

ZAŁĄCZNIK nr 2. AUTOREFERAT

1. Imię i Nazwisko: Anna Maria Bucała-Hrabia

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:

2006 - magister geografii, specjalizacja: geografia z przedsiębiorczością i gospodarką przestrzenną, Instytut Geografii, Akademia Pedagogiczna im. KEN w Krakowie.
Promotor: Prof. dr hab. Jan Lach

2010 - doktor nauk o Ziemi w zakresie geografii, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Warszawie, tytuł rozprawy doktorskiej: *"Współczesne zmiany środowiska przyrodniczego w Gorcach pod wpływem działalności człowieka (na przykładzie dolin potoków Jaszcze i Jamne)"*.
Promotor: Prof. dr hab. Leszek Starkel

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych:

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN:

2007-2011 – młodszy dokumentalista w Zakładzie Geomorfologii i Hydrologii Gór i Wyżyn IGiPZ PAN w Krakowie

od 2011 – adiunkt w Zakładzie Badań Geośrodowiska IGiPZ PAN w Krakowie

4. Jako osiągnięcie naukowe, wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.) przedstawiam cykl siedmiu publikacji naukowych powiązanych tematycznie pod zbiorczym tytułem:

ZMIANY POKRYCIA/UŻYTKOWANIA ZIEMI I ICH WPŁYW NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE W SKALI ZLEWNI W POLSKICH KARPATACH ZACHODNICH PODCZAS PRZEJŚCIA OD GOSPODARKI CENTRALNIE PLANOWANEJ DO GOSPODARKI RYNKOWEJ

a) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy),

Osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego, zostało zawarte w cyklu siedmiu oryginalnych publikacji naukowych:

- pięciu artykułów anglojęzycznych, znajdujących się w części „A” wykazu czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 09.12.2016 r. zawierającego historię czasopisma z publikowanych wykazów za lata 2013-2016 opublikowanego na stronach MNiSW w dn. 26 stycznia 2017
- dwóch artykułów anglojęzycznych, znajdujących się w części „B” wykazu czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 09.12.2016 r. zawierającego historię czasopisma z publikowanych wykazów za lata 2013-2016 opublikowanego na stronach MNiSW w dn. 26 stycznia 2017

Kolejność prac odzwierciedla układ tematyczny cyklu, który został omówiony poniżej (punktacja MNiSW wg roku publikacji). Mój udział w publikacjach został przedstawiony w załączniku nr 4.

[A1] **BUCAŁA-HRABIA A.**, 2017. Long-term impact of socio-economic changes on agricultural land use in the Polish Carpathians. **Land Use Policy**, 64, s. 391–404. doi: /10.1016/j.landusepol.2017.03.013
(IF: 3,194, MNiSW: 40 pkt)

[A2] **BUCAŁA-HRABIA A.**, 2017. From communism to a free-market economy: A reflection of socio-economic changes in land use structure in the vicinity of the city (Beskid Sądecki, Western Polish Carpathians). **Geographia Polonica**, 90 (1), s. 65–79. doi: 10.7163/GPol.0079
(IF: brak, MNiSW: 15 pkt)

[A3] **BUCAŁA-HRABIA A.**, 2018. Land use changes and their impact on environment at catchment scale in the Polish Western Carpathians during the transition from centrally planned to free market economics. **Geographia Polonica**, 91 (2), s. 171–196. doi: 10.7163/GPol.0116
(IF: brak, MNiSW: 15 pkt)

[A4] **KIJOWSKA-STRUGAŁA M., BUCAŁA-HRABIA A., DEMCZUK P.**, 2018. Long-term impact of land use changes on soil erosion in an agricultural catchment (the Western Polish Carpathians). **Land Degradation & Development**, 29, 1871–1884, doi: 10.1002/ldr.2936
(IF: 7,270, MNiSW: 50 pkt)

[A5] **KROCZAK R., BRYNDAL T., BUCAŁA A., FIDELUS J.**, 2016. The development, temporal evolution and environmental influence of an unpaved road network on mountain terrain: an example from the Carpathian Mts. (Poland). **Environmental Earth Sciences**, 75 (3), s. 1–14. doi: 10.1007/s12665-015-5055-6
IF: 1,569, MNiSW: 25 pkt)

[A6] **BUCAŁA A., BUDEK A., KOZAK M.**, 2015. The impact of land use and land cover changes on soil properties and plant communities in the Gorce Mountains (Western Polish Carpathians), during the past 50 years. **Zeitschrift für Geomorphologie**, 59, Supplement 2, s. 41–74. doi: 10.1127/zfg_suppl/2015/S-59204
(IF: 1,103, MNiSW: 15 pkt)

[A7] **KIJOWSKA-STRUGAŁA M., BUCAŁA-HRABIA A.**, 2019. Flood types in a mountain catchment: The Ochotnica River, Poland. **Acta Geographica Slovenica**, 59 (1), s. 23–36. doi: 10.3986/AGS.2250
(IF: 1,333, MNiSW: 15 pkt)

Sumaryczny IF osiągnięcia naukowego – 14,469
Sumaryczna liczba punktów w punktacji MNiSW – 175

b) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

**ZMIANY POKRYCIA/UŻYTKOWANIA ZIEMI I ICH WPŁYW NA ŚRODOWISKO
PRZYRODNICZE W SKALI ZLEWNI W POLSKICH KARPATACH
ZACHODNICH PODCZAS PRZEJŚCIA OD GOSPODARKI CENTRALNIE
PLANOWANEJ DO GOSPODARKI RYNKOWEJ
- komentarz autorski do cyklu publikacji**

WSTĘP

Obszary gór mają długą historię zmian pokrycia i użytkowania ziemi, łączącą oddziaływanie naturalnych procesów zachodzących w środowisku przyrodniczym z działalnością człowieka. Literatura przedmiotu pokazuje wiele bezpośrednich (ekspansja rolnictwa, eksploatacja zasobów naturalnych, rozwój infrastruktury) i pośrednich (zaludnienie, zaawansowanie technologiczne, czynniki ekonomiczne, polityczne, kulturowe) przyczyn zmian pokrycia i użytkowania ziemi, które na ogół działają w powiązaniu ze sobą (Mather, Needle 2000; Geist, Lambin 2002).

W ostatnich kilkudziesięciu latach obszary gór w Europie podlegają nasilającym się zmianom pokrycia i użytkowania ziemi, wskutek postępującej transformacji społeczno-ekonomicznej (Macdonald i in. 2000; Bender i in. 2005; Rudel i in. 2005; Gellrich i in. 2007; Meyfroidt, Lambin 2011). Wśród przyczyn tego zjawiska wskazywane jest m.in. obniżenie rentowności produkcji rolniczej (Gellrich i in. 2007; Müller i in. 2013; Pazúr i in. 2014), związane z niewielkimi rozmiarami gospodarstw i rozdrobnieniem gruntów rolnych (Pointereau i in. 2008; Keenleyside, Tucker 2010). Poważnym problemem, wpływającym na zaprzestanie uprawy w górach, stała się struktura wiekowa mieszkańców wsi. Starsze pokolenie rolników często nie jest w stanie kontynuować uprawy w trudnym środowisku przyrodniczym gór, z kolei młodsza generacja mieszkańców migruje do ośrodków miejskich w poszukiwaniu lepiej płatnej pracy poza rolnictwem (Griffiths i in. 2013; Pašakarnis i in. 2013; Munteanu i in. 2014; Grădinaru i in. 2015). Mało urodzajna gleba i niekorzystne warunki klimatyczne są kolejnymi ważnymi czynnikami, powodującymi porzucanie uprawy na stromych stokach, zwłaszcza w wyższych wysokościach (Gellrich i in. 2007; Pointereau i in. 2008; Baumann i in. 2011). Unia Europejska stara się złagodzić proces porzucania gruntów rolnych w ramach Wspólnej Polityki Rolnej, której celem jest wspieranie przyjaznych dla środowiska praktyk rolniczych na mniej urodzajnych obszarach (Keenleyside, Tucker 2010).

Charakter zmian pokrycia i użytkowania ziemi różni się jednak znacznie między regionami górkimi w wyniku oddziaływania czynników historycznych, geograficznych, politycznych i społeczno-ekonomicznych (Pointereau i in. 2008). Zmiany użytkowania ziemi pod wpływem ewolucyjnego rozwoju społeczno-ekonomicznego, czasami bywają zakłócone nagłymi zmianami politycznymi, skutkującymi wprowadzeniem nowego systemu społeczno-ekonomicznego jak gospodarka centralnie planowana, czy zmianą granic państwowych i przesiedleniem ludności (Bičik i in. 2001; Lipský 2001; Latocha 2009).

Wskutek zmian politycznych po II wojnie światowej większość krajów Europy Środkowej i Wschodniej, wprowadziło gospodarkę centralnie planowaną z nacjonalizacją oraz kolektywizacją rolnictwa (Van Dijk 2003; Kozak 2010; Baumann i in. 2011). Przyczyniło się to do wzrostu mechanizacji i zużycia nawozów, którym towarzyszyła miejscami zamiana lasów w pola uprawne i pastwiska (Elbakidze, Angelstam 2007). Produkcja rolna była subsydiowana i zorientowana głównie na potrzeby rynku wewnętrznego (Kozak 2010).

Po upadku gospodarki centralnie planowanej kraje Europy Środkowej i Wschodniej przeprowadziły restrukturyzację i prywatyzację sektora rolnego (Kuemmerle i in. 2009; Baumann i in. 2011; Griffiths i in. 2013). Szybkie przejście do gospodarki rynkowej po 1989 r., spowodowało spadek opłacalności produkcji rolnej (Kozak 2010; Munteanu i in. 2014) i doprowadziło do bankructwa wielu gospodarstw rolnych (Bański 2011; Müller i in. 2013). W efekcie zaobserwowano sukcesję lasu na opuszczonych gruntach rolnych w Czechach (Bičík i in. 2001; Kupková, Bičík 2016), Słowacji (Bezák, Mitchley 2014; Šebo, Nováček 2014), Rumunii (Munteanu i in. 2014) oraz Wschodnich Niemczech (Baessler, Klotz 2006).

W przeciwieństwie do wielu krajów Europy Środkowo-Wschodniej, zorientowanych na kolektywizację rolnictwa, w polskich Karpatach Zachodnich prywatna własność ziemi i drobne gospodarstwa rolne, dominowały w systemie własnościowym po II wojnie światowej (Kuemmerle i in. 2008; Soja 2008; Bański 2017). W tym czasie zaznaczyły się jednak dwa kierunki zmian użytkowania ziemi, wyraźnie zróżnicowane regionalnie. Pierwszy kierunek objął wschodnią część polskich Karpat (Beskid Niski i Bieszczady), gdzie wysiedlenie ludności pochodzenia ukraińskiego (Łemków i Bojków) w 1947 r. doprowadziło do nagłego załamania działalności rolniczej i wtórnej sukcesji lasu (Lach 1975; Wolski 2016). Drugi kierunek zmian, zaznaczył się w zachodniej i centralnej części polskich Karpat. Charakteryzowały go ewolucyjne zmiany społeczno-ekonomiczne z ciągłym wzrostem zaludnienia i dominacją rolnictwa w strukturze zawodowej mieszkańców wsi do końca lat 80. XX wieku. Jednak również na tym obszarze trudne warunki gospodarowania w górach spowodowały, że stopniowo coraz mniej młodych ludzi decydowało się na podjęcie pracy w rolnictwie (Kowalski 1993; Machalek 2013). Bardziej korzystne zmiany polityki państwa wobec rolników indywidualnych w postaci zniesienia obowiązkowych dostaw rolnych w 1972 r. i przyznania praw emerytalnych, utrwaliły tendencję do opuszczania pól uprawnych w polskich Karpatach Zachodnich (Bański 2010; Machalek 2013). Zmiany te gwałtownie przyspieszyły po upadku gospodarki centralnie planowanej w 1989 r. (Kuemmerle i in. 2008; Ostafin 2009; Kozak 2010). Taką dynamikę zmian pokrycia i użytkowania ziemi można scharakteryzować jako okres względnej stabilności, a następnie szybkich zmian o potencjalnie długotrwałych skutkach dla środowiska przyrodniczego (Dearing i in. 2010; Lambin, Meyfroidt 2010; Hostert i in. 2011; Price i in. 2017).

Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi związane z porzucaniem gruntów rolnych mają różnorodne konsekwencje środowiskowe. Sukcesja roślinności na ogół zwiększa powierzchnię lasu (Benjamin i in. 2005; Rudel i in. 2005; Lasanta i in. 2017), zmienia przebieg granicy rolno-leśnej (Tasser i in. 2007; Kozak 2010), biomasę i zawartość węgla w glebie (Guo, Gifford 2002; Lasanta-Martínez i in. 2005; Gellrich i in. 2007), może też wpłynąć na fragmentację krajobrazu (Bennett, Saunders 2010). Zaniechanie uprawy na gruntach rolnych zwykle prowadzi do zaprzestania użytkowania dróg, które do nich prowadzą. Ogranicza to erozję gleby na stokach i nieużytkowanych drogach (Asselman i in. 2003; Zorn, Komac 2009; Latocha i in. 2016), a tym samym potencjalne źródła dostawy i transferu materiału i wody w systemie stok-koryto (Wemple i in. 2001; Tarolli i in. 2013; Latocha 2014; Rogger i in. 2017). Proces ten może prowadzić do pogłębiania i przekształcania koryt rzecznych z roztokowych w jednonurtowe (Kondolf i in. 2002; Liébault, Piégay 2002).

W latach 60. i 70. XX wieku, zespoły złożone z geografów, gleboznawców i botaników, zapoczątkowały kompleksowe badania komponentów środowiska przyrodniczego w Karpatach (Adamczyk, Komornicki 1969; Medwecka-Kornaś, red. 1968; Gerlach 1976; Froehlich 1982; Starkel, red. 1981). Badania te dały podstawę do przeprowadzenia studiów porównawczych w późniejszych latach.

