

# Zastosowanie właściwości powierzchniowych poziomów gleb w ocenie zniekształceń siedlisk leśnych

Mateusz Młynarczyk, Arkadiusz Warczyk, Jarosław Lasota,  
Tomasz Wanic, Ewa Błońska

**Abstrakt:** Celem niniejszych badań było przedstawienie właściwości powierzchniowych poziomów gleb będących pod wpływem zniekształceń wywołanych nienaturalnym składem gatunkowym drzewostanu oraz dawną gospodarką agrarną i zmianami warunków hydrologicznych. Badania zostały przeprowadzone na pięciu powierzchniach badawczych tworzących katene gleb, związaną ze zróżnicowanymi warunkami geomorfologicznymi oraz siedliskowymi. Powierzchnie badawcze zostały zlokalizowane na terenie Nadleśnictwa Polanów. Na każdej powierzchni badawczej scharakteryzowano roślinność runa, skład gatunkowy drzewostanu, wykopano odkrywkę glebową oraz pobrano próbki gleb do analiz laboratoryjnych. Oznaczono następujące właściwości gleb: uziarnienie, pH, zawartość C i N, zawartość Ca, Mg, Na i K, kwasowość hydrolityczną. Przeprowadzone badania wskazują, że rodzaj akumulowanej materii organicznej jest bardzo czułym wskaźnikiem stanu siedliska leśnego. Typ próchnicy glebowej zależy od dopasowania składu gatunkowego drzewostanu do warunków siedliskowych, ale także wynika z dawnego sposobu zagospodarowania czy zmian warunków hydrologicznych.

**Słowa kluczowe:** siedliska leśne, właściwości gleb, typy próchnic, zniekształcenia

**Abstract. Application of topsoil horizons properties in evaluation of forest sites degradation.** The aim of this paper is to present the properties of surface horizon of soil under influence forest site degradation. Degradation was caused by unnatural canopy species composition and old agrarian management and changes in hydrological conditions. The research was carried out on five research areas forming a soil catenanes associated with diverse geomorphological and site conditions. Research plots were located in Polanów Forest District, NW Poland. On every surface the vegetation and forest stand composition were described, pit soil was done and soil samples for laboratory analyses were taken. The following features: texture, pH, the content of C and N, the contents of Ca, Mg, Na and K, hydrolitic acidity were determined in the soil samples. The study indicates that the type of accumulated organic matter is a very sensitive indicator of the state of forest site, which depends on adjustment of the species composition of trees to the site conditions, but also due to the old management practices or change in hydrological conditions.

