

## **Badania stabilności środowiska jako podstawa planowania ekologiczno-krajobrazowego w górach**

Racjonalne gospodarowanie środowiskiem przyrodniczym to – wedle coraz powszechniej panujących opinii – gospodarowanie zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju (Kistowski, 2003). Nie wnikając w rozważania teoretyczne dotyczące zrównoważonego rozwoju, warto wskazać na kilka postulatów wynikających z tych zasad. Należą do nich:

- dostosowanie sposobu gospodarowania środowiskiem do jego zasobów i możliwości,
- zachowanie możliwości odtwarzania się zasobów naturalnych i racjonalne użytkowanie zasobów nieodnawialnych,
- ograniczenie antropopresji – nieprzekraczanie granic odporności środowiska,
- zachowanie bioróżnorodności,
- zachowanie równowagi funkcjonalnej w środowisku.

Obszary górskie, położone powyżej górnej granicy lasu – będące przedmiotem rozważań niniejszego artykułu – cechują się znaczną dynamiką funkcjonowania i intensywnością przemian środowiska, zachodzących zarówno pod wpływem czynników naturalnych, jak i antropopresji (Balon i in., 2001). W tych obszarach zachowanie postulatów zrównoważonego rozwoju w planowaniu ekologiczno-krajobrazowym jest szczególnie istotne; konsekwencje ewentualnych błędów mogą być znacznie dalej idące niż w geosystemach o mniejszej dynamice i cechujących się wolniejszym tempem przemian. Dlatego też niezbędne wydaje się – dla prawidłowego określania kierunków gospodarowania w wysokich partiach gór – określenie stopnia stabilności środowiska przyrodniczego.

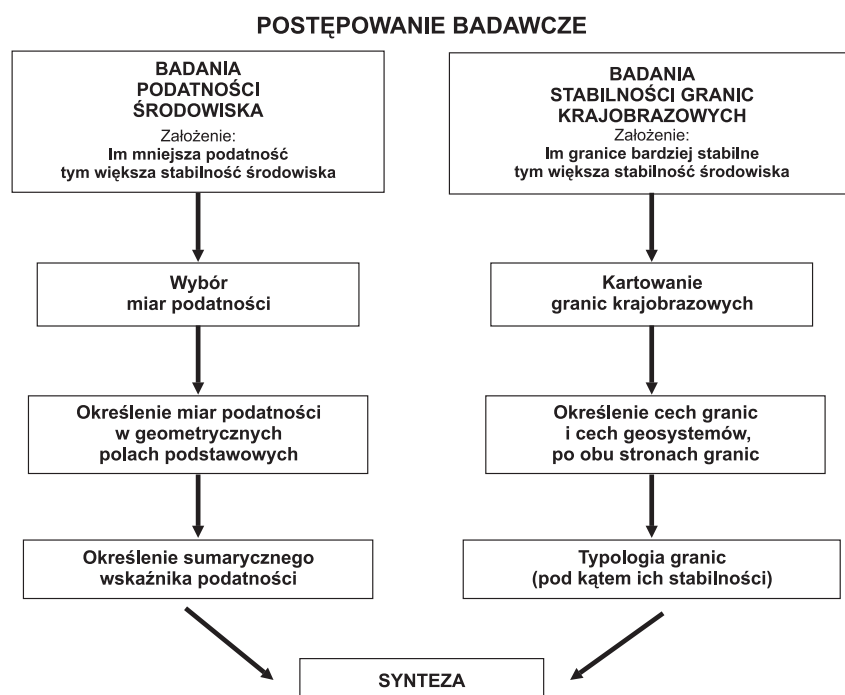
Celem opracowania jest zaprezentowanie badań nad stabilnością środowiska przyrodniczego, prowadzonych w Karpatach powyżej górnej granicy lasu. Badania te prowadzono na wybranych wycinkach badawczych we wszystkich pasmach górskich Karpat Zachodnich, wznoszących się powyżej naturalnej górnej granicy lasu – w Tatrach, Niżnich Tatrach, Małej Fatrze, Wielkiej Fatrze, Paśmie Choczańskim i w Beskidzie Żywieckim. Do prezentacji w artykule wybrano obszar badawczy Żarska 1, położony w słowackich Tatrach Zachodnich, w Dolinie Żarskiej, na stokach masywu Rozsochy.

