

Metody badań zbiorowisk roślinnych Pienińskiego Parku Narodowego

Methods of studies on the plant communities of the Pieniny National Park

Wojciech Różański i Elżbieta Pancer-Koteja

Wojciech Różański, Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody, Wydział Leśny AR,
31-425 Kraków, al. 29 Listopada 46; e-mail: rrozans@cyf-kr.edu.pl
Elżbieta Pancer-Koteja, Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody, Wydział Leśny AR,
31-425 Kraków, al. 29 Listopada 46; e-mail: rlpancer@cyf-kr.edu.pl

Abstract: This chapter presents and explains methods of field data collection and formulas used for numerical classification of communities. Described were these methods, which were commonly applied in the elaborations included in this volume.

Key words: phytosociological map, numerical classification of communities, Pieniny Mountains, Western Carpathians.

1. Dokumentacja fitosocjologiczna

Materiały do opracowania mapy zbiorowisk roślinnych (Mapa zbiorowisk... 2004) zebrano w znacznej mierze w trakcie prac nad planem ochrony Parku w latach 1998-1999 (Plan Ochrony PPN, 2001). Składają się one z około 800 zdjęć fitosocjologicznych, które posłużyły do scharakteryzowania zbiorowisk i do sporządzenia klucza ułatwiającego ich rozpoznawanie w terenie, oraz z rękopisu mapy zbiorowisk w skali 1: 5 000. Materiały te w latach następnych zostały uzupełnione i skorygowane.

Zdjęcia zostały wykonane zasadniczo zgodnie z metodą Braun-Blanqueta (1964), jednak w większości opracowań pominięto mszaki określając jedynie ich sumaryczne pokrycie. Dalsze odstępstwo od metod klasycznych stanowi sposób lokalizacji części zdjęć leśnych. Znaczną ich liczbę (317 zdjęć) wykonano w węzłach sieci powierzchni drzewostanowych na poletkach kołowych o wielkości 100 m², z zaznaczeniem tylko, które płyty są wyraźnie niehomogeniczne.

W lasach Pienińskiego Parku Narodowego już w latach siedemdziesiątych XX w. powstała sieć trwale oznakowanych powierzchni drzewostanowych (Dziewolski 1980), początkowo tylko w masywie Trzech Koron i na Facimiechu w układzie 223,6 x 223,6 m. Prace te prowadzono następnie w kilku etapach, w kolejnych kompleksach leśnych, zakładając powierzchnie w układzie 200 x 200 m (Dziewolski, Kozłowski, Dziewolski 1992). W końcowym efekcie wszystkie powierzchnie w granicach PPN (a po części również na jego przedpolu) uzyskały kolejne numery, lecz ich układ nie jest w pełni uporządkowany (ryc. 1).

Zdjęcia wykonane w sieci powierzchni drzewostanowych stanowią dobrą bazę do oceny frekwencji zbiorowisk, a także do śledzenia zmian roślinności (Różański i in. 1994, Różański 2000), lecz nie spełniają wszystkich wymogów szkoły Braun-Blanqueta, zwłaszcza ze względu na niejednorodny charakter roślinności wielu płatów, a także z uwagi na powierzchnię zdjęć – ograniczoną do 100 m² i być może nie zawsze reprezentatywną. Wykorzystanie tak specyficznych zdjęć fitosocjologicznych do klasyfikacji i charakterystyki zbiorowisk roślinnych jest możliwe, ale poważnie ograniczone (Pancer-Kotejowa, Różański 1992, Różański, Bodziarczyk 1995, Różański 2000).



Ryc. 1. Rozmieszczenie trwale oznakowanych powierzchni drzewostanowych.
Fig. 1. Location of the permanently marked sample plots.

Już w trakcie kartowania uzupełniano materiały, przede wszystkim wykonując zdjęcia w płatach, których zaklasyfikowanie budziło wątpliwości. Po wstępnym opracowaniu bazy danych wykonano dodatkowe zdjęcia dla zbiorowisk reprezentowanych przez zbyt małą ich liczbę. W rezultacie powstały dwa zbiory zdjęć zbiorowisk leśnych, które są oznakowane przez oryginalną numerację: zdjęcia zlokalizowane w węzłach sieci drzewostanowej noszą numery od 1 do 599, a pozostałe, wybrane przez badaczy, mają numery powyżej cyfry 600.

Dokumentację fitosocjologiczną zbiorowisk nieleśnych i zaroślowych wykonano zgodnie z założeniami szkoły Braun-Blanqueta, przy czym w większości zbiorowisk pominięto warstwę mszaków.

