

JOANNA MIELCZARZYK

# Podobieństwo składu gatunkowego warstwy odnowienia i drzewostanu macierzystego w Parku Narodowym Górze Stołowych

Overlap between the species compositions of canopy and regeneration layers in the Stołowe Mountains National Park

## ABSTRACT



Mielczarczyk J. 2021. Podobieństwo składu gatunkowego warstwy odnowienia i drzewostanu macierzystego w Parku Narodowym Górze Stołowych. Sylwan 165 (6): 452-462. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2021038>.

The Stołowe Mountains National Park was established in 1993. Before that time, most canopies composing it were used for commercial purposes. In consequence, they are mainly spruce monocultures with a simplified structure in terms of age and species composition. Since that time, changes in tree stands have consisted in reducing share of spruce and increasing share of deciduous species, which is linked with the gradual dying of the forests and intentional conversion of the stands. The objective of this paper is to determine the overlap between the canopy and the regeneration layers and to specify which forest structure and environmental factors have the greatest impact on the intensity of such overlap. The empirical data was collected on 317 concentric sample plots made up of four circles of a size related to the dimensions of trees. The main species, both in the regeneration and in the canopy layer, included spruce followed by beech. The average density of young generation trees on the whole site was  $23394 \pm 4392$  ind./ha ( $\pm 18.8\%$ ) and the average growing stock of tree stands was  $384 \pm 24$  m<sup>3</sup>/ha ( $\pm 6\%$ ). The Morisita index, which indicates the overlap between the entire regeneration and canopy layers equalled 0.96. With the use of boosted regression trees, it was found that the main factors affecting the overlap between these two layers are the altitude, the height of tree stand, the share of beech in canopy layer, and the topographic wetness index. The overlap between the canopy layer and the young generation increases along with growing altitude (this trend remains up to altitudes lower than 800 metres above sea level), increasing share of beech and increasing moisture content in the area expressed with the topographic wetness index. It declines along with growing inclination and coverage of the upper layer of trees, with a coverage not exceeding 85%.

## KEY WORDS

boosted regression trees, European beech, Morisita index, natural regeneration, Norway spruce, sum of tree heights

## ADDRESSES

Joanna Mielczarczyk – e-mail: [joanna\\_mielczarczyk@sggw.edu.pl](mailto:joanna_mielczarczyk@sggw.edu.pl)

Katedra Urządzania Lasu, Dendrometrii i Ekonomiki Leśnictwa, SGGW w Warszawie;  
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

## Wstęp

Wiele parków narodowych, szczególnie tych, które zostały objęte ochroną niedawno, charakteryzuje się dużym udziałem drzewostanów, które w przeszłości pełniły funkcje gospodarcze i były użytkowane. Z tego względu ich składy gatunkowe są często uproszczone. Po decyzji o objęciu ochroną prowadzone są działania – jako ochrona czynna lub bierna – których celem jest zwiększenie zróżnicowania strukturalnego oraz gatunkowego lasów, co ma spowodować wzrost różnorodności biologicznej. Ochrona czynna obejmuje różnego rodzaju zabiegi ochronne (np. gradzenia, sadzenie rzadkich gatunków drzew, przerzedzanie górnej warstwy drzewostanu), które wiążą się z aktywnym wpływem człowieka na przebieg procesów przyrodniczych. Ochrona bierna polega na zaniechaniu jakiegokolwiek ingerencji, co ma się przyczyniać m.in. do naturalnego odnowienia i stopniowej samoistnej przemiany struktury drzewostanów i lasu. Współcześnie niektóre organizacje zajmujące się ochroną przyrody postulują ograniczenie działalności w obiektach chronionych i prowadzenie ochrony biernej, przy wykorzystaniu naturalnej przemiany pokoleń i wymagań ekologicznych poszczególnych gatunków [Wilk i in. 2014]. Różnorodność biologiczna nie jest w przyrodzie stała i ulega fluktuacjom, które mogą też polegać na upraszczaniu struktury gatunkowej. Obecnie trudno określić, na ile wpływ na to ma człowiek, a na ile jest to proces naturalny [Magurran i in. 2010]. Utrzymanie w drzewostanach naturalnej sukcesji może powodować zubażanie ich struktury gatunkowej [Matuszkiewicz 2011]. Takie zmiany obserwowano m.in. w Białowieskim Parku Narodowym [Bernadzki i in. 1998; Gazda, Miścicki 2016], gdzie prognozowana była dominacja grabu i lipy. W drzewostanach w przeszłości użytkowanych może to być czynnik utrudniający powrót gatunków drzew niegdyś wyeliminowanych czy regenerację siedlisk, które zostały zubożone.

Park Narodowy Gór Stołowych (PNGS) jest obiektem, w którym dominują drzewostany postgospodarcze. Został objęty ochroną w 1993 roku. Do dziś skład gatunkowy jego drzewostanów jest uproszczony i przeważają w nim monokultury świerkowe. Od początku lat 90. XX wieku w Górach Stołowych występowało zjawisko zamierania lasu, które mogło wpływać na zmianę składu gatunkowego. Dysponując danymi dotyczącymi stanu zasobów drzew warstwy macierzystej i struktury młodego pokolenia, można określić, na ile są one od siebie różne.