Dolina Żarska jest jedną z dolin walnych południowego skłonu Tatr Zachodnich, podchodzi pod główny grzbiet Tatr pomiędzy Banówką a Rohaczem Płaczliwym. Obszar badawczy Żarska 1, o powierzchni topograficznej ok. 1,75 km<sup>2</sup>, obejmuje wycinek stoku opadającego od grzbietu stanowiącego zachodnie ograniczenie doliny, ku wschodowi, w kierunku jej dna. Dolnym ograniczeniem obszaru jest strefa górnej granicy lasu. Najwyższy punkt wycinka znajduje się na wysokości ok. 1995 m n.p.m., na grzbiecie Wyżniego

Przysłopu, najniższy – w pobliżu dolnego załomu zbocza Doliny Żarskiej, na wys. ok. 1260 m n.p.m.

Całość obszaru znajduje się w obrębie trzonu krystalicznego Tatr, zbudowanego tu ze skał metamorficznych, głównie gnejsów, a w szczytowych partiach z migmatytów i biotyto-owych granodiorytów (Nemčok i in., 1993). W rzeźbie przeważają stoki strome, pokrywowe, o nachyleniach 25–45°, rozcięte systemami trzech niezbyt głęboko wciętych żlebów. W wyższych partiach stoków występują miejscami rumowiska stokowe oraz niewielkie formy skalne, nie przybierające jednak charakteru wyraźniej wykształconych stoków urwistych. Rozcinające stok żleby w dolnych partiach cechują się stałym lub okresowym odwodnieniem; w ich kształtowaniu obok dominujących procesów grawitacyjnych biorą też udział procesy fluwialne. Największa część obszaru leży w piętrze subalpejskim (kosodrzewiny), którego górna granica (1750–1825 m n.p.m.) jest tu silnie (około 75–150 m) obniżona w stosunku do potencjalnej granicy klimatycznej (ok. 1900 m n.p.m.). Obniżenie to ma charakter antropogeniczny i jest związane z intensywnym w przeszłości wypasem. Z kolei górna granica lasu ma przynajmniej w części naturalny charakter, a jej przebieg jest silnie uwarunkowany przez niszczącą działalność lawin śnieżnych (Midriak, 1994). Przez obszar przechodzi znakowany szlak turystyczny z Żarskiej Chaty na Banówkę.

Prace badawcze prowadzone były równoległe dwoma metodami (ryc. 1). Pierwsza z nich polegała na badaniu podatności środowiska, druga na określaniu stabilności granic krajobrazowych.



Ryc. 1. Tok postępowania badawczego  
Fig. 1. Stages of the research process

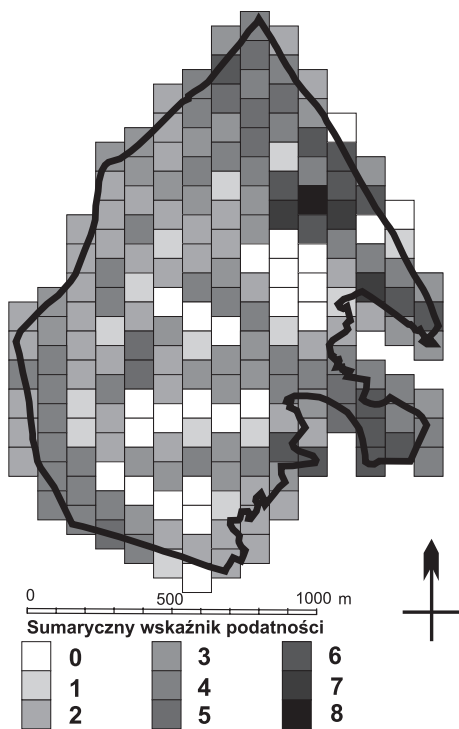
Pod pojęciem podatności środowiska rozumiano łatwość ulegania przez środowisko bodźcom zewnętrznym (Balon, 2001). Przyjęto założenie robocze, że podatność środowiska jest odwrotnie proporcjonalna do jego stabilności – generalnie geosystemy mniej stabilne są bardziej podatne na bodźce, bardziej stabilne zaś – mniej podatne. Dla określenia wielkości podatności środowiska wybrano 18 miar podatności. Były to: obniżenie górnej granicy lasu, zaburzenie naturalnego charakteru górnej granicy lasu, obniżenie górnej granicy kosodrzewiny, zaburzenie naturalnego charakteru górnej granicy kosodrzewiny, występowanie wtórnych zbiorowisk roślinnych, żywość procesów morfogenetycznych „letnich”, żywość procesów morfogenetycznych „zimowych”, występowanie „świeżych” form morfogenetycznych, występowanie ażurowej pokrywy glebowej (lub jej brak), zmiany stosunków wodnych spowodowane przez człowieka, występowanie zamierających krzewów kosodrzewiny, drzew, zniszczonej roślinności itp., pasterstwo współcześnie występujące (lub wyraźne jego ślady), turystyka letnia – formy linijne (ścieżki), turystyka letnia – formy powierzchniowe, narciarstwo – degradacja roślinności i pokrywy glebowej, narciarstwo – obiekty techniczne, występowanie dróg utwardzonych, w tym szos, szlaków przesyłowych itp., występowanie budynków i innych obiektów punktowych, inne zmiany antropogeniczne.