**Key words:** forest sites, soil properties, humus type, degradation

## Wstęp

Siedlisko to kompleks warunków, w których bytuje określona biocenoza. Obejmuje ono klimat i warunki glebowe, a ponadto relief i otoczenie, które wpływają modyfikująco na warunki klimatyczne oraz wilgotność gleby (Obmiński 1978). Podstawowym elementem warunkującym funkcjonowanie ekosystemu leśnego jest gleba, która pełni wiele funkcji zarówno w ekosystemach naturalnych, jak i zagospodarowanych przez człowieka, m.in. uczestniczy w obiegu substancji odżywczych, reguluje stosunki wodne, stwarza warunki do rozwoju roślin, grzybów, zwierząt i mikroorganizmów. Stan siedliska leśnego jest określany przez stopień zgodności (lub niezgodności) z jego naturalną postacią w lasach pozostających w stanie ekologicznej równowagi, w których elementy siedliskowe i zbiorowiska roślinne nie są poddane presji człowieka i przemysłu. Porównując łatwo zmienne elementy ekosystemu leśnego (drzewostan, runo leśne, właściwości wierzchnich poziomów gleby) do cech względnie trwałych siedliska (typ, rodzaj i gatunek gleby) wnioskujemy o stanie siedliska leśnego (Instrukcja... 2012). W obrębie typów siedliskowych lasu, określonych zgodnie z zasadami kompleksowej metody typologicznej, wyróżnia się siedliska w stanie naturalnym, w stanie zbliżonym do naturalnego, zniekształcone i przekształcone oraz zdegradowane (Lasota i Błońska 2013). Najczęstszą przyczyną zniekształcenia siedlisk jest niewłaściwa gospodarka leśna polegająca na hodowli monokultur świerkowych lub sosnowych na glebach mezotroficznym lub nawet eutroficznym. Często są to siedliska, na których szata roślinna i wierzchnie warstwy gleby zostały zmienione, lecz których pierwotna zdolność produkcyjna nie zmniejszyła się istotnie. W wyniku niedopasowania składu gatunkowego drzewostanu do warunków siedliskowych dochodzi do przekształcenia właściwości powierzchniowych poziomów gleb. Skład gatunkowy drzewostanu może modyfikować zarówno fizyczne, chemiczne jak i biochemiczne właściwości gleb. Najważniejszym sposobem oddziaływania drzewostanów na właściwości gleby jest wpływ poprzez dostarczaną do gleby substancję organiczną (Augusto i in. 2002, Błońska i in. 2016). Drzewa modyfikują pH gleby (Paluch i Gruba 2012) oraz jej pojemność sorpcyjną (Gruba i Mulder 2015). Według Januszka i in. (2015) niedopasowanie składu gatunkowego drzewostanu do warunków siedliskowych prowadzi do zmian właściwości gleby, co w przyszłości przekłada się na kondycję i stabilność drzewostanów. Inną, częstą przyczyną przekształceń glebowej materii organicznej są zmiany warunków hydrologicznych. Stosowane w przeszłości osuszanie terenu, mające na celu udostępnienie do uprawy miejsc silnie wilgotnych doprowadziło do silnych przekształceń wierzchnich poziomów gleby, które przejawiają się głównie murszeniem dawnych poziomów torfowych oraz ubytkiem substancji próchnicznej, która podlega przyspieszonej mineralizacji i murszeniu w warunkach zwiększonego dostępu tlenu (Kabała i Marzec 2016). Kolejną przyczyną zniekształcenia siedlisk leśnych jest dawne użytkowanie agrarne, które wpływa na zmianę procesów biochemicznych w glebie warunkujących kierunek przemian glebowej materii organicznej. Wykazano, że zmiany właściwości chemicznych i biologicznych w glebie mogą być widoczne nawet w drugim pokoleniu drzewostanu na dawniej użytkowanych rolniczo terenach (Januszek i Błońska 2016).

Celem niniejszych badań jest ocena fizykochemicznych właściwości wierzchnich poziomów gleb leśnych na powierzchniach ze składem gatunkowym niedopasowanym do warunków siedliskowych oraz powierzchni zmienionych pod wpływem dawnej gospodarki człowieka. Starano się ukazać, jak zniekształcenia wynikające przede wszystkim z niedopasowania składu

gatunkowego, w mniejszym stopniu ze zmian warunków wodnych i wcześniej prowadzonej gospodarki rolnej, mogą wpływać na właściwości poziomów próchnicznych.

## Material i metody

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Polanów (RDLP Szczecinek), które według regionalizacji przyrodniczo-leśnej Polski (Zielony i Kliczkowska 2012) leży w mezoregionie Wysoczyzny Polanowskiej, w krainie Bałtyckiej. Do badań wytypowano pięć powierzchni, zlokalizowanych na terenie oddziału 187B, leśnictwa Wieleń. Wytypowane powierzchnie obejmują zróżnicowaną katenę gleb, związaną z różnorodnymi warunkami geomorfologicznymi badanego terenu. Przed rozpoczęciem badań glebowo-siedliskowych na powierzchniach badawczych przeprowadzono wizję lokalną oraz przeanalizowano dostępne materiały archiwalne dotyczące badanego terenu. Prace terenowe wykonano latem 2015 r.