Celem pracy było porównanie składu gatunkowego warstwy odnowienia naturalnego i warstwy macierzystej drzewostanów Parku Narodowego Gór Stołowych oraz określenie, jakie czynniki siedliskowe i drzewostanowe wpływały na stopień podobieństwa tych warstw.

## Obiekt badań

Park Narodowy Gór Stołowych jest siódmym pod względem lesistości parkiem narodowym w Polsce. Powierzchnia lasów wynosi 5823 ha, co stanowi 91,7% powierzchni całego obiektu. Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej [Zielony, Kliczkowska 2012] jest położony w Mezo-regionie Gór Stołowych i Bystrzyckich w Krainie VII Sudeckiej. Góry Stołowe zostały objęte ochroną przede wszystkim ze względu na unikatowy płytowy charakter horyzontalnie ułożonych warstw skalnych, które nie przechodziły fałdowań górotwórczych [Pulinowa 1996]. Głównym czynnikiem kształtującym rzeźbę była erozyjna działalność wód.

Lasy, które znalazły się na terenie PNGS, były w większości od dawna użytkowane. Obszary wylesiane od XIII wieku były w związku z rozwojem osadnictwa ponownie zalesiane na przełomie XIX i XX wieku. Do nasadzeń wykorzystywano przede wszystkim świerk, a pierwotna złożona struktura drzewostanów nie została odtworzona [Latocha 2005]. Po drugiej wojnie światowej podstawą gospodarowania były plany urządzenia lasu, których realizacja powodowała,

że w odnowieniach dominował świerk z domieszką brzozy i modrzewia, a znacznie ograniczono wykorzystanie jodły i buka [Miścicki 2008]. W roku 1998 drzewostany świerkowe (w różnym wieku) zajmowały 83% powierzchni lasów PNGS, a 33% pokrywały te, w których występował tylko jeden gatunek drzewa [Jędryszczak, Miścicki 2001]. Od tego czasu zmiany w drzewostanach polegały na zmniejszaniu udziału świerka, a zwiększaniu udziału gatunków liściastych. Wiązało się to ze zjawiskiem zamierania lasu, a także celową przebudową drzewostanów. Ze względu na zaniechanie części zabiegów gospodarczych średni wiek i zasobność drzewostanów uległy zwiększeniu, jednak cały czas udział drzewostanów o uproszczonej strukturze, z dominacją świerka, znajdujących się w fazie drągownicy jednowiekowej lub drzewostanu dojrzewającego, wynosi około 60% [Miścicki i in. 2018].

## Materiał i metody

Materiały dotyczące drzewostanów zostały zebrane w 2009 roku przez pracowników firmy TAXUS SI w oparciu o sieć stałych powierzchni próbnych rozmieszczonych systematycznie w siatce kwadratów w wieźbie 400×400 metrów na obszarze lasów całego PNGS. Wykorzystano dane z 317 koncentrycznych kołowych powierzchni próbnych. Warunkiem uwzględnienia danej powierzchni próbnej w analizie było jej położenie wewnątrz drzewostanu w wieku nie mniejszym niż 30 lat.

Pomiary macierzystej warstwy drzew (umownie o pierśnicy  $d \geq 8,0$  cm) zostały wykonane na czterech współśrodkowych kołach. Zasady zaliczania drzew do próby zależały od ich wymiarów: w kole o wielkości 10 m<sup>2</sup> wykonano pomiar wszystkich drzew poza tegorocznymi siewkami, w kole 20 m<sup>2</sup> pomiar drzew o wysokości  $h \geq 0,3$  m, w kole 50 m<sup>2</sup> pomiar drzew o pierśnicy  $d \geq 2,0$  cm, w kole 500 m<sup>2</sup> pomiar drzew o pierśnicy  $d \geq 12,0$  cm. W przypadku młodego pokolenia zawsze mierzona była wysokość oraz pierśnica drzew (wyższych niż 1,3 m). W przypadku drzew  $d \geq 12$  cm mierzono ich pierśnicę, a wysokość dla jednego drzewa danego gatunku i grupy wiekowej (trzech drzew gatunku dominującego).

Dane dotyczące wybranych właściwości siedliska pochodziły z kilku źródeł. Informacje o glebach i skałach macierzystych uzyskano z map geologiczno-glebowych [Wojewoda i in. 2011]. Właściwości gleb określono na naziemnych glebowych powierzchniach próbnych zakładanych w latach 2008-2011 przez zespół z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, w tych samych miejscach, w których znajdowały się stałe powierzchnie próbne do pomiarów drzewostanów [Kabała i in. 2011]. Wielkość topograficznego indeksu wilgotnościowego przyjęto za pracą Migonia i Kasprzaka [2014]. Pokrycie powierzchni przez korony drzew w latach 1997 oraz 2008 określono na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych barwnych w podczerwieni przeprowadzonej z użyciem stacji fotogrametrii cyfrowej DEPHOS. W pierwszym przypadku były to skanowane oryginały zdjęć analogowych (na materiale przezroczystym) w skali 1:10000, a w drugim zdjęcia cyfrowe w skali 1:14000. Zestaw obu zdjęć jest własnością PNGS.

