

## **Podatność środowiska przyrodniczego na wybrane czynniki presji – studium przypadku polskiej części zlewni Białki**

---

---

### **Susceptibility of the natural environment to selected pressure factors – case study of the Polish part of the Białka river catchment**

***Paweł Krąż***

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej  
ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków  
e-mail: pawel.kraz@uj.edu.pl

*Zarys treści:* W artykule zaprezentowano wyniki badań dotyczących podatności środowiska przyrodniczego na presję związaną z czynnikami o charakterze naturalnym oraz z oddziaływaniem człowieka. Badania przeprowadzono w obszarze polskiej części zlewni Białki, a ich głównym celem była identyfikacja czynników presji w środowisku przyrodniczym i obliczenie wskaźników podatności tego środowiska na presję naturogeniczną, antropogeniczną i całkowitą. Zastosowana w pracy metoda pozwoliła na określanie obszarów, w których dochodzi do konfliktów i kolizji funkcji przyrodniczych z działalnością człowieka.

*Słowa kluczowe:* podatność środowiska, czynniki presji, antropopresja, dolina Białki

*Abstract:* The diagnosis of the state of the natural environment is a frequent task of both theoretical researchers as well as teams of experts from a variety of institutions focused on environmental protection and management. This type of planning document serves as a key tool in natural environment and landscape protection. Diagnostic documents cover the identification and characterization of the state and functioning of the environment, critical analysis of the state of the environment, analysis of primary predispositions to generate

spatial and functional structure, and evaluation of applicability to various forms of land management. In Poland, the identification of pressure factors and evaluation of environmental susceptibility could find an applied purpose in methods used to produce strategic planning documents.

Political, economic, and social change in Poland in the 1990s produced a number of changes in the magnitude of various environmental processes. An example of an environmental system experiencing change is that of the Białka river catchment, which is a valuable natural area in southern Poland, an area affected by human impact to some degree. The scientific literature includes a number of works on the functioning and structure of this natural system. It covers several additional areas of inquiry including changes in the Białka environmental system, the presence of threats thereto, and the effects of human activity on the local environment (Balon 1993, 2001, 2002a; Kukulak 1994; Kraż, Balon 2010; Duda, Ziąja 2010; Kraż 2012a, b).

The natural environment in the Białka catchment is susceptible to the effects of a number of pressure factors. The concept of susceptibility in the environmental context is defined as the yielding to pressure factors by a natural environment. The more susceptible the environment, the less stable it is, and vice versa. Less susceptible areas are more stable. However, it is also noteworthy that areas susceptible to a given type of change may not experience that particular type of change (Balon 2001).

The study area consists of Polish part of the Białka river catchment, with an area of 127 km<sup>2</sup>. It is located in the Central Western Carpathians. The study area was divided into a set of square fields (side: 700 m). Each square was analyzed for the presence of selected pressure factors. Most data were acquired directly in the field, while data for less accessible locations were obtained from topographic maps and aerial photographs.

The following environmental pressure factors were used in the study: abiotic degradation of forests, biotic degradation of forests, evolution of river channel systems, slope evolution, and renaturalization. Human impact factors included mostly tourism, agriculture, settlement, roads and associated infrastructure. In this study, several indexes were calculated: (1) environmental pressure susceptibility index, (2) human impact index, (3) comprehensive susceptibility index, which is the sum of those.

The spatial distribution of comprehensive susceptibility index values varied. Test squares with the highest index value (7) were located along the axis of the Białka Valley. Index values of 5 and 6 were also quite common in the valley. This suggests an accumulation of environmental and anthropogenic functions in the study area, which now experiences a significant amount of functional conflict. At many locations across the valley, the natural environment is resilient enough to effectively resist the effects of pressure factors. This is not merely a reference to human impact, which is usually negative, but to all the studied pressure factors.

The research method used in this study can be modified and used in a large variety of applied contexts. It can be used to identify potential conflicts between the needs of human society and the natural environment. The results of this study provide added value to planning documents. They can also be employed to support a frequently inadequate system of spatial planning and environmental protection in Poland.

*Keywords:* environmental susceptibility, pressure factors, human impact, Białka valley

## Wstęp

Diagnozowanie stanu środowiska przyrodniczego należy obecnie do jednych z częściej wykonywanych opracowań zarówno w sferze naukowej, jak i przez zespoły ekspertów z różnych instytucji, zajmujących się ochroną i kształtowaniem środowiska oraz gospodarką przestrzenną. Są to samodzielne opracowania oraz prace stanowiące część większych dokumentów planistycznych, np. opracowań ekofizjograficznych. Dokumenty takie stanowią jedno z kluczowych narzędzi ochrony środowiska i krajobrazu. Do ich podstawowych zadań należą rozpoznanie oraz charakterystyka stanu i funkcjonowania środowiska, diagnoza jego stanu, określenie predyspozycji do kształtowania struktury funkcjonalno-przestrzennej, a także oceny przydatności do różnych form zagospodarowania terenu. Rozpoznanie czynników presji oraz ocena podatności środowiska mogłyby znaleźć uznanie w metodyce opracowywania dokumentów planistyczno-strategicznych w Polsce.

Funkcjonowanie środowiska przyrodniczego uzależnione jest od wielu czynników, w tym od różnorodnego oddziaływania sił z zewnątrz (Richling, Solon 2011). Czynniki presji na to środowisko ze względu na genezę można podzielić na naturogeniczne i antropogeniczne. Czynniki naturogeniczne związane są z oddziaływaniem procesów naturalnych, które zachodzą w środowisku przyrodniczym i powodują jego zmiany. Czynniki antropogeniczne zaś dotyczą działalności człowieka, a ich rodzaj jest zmienny w czasie. Przemiany ustrojowe i społeczno-gospodarcze w latach 90. XX wieku w Polsce spowodowały wiele zmian w kierunkach funkcjonowania oraz sile i szybkości, z jaką zachodzą różne procesy w obrębie wielu systemów przyrodniczych.

Jednym z takich systemów jest zlewnia Białki – obszar o wybitnych walorach przyrodniczych, a także o zróżnicowanym stopniu presji człowieka. Funkcjonowanie, struktura, przemiany, zagrożenia i wpływ człowieka na środowisko przyrodnicze Doliny Białki zostały w różnym zakresie i stopniu opisane w literaturze (m.in. Balon 1993, 2001, 2002a; Kukulak 1994; Krąż, Balon 2010; Duda, Ziaja 2010; Krąż 2012a,b). Jest ono podatne na działanie różnych czynników presji. Pojęcie podatności środowiska przyrodniczego rozumiane jest jako łatwość na uleganie przezeń czynnikom presji. Im środowisko jest bardziej podatne, tym cechuje je mniejsza stabilność, i odwrotnie – obszary o małej podatności cechują

się większą stabilnością. Jednakże trzeba zwrócić uwagę, że obszary podatne na zmiany nie zawsze muszą tym zmianom podlegać (Balon 2001).

Celem tego artykułu było przedstawienie zróżnicowania przestrzennego podatności środowiska przyrodniczego w zlewni Białki na wybrane czynniki presji, związanej zarówno z procesami naturalnymi, jak i działalnością człowieka.