Autorami zdjęć są pracownicy Katedry Botaniki Leśnej AR w Krakowie (7 osób), 2 doktorantów i 3 magistrantów tej Katedry, pracownicy Instytutu Ochrony Przyrody PAN (2 osoby), Pienińskiego Parku Narodowego (2 osoby) oraz (po 1 osobie) Katedry Botaniki UJ i Instytutu Botaniki PAN.

Nazwiska autorów zdjęć są wymienione w poszczególnych opracowaniach niniejszego tomu.

2. Kartowanie zbiorowisk

Zbiorowiska roślinne kartowano na podkładach 1:5 000 korzystając z ortofotomapy w tej samej skali; mapy te, przygotowane przez firmę geodezyjną „Compass” w Krakowie, dostarczyła Dyrekcja Pienińskiego Parku Narodowego.

Na podkładach zaznaczone były warstwice co 10 m, większe skały, potoki, drogi, szlaki, zabudowania, granice lasu, linie administracyjnego podziału powierzchniowego lasów, a ponadto geodezyjnie wyznaczone punkty sieci drzewostanowej oraz „graniczniki” oddzielające różne rodzaje własności gruntów. Na ortofotomapie widoczne były pojedyncze drzewa i kępy krzewów na polanach, zarysy sadów, szkólek leśnych itp.

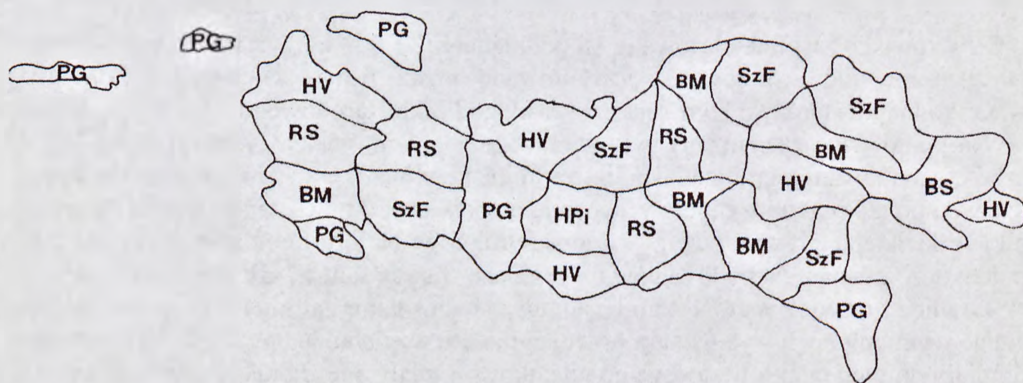
Granice fitocenozy wyznaczano posługując się busolami i altimetrami oraz wykorzystując wymienione powyżej znaki orientacyjne. Ze względu na bogactwo rzeźby terenu domiary do tych punktów stosowano wyjątkowo i miały one charakter przybliżony.

Wielkość minimalna kartowanych płatów zależała od typu zbiorowiska. Dla rozpowszechnionych syntaksonów nieleśnych wynosiła 5 arów, a dla lasów 50 arów. Ponadto zbiorowiska, które zajmują z natury niewielkie enklawy siedliskowe i mają ostro wykształcone granice fitocenozy, były kartowane bardziej dokładnie – zgodnie z rozdzielczością obrazu na mapie. Tak więc np. nie wyodrębniano kilkwarowych płatów uboższego wariantu buczyny karpackiej w obrębie innego leśnego syntaksonu, natomiast kartowano 2-3 arowe fitocenozy olszynki bagiennej *Caltho-Alnetum*, płaty młaki *Valeriano-Caricetum flavae*, napiargowego zespołu *Gymnocarpium robertianum* itp. W kilku przypadkach, obecność rzadkich i rozwijających się na bardzo ograniczonej przestrzeni zbiorowisk zaznaczono sygnaturą literową umieszczoną na tle innego zbiorowiska, oznaczonego kolorem.

