*, 255, pp. 826-830.
- Montgomery, D.R., Foufoula-Georgiou, E., 1993, Channel network source representation using digital elevation models. *Water Resour. Res.*, 29 (12), pp. 3925-3934.
- Morisawa, Marie, 1988, The Geological Society of America Bulletin and the development of quantitative geomorphology. *Geological Society of America Bulletin*, 100.7 (1988), pp. 1016-1022.
- Oppikofer, T., Jaboyedoff, M., Keusen, H.R., 2008, Collapse at the eastern Eiger flank in the Swiss Alps. *Nat. Geosci.*, 1, pp. 531-535.
- Oppikofer, T., Bunkholt, H.S.S., Fischer, L., Saintot, A., Hermanns, R.L., Carrea, D., Longchamp, C., Derron, M.H., Michoud, C., Jaboyedoff, M., 2012, Investigation and monitoring of rock slope instabilities in Norway by terrestrial laser scanning. In: Eberhardt, E.B. (Ed.), *Landslides and Engineered Slopes: Protecting Society Through Improved Understanding*. CRC Press, Boca Raton, pp. 1235-1241.
- Pelfini, M., Santilli, M., 2008, Frequency of debris flows and their relation with precipitation: a case study in the Central Alps Italy. *Geomorphology*, 101, pp. 721-730.
- Płaczkowska, E., 2014, Geological aspects of headwater catchments development in the Lubań Range (the Outer Carpathians, Poland). *Zeitschrift für Geomorphologie*, 58 (4), pp. 525-537.
- Pye, K., Blott, S.J., 2016, Assessment of beach and dune erosion and accretion using LiDAR: impact of the stormy 2013–14 winter and longer term trends on the Sefton Coast, UK. *Geomorphology*, 266, pp. 146-167.

- Rubiales, J.M., Bodoque, J.M., Ballesteros, J.A., Díez, A., 2008, Response of *Pinus sylvestris* roots to sheet-erosion exposure: an anatomical approach. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 8, pp. 223-231.
- Sanders, B.F., 2007, Evaluation of on-line DEMs for flood inundation modeling. *Adv. Water Resour.*, 30 (8), pp. 1831-1843.
- Sidle, R.C., Tsuboyama, Y., Noguchi, S., Hosoda, I., Fujieda, M., Shimizu, T., 2000, Stormflow generation in steep forested headwaters: a linked hydrogeomorphic paradigm. *Hydrol. Process.*, 14, pp. 369-385.
- Šilhán, K., Pánek, T., 2010. Fossil and recent debris flows in medium – high mountains (Moravskoslezské Beskydy Mts, Czech Republic). *Geomorphology* 124, pp. 238-249.
- Šilhán, K., 2012. Dendrogeomorphological analysis of the evolution of slope processes on flysch rocks (Vsetínské Vrchy Mts.; Czech Republic). *Carpathian J. Earth Environ. Sci.*, 7, pp. 39-49.
- Šilhán, K., Tichavský, R., 2016, Recent increase in debris flow activity in the Tatras Mountains: Results of a regional dendrogeomorphic reconstruction, *Catena*, 143, pp. 221-231.
- Starkel L., 1960, Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie, *Prace Geograficzne, IG PAN*, 22.
- Stoffel, M., 2006. A review of studies dealing with tree rings and rockfall activity: the role of dendrogeomorphology in natural hazard research. *Nat. Hazards* 39, pp. 51-70.
- Schweingruber, F.H., 1996, *Tree Ring and Environment Dendroecology*. Swiss Federal Institute for Forest Snow and Landscape Research, WSL/FNP, Haupt, Birmensdorf, pp. 609.
- Tarolli, P., Dalla Fontana, G., 2009, Hillslope-to-valley transition morphology: new opportunities from high resolution DTMs. *Geomorphology*, 113, pp. 47-56.
- Tichavský, R., Šilhán, K., 2015, Dendrogeomorphic approaches for identifying the probable occurrence of debris flows and related torrential processes in steep head- water catchments: the Hrubý Jeseník Mountains, Czech Republic. *Geomorphology*, 246, pp. 445-457.
- Vandekerckhove, L., Muys, B., Poesen, J., De Weerd, B., Coppé, N., 2001, A method for dendrochronological assessment of medium-term gully erosion rates. *Catena*, 45, pp. 123-161.
- Vandekerckhove, L., Poesen, J., Govers, G., 2003, Medium-term gully headcut retreat rates in Southeast Spain determined from aerial photographs and ground measurements. *Catena*, 50, pp. 329-352.
- Wistuba, M., Malik, I., Wójcicki, K., Michałowicz, P., 2015, Coupling between landslides and eroding stream channels reconstructed from spruce tree rings (examples from the Carpathians and Sudetes–Central Europe). *Earth Surf. Proc. and Landf.*, 40 (3), pp. 293-312.
- Wohl, E., 2018, The challenges of channel heads. *Earth-Science Reviews*, 185, pp. 649-664.
- Wrońska-Wałach, D., 2010, *Wykształcenie i funkcjonowanie lejów źródłowych w górach średnich (na przykładzie wybranych obszarów w polskich Karpatach fliszowych)*, IGiGP UJ, Kraków, maszynopis.
- Wrońska-Wałach, D., 2014, Differing responses to extreme rainfall events in headwater areas recorded by wood anatomy in roots (Gorce Mountains, Poland). *Catena*, 118, pp. 41-54.
- Wrońska-Wałach, D., Płaczowska, E., Krzemień, K., 2013, Leje Źródłowe Jako Systemy Morfodynamiczne w Obszarach Górskich, *Przeł. Geogr.*, 85 (1), pp. 31-51.

- Wyźga, B., 2008, A review on channel incision in the Polish Carpathian rivers during the 20th century. In: Habersack, H., Piégay, H., Rinaldi, M. (Eds.), Gravel-Bed Rivers VI: From Process Understanding to River Restoration. Elsevier, Amsterdam, pp. 525-555.
- Zasępa, P., Kłonowska-Olejnik, M., Radecki-Pawlik, A., 2006, Wpływ wybranych zmian abiotycznych w rejonie łachy żwirowej potoku górskiego na mikrosiedliska makrobezkręgowców dennych. *Infrastr. i Ekol. Ter. Wiejs.*, 4 (2), pp. 221-232.
- Zielonka, T., Holeksa, J., Ciapała, S., 2008. A reconstruction of flood events using scarred trees in the Tatra Mountains Poland. *Dendrochronologia*, 26, pp. 173-183.
- Ziętara, T., 1968, Rola gwałtownych ulew i powodzi w modelowaniu rzeźby Beskidów, *Prace Geogr.*, IG PAN, 60, pp. 118.

4.3. Skrócony opis uzyskanych wyników

Badania nad lejami źródłowymi w polskich Karpatach fliszowych zaczęły się od rozpoznawania lejów źródłowych wykształconych w obszarach z najmniejszą możliwą ingerencją człowieka. W latach 2006-2013 zazwyczaj obszary źródłowe uznawane były za tą część zlewni, która była w niewielkim stopniu zagospodarowana i w znacznym stopniu odizolowana i w związku z tym w niewielkim stopniu poddana antropopresji. Szczególnie było to widoczne w Gorcach czy Beskidzie Sądeckim. Badania skupiały się na rozpoznaniu procesów kształtujących poszczególne części lejów źródłowych ze szczególnym uwzględnieniem metod pozwalających na rozpoznanie wartości progowych opadów uaktywniających procesy w lejach źródłowych. Przydatna w tych analizach, okazała się metoda dendrogeomorfologiczna. Wyniki tych badań, których celem było rozpoznanie zmian anatomicznych w korzeniach drzew świerka w odniesieniu do trzech typów zależności MF (*magnitude-frequency*, częstość występowania a natężenie procesów): epizodyczne, ale o dużym natężeniu, o średnim natężeniu oraz procesy morfogenetyczne o małym natężeniu, ale działające w dłuższym okresie czasu zostały opublikowane w czasopiśmie *Catena* (**Wrońska-Wałach 2014**). Badania przeprowadzone zostały w leju źródłowym założonym w obrębie osuwiska, na czterech poletkach badawczych: pierwsze poletko zlokalizowane było w obrębie rynny spływu torencjalnego w górnej części leja źródłowego, drugie w obrębie pasa rumoszu skalnego w górnej części leja źródłowego, trzecie w środkowej części leja źródłowego w obrębie inicjalnej doliny wąwozowej, a czwarte w dolnej części leja źródłowego w obrębie doliny typu debrzy. W toku przeprowadzonych badań wykazano, że okresy odstania korzeni, czyli aktywności procesów geomorfologicznych w poszczególnych częściach leja źródłowego są zróżnicowane i są powiązane z różnymi warunkami opadowymi. Zarówno opady miesięczne jak i dobowe wartości opadów korelują z odpowiednimi zmianami anatomicznymi

w korzeniach, które wskazują na działanie konkretnych procesów geomorfologicznych. Dane z górnej części leja źródłowego wskazują na największą rolę opadów o największym natężeniu, które wystąpiły w latach 1958, 1968, 1970 i 1972. Aktywność procesów morfogenetycznych w środkowej i dolnej części leja źródłowego powiązana jest z okresami opadowymi trwającymi długo, z opadami o małym natężeniu, takimi, które wystąpiły w latach 1997 i 2001. W celu dokładniejszej analizy zależności pomiędzy opadami, a liczbą odsłoniętych korzeni wykonana została analiza regresji liniowej. Zależność liniowa jest istotna statystycznie, jeśli weźmiemy pod uwagę maksymalne wartości opadów dobowych i liczbę odsłoniętych korzeni dla opadów z dwu stacji meteorologicznych: Rabka za okres 1955-2007 ($r = 0.63$; $r^2 = 0.40$) oraz Turbacz za okres 1956-1981 ($r = 0.64$; $r^2 = 0.41$). Ponadto wykazane zostało, że w niektórych latach maksymalne opady miesięczne wyraźnie przyczyniały się do odsłaniania korzeni, a tym samym aktywacji procesów morfogenetycznych w różnych częściach leja źródłowego. Przykładem są opady lipcowe w 1970 i 1997 roku.

Zastosowane przeze mnie analizy dendrogeomorfologiczne z uwzględnieniem zmian anatomicznych w drewnie wczesnym (EW – *early wood*) oraz drewnie późnym (LW – *late wood*) umożliwiły mi dokładniejsze rozpoznanie systemu leja źródłowego. Wykazałam, że opady o tym samym natężeniu wpływają w zróżnicowany sposób na poszczególne części leja źródłowego. Dla przykładu opady o wartości dobowej ok. 122 mm w 1970 i ok. 84 mm w 1971, 120 mm w 1972 roku w górnej części leja źródłowego w obrębie jednego stoku doprowadziły do uaktywnienia spływu powierzchniowego oraz procesów erozyjnych, w obrębie sąsiedniego stoku przyczyniły się do rozwoju ok. 2 metrowej głębokości i szerokości rynien torencjalnych. Wyraźnie podkreśla to zależność podatności na zdarzenia geomorfologiczne z typem i miąższością pokryw w lejach źródłowych. Opady rozlewne, czyli takie, które wystąpiły np. w 1997 czy 2001 roku prowadziły z kolei do przekształcania dolnych części leja źródłowego. Podczas tego typu zdarzeń górne i środkowe części leja źródłowego spełniały rolę obszarów alimentacyjnych. Na uwagę zasługuje fakt, że po raz pierwszy w tym artykule, w celu rozpoznania funkcjonowania lejów źródłowych, zastosowałam zestawienie zależności pomiędzy warunkami opadowymi, a zmianami w drewnie wczesnym i późnym korzeni drzew. Dużym atutem przeprowadzonych przeze mnie badań była lokalizacja obszaru badań w bezpośrednim sąsiedztwie stacji meteorologicznej (mniej niż 1 km) dzięki temu wykazałam prawidłowości dotyczące zależności pomiędzy procesami morfogenetycznymi w lejach źródłowych a wartościami opadów, które mogą być przenoszone na inne obszary górskie.

W datowaniu i rekonstrukcji z anatomii korzeni drzew procesów morfogenetycznych w lejach źródłowych bardzo ważną rolę odgrywa precyzyjne określenie dokładnego roku odstonięcia danego korzenia. Datowanie takie jest utrudnione w związku z obecnością w drewnie korzeni drzew licznych nieregularności w postaci brakujących i wyklinowujących się przyrostów rocznych. Dlatego też celem nadrzędnym kolejnej publikacji było przedstawienie metody pozwalającej na precyzyjne datowanie wieku korzeni drzew (**Wrońska-Wałach i in. 2016**).

Po raz pierwszy wraz z zespołem wykonaliśmy chronologię z korzeni co dało nam liczne cytacje i rozpoznawalność na arenie międzynarodowej (Załącznik nr 2). W zakres proponowanej metody wchodziła: (i) analiza liczby przyrostów rocznych w czterech promieniach w obrębie przekroju poprzecznego korzenia poprzez zastosowanie nowego podejścia tzw. metody *Zig-Zag Segment Tracing* (ZZST), (ii) seryjne próbkowanie wzdłuż całego profilu podłużnego przez korzeń, (iii) wizualne datowanie pomostowe krzywych wzrostu uzyskanych z różnych części tego samego korzenia. Takie podejście zostało zastosowane w celu rozpoznania nieregularności w korzeniach i dokładniejszego datowania korzeni świerka. Aplikacyjność metody datowania pomostowego została sprawdzona poprzez wprowadzenie trzech wskaźników kontrolnych, które w sposób ilościowy ujmują alokację wzrostu w korzeniach.