## Obszar badań

Zlewnia Białki (prawego dopływu Dunajca) obejmuje 232 km<sup>2</sup>, w tym w Polsce znajduje się 127 km<sup>2</sup>, a więc nieznacznie ponad 50% tego obszaru. Obszar ten charakteryzuje się pasową zmiennością cech środowiska przyrodniczego z południa na północ, dotyczącą wszystkich jego elementów. Ma to odbicie w regionalnych podziałach fizycznogeograficznych (Kondracki 2000, Balon i in. 1995, Balon i in. 2015). Zlewnia w całości położona jest w północno-wschodniej części Centralnych Karpat Zachodnich, które obejmują Obniżenie Podhalańskie z mezoregionami Kotliną Orawsko-Nowotarską, Pieniny, Pogórze Przedtatrzańskie, Bruzda Podtatrzańska i Magura Spiska oraz Łąncuch Tatrzański (makroregion) z mezoregionami Tatr Wysokie i Tatr Regłowe (Balon i in. 2015). Polska część zlewni Białki administracyjnie znajduje się w gminach: Bukowina Tatrzańska, Łąpsze Niżne i Nowy Targ, należących do dwóch powiatów województwa małopolskiego: tatrzańskiego i nowotarskiego.

## Metody

Obszar badawczy pokryto polami testowymi w kształcie kwadratów o powierzchni 0,49 km<sup>2</sup> (o boku 700 m). W każdym z nich identyfikowano występowanie wybranych wcześniej czynników presji. Praca w terenie obejmowała identyfikację czynników presji za pomocą odbiornika GPS, dzięki czemu każdy rekord posiadał odniesienie przestrzenne. Ponadto opracowano i wykorzystano formularz do kartowania czynników presji w terenie. Taki przebieg pracy pozwolił uniknąć błędów i umożliwił ewentualne ich korygowanie przy późniejszym opracowywaniu wyników z odbiornika GPS. Z miejsc trudno dostępnych, a także niebezpiecznych, w wysokogórskiej części Tatr, dane pozyskano z map topograficznych i aktualnych zdjęć satelitarnych.

Za naturogeniczne czynniki presji w niniejszej pracy uznano:

- abiotyczną degradację lasów – dotyczy to miejsc, w których odnotowuje się silne wiatry (Stępień, Włodarczyk 2003), duże sumy opadów śniegu, ruchy masowe oraz występowanie lawin, a także powodzi;
- biotyczną degradację lasów – m.in. narażenia na działanie niektórych gatunków owadów (gradacje) czy grzybów, istotnie wpływających na stan roślinności (Gäumann 1959); często jest to reakcja wtórna na wcześniejsze zmiany, spowodowane przez czynniki naturalne lub człowieka;
- przemodelowanie systemów korytowych rzek – proces zachodzący głównie podczas wysokich stanów wód (Krzemień 2006) przy ekstremalnych przepływach; dotyczy on także kształtowania nowych form w obrębie łóżyska rzeki (Kaczka, Wyźga 2008);
- modelowanie stoków – podczas zjawisk ekstremalnych dochodzi do wzmożenia aktywności ruchów masowych; na proces ten ma wpływ wiele czynników, m.in. budowa geologiczna, rodzaj pokrywy, nachylenie terenu, uwilgotnienie gruntu i opad efektywny (Gerlach 1976; Kotarba 1976, 1992);
- renaturalizację – zachodzi ona pod wpływem zmniejszenia lub całkowitego zaniechania działalności człowieka (Kozak 2003; Sadowski 2004; Ostafin 2009); umożliwia to przywrócenie systemowi środowiska stanu sprzed oddziaływania człowieka.

Za antropogeniczne czynniki presji w niniejszej pracy przyjęto:

- turystykę – jako czynnik, który generuje szereg różnorodnych przemian; na różnych obszarach czynnik ten oddziałuje ze zróżnicowaną siłą (Balon 2002b); wpływ turystyki rozumiany jest tu bardzo szeroko, poczynając od małej infrastruktury (szlaki turystyczne), a kończąc na olbrzymich kompleksach turystyczno-rekreacyjnych; wpływ turystyki pieszej przejawia się m.in. udeptywaniem wierzchniej warstwy gleby, brakiem pokrywy roślinnej w obrębie szlaków (Krusiec 1996; Buchawał i in. 2009; Fidelus, Rogowski 2012); kompleksy turystyczno-rekreacyjne kreują m.in. duże zmiany w rzeźbie terenu, glebie, szacie roślinnej (Rączkowska, Kozłowska 2010), w świecie zwierząt, a nawet zmianę obiegu wody, np. z uwagi na konieczność naśnieżania tras narciarskich (Krąż 2012a, Krzesiwo 2014);
- rolnictwo – wielorakość przemian, jaka następuje przy działalności rolniczej, jest związana ze sposobem użytkowania tych terenów (łąki kośne i pastwiska,

- grunty orne, odłogi) (Górz 2003; Bucała, Starkel 2012); mechanizacja rolnictwa oraz stosowanie środków chemicznych przyczyniają się do zwiększenia stopnia presji na środowisko (Martyniuk 2014); uprawy rolne powodują spadek bioróżnorodności gatunkowej (monokultury), ale z drugiej strony wypas owiec czy krów może przyczynić się do wzrostu bioróżnorodności (krokusy na tatrzańskich polanach) (Kaźmierczakowa 1990);
- osadnictwo – charakter zabudowy ma ogromne znaczenie w przekształcaniach środowiska; w obrębie obszarów zabudowanych następuje zmiana morfologii stoków (Starkel i in. 2007), zaburzenia profilu glebowego do głębokości kilku metrów, skażenie gleby i wód, lokalne zanieczyszczenia atmosfery, zmiana obiegu wody, powstawanie dzikich wysypisk śmieci (Czeppe, Malara 1986; Sadowski 2002), synantropizacja flory i fauny;
  - komunikację i infrastrukturę techniczną – w bliskości dróg o dużym natężeniu ruchu dochodzi do skażenia pierwiastkami ciężkimi wód, gleby i siedlisk, a także przerywania korytarzy migracyjnych wielu gatunków zwierząt (Nowacka 2014); powierzchnia czynna dróg asfaltowych znacznie różni się od otaczającego terenu (łąk, lasów); zmienia się obieg energii i ciepła – podczas upalnych dni powierzchnia ta nagrzewa się bowiem do znacznych temperatur (Kłysik 1985), a także obieg wody – niemożliwa jest infiltracja wody opadowej, z nagrzanego asfaltu następuje szybkie odparowanie wody; infrastruktura techniczna to przede wszystkim liczne sieci wysokiego i niskiego napięcia, transformatory, które mają także swój negatywny wpływ na środowisko biotyczne oraz człowieka (Koreleski 2005);
  - inne formy gospodarki człowieka – dotyczy wykorzystania przez człowieka potencjału środowiska przyrodniczego, jego zasobów oraz ingerencji w to środowisko; wymienić tutaj można np. wykorzystywanie wód rzek do celów pitnych oraz np. do naśnieżania stoków, jak również wszelkie zabiegi w środowisku – regulacje rzek, piętrzenie wód (Lachota 2009; Krzemień i in. 2015) itp.
- Obliczono dla każdego pola testowego, podobnie jak w pracy J. Balona (2007), indeks podatności na naturogeniczne czynniki presji (IPn), w którym zastosowano wzór:

$$IPn = \sum_{i=1}^n c_i$$

gdzie:

$c_i$  to czynnik presji,

dla  $n = 5$ .

