

STANISŁAW BROŻEK, JAROSŁAW LASOTA, EWA BŁOŃSKA, TOMASZ WANIC,
MACIEJ ZWYDAK

Waloryzacja siedlisk obszarów górskich na podstawie Siedliskowego Indeksu Glebowego (SIGg)*

Evaluation of the mountain sites on the basis of soil trophic index (SIGg)

ABSTRACT

Brożek S., Lasota J., Błońska E., Wanic T., Zwydak M. 2015. Waloryzacja siedlisk obszarów górskich na podstawie Siedliskowego Indeksu Glebowego (SIGg). Sylwan 159 (8): 684-692.

The correct assessment of the site conditions is the basis of the good management of forest areas. The aim of this study was to find a set of soil properties, which allow separating the diverse sites in terms of the soil productivity. We used 180 locations in the Carpathians and the Sudety Mountains for testing. The study plots were located in transects from the foothills to the top along the slopes, taking into account the variability of site conditions, geological substrate and exposition. The index was calculated on the basis of the content of <0.02 mm particles, the sum of exchangeable base cations, soil acidity and the ratio between total N content and organic C in the humus-mineral horizon. The soil trophic index for mountain areas (SIGg) that include the climatic factor was introduced. The factor is defined as the 650/altitude ratio for a given point above sea level. In the mountains, the content of <0.02 mm fraction, the sum of exchangeable base cations and soil acidity were determined in the column of 1 m² of the soil cross section and depth of 1 m (1 m³ of volume) due to the lower depth of the soil profile. The SIGg correctly separates soil of different productivity as the properties closely associated with the stable elements of the soil, expressing its production and properties, which reflect the current state of the soil environment, were used in the construction SIGg.

KEY WORDS

site quality, SIGg, mountain soils

ADDRESSES

Stanisław Brożek – e-mail: rlbrozek@cyf-kr.edu.pl

Jarosław Lasota, Ewa Błońska, Tomasz Wanic, Maciej Zwydak

Zakład Gleboznawstwa Leśnego, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

Wstęp

Do diagnozowania typu siedliskowego lasu na nizinach i wyżynach stosuje się metodę opisaną w Instrukcji Urządzenia Lasu [2012] opracowaną przez Brożka i in. [2011a, b]. Stanowi ona obiektywny klucz diagnozowania siedlisk, wykorzystujący cechy gleby oznaczone w laboratoriach geochemicznych i ujęte w siedliskowy indeks glebowy (SIG). Zaletą tego systemu jest obiektywność podziału gleb w lasach na odmiany troficzne [Brożek i in. 2011c; Lasota, Błońska 2013].

*Praca finansowana przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych w ramach projektu pt. „Dopracowanie diagnozowania siedlisk dla obszarów górskich w oparciu o siedliskowy indeks glebowy (SIG) wprowadzany obecnie do diagnozowania siedlisk terenów nizinnych i wyżynnych”.

Wyróżnione 4 troficzne grupy gleb, stanowiące równocześnie odmiany podtypów gleb w lasach, korespondują z możliwościami produkcyjnymi siedlisk i wyznaczają ramy, w obrębie których projektuje się docelowy skład gatunkowy hodowanych drzewostanów. Gospodarka leśna napotyka na problemy związane z oceną siedlisk górskich. W górach na dużych obszarach leśnych hodowano lite drzewostany świerkowe, doprowadzając w ten sposób do zniekształcenia siedlisk [Maciaszek i in. 2000; Małek i in. 2014]. Prawidłowe zagospodarowanie siedlisk górskich, w tym także przebudowa niedostosowanych do siedliska drzewostanów, wymagają obiektywnej oceny jakości siedliska.

Celem przeprowadzonych badań było wyznaczenie zestawu właściwości glebowych, które pozwolą rozdzielić zróżnicowane pod względem możliwości produkcyjnych siedliska leśne Karpat i Sudetów. Podjęto próbę opracowania metodyki wyliczenia indeksu oceny gleb górskich oraz jego wykorzystania w klasyfikacji górskich siedlisk leśnych.

Materiał i metody

Do badań wyznaczono 180 powierzchni typologicznych reprezentujących podstawowe typy siedliskowe lasu zlokalizowane na obszarze Karpat i Sudetów. Krainę Karpacką reprezentowały powierzchnie typologiczne zlokalizowane w różnych pasmach i masywach górskich: Beskid Makowski (4), Beskid Żywiecki (26), Beskid Niski (10), Beskid Sądecki (7), Beskid Śląski (10), Bieszczady (15), Tatry Wschodnie (3) i Tatry Zachodnie (26). Krainę Sudecką reprezentują powierzchnie typologiczne z następujących terenów: Góry Izerskie (19), Góry Kaczawskie (27), Góry Kamienne (8), Góry Stołowe (10), Góry Złote (3), Karkonosze (5), Masyw Ślęży (2) i Masyw Śnieżnika (5).