Wykazaliśmy (**Wrońska-Wałach i in. 2016**), że w korzeniach świerka, zarówno w przekroju poprzecznym jak i podłużnym przez korzeń, występują liczne wyklinowujące się i brakujące przyrosty roczne. Przyrosty fałszywe nie występują. Rozpoznaliśmy dwa typy brakujących i dwa typy wyklinowujących się przyrostów rocznych w przekroju podłużnym przez korzeń: 1. radialnie brakujące przyrosty (*Radial missing ring* – RMg) – rozpoznawalne jednowymiarowo; wskazują, że dany przyrost jest wyklinowujący się i jego rozpoznanie nie jest możliwe na pojedynczym promieniu; 2. przyrost wyklinowujący się w przekroju poprzecznym (*Cross-sectional wedging ring* – CWg) – możliwy jest do rozpoznania na obrazie dwuwymiarowym; przyrost roczny nie występuje przynajmniej na jednym promieniu jest jednym z dwu typów przyrostów brakujących – 3; jest obecny przynajmniej w jednym promieniu analizowanego przekroju poprzecznego; 4. przyrost wyklinowujący się w profilu podłużnym (*Longitudinal wedging ring* – LWg) – możliwy jest do rozpoznania na obrazie trójwymiarowym, przyrost roczny nie występuje co najmniej w jednym przekroju

poprzecznym i jednocześnie jest wykształcony na co najmniej jednym przekroju poprzecznym analizowanego korzenia.

Przeprowadzone szczegółowe badania dendrochronologiczne wykazały, że w całej krzywej chronologicznej niemal wszystkie wyklinowujące się i brakujące przyrosty roczne występują w tych samych latach. Jednakże z analiz wynika, że istnieje różnica w ich postrzeganiu: np. dwa przyrosty brakujące w przekroju radialnym występują w obrębie dwu pozostałych promieni na przekroju poprzecznym. Zastosowana metoda pozwala na rozpoznanie nieregularności w korzeniach; dany przyrost może być brakujący w wymiarze 1D „brakujący w promieniu” lub „występuje w promieniu”, w wymiarze 2D może być jako „przyrost wyklinowujący się w przekroju poprzecznym, a w wymiarze 3D może być „brakujący w przekroju poprzecznym” lub „wyklinowujący się w przekroju podłużnym”. Wszystkie typy nieregularności w przyrostach rocznych korzeni ujęte są przez wskaźnik kontrolny III (*Control Indicator III*), który uwzględnia liczbę przyrostów brakujących w promieniach oraz w przekroju poprzecznym. Wśród analizowanych korzeni wartość tego wskaźnika wyniosła od 14,5-24,45 dla korzeni odsłoniętych do 2,5-24,7% dla korzeni nieodsłoniętych na działanie czynników zewnętrznych.

Nasze badania udowodniły, że wykonanie pojedynczej analizy (w jednym promieniu i na jednym przekroju poprzecznym) może prowadzić do niedoszacowania wieku odsłonięcia korzenia, a tym samym do błędnego rozpoznania czasu wystąpienia zdarzeń geomorfologicznych w leju źródłowym.

Zastosowanie wskaźników kontrolnych jest dodatkowym atutem przeprowadzonych badań. Stosując wskaźniki kontrolne (zwłaszcza w zestawieniach 5-cio i 10-cio letnich) byliśmy w stanie określić częstość występowania w korzeniach słoju wyklinowujących się. Nasze szczegółowe badania wykazały, że występowanie CWg może dostarczyć informacji na temat obecności LWg, które zazwyczaj w analizach dendrochronologicznych rozpoznawane są jako brakujące przyrosty roczne lub nie są możliwe do wykrycia. Korelacja pomiędzy wskaźnikami kontrolnymi I i II (zależność między przyrostami wyklinowującymi się w przekroju poprzecznym i profilu podłużnym) okazała się istotna statystycznie dla 61% spośród analizowanych przypadków: $r = 0,78$.

Wykonane przez nas analizy ilościowe w oparciu o wskaźniki kontrolne wykazały jak wiele spośród tzw. brakujących przyrostów rocznych jest *de facto* wyklinowujących się w przekroju poprzecznym lub profilu podłużnym. Z analiz wynika, że pomijając

czterostopniowe datowanie korzeni (seryjne próbkowanie i ZZST – *Zig-Zag Segment Tracing*), jeden do 15 lat (średnio 17% przyrostów rocznych) nie zostanie rozpoznanych w korzeniach odsłoniętych i jeden do ośmiu lat w korzeniach nieodsłoniętych. Jest to bardzo istotny wniosek badawczy dla dalszych badań z zastosowaniem analiz anatomicznych korzeni drzew.

Nieregularności występujące w korzeniach drzew powiązane są z różnymi warunkami środowiskowymi. Wypracowane wskaźniki kontrolne (*Control indicators*) mogą być wykorzystane do identyfikacji lat wskaźnikowych. W artykule **Wrońska-Wałach i in. (2016)** analizie poddane zostały zależności pomiędzy istniejącymi nieregularnościami w korzeniach, a wiekiem korzeni, suszą, zanieczyszczeniem powietrza, gradacją szkodników oraz procesami geomorfologicznymi.

Opracowanie nowej metody datowania zmian anatomicznych w korzeniach otworło nowe ścieżki analiz form i procesów położonych w lejach źródłowych. Jednym z głównych zagadnień, które uwzględniam w osiągnięciu naukowym jest **obecność w lejach źródłowych strefy przejściowej pomiędzy procesami rozproszonymi, a skoncentrowanymi**, czyli położenie zagłębień początkowych. Mogą one być różnej genezy i mogą być związane z różnymi procesami morfogenetycznymi. Jednym z procesów, który kształtuje zagłębienia początkowe, a jest najtrudniejszy do rozpoznania jest sufozja. W wyniku jej działania powstają specyficzne formy suchych dolin bezodpływowych, które są tzw. zagłębieniami początkowymi (ZP) nieciągłymi w profilu podłużnym (*discontinuous channel head*) i następuje pogłębienie i wydłużanie rozcięć erozyjnych. Tego typu formy mają na tyle złożony kierunek rozwoju, że wymagają bardzo precyzyjnego podejścia metodycznego z uwzględnieniem analizy całych przekrojów poprzecznych i podłużnych przez korzeń jak i seryjnego próbkowania. W związku z powyższym wypracowana metoda konstrukcji chronologii z korzeni, *Zig-Zag Segment Tracing* (ZZST) i seryjnego próbkowania, została zastosowana w kolejnym opracowaniu opublikowanym w Catenie (Bernatek-Jakiel, **Wrońska-Wałach 2018**).

Celem opracowania było przetestowanie nowego podejścia w analizach dendrogeomorfologicznych w badaniu rozwoju form sufozyjnych. Analizy wykonywane były dwutorowo. Osiadanie i zapadanie się kanałów sufozyjnych rozpoznane zostało na podstawie datowania wieku drzew oraz okresów redukcji i uwolnienia wzrostu w przyrostach rocznych drzew rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie form sufozyjnych. Dalszy rozwój kanałów sufozyjnych i ślepych dolinek rozpoznany został dzięki zastosowaniu analizy zmian anatomicznych w korzeniach drzew. Badania prowadziłam wraz z Anitą Bernatek-Jakiel, która

zajmuje się sufozją i formami sufozyjnymi. Opracowanie metodyczne i logistyka prowadzonych badań, z uwagi na moje wyspecjalizowanie w metodzie dendrogeomorfologicznej należały do mnie. Analizy zmian anatomicznych w korzeniach drzew wykonywałyśmy na całych przekrojach poprzecznych korzeni. W celu identyfikacji typu procesów (powierzchniowe, podpowierzchniowe), które prowadziły do odsłonięcia korzeni, a tym samym do rozwoju form zagłębień początkowych (ZP), próby z korzeni pobierałyśmy wzdłuż profilu podłużnego korzeni zgodnie z zaleceniami metody seryjnego próbkowania. Celem opracowania była: 1) ocena minimalnego wieku rozwoju przykładowej ślepej doliny, 2) analiza rozwoju kanałów sufozyjnych, 3) weryfikacja wpływu sufozji na rozwój ZP, poprzez rozpoznanie procesów prowadzących do pogłębiania dolin inicjalnych. Na uwagę zasługuje fakt, że całość analiz została wykonana w oparciu o próby pobrane z drzew liściastych – rozpięzchnaczyniowych (klon i olsza), które nie były wcześniej rozpoznane pod względem parametrów anatomicznych wskazujących na działanie procesów morfogenetycznych. W związku z tym w prezentowanym opracowaniu rozwinięta została metoda analizy dendrogeomorfologicznej o kolejne gatunki drzew. Pobierałyśmy próbki z korzeni kontrolnych - nie poddanych sufozji. Analizy oparte zostały na pomiarach zmian wielkości naczyń w kolejnych przyrostach rocznych korzeni – VLA (*Vessel Lumen Area*) jako wskaźnika zmian położenia korzeni. Spadek VLA o około 40-60% w kolejnych przyrostach rocznych w porównaniu z poprzednimi latami rozpoznawałyśmy jako usunięcie nadkładu glebowego lub ekspozycję korzenia. Analogicznie wzrost VLA o 40 do 60% odnotowywałyśmy jako ponowne przykrycie korzenia przez materiał mineralny. Pomiarów zmian anatomicznych były wykonywane zgodnie z wcześniej opracowaną procedurą *Zig-Zag Segment Tracing* na całych przekrojach poprzecznych i korzenie poddane zostały seryjnemu próbkowaniu (*serial sectioning*). Na potrzebę rozpoznania sufozji dokładnie oznaczone zostały poszczególne części przekrojów poprzecznych korzeni: "a" – górna część korzenia, "b" – dolna część korzenia, "c" – dostokowa część korzenia "d" – odstokowa część korzenia.

Uzyskane wyniki wykazały, że kolejne epizody usuwania nadkładu glebowego występują niesynchronicznie w obrębie zarówno całego systemu dolinnego jak i w obrębie pojedynczego systemu korzeniowego. Epizody związane z usuwaniem nadkładu glebowego są poprzedzane okresami kiedy dochodzi do depozycji materiału i następują w różnych partiach analizowanych korzeni, w różnym czasie. Takie zmiany wskazują na stopniowy rozwój zagłębień początkowych.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że dendrogeomorfologiczne analizy sufozji mogą być z powodzeniem stosowane w obszarach porośniętych drzewami i krzewami. W pierwszej kolejności pozwalają na wydatowanie wieku form sufozyjnych w obszarach gdzie nie istnieją żadne inne informacje dotyczące tego zagadnienia. Rozpoznanie form o założeniach sufozyjnych pozwala tym samym na rozpoznania zagłębień początkowych (ZP). Co więcej informacje dotyczące zmian anatomicznych w korzeniach odsłanianych przez procesy morfogenetyczne dostarczają informacji na temat rozwoju sufozyjnych ZP. Badania wykazały, że chronologia systemu form o założeniach sufozyjnych jest zagadnieniem z zakresu „jajko czy kura” . Korzenie mogą z jednej strony wykorzystywać kanały sufozyjne jako strefy do wzrostu, z drugiej strony jak tylko zwiększa się średnica korzeni rosnących w glebie, ich powierzchnia może być wykorzystywana przez wody płynące w glebie, a tym samym zwiększać podatność danego obszaru na sufozję. W analizowanym obszarze korzenie drzew przyczyniły się do zapoczątkowania rozwoju ZP. Zmiany VLA (*Vessel Lumen Area*) w korzeniach występowały od samego centrum korzenia (od najstarszych przyrostów rocznych), a tym samym kanały sufozyjne zaczęły się rozwijać zanim w obszar ten wkroczył las, ale jak tylko wkroczył las, korzenie drzew doprowadziły do przyspieszenia rozwoju form sufozyjnych i zapoczątkowały powstanie ZP. W początkowym etapie – rozwijają się ZP nieciągłe w profilu podłużnym. Analizy wykonane w obrębie inicjalnej doliny położonej poniżej zagłębienia początkowego pokazały jak następuje przekształcanie ZP w dolinkę erozyjną. Pierwsze zmiany VLA w korzeniach pobranych z dna rozcięcia erozyjnego wystąpiły od strony „c”, „d” i „b” korzenia wskazując na usuwanie gleby wzdłuż i poniżej korzenia. Dowodzi to, że korzenie przyspieszają działanie erozji podpowierzchniowej. W obszarach, gdzie jest odsłonięty cały system korzeniowy, możliwe jest rozpoznanie całego złożonego systemu procesu erozji podpowierzchniowej, depozycji i erozji powierzchniowej, które ostatecznie prowadzą do rozwoju ZP. **Należy podkreślić, że jest to pierwsze opracowanie na świecie, które tak szczegółowo pokazuje jak następuje rozwój zagłębień początkowych (ZP) nieciągłych w profilu podłużnym.**

Kolejne dwie publikacje opublikowane w *Geomorphology* w 2018 roku (**Wrońska-Wałach i in. 2018**) oraz w *Science of the Total Environment* w 2019 roku (**Wrońska-Wałach i in. 2019**) dotyczą wpływu działalności człowieka na wykształcenie ZP oraz krzywej zależności A-S (powierzchni alimentacyjnej – A i spadku lokalnego – S). Pierwsza praca uwzględnia działalność człowieka związaną z wytyczaniem dróg do zwózki drewna i wycinaniem lasu.

Badania prowadzone były w Beskidzie Śląskim, w obrębie grzbietu Skrzycznego, który reprezentuje jeden z najbardziej przekształconych przez człowieka pasm górskich w Polskich Karpatach fliszowych. Celem nadrzędnym opracowania była weryfikacja hipotezy, że działalność człowieka wpływa na zmiany lokalizacji strefy formowania zagłębień początkowych (ZP). W celu ukazania wielowymiarowego wpływu działalności człowieka na wykształcenie tych stref w zlewni, skonstruowany został model zależności przyczynowo-skutkowej, który przedstawiał wpływ czynników bezpośrednich i pośrednich na rozwój form ZP. W opracowaniu przedstawione zostały wyniki pomiarów terenowych parametrów morfometrycznych ZP. Dodatkowo, dla każdej analizowanej formy, wyliczone zostały z zastosowaniem DEM i Systemów informacji geograficznej (GIS) powierzchnie zlewni alimentacyjnych i lokalnego spadku. W opracowaniu wykorzystana została Analiza Składowych Głównych (*Principal Component Analysis* – PCA).