Podobnie wyliczono indeks podatności na antropogeniczne czynniki presji (IPa), stanowiący sumę antropogenicznych czynników presji. Dla każdego pola testowego dodatkowo obliczono indeks całkowity podatności na czynniki presji (IP), wg wzoru:

$$IP = \sum_{i=1}^n c_i$$

gdzie:

$c_i$  to czynnik presji,

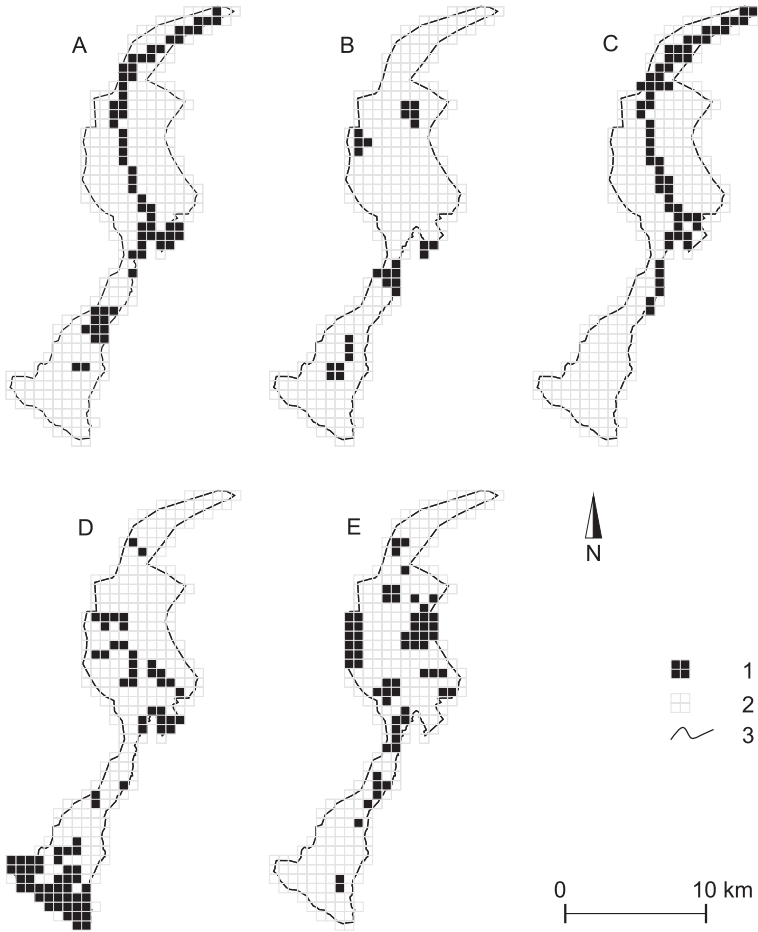
dla  $n = 10$ .

W dalszej kolejności obliczono procentowy rozkład IP oraz dokonano analizy rozmieszczenia przestrzennego IP w polach testowych.

## Wyniki

### Przestrzenne zróżnicowanie naturogenicznych czynników presji

Większość miejsc, gdzie zachodzi abiotyczna degradacja lasów, znajduje się w dninie doliny Białki (ryc. 1). Na większości jej odcinków dno to porasta las łęgowy, który jest typowym zbiorowiskiem leśnym na obszarach wilgotnych, a głównym czynnikiem warunkującym ich występowanie jest poziomy ruch wody (Matuszkiewicz 1976). Degradacja lasów następuje tu podczas większych wezbrań i powodzi. Na wierzchowinach południowej części Pogórzy Przedtatrzańskich obserwuje się duży udział degradacji lasów związany z czynnikami abiotycznymi. Częste silne wiatry od strony Tatr (szczególnie halny) powodują tam duże zniszczenia drzewostanów (Jewuła 1974; Grodzki, Guzik 2009). Zjawisko to zachodzi na 18% powierzchni całego obszaru. Jeżeli wziąć natomiast pod uwagę wyłącznie powierzchnię pokrytą lasem, to ponad 50% jest narażona na abiotyczną degradację. Lasy te podlegają również degradacji biotycznej na 7% ich obszaru i narażone



Ryc. 1. Rozmieszczenie naturogenicznych czynników presji

Fig. 1. Spatial distribution of environmental pressure factor values

*Objaśnienia:* A – abiotyczna degradacja lasów, B – biotyczna degradacja lasów, C – przemodelowanie systemów korytowych rzek, D – modelowanie powierzchni stoków, E – renaturalizacja, 1 – występowania czynnika presji, 2 – brak czynnika presji, 3 – obszar badań

*Explanations:* A – abiotic degradation of forests, B – biotic degradation of forests, C – evolution of river channel systems, D – slope surface evolution, E – renaturalization, 1 – impact of pressure factors, 2 – absence of impact of pressure factors, 3 – study area

*Źródło:* opracowanie własne./Source: author's own work.



są na obniżenie ich kondycji zdrowotnej w związku z gradacją szkodników oraz działalnością niektórych ssaków, takich jak sarna czy jelen, zwłaszcza w młodniakach (Skrzydłowski 2013). Szczególnie dotyczy to większych kompleksów leśnych, znajdujących się z dala od zabudowy.

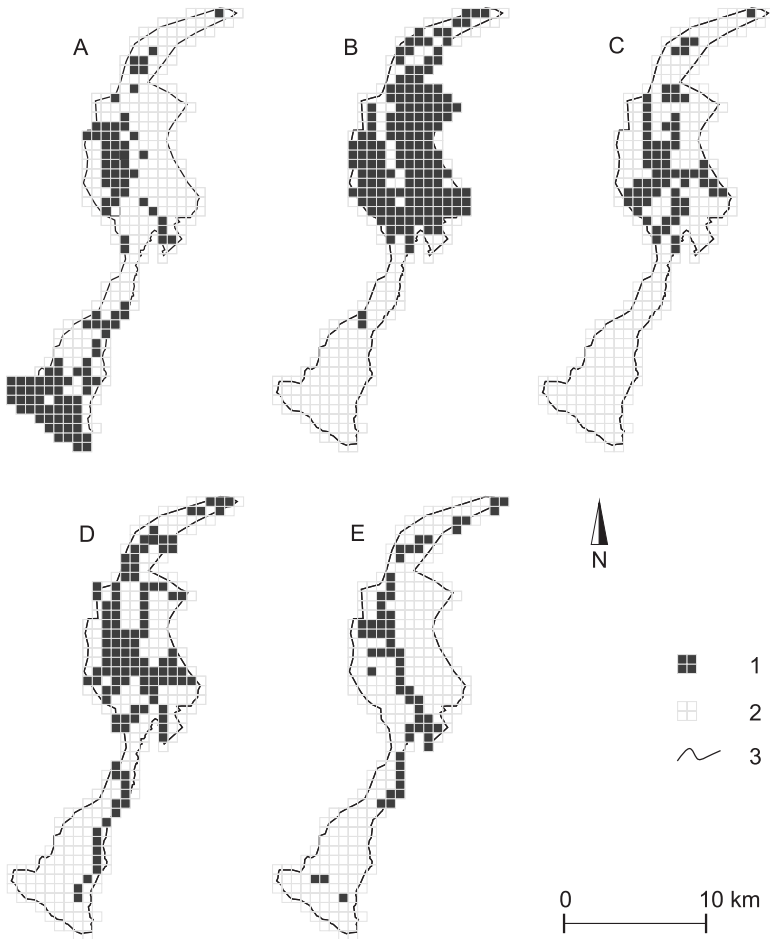
Miejsca, w których dochodzi do znacznych przekształceń w korytach rzek, stanowią 18% powierzchni obszaru badań. Zjawisko to dotyczy przede wszystkim Białki, ale również dolnych odcinków jej dopływów. Rzeka ta prowadzi znaczne ilości wody, generujące dużą moc strumienia, co wpływa na częste zmiany rzeźby koryta i łożyska rzeki. Procesy te nasilają się podczas ekstremalnych opadów i wzbrań. Zlewnie cząstkowe są mniej zasobne w wodę, więc procesy takie zachodzić mogą tam jedynie w środkowych i dolnych odcinkach tych cieków.