Badane powierzchnie zlokalizowano w transektach od podnóża stoku do jego górnej strefy, część na wystawach cieplejszych (S, SW, W), część na ekspozycjach chłodniejszych (N, NE, E), tak aby odzwierciedlały zmienność warunków siedliskowych. Powierzchnie zostały rozmieszczone na najważniejszych utworach geologicznych decydujących o zmienności żyzności wytworzonych z nich gleb. W Beskidach uwzględniono cztery grupy utworów piaskowcowych: a) piaskowce magurskie i godulskie, b) gruboziarniste piaskowce istebniańskie, c) piaskowce krośnieńskie i d) najzasobniejsze piaskowce i łupki hieroglifowe, inoceramowe i warstwy beloweskie. W Sudetach utwory skalne zostały połączone w cztery grupy o zbliżonych zdolnościach siedliskotwórczych: a) kwaśne skały krzemianowe magmowe i przeobrażone (granity, gnejsy, porfiry kwarcowe), b) osadowe skały o spoiwie ilasto-krzemionkowym (piaskowce), c) skały metamorficzne (łupki krystaliczne i zieleńcowe) i d) skały zasadowe (bazalty, diabazy, amfibolity, gabra). W Tatrach zostały uwzględnione dwie grupy utworów skalnych: a) kwaśne skały (granity i granitognejsy) i b) skały węglanowe (wapienie i dolomity).

Na każdej powierzchni wykonano głęboką odkrywkę glebową, z której zostały pobrane próbki glebowe do oznaczeń podstawowych właściwości fizykochemicznych niezbędnych do obliczenia wskaźnika SIG, w tym próbki o nienaruszonej strukturze, potrzebne do określenia gęstości objętościowej. Z poziomów próchnicznych pobrano je zbiorczo. Na każdej powierzchni badawczej wykonano pomiar drzewostanu w celu określenia wysokości przeciętnej oraz bonitacji wzrostowej gatunków budujących drzewostan. Dla oceny siedliska na podstawie roślinności runa wykonano spis roślinności metodą Brauna-Blanqueta. Pobrane gleby analizowano zgodnie z zasadami kartowania siedlisk [Instrukcja... 2012]. Oznaczano następujące właściwości gleb: uziarnienie – metodą arcometryczną, pH – metodą potencjometryczną w 1M roztworze KCl i w H₂O, zawartość C i N autoanalizatorem LECO CNS. Wymienne formy Ca, Mg, K i Na określono techniką absorpcji atomowej w wyciągu 1M octanu amonu o pH 7,0, natomiast kwasowość

hydrolityczną metodą Kappena. Gęstość objętościową oznaczono metodą suszarkowo-wagową na próbkach o nienaruszonej strukturze pobranych do cylindereków. W przypadku kiedy nie można było pobrać gleby do cylindrów, gęstość została wyliczona z równania $D=1,3773 \cdot e^{-0,0547 \cdot C_{org}}$ [Brożek, Zwydak 2003].

Wyniki

Zebrany materiał przeanalizowano pod względem głębokości gleby, w której należy oceniać zróżnicowane w kategoriach troficzności właściwości gleby. Ustalono, że w około 80% wykonanych profili lite, niezwiertzałe podłoże skalne występuje na głębokości około 100 cm od powierzchni. Dla ujednoczenia obliczania SIG dla siedlisk górskich przyjęto zatem granicę 100 cm (dla gleb siedlisk nizinnych i wyżynnych przyjęta jest głębokość 150 cm). Konsekwencją tego ustalenia jest przeliczanie analizowanych właściwości na bryłę gleby o powierzchni 100×100 cm i do głębokości 100 cm (w dalszej części wyników cechy te będą określane jako całkowite zasoby (zapasy) składników glebowych do głębokości 100 cm lub w 1,0 m³): zapas części spławialnych (C_{ZSVg} [kg/m³]), zapas kationów (S1vg [mol/m³]) i całkowita kwasowość hydrolityczna (Yvg [mol/m³]). W przypadku gleb głębszych niż 100 cm nie bierze się pod uwagę poziomów głębiej leżących, a ostatni poziom wyrównuje się do granicy 100 cm. W glebach płytszych niż 100 cm zapasy oblicza się w bryle o głębokości odpowiadającej rzeczywistej głębokości gleby.