Mozaikowy układ siedlisk w Pieninach (Adamczyk i in. 1982, Niemyska-Łukaszuk i in. 2002, Skiba i in. 2002) sprawia, że na niewielkich powierzchniach sąsiadują ze sobą bardzo drobne – poniżej 1 ara – płaty roślinności przywiązane do kontrastowo różnych warunków. Na tę drobną teksturę siedliskową nakłada się jeszcze gospodarcza działalność człowieka, szczególnie ważna dla rozwoju i postaci roślinności półnaturalnej. Czas trwania i sposób użytkowania łąk ma istotny wpływ na wykształcenie się danego zbiorowiska, a zatem mozaikowość roślinności nieleśnej wpływa też niekiedy z rozdrobnienia własnościowego i niejednolitego użytkowania polan. Na „Mapie zbiorowisk... PPN” wszystkie mozaikowe kompleksy zbiorowisk roślinnych zostały oznaczone sygnaturą mieszaną, złożoną z sygnatur właściwych dla budujących daną mozaikę zbiorowisk.

Przy kartowaniu lasów, w celu zobiektywizowania wyników, teren podzielono na 26 obszarów, po czym 25 rozlosowano pomiędzy 5 grup dwuosobowych (ryc. 2). Część położona centralnie stanowiła „teren szkoleniowy”, na którym wstępnie uzgodniono kwestie wątpliwe i uzupełniono klucze do identyfikacji jednostek.

Kartowanie zbiorowisk nieleśnych wykonali dwa zespoły dwuosobowe oraz dwóch badaczy samodzielnie (jeden – niektóre zbiorowiska siedlisk wilgotnych, drugi – pola uprawne i odłogi).



Ryc. 2. Obszary leśne kartowane przez poszczególnych autorów; skróty nazwisk: B – Jan Bodziarczyk, F – Magdalena Frączek, G – Anna Gazda, H – Jan Holeksa, M – Elżbieta Muter, P – Grzegorz Piątek, Pi – Wojciech Piasecki, R – Wojciech Różański, S – Tomasz Skrzydłowski, Sz – Jerzy Szwagrzyk, V – Grzegorz Vončina.

Fig. 2. Forest areas mapped by particular authors; abbreviations for names: see above.

3. Klasyfikacja danych

Aby przeprowadzić klasyfikację i możliwie obiektywną selekcję zdjęć z obszernego, ale niejednorodnego zbioru danych, posłużono się numerycznymi metodami analizy wielowymiarowej (po uprzednim odrzuceniu zdjęć z płatów wyraźnie niehomogenicznych).

We wszystkich pracach zawartych w niniejszym tomie wykorzystano ten sam model matematyczny bazujący na analizie skupień z wykorzystaniem formuły Jaccarda i procedur aglomeracyjnych (Sneath, Sokal 1973), który w opinii wielu autorów jest najbardziej użyteczny w badaniach fitosocjologicznych opartych metodycznie na ideach Braun-Blanqueta (Westhoff, van der Maarel 1973, Campbell, Moll 1976, Dzwonko 1977, 1978). Obliczenia wykonano niezależnie dla danych jakościowych uwzględniających jedynie występowanie lub brak gatunku (dane 0,1 – binarne) i dla danych ilościowych, w których natężenie występowania gatunku określają stopnie ilościowości według skali Braun-Blanqueta transformowane na wartości liczbowe zgodnie z algorytmem przedstawionym w tabeli 1.

W analizie podobieństwa płatów, przyjmowany umownie przelicznik stopni pokrycia nadaje różną rangę tej samej obfitości gatunku w zdjęciu, np. przy zastosowaniu przeciętnego procentu pokrycia (Pawłowski 1972) stosunek najmniejszego stopnia ilościowości (R lub +) do najwyższego (5) ma się jak 1: 875, podczas gdy skala nazywana tu „neutralną” (Różański 1988) „dowartościowuje” sam fakt wystąpienia ga-

tunku: największy stopień pokrycia ma wagę zaledwie 9-krotnie wyższą od stopnia najniższego.

Tabela 1. Zasady transformacji stopni ilościowości według skali Braun-Blanqueta w dane jakościowe i ilościowe

Table 1. Principles of transformation of abundance degrees in Braun-Blanquet's scale into qualitative and quantitative data

Stopnie ilościowości Braun-Blanqueta Braun-Blanquet's abundance degrees	R	+	1	2	3	4	5	Brak gatunku Species absence
Przeciętny procent pokrycia Percentage cover	0,1	0,1	5	17,5	37,5	62,5	87,5	0
Skala ilościowa „neutralna” „Neutral” quantitative scale	1	1	2	3	5	7	9	0
Skala jakościowa – binarna Binary – qualitative scale	1	1	1	1	1	1	1	0

W poszczególnych opracowaniach, składających się na niniejszy tom, wstępnie dokonano analiz stosując obie skale przeliczeniowe, a następnie przyjęto do publikacji tę z nich, która pozwalała w sposób bardziej przejrzysty grupować zdjęcia. W efekcie, przy opracowaniu wszystkich zbiorowisk leśnych i dla większości zbiorowisk nieleśnych, przyjęto skalę neutralną, natomiast dla zbiorowisk łąkowych zastosowano przeciętny procent pokrycia.

