

RYSZARD POZNAŃSKI

# Konwencje ustalania wskaźników zróżnicowania lasów

Conventions of determining indicators of forest diversity

## ABSTRACT

Poznański R. 2008. Konwencje ustalania wskaźników zróżnicowania lasów. Sylwan 1: 53-57.

There are two conventions of determining indicators of forest diversity: geometric and natural. Indicators in the geometric convention are determined from the ratio of differences in the values of the real characteristic to the value of the characteristic adopted as a comparative norm. Indicators in the natural convention are determined from the ratio of differences in the values of a characteristic in the real world to the mean value of that characteristic by standard deviation. The indicator-based assessment of forests in Poland is based on the geometric convention of similarities and standards included in yield and stand volume increment tables. This convention of similarities (map and plan scales) taken directly from technology has no natural justification. Therefore, it is necessary to determine indicators of forest diversity based on natural convention with special reference to the uneven-aged forests based on natural forests.

## KEY WORDS

geometric and natural convention of determining indicators of forest diversity, uneven-aged forest diversity characteristics

## ADDRESSES

Ryszard Poznański – Katedra Urządzania Lasu; Akademia Rolnicza;  
Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków; e-mail: rpoznanski@ar.krakow.pl

## Wstęp

Wskaźniki zróżnicowania lasów służą do oceny i porównywania ze sobą drzewostanów występujących w różnych warunkach siedliskowych i w różnym wieku oraz do określenia ich potrzeb hodowlanych [Rutkowski 1972]. Wskaźniki zróżnicowania lasów powinny spełniać 4 zasadnicze funkcje: informacyjną, klasyfikacyjną, regulacyjną i hodowlaną.

Funkcja informacyjna wskaźników polega na możliwości porównania ze sobą różnych drzewostanów obecnie i w przyszłości, a funkcja klasyfikacyjna – na podziale drzewostanów ze względu na stopień ich podobieństwa. Z kolei funkcja regulacyjna wynika z przydatności wskaźników do ustalenia rozmiaru użytkowania, a funkcja hodowlana – z możliwości określenia faktycznych potrzeb i pilności zabiegów w poszczególnych drzewostanach.

Specyficzna postać (wygląd, forma) lasów różnowiekowych nie znalazła jak dotąd odzwierciedlenia w zapisach instrukcji urządzania lasu, a także w ich wskaźnikowej charakterystyce. Lasy różnowiekowe traktuje się jak równowiekowe z wszelkimi wynikającymi z tego konsekwencjami. Podobnie jak w lasach równowiekowych, wyróżnia się w nich drzewostany na podstawie wieku, co jest czynnością trudną, a w wielu przypadkach niemożliwą do wykonania. Różnica wynika więc z tego, że zróżnicowanie wieku w lasach różnowiekowych dotyczy pojedynczych drzew, a nie całego drzewostanu, i z tego powodu wiek drzew zastępowany jest przez ich grubość, a za miarę ich wiekowego zróżnicowania przyjmuje się określone typy rozkładu pierśnic.

W praktyce gospodarczej lasy różnowiekowe ocenia się i porównuje za pomocą takich samych wskaźników jak lasy równowiekowe, tj. bonitacji wzrostowej, zadrzewienia, zagęszczenia, ustalanych na podstawie wieku drzewostanu, a nie wieku pojedynczych drzew. Użyteczność tak ustalanych wskaźników jest niska, nieprawdziwie bowiem odwzorowują one złożoną postać i strukturę lasów różnowiekowych. Wynika więc z tego potrzeba opracowania wskaźników zróżnicowania, odpowiednich dla szczególnej postaci i struktury lasów różnowiekowych.

### Konwencje ustalania wskaźników zróżnicowania lasów

Znane są dwie konwencje ustalania wskaźników zróżnicowania lasów: geometryczna (ilorazowa) i przyrodnicza (częstościowa) [Rutkowski 1972, 1987].

Wskaźniki w konwencji geometrycznej ( $W_g$ ) ustala się z ilorazu wartości dowolnej cechy zbiorowiska drzew występującego w rzeczywistości ( $R$ ) do wartości tej cechy przyjętej za normę porównawczą ( $N$ ):

$$W_g = \frac{R}{N}$$

Za normę porównawczą ( $N$ ) przyjmuje się stan optymalny (maksymalny) określany przez najwyższe wartości (normy) poszczególnych cech zawarte w tablicach zasobności i przyrostu drzewostanów. Wartości wskaźnika  $W_g$  zawierają się w przedziale od 0 do 1 i na ogół nie przekraczają wartości normy maksymalnej 1. Taka ich wartość oznacza, że równowiekowe zbiorowisko drzew (drzewostan) jest najlepsze i wykazuje stan optymalny. Im wartości wskaźnika są niższe, tym drzewostan odbiega (odchyła się) bardziej od przyjętej normy i jest gorszy. Drzewostany równowiekowe różnego gatunku i wieku wykazujące jednakową wartość wskaźnika  $W_g$  uważa się za podobne pod względem badanej cechy.