W wyniku przeprowadzonych badań terenowych rozpoznane zostały parametry typowych form ZP. Wszystkie przeanalizowane formy zawierały jeden lub dwa źródła. Formy zagłębień początkowych zostały rozpoznane wokół trzech grzbietów: Skrzycznego, Małego Skrzycznego i Malinowskiej Skały. Wśród zagłębień początkowych trzy typy form zostały rozpoznane: zagłębienia z pasami rumoszu skalnego (45 form) – formy związane z działaniem procesów osuwania i spęływania, nisze źródłiskowe (31 form) – formy związane z erozją źródłiskową oraz inicjalne rozcięcia erozyjne (16 form) – formy związane ze spływem Hortonowskim i erozją liniową. Dodatkowo rozcięcia inicjalne rozpoznane zostały w 65% zagłębień z pasami rumoszu skalnego. Ponad połowa spośród tych form występowała w obszarach leśnych i charakteryzowała się występowaniem opancerzonego dna. Pozostałe formy występowały w obszarach wylesionych; 90% z nich w bezpośrednim sąsiedztwie dróg. Te pozostałe formy podlegają procesom erozji liniowej i mają wykształcone inicjalne rozcięcia erozyjne (65% spośród badanych form).

Obliczona została zależność pomiędzy długością form zagłębień początkowych - ZP a ich szerokością, która wskazuje na kierunek ich rozwoju - wydłużenie lub poszerzenie. Średnia wartość tego wskaźnika najwyższa była dla inicjalnych rozcięć i wyniosła 4,6, a najniższa dla nisz źródłiskowych, z których 75% miała wartość współczynnika mniejszą od jeden.

Powierzchnia alimentacyjna wyniosła od 5 do 123.187m². Średni spadek w osi zlewni alimentacyjnych wynosił 24 stopnie, czyli był zbliżony do wartości spadku dna zagłębień początkowych. Powierzchnia zagłębień początkowych wyniosła od 1 do 950m². Wszystkie

formy ZP charakteryzowały się zróżnicowaną w obrębie poszczególnych typów powierzchnią. Najmniej zróżnicowane pod tym względem były pasy rumoszu skalnego (współczynnik zmienności $C_v=86\%$). Najbardziej zróżnicowane były nisze źródłiskowe ($C_v=165\%$). Różnice wysokości w obrębie analizowanych form (H_f) wynosiły od 0,5 do 22,5 m. Wskazuje to na różny stopień rozwoju zagłębień początkowych. Średnia wartość spadku form wyniosła 24° i jest o 3° mniejsza niż nachylenie stoków otaczających formę. Większość form wykształcona była w glinach z rumoszem, co jest typowe dla materiału wietrzeniowego ze skał fliszowych.

Uzyskane wyniki analiz ANOVA (*Analysis of Variance*) dla parametrów pomierzonych dla ZP wykazały, że najważniejszym czynnikiem różnicującym wykształcenie tych form jest działalność człowieka. 75% parametrów pomierzonych dla form wykształconych w obszarach leśnych różni się istotnie statystycznie od tych pomierzonych dla form wykształconych w obszarach wylesionych. Przed wkroczeniem człowieka w analizowany obszar ZP uzyskiwały swoistego rodzaju równowagę i funkcjonowały w sposób zbliżony do tego opisywanego z innych obszarów górskich. Większość ZP powstawała w strefie między Strefą I i II krzywej teoretycznej zależności A-S (*area – slope*). Współcześnie większość ZP rozwija się w obrębie Regionu I krzywej, czyli w strefie charakteryzującej się spływem rozproszonym i występowaniem procesów stokowych. ZP występują na stokach o większym nachyleniu i cechują się mniejszą powierzchnią alimentacyjną niż w innych obszarach górskich. Z analiz statystycznych wynika, że długość form, różnice wysokości form jak i dna form są pozytywnie skorelowane z wielkością powierzchni alimentacyjnej – im większa powierzchnia tym dłuższa i głębsza forma ZP. Na zmianę powierzchni alimentacyjnej duży wpływ ma działalność człowieka.

Wielowymiarowa analiza składowych głównych (PCA) pozwoliła na wyodrębnienie trzech głównych składowych, które w całości wyjaśniają 81,9% całkowitego zróżnicowania w wykształceniu form zagłębień początkowych. Pierwsza ze składowych wyjaśnia 42,5% zróżnicowania parametrycznego form zagłębień początkowych. Składowa ta wskazuje na negatywne zależności pomiędzy parametrami morfometrycznymi form takimi jak powierzchnia (A_f), obwód (O_f) i wydłużenie (L_f) form, które rosną, podczas gdy wartości parametrów opisujących kształt formy (C_{wf} – wskaźnik wydłużenia formy, C_{kb} – wskaźnik kolistości formy, C_{wb} – wskaźnik wydłużenia dna formy) maleją. Pierwsza z rozpoznanych składowych ma złożoną naturę i powiązana jest z jednej strony z rozwojem form w obszarach leśnych i na powierzchniach wylesionych. Jednocześnie wskazuje na formy, które rozwijają się

dzięki działaniu procesów powierzchniowych i te, których rozwój związany jest z działaniem procesów erozyjnych. Nade wszystko jest to składowa, którą można nazwać antropogeniczną bo wskazuje na wyraźne różnice pomiędzy formami rozwijającymi się w przeszłości (przed wkroczeniem działalności człowieka) oraz te które rozwijają się w powiązaniu z działalnością człowieka (wylesianie, budowa dróg do zwózki drewna).

Warto podkreślić, że prezentowane badania wykazały istotną rolę budowy geologicznej w morfometrii ZP. Badany obszar jest zbudowany ze skał fliszowych. Grzbiety i górne partie stoków zbudowane są z miąższych warstw (2-3 m) piaskowców godulskich, które charakteryzują się dużą odpornością na procesy erozyjne i wietrzeją na grubofrakcyjne okruchy. Miąższość takich pokryw zwietrzelinowych jest zazwyczaj niewielka i wynosi około 0,3 m. W efekcie – występowanie odpornych skał wpływa na niewielkie zróżnicowanie lokalnego spadku w obrębie ZP. Ponadto wykazana została pozytywna zależność pomiędzy powierzchnią alimentacyjną a powierzchnią formy i jej dna. Przy tej samej wartości lokalnego spadku – im większa jest powierzchnia alimentacyjna, tym większa jest forma i jej dno. To pokazuje dużą rolę wód podziemnych w formowaniu ZP. To z kolei jest powiązane z występowaniem w piaskowcach szczelin i spękań i z rozwojem ZP głównie w obszarach występowania stałych źródeł. W związku z tym drugą składową, która wyjaśnia 26,7% całkowitej zmienności, jest typ krążenia wód podziemnych.

Trzecia ze składowych, która wyjaśnia jedynie 12,7% całkowitej zmienności jest składową powiązaną bezpośrednio z wietrzeniem skał fliszowych. Składowa ta wskazuje na zależność pomiędzy procentową zawartością okruchów skalnych, spadkiem dna formy a średnią maksymalną frakcją materiału budującego dno formy.

Niezwykle istotną sprawą, w kontekście zachodzących zmian klimatycznych i rozwoju usług turystycznych jest budowanie tras narciarskich oraz stosowanie sztucznego naśnieżania. Zagadnienie związane z wpływem budowy tras narciarskich oraz sztucznego naśnieżania na parametry w lejach źródłowych omówiłam wraz z zespołem w artykule opublikowanym w *Science of the Total Environment* (Wrońska-Wałach i in., 2019).

Badania prowadziliśmy w zlewni Remiaszowego Potoku na Pogórzu Gubałowskim, której środowisko zostało zmienione w związku ze zróżnicowaną działalnością człowieka: uprawy rolne, wypas zwierząt, budowa tras narciarskich. To pozwoliło na rozpoznanie wpływu działalności człowieka na lokalizację ZP i zmiany w całej sieci dolinnej. Celem badań było określenie wpływu wytyczania tras narciarskich i sztucznego naśnieżania na wykształcenie

zagłębień początkowych – ZP i sieci odpływu ze stoków. Zmiany w rzeźbie w zlewni związane z budową tras narciarskich są bardzo wyraźnie zauważalne. Pytanie, które się pojawiło to: Jak parametrycznie można ująć te widoczne zmiany i czy stan sprzed budowy trasy narciarskiej wskazywał na stabilne pod względem zależności parametrycznych, środowisko zlewni?

Analizy lokalizacji ZP w zlewni Remiaszowego Potoku, wykonane zostały na podstawie numerycznego modelu terenu uzyskanego z wysokorozdzielczych danych lidarowych. Dane zostały pozyskane ze skaningu laserowego przed (2013 rok) oraz po konstrukcji tras narciarskich (2016 rok). Dodatkowo lokalizacja położenia zagłębień początkowych i sieci drenażu wykonana została w 2018 roku przy pomocy GPS RTK.

Wykonanie analiz parametrycznych przed i po wybudowaniu tras narciarskich możliwe było dzięki współpracy jednego z autorów opracowania (dr hab. Mirosława Żelaznego prof. UJ) ze Spółką Kotelnica Białczańska. W związku z dostępem do bardzo dokładnych danych wysokorozdzielczych ze skaningu lotniczego z dwu okresów 2013 i 2016 zaistniała wyjątkowa okazja przyjrzenia się z większą dokładnością temu, jak zmieniają się parametry w zlewni w związku z budową trasy narciarskiej. Zależności A-S, które można zauważyć na krzywej teoretycznej w strefie dominacji procesów stokowych wpływają na lokalizację zagłębień początkowych dolin. W analizowanych dolinach w 2013 roku zależność ta w 90% dolin wskazywała na stabilną w dłuższym czasie lokalizację zagłębień początkowych. Zależność ta była statystycznie istotna dla większości punktów zlokalizowanych wzdłuż profilu podłużnego analizowanych dolin. Wartość wykładnika funkcji zależności wynosiła od 0,16 do 0,92, a powierzchnia potrzebna do utworzenia spływu skoncentrowanego wynosiła od 795m² do 22.741 m². Okazuje się, że w analizowanym obszarze, powierzchnia alimentacyjna potrzebna do uformowania zagłębienia początkowego była mniejsza od typowej powierzchni, rozpoznanej dla obszarów zbudowanych ze skał osadowych. Lokalny spadek w punkcie przejścia pomiędzy spływem rozproszonym i skoncentrowanym wynosił od 0,32 do 1,03 [m/m]. Strefa przejścia pomiędzy stokiem a ZP zaznaczała się też zmianą wskaźnika konwergencji spływu. Dla analizowanych dolin wskaźnik konwergencji 1 m powyżej zagłębienia początkowego wynosił od 0 do 3, rozcięcia przyjmowały ujemne wartości wskaźnika i dla analizowanych zagłębień początkowych wynosiły od -1 do -45.

W analizowanej zlewni Remiaszowego Potoku rozpoznaliśmy istnienie dodatniej, istotnej statystycznie zależności A-S. Zależność taka wystąpiła dla 53% spośród analizowanych ZP. Jest to zupełnie odmienna zależność od wcześniej obserwowanych. Zazwyczaj w miejscu

lokalizacji ZP występuje ujemna zależność A-S. W opracowaniu po raz pierwszy zidentyfikowaliśmy przyczynę istnienia dodatniej zależności A-S, która wynika z dopasowania się stref formowania ZP do zmian w profilu podłużnym zlewni. ZP, które zostały uformowane w środkowych czy dolnych częściach stoków są pochodzenia naturalnego i uformowane zostały w strefie gdzie pojawia się ujemna zależność między A-S. Z kolei ZP występujące w górnych częściach stoków, strefach przygrzbietowych spłaszczeń, powstały w związku z wpływem działalności człowieka. Analizowany obszar jak wiele innych był w XIX wieku intensywnie użytkowany rolniczo. Uprawy sięgały, aż po samą linię grzbietową. Wraz z wycinaniem lasów i zajmowaniem powierzchni przez uprawy rolne, postępowało rozszerzanie strefy spływu Hortonowskiego i formowania rozcięć erozyjnych. Formowanie ZP w takich warunkach przesunięte zostało w górę zlewni i do ich uformowania potrzebna była znacznie mniejsza powierzchnia alimentacyjna. Powierzchnia alimentacyjna była dodatnio skorelowana z wysokością na której formuje się zagłębienie początkowe ($r = -0,86$), ta zależność była statystycznie istotna dla 74% spośród analizowanych przypadków.

Budowa tras narciarskich wpłynęła na zmiany zależności parametrycznych w zlewni. W 2013 roku rozpoznanych zostało 11 zagłębień początkowych, w roku 2016 roku już po konstrukcji tras narciarskich liczba ta wzrosła o połowę (22 ZP). Zwiększyła się średnia wysokość na której występują ZP, z 853 m n.p.m. w 2013 roku do 884 m n.p.m. w 2016 r. Maksymalna różnica wysokości pomiędzy ZP z 2013 i 2016 roku wynosiła 84 m. Statystycznie istotne różnice w parametrach takich jak powierzchnia alimentacyjna, spadek jednostkowy i wysokość n.p.m. zagłębień początkowych w 2013 i 2016 roku, wykazane zostały testem dla grup z 2013 i 2016 roku. W rezultacie konstrukcji tras narciarskich doszło do uformowania większej liczby ZP i uformowania w profilu podłużnym stoków dwu stref formowania ZP. Zależności pomiędzy wartościami A-S powyżej ZP były spełnione dla 9-ciu spośród 22 analizowanych dolin. Wartość współczynnika wynosiła od 0,10 do 0,59.