Podobieństwo składu gatunkowego warstwy macierzystej ( $d \geq 8$  cm) i warstwy odnowienia ( $d < 8$  cm lub  $h = 1,3$  m) określono, stosując wskaźnik Morisity w modyfikacji Horna [1996]. Wskaźnik ten przyjmuje wartości z zakresu od 0 do 1 (gdzie 1 oznacza pełne podobieństwo, a 0 całkowity jego brak). Określenie siły i charakteru wpływu cech siedliskowych oraz drzewostanowych na wartość wskaźnika Morisity (traktowanego jako zmienna objaśniana) wykonano przy użyciu metody wzmacnianych drzew regresyjnych (BRT – boosted regression trees) [Elith i in. 2008]. Zestaw cech traktowanych jako zmienne objaśniające podano w tabeli. Przyjęto następujące parametry analizy: współczynnik uczenia (learning rate) 0,1; proporcja losowej próby testowej (subsampling proportion) 0,3; minimalna liczność (minimum  $n$  of cases) 100; maksymalna liczba

poziomów (maximum  $n$  of levels) 10; minimalne  $n$  potomka (minimum  $n$  in child node) 1; maksymalna liczba węzłów (maximum numer of nodes) 5. Na podstawie losowań powtórzonych 30 razy obliczono średnie wartości przewidywanych wartości wskaźnika Morisity przy danej wartości zmiennych objaśniających.

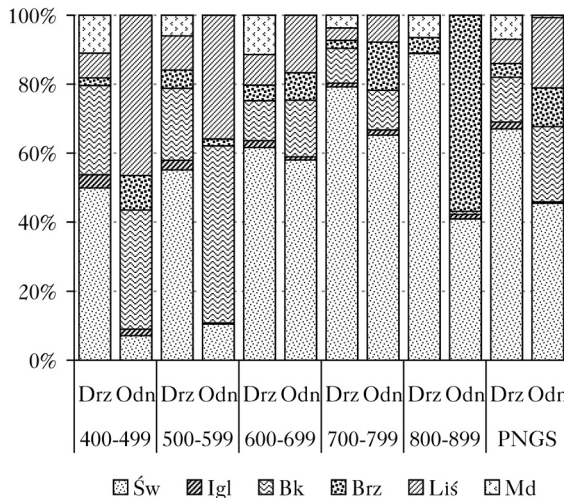
### Wyniki

W Parku Narodowym Gór Stołowych średnie zagęszczenie drzew w warstwie młodego pokolenia, w którym łącznie stwierdzono obecność 20 gatunków, wynosiło 23 394 ±4392 szt./ha (błąd względny ±18,8%; we wszystkich przypadkach błąd oszacowania wartości średniej podano przy poziomie istotności  $p=0,05$ ). Suma wysokości całej warstwy odnowienia osiągnęła wartość 5699 ±746 m/ha (±13,1%). Średnia miąższość drzew warstwy macierzystej (w której stwierdzono 25 gatunków) wyniosła 384 ±24 m<sup>3</sup>/ha.

Gatunkiem, który w warstwie odnowienia dominował (według sumy wysokości) we wszystkich klasach wysokości nad poziomem morza, był świerk pospolity (*Picea abies* Karst.) (ryc. 1). Średnio jego udział wynosił 45 ±6%, buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) 22 ±5%, a brzoź brodawkowatej i omszonej (*Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh.) 11 ±4%. Świerk miał również największy udział w macierzystej warstwie drzew: 67 ±4%. Znacznie mniejsza część miąższości przypadła na buk 14 ±3% i modrzew europejski (*Larix decidua* Mill.) 8 ±2%. Wartość współczynnika podobierstwa Morisity między warstwą macierzystą a warstwą odnowienia (łącznie nalotu, podrostu niskiego i podrostu wysokiego) wyniosła 0,96.

Zależność między obserwowanymi a przewidywanymi wartościami wskaźnika Morisity nie była silna ( $R^2=0,19$ ) (ryc. 2). Zmiennymi, które miały największy wkład (ważność) w wyjaśnieniu zmienności cechy zależnej, były: wysokość nad poziomem morza, wysokość drzewostanu, udział buka w drzewostanie macierzystym, wilgotnościowy indeks topograficzny oraz efektywna pojemność wymiany kationów (tab.). Jednak stosunkowo dużo innych cech miało dużą wartość współczynnika ważności.