W literaturze przedmiotu powstało wiele prac w których analizowano czasowo-przestrzenną zmienność pokrycia i użytkowania ziemi z uwzględnieniem okresu transformacji

z gospodarki centralnie planowanej do gospodarki wolnorynkowej w skali całych polskich Karpat (Kozak 2005, 2010; Ciołkosz i in. 2011; Kolečka i in. 2017), wybranych regionów geograficznych (Kozak 2003; Kaim 2009; Miraj 2010) i jednostek administracyjnych (Dec i in. 2009; Kolečka i in. 2015, 2016). Kompleksowe ujęcie, łączące zagadnienia przyrodnicze z problematyką społeczno-ekonomiczną w polskich Karpatach, zostało przedstawione w zbiorowych pracach pod red. J. Warszzyńskiej (1995) i W. Widackiego (1999). Zagadnienie zmian granicy rolno-leśnej w Beskidzie Średnim poruszył K. Ostafin (2009). Obok zmian użytkowania ziemi podejmowana była również tematyka zmian liczby ludności i struktury zatrudnienia w Karpatach (Soja 2002; Górzyński 2003; Górzyński, Uliaszek 2005; Miraj 2010). Niewiele natomiast prac poświęcono skutkom środowiskowym zmian pokrycia i użytkowania ziemi w polskich Karpatach w okresie ostatniej transformacji społeczno-ekonomicznej, szczególnie w skali zlewni (Bucala 2014; Kijowska-Strugała 2015; Kijowska-Strugała, Demczuk 2015). Analiza taka jest istotna m.in. z punktu widzenia Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE (RDW), która zakłada przestrzeganie zasad racjonalnego korzystania z zasobów wodnych oraz wprowadzenie zintegrowanej gospodarki wodnej w skali zlewni.

Przedstawiona problematyka zmian społeczno-ekonomicznych na obszarach górskich i ich wpływu na środowisko przyrodnicze w Europie ze szczególnym uwzględnieniem Karpat, stała się motywacją do podjęcia moich badań ze względu na:

- wcześniejszy brak krótkookresowych (obejmujących kilka dekad), czasowo-przestrzennych analiz zmian pokrycia i użytkowania ziemi w polskich Karpatach Zachodnich w skali zlewni. Dotychczasowe prace dotyczyły badań nad długookresowymi zmianami, głównie powierzchni lasów, w skali dużych jednostek fizycznogeograficznych lub administracyjnych.
- słabo rozpoznany wpływ krótkookresowych zmian pokrycia i użytkowania ziemi na środowisko przyrodnicze w centralnej części polskich Karpat Zachodnich, podczas przejścia od gospodarki centralnie planowanej do rynkowej. Skutki środowiskowe tych zmian nie były rozpoznane w sposób mierzalny, zwłaszcza w skali zlewni.

Wybór trzech zlewni czwartego rzędu (Strahler 1952) - pogórskiej (Uszwicy na Pogórzu Wiśnickim) i dwóch beskidzkich (Homerki w Beskidzie Sądeckim i Jaszcze-Jamne w Gorcach) o powierzchni ok. 20 km² każda, jako obszaru badań w centralnej części polskich Karpat Zachodnich - podyktowany był następującymi czynnikami:

- ewolucyjnymi zmianami społeczno-ekonomicznymi na obszarze badań, które nie zostały zakłócone wysiedleniami ludności oraz nagłymi zmianami pokrycia i użytkowania ziemi po II wojnie światowej, w przeciwieństwie do obszarów położonych na wschód od badanych zlewni
- reprezentatywnością środowiska przyrodniczego wybranych zlewni, tj. budowy geologicznej, rzeźby terenu, gleb, a także struktury użytkowania ziemi oraz historii działalności człowieka dla centralnej części polskich Karpat Zachodnich
- zainicjowaniem kompleksowych badań nad środowiskiem przyrodniczym w wybranych zlewniach przez zespoły badawcze złożone z geografów, gleboznawców i botaników jeszcze w latach 60. i 70. XX wieku, co umożliwiło badania porównawcze
- dostępnością danych o zaludnieniu i zdjęć lotniczych w dokładnych skalach i dużej rozdzielczości czasowej od lat 70. XX wieku po czasy współczesne.

Cykl moich prac obejmuje zagadnienie zmian antropopresji wyrażonej poprzez zmiany pokrycia i użytkowania ziemi oraz ich wpływu na wybrane elementy środowiska przyrodniczego w zlewniach polskich Karpat Zachodnich. Wymienione problemy badawcze

składają się na prezentowane dzieło i zostaną omówione w punktach w dalszej części opracowania:

1. Zmiany liczby ludności i źródła utrzymania mieszkańców obszarów wiejskich na tle przemian społeczno-ekonomicznych w polskich Karpatach Zachodnich
2. Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi w polskich Karpatach Zachodnich podczas przejścia od gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej
 - 2.1. Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi w późnej fazie gospodarki centralnie planowanej
 - 2.2. Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi we wczesnej fazie gospodarki rynkowej
 - 2.3. Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi w późnej fazie gospodarki rynkowej i członkostwa Polski w Unii Europejskiej
 - 2.4. Model krótkookresowych zmian użytkowania ziemi w zlewniach
3. Środowiskowe skutki zmian pokrycia i użytkowania ziemi w polskich Karpatach Zachodnich podczas przejścia od gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej
 - 3.1. Wpływ zmian pokrycia i użytkowania ziemi na potencjalną erozję gleb
 - 3.2. Sieć dróg jako źródło dostawy oraz transferu materiału i wody w systemie stok-koryto
 - 3.3. Wpływ zmian użytkowania ziemi i dróg na zmiany poziomu koryt cieków
 - 3.4. Właściwości gleb w warunkach krótkookresowych zmian antropopresji
 - 3.5. Zmiany zbiorowisk roślinnych pod wpływem działalności człowieka

Ad. 1. Zmiany liczby ludności i źródła utrzymania mieszkańców obszarów wiejskich na tle przemian społeczno-ekonomicznych w polskich Karpatach Zachodnich

Tematyka zmian liczby ludności i źródeł utrzymania mieszkańców, przedstawiona w oparciu o dane z Głównego Urzędu Statystycznego (GUS 1978-2015) i badania ankietowe (2013-2016), jest poruszona w publikacjach [A1, A2, A3]. Stanowi ona tło dla analizy przyczyn zmian zachodzących w strukturze użytkowania ziemi w latach 1975(77)-2015. W szczególności zagadnieniu temu poświęcono artykuł [A1], który wykracza swym zasięgiem poza przyjęte ramy czasowe. Podejście takie było niezbędne do zaprezentowania historycznych przyczyn i skutków zmian zaludnienia i źródeł utrzymania ludności w Gorcach, równocześnie reprezentatywnych dla centralnej części polskich Karpat Zachodnich. W artykule [A1] stwierdzono, że do II wojny światowej przeludnienie obszarów wiejskich i brak możliwości zatrudnienia w innych sektorach gospodarki, prowadziło do wzrostu udziału użytków rolnych, który był najwyższy w całej historii działalności człowieka w Gorcach. Pomimo stopniowego zmniejszania się powierzchni użytków rolnych w okresie powojennym, rolnictwo było głównym źródłem utrzymania mieszkańców tego regionu do końca lat 80. XX wieku. W artykułach [A2, A3] przedstawiono zmiany zaludnienia w wybranych zlewniach skupiając się na trzech fazach zmian społeczno-ekonomicznych: (1) późna faza gospodarki centralnie planowanej, (2) wczesna faza gospodarki rynkowej i (3) późna faza gospodarki rynkowej i członkostwa Polski w Unii Europejskiej. W artykule [A3] wykazano, że spadkowi gruntów ornych i wzrostowi powierzchni lasów towarzyszył postępujący wzrost gęstości zaludnienia o 29% w zlewniach Uswicy i Homerki oraz o 50% w zlewni Jaszcze-Jamne w całym analizowanym okresie 1975(77)-2015. Jest to sytuacja odmienna od obserwowanej w górach Europy Zachodniej, gdzie stopniowemu zaprzestaniu uprawy i zwiększeniu lesistości towarzyszył spadek gęstości zaludnienia [A1, A2]. Zmniejszyła się natomiast liczba ludności utrzymująca się wyłącznie z rolnictwa z 52% w zlewni Uswicy, 35% w zlewni Homerki i 73% w zlewni Jaszcze-Jamne do mniej niż 5% we wszystkich zlewniach w tym samym okresie. Powierzchnia budynków wykazywała ciągły wzrost, chociaż jej udział nie przekraczał 1% w każdej z badanych zlewni [A3].

W pierwszej z analizowanych faz zmian społeczno-ekonomicznych (1), stopniowe zmniejszenie liczby osób utrzymujących się wyłącznie z rolnictwa [A2, A3] wynikało z

rosnących możliwości znalezienia zatrudnienia poza sektorem rolniczym (przemysł, budownictwo) oraz ze zniesieniem obowiązkowych dostaw płodów rolnych, wprowadzeniem bezpłatnej opieki zdrowotnej i przyznaniem praw do emerytury (Machalek 2013). W wyniku zmian ustawodawczych znacząco wzrósł udział ludności utrzymującej się z emerytur i rent z 13,2 do 19,3% w zlewni Uszwicy, z 13,1 do 17,4% w zlewni Homerki i z 3,2 do 12,2% w zlewni Jaszcze-Jamne w latach 1975-1988. Drugą fazę (2) charakteryzował najszybszy wzrost gęstości zaludnienia o 14% w zlewniach Uszwicy i Homerki oraz o 25% w zlewni Jaszcze-Jamne, którym towarzyszył najszybszy spadek powierzchni gruntów ornych i wzrost powierzchni lasów [A2, A3] w całym badanym okresie 1975(77)-2015. Nastąpiło dalsze zmniejszenie liczby osób utrzymujących się wyłącznie z rolnictwa. Na tak duży spadek intensywności gospodarki rolnej miało wpływ zniesienie subwencji z budżetu państwa dla gospodarstw górskich i wprowadzenie ustawy o prywatnych podmiotach gospodarczych, która sprzyjała rozwojowi działalności pozarolniczej (Górz 2002). Po raz pierwszy od II wojny światowej pojawiła się grupa bezrobotnych, stanowiąca 13-23% populacji zdolnej do pracy. W trzeciej fazie (3) wzrost gęstości zaludnienia został spowolniony do 1-20% [A2, A3]. Udział ludności utrzymującej się wyłącznie z rolnictwa spadł poniżej 5%. Głównym źródłem dochodu mieszkańców badanych zlewni stała się praca w budownictwie, usługach i agroturystyce. Około 52% mieszkańców zlewni Homerki pracowało w Nowym Sączu, a około 29% mieszkańców zlewni Uszwicy było zatrudnionych w sąsiednich miastach powiatowych - Bochni i Brzesku. Jedynie peryferyjne położenie zlewni Jaszcze-Jamne spowodowało, że jej mieszkańcy znaleźli pracę poza ośrodkami miejskimi, głównie na terenie gminy Ochotnica Dolna. Zaobserwowano dalszy wzrost liczby osób utrzymujących się z emerytur do 21-24% w zlewniach Uszwicy i Homerki i do 38% w zlewni Jaszcze-Jamne. Wstąpienie Polski do Unii Europejskiej umożliwiło nowe formy wsparcia rolnictwa w ramach programu Wspólnej Polityki Rolnej. Jednak z dotacji na koszenie użytków zielonych skorzystało stosunkowo niewiele rolników. W zlewniach beskidzkich było ich dwukrotnie więcej (12%), w porównaniu do zlewni pogórskiej (6%) w 2016 r. [A3].

Ad. 2. Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi w polskich Karpatach Zachodnich podczas przejścia z gospodarki centralnie planowanej do rynkowej

Ad. 2.1. Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi w późnej fazie gospodarki centralnie planowanej

Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi zostały zanalizowane w oparciu o wizualną interpretację w GIS zdjęć lotniczych i ortofotomap w skalach od 1:5000 do 1:26 000 (terenowa wielkość piksela <1 m) za okres 1975(77)-2015. Zdjęcia zostały pozyskane z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK). W artykułach [A2, A3] wykazano, że w późnej fazie gospodarki centralnie planowanej (połowa lat 70. XX wieku – koniec lat 80. XX wieku) dominującą cechą był najwyższy udział gruntów ornych w strukturze użytkowania ziemi w całym badanym okresie 1975(77)-2015. W 1975(77) udział powierzchni gruntów ornych wahał się od 35,01% w pogórskiej zlewni Uszwicy do 14,40% i 8,94% w beskidzkich zlewniach Homerki i Jaszcze-Jamne. Towarzyszył mu wysoki zasięg pól ornych, obejmujący całą zlewnię Uszwicy i sięgający 800-900 m n.p.m. oraz 1000-1100 m n.p.m. odpowiednio w zlewniach Homerki i Jaszcze-Jamne. Pola uprawne pojawiały się nawet na najbardziej stromych stokach o nachyleniu >15°. Udział powierzchni leśnej wyniósł 33,90%, 57,56% i 56,58% odpowiednio w zlewniach Uszwicy, Homerki i Jaszcze-Jamne. Las dominował (>50%) powyżej 500 m n.p.m. w górnej części zlewni Uszwicy, a także powyżej 600 m n.p.m. i 800 m n.p.m. odpowiednio w zlewniach Homerki i Jaszcze-Jamne. Stoki o nachyleniach >15° w zlewniach Uszwicy i Homerki oraz >10° w zlewni Jaszcze-Jamne były w większości porośnięte lasem.

Do końca lat 80. XX wieku struktura użytkowania ziemi nie uległa zasadniczym zmianom. Pojawiły się jednak tendencje do stopniowego wzrostu powierzchni lasów o 2,9-6,7% i zmniejszenia gruntów ornych o 10,6-29,0% w trzech zlewniach. Górna granica występowania pól uprawnych została obniżona o 100 metrów jedynie w zlewni Homerki. Zmianę tę można wiązać z bliskim sąsiedztwem dynamicznie rozwijającego się Nowego Sącza, w którym znajdowało zatrudnienie wielu mieszkańców zlewni Homerki [A2].

Ad. 2.2. Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi we wczesnej fazie gospodarki rynkowej

Fazę tę (koniec lat 80. XX wieku – 2004 r.) cechowała największa dynamika zmian pokrycia i użytkowania ziemi w trzech zlewniach, szczególnie do 1997 r. [A1, A2, A3]. Powierzchnia lasu zwiększyła się o 8,8-14,9%, przy równoczesnym zmniejszeniu powierzchni gruntów ornych o 65,6-69,9%. Największy przyrost powierzchni lasów zanotowano na najbardziej stromych stokach o nachyleniu $>15^\circ$. Największy spadek powierzchni gruntów ornych wystąpił w dolnych partiach zlewni i na stromych stokach o nachyleniu $>15^\circ$. Górna granica występowania pól uprawnych została obniżona o 100 m, do poniżej 1000 m n.p.m. w zlewni Jaszcze-Jamne [A3]. Szybszy spadek powierzchni gruntów ornych w porównaniu z ekspansją lasu wynikał z różnego tempa sukcesji roślin. W górach, opuszczone pole uprawne porastają zbiorowiska łąkowe zwykle w ciągu dwóch lat po zaprzestaniu uprawy (Kostuch 2003). Naturalna sukcesja lasu na użytkach zielonych jest wolniejsza i zwykle zajmuje do 15 lat (Tasser i in. 2007). Wczesna faza gospodarki rynkowej była więc okresem wystarczająco długim, aby wyraźnie zaznaczyły się skutki sukcesji lasu w strukturze użytkowania ziemi w badanych zlewniach.