Po wybudowaniu tras narciarskich z kanałami odpływowymi powierzchnia potrzebna do uformowania spływu skoncentrowanego zmniejszona została o 6 do 7 razy i wynosiła od 149m² do 16.911 m². Spadek lokalny mieścił się w granicach od 0,2 do 1,0 [m/m], ze średnią 0,45 [m/m] i odchyleniem standardowym 0,27 [m/m]. Wskaźnik konwergencji spływu dla zagłębień z 2016 roku był znacznie niższy (-1 do -11) i wskazywał na występowanie inicjalnych, płytkich zagłębień. Brak zależności dla powierzchni alimentacyjnej, lokalnego spadku

i wysokości tylko podkreślał fakt jak dużym zaburzeniem w systemie zlewni jest wprowadzenie nartostrad.

Konstrukcja nartostrad wpłynęła na reorganizację sieci dolinnej. Przed ich konstrukcją, zagłębienia początkowe były formowane, w odniesieniu do krzywej teoretycznej A-S, w Strefie II krzywej. Po utworzeniu tras, zmienił się/odwrócił się naturalny porządek związany z dominującymi w profilu podłużnym procesami. Odwrócenie to dotyczy Strefy I, czyli strefy gdzie zazwyczaj występuje spływ rozproszony. W tym wypadku w Strefie I wystąpił spływ skoncentrowany, z pozostałością strefy spływu rozproszonego (gładkiego stoku) poniżej. Ta reorganizacja rozkładu procesów w profilu podłużnym nastąpiła w związku z konstrukcją przy nartostradach sztucznych rynien odpływowych. W zależności od położenia i odległości nartostrad względem wcześniej istniejącej sieci dolinnej, przekształcanie stoku odbywało się w inny sposób. W przypadku nartostrady zlokalizowanej równolegle i w bezpośrednim sąsiedztwie doliny, erozja liniowa, a tym samym niszczenie strefy spływu rozproszonego następowało dwukierunkowo. Od góry, zaraz poniżej sztucznych rynien odpływowych uformowane były rozcięcia erozyjne oraz od dołu w wyniku uaktywnienia erozji wstecznej. W przypadku gdy, trasa wybudowana jest poprzecznie lub ukośnie do sieci dolinnej i w większej odległości, w obrębie dawnej strefy spływu rozproszonego w pierwszym okresie powstały płytkie (do 20 cm głębokości) rozcięcia erozyjne. W 2018 roku rozcięcia te nie miały jeszcze połączenia z siecią dolinną. Dalszy rozwój każdej ze stref w profilu podłużnym zlewni zależy od tego w jaki sposób w odniesieniu do sieci dolinnej wybudowana została nartostrada. W przypadku trasy równoległej i położonej w bezpośrednim sąsiedztwie, w ciągu dwu lat od budowy nartostrady wystąpił zanik strefy gładkiego stoku jak również strefy przejściowej między procesami stokowymi a fluwialnymi (Strefa III). W efekcie strefa spływu skoncentrowanego, została bezpośrednio połączona ze strefą działania procesów fluwialnych. W przypadku drugim, czyli dalszej odległości nartostrady wybudowanej ukośnie do doliny, następuje stopniowe redukowanie strefy gładkiego stoku i w związku z postępującą erozją, depozycja materiału w strefie zaraz poniżej, a tym samym przesunięcie strefy przejściowej pomiędzy procesami stokowymi a fluwialnymi w dół systemu dolinnego.

Ostatni artykuł, który wchodzi w skład osiągnięcia, opublikowany został w Catenie (**Słowik-Opoka i in. 2018**) i dotyczy strefy przejściowej w leju źródłowym pomiędzy procesami stokowymi i fluwialnymi w odniesieniu do osadów zdeponowanych powyżej i poniżej progów w korycie przykładowego potoku górskiego. Badania prowadziłam we współpracy z dr Ewą

Słowik-Opoką z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie oraz z dr hab. prof. UJ Anną Michno z Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Krakowie. Badania wykonane zostały w ramach grantu National Centre for Research and Development and the Polish-Norwegian Research Fund (Grant No. 209947/52/2013-2016), którego kierownikiem była dr Ewa Słowik-Opoka. W badaniach tych zwróciłam wraz z zespołem szczególną uwagę na dowody geomorfologiczne oraz sedimentologiczne wskazujące na lokalizację strefy przejściowej pomiędzy procesami stokowymi, a korytowymi, a jej teoretyczną lokalizacją wynikającą z przesłanek zależności parametrycznych A-S w zlewni.

W badaniach zwróciłyśmy uwagę również na: i) rozpoznanie roli progów drzewnych i progów założonych na rumoszu skalnym w przechwytywaniu i zatrzymywaniu rumowiska mineralnego w profilu podłużnym koryta potoku, ii) rozpoznanie najważniejszych uwarunkowań, które decydują o zależnościach pomiędzy parametrami w zlewni a właściwościami zdeponowanych osadów, iii) rozpoznanie teoretyczne, terenowe i sedimentologiczne strefy przejścia pomiędzy procesami stokowymi i fluwialnymi. Uzyskane wyniki wykazały, że istnieje wyraźna korelacja pomiędzy parametrami osadów (M_z – średnia średnica ziarn, d_{50} – średnia średnica, σ_1 - wysortowanie), a powierzchnią alimentacyjną mierzoną w odniesieniu do progów w profilu podłużnym koryta. Wraz ze wzrostem powierzchni alimentacyjnej – maleje wartość M_z , d_{50} oraz σ_1 ; przy czym zależność tę spełnia jedynie około 30% spośród analizowanych przypadków.

Analiza składowych głównych pozwoliła na wyodrębnienie najważniejszych uwarunkowań, które decydują o zróżnicowaniu zależności pomiędzy parametrami zlewni, a właściwościami granulometrycznymi osadów. Pierwsza składowa wyjaśnia aż 45% zmienności i może być określona jako „genetyczna”. Związana jest z ujemną zależnością pomiędzy M_z , σ_1 , a powierzchnią alimentacyjną sub-zlewni (mierzonych w odniesieniu do kolejnych stopni). Zależność ta jest odmienna dla osadów pobranych ze stopni położonych w zlewni utworzonej z dominacją procesów fluwialnych i dla tych, które związane są z depozycją materiału związanego z działaniem procesów stokowych (spływy błotne, gruzowo-błotne czy spływy torencjalne).

Górna partia analizowanego koryta potoku Dupniańskiego charakteryzuje się przewagą procesów stokowych co oznacza, że profil podłużny tej części doliny jest w większym stopniu uzależniony od lokalnej dostawy materiału ze stoków i jest związany z przechwytywaniem materiału dostarczanego z górnej partii zlewni przez spływy torencjalne i spływy gruzowe.

Materiał wychwytywany na progach jest bardzo słabo wysortowany i charakteryzuje się znacznie wyższymi wartościami Mz powyżej, niż poniżej stopni. Wskazuje to na materiał deponowany podczas zdarzeń o większym przyłożeniu siły i w dalszej kolejności jego powolne przemywanie. Przeprowadzone badania sedymentologiczne osadów pobranych z progów w korycie wykazały istnienie tzw. progów „wysokiej wody” czyli takich, które występują w środkowej czy dolnej części profilu podłużnego koryta, a charakteryzują się podobnymi właściwościami osadów do tych pobranych z górnej części profilu koryta. Ich obecność wskazuje na zasięg działania w profilu podłużnym procesów stokowych, czyli wskazuje na sedymentologiczną strefę przejściową pomiędzy procesami stokowymi i fluwialnymi. W przypadku koryta potoku Dupniańskiego, teoretyczna strefa przejścia między procesami stokowymi i fluwialnymi jest położona około 1 km od źródła, strefa wyznaczona obecnością progów „wysokiej wody” (HWJ) jest położona o około 0,64 km niżej w profilu. Jeszcze dalej od źródła około 1,74 km położone są formy, które wskazują na działanie spływów gruzowo-błotnych (wały typu leve, duże niewysortowane okruchy skalne). Może to wskazywać na to, że podczas zdarzeń ekstremalnych koryta małych potoków górskich w całości przekształcane są przez procesy stokowe typu spływów gruzowo-błotnych i okresowo prawie w całości mogą być wykształcone jako koryta koluwalne.

4.4. Podsumowanie

Przedstawiony cykl publikacji stanowi spójną całość dotyczącą pojmowania lejów źródłowych jako stref przejściowych pomiędzy procesami stokowymi i fluwialnymi. Pomimo faktu, że badania dotyczące lejów źródłowych prowadzone są w różnych obszarach w ostatnich co najmniej dwu dekadach, wiele zagadnień dotyczących ich funkcjonowania jako stref przejściowych nie było do tej pory poruszanych i wiele niewiadomych nie zostało dotąd wyjaśnionych. Warto podkreślić, że rozwój technologii np. dostępność wysokorozdzielczych danych lidarowych czy systemów informacji geograficznej jak również nowoczesnych metod analizy, do których zalicza się metoda dendrogeomorfologiczna pozwoliło mi na lepsze rozpoznanie funkcjonowania lejów źródłowych, w których znajdują się strefy przejściowe między systemem stokowym i fluwialnym. Taki rozwój technologii pozwolił z jednej strony na rozpoznanie z dużą dokładnością stref przejściowych zarówno między spływem rozproszonym a skoncentrowanym, jak i strefy przejściowej pomiędzy procesami stokowymi (korytem koluwalnym) a fluwialnymi.

Za najważniejsze osiągnięcia badań przeprowadzonych przeze mnie dotyczących lejów źródłowych jako strefy przejściowej pomiędzy procesami stokowymi i fluwialnymi oraz metody dendrogeomorfologicznej jako tej, która pozwala na badanie procesów w lejach źródłowych uważam:

- i) wykazanie braku synchronicności w rozwoju poszczególnych części leja źródłowego, wskazanie na warunki opadowe, podczas których dochodzi do uaktywnienia górnej oraz środkowej i dolnej części leja źródłowego, udowodnienie znaczenia tzw. okresów opadowych z nakładającymi się opadami burzowymi na opady rozlewne w transformowaniu całych powierzchni lejów źródłowych;
- ii) opracowanie metody ZZST (*Zig-Zag Segment Tracing*), rozpoznanie różnych typów wyklinowujących się i brakujących przyrostów rocznych, opracowanie wskaźników identyfikujących nieregularności w korzeniach, opracowanie chronologii z korzeni i jej zestawienie z różnymi elementami środowiska w tym z procesami geomorfologicznymi, rozwój metody analiz korzeni drzew dla potrzeb związanych z badaniami procesów w lejach źródłowych;
- iii) Poznanie prawidłowości analiz dendrogeomorfologicznych do rozpoznania sufozji, rozpoznanie na podstawie analiz dendrogeomorfologicznych kierunku rozwoju kanałów sufozyjnych i zagłębień początkowych o założeniach sufozjno-erozyjnych, opracowanie metodyki analiz zmian anatomicznych w korzeniach drzew rozpięzchłonaczeniowych – klonu i olszy,
- iv) wykazanie wielowymiarowego wpływu działalności człowieka na położenie, typ i morfometrię zagłębień początkowych, zidentyfikowanie w sposób obiektywny (*PCA – Principal Component Analysis*) najważniejszych czynników, które wpływają na morfometrię zagłębień początkowych, rozpoznanie wpływu budowy geologicznej na zależności na krzywej A-S (*area – slope*) obserwowane w obszarach zbudowanych ze skał fliszowych,
- v) wykazanie dwukierunkowego – nietypowego rozwoju zagłębień początkowych nieciągłych w profilu podłużnym, wykazanie wpływu budowy nartostrad i sztucznego naśnieżania na zmiany położenia, wykształcenia i morfometrii zagłębień początkowych, ale również całego profilu podłużnego dolin, wykazanie wpływu budowy nartostrad na odnowienie systemu dolinowego i aktywację procesów stokowych, badania pokazały również jak ważne jest dokładne

rozpoznanie parametryczne zlewni, w której planowana jest budowa trasy narciarskiej i sztuczne naśnieżanie. W związku z tym wykazałam aplikacyjność metod badań geomorfologicznych,

- vi) geomorfologiczne i sedymentologiczne zidentyfikowanie progów typu „HWJ” (progów wysokiej wody), porównanie teoretycznej lokalizacji strefy przejściowej między procesami stokowymi i fluwialnymi z dowodami sedymentologicznymi i morfologicznymi na jej lokalizację, wykazanie, że lokalizacja strefy przejściowej pomiędzy procesami stokowymi i fluwialnymi może być zmienna w czasie i zależeć od intensywności i zasięgu działania procesów stokowych w profilu podłużnym przez lej źródłowy.

W świetle dotychczasowego stanu badań w ujęciu międzynarodowym, za najważniejsze publikacje wchodzące w skład cyklu osiągnięć naukowych uważam dwie prace. Jedna z nich jest pracą metodyczną i dotyczy opracowania chronologii z korzeni świerków (Wrońska-Wałach i in. 2016). Była to praca bardzo wymagająca pod względem czasowym i wnosi do badań dendrogeomorfologicznych przełomowe podejście do datowania korzeni drzew. Druga praca (Wrońska-Wałach i in. 2019) dotyczy zagłębień początkowych - ZP i całych systemów dolinnych położonych i rozwijających się w lejach źródłowych, w których wybudowane zostały nartostrady. Praca ta udokumentowała wpływ działalności człowieka na zmianę zależności parametrycznych w zlewni. Jest przykładem praktycznego wykorzystania badań geomorfologicznych.