Największe podobierstwo składu gatunkowego drzew warstwy odnowienia i warstwy macierzystej wystąpiło w drzewostanach rosnących na wysokości około 650-800 m n.p.m. (ryc. 3) Najmniejsze podobierstwo obu warstw stwierdzono w drzewostanach położonych najniżej (około 450-550 m n.p.m.) lub najwyżej (około 800-900 m n.p.m.). W pierwszym przypadku

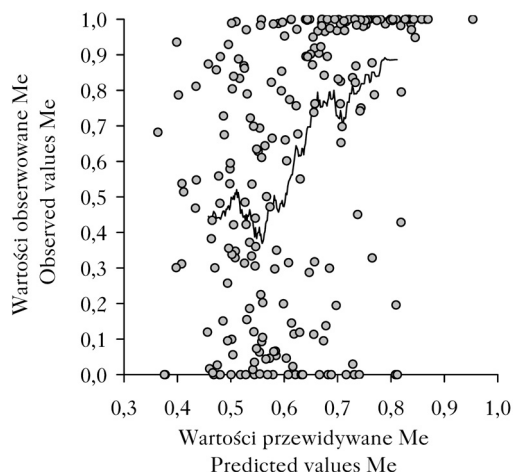


Ryc. 1.

Udział [%] gatunków warstwy macierzystej według miąższości (Drz) oraz młodego pokolenia według sumy wysokości drzew (Odn) w klasach wysokości nad poziomem morza

Fraction [%] of the main tree species of canopy by volume (Drz) and regeneration layer by sum of tree heights (Odn) in altitude classes

Św – spruce, Md – larch, Igl – other coniferous species, Bk – beech, Brz – birch, Liś – other deciduous species



Ryc. 2.

Obserwowane oraz przewidywane wartości wskaźnika Morisity w otrzymanym modelu BRT (linia ciągła przedstawia średnią ruchomą)

Observed versus predicted Morisita overlap index values (solid line represent the moving average)

wynikało ono z dużego udziału buka i jaworu w warstwie odnowienia, a w drugim z dużego udziału brzoź w tej warstwie (ryc. 1).

Udział buka w warstwie macierzystej był cechą wpływającą na stopień podobieństwa obu warstw drzewostanu (ryc. 4). W drzewostanach z dużym udziałem buka dominował on również w warstwie odnowienia. Wraz ze zmieniającym się udziałem świerka tylko w niewielkim stopniu zmieniał się stopień podobieństwa obu warstw drzewostanu (ryc. 5).

Wraz ze zwiększaniem się wilgotności siedliska (wartości wilgotnościowego indeksu topograficznego) zwiększało się podobieństwo składu gatunkowego warstwy odnowienia i warstwy macierzystej (ryc. 6). Przeciwna tendencja występowała w przypadku nachylenia terenu (ryc. 7).

Stopień pokrycia przez korony drzew warstwy macierzystej tylko w pewnym zakresie oddziaływał na podobieństwo składu gatunkowego warstwy odnowienia i macierzystej (ryc. 8). Od pokrycia wynoszącego 85% im było ono większe, tym mniejsze było podobieństwo składu gatunkowego obu warstw.

## Dyskusja

Określenie podobieństwa między składem gatunkowym drzew warstwy odnowienia a drzew warstwy macierzystej w drzewostanach PNGS wykonano dla stanu w roku 2009. Był to jedyny termin, dla którego dysponowano jednocześnie różnymi rodzajami danych naziemnych (dotyczącymi siedlisk, roślinności, gleb, drzewostanów) czy teledetekcyjnych. Uzyskane wyniki nie powinny być traktowane jako chwilowe dane inwentaryzacyjne odnoszące się do określonego terminu – z uwagi na fakt, że w analizach uwzględniano całą warstwę odnowienia, a więc i drzewa, które wyrosły wiele lat wcześniej. Stwierdzone relacje między gatunkami drzew w obu warstwach drzewostanu powinny być traktowane jako bardziej ogólna zależność występująca w drzewostanach PNGS.

Według opracowań geobotanicznych [Matuszkiewicz 2008] oraz paleoekologicznych [Baranowska-Kącka 2008] dotyczących roślinności naturalnej dominującymi potencjalnymi zbiorowiskami leśnymi na obszarze Gór Stołowych są lasy liściaste: grądy oraz buczyny, o bogatym składzie gatunkowym, zdominowane przez buk ze znaczną domieszką jodły i licznych gatunków liściastych. Jednak w roku 2009 (jak i obecnie) roślinność rzeczywistą stanowiły przede wszystkim zbiorowiska zastępcze budowane przez świerk. Charakteryzowały się one silnym podobieństwem gatunkowym drzew pomiędzy warstwą macierzystą drzewostanu a warstwą odnowienia.