Jako pól podstawowych użyto kwadratów o powierzchni topograficznej 100 na 100 m, z przesunięciem co drugiej kolumny o pól długości kwadratu. Obszar badawczy został pokryty siatką 193 pól podstawowych (zob. ryc. 2). Ze względu na dominację cech jakościowych nad ilościowymi wśród wybranych miar oraz ich znaczną ilość i dużą różnorodność, zrezygnowano z tworzenia skal bonitacyjnych do każdej miary, przyjmując prosty schemat zero-jedynkowy – określano występowanie (lub nie) zjawiska w obrębie pól podstawowych. Na podstawie zebranych w czasie studiów terenowych danych oraz dokumentacji fotograficznej wykonano odrębne analizy dla każdej z 18 miar. Sześć z nich w obszarze badań nie wystąpiło, z pozostałych miar stwierdzono ich występowanie w obrębie od 9 do 112 pól podstawowych.

Następnie obliczono sumaryczny wskaźnik podatności (ryc. 2). Maksymalna uzyskana wartość w obrębie jednego z pól wyniosła 8, minimalna (w 24 polach) – 0. Na podstawie uzyskanych wartości w poszczególnych polach wykonano metodą interpolacji mapę podatności środowiska obszaru badawczego (ryc. 3).

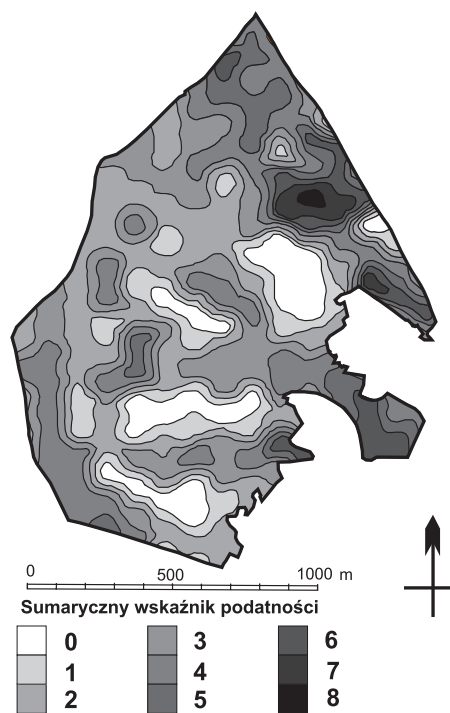
Przyjęte założenie badawcze, że podatność środowiska jest odwrotnie proporcjonalna do jego stabilności, prowadzi do konkluzji, że obszary o najmniejszej (w przypadku badanego wycinka – zerowej) podatności cechują się największą stabilnością, stabilność zaś obszarów o wyższym wskaźniku podatności jest odpowiednio mniejsza. Założenie to może być kwestionowane, gdyż obszary podatne na zmiany wcale nie muszą owym zmianom rzeczywiście ulegać. Dla weryfikacji postawionej tezy zastosowano równoległe drugą metodę – badania stabilności granic krajobrazowych. Przyjęto, że stabilność granic winna być wprost proporcjonalna do stabilności całego środowiska.

W trakcie prac terenowych dokonano kartowania granic krajobrazowych (ryc. 4) za pomocą specjalnie przygotowanego formularza. W trakcie kartowania dla każdego odcinka granicy określono odrębnie cechy granicy i wybrane cechy geosystemów, które granica oddziela. Na tej podstawie dokonano typologii granic pod kątem stopnia ich stabilności. Na wycinku badawczym Żarska 1 wyróżniono 9 typów granic. Są to:



Ryc. 2. Obszar Żarska 1 – sumaryczny wskaźnik podatności środowiska

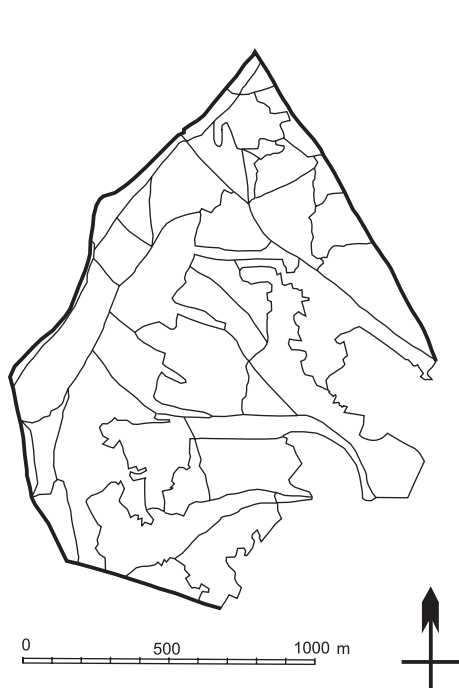
Fig. 2. Żarska area – total environment vulnerability index