Na każdej powierzchni badawczej wykonano odkrywki glebowe i szczegółowo opisano profil glebowy. W opisie profilu stosowano jednostki klasyfikacyjne, skróty i symbole zgodne z Klasyfikacją gleb leśnych Polski (2000) i Atlasem gleb leśnych Polski (Brożek i Zwydak 2003). Z każdego poziomu genetycznego pobrano próbki do oznaczeń laboratoryjnych. Próbki o nienaruszonej strukturze zostały pobrane do cylinderków metalowych o pojemności 250 cm<sup>3</sup> w celu określenia gęstości objętościowej (D). Na podstawie elementów geologiczno-glebowych, roślinności runa oraz składu gatunkowego drzewostanu oraz bonitacji wzrostowej drzew ustalono przynależność każdej powierzchni badawczej do typu siedliskowego lasu. Dodatkowym kryterium oceny potencjalnej produktywności siedliska był siedliskowy indeks glebowy (SIG). Właściwości wierzchnich poziomów gleby (w tym typ próchnicy glebowej), cechy drzewostanu oraz skład roślinności runa wykorzystano do określenia stanu siedliska (Instrukcja... 2012).

W pobranych próbkach oznaczono następujące podstawowe właściwości gleby (Ostrowska i in. 2001): skład granulometryczny metodą sitową-areometryczną; odczyn gleby metodą potencjometryczną w wodzie i 1M KCl; kwasowość hydrolityczną metodą Kappena, zawartość azotu ogólnego i węgla organicznego przy wykorzystaniu aparatu LECO, z wyluczeniem stosunku C/N; zawartość kationów zasadowych w 1M octanie amonu z obliczeniem stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego gleb kationami o charakterze zasadowym (V%).

W oparciu o uzyskane wyniki analiz laboratoryjnych, dla każdej badanej gleby została obliczona wartość Siedliskowego Indeksu Glebowego (Instrukcja... 2012). Wartości tego wskaźnika są pomocne do oceny stanu gleby i diagnozowania siedlisk na podstawie łatwych do zmierzenia fizykochemicznych właściwości gleby, jak również do projektowania typów lasu, dla których optymalnymi wzorcami są potencjalne zespoły leśne. W siedliskowym indeksie glebowym uwzględniono cztery parametry: całkowity zasób części spławianych (Czs), sumę kationów zasadowych (S1), stosunek kwasowości hydrolitycznej do zasobu części spławianych (tzw. kwasowość przeliczona Y/Czs), określone w słupie gleby o przekroju 1 m<sup>2</sup> i głębokości 1,5 m, oraz stosunek zawartości azotu ogółem do wartości proporcji C/N (gdzie C oznacza zawartość węgla organicznego), czyli stosunek N<sup>2</sup>/C (tzw. azot przeliczony) w przypowierzchniowym poziomie próchniczno-mineralnym. Pełna analiza właściwości prezentowanych profili gleb wraz z wartościami wskaźnika SIG została zamieszczona w pracy Wanica i in. (2016).

## Wyniki i dyskusja

Badane powierzchnie analizowanej kateny glebowej zostały zakwalifikowane do pięciu różnych typów siedliskowych lasu tj. BMśw, BMw, LMśw, Lśw oraz OIJ (tab. 1) wykształconych w różnych warunkach geomorfologicznych. Opisane gleby to biellicowa właściwa, glejo-biellicowa właściwa, gruntowoglejowa torfowa, brunatna wylugowana oraz rdzawa właściwa. Na czterech z pięciu ocenianych powierzchni zanotowano niedopasowanie składu gatunkowego drzewostanu do warunków siedliskowych, które można uznać za główną przyczynę obecnego stanu siedliska (tab. 1).

**Tab. 1.** Charakterystyka glebowo-siedliskowa badanych powierzchni

Table 1. Soil-site characteristics of research plots

Nr powierzchni Plot No	Podtyp gleby Soil subtype	TSL Forest Habitat Type	Aktualny skład drzewostanu Current stand composition	Docelowy skład drzewostanu Target stand composition	Roślinność potencjalna Potential vegetation	Podtyp próchnicy Humus subtype	SIG Trophic Soil Index
1	biellicowa właściwa	BMśw	Md, Bk, Św	Bk, So	<i>Fago-Quercetum petraeae</i>	moder-mor świeży	13
2	glejo-biellicowa właściwa	BMw	Św	Db, So, Św	<i>Fago-Quercetum petraeae molinietosum</i>	mor wilgotny	25
3	gruntowoglejowa torfowa	OIJ	pjd, Brz, Ol, Bk	Ol, Js	<i>Fraxino-Alnetum</i>	torfowa (zbliżona do torfu torfowisk przejściowych)	20
4	brunatna wylugowana	Lśw	Bk	Bk	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	mull świeży	34
5	rdzawa właściwa	LMśw	Św	Db, Bk, So	<i>Fago-Quercetum petraeae</i>	moder-mull świeży	25