4.5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W 2004 roku ukończyłam studia na kierunku geografia w Instytucie Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pracę magisterską pt.: „Rola osuwisk w modelowaniu stoków w Beskidzie Niskim na przykładzie Magury Wątkowskiej” realizowaną pod kierunkiem prof. dr hab. Kazimierza Krzemienia obroniłam z wyróżnieniem. Główne tezy pracy magisterskiej opublikowałam w 2004 roku w artykule zamieszczonym w Folia Geographica Series Geographica-Phisica. Moja praca magisterska została wyróżniona trzecią nagrodą w 21 Ogólnopolskim Konkursie Prac Magisterskich Polskiego Towarzystwa Geograficznego.

W latach 2004-2010 uczestniczyłam w Studium Doktoranckim w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ. Po studiach doktoranckich zostałam zatrudniona w Zakładzie

Geomorfologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Krakowie, którego kierownikiem był prof. dr hab. Kazimierz Krzemień.

Główną dziedziną moich badań jest geografia fizyczna, a w szczególności geomorfologia. W trakcie dotychczasowego rozwoju naukowego moje zainteresowania badawcze stale rozszerzały się i pogłębiały, prowadząc od zagadnień czysto związanych z dynamiką działania procesów morfogenetycznych do poznania i rozwoju metod analiz dendrogeomorfologicznych i dendrochronologicznych, które pozwoliły na skwantyfikowanie prawidłowości dotyczących tych procesów. Stąd ten ostatni wątek dominuje nie tylko w podejmowanych przeze mnie pracach naukowych, udziale w konferencjach, współpracy z naukowcami z zagranicy, ale również w działaniach na polu organizacyjnym, czego wyrazem jest utworzenie z mojej inicjatywy w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w ramach Zakładu Geomorfologii w roku 2008 Pracowni Dendrogeomorfologicznej. Wiodącym zadaniem kierowanej przeze mnie Pracowni jest rozpoznanie, dzięki zastosowaniu metod analiz dendrochronologicznych, procesów morfogenetycznych, działających w różnych obszarach. W ostatnich latach jest to również prowadzenie badań dendrogeomorfologicznych w ujęciu aplikacyjnym. Ważnym kierunkiem prowadzonych przeze mnie badań jest również zastosowanie analiz geomorfometrycznych do rozpoznania zależności parametrycznych istniejących w zlewniach górskich.

Badania naukowe rozpoczęłam w lecie 2004 roku, w ramach Studium Doktoranckiego w Zakładzie Geomorfologii IGiGP UJ (od 01.10.2004 r.). Badania te dotyczyły wykształcenia i funkcjonowania lejów źródłowych w Gorcach. W swoich badaniach, jako jedna z pierwszych w polskiej geomorfologii wykorzystałam analizę dendrogeomorfologiczną do rekonstrukcji przeszłych zdarzeń rzeźbotwórczych oraz do określenia tempa procesów erozyjnych w niszach źródłiskowych. Wynikiem moich badań było opracowanie typologii i modeli funkcjonowania lejów źródłowych w górach średnich umiarkowanej strefy klimatycznej. Część wyników uzyskanych w ramach pracy doktorskiej opublikowałam wraz z prof. dr hab. Kazimierzem Krzemieniem i dr Elізą Płaczkowską w Przeglądzie Geograficznym (Wrońska-Wałach i in. 2013).

W 2009 roku otrzymałam Grant promotorski Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego Nr. rej. N N306 282436: "Wpływ zdarzeń ekstremalnych i procesów sekularnych na funkcjonowanie lejów źródłowych". Pracę doktorską, będącą zwieńczeniem prowadzonych badań, zatytułowaną: „Wykształcenie i funkcjonowanie lejów źródłowych w górach średnich (na przykładzie wybranych obszarów w Karpatach fliszowych)” napisałam pod kierunkiem

prof. dr. hab. Kazimierza Krzemienia. Pracę doktorską obroniłam z wyróżnieniem 21 października 2010 roku. Stopień naukowy doktora Nauk o Ziemi w zakresie geografii (specjalność geomorfologia) uzyskałam 23 listopada 2010r. Wyniki swoich badań prezentowałam 22 października 2009 roku w formie referatu pt.: „Zdarzenia ekstremalne i procesy sekularne w lejach źródłowych w świetle analizy dendrogeomorfologicznej” na Posiedzeniu Komisji Nauk Geograficznych PAN oraz opublikowałam między innymi w artykule w 63 tomie Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica (Wrońska-Wałach 2009).

Cytowane publikacje

Wrońska-Wałach, D. 2009, Dendrogeomorphological analysis of a headwater area in the Gorce Mountains, Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 43, pp. 97–114. https://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGiHGiw/sgcb/sgcb_43/sgcb_43_05.pdf

Wrońska-Wałach, D., Płaczowska, E., Krzemień, K., 2013, Leje źródłowe jako systemy morfodynamiczne w obszarach górskich, Przegląd Geograficzny, 85(1), pp. 31–51. doi: 10.7163/PrzG.2013.1.3.

Podjęmowane przeze mnie w ostatnich latach wątki badawcze można pogrupować w następujące zagadnienia tematyczne, które znalazły swoje odzwierciedlenie w dorobku publikacyjnym, konferencyjnym oraz w realizowanych projektach badawczych:

1. Rozpoznanie dynamiki działania procesów morfogenetycznych z zastosowaniem metod dendrochronologicznych i dendrogeomorfologicznych:
 - 1.1 procesy erozyjne naturalne i antropogeniczne,
 - 1.2 procesy osuwiskowe,
 - 1.3 odpadanie,
 - 1.4 erozja wykrotowa,
 - 1.5 procesy niwacyjne
 - 1.6 zastosowanie metody dendrochronologicznej w badaniach aplikacyjnych
2. Badanie osuwisk i terenów zagrożonych osuwaniem
3. Zastosowanie analiz geomorfometrycznych w badaniach geomorfologicznych
4. Ekstremalne zdarzenia geomorfologiczne w różnych obszarach górskich (Bieszczady, Tatry, Ural Polarny, Masyw Centralny).
5. Badanie rzeźby Bieszczadzkiego i Gorczańskiego Parku Narodowego
6. Terenowe metody badania koryt rzecznych
7. Inne badania

Ad. 1 Rozpoznanie dynamiki działania procesów morfogenetycznych z zastosowaniem metod dendrochronologicznych i dendrogeomorfologicznych.

Głównym nurtem moich zainteresowań naukowych jest zastosowanie analizy zmian anatomicznych w słojach przyrostów rocznych drzew do rekonstrukcji różnych procesów morfogenetycznych. Badania wykonywałam uwzględniając analizy z pni i korzeni drzew. Szczególnie interesująca jest dla mnie możliwość zestawiania wyników uzyskanych z analiz drewna słoju przyrostów rocznych z uwarunkowaniami środowiskowymi.

Samej metody dendrochronologicznej, dendrogeomorfologicznej i analizy anatomii komórek w korzeniach i pniach drzew nauczyłam się podczas pobytu na zagranicznych warsztatach i kursach: Zimowa szkoła: „**Winter School on Wood Anatomy of Tree-Rings**” w Davos-Laret w Szwajcarii (25.11-01.12.2007), prowadzona przez światowej sławy specjalistów z zakresu dendrochronologii i anatomii drzew: prof. dr Fitza Schweingruber i dr Holgera Gärtnera z Institute of Snow, Forest and Landscape Research (WSL) w Birmensdorf w Szwajcarii., Międzynarodowe warsztaty organizowane przez GADAM Centre w Gliwicach (24-26.04.2008) pod kierownictwem Pani prof. A. Pazdur: „**Trees and forests as archives of last millenium climate**”, które odbyły się w Gliwicach i w Niepołomicach, Warsztaty terenowe: “**22 International Dendroecological Fieldweek**” w Loetschental Valley w Szwajcarii (14-20.09.2008), prowadzonych przez specjalistów z zakresu dendroklimatologii i dendroekologii – Dr. U. Büntgen, , izotopów stabilnych – dr K. Traydte oraz anatomii drewna – dr. P. Fontini z Swiss Federal Institute of Snow, Forest and Landscape Research (WSL) w Birmensdorf, “**Geochronology Summer School**” w Anzonico w Szwajcarii (30.08-05.09.2009) organizowanym przez Zurych University i Swiss Federal Institute of Snow, Forest and Landscape Research (WSL) w Biermindsdorf w Szwajcarii. Zajęcia prowadzili specjaliści z zakresu: datowania radiowęglowego – dr D. Brandova , datowania Berylem – prof. S. Ivy Ochs, dendrochronologii – prof. Paolo Cherubini, dr. H. Hartner oraz metod względnego datowania (Schmidth-hammer, soil wethering) – dr M. Egli; Warsztaty dendrochronologiczne: „**WorldDendro Fieldweek**”, w Mekrijärvi Research Station, University of Eastern Finland w Finlandii. Warsztaty prowadzone były przez światowej sławy dendrochronologów ze Stanów Zjednoczonych: prof. Ed Cook, prof. J. Speer, dr D. Stahle, Kanady: dr J. Tardif, Hiszpanii prof. E. Gutierrez, Słowenii – dr K. Cufar i Wielkiej Brytanii – prof. Kevin T. Smith i dr R. Wilson.

Uczestnictwo w wyżej wymienionych warsztatach i kursach umożliwiło mi zdobycie umiejętności obsługi specjalistycznych programów dendrochronologicznych: WinCELL,

WinDENDRO, COFECHA, ARSTAN, TSAPWin oraz obsługi świdra Presslera, mikrotomu i przyręstościomierza (LINTAB, VENTEX). Ponadto dzięki zdobytym kontaktom sprowadziłam do laboratorium „Microtom GSL 1” , literaturę z zakresu dendrochronologii oraz specjalistyczne programy WinCELL (Grant promotorski KBN Nr. rej. N N306 282436) i WinDENDRO (KBN w Nr rej. N N306 264637) oraz zestaw do analizy szerokości przyrostów rocznych – LINTAB 6 wraz z oprogramowaniem TSAPWin (projekt POIŚ).

Ad. 1.1 Procesy erozyjne naturalne i antropogeniczne

W ramach tego wątku badawczego prowadziłam badania dotyczące rozpoznania i aktywności procesów erozyjnych w lejach źródłowych z zastosowaniem analiz zmian anatomicznych w korzeniach drzew. Były to pierwsze badania z tego zakresu w lejach źródłowych w polskich Karpatach fliszowych i dawały rozeznanie jeśli chodzi o późniejszy rozwój i zastosowanie tej metody w dalszych badaniach. W związku z prowadzeniem badań w tym zakresie nawiązałam współpracę z naukowcami z innych ośrodków badawczych w Polsce dr Martą Morawską z Uniwersytetu Warszawskiego, z którą wykonałyśmy analizy porównawcze procesów erozyjnych w lejach źródłowych w Gorcach oraz w obrębie Szeskich Wzgórz (Morawska, Wrońska-Wałach 2012); oraz z dr Agatą Buchwał i Pawłem Matulewskim z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu, z którymi wykonywałam analizy porównawcze zapisu zdarzeń naturalnych i działalności człowieka w anatomii stojów przyrostów rocznych (Buchwał, Wrońska-Wałach 2008; Buchwał i in. 2010; Matulewski i in. 2021).

W okresie od listopada 2009 do kwietnia 2013 roku byłam wykonawcą, merytorycznie odpowiedzialnym za analizy dendrogeomorfologiczne i dendrochronologiczne w Projekcie Naukowym KBN w N N306 264637, „Zapis ekstremalnych zdarzeń opadowych w górnych częściach zlewni karpackich w świetle badań dendrogeomorfologicznych”. Projekt był realizowany w obszarze, gdzie prowadziłam badania w ramach swojej pracy doktorskiej i jego tematyka bezpośrednio wiązała się z problematyką lejów źródłowych. Prowadzone badania obejmowały rekonstrukcję zdarzeń ekstremalnych w małych zlewniach górskich na podstawie zmian anatomicznych w korzeniach i pniach świerka, buka i jodły (*Picea abies*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba*) w świetle analizy dendrogeomorfologicznej oraz wykonanie rozpoczętego w maju 2010 roku eksperymentu terenowego w denudacyjnych odcinkach dolin w Gorcach, którego byłam pomysłodawcą. Realizacja eksperymentu może odpowiedzieć na szereg wątpliwości dotyczących wykorzystania metod dendrogeomorfologicznych w badaniu zróżnicowanych procesów morfogenetycznych. Założenia badawcze eksperymentu prezentowałam w imieniu

zespołu na międzynarodowych konferencjach dendrochronologicznych: WorldDENDRO 2010 (Rovaniemi, Finlandia) i EURODENDRO 2011 (Engelberg, Szwajcaria), gdzie spotkały się z dużym zainteresowaniem. Część wyników z eksperymentu została opublikowana w Studiach i Materiałach Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej (Wrońska-Wałach i in. 2012).