Kolejnym etapem prac badawczych była ocena możliwości zastosowania do sformułowania wskaźnika SIG dla terenów górskich właściwości wykorzystywanych do obliczania tego indeksu dla siedlisk na obszarach nizinnych. Pierwsza cecha – całkowita zawartość części spławialnych (< 0,02 mm) w bryle gleby 100×100×100 cm – kształtuje się w szerokim zakresie od zaledwie 16 do ponad 1100 kg (tab. 1), średnio wynosi 439 kg. Drugą cechą dobrze rozdzielającą grupy gleb różniących się trofizmem jest całkowity zapas kationów zasadowych w słupie gleby 100×100×100 cm. Mieści się on również w szerokim zakresie od 1,2 do 457,2 mol, przy średniej zasobności 67,7 mol/m³ (tab. 1). Podobnie jak w terenach nizinnych i wyżynnych, badany zbiór powierzchni można rozdzielić na różne grupy troficzne na podstawie kwasowości przeliczonej. Zmienność tej cechy jest duża, zakres wynosi od 0,03 do 3,21 mol jonów kwasowych/kg cząstek spławialnych (średnio 0,57). Czwartym elementem wyraźnie rozdzielającym zróżnicowane pod względem troficznym grupy gleb jest parametr N²/C (azot przeliczony) obliczany w pierwszym mineralnym poziomie próchnicznym. Jego wartości mieszczą się w zakresie 0,0005-0,057, średnio 0,017 (tab. 1). Po przeprowadzonej analizie danych uznano, że w ocenie górskich siedlisk mogą być użyte te same cechy gleb, które wykorzystano do waloryzacji siedlisk nizinnych [Instrukcja... 2012].

W terenach górskich obserwuje się pogarszanie warunków wzrostu drzewostanów wraz ze wzrostem wzniesienia n.p.m. Według badań klimatologów w kolejnych piętrach klimatyczno-roślinnych średnia roczna temperatura obniża się o około 2°C, a wraz z pogorszeniem się warun-

Tabela 1.

Średni (m), minimalny (min) i maksymalny (max) zapas części spławialnych (C_{ZSVg} [kg/m³]) i kationów (S1vg [mol/m³]), azot przeliczony (N²/C) i kwasowość przeliczona (Yvg/C_{ZSVg}) w analizowanych glebach. Mean (m), minimum (min) and maximum (max) stock of <0.02 mm fraction (C_{ZSVg} [kg/m³]) and base cations (S1vg [mol/m³]), recalculated nitrogen (N²/C) and recalculated acidity (Yvg/C_{ZSVg}) in analysed soils

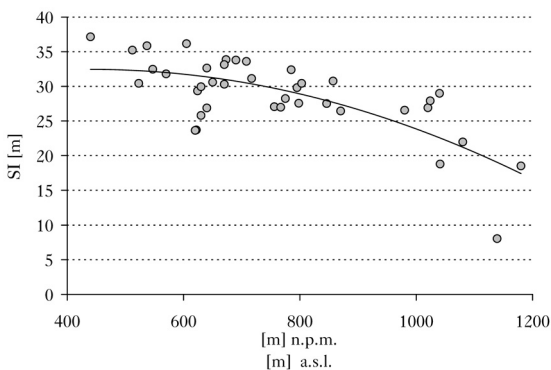
	C_{ZSVg}	S1vg	N ² /C	Yvg/C_{ZSVg}
m	439,3	67,7	0,017	0,571
min	16,6	1,21	0,0005	0,031
max	1116,4	457,2	0,057	3,209

ków termicznych ulega skróceniu okres wegetacyjny. Rycina 1 obrazuje związek bonitacji wzrostowej świerka (wyrażonej wysokością górną w wieku 100 lat) ze wzniesieniem n.p.m. dla stanowisk sudeckich, analizowanych w niniejszej pracy. Wyraźne pogorszenie bonitacji wzrostowej drzewostanów świerkowych występuje po przekroczeniu 600-650 m n.p.m. Jest to zakres wysokości pokrywający się z przeciętną wartością wzniesienia utożsamianą z granicą regla dolnego, wyznaczoną w badaniach klimatologów oraz siedliskoznawców [Hess 1965; Alexandrowicz 1972; Lasota 2003; Sikorska 2006]. Podobne załamanie się krzywej bonitacji świerka zaobserwowano w położeniach karpaccich [Lasota 2003]. W badaniach stwierdzono istnienie silnej ujemnej korelacji bonitacji drzewostanów świerkowych (wyrażonej wysokością górną w wieku 100 lat) ze wzniesieniem n.p.m. Wyraźne załamanie krzywej opisującej bonitację drzewostanów świerkowych zaobserwowano w Karpatach pomiędzy 600 a 700 m n.p.m. Podobną prawidłowość stwierdzono także w odniesieniu do bonitacji buka, przy czym obniżanie się bonitacji wzrostowej dla tego gatunku uwidaczniało się już po przekroczeniu 550 m n.p.m. [Lasota 2003].