**Tabela.**

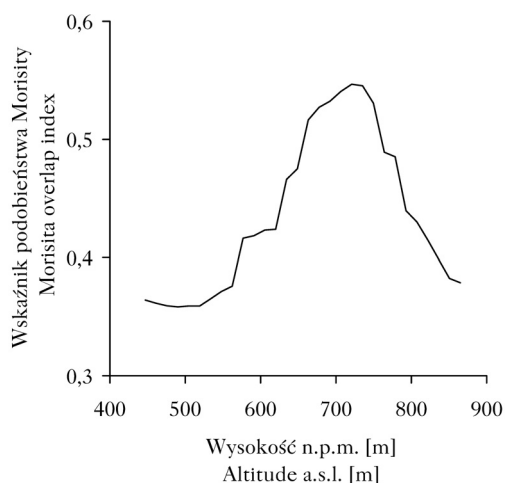
Średnie rangi (R [%]) drzewostanowych (D) i siedliskowych (S) zmiennych objaśniających uwzględnionych w analizie

Mean ranks (R [%]) of the forest structure (D) and environmental (S) variables included in the analysis

		D/S	R
Wysokość nad poziomem morza Altitude	WYS	S	95
Wysokość drzewostanu Stand height	HDR	D	86
Udział buka w warstwie macierzystej drzewostanu Share of European beech in the canopy layer	UBK	D	85
Topograficzny indeks wilgotności Topographic wetness index	TWI	S	83
Efektywna pojemność wymiany kationów Effective cation exchange capacity	ECEC	S	81
Faza rozwojowa drzewostanu Forest developmental phase	FAZA	D	80
Pokrycie drzewostanu w 2008 roku Canopy cover in 2008	POK_08	D	78
Uziarnienie Partical size distribution group	GRG	S	78
Zmiana pokrycia w latach 1997-2008 Canopy cover change between 1997 and 2008	ZM_POK	D	77
Udział świerka w warstwie macierzystej drzewostanu Share of Norway spruce in the canopy layer	USW	D	76
Suma zasadowych kationów wymiennych Sum of base cations	S	S	75
Całkowita pojemność sorpcyjna profilu glebowego Cation exchangeable capacity	BS	S	75
Wiek drzewostanu Stand age	WIEK	D	74
Nachylenie stoku Slope	NACH	S	74
Kwasowość wymienna Exchangeable acidity	KW	S	74
Zawartość piasku w glebie Percentage of sand in the soil	PIAS	S	74
pH w glebie Soil pH	pH	S	72
Zawartość węgla organicznego w glebie Total organic carbon content	TOC	S	72
Ekspozycja Slope aspect	EKSP	S	70
Zawartość pyłu Percentage of silt in the soil	PYŁ	S	70
Pokrycie drzewostanu w 1997 roku Canopy cover in 1997	POKR_97	D	69
Udział brzoź brodawkowatej i omszonej w warstwie macierzystej drzewostanu Share of silver and downey birch in the canopy layer	BRZ_d_u	D	62

Tabela ciąg dalszy

		D/S	R
Zawartość łu Fraction of clay in the soil	IŁ	S	60
Skala macierzysta Bedrock	GEO	S	58
Typ gleby Soil type	GLEBA	S	56
Gatunek główny drzewostanu Main species in the forest stand	GAT_PAN	D	40
Typ próchnicy Humus type	HUM	S	38
Melioracje Water drainage	MEL	S	20



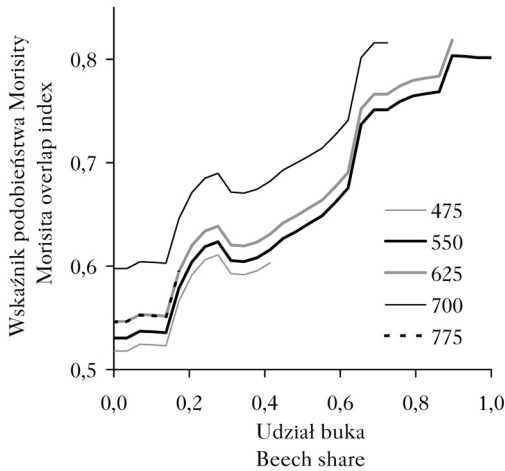
Ryc. 3.

Zależność wskaźnika Morisity od wysokości nad poziomem morza, przy przyjęciu średniej wartości pozostałych cech

Relationship between the Morisita overlap index and the altitude above sea level with all other predictors averaged

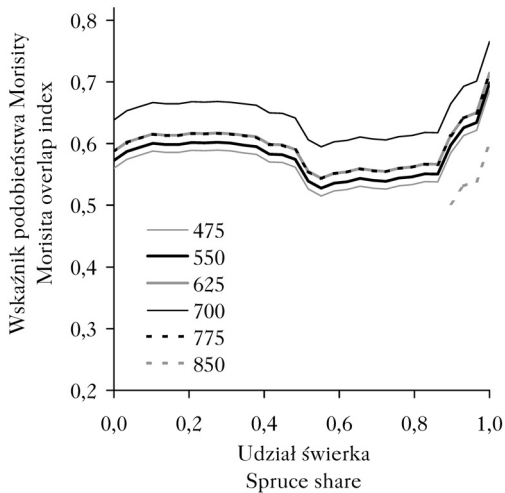
W obu tych warstwach gatunkiem najliczniejszym był świerk, a drugi pod względem udziału był buk.