Ad. 2.3. Zmiany pokrycia i użytkowania ziemi w późnej fazie gospodarki rynkowej i członkostwa Polski w Unii Europejskiej

Fazę tę (lata 2004-2015) charakteryzowały wolniejsze zmiany użytkowania ziemi w trzech zlewniach [A1, A2, A3]. Wzrost powierzchni leśnej sięgał 3,6-6,9%, przy zmniejszeniu powierzchni gruntów ornych o 59,2-72,4%. Górna granica pól uprawnych została ponownie obniżona o 100 m i przebiegała poniżej 900 m n.p.m. w zlewni Jaszcze-Jamne. Las dominował ($>50\%$) w górnej części zlewni Uszwicy, powyżej 400 m n.p.m., a także w środkowej i górnej części zlewni Homerki i Jaszcze-Jamne, odpowiednio powyżej 500 m n.p.m. i 700 m n.p.m. Zwarty, dolny zasięg lasu był niższy średnio o 100 m w porównaniu do zasięgu z fazy gospodarki centralnie planowanej. Grunty orne całkowicie zanikły na stromych stokach nachylonych $>20^\circ$ we wszystkich zlewniach. Jedynie pojedyncze pola uprawne pozostały na stokach nachylonych $>15^\circ$. Sukcesja lasów i porzucanie pól uprawnych spowodowały stopniowe przesunięcie granicy rolno-leśnej w pobliże jej naturalnego położenia, wyznaczonego przebiegiem średniej rocznej izotermy 6°C na wysokości 600-800 m n.p.m. (Adamczyk i in. 1980; Starkel, Obrębska-Starkłowa 2005). Lokalnie położenie granicy rolno-leśnej może różnić się od podanej wysokości w zależności od żyzności gleby oraz sposobu użytkowania ziemi. Struktura użytkowania ziemi w zlewniach zbliżyła się do zaproponowanej w koncepcji racjonalnego gospodarowania dla polskich Karpat (Starkel 1972; 1975).

Ad. 2.4. Model krótkookresowych zmian użytkowania ziemi w zlewniach

Przeprowadzona analiza zmian pokrycia i użytkowania ziemi wykazała ciągły wzrost powierzchni lasów o 20-27%, ciągły spadek powierzchni upraw o 89-93% w trzech badanych zlewniach w latach 1975(77)-2015 [A3]. Powierzchnia łąk i pastwisk podlegała złożonym zmianom, zarówno zmniejszeniu związanemu z sukcesją lasu, jak i zwiększeniu wskutek zarastania opuszczanych gruntów ornych zbiorowiskami traw. Wymienione trzy typy użytkowania ziemi zajmowały około 98% powierzchni każdej z badanych zlewni. Jednak

większość obszaru w trzech zlewniach miało stabilne użytkowanie ziemi, tj. nie podlegało zmianie w okresie 1975(77)-2015. Obszar stabilnego użytkowania ziemi obejmował głównie duże kompleksy leśne w najwyższych częściach zlewni i na mniej dostępnych stromych stokach oraz łąki położone wzdłuż den dolin. Najszybciej reagującym typem użytkowania ziemi na zmiany systemu społeczno-ekonomicznego były grunty orne. Ich udział w strukturze użytkowania ziemi może być wykorzystany jako wskaźnik krótkookresowych (dekadowych) zmian antropopresji na obszarach wiejskich. Zlewnie o najwyższym udziale lasów i najniższym udziale gruntów ornych wykazywały więc największą stabilność użytkowania ziemi, tj. 59,4%, 69,5% i 70,7% odpowiednio w zlewniach Uszwicy, Homerki i Jaszcze-Jamne.

Analiza czasowo-przestrzennych zmian użytkowania ziemi ujawniła podobne trendy w trzech zlewniach, niezależnie od ich położenia i zróżnicowania środowiska przyrodniczego. Na tej podstawie opracowano model krótkookresowych zmian użytkowania ziemi w zlewniach w okresie przejścia od gospodarki centralnie planowanej do rynkowej [A3]. Istotą modelu jest wskazanie, że w zlewniach czwartego rzędu, ich górne części są porośnięte stabilnym lasem, a dna dolin (szersze w zlewniach pogórskich i węższe w beskidzkich), zajęte są głównie przez stosunkowo stabilne łąki i pastwiska. Największe zmiany użytkowania ziemi występują na stokach pomiędzy dnami dolin zajętymi przez użytki zielone, a górnymi częściami zlewni porośniętymi lasem. Zmiany te mają charakter nieliniowy z dominacją opuszczania pól uprawnych w dolnych częściach dolin i na łagodnych stokach oraz dominacją sukcesji lasu w górnych częściach dolin i na stromych stokach. Podobne, nieliniowe zmiany użytkowania ziemi obserwowano w polskich Karpatach (Kozak 2003, 2010) i Alpach (Netting 1972; Taillefumier, Piégay 2003).

Ad. 3. Środowiskowe skutki zmian pokrycia i użytkowania ziemi w polskich Karpatach Zachodnich podczas przejścia z gospodarki centralnie planowanej do rynkowej

Ad. 3.1. Wpływ zmian pokrycia i użytkowania ziemi na potencjalną erozję gleb

W artykule [A3] obliczono potencjalną erozję gleb w trzech badanych zlewniach dla różnej struktury użytkowania ziemi z dwóch przedziałów czasowych – późnej fazy gospodarki centralnie planowanej z lat 1975(77) i późnej fazy gospodarki rynkowej z 2015 r. (omówionych w poprzednich rozdziałach). Podstawą obliczeń były publikowane pomiary erozji gleb ze stoków doświadczalnych porośniętych lasem, zbiorowiskami traw oraz z uprawą zbóż i ziemniaków – typową dla Pogórzy i Beskidów w polskich Karpatach Zachodnich. Średnią z trzech lat pomiarów erozji gleb na stokach zalesionych o nachyleniu 0-28° w zlewni Jaszcze (Gerlach 1976), wykorzystano do obliczenia erozji gleb pod naturalnym lasem w trzech badanych zlewniach. Średnie z trzydziestoletnich pomiarów erozji gleb pod użytkami zielonymi oraz gruntami ornymi z uprawą zbóż i ziemniaków w Stacji Badawczej Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Szymbarku w Beskidzie Niskim (Gil 2009), zastosowano do obliczeń erozji gleby pod użytkami zielonymi i gruntami ornymi w zlewniach Jaszcze-Jamne i Homerki. Zlewnie te mają taki sam typ gleby (gleby brunatne), podobne roczne opady (~850 mm), dominujące nachylenie stoków pod uprawą (11-12°) i szerokość teras rolnych (10-30 m), jak w przypadku stoku doświadczalnego (poletek) na stacji badawczej IGiPZ PAN w Szymbarku. Średnia z dwuletnich pomiarów erozji gleby pod użytkami zielonymi oraz gruntami ornymi ze zbożami i ziemniakami w Stacji Badawczej Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Łazach (Świąchowicz 2012a, b), została zastosowana do obliczeń erozji gleby pod użytkami zielonymi i gruntami ornymi w zlewni Uszwicy. Zlewnia Uszwicy ma taki sam dominujący typ gleby (gleby płowe), podobne roczne opady (~750 mm), dominujące nachylenie stoków pod uprawą (8°) i szerokość teras rolnych (do 22 m), jak w przypadku

stoku doświadczalnego (poletek) w Stacji Badawczej Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Łazach na Pogórzu Karpackim, położonego 10 km na północ od zlewni Uszwicy (Świąchowiec 2012a, b). Pomiary natężenia erozji gleb ze stoków doświadczalnych w lesie i na użytkach zielonych wykorzystano bezpośrednio do szacowania erozji w trzech badanych zlewniach, natomiast erozję gleby na gruntach ornych obliczono jako średnią erozję gleb pod zbożami i ziemniakami. Odzwierciedla to typowy system płodozmianu w polskich Karpatach Zachodnich.

Wyniki obliczeń wskazują, że średnia potencjalna erozja gleb wynosiła $4,03 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ w zlewni Uszwicy, $1,90 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ w zlewni Homerki i $1,19 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ w zlewni Jaszcze-Jamne w latach 1975(77). Największe natężenie erozji w zlewni Uszwicy można wiązać z większą podatnością na erozję gleb wykształconych na pokrywie lessowej i najwyższym udziałem gruntów ornych. Wyniki są zbliżone do średniej erozji gleb oszacowanej na $1,48 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ (wskaźnik denudacji $0,072 \text{ mm}$) dla Pogórzy i Beskidów w polskich Karpatach za lata 1969-2000 (Gil 2009). Obliczona potencjalna erozja gleby w 2015 r. była niższa o 85%, 93% i 92% w stosunku do lat 1975(77), odpowiednio w zlewniach Uszwicy, Homerki i Jaszcze-Jamne. Zmniejszenie potencjalnej erozji gleb należy wiązać przede wszystkim ze zmniejszeniem powierzchni gruntów ornych o 89% w zlewni Uszwicy, 92% w zlewni Homerki i 93% w zlewni Jaszcze-Jamne w latach 1975(77)-2015.

Potwierdzeniem tezy, że zmiany erozji gleb były głównie związane ze zmianami struktury użytkowania ziemi w trzech zlewniach, były badania w wykorzystaniu modelu Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Renard i in. 1997) w zlewni Homerki [A4]. Do analizy porównawczej wykorzystano dane o użytkowaniu ziemi z austriackiej mapy katastralnej w skali 1:2800 z 1846 r. i ortofotomapy z CODGiK z 2009 r. oraz miesięczne dane o wysokości opadów za lata 1901-2009. Szacowana erozja gleby zmniejszyła się o 77% z $18,13 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ w 1846 r. (udział gruntów ornych 31,03%) do $4,11 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ w 2009 r. (udział gruntów ornych 2,50%) [A4]. Wykazano, że praktyki rolnicze w postaci zmiany prowadzenia orki wzdłuż stoku na orkę w poprzek stoku miały stosunkowo niewielki wpływ na natężenie erozji gleb i zmniejszyły ją o 8%. Potwierdzono równocześnie brak istotnych statystycznie zmian wysokości opadów w zlewni Homerki w XX w., co jest zgodne z wynikami badań dla polskich Karpat (Wypych, Ustrnul 2016).

Pierwszy sposób szacowania potencjalnej erozji gleby, jedynie w oparciu o strukturę użytkowania ziemi w trzech zlewniach, dał wyniki zbliżone do wieloletnich pomiarów erozji na stokach doświadczalnych [A3]. Zastosowanie modelu RUSLE prowadziło do przeszacowania natężenia erozji gleby. Wyniki modelu zostały skalibrowane w oparciu o pomiary stacjonarne erozji na stokach doświadczalnych na Stacji Badawczej IGIPZ PAN w Szymbarku (Demczuk, Gil 2009). Po zastosowaniu współczynnika korygującego 2,93, średnia erozja gleby w zlewni Homerki wyniosła $6,19 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ w 1846 r. i $1,40 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ w 2009 r. [A4]. Otrzymane wartości natężenia erozji były zbliżone do szacowanych metodą opartą na strukturze użytkowania ziemi.

Ad. 3.2. Sieć dróg jako źródło dostawy oraz transferu materiału i wody w systemie stok-koryto

Sieć dróg jest źródłem dostawy materiału i równocześnie uzupełnia sieć rzeczną w transferze materiału i wody w obrębie zlewni i poza jej granice [A3] i [A5]. Transportowi materiału i wody sprzyja średnie nachylenie dróg w zlewniach pogórskiej i beskidzkiej, które wynosi odpowiednio 5° i 11° , przy maksymalnych nachyleniach dochodzących do 10° i 26° [A5].

W artykule [A3] analizowano wpływ zmian użytkowania ziemi w trzech zlewniach na cztery cechy dróg: gęstość, użytkowanie (drogi użytkowane lub opuszczone), przecięcie z ciekami i rodzaj nawierzchni (utwardzone lub nieutwardzone). Podobnie jak w przypadku

szacowania potencjalnej erozji gleb, w analizie wzięto pod uwagę dwa lata - rok 1975(77) i 2015. Stała sieć rzeczna i sieć dróg, zdigitalizowane w oparciu o zdjęcia lotnicze z 1975(77) r., zostały zweryfikowane na obszarze lasów na podstawie map topograficznych w skali 1:10 000 z 1980(81) r. Sieć dróg zdigitalizowaną z ortofotomapy z 2015 r. (CODGiK) zweryfikowano w trzech zlewniach podczas badań terenowych w 2016 r.

W latach 70. XX wieku gęstość dróg wahała się od 13,0 do 10,9 i 7,0 km km⁻² odpowiednio w zlewniach Uszwicy, Homerki i Jaszcze-Jamne [A3]. Równocześnie zlewnia Uszwicy miała rzadszą gęstość sieci rzecznej (2,2 km km⁻²) w stosunku do zlewni Homerki 3,0 i Jaszcze-Jamne 3,7 km km⁻². W ten sposób gęstsza sieć dróg rekompensowała częściowo rzadszą sieć rzeczna, zmniejszając różnice w warunkach transferu materiału i wody między zlewniami.

Niemal wszystkie drogi w badanych zlewniach były użytkowane, a spośród nich ponad 95% miało nieutwardzoną nawierzchnię w latach 70. XX wieku [A3]. Szczególnie drogi, które mają połączenie z ciekami, są ważnym źródłem dostawy i transferu materiału i wody z pól uprawnych do koryt cieków. Ten rodzaj dróg stanowił 30% ogółu dróg w zlewni Uszwicy, 50% w zlewni Homerki i 61% w zlewni Jaszcze-Jamne w latach 70. XX wieku. Do 2015 r. gęstość dróg nieznacznie wzrosła odpowiednio o 8%, 4% i 1% w zlewniach Uszwicy, Homerki i Jaszcze-Jamne. Jednak gęstość dróg użytkowanych znacząco się zmniejszyła o 27%, 28% i 33%, kolejno w tych samych zlewniach. Istotny był również spadek gęstości dróg użytkowanych, które mają połączenie z korytami potoków o 8% w zlewni Uszwicy i prawie o 37% w zlewniach Homerki i Jaszcze-Jamne [A3]. Najwięcej dróg nieużytkowanych i nieutwardzonych występuje współcześnie na stokach o nachyleniu >15° [A5].