Na powierzchniach badawczych z piaszczystymi glebami biellicowymi oraz rdzawą (powierzchnie 1, 2 i 5) aktualnie występują drzewostany świerkowe lub z dużym udziałem świerka. Potencjalnym zespołem roślinności naturalnej na obszarze badań związanym z siedliskiem BMśw, BMw oraz LMśw jest pomorski las bukowo-dębowy (*Fago-Quercetum petraeae*) (Siedliskowe... 2003). Zgodnie z Zasadami hodowli lasu (2003) dobierając docelowy skład gatunkowy na wspomnianych siedliskach nie popiera się dominacji gatunków liściastych, które osiągają na nich relatywnie niskie bonitacje wzrostowe. Typem drzewostanu, który będzie pożądanym z punktu widzenia korzyści gospodarczych na siedliskach BMśw i BMw będzie drzewostan sosnowy z odpowiednim udziałem domieszek buka (20-30%) lub dębu (10-20%) (powierzchnie 1 i 2), a na siedlisku LMśw drzewostan dębowo-bukowo-sosnowy (powierzchnia 5). Aktualny duży udział świerka na wspomnianych powierzchniach spowodował nagromadzenie trudno roz-

kładającej się, silnie zakwaszonej warstwy ektopróchnicy, która przyjmuje postać próchnicy typu moder-mor (powierzchnia 1) lub nawet mor wilgotny (powierzchnia 2). Obecność próchnicy typu mor na siedlisku BMśw lub BMW jest oznaką zniekształcenia siedliska. Drzewostan poprzez dostarczaną glebową materię organiczną może prowadzić do zmian kwasowości gleby i ilości składników odżywczych (Prescott 2005, Mueller i in. 2012, Prescott i Grayston 2013). Generalnie, monokultury iglaste mają silnie zakwaszające oddziaływanie na glebę w porównaniu z drzewostanami liściastymi i mieszanymi. Augusto i in. (2002) stworzyli ranking gatunków drzew według malejącej zdolności zakwaszającej: sosna  $\geq$  buk, dąb, brzoza i klon, grab  $\geq$  jesion. Analizowane powierzchnie z drzewostanem świerkowym lub dużym udziałem świerka na glebach bielcowych charakteryzują się obecnością silnie kwaśnego nadkładu poziomu butwinowego. Na powierzchni 1, pod drzewostanem mieszanym Md-Bk-Św wykształciła się próchnica typu moder butwinowy, która przyjmuje postać 5 cm poziomu fermentacyjno-humifikacyjnego o pH 3,97 o słabym stopniu rozkładu (C/N 30,2). Na powierzchni 2, z litym drzewostanem świerkowym nadkład organiczny jest jeszcze silniej rozwinięty na co wskazuje występowanie 10 cm grubości poziomu fermentacyjnego (Of) o silnie kwaśnym odczynie (pH 3,63), pod którym zalega czarny poziom humifikacyjny (Oh) o nieco lepszym rozkładzie substancji organicznej (C/N 23,2), zawierający jeszcze 17,2% Corg., również o silnie kwaśnym odczynie (pH 3,59) (tab. 2).

Nieco odmienną sytuację stwierdzono na powierzchni 5, gdzie pomimo hodowli drzewostanu świerkowego wykształciła się charakterystyczna dla siedlisk eutroficznych próchnica typu moder-mull. Skład roślinności runa na wspomnianej powierzchni też nawiązuje do siedlisk eutroficznych. Cechy wspomnianych łatwo zmiennych elementów siedliska wynikają zapewne z wcześniejszego wykorzystania rolniczego. Cechy eutrofizacji wspomnianej powierzchni widoczne są we właściwościach chemicznych poziomu próchnicznego płuznego (Ap), zwłaszcza wskazują na to relatywnie wysokie wartości pH oraz niska kwasowość (tab. 2).