Do najczęściej stosowanych wskaźników zróżnicowania lasów równo- i różnowiekowych zaliczyć można bonitację wzrostową, zadrzewienie i zagęszczenie [Rutkowski 1961, 1966].

Wskaźnik bonitacji wzrostowej wskazuje na zależność pomiędzy wiekiem a wysokością drzewostanu określonego gatunku. Ze względu na to, że wysokość drzew tylko w małym stopniu zależy od wpływu czynników tkwiących poza siedliskiem, wskaźnik bonitacji wykorzystuje się często do określenia zróżnicowania warunków siedliskowych oraz do ustalenia potencjalnych możliwości produkcyjnych siedliska.

Wskaźnik zadrzewienia jest ilorzem rzeczywistej zasobności drzewostanu i zasobności z tablic zasobności i przyrostu drzewostanów dla tego samego gatunku drzewa, wieku i klasy bonitacji. Zależy proporcjonalnie od liczby drzew i ich grubości — im więcej drzew i im są one grubsze, tym wskaźnik ten jest wyższy. Wskaźnik zadrzewienia zawiera informacje o wypełnieniu przestrzeni przez rosnący zapas, o stopniu wykorzystania przyrodzonych możliwości produkcyjnych siedlisk, o stanie środowiska leśnego, a także o rodzaju i prawidłowości wykonania zabiegów pielęgnacyjnych.

Wskaźnik zagęszczenia jest ilorzem rzeczywistej liczby drzew na hektar i liczby drzew z tablic zasobności i przyrostu drzewostanów dla tego samego gatunku drzewa, wieku i klasy bonitacji. Zależy wyłącznie od ilości drzew i informuje o stosunkach świetlnych we wnętrzu drzewostanu. Jest na ogół niższy od wskaźnika zadrzewienia.

Wskaźniki w konwencji przyrodniczej ( $W_p$ ) ustala się z ilorazu różnicy wartości cechy występującej w rzeczywistości ( $x_{rz}$ ) i wartości średniej tej cechy ( $\bar{x}$ ) przez odchylenie standardowe  $S_x$  [Rutkowski 1972, 1987].

$$W_p = \frac{x_{rz} - \bar{x}}{S_x}$$

Za normę porównawczą przyjmuje się wartość średnią ( $\bar{x}$ ) danej populacji drzew i traktuje się ją jako biologiczną normę porównawczą – rozwojową, zmienną w czasie [Malinowski 1982]. Biologiczne normy porównawcze ( $\bar{x}$ ) w konwencji przyrodniczej określają w leśnictwie wielkości przeciętne dla danej cechy w populacji organizmów żywych zbiorowiska leśnego bez względu na stosowane sposoby zagospodarowania i rodzaje zabiegów hodowlanych.

Wskaźniki w konwencji przyrodniczej mogą być dodatnie lub ujemne i mieszczą się na ogół w przedziale  $\pm 3$ . Dodatnia wartość wskaźnika oznacza, że zbiorowisko drzew o danej cesze jest lepsze niż norma rozwojowa i to tym lepsze, im większa wartość wskaźnika. Ujemna wartość wskaźnika oznacza, że zbiorowisko drzew o danej cesze jest gorsze niż przyjęta norma. Wartość zerowa (0) wskaźnika w konwencji przyrodniczej oznacza, że zbiorowisko drzew o danej cesze reprezentuje stan średni. Wskaźniki w tej konwencji wskazują jednocześnie na częstość występowania w przyrodzie lasów o tej samej wartości cechy. Lasów o wskaźnikach  $Wp$  bliskich wartości zerowej jest wiele. Im wartość  $Wp$  wskazuje na większe odchylenie od wartości średniej, tym rzadziej się zdarza. Wskaźniki w konwencji przyrodniczej tylko wyjątkowo wykraczają swoją wartością poza przedział  $(-3; +3)$  [Rutkowski 1961, 1972].

Użyteczność wskaźników utworzonych według konwencji przyrodniczej (częstościowej) wynika ze stałego naruszania biologicznej normy rozwojowej w regulacji rozwoju lasów, polegającej na ciągłym zbliżaniu rzeczywistych cech lasów różnowiekowych do wartości średniej [Poznański, Rutkowska 1997].