Ryc. 3. Obszar Żarska 1 – mapa podatności środowiska

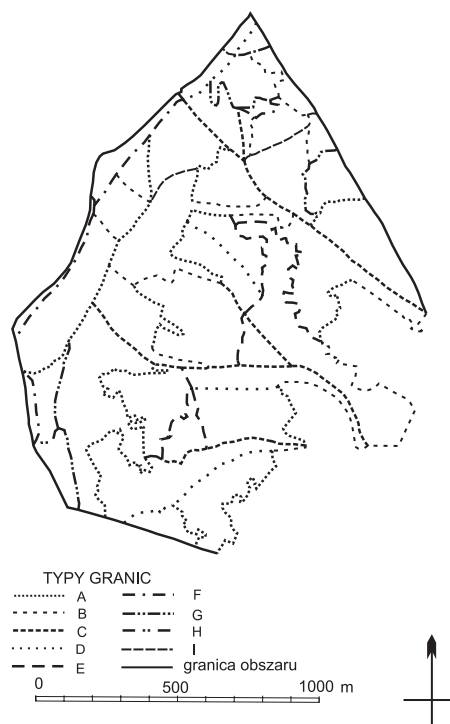
Fig. 3. Żarska area – map of environment vulnerability

- A – górne granice roślinności (lasu, kosodrzewiny zwartej lub rozproszonej), skośne lub podłużne, stosunkowo wyraziste, łączące, średnio lub silnie kontrastowe, stabilne lub z lekką tendencją do przesuwania się w górę,
- B – granice pomiędzy zbiorowiskami roślinnymi, poprzeczne, wyraziste, rozróżniające, średnio lub mało kontrastowe, mobilne, z tendencją do przesuwania się na boki,
- C – granice morfologiczne lub hydrologiczne, prowadzone wzdłuż wklęsłych zagłębień terenowych, poprzeczne, stosunkowo wyraziste, zwykle dzielące, słabo kontrastowe, o stabilnym położeniu, ale wcinające się „w głąb”,
- D – granice morfologiczne, przebiegające wzdłuż wypukłości stoku, poprzeczne, szerokie, słabo wyraziste, dzielące, słabo kontrastowe, stabilne, z tendencją do poszerzania i dalszej utraty wyrazistości,
- E – granice roślinności, uwarunkowane antropogenicznie, średnio lub słabo wyraziste, słabo kontrastowe, łączące, mobilne, z tendencją do przesuwania się ku zbiorowisku wtórnemu,
- F – granice morfologiczne, przebiegające wzdłuż wypukłych załomów stoku, podłużne, raczej wyraziste, rozróżniające, średnio kontrastowe, stosunkowo stabilne, choć niekiedy podlegające wolnemu przesuwaniu lub poszerzaniu,



**Ryc. 4.** Obszar Żarska 1 – mapa granic krajobrazowych

**Fig. 4.** Żarska area – map of landscape boundaries



**Ryc. 5.** Obszar Żarska 1 – typy granic krajobrazowych

A–I – typy granic (objaśnienia w tekście)

**Fig. 5.** Żarska area – landscape boundaries types

G – granice morfologiczne, miejscami uwarunkowane geologicznie, przebiegające pomiędzy formami rzeźby, podłużne, wyraziste, rozróżniające, silnie lub średnio kontrastowe, dynamiczne (przesuwanie w górę lub w dół stoku),

H – granice morfologiczne, przebiegające pomiędzy formami rzeźby, podłużne lub poprzeczne, wyraziste, rozróżniające, średnio kontrastowe, stosunkowo stabilne, choć niekiedy podlegające wolnemu przesuwaniu lub poszerzaniu,

I – granice uwarunkowane geologicznie lub klimatycznie, o różnym przebiegu, bardzo słabo wyraziste, rozróżniające, mało kontrastowe, stabilne.