W wyjaśnianiu stopnia podobieństwa składu gatunkowego warstwy odnowienia i warstwy macierzystej najważniejszą zmienną było położenie terenu nad poziomem morza. W drzewostanach rosnących poniżej 650 m n.p.m. lub powyżej 800 m n.p.m. skład gatunkowy odnowienia znacznie różnił się od składu warstwy macierzystej. W drzewostanach położonych najwyżej brzozy brodawkowata i omszona (ta na ogół na siedliskach naskalnych) stanowiły około 50% ilości warstwy odnowienia, ale w warstwie macierzystej ich udział wynosił zaledwie kilka procent. Z tego powodu w drzewostanach w takim terenie wartości wskaźnika Morisity były małe. W strefie wysokości 650-800 m n.p.m. podobieństwo składu gatunkowego pomiędzy obiema warstwami było największe. Wiązało się to z niewielkim udziałem brzozy w warstwie odnowienia i dużym udziałem świerka zarówno w tej warstwie, jak i w warstwie macierzystej – często o uproszczonej budowie. Obserwacja ta może stanowić wskazówkę dla wykonywania działań wspomagających naturalne odnowienie. Ich celem byłoby zwiększenie różnorodności gatunkowej drzewostanów znajdujących się w tej strefie wysokości. Aby w działaniach związanych z przywracaniem gatunków drzew właściwych dla danego siedliska respektować status ochronny tego terenu, zaproponowano wykorzystanie ognisk sukcesji [Kanabus, Miścicki 2020].



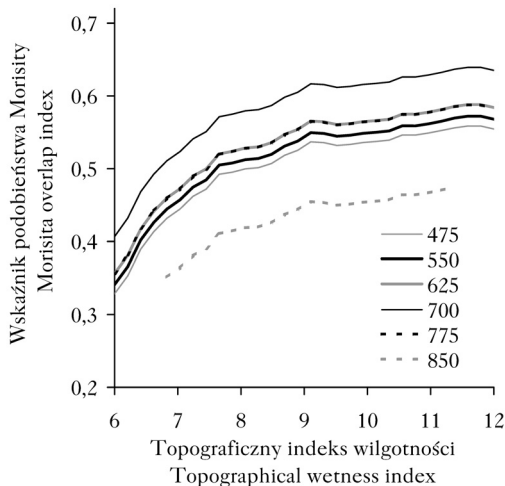
**Ryc. 4.**

Zależność wskaźnika Morisity od udziału buka w macierzystej warstwie drzew, z uwzględnieniem wysokości nad poziomem morza i przy przyjęciu średniej wartości pozostałych cech  
Relationship between the Morisita overlap index and the share of the European beech in canopy layer in the altitude above sea level classes with all other predictors averaged



**Ryc. 5.**

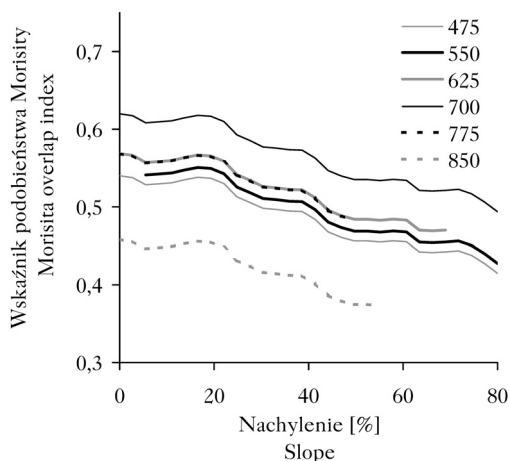
Zależność wskaźnika Morisity od udziału świerka w macierzystej warstwie drzew, z uwzględnieniem wysokości nad poziomem morza i przy przyjęciu średniej wartości pozostałych cech  
Relationship between the Morisita overlap index and the share of the Norway spruce in canopy layer in the altitude above sea level classes with all other predictors averaged



**Ryc. 6.**

Zależność wskaźnika Morisity od wartości topograficznego indeksu wilgotnościowego, z uwzględnieniem wysokości nad poziomem morza i przy przyjęciu średniej wartości pozostałych cech  
Relationship between the Morisita's overlap index and the topographic wetness index in the altitude above sea level classes using BRTs with all other predictors averaged

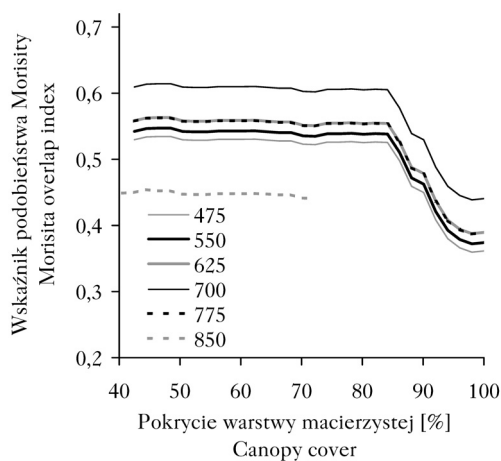




Ryc. 7.

Zależność wskaźnika Morisity od nachylenia terenu, z uwzględnieniem wysokości nad poziomem morza i przy przyjęciu średniej wartości pozostałych cech

Relationship between the Morisita overlap index and the slope in the altitude above sea level classes with all other predictors averaged



Ryc. 8.