Równocześnie analiza wykazała wzrost powierzchni dróg utwardzonych (przyjmując 5 metrową szerokość drogi głównej) wraz z zabudowaniami o ok. 100% w trzech zlewniach w latach 1975(77)-2015 [A3]. Położenie dróg utwardzonych głównie w dnach dolin i u podnóży stoków zwiększa wraz z zabudowaniami udział powierzchni nieprzepuszczalnych w zlewni, ważnych dla infiltracji wód opadowych oraz odnawiania wód podziemnych. Utwardzone drogi i zabudowania mają najwyższy współczynnik spływu spośród wszystkich wydzielonych form użytkowania ziemi. Zwiększa to dostawę wód do koryt cieków podczas wysokich opadów. Równocześnie drogi utwardzone są źródłem mniej niż 1% osadów w porównaniu do dróg nieutwardzonych (Reid, Dunne 1984). Obserwacje w badanych zlewniach potwierdziły, że podczas intensywnych opadów drogi nieużytkowane wytwarzają i transportują mniej materiału od dróg użytkowanych i nieutwardzonych, ale nadal odgrywają ważną rolę w dostawie wody do koryt cieków [A3] i [A5].

Ad. 3.3. Wpływ zmian użytkowania ziemi i dróg na zmiany poziomu koryt cieków

W artykułach [A3], [A6], [A7] wykazano wpływ zmian pokrycia i użytkowania ziemi oraz dróg na zmianę poziomu koryt cieków w latach 1969-2017. Do analizy wykorzystano dobowe absolutne minimalne i maksymalne stany wody na rzece Uszwicy (<http://lsop.imgw.pl/brzesko/>) i Ochotnicy (Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej – RZGW). Ponadto wykonano pomiary położenia koryt cieków Uszwicy, Homerki i Jaszcze-Jamne w stosunku do przyczółków mostów i umocnień korytowych o znanych datach konstrukcji. Daty konstrukcji budowli hydrotechnicznych pozyskano z RZGW oraz Powiatowego Zarządu Dróg (PZD) w Nowym Sączu.

W każdej z trzech badanych zlewni cieki czwartego rzędu wykazywały tendencję do erozji wgłębnej [A3]. Wcinanie się koryta Uszwicy oszacowano na 0,9 cm rok⁻¹ w latach 1989-2016 w oparciu o pomiar na przyczółku podmytego mostu 5 km powyżej zamknięcia badanej zlewni oraz 1 cm rok⁻¹ w latach 2009-2017 w oparciu o dobowe absolutne stany wody mierzone 1 km poniżej zamknięcia badanej zlewni. Podobne tempo wcinania się potoku Homerki, ok. 1,2 cm rok⁻¹ w latach 1999-2016, zaobserwowano wzdłuż podmytych gabionów

w odległości 4 km w górę od jego ujścia. Pomiary w potoku Jamne wykazały wcinanie się koryta o ok. 1 cm rok⁻¹ w pobliżu zawieszono przyczółka mostu w okresie 1969-2008 [A6]. Powtórzone pomiary w latach 2008-2014 potwierdziły dalsze pogłębianie koryta potoku Jamne w tym samym tempie.

Trend wcinania się potoku Jamne odpowiada również zmianom poziomu koryta Ochotnicy (ciek piątego rzędu odwadniający 107,6 km² Gorców, po wodowskaz w Tylmanowej) do której uchodzi [A7]. Analiza dobowych stanów wody z wodowskazu w Tylmanowej wskazuje na agradację koryta Ochotnicy średnio o 3,9 cm rok⁻¹ w latach 1972-1996 (okres z dużym udziałem gruntów ornych w zlewni Ochotnicy), natomiast pogłębianie koryta rzeki Ochotnicy średnio o 3,2 cm rok⁻¹ zachodziło w latach 1997-2011 (okres szybkiego spadku powierzchni gruntów ornych). Dotychczasowe opracowania ze środkowych i dolnych biegów rzek w Karpatach, wiązały ich pogłębianie głównie z pracami regulacyjnymi i wydobywaniem aluwii w drugiej połowie XX w. (Wyżga 2001; Wyżga i in. 2016).

Charakterystyczne jest, że pomimo zmiany tendencji poziomu koryta Ochotnicy z agradacji na pogłębianie, nie zanotowano statystycznie istotnych zmian w częstości występowania wezbrań w latach 1972-2011 [A7]. Wpływ zmian użytkowania ziemi na przebieg wezbrań wydaje się więc złożony. Z jednej strony wzrost powierzchni leśnej może prowadzić do zmniejszenia fali kulminacyjnej wezbrań, z drugiej strony wzrost nieprzepuszczalnych nawierzchni dróg utwardzonych i domów sprzyja szybkiemu spływowi wód i może zwiększyć falę kulminacyjną wezbrań [A3]. W związku z tym oczekiwane zmniejszenie częstości powodzi w wyniku erozji wgłębnej nie zawsze jest obserwowane (Łajczak 2007, [A7]).

Ad. 3.4. Właściwości gleb w warunkach krótkookresowych zmian antropopresji

W artykule [A6] porównano cechy fizyczne i chemiczne gleb na polach ornych i polach ornych opuszczonych od 10-30 lat, które zostały następnie porośnięte zbiorowiskami traw w zlewni Jaszcze-Jamne. Czas opuszczenia pól ornych został określony na podstawie interpretacji zmian użytkowania ziemi na zdjęciach lotniczych, mapy gleb z roku 1966 (Adamczyk, Komornicki 1969) i wywiadów z właścicielami gospodarstw rolnych. Analizy laboratoryjne 12 profili gleb rozmieszczonych od wierzchołków poprzez stoki do den dolin wykazały, że okres do 30 lat od zaprzestania uprawy jest zbyt krótki, aby zmiany użytkowania ziemi uwidoczniły się w zmianach cech fizycznych (skład granulometryczny, gęstość objętościowa) i chemicznych (pH, zawartość węgla organicznego, azotu, fosforu, magnezu, kationów wymiennych, wysycenie kompleksu sorpcyjnego) gleb.

Zastosowanie dodatkowo analizy mikroskopowej szlifów wykonanych z próbek gleby pobranych z gruntów ornych oraz gruntów ornych opuszczonych, pozwoliło zaobserwować różnice w strukturach i formach związanych z zabiegami agrotechnicznymi. Poziomy próchniczne gleb na gruntach ornych miały dobrze wykształcone agregaty glebowe, związane z systematycznym zaorywaniem i spulchnianiem gleby. W przypadku gleb na dawnych polach ornych, porośniętych obecnie zbiorowiskami traw, agregaty glebowe były słabo wykształcone. Ślady po zabiegach agrotechnicznych (np. zaorywaniu, nawożeniu obornikiem) zostały całkowicie zamaskowane przez organizmy zwierzęce. W glebach od dłuższego czasu niezaorywanych, występująca w masie podstawowej materia organiczna w postaci fragmentów korzeni, łodyg lub liści, była dobrze zachowana. Poszczególne fragmenty materii organicznej uległy fosylizacji, co sprzyjało przetrwaniu wyraźnej struktury tkanek w szczątkach organicznych. Zatem procesy mineralizacji próchnicy w glebach na opuszczonych polach ornych, porośniętych zbiorowiskami traw, zachodzą wolniej w stosunku do gleb obecnie zaorywanych. Różnice w wykształceniu agregatów i mikrostruktur nie były jednak wystarczające, aby jednoznacznie określić na ich podstawie jak często pola były zaorywane,

czy współczesne użytki zielone rozwinięte na dawnych gruntach ornych były wcześniej okresowo odłogowane, lub jak dawno zaprzestano orki na danym polu.

Ad. 3.5. Zmiany zbiorowisk roślinnych pod wpływem działalności człowieka

Zmiany szaty roślinnej w zlewni Jaszcze-Jamne zbadano w oparciu o archiwalną mapę zbiorowisk roślinnych (1964 r.) (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1968) i współczesne (2012 r.) kartowanie na czterech powierzchniach testowych (1,6-55,3 ha), wytypowanych w oparciu o ortofotomapy z 2009 r. [A6]. Analiza zmian składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych potwierdziła zbieżność z tendencjami zmian użytkowania ziemi w postaci porastania gruntów ornych zbiorowiskami traw i sukcesji leśnej na wyznaczonych powierzchniach testowych. W ostatnim półwieczu najistotniejszy był wyraźny spadek powierzchni pól uprawnych oraz łąk z ubogimi murawami bliźniczkowymi (głównie wrzosem i bliźniczką psią trawką) na rzecz zwartych zarośli i borówczysk. Na opuszczone pola orne wkroczyła uboga florystycznie roślinność świeżych łąk, co wynikało ze zmiany sposobu ich użytkowania z ornego na kośny. Do pewnego stopnia sprzyjało temu również wprowadzenie dopłat bezpośrednich z Unii Europejskiej dla rolników, w tym za koszenie użytków zielonych. Stwierdzono, że w przypadku dalszego braku użytkowania, w wyniku postępującego procesu sukcesji wtórnej, świeże łąki zarastają roślinnością krzewiastą i przeważnie uboższą florystycznie.

Z kolei zanikanie ubogich muraw bliźniczkowych, jest również wynikiem zmian w sposobie użytkowania ziemi. Płaty wrzосу zajmowały dawniej przeważnie jałowe, suche i kamieniste stoki do wysokości ok. 800-900 m n.p.m., które były intensywnie wypasane. Występujące w wyższych położeniach murawy bliźniczkowe, były przeważnie regularnie koszone. W przypadku obu tych zbiorowisk, zaprzestanie ich użytkowania inicjowało proces sukcesji wtórnej, której pierwszym etapem, szczególnie dobrze widocznym w wyższych położeniach, była ekspansja borówki czarnej. Borówka powoduje rozluźnienie bardzo zwartej darni i tym samym ułatwia kolonizację gatunkom drzewiastym, głównie świerkowi.

W konsekwencji na większości nieużytkowanych polan, niegdyś zajętych przez murawy, obecnie występują borówczyska albo zwarte zarośla i młodniki. Zależy to głównie od typu dawnego użytkowania oraz długości okresu odłogowania. Ze względów ekonomicznych proces porzucania pól ornych i łąk był szczególnie nasilony w miejscach najtrudniej dostępnych, tj. na stromych i kamienistych stokach oraz na tzw. polanach regłowych, położonych zwykle z dala od siedzib ludzkich. Rozpowszechnione obecnie antropogeniczne zbiorowiska leśno-zaroślowe powstały w wyniku spontanicznego zarastania nieużytkowanych od dłuższego czasu pól ornych, łąk i pastwisk.

Utrzymanie wysokiej różnorodności zbiorowisk roślinnych wymaga obecnie odpowiedniego ich użytkowania, np. przez celowe prowadzenie zabiegów ochrony czynnej jak koszenie lub wypas.

PODSUMOWANIE

Problematyka poruszona w cyklu moich 7 publikacji łączy interdyscyplinarne badania geograficzno-przyrodnicze z analizą społeczno-ekonomiczną. Pomimo różnych uwarunkowań środowiskowych (klimat, rzeźba, gleby) i społeczno-ekonomicznych (gęstość zaludnienia, źródła dochodów, odległość od ośrodków miejskich) w trzech badanych zlewniach, ogólne trendy czasowo-przestrzennych zmian struktury użytkowania ziemi oraz ich skutków środowiskowych były podobne. Wyniki badań wypełniają lukę w literaturze przedmiotu, omawiającej funkcjonowanie środowiska przyrodniczego polskich Karpat Zachodnich, w warunkach szybkiej transformacji systemów społeczno-ekonomicznych. Mogą one mieć również wartość aplikacyjną dla potrzeb zagospodarowania przestrzennego kraju, a szczególnie obszarów górskich.

Najważniejsze wyniki uzyskane w cyklu moich prac można podsumować w następujących punktach:

1. Stwierdzono, że wprowadzenie gospodarki centralnie planowanej w wyniku zmian politycznych po II wojnie światowej, utrwaliło strukturę użytkowania ziemi odziedziczoną z przeszłości i spowolniło jej zmiany. Dopiero wprowadzenie gospodarki rynkowej gwałtownie przyspieszyło wycofywanie się gospodarki rolnej z polskich Karpat Zachodnich. Zmiany użytkowania ziemi na badanym obszarze, były podobne do tych jakie zaznaczyły się znacznie wcześniej w górach średnich Europy Zachodniej. Jednak w odróżnieniu od obszarów górskich w Europie Zachodniej, zaprzestaniu tradycyjnego rolnictwa i zwiększeniu lesistości towarzyszył wzrost gęstości zaludnienia.

2. Wykazano, że po wprowadzeniu gospodarki rynkowej szybkie zmiany użytkowania ziemi były nierównomiernie rozłożone w czasie. Największy spadek powierzchni gruntów ornych i wzrost powierzchni lasów nastąpił po 1989 r., ale jeszcze przed przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej. Był to równocześnie okres o największym spadku liczby osób utrzymujących się wyłącznie z rolnictwa.

3. Stwierdzono, że opuszczanie gruntów ornych i łąk w połączeniu z sukcesją lasów spowodowało stopniowe obniżanie granicy rolno-leśnej w pobliżu jej naturalnego położenia uwarunkowanego klimatem (lokalnie modyfikowanego przez rodzaj użytkowania ziemi). Równocześnie struktura użytkowania ziemi w zlewniach zbliżyła się do zaproponowanej w koncepcji racjonalnego gospodarowania dla polskich Karpat.

4. Stworzono model krótkookresowych zmian użytkowania ziemi w zlewniach czwartego rzędu podczas przejścia od gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej.

5. Wykazano, że krótkookresowe zmiany pokrycia i użytkowania ziemi w polskich Karpatach Zachodnich po 1989 r. były wystarczające, aby w sposób mierzalny zidentyfikować zmiany natężenia erozji gleb, składu gatunkowego roślin, gęstości i sposobu użytkowania dróg, transferu materiału w systemie stok-koryto, a także zmiany poziomu koryt rzecznych w skali zlewni. Równocześnie stosunkowo krótki okres zmian użytkowania ziemi nie był wystarczający, aby istotnie zmodyfikować cechy fizyczne i chemiczne gleb oraz transfer wody w systemie stok-koryto.