Cytowane publikacje

- Wrońska-Wałach, D.**, Gorczyca, E., Buchwał, A., Korpak, J., Sobucki, M., Wałdykowski, P., 2012, Problemy metodyczne analizy dendrochronologicznej procesów erozyjnych w zlewniach górskich, *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 14(1 (30)), pp. 195–202. http://www.cepl.sggw.pl/sim/pdf/sim30_pdf/sim30_D_Wronska-Walach.pdf
- Buchwał, A., **Wrońska-Wałach, D.**, 2008, Zapis denudacji naturalnej i antropogenicznej w odsłoniętych korzeniach świerka (*Picea abies*) (Karpaty fliszowe), *Landform Analysis*, 9, pp. 33–36. http://geoinfo.amu.edu.pl/sgp/LA/LA09/LA09_09.pdf
- Buchwał A., Gorczyca G., Korpak J., Wałdykowski P., **Wrońska-Wałach D.**, 2010, Experimental exposure and recovery of Spruce roots, *WorldDendro 2010 : The 8th International Conference on Dendrochronology*, June 13-18, 2010, Rovaniemi, Finland.
- Morawska M., **Wrońska-Wałach D.**, 2012, Dendrogeomorphological analysis of gully erosion in different types of landscapes. Examples from Szeskie Hills and Gorce Mountains, *TRACE – Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology*, 10, 119-126.
- Matulewski, P., Buchwał, A., Zielonka, A., **Wrońska-Wałach, D.**, Čufard, K. and Gärtner, H., 2021, Trampling as a major ecological factor affecting the radial growth and wood anatomy of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) roots on a hiking trail, *Ecological Indicators*, 121, 1-14. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.107095.

Ad. 1.2 Procesy osuwiskowe

Obszarem moich zainteresowań naukowo badawczych było rozpoznanie dynamiki procesów osuwiskowych z wykorzystaniem analiz dendrogeomorfologicznych. W okresie 2011-2015 byłam wykonawcą w projekcie: Grant NCN 2011/01/B/ST10/07096 – „Porównanie zapisu procesów geomorfologicznych i pozageomorfologicznych w anatomii drewna drzew rosnących w obszarach górskich”, której kierownikiem był prof. dr hab. Ireneusz Malik z Uniwersytetu Śląskiego. Badania skupiały się na rozpoznaniu zapisu procesów osuwiskowych, trzęsień ziemi oraz zanieczyszczenia powietrza w słojach przyrostów rocznych drzew iglastych. Owocem tej współpracy są artykuły opublikowane w *Bulletin of Geography. Physical Geography Series* (Papciak i in. 2015), *Scientific Technical Report* (Malik i in. 2014) oraz w *Catenie* (Wistuba i in. 2018). Jednym z ważniejszych wniosków przedstawionych w publikacji z 2018 roku było wykazanie możliwości rozpoznania ze słoików przyrostów rocznych drzew rosnących na osuwiskach, znaczącej roli trzęsień ziemi o niewielkiej i średniej magnitudzie w aktywacji procesów osuwiskowych w Zachodnich Karpatach fliszowych oraz

wpływu trzęsień ziemi o większej magnitudzie występujących w dużej odległości od osuwisk na aktywizację procesów osuwiskowych.

Nowatorskim wątkiem badawczym, który zastosowałam w badaniu aktywności procesów osuwiskowych była analiza zmiany anatomii słoików przyrostów rocznych korzeni drzew odsłanianych w wyniku działania procesów osuwiskowych. Badania tego typu prowadziłam na osuwiskach na Pogórzu Wiśnickim w pobliżu stacji badawczej i stacji meteorologicznej Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Łazach (Wrońska-Wałach in. 2014; 2015). Z badań wynika, że zmiany wskaźników anatomicznych w korzeniach odsłoniętych w wyniku działania procesów osuwiskowych nie zachodzą jednocześnie na całym przekroju poprzecznym przez korzeń. Przesunięcie reakcji w korzeniu może wynieść od 1 do 2 lat. Odsłonięte pionowe korzenie jodły (*Abies alba*) wykształcają szerokie przyrosty roczne z dużą zawartością drewna kompresyjnego i tym samym dążą do wykształcenia układu przyrostów rocznych, który jest w największym stopniu odporny na stres mechaniczny.

Cytowane publikacje

- Malik, I., Polowy, M., Krzemień, K., Wistuba, M., Gorczyca, E., Papciak, T., **Wrońska-Wałach, D.**, Abramowicz, A., Sobucki, M. and Zielonka, T., 2014, Possibility to distinguish tree-ring reductions caused by landsliding and air pollution (example from Western Carpathians), Scientific Technical Report, 12(14/05), pp. 109–114. doi: 10.2312/GFZ.b103-14055.
- Papciak, T., Malik, I., Krzemień, K., Wistuba, M., Gorczyca, E., **Wrońska-Wałach, D.**, Sobucki, M., 2015, Precipitation as a factor triggering landslide activity in the Kamień massif (Beskid Niski Mts, Western Carpathians), Bulletin of Geography. Physical Geography Series, 8(1), pp. 5–17. doi: 10.1515/bgeo-2015-0001.
- Wistuba, M., Malik, I., Krzemień, K., Gorczyca, E., Sobucki, M., **Wrońska-Wałach, D.**, Gawior, D., 2018, Can low-magnitude earthquakes act as a triggering factor for landslide activity? : examples from the Western Carpathian Mts, Poland, Catena, 171, pp. 359–375. doi: 10.1016/j.catena.2018.07.028.
- Wrońska-Wałach, D.**, Zielonka, A., Sobucki, M. and Oleszko, B., 2015, Longitudinal and cross-sectional wood anatomy variability of vertical fir roots (*Abies alba* Mill.) as a record of landslide processes : an example from the Carpathian foothills,” Scientific Technical Report, 13(15/06), pp. 102–109. doi: 10.2312/GFZ.b103-15069.
- Zielonka, A., Oleszko, B., Juszczak, E., **Wrońska-Wałach, D.**, 2014, Zapis dynamiki procesów osuwiskowych w przyrostach rocznych korzeni jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) : przykład z Pogórza Karpackiego, Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej, (3 (40)), pp. 139–148. http://cepl.sggw.pl/sim/pdf/sim40_pdf

Ad 1.3 Odpadanie

Wraz z mgr Anną Zielonką, której promotorem pracy magisterskiej był Prof. dr hab. Kazimierz Krzemień (której byłam promotorem pomocniczym) prowadziłam badania dotyczące procesów odpadania w Tatrach. Praca ta została wyróżniona przez PTG – Polskie Towarzystwo

Geograficzne. Wyniki badań opublikowałyśmy w *Science of the Total Environment Journal* (Zielonka, Wrońska-Wałach 2019). Ważnym osiągnięciem naukowym, które przedstawiłyśmy w tej publikacji jest poznanie prawidłowości dotyczących zapisu w słojach przyrostów rocznych procesów odpadania, oraz opracowanie modeli rocznych cykli aktywności procesów odpadania (LoRAs – *Level of Rockfall activity*). Na podstawie analiz statystycznych zmian występujących w słojach przyrostów rocznych takich jak redukcje szerokości przyrostów rocznych, dekoncentryczny wzrost oraz obecność traumatycznych kanałów żywicznych oraz warunków meteorologicznych podczas, których dochodzi do uaktywnienia procesów odpadania wykazałyśmy istnienie zależności pomiędzy zestawem warunków meteorologicznych (liczba przejść temperatury powietrza przez 0°C oraz intensywność i rozkład opadów) a aktywnością procesów odpadania. Z analiz wynika, że lata podczas, których dochodzi do nakładania się częstych przejść temperatury powietrza przez 0°C z występowaniem okresów opadowych, należą do najbardziej aktywnych pod względem częstości aktywności procesu odpadania. Wynika z tego, że czynnikiem morfogenetycznym, który uaktywnia proces odpadania jest opad.

Cytowane publikacje

Zielonka, A., **Wrońska-Wałach, D.**, 2019, Can we distinguish meteorological conditions associated with rockfall activity using dendrochronological analysis? : an example from the Tatra Mountains (Southern Poland), *Science of the Total Environment*, 662, pp. 422–433. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.243.

Ad. 1.4 Erozja wykrotowa

Doświadczenie uzyskane podczas warsztatów dendrochronologicznych pozwoliło mi na rozszerzenie obszaru zainteresowań badawczych o analizy procesów erozji wykrotowej i historii wiatrowałów. Taką okazję miałam dzięki nawiązaniu w 2012 roku współpracy z Łukaszem Pawlikiem i prof. Dr hab. Piotrem Migoniem z Uniwersytetu Wrocławskiego. Znajomość wzoru przyrostowego drzew rosnących podokapowo oraz takich, które rosną w przestrzeniach otwartych wraz z metodyką pomiaru okresów redukcji i uwolnienia wzrostu były bardzo pomocne podczas wykonywania analiz historii struktury wiekowej lasu. Całość wykonanych przeze mnie analiz anatomicznych i dendrochronologicznych pozwoliła na odtworzenie historii lasów porastających Rogową Kopę w Górach Stołowych w Sudetach (Łukasz Pawlik i in. 2017)

Cytowane publikacje

Pawlik, Ł., Musielok, Ł., Migoń, P., **Wrońska-Wałach, D.**, Duszyński, F., Kasprzak, M., 2017, Deciphering the history of forest disturbance and its effects on landforms and soils : lessons from a pit-and-mound locality at Rogowa Kopa, Sudetes, SW Poland, Bulletin of Geography. Physical Geography Series, 12(1), pp. 59–81. doi: 10.1515/bgeo-2017-0006.

Ad. 1.5 Procesy niwacyjne

W 2017 roku brałam udział w badaniach w Masywie Centralnym w okolicach najwyższego szczytu Masywu Mont Dore - Puy de Sancy. Badania te zostały zainicjowane przez Prof. dr hab. Kazimierza Krzemienia i związane były z jego długoletnim doświadczeniem badawczym w tym obszarze. W ramach tych badań pobraliśmy krzewinki (borówki *Vaccinium myrtillus* i wrzосу – *Calluna vulgaris*) oraz wykonaliśmy profile glebowe w niszach niwacyjnych. Celem badań jest poznanie wpływu czynników morfogenetycznych i uwarunkowań środowiskowych na rozwój przyrostów rocznych krzewinek porastających nisze niwacyjne oraz rozpoznanie potencjału analizowanych krzewinek do badań dendrochronologicznych. Wyniki tych badań, które zaprezentowałam na sympozjum: 8 Th Polish-French-Slovak Scientific Seminar le haut et le bas dans les moyennes Montagnes européennes wskazują na duży potencjał analiz słoju przyrostów rocznych krzewinek w rozpoznaniu dynamiki procesów morfogenetycznych w niszach niwacyjnych oraz na możliwość rozpoznania wpływu zmian klimatycznych na aktywność procesów niwacyjnych.

Ad. 1.6 Zastosowanie metody dendrochronologicznej w badaniach aplikacyjnych

W ramach badań związanych z tą tematyką brałam udział w opracowaniu dotyczącym „Ekspertyzy dendrologicznej zdrowotności drzewostanu w sąsiedztwie rzeki Drawy”. Badania wykonałam we współpracy z dr inż. Marzeną Suchocką, dr Piotrem Wałdykowskim, mgr inż. Dominiką Szczypińską, mgr inż. Piotrem Szczypińskim z Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, a sfinansowane zostały przez firmę Garden art Piotr Szczypiński. Do mnie należało wykonanie analizy dendrogeomorfologicznej wytypowanych drzew rosnących na terenie Drawieńskiego Parku Narodowego. Na podstawie analizy dendrogeomorfologicznej wykazałam prawidłowości dotyczące wzrostu drzew porastających brzegi rzeki Drawy, a to okazało się być przydatne jako ekspertyza chroniąca drzewa przed wycięciem. Wykazałam istnienie długich okresów stabilności przyrostów rocznych drzew następujących po okresach niestabilności. Część analizowanych drzew wykazywała dekoncentryczny wzrost (była pochylona) jednak w świetle przeprowadzonych badań, nie może to być kluczowym kryterium do uznania takich drzew za niebezpieczne. Wyniki badań zostały zaprezentowane na

konferencji „Bezpieczeństwo odwiedzających Parki Narodowe, a ochrona przyrody”, która odbyła się w kwietniu 2021 roku.

Ad. 2 Badanie osuwisk i terenów zagrożonych osuwaniem

Pracę magisterską pod kierunkiem Prof. Dr hab. Kazimierza Krzemienia, którą obroniłam z wyróżnieniem napisałam na temat „Roli osuwisk w przekształcaniu stoków Północno-zachodniej części Pasma Magury Wątkowskiej”. Wyniki z pracy rozszerzone o analizy wpływu osuwisk na działalność człowieka oraz szatę roślinną opublikowałam w czasopiśmie *Folia Geographica Series Geographica-Physica* (Wrońska 2004-2005).

Od września 2010 do maja 2011 roku brałam udział w projekcie System Ochrony Przeciwośuwiskowej (SOPO) „Wykonanie mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000 dla gminy Łososina Dolna woj. Małopolskie”, Państwowego Instytutu Geologicznego. Wyniki badań prowadzonych w ramach tego aplikacyjnego projektu opracowałam i opublikowałam wraz z dr Elżbietą Gorczycą z Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ oraz dr Michałem Długoszem z Polskiej Akademii Nauk w specjalnej monografii wydawnictwa Springer - *Geomorphological impacts of extreme weather. Case studies from central and eastern Europe* (Gorczyca i in. 2013). W późniejszym okresie nawiązałam współpracę z dr Pawłem Krohem i Pawłem Strusiem z Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. W ramach tej współpracy, osuwiska skartowane w terenie zostały zestawione z osuwiskami zlokalizowanymi jedynie na mapie cieniowanej i mapie nachyleń (pozyskanych z danych wysokościowych z LIDAR). Na podstawie tych analiz wykazaliśmy dużą przydatność modeli DEM do wyznaczania granic osuwisk (Kroh i in. 2014; Kroh i in. 2019).

Cytowane publikacje

Wrońska D., 2004-2005, Wpływ procesów osuwiskowych na działalność człowieka i szatę roślinną Magurskiego Parku Narodowego, *Folia Geogr.*, ser. Geogr.- Phys., PAN, Kraków, 35-36, 31-52.