**Tab. 2.** Właściwości powierzchniowych poziomów badanych gleb. Symbole objaśnione w tekście  
*Table 2. Properties of surface horizon of investigated soils. The symbols used are explained in the text*

Nr powierzchni Plot No	Głębokość Depth [cm]	Symbol poziomu Horizon symbol	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	Corg. [%]	N [%]	C/N	S		Y	V [%]	D [g·cm <sup>-3</sup> ]
								[Cmol(+)-kg <sup>-1</sup> ]				
1	2-7	Ofh	3,97	2,82	36,55	0,21	30,2	11,0	52,9	17,2	0,19	
	7-25	EesA	4,41	3,63	0,79	0,02	32,9	0,1	3,5	1,6	1,32	
2	0-10	Of	3,63	2,55	35,08	1,40	25,0	4,7	58,1	7,4	0,20	
	10-18	Oh	3,59	2,60	17,38	0,75	23,2	0,8	39,8	1,9	0,53	
	18-30	EesAg	4,09	3,37	0,47	n.o.	-	0,1	2,3	2,8	1,34	
3	2-9	Otp	4,48	3,43	16,68	1,07	15,6	6,5	19,4	25,1	0,55	
	9-15	ACgg	4,73	3,77	0,97	0,06	16,6	0,4	11,5	11,5	1,31	
4	0-10	A	4,37	3,50	2,14	0,11	19,8	0,7	6,8	9,4	1,23	
	10-30	ABbr	4,53	3,77	1,14	n.o.	-	0,4	5,4	6,4	1,29	
5	1-3	Ofh	5,06	3,98	18,46	0,79	23,4	18,1	22,4	44,6	0,50	
	3-25	Ap	5,10	3,86	0,73	0,04	19,8	0,4	3,7	8,8	1,32	

Odmienny charakter zniekształcenia stwierdzono na powierzchni 3. Warunki ukształtowania terenu oraz bliskość niewielkiego strumienia wskazują na potencjalne siedlisko OIJ. Analiza aktualnej jakości gleby, zwłaszcza typu próchnicy, wskazują na zmiany warunków hydrologicznych i odwodnienie. Na powierzchni stwierdzono niewielką warstwę przesuszonego torfu przejściowego, poniżej którego stwierdzono piaszczysty poziom z niewielką zawartością węgla organicznego. Analiza archiwalnych dokumentów kartograficznych potwierdza intensywną ingerencję człowieka w warunki hydrologiczne analizowanej gleby. Odwodnienie dawnego terenu zalewowego potwierdza roślinność runa, w składzie której obecnie nie stwierdzono już gatunków roślin bagiennych, czy łągowych. Obecnie w runie występują gatunki właściwe dla siedliska Lw (tab. 3). Ustalenie typu siedliska oraz rozpoznanie jego stanu na powierzchniach odwodnionych stwarza pewne problemy, które opisali w swojej pracy Kabała i Marzec (2016). Trudno jednoznacznie wskazać, czy można dążyć do odtworzenia pierwotnego stanu sprzed zaistnienia zmian w warunkach hydrologicznych, czy może zastałe zmiany są tak dalece zaawansowane, że mamy do czynienia właściwie już z nowym układem warunków ekologicznych. W tym drugim przypadku siedlisko należałoby uznać za przekształcone (np. Lw). W trakcie oceny stanu siedliska na badanej powierzchni określono je jako silnie zniekształcone w wyniku odwodnienia (tab. 3) i uznano, że należy dążyć do odtworzenia łągowego siedliska bagiennego (OIJ).