6. Udowodniono, że natężenie erozji gleb w badanych zlewniach, w warunkach braku statystycznie istotnych zmian opadów, kształtowane jest głównie przez strukturę użytkowania ziemi, a zwłaszcza udział pól ornych, natomiast wpływ czynników agrotechnicznych ma drugorzędne znaczenie.

7. Wykazano, że zmniejszenie erozji gleby i dostawy materiału do koryt cieków spowodowało zahamowanie dominującej wcześniej agradacji w korytach cieków karpackich do 4 rzędu i umożliwiło ich pogłębianie w tempie ok. 1 cm rok⁻¹. Stwierdzony wpływ użytkowania ziemi na zmianę poziomu koryt cieków w górnych ich biegach, uzupełnia dotychczasowe obserwacje prowadzone w środkowych i dolnych odcinkach rzek w polskich Karpatach, których pogłębianie jest głównie związane z regulacją i wydobyciem aluwów w ostatnich dekadach.

8. Wykazano, że ostatnia transformacja systemu społeczno-ekonomicznego jest dominującą siłą sprawczą zmian pokrycia i użytkowania ziemi w Polskich Karpatach Zachodnich. Przy

założeniu kontynuacji gospodarki wolnorynkowej, krótkookresowe zmiany będą miały długotrwałe skutki dla środowiska przyrodniczego Karpat w przyszłości. Wpływ dotychczasowych form działalności człowieka na środowisko przyrodnicze, będzie się prawdopodobnie zmniejszał na rzecz oddziaływania czynników naturalnych.

Literatura

- Adamczyk B., Komrnicki T., 1969. *Charakterystyka gleboznawcza dolin potoków Jaszce i Jamne*. Studia Naturae, Ser. A, 3, 102–153.
- Adamczyk B., Gerlach T., Obrębska-Starkłowa B., Starkel L., 1980. *Zonal and azonal aspects of the agriculture-forest limit in the Polish Carpathians*. Geographia Polonica, 43, 71–84.
- Asselman N.E.M., Middelkoop H., Van Dijk P.M., 2003. *The impact of changes in climate and land use on soil erosion, transport and deposition of suspended sediment in the River Rhine*. Hydrological Processes, 17, 3225–3244.
- Baessler C., Klotz S., 2006. *Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and cultivated weed vegetation over the last 50 years*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 115 (1), 43–50.
- Bański J., 2010. *Rozwój gospodarki rolnej w Polsce*. [w:] J. Bański (red.) Atlas Rolnictwa Polski, Warszawa, 25–37.
- Bański J., 2011. *Changes in agricultural land ownership in Poland in the period of the market economy*. Agricultural Economics, 57, 93–101.
- Bański J., 2017. *The consequences of changes of ownership for agricultural land use in Central European countries following the collapse of the Eastern Bloc*. Land Use Policy, 66, 120–130.
- Baumann M., Kuemmerle T., Elbakidze M., Ozdogan M., Radeloff V.C., Keuler N.S., Prishchepov A.V., Kruhlov I., Hostert P., 2011. *Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine*. Land Use Policy, 28 (3), 552–562.
- Bender O., Boehmer H.J., Jens D., Schumacher K.P., 2005. *Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany*. Landscape and Urban Planning, 70, 111–125.
- Benjamin, K., Domon, G., Bouchard, A., 2005. *Vegetation composition and succession of abandoned farmland: effects of ecological, historical and spatial factors*. Landscape Ecology, 20 (6), 627–647.
- Bennett A.F., Saunders D.A., 2010. *Habitat fragmentation and landscape change*. [w:] N. Sodhi, P. Ehrlich (red.), Conservation biology for all, Oxford, UK, University Press, 88–106.
- Bezák P., Mitchley J., 2014. *Drivers of change in mountain farming in Slovakia: From socialist collectivisation to the common agricultural policy*. Regional Environmental Change, 14 (4), 1343–1356.
- Bičík I., Jeleček L., Štěpánek V., 2001. *Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries*. Land Use Policy, 18, 65–73.
- Bucała A., 2014. *The impact of human activities on land use and land cover changes and environmental processes in the Gorce Mountains (Western Polish Carpathians) in the past 50 years*. Journal of Environmental Management, 138, 4–14.
- Ciołkosz A., Guzik Cz., Luc M., Trzepacz P., 2011. *Zmiany użytkowania ziemi w Karpatach Polskich w okresie 1988-2006*. IGiP UJ, Kraków.

- Dearing J., Braimoh A., Reenberg A., Turner B., Van Der Leeuw S., 2010. *Complex land systems: the need for long time perspectives to assess their future*. Ecology and Society, 15 (4), 1–24.
- Dec M., Kaszta Ź., Korzeniowska K., Podsada A., Sobczyszyn-Żmudź S., Wójtowicz A., Zimna E., Ostapowicz K., 2009. *Zmiany użytkowania ziemi w trzech gminach Karpackich (Niedźwiedź, Szczawnica i Trzciana) w drugiej połowie XX wieku*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, 20, 81–98.
- Demczuk P., Gil E., 2009. *The application of the USLE model in the automatic mapping of soil erosion in the Bystrzanka catchment (Flysh Carpathian)*. Quaestiones Geographicae, 28(2), 15–25.
- Elbakidze M., Angelstam P., 2007. *Implementing sustainable forest management in Ukraine's Carpathian Mountains: the role of traditional village systems*. Forest Ecology and Management, 249(1), 28–38.
- Geist H.J., Lambin E.F., 2002. *Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations*. BioScience, 52(2), 143–150.
- Froehlich W., 1982. *Mechanizm transportu fluwialnego i dostawy zwietrzelin do koryta w górskiej zlewni fliszowej*. Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 143, Warszawa.
- Gerlach T., 1976. *Współczesny rozwój stoków w polskich Karpatach fliszowych*. Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 122, Warszawa.
- Gellrich M., Baur P., Koch B., Zimmermann N.E., 2007. *Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss mountains: a spatially explicit economic analysis*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 118 (1), 93–108.
- Gil E., 2009. *Ekstremalne wartości splukiwania gleby na stokach użytkowanych rolniczo w Karpatach Fliszowych*. [w:] W. Bochenek, M. Kijowska (red.), Funkcjonowanie środowiska przyrodniczego w okresie przemian gospodarczych w Polsce, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Szymbark, 191–218.
- Główny Urząd Statystyczny, GUS, Roczniki Statystyczne, 1978-2015.
- Górz B., 2002. *Współczesne przemiany na obszarach wiejskich Podhala*. Przegląd Geograficzny, 74, 454–468.
- Górz B., 2003. *Spółeczeństwo i gospodarka Podhala w okresie transformacji*. Prace Monograficzne, 359, Akademia Pedagogiczna, Kraków.
- Górz B., Uliszak R., 2005. *Procesy ludnościowo-osadnicze na Sądecczyźnie*. Akademia Pedagogiczna, Kraków, 279–298.
- Grădinaru S.R., Ioja C.I., Onose D.A., Gavrilidis A.A., Pătru-Stupariu I., Kienast F., Hersperger A.M., 2015. *Land abandonment as a precursor of built-up development at the sprawling periphery of former socialist cities*. Ecological Indicators, 57, 305–313.
- Griffiths P., Müller D., Kuemmerle T., Hostert P., 2013. *Agricultural land change in the Carpathian ecoregion after the breakdown of socialism and expansion of the European Union*. Environmental Research Letters, 8 (4) 1–12.
- Guo L.B., Gifford R.M., 2002. *Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis*. Global Change Biology, 8 (4), 345–360.
- Hostert P., Kuemmerle T., Prishchepov A., Sieber A., Lambin E.F., Radeloff V.C., 2011. *Rapid land use change after socio-economic disturbances: The collapse of the soviet union versus chernobyl*. Environmental Research Letters, 6 (4) 1–8.
- Kaim D., 2009. *Zmiany pokrycia terenu na pograniczu polsko-słowackim na przykładzie Małych Pienin*. Przegląd Geograficzny, 81 (1), 93–105.
- Keenleyside C., Tucker G., 2010. *Farmland abandonment in the EU: An assessment of trends and prospects*. London: WWF and IEEP. London.

- Kijowska-Strugała M., 2015. *Transport zawiesiny w warunkach zmieniającej się antropopresji w zlewni Bystrzanki (Karpaty Fliszowe)*. Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 247, Warszawa.
- Kijowska-Strugała M., Demczuk P., 2015. *Impact of land use changes on soil erosion and deposition in a small Polish Carpathians catchment in last 40 years*. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 10, 261–270.
- Kolecka N., Kozak J., Kaim D., Dobosz M., Ginzler C., Psomas A., 2015. *Mapping secondary forest succession on abandoned agricultural land with LiDAR point clouds and terrestrial photography*. Remote Sensing, 7, 8300–8322.
- Kolecka N., Dobosz M., Ostafin K., 2016. *Forest cover change and secondary forest succession since 1977 in Budzów commune, the Polish Carpathians*. Prace Geograficzne, 146, 39–65.
- Kolecka N., Kozak J., Kaim D., Dobosz M., Ostafin K., Ostapowicz K., Wężyk P., Price B., 2017. *Understanding farmland abandonment in the Polish Carpathians*. Applied Geography, 88, 62–72.
- Kondolf G.M., Piégay H., Landon N., 2002. *Channel response to increased and decreased bedload supply from land use change: contrasts between two catchments*. Geomorphology, 45, 35–51.
- Kostuch R., 2003. *Sukcesja roślinna na odlogowanych gruntach ornych*. Woda-Środowisko- Obszary Wiejskie, 2 (8), 57-79.
- Kowalski Z., 1993. *Back to market: Polish family farming in the 1990s*. Canadian Journal of Agricultural Economics, 41, 349–356.
- Kozak J., 2003. *Forest cover change in the Western Carpathians in the past 180 years, A case study in the Orawa region in Poland*. Mountain Research and Development, 23 (4), 369–375.
- Kozak J., 2005. *Zmiany powierzchni lasów w Karpatach Polskich na tle innych gór świata*. Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Kozak J., 2010. *Forest cover changes and their drivers in the Polish Carpathian Mountains since 1800*. [w:] Reforesting Landscapes Springer Netherlands, 253–273.
- Kuemmerle T., Hostert P., Radeloff V.C., Van Der Linden S., Perzanowski K., Kruhlov I., 2008. *Cross-border comparison of post-socialist farmland abandonment in the Carpathians*. Ecosystems, 11 (4), 614–628.
- Kuemmerle T., Müller D., Griffiths P., Rusu M., 2009. *Land use change in Southern Romania after the collapse of socialism*. Regional Environmental Change, 9 (1), 1–12.
- Kupková L., Bičík I., 2016. *Landscape transition after the collapse of communism in Czechia*. Journal of Maps, 12, 526–531.
- Lach J., 1975. *Ewolucja i typologia krajobrazu Beskidu Niskiego z uwzględnieniem gospodarczej działalności człowieka*. Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Kraków.
- Lambin E.F., Meyfroidt P., 2010. *Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change*. Land Use Policy, 27, 108–18.
- Lasanta-Martínez T., Vicente-Serrano S.M., Cuadrat-Prats J.M., 2005. *Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees*. Applied Geography, 25, 47–65.
- Lasanta T., Arnáez J., Pascual N., Ruiz-Flaño P., Errea M.P., Lana-Renault N., 2017. *Space-time process and drivers of land abandonment in Europe*. Catena, 149, 810–823.
- Latocha A., 2009. *Land use changes and longer-term human-environment interactions in a mountain region, (Sudetes Mountains, Poland)*, Geomorphology, 108, 48–57.
- Latocha A., 2014. *Geomorphic connectivity within abandoned small catchments (Stołowe Mts, SW Poland)*. Geomorphology, 212, 4–15.

- Latocha A., Szymanowski M., Jeziorska J., Stec M., Roszczewska M., 2016. *Effects of land abandonment and climate change on soil erosion—An example from depopulated agricultural lands in the Sudetes Mts., SW Poland*. Catena, 145, 128–141.
- Liébault F., Piégay H., 2002. *Causes of 20th century channel narrowing on mountain and piemont rivers of southeastern France*. Earth Surface Processes and Landforms, 27, 425–444.
- Lipský Z., 2001. *Present land use changes in the Czech cultural landscape: driving forces and environmental consequences*. Moravian Geographical Reports, 9 (2), 2–14.
- Łajczak A., 2007. *River training vs. flood risk in the upper Vistula basin. Poland*. Geographia Polonica, 80 (2), 79–96.
- Macdonald D., Crabtree J.R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., Fleury P., Gutierrez Lazpita J., Gibon A., 2000. *Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response*. Journal of Environmental Management, 59, 47–69.
- Machalek M., 2013. *Przemiany polskiej wsi w latach 1918-1989*. Klio. Czasopismo poświęcone dziejom Polski i powszechnym, 26 (3), 55–80.
- Mather A.S., Needle C.L., 2000. *The relationships of population and forest trends*. The Geographical Journal, 166 (1), 2–13.
- Medwecka-Kornaś A., (red.) 1968. *Doliny potoków Jaszczce i Jamne w Gorcach*. Studia Naturae Ser. A, 2, Kraków.
- Medwecka-Kornaś A., Kornaś J., 1968. *Zbiorowiska roślinne dolin Jaszczce i Jamne*. Studia Naturae Ser. A, 2, 49–91.
- Meyfroidt P., Lambin E.F., 2011. *Global forest transition: prospects for an end to deforestation*. Annual Review of Environment and Resources, 36, 343–371.
- Miraj K., 2010. *Przemiany wsi i rolnictwa Polskiej Orawy na przełomie XX i XXI wieku*. IGiGP UJ, Kraków.
- Munteanu C., Kuemmerle T., Boltiziar M., Butsic V., Gimmi U., Halada L., Kaim D., Király G., Konkoly-Gyuró E., Kozak J., Lieskovský J., Mojses M., Müller D., Ostafin K., Ostapowicz K., Shandra O., Štych P., Walker S., Radeloff V.C., 2014. *Forest and agricultural land change in the Carpathian region—a meta-analysis of long-term patterns and drivers of change*. Land Use Policy, 38, 685–697.
- Müller D., Leitão P.J., Sikor T., 2013. *Comparing the determinants of cropland abandonment in Albania and Romania using boosted regression trees*. Agricultural Systems, 117, 66–77.
- Netting, R.McC., 1972. *Of men and meadows: Strategies of alpine land use*. Anthropological Quarterly, 45, 132–144.
- Ostafin K., 2009. *Zmiany granicy rolno-leśnej w środkowej części Beskidu Średniego od połowy XIX wieku do 2005 roku*. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Pašakarnis G., Morley D., Malienė V., 2013. *Rural development and challenges establishing sustainable land use in Eastern European countries*. Land Use Policy, 30, 703–710.
- Pazúr R., Lieskovský J., Feranec J., O’ahel’ J., 2014. *Spatial determinants of abandonment of large-scale arable lands and managed grasslands in Slovakia during the periods of post-socialist transition and European Union accession*. Applied Geography, 54, 118–128.
- Pointereau P., Coulon F., Girard P., Lambotte M., Stuczynski T., Sanchez Ortega V., Del Rio A., 2008. *Analysis of the driving forces behind farmland abandonment and the extent and location of agricultural areas that are actually abandoned or are in risk to be abandoned*, JRC Scientific and Technical Reports, Institute for Environment and Sustainability, European Commission. Joint Research Centre.