Zależność wskaźnika Morisity od początkowego pokrycia warstwy macierzystej drzewostanu, z uwzględnieniem wysokości nad poziomem morza i przy przyjęciu średniej wartości pozostałych cech

Relationship between the Morisita overlap index and the initial canopy cover in the altitude above sea level classes with all other predictors averaged

Cechy „udział buka w warstwie macierzystej” oraz „udział świerka w warstwie macierzystej” stanowiły informację o potencjale odnowieniowym tych gatunków, które w największym stopniu wpływały na kształtowanie się warunków wzrostu młodego pokolenia drzew. W drzewostanach ze znacznym udziałem buka podobieństwo składu gatunkowego obu warstw zwiększało się wraz z upraszczaniem się struktury gatunkowej, rozumianym jako zwiększanie się udziału buka. Ma to znaczenie wobec faktu zwiększania się udziału buka w PNGS zarówno w warstwie macierzystej, jak i warstwie odnowienia [Miścicki i in. 2018]. Drzewostany o dużym udziale buka mogą stać się ubogie ze względu na skład gatunkowy warstwy odnowienia. W przypadku świerka zmiana jego udziału w warstwie macierzystej w niewielkim stopniu wpływała na stopień podobieństwa obu warstw drzewostanu. Dopiero gdy udział tego gatunku przekraczał 85%, w ograniczonym zakresie zwiększało się podobieństwo gatunkowe warstw. Wskazuje to na stopniowe zwiększanie się różnorodności gatunkowej warstwy odnowienia w drzewostanach świerkowych – również tych, w których udział tego gatunku w warstwie macierzystej był bardzo duży. Według Luguzy i in. [2020] wpływ na odnowienie świerka ma jednak wiele dodatkowych czynników, takich jak odpowiednia wilgotność czy wiek drzewostanu.

Większe podobieństwo gatunkowe drzew warstwy macierzystej i odnowienia stwierdzono na siedliskach wilgotniejszych, czyli takich, w których wilgotnościowy indeks topograficzny był większy. Mogło to być związane z prowadzonymi w XIX wieku na szeroką skalę melioracjami na obszarach zabagnionych, które następnie były zalesiane litymi drzewostanami świerkowymi [Migoń, Kasprzak 2015], jak również z mniejszą liczbą gatunków drzew, które rosną w takich warunkach. W terenach górskich brak jest siedlisk najsuchszych, w których należało oczekiwać małego zróżnicowania gatunkowego. Najmniejsze obserwowane wartości indeksu wilgotnościowego odpowiadały siedliskom świeżym, pokrywały się zatem z optymalnymi warunkami siedliskowymi występowania większości gatunków drzew notowanych w PNGS. W przypadku siedlisk bagiennych obecność świerka, brzozy brodawkowatej i omszonej wydaje się pożądana, a zmiany w strukturze gatunkowej będą zapewne następowały w niewielkim stopniu.

„Nachylenie” oraz „początkowy stopień pokrycia powierzchni drzewostanu przez korony drzew” były cechami wpływającymi ujemnie na wartości wskaźnika Morisity. Wraz ze zwiększaniem się stopnia nachylenia terenu zwiększała się różnica składu gatunkowego drzew pomiędzy warstwą odnowienia a warstwą macierzystą. Stoki o największym nachyleniu najczęściej nie były w przeszłości zagospodarowane. W związku z tym procesy odnowieniowe miały zapewne bardziej naturalny przebieg, co mogło wpłynąć na to, że skład gatunkowy obydwu warstw stał się bardziej zróżnicowany. W przypadku „stopnia pokrycia przez korony drzew” zależność przebiegała inaczej. Zmiana wartości wskaźnika Morisity następowała dopiero, gdy stopień pokrycia przekraczał 85%. Najmniejsze podobieństwo gatunkowe obu warstw występowało więc w drzewostanach odznaczających się największym stopniem zwarcia. W takich warunkach ilość odnowienia jest często mniejsza, a gdy odnowienie się pojawia, kluczowe znaczenie mogą mieć wymagania świetlne poszczególnych gatunków.

## Wnioski

- ✦ W drzewostanach Parku Narodowego Gór Stołowych skład gatunkowy drzew warstwy odnowienia nie był odwzorowaniem składu warstwy macierzystej. Stopień podobieństwa między tymi warstwami był różny i wpływał na niego szereg cech siedliska lub drzewostanu – w największym stopniu położenie terenu nad poziomem morza.
- ✦ Największa potrzeba wykonywania działań ochronnych związanych ze wspomaganie naturalnego odnowienia i zwiększeniem jego różnorodności dotyczyła drzewostanów rosnących na wysokości 650-800 m n.p.m. Stwierdzono w nich bardzo duży udział świerka.
- ✦ Wskazane jest kształtowanie drzewostanów bukowych, co jest możliwe w obszarach ochrony czynnej Parku Narodowego Gór Stołowych. Podobieństwo składu gatunkowego warstwy odnowienia i warstwy macierzystej, zwiększające się wraz ze zwiększaniem udziału buka w warstwie macierzystej, pokazało, że drzewostany o dużym udziale buka w warstwie macierzystej mogą stać się ubogie ze względu na skład gatunkowy warstwy odnowienia.