Relację podobieństwa, dla każdej pary porównywanych zdjęć, obliczono według zmodyfikowanej formuły Marczewskiego i Steinhausa (1958). Wzór ten jest uogólnieniem formuły Jaccarda dla danych jakościowych, a zastosowana modyfikacja zmniejsza podobieństwo, gdy porównywane zdjęcia różnią się liczbą gatunków lub sumą ich stopni pokrycia (Różański 1988):

$$CS_{kl} = \frac{4 \sum_i \min(x_{ik}, x_{il}) \cdot \sum_i x_{ik} \cdot \sum_i x_{il}}{\left[\sum_i (x_{ik} + x_{il}) - \sum_i \min(x_{ik}, x_{il}) \right] \cdot \left[\sum_i (x_{ik} + x_{il}) \right]^2}, \quad [1]$$

gdzie:

- CS_{kl} – współczynnik podobieństwa między zdjęciami k i l ;
- x_{ik} – stopień pokrycia gatunku i w zdjęciu k ;
- x_{il} – stopień pokrycia gatunku i w zdjęciu l .

W obliczeniach wykorzystano wszystkie gatunki zanotowane w danym zdjęciu, traktując niezależnie wystąpienia drzew i krzewów w kilku warstwach.

Otrzymane w ten sposób macierze podobieństw jakościowych i ilościowych zostały pogrupowane procedurami aglomeracyjnymi metodą nieważonej średniej pary grupy (UPGMA) (Sneath, Sokal 1973). W metodzie tej podobieństwo obiektów dołączanych do grup jest zwykłą średnią arytmetyczną, dzięki czemu nie zależy od kolejności kro-

ków grupowania. Takie podejście wydaje się najbardziej poprawne metodycznie i zgodne ze środkowoeuropejskim kierunkiem fitosocjologicznym (Dzwonko 1977), chociaż dendrogramy, zwłaszcza przy dużej liczbie zdjęć, są mało czytelne. Do porównania wyników klasyfikacji zdjęć według danych jakościowych i ilościowych posłużono się diagramami dyspersji (Dzwonko, Grodzińska 1979), które w łatwy sposób umożliwiają wyróżnienie tych zdjęć fitosocjologicznych, które wykazują podobne tendencje do łączenia się w grupy niezależnie od charakteru (jakościowego lub ilościowego) zbioru danych. Dla jednoznacznego określenia kolejności zdjęć w dendrogramie posłużono się zasadą Dzwonki (1977), zgodnie z którą o rotacji obiektów dołączanych do grup decyduje para obiektów najbardziej podobnych.

Obliczenia wykonano według oryginalnych programów opracowanych w Katedrze Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody (Różański, Ptak npl.).