- Price B., Kaim D., Szwagrzyk M., Ostapowicz K., Kolecka N., Schmatz D. R., Wypych A., Kozak J., 2017. *Legacies, socio-economic and biophysical processes and drivers: the case of future forest cover expansion in the Polish Carpathians and Swiss Alps*. Regional Environmental Change, 17 (8), 2279–2291.
- Reid L.M., Dunne T., 1984. *Sediment production from forest road surfaces*. Water Resources Research, 20, 1753–1761.
- Renard K.G., Foster G.R., Weesies G.A., McCool D.K., Yoder D.C., 1997. *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Washington, DC: US Government Printing Office, 703.
- Rogger M., Agnoletti M., Alaoui A. et al., 2017. *Land-use change impacts on floods at the catchment scale—challenges and opportunities for future research*. Water Resources Research, 53, 5209–5219.
- Rudel T., Coomes O., Moran E., Achard F., Angelsen A., Xu J., Lambin E., 2005. *Forest transitions: towards a global understanding of land use change*. Global Environmental Change, 15, 23–31.
- Soja M., 2002. *New trends in population of rural areas of the Carpatian MTS. during transition period in Poland*. Biuletyn Geograficzny, 1, 35–42.
- Soja M., 2008. *Cykle rozwoju ludności Karpat polskich w XIX i XX wieku*. IGiGP UJ, Kraków.
- Starkel L., 1972. *Charakterystyka rzeźby polskich Karpat (i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej)*. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 10, 75–150.
- Starkel, L., 1975. *Rola typów rzeźby w użytkowaniu ziemi obszarów górskich na przykładzie polskich Karpat*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 162, 523–525.
- Starkel L., (red.), 1981. *Warunki naturalne zlewni Homerki i jej otoczenia*. Dokumentacja Geograficzna, 3, Wraśzawa.
- Starkel L., Obrębska-Starkłowa B., 2005. *Geomorfologiczne uwarunkowania położenia granicy rolno-leśnej w polskich Karpatach*. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, PAN, 51, 11–16.
- Strahler A.N., 1952. *Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography*. Bulletin of the Geological Society of America, 63, 1117–1142
- Šebo D., Nováček J., 2014. *Case study areas Pruské, Bohunice, Vršatské Podhradie and Krivoklát: Land cover changes 1949-2009*. Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World, 9, 57–62.
- Świąchłowicz J., 2012a. *Wartości progowe parametrów opadów deszczu inicjujących procesy erozyjne w zlewniach użytkowanych rolniczo*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków.
- Świąchłowicz J., 2012b. *Water erosion on agricultural foothill slopes (Carpathian Foothills, Poland)*. Zeitschrift für Geomorphologie, 56 (Suppl.), (3), 21–35.
- Taillefumier F., Piégay H., 2003. *Contemporary land use changes in prealpine Mediterranean mountains: a multivariate GIS-based approach applied to two municipalities in the Southern French Prealps*. Catena, 51, 267–296.
- Tarolli P., Calligaro S., Cazorzi F., Fontana G.D., 2013. *Recognition of surface flow processes influenced by roads and trails in mountain areas using high resolution topography*. European Journal of Remote Sensing, 46, 176–197.
- Tasser E., Walde J., Tappeiner U., Teutsch A., Noggler W., 2007. *Land-use changes and natural reforestation in the Eastern Central Alps*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 118 (1), 115–129.
- Warszyńska J. (red.), 1995. *Karpaty polskie. Przyroda, człowiek i jego działalność*. Uniwersytet Jagielloński, Kraków.

- Wemple C.B., Swanson F.J., Jones J.A., 2001. *Forest roads and geomorphic process interactions, Cascade Range, Oregon*. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 191–204.
- Widacki W. (red.), 1999. *Przemiany środowiska przyrodniczego zachodniej części Beskidów pod wpływem antropopresji*. Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Wolski J., 2016. *The landscape of abandoned villages in the Western Bieszczady: the problem of definition and classification*. *Geographia Polonica*, 89 (3), 371–387.
- Wypych A., Ustrnul Z., 2016. *Zmiany i zmienność warunków klimatycznych w Karpatach Polskich w latach 1851-2010 oraz potencjalne scenariusze zmian 2021-2060*. [w:] J. Kozak, D. Kaim (red.), Forecom. Podręcznik użytkownika, 21–28.
- Wyżga B., 2001. *Impact of the channelization-induced incision of the Skawa and Wisłoka Rivers, Southern Poland, on the conditions of overbank deposition*. *River Research and Application*, 17, 85–100.
- Wyżga B., Zawiejska J., Radecki-Pawlik A., 2016. *Impact of channel incision on the hydraulics of flood flows: examples from Polish Carpathian rivers*. *Geomorphology*, 272, 10–20.
- Van Dijk, T., 2003. *Scenarios of Central European land fragmentation*. *Land Use Policy*, 20, 149–158.
- Zorn M., Komac B., 2009. *Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 years (Julian Alps, Western Slovenia)*. *Revista de Geomorfologie*, 11, 39–47.

4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych (artystycznych)

Moje zainteresowania badawcze skupiają się na zagadnieniach wpływu czynników naturalnych i działalności człowieka na przekształcenia środowiska przyrodniczego, głównie w górach średnich. Poza polskimi Karpatami Zachodnimi prowadziłam badania w Indiach (brzeg Wschodnich Himalajów i Wyżyna Meghalaya) oraz w Izraelu (Pustynia Negev).

Podjęmowaną przeze mnie działalność naukową można pogrupować w kilka zagadnień tematycznych. Znalazły one swoje odzwierciedlenie w dorobku publikacyjnym, konferencyjnym oraz w realizowanych projektach badawczych:

1. Skutki długookresowej działalności człowieka w środowisku przyrodniczym
2. Wpływ działalności człowieka na zagospodarowanie i krajobraz kulturowy Karpat
3. Wpływ opadów i wezbrań na dynamikę procesów stokowych i korytowych
4. Rozpoznanie i udokumentowanie osuwisk oraz terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi w wybranych regionach Karpat
5. Hydromorfologiczna i hydroekologiczna ocena stanu rzek w różnych strefach klimatycznych

Ad. 1. Skutki długookresowej działalności człowieka w środowisku przyrodniczym

W ramach projektu Narodowego Centrum Nauki (NCN) (NN306659940) *"Wpływ zmian społeczno-gospodarczych na przebieg procesów przyrodniczych i przekształcenia geoekosystemów górskich w Gorcach"*, którego byłam kierownikiem, brałam udział w rekonstrukcji historii rozwoju osadnictwa i działalności rolniczej człowieka w Gorcach. Podstawą były analizy sedymentologiczne, palinologiczne i datowania radiowęglowe osadów z okresowego jeziora Iwankowskiego, położonego na północnych stokach pasma Lubania (1211 m n.p.m.). Jezioro wypełnia zagłębienie powstałe w niszy osuwiska. Przeprowadzone analizy umożliwiły określenie kierunków zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym Gorców od początku działalności człowieka do czasów współczesnych. Wyniki badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Geochronometria* (Bucala i in. 2014) oraz monografii pt. *Kierunki przemian środowiska przyrodniczego dolin gorczańskich* (Bucala i in. 2016). W wymienionych pracach wykazano, że pierwsze ślady działalności człowieka w Gorcach związane są prawdopodobnie z wczesnosłowiańskim osadnictwem na terenie praskiej prowincji kulturowej. Dokumentują je m.in. pyłki zbóż w osadach jeziora Iwankowskiego, datowane radiowęglowo na lata 590-770 AD (Bucala i in. 2014). Zmiany w użytkowaniu ziemi zainicjowane przez ekspansję wołoskich pasterzy na przełomie XIV i XV w., rozpoczęły trwałą kolonizację, a jednocześnie wylesienie tej części polskich Karpat. Jednak zwiększona presja osadnicza na obszar Gorców nastąpiła dopiero w XVI w., co potwierdziło datowanie radiowęglowe (1550-1640 AD) oraz zostało zarejestrowane w źródłach historycznych. Wyniki analizy palinologicznej i datowań radiowęglowych osadów jeziornych wskazują, że największe przekształcenie środowiska przyrodniczego przez człowieka w badanym regionie, przypada na okres przeludnienia i głodu ziemi, datujących się od schyłku XVIII w. przez cały wiek XIX. (Bucala i in. 2014).

Badania nad wpływem długookresowej działalności człowieka na rzeźbę terenu była prowadzona w dwóch kilkuhektarowych zlewniach na Wyżynie Meghalaya w NE Indiach (Rączkowska i in. 2018). Obie zlewnie miały zbliżone warunki środowiska przyrodniczego (klimat monsunowy, podłoże głęboko zwietrzałych granitów, gleby czerwonozieme). Zlewnie różniły się natomiast sposobem użytkowania ziemi (porośnięta naturalnym lasem i wylesiona na potrzeby rolnictwa i wydobywania surowców skalnych). Wykazano, że długotrwała antropopresja prowadzi do zmian w profilu poprzecznym i podłużnym zlewni wylesionej, wskutek częściowego terasowania stoków, wzmożonej erozji na stokach oraz akumulacji

materiału w dnie doliny i na stożkach napływowych. Erozja na stokach i dostawa materiału do dna doliny w zlewni wylesionej spowodowała powstanie znacznie większych niż w zlewni zalesionej równin akumulacyjnych w dnie doliny. Poziomy powierzchniowe gleb zostały wzbogacone w drobny materiał wydobyty z niżej zalegających poziomów, wskutek zabiegów agrotechnicznych. Eksploatacja granitowych gładów zmniejszyła o 73% zajmowaną przez nie powierzchnię, co umożliwiło zajęcie jej pod uprawę.

Badania nad wpływem długookresowej uprawy oraz rzeźby terenu na cechy fizyczne i chemiczne gleb prowadzono w zlewni o powierzchni 4 km² na Wyżynie Meghalaya w NE Indiach (Prokop i in. 2018). W przeciwieństwie do dotychczasowych studiów w regionie wykazano, że intensyfikacja upraw może poprawić żyzność gleby, jeśli uprawa jest prowadzona na płaskim lub lekko nachylonym terenie. Sposób uprawy może być zalecany dla innych regionów tropikalnych, względnie płaskich, z ograniczonymi zasobami lasu (biomasy używanej do użytku gleby). Równocześnie zwrócono uwagę, że ten sam system intensywnej uprawy, ale na stromych stokach, prowadzi do szybkiej degradacji gleb. Stwierdzono duże zróżnicowanie regionalne możliwości wprowadzenia zrównoważonej gospodarki rolnej w przyszłości, które są uzależnione od regionalnej budowy geologicznej (skały macierzystej). Na głęboko zwietrzałych granitach (do 20 m) uprawa może być prowadzona znacznie dłużej w porównaniu do słabo zwietrzałych kwarcytów (do 2 m).

Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora:

Bucała A., Margielewski W., Starkel L., Buczek K., Zernitskaya V., 2014. *The reflection of human activity in the sediments of Iwankowskie Lake from Subatlantic Phase (Polish Outer Carpathians)*. *Geochronometria*, 41 (4), 377–391.

Bucała A., Budek A., Kozak M., Starkel L., Wiejaczka Ł., 2016. *Kierunki przemian środowiska przyrodniczego dolin gorczańskich*. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 252, Warszawa.

Prokop P., Kruczkowska B., Syiemlieh H.J., Bucala A., 2018. *Impact of topography and sedentary swidden cultivation on soils in the hilly uplands of North-East India*. *Land Degradation & Development*, 1-11. doi: 10.1002/ldr.3018

Rączkowska Z., Bucala A., Prokop P., 2018. *Geomorphological and sedimentological indicators of land degradation (Meghalaya Plateau, NE India)*. *Land Degradation & Development*, 1-14. doi: 10.1002/ldr.3020

Ad. 2. Wpływ działalności człowieka na zagospodarowanie i krajobraz kulturowy Karpat

W artykułach (Bucala, Starkel 2012, 2013; Bucala 2014a) omówiono główne kierunki zmian zachodzących w przestrzennym zagospodarowaniu i krajobrazie kulturowym polskich Karpat po II wojnie światowej. Wyznaczono dwa zróżnicowane regionalnie typy przekształceń środowiska przyrodniczego. Pierwszy typ, obejmujący głównie polskie Karpaty Wschodnie, charakteryzował nagłe przerwanie ciągłości osadniczej i gospodarczej, w wyniku przesiedleń ludności po II wojnie światowej. Konsekwencją tych decyzji było zaniechanie działalności człowieka, rozprzestrzenienie się zbiorowisk leśnych, powodujące zmiany w krajobrazie oraz w przebiegu procesów geomorfologicznych i hydrologicznych. Drugi typ, obejmujący polskie Karpaty Zachodnie, to typ ewolucyjnych zmian użytkowania ziemi, przyspieszony zmianami społeczno-ekonomicznymi w ostatnich dziesięcioleciach (Bucala, Starkel 2012, 2013). Wykazano, że granica między regionami objętymi dwoma typami

przekształceń pierwotnie była ostra i tylko lokalnie posiadała strefą przejściową (jeśli polska część ludności wiejskiej nie została przesiedlona). Jednak w ostatnich dekadach granica zaczyna ulegać zatarciu, ponieważ zmiany ekonomiczne wymuszają wycofywanie gospodarki rolnej z gór i sukcesję lasów na terenach nieobjętych przesiedleniem ludności. Wpływa to tym samym na zmianę krajobrazu kulturowego.