## Literatura

- Baranowska-Kącka A. 2008. Historia roślinności w świetle badań palinologicznych Sudetów. W: Witkowski A., Pokryszko B., Ciężkowski W. [red.]. Przyroda Parku Narodowego Gór Stołowych. PNGS, Kudowa-Zdrój. 130-157.
- Bernadzi E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1998. Compositional dynamics of natural forests in the Białowieża National Park, northeastern Poland. *Journal of Vegetation Science* 9: 229-238.
- Elith J., Leathwick J. R., Hastie T. 2008. A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology* 77: 802-813. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01390.x>.
- Gazda A., Miścicki S. 2016. Prognoza zmian składu gatunkowego Białowieskiego Parku narodowego. *Sylwan* 160 (4): 309-319. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2015106>.
- Horn H. 1966. Measurement of 'overlap' in comparative ecological studies. *The American Naturalist* 100: 419-424.
- Jędrzejczak E., Miścicki S. 2001. Lasy Parku Narodowego Gór Stołowych. *Szczeliniec* 4: 79-103.

- Kabała C., Chodak T., Bogacz A., Łabaz B., Jezierski P., Galka B., Kaszubkiewicz J., Glina B. 2011. Przemiany zróżnicowanie gleb i siedlisk Parku Narodowego Gór Stołowych. W: Chodak T., Kabała C., Kaszubkiewicz J., Migoń P., Wojewoda J. [red.]. Geoekologiczne Warunki Środowiska Przyrodniczego Parku Narodowego Gór Stołowych. WIND, Wrocław. 141-168.
- Kanabus A., Miścicki S. 2020. Ogniska sukcesji dla przywracania odpowiedniego składu gatunkowego drzew w lesie objętym ochroną. *Sylwan* 164 (10): 831-841. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2020082>.
- Latocha A. 2005. Rozwój krajobrazu Sudetów Kłodzkich w czasach historycznych. W: Szponar A., Horska-Schwarz S. [red.]. Struktura przestrzenno-funkcjonalna krajobrazu. Studium uwarunkowań i kierunki zagospodarowania geo-kompleksów naturalnych i urbanizowanych. 140-151.
- Luguzs S., Šnepsts G., Donis J., Desaine I., Baders E., Kitenberga M., Elferts D., Jansons A. 2020. Advance Regeneration of Norway Spruce and Scots Pine in Hemiboreal Forests in Latvia. *Forests* 11 (215). DOI: <https://doi.org/10.3390/f11020215>.
- Magurran A. E., Baillie S. R., Buckland S. T., Dick J., McElston D. A., Scott E. M., Smith R. I., Somerfield P. J., Watt A. D. 2010. Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. *Trends in Ecology & Evolution* 25 (10): 574-582.
- Matuszkiewicz J. M. 2008. Potencjalna roślinność naturalna Polski. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Matuszkiewicz J. M. 2011. Przemiany w zespołach leśnych Puszczy Białowieskiej w drugiej połowie XX wieku. *Czasopismo Geograficzne* 82: 69-105.
- Migoń P., Kasprzak M. 2014. Tereny podmokłe na płaskowyżu Gór Stołowych w świetle parametryzacji powierzchni na podstawie topograficznego indeksu wilgotności (TWI). *Studia Limnologica et Telmatologica* 8 (1): 57-68.
- Miścicki S. 2008. Lasy. W: Witkowski A., Pokryszko B. M., Ciężkowski W. [red.]. Przyroda Parku Narodowego Gór Stołowych. Kudowa-Zdrój. 304-321.
- Miścicki S., Mielczarczyk J., Szneidrowski M. 2018. Lasy Parku Narodowego Gór Stołowych. W: Kabała C. [red.]. Góry Stołowe – przyroda i ludzie. Kudowa-Zdrój. 353-374.
- Pulinowa M. Z. 1996. Rzeźba Gór Stołowych jako efekt relacji: struktura geologiczna – woda. *Materiały Sympozjum Naukowego Środowisko Przyrodnicze Parku Narodowego Gór Stołowych. PNGS, Kudowa-Zdrój.* 47-52.
- Wilk T., Pawlaczyk P., Bobrek R. 2014. Przyrodnicze podstawy gospodarki leśnej w Karpatach. *Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków, Marki.*
- Wojewoda J., Białek D., Bucha M., Głuszynski A., Gotowała R., Krawczewski J., Schutty B. 2011. Geologia Parku Narodowego Gór Stołowych – wybrane zagadnienia. W: Chodak T., Kabała C., Kaszubkiewicz J., Migoń P., Wojewoda J. [red.]. Geoekologiczne Warunki Środowiska Przyrodniczego Parku Narodowego Gór Stołowych. WIND, Wrocław. 53-96.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. CILP, Warszawa.