Przemodelowanie powierzchni stoków dotyczy 24% powierzchni obszaru badań. Zjawisko to obserwuje się głównie na stromych stokach wysokogórskiej części Tatr, położonych ponad górną granicę lasu. Duże natężenie procesów stokowych występuje w pogórskiej części Doliny Białki (okolice Jurgowa, Bukowiny Tatrzańskiej i Czarnej Góry). Szczególnie podczas rozlewnych opadów, na załomie stoku i dna doliny, dochodzi do powstania osuwisk i spływów zwietrzelinowych.

Proces renaturalizacji, zainicjowany zmianą użytkowania terenu, a w szczególności porzuceniem użytków rolnych, występuje na 18% powierzchni obszaru badań. Renaturalizacja ta zachodzi na terenach położonych ponad dnem doliny Białki, na stokach, gdzie nieopłacalne jest dzisiaj rolnictwo. Widoczny jest też proces zarastania śródleśnych polan tatrzańskich, objętych od 1954 r. ochroną przez Park Narodowy. Pewne elementy renaturalizacji, częściowo jednak sterowane przez człowieka, występują w rejonie rezerwatu przyrody Przełom Białki pod Krempachami. Do dzisiaj obserwuje się tam wtórną sukcesję roślinną po zaprzestaniu gospodarki rolnej.

### **Przestrzenne zróżnicowanie antropogenicznych czynników presji**

Oddziaływanie turystyki na obszarze badań wiąże się przede wszystkim z cennymi i unikatowymi w skali kraju walorami krajobrazowymi oraz atrakcyjną bazą turystyczną. Wyraźnie wyodrębniają się dwa rejon (ryc. 2), gdzie czynnik ten odgrywa istotną rolę: rejon wysokogórskiej części Tatr oraz okolice Bukowiny Tatrzańskiej i Białki Tatrzańskiej. Oddziaływanie turystyki w rejonie Tatr skupia się



Ryc. 2. Rozmieszczenie antropogenicznych czynników presji

Fig. 2. Spatial distribution of anthropogenic pressure factor values

*Objaśnienia:* A – oddziaływanie turystyki, B – rolnictwo, C – osadnictwo, D – komunikacja i infrastruktura techniczna, E – gospodarka człowieka, 1 – występowania czynnika presji, 2 – brak czynnika presji, 3 – granica obszaru badań

*Explanations:* A – impact of tourism, B – agriculture, C – human settlement, D – roads and associated infrastructure, E – economic impacts, 1 – impact of pressure factors, 2 – absence of impact of pressure factors, 3 – study area

*Źródło:* opracowanie własne./Source: author's own work.

w sąsiedztwie szlaków turystycznych oraz stoków z licznymi drogami wspinaczkowymi. W okresie letnim doskonałym miejscem do wypoczynku i rekreacji są kamieniska nad Białką, co zaznacza się w rozkładzie przestrzennym. Bezpośrednim oddziaływaniem turystyki objętych jest 32% powierzchni badanego obszaru. Udział ten byłby zapewne znacznie większy, gdyby doliczyć inne aspekty, jak choćby ruch kołowy związany z przemieszczaniem się turystów, zabudowania służące do zakwaterowania turystów itp.

Gospodarka rolna prowadzona jest na pogórskiej części obszaru badań. Właściwie, poza użytkowaną pastersko Rusinową Polaną (wypas kulturowy), na obszarze Tatrzańskiego Parku Narodowego nie występuje rolnictwo, o czym decyduje ochrona prawna tego obszaru, ale również niedogodne warunki m.in. zbyt duże nachylenia stoków, surowszy klimat itd. Rolnictwo zajmuje blisko połowę (46%) powierzchni obszaru. Natomiast wykluczając obszar Tatrzańskiego Parku Narodowego, na pogórskiej części zlewni rolnictwo występuje na 69% powierzchni. Najmniejsza presja rolnicza zachodzi w dnie doliny Białki, gdzie zlokalizowane są osadnictwo oraz infrastruktura komunikacyjna, a rolnictwo przetrwało tylko miejscami w obrębie płaskiej terasy zalewowej.

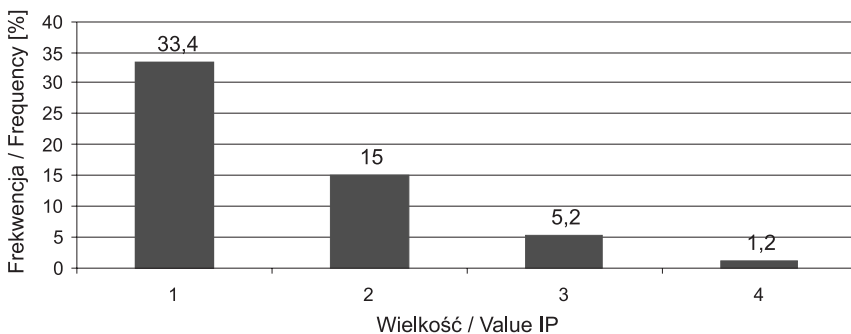
Osadnictwo zajmuje 19% powierzchni testowych i, podobnie jak gospodarka rolna, występuje wyłącznie w pogórskiej części obszaru. Jego lokalizacja nawiązuje do teras w dnach dolin (głównie Białki) oraz łagodnie nachylonych stoków czy płaskich wierzchołków. W dnach dolin oraz na wierzchołkach (Bukowina Tatrzańska) zabudowa ma charakter zwarty, a na stokach, w związku z różnicami nachylenia i innymi czynnikami, przybiera charakter rozproszony. Ostatnio modne staje się budowanie domów (często letniskowych) na dość stromych stokach o ekspozycji południowej, z widokiem na Tatry (m.in. w Czarnej Górze), jednak zjawisko to nie jest obecnie bardzo ekspansywne.

Oddziaływania komunikacji i infrastruktury technicznej są ściśle związane z osadnictwem i gospodarką, która wymaga m.in. drogi dojazdowej, dostępu do energii elektrycznej i bieżącej wody. Sieć dróg nawiązuje do przebiegu doliny Białki i tworzy węzeł komunikacyjny w centralnej części zlewni, gdzie krzyżują się główne trasy. Udział oddziaływania tego czynnika presji w powierzchni badanego obszaru wynosi 33%. Gospodarka człowieka skupia się w głównej mierze w dnie Doliny Białki, obejmując 18% powierzchni zlewni. Generalnie wiąże się ona

z wykorzystaniem potencjału środowiska przyrodniczego rzeki. Z rzeki pobierane są duże ilości wody do celów gospodarczych, wykorzystuje się również jej energię, np. do uruchomienia silników wodnych (m.in. tartaki). Na rzece prowadzi się różne prace hydrotechniczne, takie jak regulacja jej brzegów czy piętrzenie wody w zbiorniku na Dunajcu lub Kaniowskim Potoku.