Zapis działalności człowieka w Gorcach badano poprzez rejestrację antropogenicznych form rzeźby (drogi polne, terasy rolne, kopce kamieni), będące pozostałością po dawnej działalności rolniczej, trwale zapisane w krajobrazie kulturowym. Badania prowadzono w oparciu o kartowanie terenowe, przy użyciu mapy topograficznej w skali 1:10 000, na której znaczone formy antropogeniczne. Wykazano, że drogi polne, pomimo zaprzestania ich użytkowania, nadal odgrywają ważną rolę w obiegu wody w zlewni (Bucala 2012a, b, 2014b). Terasy rolne obok dróg są dobrze zachowanymi formami antropogenicznymi w krajobrazie górskim, choć mają często nieciągły charakter, zanikają na kilkumetrowych odcinkach lub ulegają rozmyciu przez płytkie ruchy masowe. Ciekawym elementem krajobrazu porolnego są kopce kamieni, związane z dawnym wybieraniem kamieni z pól uprawnych. Stały się one siedliskiem licznych gatunków roślin łąkowych, drzew i krzewów, roślin segetalnych i ruderalnych, odznaczających się stosunkowo wysoką różnorodnością florystyczną (Bucala 2014b). Zwrócono uwagę, że zmiany użytkowania ziemi przyczyniły się z jednej strony do powstania bardziej mozaikowego krajobrazu porolnego (liczne zagajniki i kępy drzew i krzewów rosnące wzdłuż dróg, cieków bocznych dolinek oraz teras rolnych), a z drugiej do zaniku niektórych bogatych biocenoz, które rozprzestrzeniły się w Beskidach prawie wyłącznie dzięki pasterstwu i wyraźnie wzbogacały florę tych terenów (Bucala 2009, 2012c, 2015a, b; Kozak, Bucala 2014). Stwierdzono, że na skutek zarastania polan zmienia się wyrazistość granic krajobrazowych. Następuje zmniejszanie się powierzchni obszarów otwartych, a także przesłanianie rozległych panoram na zarastających polanach. Powoduje to częściową utratę funkcji widokowych, a zatem wpływa na obniżenie atrakcyjności turystycznej regionu (Bucala 2015a). Zaprzestanie rolniczego użytkowania ziemi wpłynęło również na zanik tradycyjnej zabudowy związanej z gospodarką pasterską, co również obniżyło wartość krajobrazu kulturowego. Tradycyjna zabudowa mieszkalna, dominująca jeszcze w latach 50. XX wieku jest wypierana przez nowoczesne budownictwo oraz przez coraz liczniejsze domki letniskowe, tzw. drugie domy (Bucala 2012a).

Różnorodność walorów przyrodniczych połączona z dziedzictwem kulturowym oraz tradycyjnym budownictwem, tworzące nierozzerwalny element krajobrazu, zwiększa atrakcyjność turystyczną danego regionu. W pracy dotyczącej walorów krajobrazowo-rekreacyjnych gminy Zawoja wykazałam, że obok przyrody nieożywionej ważną atrakcją turystyczną są zasoby kultury materialnej i niematerialnej, związane z działalnością pasterzy wołoskich w postaci pielęgnowanych dawnych zwyczajów oraz tradycyjnego rzemiosła i sztuki ludowej (Bucala 2007).

Współczesne zmiany w krajobrazie kulturowym związane z budową i funkcjonowaniem zbiornika retencyjnego Klimkówka w dolinie Ropy (Beskid Niski), zostały omówione w artykule Bucalą i Wiejaczki (2012). W opracowaniu porównano krajobraz kulturowy doliny Ropy z okresu poprzedzającego budowę zbiornika (stan z 1977 r.) z okresem po jego uruchomieniu (stan z 2009 r.). Zmiany krajobrazu kulturowego przeanalizowano pod kątem zmian użytkowania ziemi i zagospodarowania przestrzennego. Największe zmiany użytkowania ziemi związane były z zalaniem dna doliny przez jezioro zaporowe. Ponad 15% łącznej powierzchni lasów, użytków zielonych, gruntów ornych, zabudowań i dróg zostało zajęte przez zbiornik wodny. Powstanie akwenu wodnego spowodowało rozwój budownictwa wokół zbiornika, głównie w obrębie wsi Klimkówka, na lewym zboczu doliny Ropy, oraz powstanie sieci nowych dróg. Na przyległych do zbiornika

stokach pojawiła się także zabudowa w postaci domów letniskowych pełniących nową, mieszkalno-rekreacyjną funkcję.

W kolejnym artykule powyższe zagadnienie zostało poszerzone o porównanie zmian użytkowania ziemi w dolinie Ropy z funkcjonującym zbiornikiem retencyjnym z sąsiednią doliną rzeki Białej o podobnych warunkach środowiska przyrodniczego, ale bez zbiornika (Wiejaczka i in., 2017). Porównanie wykazało, że poza obszarem zalanym przez zbiornik retencyjny, kierunki zmian struktury użytkowania ziemi i krajobrazu kulturowego są podobne w obu dolinach i wykazują analogię do kierunków zmian zachodzących na obszarze całych Karpat (m.in. wzrost powierzchni lasów, spadek powierzchni gruntów rolnych). Wskazuje to, że główne kierunki zmian użytkowania ziemi w Karpatach są w niewielkim stopniu modyfikowane w skali lokalnej i zależą głównie od zmian systemu społeczno-ekonomicznego.

Publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora:

Bucała A., 2007. *Walory krajobrazowo-rekreacyjne gminy Zawoja*. [w:] Strzyż M., Świercz A. (red.), *Badania regionalne - wybrane problemy*, IG AŚ, Kielce, 35–42

Bucała A., 2009. *Zmiany użytkowania ziemi w Gorcach na przykładzie zlewni potoków Jaszczce i Jamne w latach 1981-2004*. [w:] Bochenek W., Kijowska M. (red.), *Funkcjonowanie Środowiska przyrodniczego w okresie przemian gospodarczych w Polsce*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Szymbark, 280–286.

Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora:

Bucała A., 2012a. Współczesne zmiany środowiska przyrodniczego dolin potoków Jaszczce i Jamne. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 231, 145 ss.

Bucała A., 2012b. *Współczesne zmiany środowiska przyrodniczego pod wpływem działalności człowieka w dolinach potoków Jaszczce i Jamne (Gorce)*. *Landform Analysis*, 19, 5–15.

Bucała A., 2012c. *Wpływ zmian użytkowania ziemi na procesy morfogenetyczne na przykładzie dolin potoków Jaszczce i Jamne*. [w:] Łajczak A. (red.) *Antropopresja w wybranych strefach morfoklimatycznych - zapis zmian w rzeźbie i osadach*, *Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego*, Sosnowiec, 77, 65–71.

Bucała A., Starkel L., 2012. *Wpływ gwałtownych i powolnych zmian użytkowania ziemi na przekształcenia środowiska polskich Karpat*. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 29, 111–117.

Bucała A., Wiejaczka Ł., 2012, *Współczesne zmiany krajobrazu kulturowego doliny Ropy na podstawie analizy materiałów kartograficznych*. [w:] Plit J. (red.) *Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego*, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG*, 16, 208–218.

Bucała A., Starkel L., 2013., *Postępująca recesja rolnictwa a zmiany w środowisku przyrodniczym Polskich Karpat*. *Przegląd Geograficzny*, 85 (1), 15–29.

Bucała A., 2014a. *Stop 3.7. Jaszczce and Jamne catchments - environmental changes related to transition from communist system to free market economy in the Gorce Mts*. [w:] Dulias R., Prokop P. (red.), *Land degradation and reclamation in the Silesian Upland and the Polish*

Carpathians, 14-17 August 2014, Sosnowiec, Kraków, Faculty of Earth Sciences, University of Silesia, Department of Geoenvironmental Research, IGSO PAS, IGU Commission on Land Degradation and Desertification (COMLAND), 141–148.

Bucała A., 2014b. *The impact of human activities on land use and land cover changes and environmental processes in the Gorce Mountains (Western Polish Carpathians) in the past 50 years*. Journal of Environmental Management, 138, 4–14.

Bucała A., 2015a. *Wpływ działalności człowieka na przekształcenia krajobrazów górskich w Gorcach*. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego, 29, 23–37.

Bucała A., 2015b. *Land use/cover changes related to transition from communist system to free market economy in the Gorce Mts., Polish Carpathians, Poland*. [w:] Bičík I., Hiyama Y., Feranec J., Kupková L., (red.) Land use/cover changes in selected regions in the world, Vol.11, International Geographical Union Commission on Land Use/Cover Change, Hokkaido University of Education, Asahikawa, Japan, 43–48.

Kozak M., Bucała A., 2014. *Zmiany powierzchni zbiorowisk roślinnych na wybranych terenach porolnych w dolinach potoków Jaszcze i Jamne w Gorcach (Karpaty Zachodnie) w ciągu ostatnich 50 lat*. Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica, 21 (1), 15–26.

Wiejaczka Ł., Olędzki J.R., Bucała-Hrabia A., Kijowska-Strugała M., 2017. *A spatial and temporal analysis of land use changes in two mountain valleys: with and without dam reservoir (Polish Carpathians)*. Quaestiones Geographicae, 36 (1), 129–137.

Ad. 3. Wpływ opadów i wezbrań na dynamikę procesów stokowych i korytowych

Rola opadów ekstremalnych i wezbrań w kształtowaniu procesów stokowych i korytowych jest jednym z najczęściej podejmowanych problemów badawczych w Karpatach. Zainteresowanie tą tematyką wzrosło zwłaszcza po serii powodzi w dorzeczu Wisły w 1997, 2001, 2008 i 2010 r.

W artykułach (Bucała 2009a, b, 2010) wykazałam wpływ opadów nawałnych na przebieg procesów stokowych i korytowych w Gorcach na przykładzie dolin potoków Jaszcze i Jamne. Skutki ulew z pierwszej dekady lipca 1997 r. opisano na podstawie wizualnej analizy zdjęć lotniczych z 1997 r. Na zdjęciach zidentyfikowano 85 płytkich form osuwiskowych, które objęły 0,5% powierzchni stoków użytkowanych rolniczo. W wylesionym odcinku koryta Jamne, zidentyfikowano formy wskazujące na dominację erozji bocznej i akumulacji (Bucała 2009b, 2010). Natomiast w czasie badań terenowych w lipcu 2008 r. obserwowano bezpośrednio przebieg i skutki krótkotrwałych ulew (Bucała 2009a). Szczegółowe kartowanie skutków wezbrania wykazało, że podczas opadów nawałnych większe zmiany zachodzą w korytach potoków niż na stokach. W dolinie potoku Jamne rozmiary przekształceń były wielokrotnie większe niż w zlewni Jaszcze. Wynikało to z większego wylesienia i większej gęstości dróg w zlewni Jamne.

Przedmiotem analizy były również zmiany morfologii koryta potoku Suszanka w południowej części Beskidu Średniego, po wezbraniu z maja 2010 r. Zwrócono uwagę na trójdzielność procesów fluwialnych w potoku Suszanki, która wynikała z typowej sekwencji procesów: dominacji erozji wgłębnej w górnym odcinku oraz erozji bocznej i akumulacji w środkowym i dolnym (Bucała, Budek 2011). Kartowanie geomorfologiczne skutków wezbrania wykazało ponadto związek pomiędzy zagospodarowaniem dna doliny, tj. obecnością obiektów antropogenicznych w korycie (zwłaszcza zbyt niskich mostów i małych przepustów okularowych, blokujących transport rumoszu drzewnego i otoczków), a

przestrzennym rozkładem stref erozji i akumulacji w cieku. Nałożenie się skutków działalności człowieka na procesy naturalne, przyczyniło się do powstania największych zniszczeń gospodarczych w środkowym i dolnym biegu Suszanki (Bucala, Budek 2012).

Publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora:

Bucala A., 2009a. *Rola opadów nawalnych w kształtowaniu stoków i koryt w Gorcach na przykładzie zlewni potoków Jaszczce i Jamne*. Przegląd Geograficzny, 81 (3), 399–418.

Bucala A., 2009b. *Morfologiczna rola wezbrań w kształtowaniu koryt w Gorcach na przykładzie dolin potoków Jaszczce i Jamne*. [w:] Kasprzak L. (red.), *Badania podstawowe i aplikacyjne w naukach geograficznych*, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geoekologii i Geoinformacji UAM, Poznań, 241–248.

Bucala A., 2010. *Morphological role of floods in the shaping of stream channels in the Gorce Mountains (exemplified by Jaszczce and Jamne stream valleys)*. Geomorphologia Slovaca et Bohemica, 10 (1), 45–53.

Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora:

Bucala A., Budek A., 2011. *Zmiany morfologii koryt wskutek opadów ulewnych na przykładzie potoku Suszanka, Beskid Średni*. Czasopismo Geograficzne, 82 (4), 321–332.

Bucala A., Budek A., 2012. *Powódź a wezbranie na przykładzie Suszanki*. Aura, 12, 9–11.

Ad. 4. Rozpoznanie i udokumentowanie osuwisk oraz terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi w wybranych regionach Karpat

W latach 2010-2012 brałam udział w projekcie System Oslony Przeciwsuwiskowej (SOPO) Państwowego Instytutu Geologicznego, realizowanym na zlecenie Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Głównym celem tego projektu było rozpoznanie, udokumentowanie i zaznaczenie na mapach w skali 1:10 000 osuwisk oraz terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi w gminach na obszarze Karpat. Badania prowadzono w dwóch gminach - Szaflary (54 km²) i Łużna (56 km²). Wyniki kartowania uzupełniono objaśnieniami.

W gminie Szaflary, w ramach prac w projekcie SOPO, rozpoznano i udokumentowano 68 osuwisk o łącznej powierzchni 158 ha oraz wyznaczono 2 obszary zagrożone ruchami masowymi (ok. 8 ha) (Błaszkiwicz i in. 2011a, b). Na terenie gminy przeważają osuwiska nieaktywne. Zajmują one niewielką powierzchnię i najczęściej nie zagrażają zabudowaniom i infrastrukturze. Stwierdzono występowanie jedynie 4 aktywnych osuwisk, które położone są poza obszarami zabudowanymi. Wyjątkiem są zbocza doliny Białego Dunajca w granicach wsi Szaflary, ze stosunkowo licznymi, chociaż niewielkimi osuwiskami, gdzie równocześnie występuje gęsta zabudowa i infrastruktura.