Uwzględniając powyższe przesłanki, przyjęto, że wartością progową wzniesienia n.p.m., po przekroczeniu której obserwuje się negatywny wpływ czynników klimatycznych powodujący osłabienie wzrostu drzewostanów górskich, jest wartość 650 m n.p.m. Oddziaływanie to widoczne jest bez względu na właściwości gleby. Dla stanowisk zlokalizowanych powyżej tej granicy należy uwzględnić tzw. „poprawkę klimatyczną”, tj. współczynnik (W_{kl}) zmniejszający wielkość „potencjału produkcyjnego” wynikającego wyłącznie z cech gleby i podłoża geologicznego. Współczynnik W_{kl} obliczany jest jako iloraz 650/wysokość położenia stanowiska w m n.p.m. i uwzględniany dla obszarów położonych powyżej 650 m n.p.m. Dla obszarów leżących poniżej tej wysokości poprawki klimatycznej nie stosuje się lub inaczej ujmując, $W_{kl}=1$.

Model obliczania Siedliskowego Indeksu Glebowego (SIG^g) dla gleb siedlisk górskich, mineralnych (z poziomem organicznym o miąższości do 20 cm) składa się z opisanych poniżej kroków. Zasoby części spławialnych i kationów zasadowych oraz kwasowość i azot przeliczone (obliczone dla konkretnego profilu gleby) porównuje się z zakresami tych cech zamieszczonymi w tabeli 2, którym odpowiadają wskaźniki ze skali 1-10. Takie same zakresy przyjęto w Instrukcji Urządzenia Lasu [2012] w metodyce obliczania SIG dla terenów nizinnych i wyżynnych. Poprzez zsumowanie czterech wskaźników ($W_{CZSg} + W_{SIg} + W_{Yg} + W_{Ng}$) w profilu otrzymuje się liczbę określającą trofizm gleby. W warunkach gór obliczenie Siedliskowego Indeksu Glebowego wymaga korekty klimatycznej, a wzór na obliczenie siedliskowego indeksu glebowego dla terenów górskich przyjmuje postać:

$$SIG^g = (W_{CZSg} + W_{SIg} + W_{Yg} + W_{Ng}) \cdot W_{kl}$$



Ryc. 1.
Zależność bonitacji wzrostowej (SI) świerka w Sudetach od wzniesienia n.p.m.
Relationship between site index (SI) of Norway spruce in the Sudety Mts. and the altitude a.s.l.

Tabela 2.

Graniczne wartości właściwości gleb przyjęte do wyznaczania wskaźników we wzorze na SIGg
 Threshold values of soil properties taken to determine the indices in SIGg equation

C_{ZSVg}	W_{CZSg}	S_{1vg}	W_{S1g}	Y_{vg}/C_{ZSVg}	W_{Yg}	N^2/C	W_{Ng}
<20	1	<2,3	1	>1,50	1	<0,002	1
20-45	2	2,4-3,6	2	1,50-1,11	2	0,0021-0,003	2
46-55	3	3,7-5,0	3	1,10-1,01	3	0,0031-0,0036	3
56-75	4	5,1-7,5	4	1,00-0,81	4	0,0037-0,0050	4
76-100	5	7,6-9,5	5	0,80-0,61	5	0,0051-0,0065	5
101-120	6	9,6-13,0	6	0,60-0,51	6	0,0066-0,0080	6
121-250	7	13,1-25,0	7	0,50-0,36	7	0,0081-0,0100	7
251-500	8	25,1-50,0	8	0,35-0,21	8	0,0101-0,0150	8
501-950	9	50,1-350,0	9	0,20-0,10	9	0,01501-0,020	9
>950	10	>350,0	10	<0,10	10	>0,02	10

gdzie:

W_{CZSg} – wskaźnik zasobów frakcji $\varnothing < 0,02$ mm w słupie gleby 1 m³,

W_{S1g} – wskaźnik zasobów kationów zasadowych w słupie gleby 1 m³,

W_{Yg} – wskaźnik kwasowości przeliczonej w słupie gleby 1 m³,

W_{Ng} – wskaźnik azotu przeliczonego N²/C w pierwszym mineralnym poziomie próchnicznym,

W_{kl} – wskaźnik redukcyjny (klimatyczny) określony jako iloraz 650/wysokość położenia punktu w m n.p.m., uwzględniany dla obszarów położonych powyżej 650 m n.p.m., dla obszarów leżących poniżej tej wysokości $W_{kl}=1$.

Dla gleb z poziomem organicznym >20 cm zmodyfikowano sposób liczenia SIG – określając go jako SIGgo. Model ten różni się od modelu SIGg dla gleb mineralnych mniejszą liczbą uwzględnianych właściwości gleb i nieco zmienionym sposobem ich przeliczania na wskaźniki. W indeksie SIGgo nie występuje W_{CZSg} , ponieważ są to gleby organiczne.