### Podatność na naturogeniczne czynniki presji

Powierzchnia pól testowych, na której stwierdzono podatność na oddziaływanie naturogeniczných czynników presji, stanowi 54,7% obszaru badań (ryc. 3). Procentowy rozkład indeksu podatności na naturogeniczne czynniki presji przedstawiono na wykresie (ryc. 4). Nie stwierdzono nigdzie maksymalnej możliwej wartości IPn wynoszącej 5. Najwyższą wartość (4) zanotowano w czterech tylko polach badawczych, gdzie do Białki wpływa Jaworowy Potok. Podczas ekstremalnych zdarzeń dochodzi tu do przemodelowania koryta, wzrostu natężenia procesów stokowych, a podczas silnych wiatrów następuje także degradacja lasów. Bardzo wyraźnie odznacza się dno Doliny Białki, gdzie wartości indeks IPn osiągnęły

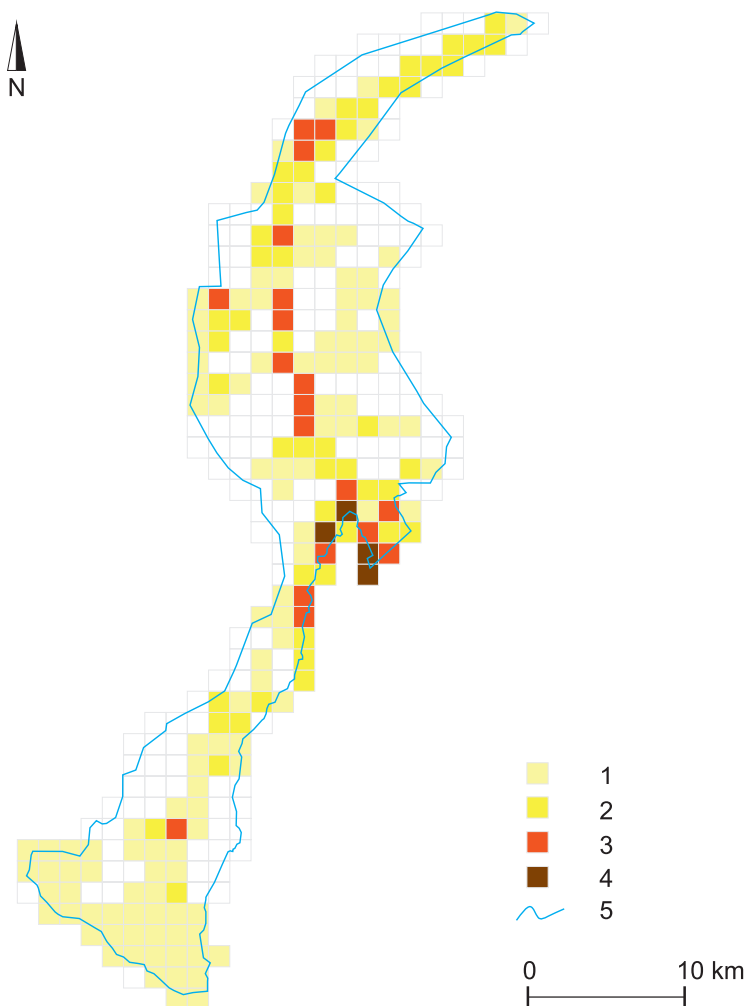


Ryc. 4. Procentowy rozkład indeksu podatności środowiska na naturalne czynniki presji (IPn)

Fig. 4. Distribution (%) of index values of environmental susceptibility to environmental pressure factors (IPn)

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own work.



Ryc. 3. Rozmieszczenie indeksu podatności środowiska (IPn) na naturogeniczne czynniki presji

Fig. 3. Spatial distribution of index values of environmental susceptibility (IPn) to environmental pressure factors

Objaśnienia: 1-4 – wartość wskaźnika, 5 – obszar badań

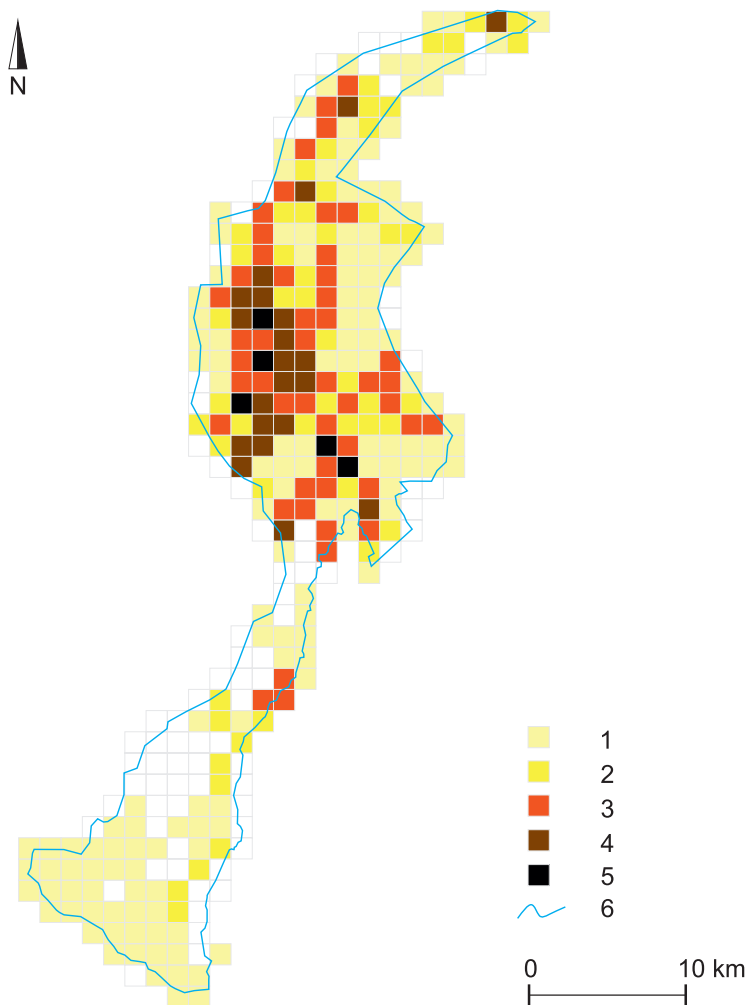
Explanations: 1-4 – magnitude of the susceptibility index, 5 – study area

Źródło: opracowanie własne./Source: author's own work.

miejscami 3. Świadczy to o nagromadzeniu tam różnych funkcji przyrodniczych, jakie w krajobrazie pełni dolina. Wartość indeksu IPn wynoszącą 1 stwierdzono dla 33,4% pól testowych. Blisko połowa obszaru (45,3%) ma wartość indeksu IPn równą 0, gdyż nie stwierdzono tam żadnego z wymienionych czynników presji. Na obszarach tych przemiany naturalne zachodzą wolniej, a ich obserwacja wymaga dłuższego czasu. Pola te obejmują obszary wododzielne, części wierzchowin oraz miejsca z dominacją czynników antropogenicznych.