W gminie Łużna, w ramach prac w projekcie SOPO, rozpoznano i udokumentowano 316 osuwisk, o łącznej powierzchni 842 ha. Zarejestrowano 67 osuwisk aktywnych, 118 osuwisk okresowo aktywnych, 99 osuwisk nieaktywnych, 32 osuwiska o złożonym stopniu aktywności oraz wyznaczono 5 obszarów zagrożonych ruchami masowymi (ok. 17 ha). Dominują osuwiska małe, do 5 ha (282 osuwisk) (Błaszkiwicz i in. 2012a, b). Osuwiska zajmują ok. 15% powierzchni gminy i najczęściej występują w obszarach leśnych, gdzie nie zagrażają zabudowaniom i infrastrukturze. Stwierdzono, że prace geologiczno-inżynierskie mające na celu zabezpieczenie obszaru przed dalszym osuwaniem są uzasadnione jedynie w

miejscach, gdzie dalszy rozwój osuwiska może spowodować znaczne zniszczenia w zabudowie i infrastrukturze towarzyszącej. Zebrane wyniki w projekcie SOPO umożliwiają zarządzanie ryzykiem w zakresie budownictwa mieszkaniowego i drogowego na obszarach objętych ruchami masowymi.

Kolejnym zagadnieniem podejmowanym w mojej pracy naukowej było zastosowanie modeli do analizy wpływu nawałnych opadów na powstawanie płytkich osuwisk w dolinach potoków Jaszcz i Jamne (Zydroń i in. 2016). W analizie tej porównano model Stability Index Mapping (SINMAP) (Pack et al. 1999) z modelem Iversona (2000), za pomocą których określono podatność na osuwanie stoków w zlewniach Jaszcz i Jamne. Są to modele deterministyczne, integrujące obliczenia infiltracji wód opadowych i stateczności stoków. Ogólnie lepsze dopasowanie wyników obliczeń do danych pomiarowych uzyskano, stosując model Iversona. Model SINMAP natomiast przeszacowywał powierzchnię obszaru zagrożonego ruchami masowymi (Zydroń i in. 2016).

Przeprowadzono również badania właściwości geotechnicznych pokryw stokowych w aspekcie oceny ich podatności osuwiskowej w zlewniach Jaszcz i Jamne i w warunkach laboratoryjnych (Zydroń i in. 2018). Obliczenia stateczności stoków wykonane z wykorzystaniem modelu SINMAP wykazały, że znacznie większa część analizowanego obszaru jest narażona na ruchy masowe, niż wynikało to z oceny podatności osuwiskowej wykonanej w oparciu o badania terenowe w programie SOPO. Z kolei obliczenia stateczności z wykorzystaniem analizy probabilistycznej (Geo-Slope 2010) wykazały, że prawdopodobieństwo utraty stateczności wzrasta na stokach o nachyleniu przekraczającym 20°. Wyniki obliczeń pozwoliły uzyskać bardziej szczegółowy obraz podatności badanego obszaru na ruchy masowe w porównaniu do zastosowanego wcześniej modelu SINMAP (Zydroń i in. 2018). Ponadto w pracy Zydroń i in. (2017) przedstawiono teoretyczną i praktyczną wiedzę dotyczącą ruchów masowych, tj. klasyfikację osuwisk i przyczyny ich powstawania oraz podstawowe metody badań ruchów masowych.

Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora:

Błaszkiwicz M., Bochenek W., Bucala A., Długosz M., Płoskonka D., Rączkowska Z., 2011a. *Objaśnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, Skala 1:10 000, Gmina: Szaflary. Powiat nowotarski. Województwo małopolskie. Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 22 s.*

Błaszkiwicz M., Bochenek W., Bucala A., Długosz M., Płoskonka D., Rączkowska Z., 2011b. *Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, Gmina: Szaflary. Skala 1:10 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, arkusze: M-34-88-D-b-3, M-34-88-D-B-4, M-34-88-C-a-3, M-34-88-D-d-1, M-34-88-D-d-2, M-34-88-C-c-1, M-34-88-D-d-4.*

Błaszkiwicz M., Bochenek W., Bucala A., Budek A., Długosz M., Kijowska M., Płoskonka D., Rączkowska Z., Tyszkowski S., 2012a. *Objaśnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, Skala 1:10 000, Gmina: Łużna. Powiat gorlicki. Województwo małopolskie. Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 29 s.*

Błaszkiwicz M., Bochenek W., Bucala A., Budek A., Długosz M., Kijowska M., Płoskonka D., Rączkowska Z., Tyszkowski S., 2012b. *Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, Gmina: Łużna. Skala 1:10 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy*

Instytut Badawczy, Warszawa, arkusze: M-34-78-D-d-2, M-34-79-C-c-1, M-34-79-C-c-2, M-34-79-C-c-3, M-34-79-C-c-4, M-34-91-A-a-1, M-34-91-A-a-2

Zydroń T., Bucała A., Demczuk P., Gruchot A., 2016. *Analysis of rainfall-induced shallow landslides in Jamne and Jaszcze stream valleys (Polish Carpathians) – preliminary results*. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Land Reclamation, 48 (1), 27–40.

Zydroń T., Bucała-Hrabia A., Gruchot A., Kapustova V., 2017. *Slope stability basic information*. [w:] Radecki-Pawlik A., Pagliara S., Hradecky J., Hendrickson E., Raton B. (red.), Open channel hydraulics, river hydraulic structures and fluvial geomorphology for engineers, geomorphologists and physical geographers, Taylor & Francis Group, CRC Press, 280–302.

Zydroń T., Gruchot A., Demczuk P., Bucała-Hrabia A., 2018. *Badania właściwości geotechnicznych pokryw stokowych dolin potoków Jamne i Jaszcze w Gorcach*. Inżynieria Ekologiczna, 19 (1), 44–52.

Ad. 5. Hydromorfologiczna i hydroekologiczna ocena stanu rzek w różnych strefach klimatycznych

W swojej działalności naukowej podejmowałam zagadnienia regulacji koryt cieków w świetle Ramowej Dyrektywy Wodnej Unii Europejskiej (RDW UE) (Bucała, Radecki-Pawlik 2011). W wymienionym artykule wykazano, że koryto potoku Jamne, jeszcze z początkiem lat 70. XX wieku, pozostawało nieuregulowane i pozbawione zabudowy hydrotechnicznej. W wyniku prac regulacyjnych w latach 1954-2004 na odcinku od 700 do 3640 m od ujścia, długość potoku została zmniejszona o 180 m. Umocnienia hydrotechniczne obejmują ok. 7% długości, zarówno prawego jak i lewego brzegu omawianego cieku. Wykazano, że pomimo istnienia możliwości przeprowadzenia częściowej renaturyzacji koryta, prace regulacyjne podejmowane w korycie potoku w 2002 r., nie wskazują na to, by brano przy nich pod uwagę zalecenia RDW UE. W artykule (Bucała i in. 2013) przedstawiono również wyniki analizy parametrów hydrodynamicznych w sąsiadujących ze sobą potokach Jaszcze i Jamne. Analiza warunków hydrodynamicznych skłania do wniosku, że w korytach potoków występują zróżnicowane warunki i parametry przepływu, chociaż ich zlewnie mają zbliżoną budowę geologiczną i rzeźbę terenu. Każda zauważona budowla hydrotechniczna, znajdująca się w korycie cieku lub w jego bliskiej odległości, wpływała na hydrodynamikę koryta, najczęściej poprzez swoją małą szorstkość, zwiększając przez to lokalnie prędkość wody płynącej. Stwierdzono, że w świetle wprowadzania RDW UE w Polsce i doprowadzenia wód do dobrego ekologicznego stanu, należy wziąć pod uwagę lokalne warunki hydrodynamiczne cieku, aby w ten sposób wytypować odcinki koryt wymagające renaturyzacji (Bucała i in. 2013).

Dodatkowo na podstawie indeksu Biological Monitoring Working Party (BMWP-PL) (Hawkes 1998), będącego polskim wariantem metody waloryzacji cieków, wykonano ocenę ekologicznej jakości wód w potokach Jaszcze i Jamne (Radecki-Pawlik i in. 2014). Stwierdzono występowanie od 14 do 20 taksonów bezkręgowców w trakcie dwóch poborów prób w potokach Jaszcze i Jamne. Wartości indeksu BMWP-PL, były względnie zrównoważone i mieściły się między II i III klasą tego indeksu. Zauważono jednak, że duże wartości parametrów hydrodynamicznych obserwowane w odcinkach uregulowanych koryt oraz jednorodny materiał denny zalegający w ich dnie, mogą spowodować pogorszenie warunków siedliskowych dla organizmów wodnych i makrobentosu (Radecki-Pawlik i in. 2014).

W ramach badań nad stanem rzek przeprowadzono również hydromorfologiczną ocenę ich stanu w różnych strefach klimatycznych – umiarkowanej (Gorce, Polska), półpustynnej z wpływami klimatu śródziemnomorskiego (Pustynia Negev, Izrael) i monsunowej (Wschodnie Himalaje, Indie) z zastosowaniem metody River Habitat Survey (RHS), zgodnej z wytycznymi RDW UE (Wiejaczka i in. 2014; Bucala, Wiejaczka 2015; Kijowska-Strugała i in. 2017). Dane pozyskane z inwentaryzacji hydromorfologicznej cieków pozwoliły obliczyć wskaźnik naturalności siedliska (Habitat Quality Assessment - HQA), który ocenia różnorodność naturalnych elementów koryta cieku i doliny rzecznej oraz wskaźnik przekształcenia siedliska (Habitat Modification Score - HMS), który określa zakres przekształceń antropogenicznych w morfologii cieku. Oba wskaźniki umożliwiają ocenę właściwości hydromorfologicznych rzeki w formie liczbowej. Rzeka wyróżnia się najlepszym stanem hydromorfologicznym w przypadku wysokich wartości HQA i niskich wartości HMS.

W artykule (Bucala, Wiejaczka 2015) wykazano m.in. związek pomiędzy stopniem antropopresji w dolinach gorczańskich (np. zabudowania, długość hydrotechnicznych umocnień w korycie), a stopniem przekształcenia hydromorfologii koryt i jakością siedliska potoków. Potok Jamne, z racji, iż wykazuje wyższe wartości wskaźnika HMS, odznacza się większym stopniem przekształcenia hydromorfologii w porównaniu do potoku Jaszcze. Jednak wartości wskaźnika HQA w obu potokach są zbliżone. Sugeruje to, że występowanie antropogenicznych zmian w korycie potoku nie musi prowadzić do pogorszenia jakości jego siedliska, o której współdecyduje różnorodność naturalnych elementów hydromorfologicznych. Badania prowadzone na Pustyni Negev wykazały, że największe przekształcenia charakteru siedlisk oraz jakości ekologicznej rzek nastąpiło w tych częściach dolin, które odznaczają się największą antropopresją (Kijowska-Strugała i in. 2017). Natomiast jakość siedliska rzeki Tisty (Indie) na odcinkach o zauważalnej antropopresji nie odbiega znacząco od jakości siedliska na odcinkach bez widocznej ingerencji człowieka (Wiejaczka i in. 2014).

Publikacje po uzyskaniu stopnia doktora:

Bucala A., Radecki-Pawlik A., 2011. *Wpływ regulacji technicznej na zmiany morfologii górskiego potoku: potok Jamne, Gorce*. Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumiectus, 10 (1), 3–16.

Bucala A., Plesiński K., Radecki-Pawlik A., 2013. *Warunki hydrodynamiczne oraz hydromorfologiczne w dwóch potokach gorczańskich Jaszcze i Jamne w Karpatach Polskich*. Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 22 (3), 249–261.

Radecki-Pawlik A., Bucala A., Plesiński K., Oglęcki P., 2014. *Ecohydrological conditions in two catchments in the Gorce Mountains: Jaszcze and Jamne streams – Western Polish Carpathians*. Ecohydrology & Hydrobiology, 14 (3), 229–242.

Wiejaczka Ł., Bucala A., Sarkar S., 2014, *Human role in shaping the hydromorphology of Himalayan rivers: study of the Tista River in Darjeeling Himalaya*. Current Science, 106 (5), 717–724.

Bucala A., Wiejaczka Ł., 2015. *Evaluation of the hydromorphological state of mountain streams under the influence of contemporary human activity (Polish Carpathians)*. Environmental Earth Sciences, 73, 3451–3463.

Kijowska-Strugała M., Wiejaczka Ł., Lekach J., Bucala-Hrabia A., 2017, *Diversification of the hydromorphological state and the habitat quality of streams in the Negev Desert (Israel)*. Environmental Earth Sciences, 76 (3), 76–99.

Pozostała cytowana literatura:

Geo-Slope, 2010. *Stability modeling with SLOPE/W An Engineering Methodology (4th ed.)*. Alberta: GEO-SLOPE International Ltd (2007).

Hawkes H.A., 1998. *Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system*. Water Research, 32, 964–968.

Iverson R.M., 2000. *Landslide triggering by rain infiltration*. Water Resources Research, 36 (7), 1897–1910.

Pack R.T., Tarboton D.G., Goodwin C.N., 1999. *GIS-based landslide susceptibility mapping with SINMAP*. J.A. Bay (red.) Proceedings of the 34th Symposium on Engineering Geology and Geotechnical Engineering, Logan, Utah.

PODSUMOWANIE

Wyniki podjętych przeze mnie badań w ramach całej dotychczasowej działalności naukowej zostały zaprezentowane w 70 publikacjach (w tym 57 po uzyskaniu stopnia doktora), których jestem autorką lub współautorką, stanowiących mój dorobek naukowy. Wśród moich dotychczasowych opracowań 12 to artykuły opublikowane w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej, 2 monografie, 8 rozdziałów w opracowaniach zbiorowych, 17 artykułów w czasopismach recenzowanych bez IF, 1 notatka naukowa oraz 30 abstraktów konferencyjnych (łącznie IF – 34,816, liczba cytowań: wg Web of Science – 56, wg Google Scholar – 169, Indeks Hirscha: wg Web of Science – 5, wg Google Scholar – 8 (stan na 19.07.2018)). Ponadto jestem współautorką 14 arkuszy map osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi wraz z 2 objaśnieniami do tych map. Wyniki moich prac badawczych zostały przedstawione na 33 konferencjach naukowych, w tym: 18 międzynarodowych i 15 krajowych, w formie 18 referatów oraz 19 posterów. Wyniki swoich badań zaprezentowałam także w formie 7 wykładów w instytucjach zagranicznych.

Moje osiągnięcia oraz dorobek naukowy zostały docenione m.in. przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, które w 2015 roku w drodze ogólnokrajowego konkursu przyznało mi stypendium dla młodych wybitnych naukowców na lata 2015-2018. Pełen wykaz publikacji zamieszczono w załączniku 4.

Anne Bucala-Hrabia

Kraków, dnia 19.07.2018 r.