**Tab. 3.** Wybrane elementy roślinności, diagnoza siedliska na podstawie runa oraz stan siedliska na badanych powierzchniach

Table 3. Selected vegetation elements, site type diagnosis based of forest floor plants and site conditions of the investigated plots

Nr powierzchni Plot No	Wskaźnikowe gatunki runa Diagnostic forest floor plant species	Skład gatunkowy drzewostanu Overstory species composition	TSL określony na podstawie runa Site Habitat Type determined on forest floor plants	Stan siedliska Forest site condition
1	<i>Stellaria holostea</i> , <i>Rubus idaeus</i>	4Bk, 4Św, 2Md	LMśw	słabo zniekształcony
2	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Dryopteris carthusiana</i> , <i>Polytrichum commune</i>	10Św	BMśw/BMw	silnie zniekształcony w wyniku niewłaściwej gospodarki
3	<i>Holcus lanatus</i> , <i>Impatiens noli-tangere</i> , <i>Stellaria nemorum</i> , <i>Phalaris arundinacea</i>	pjd, Brz, Ol, Bk	Lw	silnie zniekształcony w wyniku odwodnienia
4	<i>Veronica officinalis</i> , <i>Festuca altissima</i> , <i>Luzula multiflora</i> , <i>Luzula pilosa</i> , <i>Hieracium pilosella</i> , <i>Carex pilulifera</i>	10Bk	LMśw	słabo zniekształcony w wyniku niewłaściwej gospodarki
5	<i>Poa nemoralis</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Impatiens noli- tangere</i>	10Św	Lśw/Lw	zniekształcenie w efekcie porolności

W badanym zbiorze powierzchni znalazła się bardzo ciekawa powierzchnia z drzewostanem bukowym, dopasowanym do warunków siedliskowych. Zaskakuje jednak na tej powierzchni kontrast pomiędzy właściwościami poziomu próchniczno-mineralnego (o kwaśnym odczynie – 4,37 pH w H<sub>2</sub>O i bardzo niskim wysyceniu kationami zasadowymi – V<10%) w porównaniu z poziomami leżącymi głębiej (od 55 cm poziom brunatnienia o pH 8,26, V 98%, obecność węglanu wapnia) (Wanic i in. 2016). Trudno jednoznacznie wytłumaczyć akumulację tak kwaśnej próchnicy glebowej, wiadomo bowiem, że buk wzrastając na podłożu zawierającym węglan wapnia powinien przyczynić się do alokacji wymiennego wapnia z głębokich poziomów do poziomów powierzchniowych (Berger i in. 2006, Langenbruch i in. 2012). Obecnie skład roślinności runa jest wyraźnie zubożony w stosunku do zbiorowiska, które mogłoby ukształtować się na bogatej poniekąd glebie brunatnej wylugowanej. Ponieważ aktualne runo nie obejmuje gatunków różnicujących siedliska eutroficzne (Lśw), składa się natomiast z roślin typowych dla siedlisk mezotroficznych, aktualny stan roślinności przypomina bardziej ubogie buczyny niżowe niż żyzne buczyny. Zgodnie z wytycznymi do określania stanu zniekształcenia siedlisk, jeżeli roślinność wskazuje na inny (o mniejszej zasobności) typ siedliska niż trwałe elementy gleby, można takie siedlisko uznać za zniekształcone mimo dopasowanego drzewostanu. Pewnym problemem jest określenie przyczyny obecnego stanu siedliska. Można przypuszczać, że przyczyniło się do tego położenie badanego stanowiska, bowiem omawiana powierzchnia znajduje się na silnie nachylonym skłonie moreny, gdzie akumulacja materii organicznej pochodzącej z opadu roślinnego jest utrudniona przez wzmożone procesy erozji. W takich warunkach akumulacja wewnątrzglebowej materii organicznej i alokacja składników odżywczych może dokonywać się głównie poprzez oddziaływanie systemów korzeniowych. Być może pewne znaczenie ma sąsiedztwo niedopasowanych drzewostanów świerkowych, zwłaszcza w górnej części na wierzcholinie powyżej stanowiska z buczyną. Trudno określić jaki wpływ wywierają kwaśne produkty rozkładu poziomów próchnicznych w wyżej położonym drzewostanie i jak daleki zasięg mogą mieć transportowane wraz z wodą rozpuszczone, kwaśne związki próchniczne. Sądzić można, że silne zakwaszenie poziomu próchnicznego jest efektem właśnie sąsiedztwa drzewostanu świerkowego.