Formuła na obliczenie indeksu SIGgo wygląda następująco:

$$SIGgo = (W_{S1go} + W_{Ygo} + W_{Ngo}) \cdot 1,333 \cdot W_{kl}$$

gdzie:

W_{S1go} – wskaźnik zasobów kationów zasadowych w słupie gleby 1 m³,

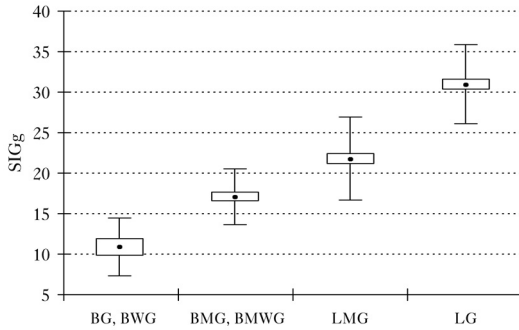
W_{Ygo} – wskaźnik kwasowości przeliczonej w słupie gleby 1 m³ (kwasowość hydrolityczna jest dzielona przez 100, aby uzyskane wartości sprowadzić do podobnego zakresu, jaki spotykany jest w glebach mineralnych),

W_{Ng} – wskaźnik azotu przeliczonego N²/C w pierwszym organicznym poziomie próchnicznym w glebie (w tym poziomie dzieli się go przez 10, aby uzyskane wartości sprowadzić do podobnego zakresu jak w glebach mineralnych),

1,333 – współczynnik wynikający z uwzględniania 3 zamiast 4 cech,

W_{kl} – wskaźnik redukcyjny (klimatyczny) liczony jak w glebach mineralnych.

Rycina 2 przedstawia średnie oraz zakresy wskaźnika SIGg i SIGgo określone dla analizowanych w pracy powierzchni badawczych. Pewne trudności w rozdzieleniu zróżnicowanych pod względem trofizmu siedlisk górskich dotyczą części powierzchni siedlisk BMGśw oraz LMGśw z niemal identycznymi parametrami glebowymi. Do ich rozróżnienia potrzebna jest wnikliwa



Ryc. 2.

Wskaźnik SIGg w wyróżnionych kategoriach żyzności siedlisk górskich

SIGg values in distinguished categories of mountain sites fertility

kropka – średnia, ramka – średnia \pm błąd standardowy, wąsy – średnia \pm odchylenie standardowe
dot – mean, box – mean \pm standard error, whiskers – mean \pm standard deviation

analiza cech florystycznych (drzewostanu oraz runa leśnego), które uzupełniają diagnozę określoną na podstawie cech gleby. Analogicznie jak w przypadku siedlisk obszarów nizinnych oraz wyżynnych zaproponowano klucz pozwalający ustalić syntetyczną diagnozę typu siedliskowego lasu z wykorzystaniem siedliskowego indeksu glebowego dla terenów górskich:

- SIGg 4-6 (dystroficzna odmiana podtypu gleby):
 - gdy jedna lub dwie diagnozy według roślinności runa oraz cech drzewostanu potwierdzają diagnozę według gleby, siedlisko diagnozuje się jako BG (w reglu dolnym) lub BWG (w reglu górnym),
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko żyzniejsze (BMG, BMWG)
 - siedlisko jest borem górskim lub wysokogórskim wzbogaconym (regradowanym) i otrzymuje skrót BGR, BWGR;
- SIGg 7-13 (dystroficzna odmiana podtypu gleby):
 - gdy jedna lub dwie diagnozy według roślinności runa oraz cech drzewostanu potwierdzają diagnozę według gleby, siedlisko diagnozuje się jako BG (w reglu dolnym) lub BWG (w reglu górnym),
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko żyzniejsze (BMG, BMWG)
 - syntetyczną diagnozę należy podnieść o jeden typ i zaliczyć do BMG lub BMWG;
- SIGg 14-16 (oligotroficzna odmiana podtypu gleby):
 - gdy jedna lub dwie diagnozy według roślinności runa oraz cech drzewostanu potwierdzają diagnozę według gleby, siedlisko diagnozuje się jako BMG (w reglu dolnym) lub BMWG (w reglu górnym),
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko żyzniejsze (LMG, LG)
 - siedlisko jest borem mieszanym górskim wzbogaconym (regradowanym) i otrzymuje skrót BMR,
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko uboższe (BG, BWG)
 - siedlisko jest borem mieszanym górskim degradowanym i otrzymuje skrót BMGD, BMWGD;
- SIGg 17-23 (oligotroficzna odmiana podtypu gleby):
 - jeżeli jedna lub dwie diagnozy według roślinności runa oraz cech drzewostanu potwierdzają diagnozę według gleby, siedlisko diagnozuje się jako BMG (w reglu dolnym) lub BMWG (w reglu górnym),
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko uboższe (BG, BWG)
 - siedlisko jest borem mieszanym górskim degradowanym i otrzymuje skrót BMGD, BMWGD,

- dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko żyzniejsze (LMG, LG)
 - syntetyczną diagnozę siedliska należy podnieść o jeden typ i zaliczyć do LMG;
- SIGg 24-26 (mezotroficzna odmiana podtypu gleby):
 - jeżeli jedna lub dwie diagnozy według roślinności runa oraz cech drzewostanu potwierdzają diagnozę według gleby, siedlisko diagnozuje się jako LMG,
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko żyzniejsze (LG) – siedlisko jest lasem mieszanym górskim wzbogaconym (regadowanym) i otrzymuje skrót LMGre,
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko uboższe (BMG) – siedlisko jest lasem mieszanym górskim degradowanym i otrzymuje skrót LMGd;
- SIGg 27-33 (mezotroficzna odmiana podtypu gleby):
 - jeżeli jedna lub dwie diagnozy według roślinności runa oraz cech drzewostanu potwierdzają diagnozę według gleby, siedlisko diagnozuje się jako LMG,
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko uboższe (BMG) – siedlisko jest lasem mieszanym górskim degradowanym i otrzymuje skrót LMGd,
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko żyzniejsze (LG) – syntetyczną diagnozę siedliska należy podnieść o jeden typ i zaliczyć do LG;
- SIGg 34-40 (eutroficzna odmiana podtypu gleby):
 - jeżeli jedna lub dwie diagnozy według roślinności runa oraz cech drzewostanu potwierdzają diagnozę według gleby, siedlisko diagnozuje się jako LG,
 - dwie diagnozy według roślinności wskazują na siedlisko uboższe (BMG, LMG) – siedlisko jest lasem górskim degradowanym i otrzymuje skrót LGd.

Dyskusja

Od wielu lat prowadzi się poszukiwania takich właściwości gleb, które najlepiej odzwierciedlają żyzność i jednocześnie wyrażają możliwości produkcyjne siedlisk leśnych. Naukowcy podejmowali próby stworzenia uniwersalnego wskaźnika przydatnego do oceny gleb, uwzględniającego właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne. Wykorzystanie zbyt wielu właściwości gleb jest pracochłonne i nieekonomiczne, konieczna jest ich selekcja. Liczne prace dotyczą oceny jakości gleb rolnych, gdzie ocena sprowadza się do poddanego uprawie poziomu akumulacji próchnicy [Myśków i in. 1996; Kucharski 1997; Koper, Piotrowska 2003]. W ocenie gleb leśnych nie sposób pominąć głębszych poziomów osiągniętych przez system korzeniowy drzew, niejednokrotnie decydujących o rzeczywistej zdolności produkcyjnej tych utworów glebowych [Lasota, Błońska 2014]. Jednocześnie uważa się, że właściwości stosowane do waloryzacji siedlisk w praktyce leśnej, ze względu na wielkoobszarowość, muszą być łatwo mierzalne i tanie [Schoenholtz i in. 2000]. Waloryzacja gleb i siedlisk z użyciem metody SIG wychodzi naprzeciw tym postulatom [Brożek 2007; Brożek i in. 2007, 2011a]. Od kilku lat z powodzeniem stosowana jest w ocenie gleb i siedlisk leśnych na terenach nizinnych oraz wyżynnych [Instrukcja... 2012]. Prezentowane badania miały na celu przystosowanie tej metody do waloryzacji siedlisk w terenach górskich. Ocena jakości siedlisk górskich poza cechami utworów glebowych musi uwzględniać wpływ klimatu [Alexandrowicz 1972; Sikorska 2006]. W konstrukcji wskaźnika SIGg wykorzystano właściwości ściśle związane z trwałymi elementami gleby i siedliska, charakteryzującymi jego potencjał wytwórczy, jak również właściwości wyrażające aktualnie zachodzące procesy, odzwierciedlające aktualny stan środowiska glebowego i jednocześnie siedliska [Mąkosza i in. 1994]. Do pierwszej grupy cech można zaliczyć całkowity zasób części spławialnych oraz całkowity zasób kationów zasadowych – dwie cechy silnie związane z właściwościami skały macierzystej. Do drugiej grupy