### **Podatność na antropogeniczne czynniki presji**

Powierzchnia pól testowych, na których stwierdzono podatność środowiska na antropogeniczne czynniki presji, stanowi 74,9% obszaru badań (ryc. 5). Maksymalna wartość indeksu IPa = 5 została stwierdzona w 5 polach podstawowych, które stanowią tylko 1,4% powierzchni (ryc. 6). Najwyższe wartości indeksu IPa występują w polach testowych w pogórskiej części obszaru badań, a szczególnie wysokie (3–4) w Dolinie Białki. Terasy tej doliny zajęte są przez zabudowę, biegną tamtędy główne drogi i koncentruje gospodarczą działalność człowieka. Część zachodnia wykazuje wyższe wartości tego wskaźnika niż wschodnia. Różnica ta jest spowodowana różną przynależnością administracyjną tych regionów w czasach historycznych; rozwój gospodarczy spiskiej części obszaru badań jest wyraźnie opóźniony w stosunku do części położonej na zachód od Białki. Stan środowiska przyrodniczego wydaje się znacznie lepszy od poddanej intensywniejszej antropopresji okolicy Bukowiny Tatrzańskiej i Białki Tatrzańskiej. Niskie wartości indeksu IPa = 1–2 związane są przede wszystkim z gospodarką rolną w części pogórskiej, natomiast w części tatrzańskiej wyraźnie wpływa na to turystyka. Pozostałe formy działalności gospodarczej na obszarze Tatrzańskiego Parku Narodowego, ze względu na jego ochronę prawną, nie występują. W części tatrzańskiej wskazać można też miejsca, w których nie ma oddziaływania turystyki, z powodu braku szlaków turystycznych, stąd wartość indeksu IPa jest tam równa 0. W odcinku ujściowym Białki występują również obszary, gdzie nie obserwowano żadnego z oznaczanych czynników presji. Są to miejsca oddalone od zabudowań, pozbawione dróg, gdzie działalność rolnicza stała się nieopłacalna, z racji potencjalnej możliwości zniszczenia upraw w okresie powodzi.



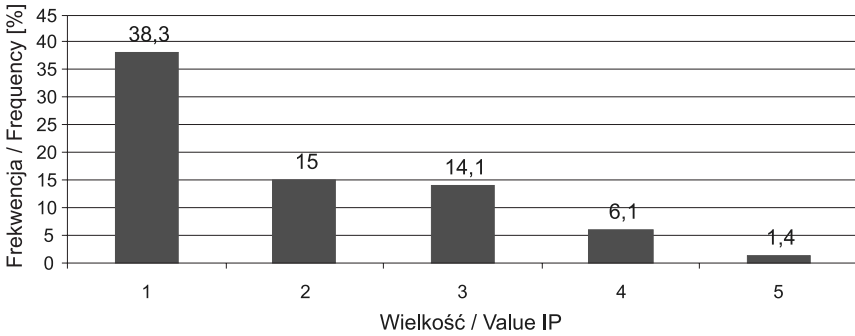
Ryc. 5. Rozmieszczenie indeksu podatności środowiska (IPa) na antropogeniczne czynniki presji

Fig. 5. Spatial distribution of index values of environmental susceptibility (IPa) to anthropogenic pressure factors

Objaśnienia: 1-5 – wartość wskaźnika, 6 – obszar badań

Explanations: 1-5 – magnitude of the susceptibility index, 6 – study area

Źródło: opracowanie własne./Source: author's own work.



Ryc. 6. Procentowy rozkład indeksu podatności środowiska na antropogeniczne czynniki presji (IPa)

Fig. 6. Distribution (%) of index values of environmental susceptibility to anthropogenic pressure factors (IPa)

Źródło: opracowanie własne.

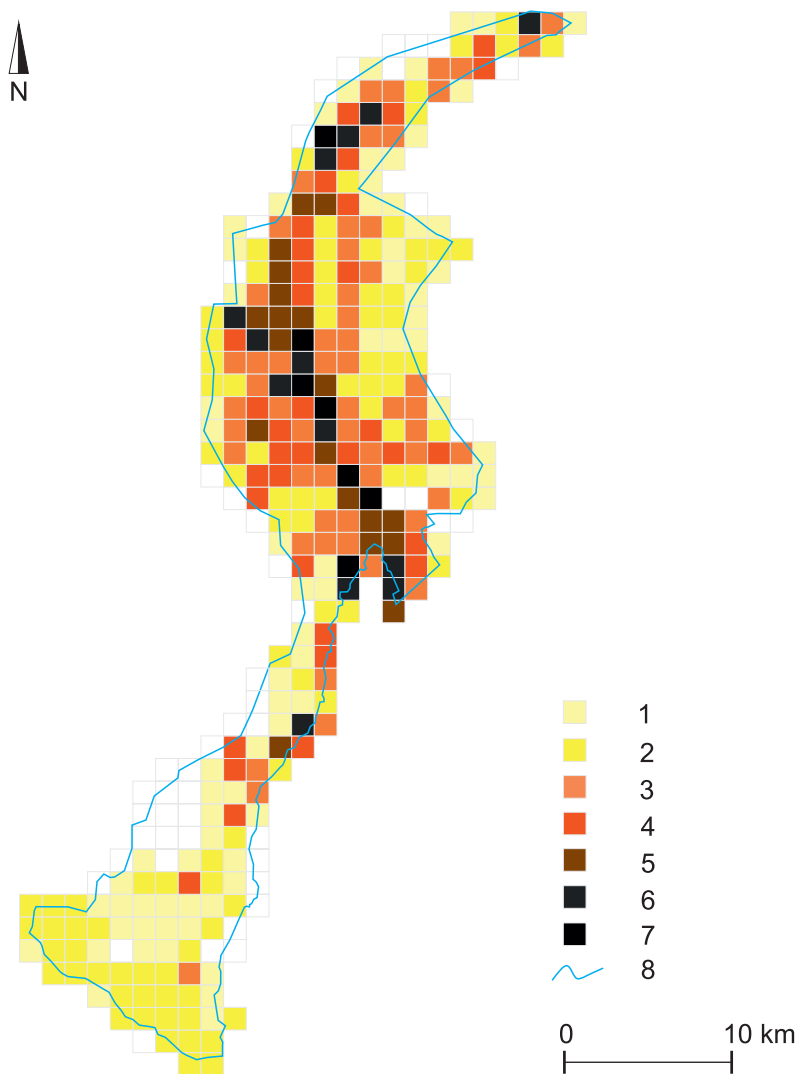
Source: author's own work.

### Przestrzenny rozkład podatności całkowitej środowiska przyrodniczego

Podatność całkowitą wyrażono jako sumę indeksów cząstkowych podatności IPn i IPa. Nigdzie nie występuje potencjalnie możliwa maksymalna wartość indeksu podatności środowiska IP, czyli 10 (ryc. 7). Maksymalne wartości IP (ryc. 8) wynoszą 7 (2% pól testowych). Wartość IP = 0 występuje w obrębie 41 pól testowych, co stanowi 11,8% obszaru. Minimalną wartość indeksu IP (1) mają 74 pola (21,3%). Średnia wartość IP dla całego obszaru wynosi 2,27, a łączna liczba czynników presji wynosi 788. Średnia wartość jest wyższa od wartości średniej IPn (0,83) i IPa (1,12). Największą powierzchnię (26,5%) zajmują pola o wartości IP równej 2.