Gorczyca, E., **Wrońska-Wałach, D.**, Długosz, M., 2013) Landslide hazards in the Polish Flysch Carpathians : example of Łososina Dolna commune, in: Lóczy, D. (ed.) *Geomorphological impacts of extreme weather : case studies from Central and Eastern Europe*. London : Springer (Springer Geography, ISSN 2194-315X, eISSN 2194-3168), pp. 237–250. doi: 10.1007/978-94-007-6301-2_15.

Kroch, P., Struś, P., Gorczyca, E., **Wrońska-Wałach, D.**, Długosz, M., 2014, Identyfikacja osuwisk w gminie Łososina Dolna na podstawie danych lotniczego skanowania laserowego, w: Solon, J., Regulska, E., and Affek, A. (eds) *Współczesne metody badań*

krajobrazu = Current methods in landscape research. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN (Problemy Ekologii Krajobrazu, ISSN 1899-3850; t. 38), pp. 61–75.

Kroh, P., Struś, P., **Wrońska-Wałach, D.**, Gorczyca, E., 2019, Map of landslides on the commune scale based on spatial data from airborne laser scanning, *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 14(1), pp. 155–164. doi: 10.26471/cjees/2019/014/067.

Ad. 3 Zastosowanie analiz geomorfometrycznych w badaniach geomorfologicznych

Ważnym wątkiem moich badań w tym zakresie zainteresowań jest zastosowanie metod geomorfometrycznych do analizy wpływu działalności człowieka na zmiany w rzeźbie obszarów górskich. Badania dotyczące nartostrad prowadziłam w zlewni Remiaszowego Potoku na Pogórzu Gubałowskim wraz z dr Joanną Fidelus z Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, dr Jarosławem Cebulskim z Polskiej Akademii Nauk oraz z dr hab. prof. UJ Mirosławem Żelaznym z Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Krakowie. W badaniach wykorzystałam analizy DoD (DEM of Difference) czyli analizy porównawcze DEM pozyskanych z danych LiDAR z dwu okresów badawczych. W tym wypadku był to okres przed konstrukcją nartostrady (2013 rok) oraz zaraz po jej utworzeniu (2016 rok). W badaniach zastosowałam metodę analizy mapy dywergencji i konwergencji spływu. Metoda ta pozwoliła na określenie prawidłowości dotyczących zmian w sieci odpływu związanych z budową nartostrad. Takie podejście metodyczne pozwoliło również na zidentyfikowanie stref potencjalnie podatnych na procesy erozyjne oraz depozycję (Fidelus-Orzechowska i in. 2018). Metody geomorfometryczne zastosowałam również w innym opracowaniu we współpracy z dr Joanną Fidelus. Badania prowadzone były na opuszczonej drodze gruntowej w dolinie Lejowej w Tatrach. Wykonałam analizy średnich prędkości przepływu w poszczególnych odcinkach drogi i zestawienie tych wartości z parametrami morfometrycznymi drogi (Fidelus-Orzechowska i in. 2020).

Cytowane publikacje

Fidelus-Orzechowska, J., **Wrońska-Wałach, D.**, Cebulski, J., Żelazny, M., 2018, Effect of the construction of ski runs on changes in relief in a mountain catchment (Inner Carpathians, Southern Poland), *Science of the Total Environment*, 630, pp. 1298–1308. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.305.

Fidelus-Orzechowska, J., Strzyżowski, D., Cebulski, J., **Wrońska-Wałach, D.**, 2020, A quantitative analysis of surface changes on an abandoned forest road in the Lejowa Valley (Tatra Mountains, Poland), *Remote Sensing*, 12(20). doi: 10.3390/rs12203467.

Ad. 4 Ekstremalne zdarzenia geomorfologiczne w różnych obszarach górskich (Bieszczady, Tatry, Ural Polarny, Masyw Centralny).

Pierwszym opracowaniem, w tym zakresie tematycznym, które wykonałam były badania koryt rzecznych w Bieszczadach (okolice Baligrodu i Cisowca) po ekstremalnym zdarzeniu geomorfologicznym, które miało miejsce w 2005 roku. Badania zostały wykonane w ramach grantu: PBZ-KBN w 086/P04/2003 „Ekstremalne zdarzenie meteorologiczne i hydrologiczne w Polsce (Ocena zdarzeń oraz prognozowanie skutków dla środowiska życia człowieka)”, 2004–2007, kierownik projektu – prof. dr hab. J. Jania. Z badań wynika, że w korytach podczas zdarzenia powodziowego istotną rolę odegrały uwarunkowania naturalne i antropogeniczne. Jednym z istotnych uwarunkowań naturalnych była budowa poziomów terasowych oraz stosunek koryta do budowy geologicznej. Znaczącą rolę podczas wezbrania w lipcu 2005 r. odegrała obecność przepustów pod drogami. Tworzyły one sztuczne przewężenia w korycie, które w pierwszej fazie wezbrania zostały zapchane transportowanym rumoszem drzewnym. Przyczyniło się to do uformowania przepływu wezbraniowego ponad drogami. Konsekwencją było zniszczenie na tych odcinkach dróg i znaczne przekształcenia koryt w sąsiedztwie przepustów. Wyniki badań zostały opublikowane w *Landform Analysis* (Gorczyca, Wrońska-Wałach 2008) oraz w monografii wydawnictwa Springer (Gorczyca i in. 2013).

W ramach tego wątku badawczego brałam udział w badaniach dotyczących znaczenia ekstremalnych zdarzeń hydro-geomorfologicznych w transformacji dolin górskich na przykładzie dolin położonych w północnej części Tatr. Analizy dendrogeomorfologiczne pozwoliły na rozpoznanie współczesnych procesów geomorfologicznych, które kształtują stożki torencjalne. Zastosowanie analiz dendrogeomorfologicznych pozwoliło na określenie częstości występowania zdarzeń aktywnych geomorfologicznie, które w Tatrach występują co 6-9 lat oraz zdarzeń transformujących całe systemy górskich dolin, które z kolei występują co 15 lat. Wyniki tych badań opublikowane zostały w *Catena* (Gorczyca i in. 2014) oraz przedstawione na konferencji w Zakopanem i opublikowane w trzecim tomie *Przyrody Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek* (Krzemień i in. 2015).

W ramach moich zainteresowań dwukrotnie brałam udział w badaniach naukowych na Uralu Polarnym prowadzonych w ramach projektu PUECH (*Polar Ural Environmental Change after last Ice Age*) pod siecią programów badawczych APEX (*Arctic Palaeoclimate and its EXTremes*) IV Międzynarodowego Roku Polarnego. Wyniki badań wraz z zespołem opublikowałam w *Journal of Mountain Science* (Stachnik i in. 2014). Do mnie należała analiza

skutków wezbrania, które miało miejsce na początku okresu ablacyjnego. Co ciekawe z analizy wynika, że przerwanie tam lodowych i śnieżnych spowodowało powstanie wezbrania, które miało formę powodzi błyskawicznej. Materiał przemieszczał się po powierzchni zamrożonego jeszcze w tym okresie jeziora lodowcowego na przedpolu Lodowca Obruczewa. W związku z tym materiał zdeponowany został w dolnej niezlodowaczonej części zlewni.

W 2017, w ramach zakresu badań dotyczącego zdarzeń ekstremalnych brałam udział w badaniach w Masywie Centralnym. Badania obejmowały pobór prób z pni i korzeni drzew, które zostały uszkodzone w wyniku działania spływu gruzowo-błotnego, który miał miejsce w 1995 roku. Pobór prób odbywał się w obrębie stożka spływu gruzowo-błotnego. Analizy dendrogeomorfologiczne miały odpowiedzieć na pytanie w jaki sposób zdarzenie geomorfologiczne o takiej sile zapisuje się w słojach przyrostów rocznych drzew liściastych (rozpierzchlonych) i czy w tym samym obszarze podobne zdarzenia występowały wcześniej. Badania prowadzone są we współpracy z pracownikami Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ – prof. dr hab. Kazimierzem Krzemieniem, prof. dr hab. Markiem Drewnikiem, dr hab. Elżbietą Gorczycą, dr Mariuszem Klimkiem, mgr Mateuszem Sobuckim, dr Katarzyną Wasak-Sęk, mgr Dariuszem Strzyżowskim oraz we współpracy z pracownikami naukowymi z Université Clermont Auvergne prof. Daniel Ricard i Eric Vallée z Parc Naturelles Vallée de Chaudefour.

Cytowane publikacje

- Gorczyca, E., **Wrońska-Wałach, D.**, 2008, Transformacja małych zlewni górskich podczas opadowych zdarzeń ekstremalnych (Bieszczady), *Landform Analysis*, 8, pp. 25–28. http://geoinfo.amu.edu.pl/sgp/LA/LA08/LA8_07.pdf
- Gorczyca, E., Krzemień, K., Święchowicz, J., **Wrońska-Wałach, D.**, 2009, Geomorfologiczne skutki ekstremalnych zdarzeń opadowych w wybranych obszarach Karpat Polskich, w: Jania, J. A., Szafraniec, J. (eds) *Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne i hydrologiczne w Polsce : ogólnopolskie seminarium, Warszawa, 24-26 listopada 2008 : tom streszczeń i rozszerzonych streszczeń*. Sosnowiec : Uniwersytet Śląski. Wydział Nauk o Ziemi, pp. 47–52.
- Gorczyca, E., Krzemień, K., **Wrońska-Wałach, D.**, Sobucki, M., 2013, Channel changes due to extreme rainfalls in the Polish Carpathians, in: Lóczy, D. (ed.) *Geomorphological impacts of extreme weather : case studies from Central and Eastern Europe*. London : Springer (Springer Geography, ISSN 2194-315X, eISSN 2194-3168), pp. 23–35. doi: 10.1007/978-94-007-6301-2_2.
- Gorczyca, E., Krzemień, K., **Wrońska-Wałach, D.**, Boniecki, M., 2014, Significance of extreme hydro-geomorphological events in the transformation of mountain valleys (Northern Slopes of the Western Tatra Range, Carpathian Mountains, Poland), *Catena*, 121, pp. 127–141. doi: 10.1016/j.catena.2014.05.004.

- Krzemień, K., Gorczyca, E., **Wrońska-Wałach, D.**, 2015, Rola zdarzeń ekstremalnych w kształtowaniu rzeźby obszarów średniogórskich (Tatry Zachodnie), w: Chrobak, A., Kotarba, A. (eds) Nauka Tatrom. Zakopane : Wydawnictwa Tatrzańskiego Parku Narodowego, pp. 83–90. http://tpn.pl/upload/filemanager/sekcja1_low-res.pdf
- Stachnik, Ł., Wałach, P., Uzarowicz, Ł., Yde, J. C., Tosheva, Z., **Wrońska-Wałach, D.**, 2014, Water chemistry and hydrometeorology in a glacierized catchment in the Polar Urals, Russia, Journal of Mountain Science, 11(5), pp. 1097–1111. doi: 10.1007/s11629-014-3034-0.

Ad. 5 Badanie rzeźby Bieszczadzkiego i wód Gorczańskiego Parku Narodowego

W 2010 roku brałam udział w przygotowaniu Operatu Ochronnego Form Geomorfologicznych do Planu Ochrony Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Wyniki badań opublikowane zostały w Rocznikach Bieszczadzkich (Gorczyca i in. 2011, 2014) oraz w Monografii Bieszczadzkiego Parku Narodowego (Gorczyca i in. 2016a,b). Wyniki badań dotyczące badań geomorfologicznych zostały również przedstawione na konferencji w Rzeszowie (Gorczyca i in. 2019). W 2012 roku zostałam zaproszona przez Panią prof. Dr hab. Pociask-Karteczkę do przygotowania rozdziału do publikacji „Wody w parkach narodowych Polski” (Gorczyca i in. 2012).

Cytowane publikacje

- Gorczyca, E., Izmańłow, B., Krzemień, K., **Wrońska-Wałach, D.**, 2011, Stan badań geomorfologicznych w Bieszczadach, Roczniki Bieszczadzkie, 19, pp. 299–317. <https://www.bdpn.pl/dokumenty/roczniki/rb19/art22.pdf>
- Gorczyca, E., Krzemień, K., **Wrońska-Wałach, D.**, 2012, Gorczański Park Narodowy, w: Bogdanowicz, R., Jokiel, P., Pociask-Karteczka, J. (eds) Wody w Parkach Narodowych Polski. Kraków : Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, pp. 92–105. <http://www.geo.uj.edu.pl/publikacje.php?id=000182>
- Gorczyca, E., Izmańłow, B., Kłapyta, P., Krzemień, K., **Wrońska-Wałach, D.**, 2014, Polskie badania geomorfologiczne w Karpatach Wschodnich i znaczenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego dla ochrony walorów przyrody nieożywionej, Roczniki Bieszczadzkie, 22, pp. 141–167. <https://www.bdpn.pl/dokumenty/roczniki/rb22/art08.pdf>
- Gorczyca, E., Izmańłow, B., Krzemień, K., Łyp, M., **Wrońska-Wałach, D.**, 2016a, Rzeźba Bieszczadzkiego Parku Narodowego, w: Górecki, A., Zemanek, B. (eds) Bieszczadzki Park Narodowy : 40 lat ochrony. Ustrzyki Górne : Bieszczadzki Park Narodowy, p. [1].
- Gorczyca, E., Izmańłow, B., Krzemień, K., Łyp, M., **Wrońska-Wałach, D.**, 2016b, Rzeźba i jej współczesne przemiany, w: Górecki, A., Zemanek, B. (eds) Bieszczadzki Park Narodowy : 40 lat ochrony. Ustrzyki Górne : Bieszczadzki Park Narodowy, pp. 51–68.
- Gorczyca, E., Krzemień, K., Bernatek-Jakiel, A., Sobucki, M., Strzyżowski, D., **Wrońska-Wałach, D.**, 2019, Badania geomorfologiczne Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Bieszczadzkim PN i Magurskim PN, Nauczyciel i Szkoła (Rzeszów), (7 (100)), pp. 21–24.