## Cechy zróżnicowania lasów różnowiekowych

Zróżnicowanie lasów różnowiekowych wyrazić można za pomocą trzech podstawowych cech: zmniejszania się liczby drzew w stopniach grubości ( $a$ ), zagęszczenia drzew w stopniach grubości ( $k$ ) oraz zróżnicowania struktury grubościowej pierśnic ( $q$ ) [Meyer 1933].

Cecha zmniejszania liczby drzew w stopniach grubości ( $a$ ) jest odwrotnością średniej pierśnicy pomniejszonej o wartość pierśnicy stanowiącej dolny próg pomiaru ( $b$ ):

$$a = \frac{1}{d - b}$$

Cecha zmniejszania liczby drzew w stopniach grubości ( $a$ ) różnicuje las ze względu na grubość drzew (średnią pierśnicę) w ten sposób, że jest wysoka, gdy drzewa są cienkie i maleje wraz ze wzrostem ich grubości. Cecha ta wskazuje również na kształt krzywej rozkładu pierśnic w ten sposób, że jest wysoka, gdy krzywa jest bardziej stroma i niska, gdy jest mniej stroma.

Cechę zagęszczenia drzew w stopniach grubości  $k$  oblicza się ze wzoru:

$$k = \frac{a}{e^{-ab} - e^{-abmax}}$$

gdzie:

$e$  – oznacza podstawę logarytmów naturalnych,

$b$  – dolny kres pomiaru pierśnic,

$bmax$  – pierśnicę maksymalną,

$a$  – cechę zmniejszania się liczby drzew w stopniach grubości.

Cecha zagęszczenia drzew w stopniach grubości  $k$  różnicuje lasy różnowiekowe w ten sposób, że jest tym wyższa, im grubość drzew (średnia pierśnica) jest niższa i na odwrót.

Cechę zróżnicowania struktury rozkładu pierśnic ( $q$ ) obliczyć można za pomocą zmodyfikowanego przez Rutkowskiego wzoru Liocourta [Rutkowski 1967; Meyer 1933]:

$$q = \frac{1}{e^{-a\varepsilon}}, \quad 0 \leq q \leq 1$$

gdzie:

$\varepsilon$  – szerokość stopnia grubości.

Cecha zróżnicowania struktury rozkładu pierśnic ( $q$ ) jest dodatnim ułamkiem mniejszym od jedności. Jest niska dla drzew cienkich i wysoka dla grubych. Określa również kształt krzywej rozkładu pierśnic w ten sposób, że jest niska, gdy krzywa jest stroma oraz wysoka, gdy jest mniej stroma.

Cecha  $q$  wyraża występującą w przyrodzie prawidłowość biologiczną, polegającą na tym, że nie każde drzewo przeżywa i dochodzi do kolejnego, następnego stopnia grubości, a pozostawanie drzew przy życiu jest zjawiskiem probabilistycznym. Przeżycie przez drzewo każdego kolejnego stopnia wiekowego określone jest z pewnym prawdopodobieństwem wyrażonym przez wskaźnik  $q$ . Prawdopodobieństwo  $q$  jest stałe dla określonego typu rozkładu pierśnic i charakteryzuje stadium rozwoju, w jakim aktualnie znajduje się las różnowiekowy.

Niekiedy za cechy zróżnicowania lasów różnowiekowych przyjmuje się wprost średnią pierśnicę ( $\bar{d}$ ) i średnią liczbę drzew na hektar ( $N/ha$ ).

Cechy zróżnicowania lasów różnowiekowych są wielkościami bezwzględными i nie mogą służyć do porównywania różnych drzewostanów, stanowią natomiast podstawę do opracowania wskaźników zróżnicowania lasów w konwencji przyrodniczej.

### Ocena konwencji ustalania wskaźników zróżnicowania lasów

Wskaźnikowa ocena lasów w Polsce oparta jest na geometrycznej konwencji podobieństw i normach zawartych w tablicach zasobności i przyrostu drzewostanów. Ta konwencja podobieństw (skale map, planów), przyjęta wprost z techniki, nie ma uzasadnienia przyrodniczego, a przyjmowane normy z tablic zasobności i przyrostu drzewostanów nie odwzorowują optymalnych warunków wzrostu i rozwoju drzewostanów, zwłaszcza różnowiekowych. Jednakże ponad 100-letnia tradycja w posługiwaniu się wskaźnikami utworzonymi według konwencji geometrycznej utrwaliła w sposobie myślenia techniczną interpretację zjawisk: równe albo niższe od wielkości optymalnych – maksymalnych.