Rozmieszczenie przestrzenne wartości IP jest zróżnicowane. Pola o najwyższym indeksie IP (7) są zlokalizowane wzdłuż osi Doliny Białki. Również duży udział w Dolinie Białki mają pola o wartości IP wynoszącej 5–6. Świadczy to o nagromadzeniu się funkcji przyrodniczych i antropogenicznych na tym obszarze. Dolina Białki jest miejscem dużego konfliktu funkcjonalnego. Wysoką wartość





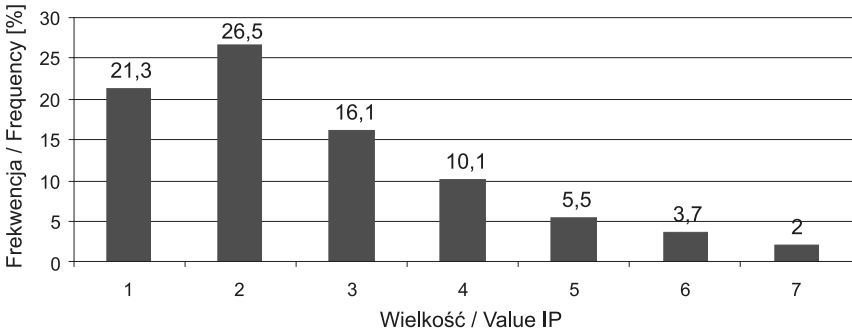
Ryc. 7. Rozmieszczenie indeksu całkowitego podatności środowiska (IP)

Fig. 7. Spatial distribution of index values of comprehensive environmental susceptibility (IP)

Objaśnienia: 1-7 – wartość wskaźnika, 8 – obszar badań

Explanations: 1-7 – magnitude of the susceptibility index, 8 – study area

Źródło: opracowanie własne./Source: author's own work.



Ryc. 8. Procentowy rozkład indeksu całkowitego podatności środowiska (IP)

Fig. 8. Distribution (%) of index values of comprehensive environmental susceptibility (IP)

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own work.

IP reprezentują okolice przełomu Białki między Kramnicą a Obłazową. W części pogórskiej zaznacza się asymetria pomiędzy częścią wschodnią a zachodnią. Na Łysej Polanie na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego, dawnym przejściu granicznym, obecnie odbywa się ruch kołowy, co powoduje podwyższenie się stopnia antropopresji. Okolice Łysej Polany posiadają wysoką wartość IP (6), co spowodowane jest dużą liczbą naturalnych i antropogenicznych czynników presji. Rejon Morskiego Oka w Tatrach, na tle pozostałej części obszaru tatrzańskiego, wykazuje relatywnie wysoki (4) poziom IP. Stosunek indeksu IP<sub>n</sub> do IP<sub>a</sub> wynosi tu 1:3, zatem taką wartość indeksu IP w okolicach Morskiego Oka należy przypisać wysokiemu poziomowi antropopresji. W procentowym rozkładzie IP największy udział (26,5%) ma IP równy 2, a wraz ze wzrostem wartości IP jego udział w rozkładzie maleje. Optymistyczny jest fakt, że udział indeksu podatności na antropogeniczne czynniki presji (IP<sub>a</sub>) maleje wraz ze zwiększaniem się jego wartości, a więc synergiczne oddziaływanie antropogenicznych czynników presji ogranicza się do kilku miejsc na obszarze badań.

## Podsumowanie i wnioski

Zlewnia Białki poddana jest działaniu różnych czynników presji, zarówno pochodzenia naturalnego, jak i tym związanym z oddziaływaniem człowieka. Podatność środowiska na ich działanie jest bardzo zróżnicowana ze względu na grupy czynników, a także przestrzennie. W wielu miejscach środowisko przyrodnicze posiada na tyle wysoki stopień odporności, że nie poddaje się działaniu tych czynników presji. Nie chodzi tu wyłącznie o antropopresję (która na ogół ma negatywny wydźwięk), lecz o jej wszystkie rodzaje. Zastosowana w pracy metoda, oczywiście po modyfikacjach, daje duże możliwości praktyczne. Za jej pomocą można identyfikować miejsca potencjalnych konfliktów i kolizji, gdzie dochodzi do zderzenia się funkcji przyrodniczej z interesem i działalnością człowieka. Przy wykorzystaniu systemów informacji geograficznej możliwe jest bardzo szybkie zestawianie poszczególnych czynników lub ich grup, dzięki czemu można uzyskać informację o natężeniu i sile konfliktów w przestrzeni. Ponadto w dość łatwy sposób dokonuje się różnego rodzaju analiz przestrzennych. Otrzymane wyniki stanowią wartość dodaną, której nierzadko brakuje w opracowaniach planistycznych, a niejednokrotnie mogłyby wesprzeć, w wielu przypadkach niezadowolający, system planowania przestrzennego i ochrony środowiska przyrodniczego w Polsce.

## Bibliografia

- Balon J., 1993, *Struktura i funkcjonowanie polskiej części zlewni Białki w Tatrach*, Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 196.
- Balon J., 2001, *Podatność geosystemów górskich na zmiany antropogeniczne na przykładzie Doliny Białki w Tatrach* [w:] K. German, J. Balon (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Polski a jego funkcjonowanie*, Problemy Ekologii Krajobrazu t. 10, 764–771.
- Balon J., 2002a, *Antropogeniczne przemiany środowiska w Tatrach na przykładzie zlewni Białki* [w:] Borowiec W., Kotarba A., Kownacki A., Krzan Z., Mirek Z. (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr*, TPN, PTPNoZ, Kraków-Zakopane, 341–347.
- Balon J., 2002b, *Regionalne zróżnicowanie konfliktów człowiek-środowisko na obszarze Tatrzańskiego Parku Narodowego* [w:] Partyka J. (red.), *Użytkowanie turystyczne parków narodowych*, Ojców, 715–722.