Ad. 6 Terenowe metody badania koryt rzecznych

Ta tematyka badawcza stanowiła wątek, który był bezpośrednio powiązany z metodyką pracy zastosowaną w pracy doktorskiej. Do kartowania koryt w lejach źródłowych zastosowałam zmodyfikowaną (na potrzeby analizy koryt koluwalnych) wersję raptularzu do kartowania koryt wypracowaną w Zakładzie Geomorfologii IGiGP UJ. W związku z tym zainteresowałam się innymi metodami kartowania terenowego koryt rzecznych i przygotowałam rozdział do Monografii pt.: „Struktura koryt rzek i potoków: studium metodyczne” napisanej pod redakcją prof. dr hab. Kazimierza Krzemienia (Wrońska-Wałach 2012).

Cytowane publikacje

Wrońska-Wałach, D., 2012, Przeglądowe i szczegółowe podejścia do badań struktury koryt rzecznych w literaturze geomorfologicznej, w: Krzemień, K. (ed.) Struktura koryt rzek i potoków : (studium metodyczne). Kraków : Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, pp. 121–130. <http://denali.geo.uj.edu.pl/publikacje,000183?&page=rok>

Ad. 7 Inne badania

W latach 2016-2018 brałam udział w badaniach w ramach projektu „Ocena wpływu wielkoobszarowych wiatrołomów na reżim hydrochemiczny i denudację zlewni położonych w obszarach leśnych na terenach górskich” (TPN: ZP/371/2015, UJ: K/KDU/000254), którego kierownikiem był dr hab. Mirosław Żelazny prof. UJ, sfinansowanego ze środków funduszu leśnego Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasów Państwowych. W ramach tych badań wykonałam wraz z dr hab. prof. UJ Anną Michno szczegółowe kartowanie koryt potoków w zlewniach, które w różnym stopniu objęte zostały wiatrowaniem. W ramach badań w tym projekcie wykonywałam również analizy parametryczne zlewni, analizy zmian lesistości i geomorfometryczne analizy zlewni i dolin potoków górskich. Część wyników z tych badań została opublikowana w czasopiśmie *Landform Analysis* (Michno i in. 2016).

Cytowane publikacje

Michno, A., Wasak-Sęk, K., Stolarczyk, M., Strzyżowski, D., **Wrońska-Wałach, D.**, Fidelus-Orzechowska, J., Sobucki, M., Żelazny, M., 2016, Wpływ wiatrowałów na zróżnicowanie cech osadów aluwialnych w dolinach tatrzańskich o różnym stopniu wylesienia, *Landform Analysis*, 31, pp. 35–48. doi: 10.12657/landfana.031.003.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

- 6.1. **Prowadziłam zajęcia dydaktyczne** z zakresu geomorfologii, geografii fizycznej i geografii regionalnej na studiach dziennych i zaocznych oraz na studiach biologiczno-geograficznych. Były to m.in.: Ćwiczenia terenowe regionalne - Sudety WG.IG-1252-D, Ćwiczenia terenowe z geomorfologii WG.IG-1301-D, Dendrochronologia WG.IG-3307-D, Dendrogeomorfologia WG.IG-3004-D, Geografia fizyczna stosowana WG.IG-3406-D, Geography Research Project WG.IG-2013-D, Geomorfologia WG.IG-0108-DL, Geomorphology ESCW-11, Metody badania rzeźby WG.IG-3008-D, Podstawy analiz geomorfometrycznych WG.IG-3006-D, Projekt geomorfologiczny WG.IG-3052-D, Projekty II rok WG.IG-1102-DL, Przyrodnicze podstawy planowania przestrzennego WG.IG-E-GP-302, Strefy i regiony morfoklimatyczne WG.IG-3002-D, Terenowe metody badań przyrodniczych WG.IG-0113-DL, Wybrane geozagrożenia WG.IG-2015-D.
- 6.2. **Przygotowałam i uruchomiłam kursy** Dendrogeomorfologia oraz Podstawy Analiz Geomorfometrycznych; współtworzyłam kurs Wybrane geozagrożenia oraz brałam udział w przygotowywaniu kursów: Geografia fizyczna stosowana i Geography Research Project oraz Geomorphology.
- 6.3. Brałam udział w organizacji i tworzeniu programu dla utworzonych studiów Earth Sciences in a Changing World.
- 6.4. **Przeprowadziłam szkolenia** z zakresu dendrogeomorfologii, dendrochronologii dla studentów spoza Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ: Tomáša Lassu (program CITRU, Uniwersytet Pecz, Węgry), Marty Morawskiej (Uniwersytet Warszawski), Pawła Matulewskiego (Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu)
- 6.5. Przygotowałam plan i harmonogram praktyk zawodowych dla czterech studentów: 3 osoby na praktyki w laboratorium i 1 osobę (Natalię Dąbek) na praktyki terenowe w ramach projektu: "Wpływ wylesień spowodowanych klęską ekologiczną na zróżnicowanie przestrzenne i zmiany chemizmu wód źródłanych w Beskidzie Śląskim i Żywieckim", którego kierownikiem był dr hab. inż. Stanisław Jan Małek z Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.
- 6.6. **Jestem promotorem** 9. prac licencjackich – 2017 rok; tutorem studentki SMP – Magdaleny Jasionek – 2018; **promotorem pracy magisterskiej** Dawida Piątka „Oddziaływanie inwestycji narciarskiej na przekształcanie rzeźby Pogórza Gubałowskiego” – 2019 rok; recenzent 8. prac licencjackich; **promotorem pomocniczym pracy magisterskiej** Anny Zielonki; **promotorem pomocniczym pracy**

doktorskiej Anity Bernatek-Jakiel „Rola sufozji w rozwoju rzeźby gór średnich na przykładzie Bieszczadów” – 2017 rok

- 6.7. **Działalności publikacyjna ze studentami i doktorantami:** publikacja z Anitą Bernatek-Jakiel (Bernatek-Jakiel, Wrońska-Wałach 2018), publikacja z Anną Zielonką (Zielonka, Wrońska-Wałach 2019), publikacja z udziałem Dawida Piątka (Wrońska-Wałach i in. 2019)
- 6.8. Osiągnięcia studentów, których byłam promotorem:
 - II miejsce dla studentki Anastasji Derii za poster wykonany w ramach Projektów na II roku 2018/2019
 - II miejsce dla studentek Anny Kotyńskiej i Anny Szwagierczak za poster pt. „Fantastyczne mapy” wykonany w ramach Projektów na II roku 2021/22
- 6.9. 2019 - obecnie jestem **promotorem pomocniczym pracy doktorskiej** Dawida Piątka
- 6.10. W kolejnych latach 2016, 2017, 2018, 2019 – byłam opiekunem naukowy projektów studenckich koła geografów uj: “Zapis ruchów masowych w przyrostach rocznych różnych gatunków drzew porastających regiony pogórskie”, "Zapis zmian klimatycznych w przyrostach rocznych drzew rosnących na osuwiskach, na Pogórzu Wiśnickim"
- 6.11. **Prowadziłam zajęcia z zakresu Dendrogeomorfologii i Dendrochronologii dla uczniów szkół podstawowych, liceum i gimnazjum** w ramach dni otwartych w laboratorium IGiGP UJ z zakresu dendrogeomorfologii/dendrochronologii
- 6.12. **Prowadziłam popularnonaukowe warsztaty** z Dendrochronologii dla uczestników festiwalu „Jam w Lesie” (czerwiec, październik 2020, sierpień 2022).
- 6.13. Bardzo istotną częścią mojej działalności organizacyjnej jest aktywizacja działalności naukowej studentów geografii:
 - 6.13.1. Koordynowałam przygotowaniem projektu naukowego: National Geographic Conservation Grant pt: Does climate change and globalization influence a turnover of indigenous behaviors in Polar Ural Mts? (przeszedł pierwszą turę konkursu).
 - 6.13.2. Organizowałam dwa obozy naukowe dla studentów z Koła Geografów UJ: obóz Naukowy i Warsztaty KRKGDA – 19-24.09.2012, obóz Naukowo towarzyski „Św. Stanisław spotyka Ludomira” – 13-15.12.2013 - Zorganizowany w ramach większego projektu realizowanego ze studentami Koła Geografów UJ pt.:“

Dendrogeomorfologiczna analiza procesów osuwiskowych na Pogórzu Wiśnickim w zlewni Starej Rzeki”, (jestem koordynatorem projektu).

6.13.3. Przygotowałam ze studentami postery na konferencje:

Konferencja Dendrochronologów Polskich: Spojrzenie w głąb słoja - anatomia drewna w badaniach dendrochronologicznych – Rogów 26-27 marca 2014

Tytuł posteru: „Zapis procesów osuwiskowych w przyrostach rocznych pni i korzeni drzew iglastych – przykład z Pogórza Karpackiego”

Materiały zostały opublikowane w czasopiśmie Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo Leśnej

Konferencja międzynarodowa: TRACE Tree-ring Archaeology, Climatology and Ecology – Aviemore, Szkocja 06.-10.05 2014

Tytuł posteru: „Record of the landslide processes in the wood anatomy of fir roots (Abies alba) – example from the Carpathian foothills”

Konferencja międzynarodowa: TRACE – Tree ring Archaeology, Climatology and Ecology – Grieswald, Niemcy 24-27.04 2018

Tytuł posteru i wystąpienia: “Different landslide activity recorded within silver fir (Abies alba Mill.) and pine (Pinus sylvestris) tree-rings - an example from Wiśnickie foothill”

Ogólnopolska Konferencja Naukowa Młodych Badaczy, 19-21. 10 2018

Tytuł posteru: „Zróżnicowanie bilansu materiału osuniętego i zdeponowanego w obrębie wybranych osuwisk w Beskidzie Niskim”

6.14. W 2014 roku w ramach projektu PINaP (Innowacyjne nauczanie Przyrody w szkołach ponadgimnazjalnych) – prowadziłam **warsztaty dla nauczycieli** z zakresu badań dendrochronologicznych w ramach scenariusza: „Sztuka jako źródło informacji naukowej”.

6.15. Wygłosiłam odczyt na posiedzeniu Towarzystwa Geograficznego (Oddział Krakowski) pt. „Sudety – góry mozaikowe”.

6.16. Brałam udział w organizacji konferencji: VII Zjazd Geomorfologów Polskich w Krakowie – 2005 rok.

6.17. Prezentowałam na Festiwalu Nauki tematykę dendrogeomorfologiczną „Co nam mówią drzewa?” - 2007, 2008, 2009 rok

- 6.18. W okresie 2012-2013 – **byłam koordynatorem** Pracowni Analitycznej (P30) w projekcie POiŚ - „Rozbudowa i modernizacja infrastruktury dydaktycznej na kierunkach przyrodniczych i ścisłych UJ”, gdzie **zorganizowałam wyposażenie Pracowni Analitycznej** w wysokiej jakości, nowoczesny sprzęt do badań. W jej skład wchodziły trzy laboratoria: geomorfologiczne, hydrochemiczne i badań gleb, które są integralną częścią poszczególnych zakładów IGiGP. W laboratorium prowadzone są badania oraz zajęcia dydaktyczne laboratoryjne i terenowe w zakresie kompleksowych badań właściwości fizykochemicznych wody, gleb, materii organicznej, osadów oraz analiz dendrochronologicznych.
- 6.19. **Zorganizowałam** w Laboratorium Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ Pracownię Dendrogeomorfologiczną wyposażoną w wysokiej klasy sprzęt, który pozwala na wykonywanie analiz z zakresu dendrochronologii, dendroekologii, dendroklimatologii oraz anatomii drewna.
- 6.20. W 2014 roku w ramach projektu PINaP (Innowacyjne nauczanie Przyrody w szkołach ponadgimnazjalnych) przeprowadziłam warsztaty dla nauczycieli z zakresu badań dendrochronologicznych w ramach scenariusza: „Sztuka jako źródło informacji naukowej”.
- 6.21. **Wykonywałam recenzję artykułów** dla: wydawnictwa IGiGP UJ czasopisma Studia i Materiały CEPL (Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej), Trees, Geomorphology, Dendrochronology, Plants, Plant and Soil oraz Catena
- 6.22. W okresie 2012 – 2014 byłam członkiem komisji do spraw promocji Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ.
- 6.23. W okresie 2012 – 2014 byłam przedstawicielem pracowników niesamodzielných w Radzie Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi.
- 6.24. Od 2020 roku jestem sekretarzem zespołu komisji egzaminacyjnej rekrutującej na studia e-gospodarka przestrzenna
7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Nagrody i wyróżnienia:

- 7.1. III-cią Nagroda w 21-szym Konkursie Polskiego Towarzystwa Geograficznego Prac Magisterskich z Zakresu Geografii za pracę: „Rola osuwisk w modelowaniu stoków w Beskidzie Niskim na przykładzie Magury Wątkowskiej” – 2004 rok.

7.2. Przez 4 lata począwszy od 01.10.2004 roku stypendium na studium doktoranckim w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ.

7.3. Stypendium w ramach "Małopolskie Stypendium Doktoranckie" realizowane w ramach Działania 2.6 Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego 2004-2006 – 2005 rok.

7.4. Stypendia wyjazdowe British Geomorphological Research Group na Workshop Research Design in Geomorphology oraz Association for Tree Ring Research na Eurodendro – 2009 rok.

7.4. Nagroda im. Wincentego Pola za osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Dyrektor Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego – 2014 rok.

7.5. Nagroda III. stopnia Rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego za działalność organizacyjną na rzecz Instytutu – 2013 rok.

7.6. Nagroda III. Stopnia Rektora Uniwersytety Jagiellońskiego zespołowa za działalność naukową – 2017 i 2019 rok.

.....

(podpis wnioskodawcy)