Piśmiennictwo

- Adamczyk B., Greszta J., Olszowski J. 1982. Gleby Pienińskiego Parku Narodowego – The soils of the Pieniny National Park. *Ochr. Przyr.* 44: 315-340.
- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Aufl. Springer Verl., Wien, ss. XIV + 865.
- Campbell B.M., Moil E.J. 1976. On numerical methods for classifying relevés. Collected Braun-Blanquet phytosociological surveys. *J.S. Afr. Bot.* 42: 45-56.
- Dziewolski J. 1980. Statystyczno-matematyczna metoda inwentaryzacji drzewostanów na przykładzie rezerwatu ścisłego w masywie Trzech Koron w Pieninach w latach 1972 i 1974 – A statistical-mathematical method of recording forest stands as exemplified by the strict reserve in the Trzy Korony massif of the Pieniny Mountain range in the years 1972 and 1974. *Ochr. Przyr.* 43: 157-187.
- Dziewolski J. 1992. Rozwój drzewostanów na zachodnim obszarze Pienińskiego Parku Narodowego w okresie 20 lat (1968-1988) – Development of forest stands in the western area of the Pieniny National Park during 20 years (1968-1988). *Ochr. Przyr.* 50,1: 109-127.
- Dziewolski J., Kozłowski P. Wykaz jednolitej kolejnej numeracji stałych kołowych powierzchni próbnych założonych w Pienińskim Parku Narodowym. Dyrekcja PPN, Krościenko n/D, rkps.
- Dzwonko Z. 1977. The use of numerical classification in phytosociology – Zastosowanie klasyfikacji numerycznej w fitosocjologii. *Fragm. Flor. Geobot.* 23 (3-4): 327-343.
- Dzwonko Z. 1978. Application of Jaccard's and Sørensen's formulas in numerical comparison of phytosociological records. *Zesz. Nauk. UJ, Prace Bot.* 6: 23-38.
- Dzwonko Z., Grodzińska K. 1979. Numerical classification of epilitic and xerothermic communities in the Pieniny Mountains (Western Carpathians). *Fragm. Flor. Geobot.* 25 (4): 493-508.
- Mapa zbiorowisk roślinnych Pienińskiego Parku Narodowego, 1998-2001. Skala 1:10 000 – Map of the plant communities of the Pieniny National Park, 1998-2001. Scale 1:10 000. 2004. Pancer-Koteja E., Kaźmierczakowa R. (red.). *Studia Naturae* 49.
- Marczewski E., Steinhaus H. 1958. On a certain distance of sets and the corresponding distance of functions. *Colloq. Mathemat.* 6: 319-327.
- Niemyska-Lukaszuk J., Miechówka A., Zaleski T. 2002. Gleby Pienińskiego Parku Narodowego i ich zagrożenia – The soils of Pieniny National Park and their threats. *Pieniny – Przyroda i Człowiek* 7: 79-90.
- Pancer-Kotejowa E., Różański W. 1992. The structure of plant communities on an example of oak-pine forest (Pino-Quercetum) in Ratanica valley (Carpathian Foothills). I. The homotony of forest floor vegetation in terms of the frequency and co-occurrence of species. *Acta Soc. Bot. Pol.* 61 (1): 45-62.

- Pawłowski B. 1972. Skład i budowa zbiorowisk roślinnych oraz metody ich badania. W: W. Szafer, K. Zarzycki (red.). Szata roślinna Polski, T. 1, ss. 237- 268.
- Plan ochrony Pienińskiego Parku Narodowego na okres 01. 01. 2001 r do 31. 12. 2020. Dyrekcja PPN, Krościenko n/D, maszynopis.
- Różański W. 1988. Relacja podobieństwa w fitosocjologicznych badaniach lasów karpaccich. Praca doktorska. AR w Krakowie, maszynopis.
- Różański W. 2000. Inwentaryzacja roślinności runa na podstawie systematycznego sposobu zbioru danych. Szczeliniec 4: 255-269.
- Różański W., Bodziarczyk J. 1995. Zróznicowanie zbiorowisk leśnych Pienin Centralnych na podstawie systematycznego zbioru danych – Differentiation of the forest communities in the Central Pieniny Mountains (Western Carpathians) on the basis of the systematic data set. Pieniny – Przyroda i Człowiek 4: 105-118.
- Różański W., Bodziarczyk J., Pancer-Koteja E. 1994. Numerical analysis of forest vegetation in biomonitoring of the Pieniny National Park. Colloques Phytosociol. 23. Large area vegetation surveys. Bailleul, ss. 657-670.
- Skiba S., Drewnik M., Zaleski T. 2002. Mapa gleb Pienińskiego Parku Narodowego w jednostkach taksonomii międzynarodowej – Soil map of the Pieniny National Park (Polish Western Carpathians) in the international taxonomy. Pieniny – Przyroda i Człowiek 7: 91-95.
- Sneath P.H.A., Sokal R.R. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. Freeman a. Comp., San Francisco, ss. XV+573.
- Westhoff V., van der Maarel E. 1973. The Braun-Blanquet approach. W: R.H. Whittaker (red.). Ordination and Classification of Communities. Junk, The Hague, ss. 616-726.

Summary

Phytosociological relevés documenting plant communities, distinguished in the Pieniny National Park, were made by the Braun-Blanquet method (1964) with small modifications concerning mostly the way of location and size of forest patches. Numerical classifications were based on Jaccard's similarity coefficient for binary data and Marczewski and Steinhaus's formula (1958) for qualitative data. The scale of Braun-Blanquet's abundance was transformed either as average per cent cover (Pawłowski 1972) or as so-called "neutral" scale (Tab. 1) where differences in abundance have a smaller influence on the value of similarity index (as compared with the first method).

A minimum size of mapped patches depended on the type of vegetation: for widely distributed forest communities it was 50 ares, for non-forest ones, 5 ares; rare communities, with distinct limits, were mapped according to the scale of a map, differentiating even 2-are patches.