Interpretacja wskaźników zróżnicowania lasów według konwencji przyrodniczej różni się zasadniczo od interpretacji w konwencji ilorazowej (geometrycznej). Wskaźniki w konwencji przyrodniczej wskazują na odchylenie drzewostanów od przyjętej za normę porównawczą wartości średniej cechy. Według Rutkowskiego [1961], taka normalizacja cech jest szczególnie uzasadniona, ponieważ w rzeczywistości zbiorowiska drzew o cechach równych liczbowym wartościom zmiennych znormalizowanych zdarzają się dla danego rozkładu jednakowo często, co jest zjawiskiem o istotnym znaczeniu biologicznym. Wartość wskaźników w konwencji przyrodniczej wynika ze stałego naruszania biologicznych norm rozwojowych w trakcie działalności gospodarczej i zbliżania cech lasów różnowiekowych zawsze do wartości średniej. Interpretacja w ten sposób ustalonych wskaźników wymaga jednak zmiany sposobu oceny zjawisk zachodzących w przyrodzie z technicznego na przyrodniczy.

Nieznane są w Polsce wielkości cechy zróżnicowania lasów różnowiekowych. Nie opracowano również wskaźników w konwencji przyrodniczej odpowiednich dla szczególnej postaci tego typu lasów. Istnieje potrzeba takiego opracowania, bowiem wskaźnikowa ocena i porównanie obejmą najcenniejsze lasy różnowiekowe w Polsce, w tym o strukturze przerębowej.

## Literatura

- Malinowski A. 1982. O koncepcjach normy w biologii i w medycynie. W: Filozofia i biologia. Inspiracje teoretyczne. PWN. Warszawa-Poznań.
- Meyer A. 1933. Eine mathematisch – statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. Schweiz. Z. Forstw., Jg. 82, 2: 33-105.
- Poznański R., Rutkowska L. 1997. Wskaźniki zróżnicowania struktury rozkładu pierśnic. Sylwan 12: 5-13.
- Rutkowski B. 1961. Trójwskaźnikowa klasyfikacja drzewostanów sosnowych metodą wrocławską. Zastosowania matematyki. VI: 79-110.
- Rutkowski B. 1966. Zmienność cech taksacyjnych charakterystycznych typów drzewostanów w Krainie Karpackiej. Acta Agr. et Silvestria. VI: 67-115.
- Rutkowski B. 1967. Rozkład pierśnic według krzywej frekwencji Liocourta-Meyera. Zeszyty Naukowe WSR w Krakowie. Leśnictwo 3: 1-20.
- Rutkowski B. 1972. Problemy inwentaryzacji i regulacji w urzędzaniu lasu. Skrypty dla szkół wyższych. Kraków.
- Rutkowski B. 1987. Model stanu i rozwoju drzewostanów karpackich. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. 17: 233-242.

## SUMMARY

### Conventions of determining indicators of forest diversity

Two conventions of determining indicators of forest diversity can be distinguished: geometric (quotient-based) and natural (frequency-based). Indicators in the geometric convention are determined from the ratio of any characteristic of a tree community in the real world to the value of that characteristic assumed as an optimum comparative norm. Indicators in the natural convention are determined from the ratio of differences in the values of a characteristic in the real world to the mean value of that characteristic by standard deviation.

The indicator-based assessment of forests in Poland is based on the geometric convention of similarities and standards included in yield and stand volume increment tables. This convention of similarities (map and plan scales) taken directly from technology has no natural justification, and the adopted maximum norms from yield tables and stand volume increment do not depict the optimum conditions of growth and development of stands, particularly those representing different age groups. However, the over a hundred year tradition of using the indicators established according to the geometric convention has strengthened in our way of thinking the technical interpretation of phenomena as being equal or lower than optimum – maximum values.

The interpretation of indicators of forest diversity according to the natural convention differs basically from the interpretation according to the geometric convention. Indicators in the natural convention show deviations of the real characteristics of stands from the mean value of the characteristic adopted as a comparative norm. Their interpretation will require a change of the rules of comparing the phenomena taking place in nature: from technical to natural.

The following characteristics are the basis for determining the indicators of forest diversity: decline in the number of trees in diameter classes  $a$ , tree densities in diameter classes  $k$  and diversity of dbh structure  $q$ . Sometimes average dbh ( $\bar{d}$ ) and the average number of trees per hectare ( $N/ha$ ) are used as the characteristics of forest diversity in uneven-aged classes.

The values of forest diversity characteristics are unknown in Poland. Indicators in the natural convention that are appropriate for a peculiar form of this type of forest have not been developed either. The need for such a study seems to be necessary as it concerns forests in uneven-aged classes with the selection structure – usually representing high natural values.