Porównując mapę wyróżnionych typów granic (ryc. 5) z mapą podatności środowiska, można zauważyć następujące prawidłowości:

- w obszarach o większej podatności środowiska sieć granic krajobrazowych jest wyraźnie gęstsza w stosunku do obszarów o mniejszej podatności,
- najbardziej mobilne typy granic (B, G) przebiegają z reguły przez obszary o sumarycznym wskaźniku podatności wyższym niż 4,
- granice typu C (wcinające się) występują najczęściej w obszarach o wysokim wskaźniku podatności (powyżej 3),

- d) przez obszary o zerowym wskaźniku podatności przebiegają w większości granice cechujące się słabą dynamiką, w tym granice z tendencją do poszerzania, rozplaszczania i utraty wyrazistości (typy D, F),
- e) granice typu A i E, z tendencją do przesuwania się, ale o charakterze relaksacyjnym, a także najrzadziej występujące typy H i I, znajdują się w obszarach o zróżnicowanej podatności środowiska.

Gęstą sieć granic krajobrazowych i znaczną ich mobilność można uznać za dobry wskaźnik relatywnie słabej stabilności środowiska. Wskazane prawidłowości wydają się potwierdzać tezę, że obszary o większej podatności środowiska cechują się też występowaniem bardziej mobilnych typów granic. Pozytywnie weryfikuje to postawioną na wstępie tezę, że podatność środowiska jest odwrotnie proporcjonalna do jego stabilności, a także potwierdza trafność zastosowanej metody badania stabilności środowiska w górach.

Należy jednak zauważyć, że w artykule zasygnalizowano wyniki pochodzące tylko z jednego z 20 obszarów badawczych realizowanej pracy. Prawdziwa weryfikacja trafności zastosowanej metody badań stabilności środowiska w najwyższych wzniesionych częściach Karpat może nastąpić dopiero po opracowaniu dalszych materiałów, pochodzących z innych obszarów badawczych.

## The environment vulnerability research as the basis for ecology and landscape management

### Summary

The aim of this paper is to present the research of environment stability carried out above the timberline in Carpathians. Mountain environments characterised by high functioning dynamics and considerable intensity of both natural and man-included environment changes.

It is particularly important to base the ecology and landscape planning on the assumptions of sustainable environment; the consequences of possible mismanagement may be especially far-reaching in less dynamic geosystems characterised by slower transformation rates. Devising good management strategies for high-mountain areas should therefore proceed by investigation of their vulnerability status.

The investigation of vulnerability status was carried out on 20 research units in the Western Carpathian Mts., both in Poland and Slovakia. For the sake of presentation a unit in the Zarska Valley (the Western Tatra) was selected. Two research methods were used concurrently (Fig. 1). At first for each geometric basal unit, 18 environment vulnerability features were recorded on the basis of which the total vulnerability index was calculated (Fig. 2). Subsequently the map of environment vulnerability in the research area was computed by means of interpolation (Fig. 3). An assumption was made that environment vulnerability is inversely proportional to its stability.

Simultaneously to this, an investigation of landscape boundary stability was carried out. To verify the thesis mentioned above, stability of landscape boundaries was investigated. Landscape boundaries were mapped (Fig. 4); features of a boundary and selected features of geosystems separated were recorded for each boundary unit.

A typology of boundaries with respect to their stability status was created. Nine types of boundary were distinguished (Fig. 5). The maps of boundary types and environment mentioned were compared. The more vulnerable environments were found to feature a denser net of landscape boundaries than the less sensitive environments. The most dynamic boundary types typify the areas with

higher vulnerability indices. Whereas the least dynamic boundaries occur in areas with low (or zero) vulnerability indices. These results seem to support the thesis that the areas with higher environment vulnerability are also characterised by the occurrence of more dynamic landscape boundaries. This positively verifies the thesis mentioned above that environment vulnerability is inversely proportional to its stability and proves that the employed method is suitable for the investigation of stability of mountain environments.

## Literatura

- 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* 10, s. 764–771.
- Balon J., German K., Maciejowski W., Ziaja W., 2001, Współczesne przemiany środowiska przyrodniczego i ich wpływ na funkcjonowanie Karpat Polskich, [w:] K. German, J. Balon (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Polski a jego funkcjonowanie*, *Problemy Ekologii Krajobrazu* 10, s. 553–561.
- Kistowski M., 2003, *Regionalny model zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska Polski a strategię rozwoju województw*, Uniwersytet Gdański, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Gdańsk–Poznań, 392 ss.
- Midriak R., 1994, Horná hranica lesa a jej ovplyvnenie človekom, [w:] I. Vološčuk (red.), *Tatranský Národný Park, Biosférická rezervácia*, Vyd. GRADUS, Martin, s. 313–327.
- Nemčok J. i in., 1993, *Geologická Mapa Tatier*, Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