- Balon J., 2007, *Stabilność środowiska przyrodniczego Karpat Zachodnich powyżej górnej granicy lasu*, IGiGP UJ, Kraków, 262.
- Balon J., German K., Kozak J., Malara H., Widacki W., Ziaja W., 1995, *Regiony fizycznogeograficzne* [w:] J. Warszyńska (red.), *Karpaty Polskie. Przyroda, człowiek i jego działalność*, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Balon J., Jodłowski M., Krąż P., 2015, *Karpaty – regionalizacja fizycznogeograficzna* [w:] K. Dąbrowska, M. Guzik (red.), *Atlas Tatr – Przyroda nieożywiona*, Wydawnictwo Tatrzańskiego Parku Narodowego.
- 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.
- Buchwał A., Fidelus J., Rogowski M., 2009, *Relief transformation along footpaths in the Rila, Pirin and Western Tatra Mountains*, *Landform Analysis*, 10, 18–25.
- Czeppe Z., Malara H., 1986, *Zagrożenia środowiska obszarów górskich przez dzikie wysypiska śmieci*, *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 67.
- Duda E., Ziaja W., 2010, *Wpływ turystyki i rekreacji na środowisko przyrodnicze i krajobraz Białki Tatrzańskiej*, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, t. 27, 131–140.
- Fidelus J., Rogowski M., 2012, *Geomorfologiczne skutki turystycznego użytkowania grzbietów górskich na przykładzie ścieżek pieszych w Tatrach Zachodnich i górach Bucegi (Rumunia)*, *Landform Analysis*, 19, 29–40.
- Gäumann E., 1959, *Nauka o chorobach infekcyjnych roślin*, PWRiL, Warszawa.
- Gerlach T., 1976, *Współczesny rozwój stoków w polskich Karpatach fliszowych*, *Prace Geograficzne IG PAN*, 122, 116.
- Górz B., 2003, *Społeczeństwo i gospodarka Podhala w okresie transformacji*, Wyd. Akademia Pedagogiczna, Kraków, 238.
- Grodzki W., Guzik M., 2009, *Wiatro- i śniegołomy oraz gradacja kornika drukarza w Tatrzańskim Parku Narodowym na przestrzeni ostatnich 100 lat. Próba charakterystyki przestrzennej* [w:] M. Guzik (red.), *Długookresowe zmiany w przyrodzie i użytkowaniu TPN*, Wydawnictwa Tatrzańskiego Parku Narodowego, Zakopane, 33–46.
- Jewuła E., 1974, *Rejonizacja szkód powodowanych przez wiatry w drzewostanach górskich i podgórskich południowej Polski*, *Sylwan*, 10, 54–63.
- Kaczka R.J., Wyźga B., 2008, *Formowanie i dynamika kęp rzek górskich w zapisie dendrochronologicznym na przykładzie dolnego biegu Białki* [w:] B. Wyźga (red.), *Stan środowiska*

- rzek południowej Polski i możliwości jego poprawy – wybrane aspekty*, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, 93–102.
- Kaźmierczakowa R., 1990, *Wpływ wypasu na biocenozy polan reglaowych w Tatrach (podsumowanie)* [w:] R. Kaźmierczakowa (red.), *Wypas owiec a zachowanie biocenoz polan reglaowych w Tatrach*. *Studia Naturae – Seria A*, 34, 163–173.
- Kłysik K., 1985, *Wpływ struktury termiczno-wilgotnościowej przyziemnych warstw powietrza na klimat lokalny w wybranych warunkach terenowych*, *Acta Geogr. Lodz.*, 49.
- Kondracki J., 2000, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- Koreleski K., 2005, *Oddziaływanie napowietrznych linii energetycznych na środowisko człowieka*, *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich*, 2, 47–59.
- Kotarba A., 1976, *Współczesne modelowanie węglanowych stoków wysokogórskich*, *Prace Geograficzne*, IGiPZ PAN, 120, Warszawa.
- Kotarba A., 1997, *Formation of High-Mountain Talus slopes Related to Debris-Flow Activity in the High Tatra Mountains*, *Permafrost and Periglacial Processes*, 8, 191–204.
- 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, 369–375.
- Krąż P., Balon J., 2010, *Przemiany środowiska przyrodniczego zlewni Białki na Podtatrzu* [w:] A.. Kotarba (red.), *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek*, tom I, *Nauki o Ziemi*, TPN i PTPNoZ, Zakopane, 77–82.
- Krąż P., 2012a, *Antropogeniczne zagrożenia środowiska przyrodniczego Doliny Białki*, *Prace Geograficzne UJ*, z. 128, 45–54.
- Krąż P., 2012b, *Problemy w zarządzaniu systemem krajobrazowym Doliny Białki*, *Zarządzanie systemami krajobrazowymi*, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, t. 33, 229–234.
- Krusiec M., 1996, *Wpływ ruchu turystycznego na przekształcanie rzeźby Tatr Zachodnich na przykładzie Doliny Chochołowskiej*, *Czasopismo Geograficzne*, 67, 303–320.
- Krzemień K., 2006, *Badania struktury i dynamiki koryt rzek karpackich*, *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich* 4 (1), 131–142.
- Krzemień K., Gorczyca E., Sobucki M., Liro M., 2015, *Effects of environmental changes and human impact on the functioning of mountain river channels, Carpathians, southern Poland*, *Annals of Warsaw University of Life Sciences*, *Land Reclamation*, 47 (3), 249–260.
- Krzeseño K., 2014, *Rozwój i funkcjonowanie stacji narciarskich w polskich Karpatach*, IGiP UJ, Kraków.

- Kukulak J., 1994, *Antropogeniczne przemiany w środowisku przyrodniczym Podhala w latach 1931–1988* [w:] B. Górz (red.), *Studia nad przemianami Podhala*, Prace Monograficzne WSP, Kraków, 265–285.
- Latocha A., 2009, *Wpływ działalności człowieka na procesy korytowe na przykładzie Nysy Kłodzkiej między Bystrycą Kłodzką a Kłodzkiem*, *Przyroda Sudetów*, 12, 99–122.
- Martyniuk S., 2014, *Czy rolnictwo konwencjonalne (intensywne) szkodzi mikroorganizmom glebowym?*, *Polish Journal of Agronomy*, 17, 25–29.
- Matuszkiewicz J., 1976, *Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski*, Cz. 3, *Lasy i zarośla łągowe*, *Phytocoenosis* 5, 1.
- Nowacka D., 2014, *Wpływ inwestycji drogowych na zwierzęta – działania minimalizujące*, *Budownictwo i architektura*, 13(1), 63–73.
- Ostafin K., 2009, *Zmiany granicy rolno-leśnej w środkowej części Beskidu Średniego od połowy XIX wieku do 2005 roku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Rączkowska Z., Kozłowska A., 2010, *Wpływ turystyki na rzeźbę i roślinność przy ścieżkach w otoczeniu Kasprowego Wierchu* [w:] Z. Krzan (red.), *Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem*, t. 3, *Człowiek a środowisko*, Zakopane, 21–28.
- Richling A., Solon J., 2011, *Ekologia krajobrazu*, Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- Sadowski P., 2002, *Zagrożenie środowiska przyrodniczego gór przez dzikie wysypiska śmieci na przykładzie Pcimia w Beskidzie Średnim* [w:] K. German, J. Balon (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Polski a jego funkcjonowanie*, IGiGP UJ, Kraków.
- Sadowski P., 2004, *Renaturalizacja środowiska a wybrane walory krajobrazowe wschodniej części Beskidu Średniego* [w:] M. Kistowski (red.), *Studia ekologiczno-krajobrazowe w programowaniu rozwoju zrównoważonego. Przegląd polskich doświadczeń u progu integracji z Unią Europejską*, Gdańsk, 303–311.
- Skrzydłowski T., 2013, *Przewodnik przyrodniczy po Tatrach Polskich*, Wydawnictwo Tatrzańskiego Parku Narodowego.
- Starkel L., Pietrzak M., Łajczak M., 2007, *Wpływ zmian użytkowania ziemi i wzrostu częstotliwości ekstremalnych opadów na obieg wody i erozję oraz ochronę zasobów przyrodniczych Karpat*, *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 54, s. 19–31.
- Stępień E., Włodarczyk L., 2003, *Analiza uszkodzeń powodowanych przez wiatr w drzewostanach sosnowych na gruntach porolnych* [w:] A. Miller (red.) *Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego*, Poznań, 681–687.