cech zalicza się parametr N^2/C , wyrażający stopień rozkładu i zasobność w azot mineralnego poziomu akumulacji próchnicy [Brożek i in. 2011a], jak również wskaźnik określony mianem „kwasowości przeliczonej”, czyli stosunek całkowitej kwasowości gleby do zasobu frakcji spławialnych. Inne cechy utworów glebowych nie dały tak dobrych rezultatów w rozdziale badanego zbioru powierzchni na grupy różniące się stopniem troficzności. Podobne prawidłowości zaobserwowano w trakcie opracowywania SIG dla terenów nizinnych [Brożek i in. 2011b]. Fakt występowania we wszystkich czterech grupach żyznościowych bardzo zbliżonej zawartości części szkieletowych w profilach badanych gleb sprawił, że cecha ta została odrzucona – jako nieprzydatna przy formułowaniu nowego wskaźnika. W konstrukcji wskaźnika SIGg uwzględniono natomiast wpływ klimatu, wprowadzając współczynnik korekcyjny, redukujący wartość wskaźnika obliczonego na podstawie samych cech charakteryzujących utwor glebowy. Parametry klimatyczne nie ulegają zmianie w sposób skokowy, ale ciągły, zatem w sposób ciągły ulegają zmianie (pogarszają się) warunki dla wzrostu drzewostanów [Hess 1965]. Na podstawie klimatu oraz związanych z nim cech roślinności Hess [1965] określił orientacyjny zasięg pięter klimatycznych w wybranych pasmach górskich. Sikorska [2006], charakteryzując siedliska obszarów górskich, uzupełniła wspomniane opracowanie o wyniki swoich badań. Na podstawie przytoczonych opracowań klimatologów oraz siedliskoznawców można ustalić dolną granicę piętra regla dolnego pomiędzy 550 a 680 m n.p.m., przy czym dla rozleglejszych, obejmujących większe kompleksy leśne pasm górskich średnie granice przebiegają pomiędzy 570 a 680 m n.p.m. Badania siedliskowe w powiązaniu z analizą cech wzrostowych drzewostanów również dowodzą istnienia silnego związku bonitacji drzewostanów z wzniesieniem n.p.m. Krzywe izobonitacji głównych gatunków lasotwórczych (świerka, jodły i buka) na tle siatki siedlisk górskich w opracowaniu Alexandrowicza [1972] potwierdzają istotny wpływ klimatu na wzrost i bonitację gatunków lasotwórczych: tym silniejszy, im wyższe jest wzniesienie n.p.m. Według tego autora ograniczający wpływ klimatu na bonitację świerka, jodły oraz buka zaznacza się już od dolnej granicy regla dolnego i jest obserwowany w każdych warunkach edaficznych współdecydujących o produktywności siedlisk. Na podstawie zebranego materiału, jak również wyników wcześniejszych badań Lasoty [2003] dotyczących wpływu warunków położenia na wielkość bonitacji wzrostowej głównych gatunków lasotwórczych w terenach górskich, uwzględniając przebieg granic pięter reglowych, wprowadzono współczynnik korekcyjny redukujący wartość wskaźnika. Obniża on wielkość indeksu SIGg proporcjonalnie do negatywnego oddziaływania czynników klimatycznych na wzrost drzewostanu. Korekta jest tym silniejsza, im wyżej n.p.m. położone jest oceniane siedlisko. Ustalono, że taka korekta wymagana jest po przekroczeniu poziomu 650 m n. p. m., zarówno w odniesieniu do stanowisk w Sudetach, jak i Karpatach. Poniżej poziomu 650 m n.p.m. wpływ czynników klimatycznych na obniżenie produktywności gleb jest na tyle nikły, że można określić wartość wskaźnika SIGg tylko na podstawie właściwości utworu glebowego (korekty klimatycznej nie stosuje się). Wpływ wzniesienia n.p.m. na obniżenie bonitacji wzrostowej świerka był udokumentowany także w badaniach Sochy [2008, 2011] oraz Bošeli i in. [2013].

Wnioski

- ✦ Proponowany wskaźnik żyzności gleb (SIGg) można uznać za przydatny do oceny żyzności gleb i siedlisk obszarów górskich. Zastosowanie wskaźnika w praktyce pozwoli na bardziej obiektywną ocenę żyzności gleb i siedlisk górskich.
- ✦ W konstrukcji wskaźnika SIGg wykorzystano właściwości ściśle związane z trwałymi elementami gleby, wyrażającymi jego potencjał wytwórczy, tj. całkowity zasób części spławialnych oraz całkowity zasób kationów zasadowych. Wskaźnik wykorzystuje właściwości odzwiercie-

dłużące aktualny stan środowiska glebowego (parametr N^2/C w poziomie akumulacji próchnicy oraz wskaźnik „kwasowości przeliczonej”, czyli stosunek całkowitej kwasowości gleby do zasobu frakcji spławialnych).

- ✚ W terenach górskich całkowite zasoby części spławialnych, kationów zasadowych oraz kwasowość całkowitą określa się w słupie gleby o przekroju 1 m^2 i głębokości 1 m (w pedonie o objętości 1 m^3) ze względu na mniejszą głębokość profili glebowych.
- ✚ Ocena jakości siedlisk górskich poza cechami utworów glebowych uwzględnia wpływ klimatu. Wartość wskaźnika obliczonego na podstawie cech charakteryzujących utwór glebowy koryguje się współczynnikiem redukującym: tym silniej, im wyżej położone jest analizowane stanowisko. Poniżej wysokości 650 m n.p.m. takiego współczynnika korekcyjnego nie stosuje się.

Literatura

- Alexandrowicz B. W. 1972. Typologiczna analiza lasu. PWN, Warszawa.
- Bošela M., Mališ F., Kulla L., Šeben V., Deckmyn G. 2013. Ecologically based height growth model and derived raster maps of Norway spruce site index in the Western Carpathians. *Eur. J. Forest Res.* 132: 691-705.
- Brożek S. 2007. Liczbowa wycena „jakości” gleb – narzędzie w diagnozowaniu siedlisk leśnych. *Sylvan* 151 (2): 35-42.
- Brożek S., Lasota J., Zwydak M., Wanic T., Gruba P., Błońska E. 2011a. Zastosowanie siedliskowego indeksu glebowego (SIG) w diagnozie typów siedlisk leśnych. *Rocz. Glebozn.* 62 (4): 133-149.
- Brożek S., Zwydak M. 2003. Atlas gleb leśnych Polski. CILP, Warszawa.
- Brożek S., Zwydak M., Lasota J., Różański W. 2011b. Założenia metodyczne badań związków między glebą a zespołami roślinnymi w lasach. *Rocz. Glebozn.* 62 (4): 16-38.
- Brożek S., Zwydak M., Pacanowski P. 2011c. Odmiany troficzne podtypów gleb jako jednostki niższego rzędu w systematyce gleb w lasach. *Rocz. Glebozn.* 62 (4): 124-132.
- Brożek S., Zwydak M., Wanic T., Gruba P., Lasota J. 2007. Kierunki doskonalenia metod rozpoznawania siedlisk leśnych. *Sylvan* 151 (2): 26-35.
- Hess M. 1965. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.* 11: 1-265.
- Instrukcja Urządzania Lasu 2012. Część 2. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. CILP, Warszawa.
- Koper J., Piotrowska A. 2003. Application of biochemical index to define soil fertility depending on varied organic and mineral fertilization. *EJPAU, Agronomy* 6.
- Kucharski J. 1997. Relacje między aktywnością enzymów a żyznością gleby. W: Barabasz W. [red.]. *Drobnoustroje w środowisku, występowanie, aktywność i znaczenie*. AR Kraków. 327-347.
- Lasota J. 2003. Waloryzacja siedliskowa gleb leśnych Żywiecczyny. Rozprawa doktorska wykonana w KGL AR w Krakowie. Maszynopis.
- Lasota J., Błońska E. 2013. Siedliskoznawstwo leśne na nizinach i wyżynach Polski. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.
- Lasota J., Błońska E. 2014. Wartość siedliskotwórcza leśnych gleb niecałkowitych. *Sylvan* 158 (1): 10-17.
- Maciaszek W., Gruba P., Januszek K., Lasota J., Wanic T., Zwydak M. 2000. Degradacja i regradacja gleb pod wpływem gospodarki leśnej na terenie Żywiecczyny. Kraków, Wydawnictwo AR w Krakowie.
- Małek S., Januszek K., Keeton W. S., Barszcz J., Kroczek M., Błońska E., Wanic T. 2014. Preliminary effects of fertilization on ecochemical soil condition in mature spruce stands experiencing dieback in the Beskid Śląski and Żywiecki Mts., Poland. *Water Air Soil Pollut* 225: 1971.
- Mąkosa K., Dzierżbicki J., Gromadzki A., Kliczkowska A., Krzyżanowski A. 1994. Zasady kartowania siedlisk leśnych. Wyd. IBL, Warszawa.
- Myskowiak W., Stachyra A., Zięba S., Masiak D. 1996. Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. *Rocz. Glebozn.* 47: 89-99.
- Schoenholtz S. H., Van Miegroet H., Burger J. A. 2000. A review of physical and chemical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecol. Manag.* 138: 335-356.
- Sikorska E. 2006. Siedliska leśne. Cz. II. Siedliska obszarów wyżynnych i górskich. Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie.
- Socha J. 2008. Effect of topography and geology on the site index of *Picea abies* in the West Carpathian, Poland. *Scand. J. Forest Res.* 23: 203-213.
- Socha J. 2011. Krzywe bonitacyjne świerka pospolitego na siedliskach górskich. *Sylvan* 155 (12): 816-826.