## Podsumowanie

Przeprowadzone badania wskazują, że rodzaj akumulowanej materii organicznej w postaci typu i podtypu próchnicy leśnej jest bardzo czułym wskaźnikiem stanu siedliska leśnego, który zależy od wielu czynników. Niewątpliwie bardzo ważnym jest właściwe dopasowanie składu gatunkowego drzewostanu do warunków potencjału produkcyjnego siedliska. Hodowla litych drzewostanów iglastych, na piaszczystym podłożu w kompleksach utworów zwałowych doprowadza do uformowania się kwaśnych poziomów nadkładowych o cechach butwiny. Innymi przyczynami zmian właściwości poziomów próchnicznych gleb leśnych na badanym terenie mogą być wcześniej prowadzona uprawa agrarna oraz zmiany warunków hydrologicznych.

## Literatura

- Augusto L., Ranger J., Binkley D., Rothe A. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59: 233-253.
- Berger T.W., Swoboda S., Prohaska T., Glatzel G. 2006. The role of calcium uptake from deep soils for spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*). *Forest Ecology and Management*, 229: 234-246.



- Błońska E., Lasota J., Gruba P. 2016. Effect of temperate forest tree species on soil dehydrogenase and urease activities in relation to other properties of soil derived from loess and glaciofluvial sand. *Ecological Research*, 31 (5): 655–664.
- Brożek S., Zwzydak M. 2003. Atlas gleb leśnych Polski. Wydawnictwo CILP, Warszawa: 467.
- Gruba P., Mulder J. 2015. Tree species affect cation exchange capacity (CEC) and cation binding properties of organic matter in acid forest soils. *Science of the Total Environment*, 511: 655–662
- Instrukcja Urządzenia Lasu 2012. Część 2. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. CILP, Warszawa. 160.
- Januszek K., Małek S., Błońska E., Barszcz J., Chilarski J. 2015. Zastosowanie Siedliskowego Indeksu Glebowego dla terenów górskich (SIGg) w ocenie jakości siedlisk zamierających drzewostanów świerkowych. *Sylwan*, 159 (5): 419–426.
- Januszek K., Błońska E. 2016. Właściwości biologiczne gleb w lasach na gruntach porolnych, popastwiskowych oraz połąkowych. W: Siedliska leśne zmienione i zniekształcone. Zielony R. (red.) CILP, Warszawa: 7–29.
- Kabała C., Marzec M. 2016. Problemy diagnozowania typów siedliskowych lasu oraz określania stanu siedliska w lasach na terenach odwodnionych [w:] Siedliska leśne zmienione i zniekształcone. Zielony R. (red.) CILP, Warszawa: 79–88.
- Klasyfikacja gleb leśnych Polski. 2000. Praca zbiorowa. CILP, Warszawa: 123.
- Langenbruch C., Helfrich M., Flessa H. 2012. Effects of beech (*Fagus sylvatica*), ash (*Fraxinus excelsior*) and lime (*Tilia spec.*) on soil chemical properties in a mixed deciduous forest. *Plant and Soil*, 352: 389–403.
- Lasota J., Błońska E. 2013. Siedliskoznawstwo leśne na nizinach i wyżynach Polski. Wyd. Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków: 236.
- Mueller K. E., Eissenstat D. M., Hobbie S. E., Oleksyn J., Jagodziński A. M., Reich P. B., Chadwick O. A., Chorover J. 2012. Tree species effects on coupled cycles of carbon, nitrogen, and acidity in mineral soils at a common garden experiment. *Biogeochemistry*, 111: 601–614.
- Obmiński Z. 1978. Ekologia lasu. PWN, Warszawa: 481.
- Ostrowska A., Porębska G., Borzyszkowski J., Król H., Gawliński S. 2001. Właściwości gleb leśnych i metody ich oznaczania. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa: 108.
- Paluch J., Gruba P. 2012. Effect of local species composition on topsoil properties in mixed stands with silver fir (*Abies alba* Mill.). *Forestry*, 85: 413–426.
- Prescott C.E. 2005. Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know? *Forest Ecology and Management*, 220: 66–74
- Prescott P.C., Grayston S.J. 2013. Tree species influence on microbial communities in litter and soil: current knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 309: 19–27
- Trampler T., Mąkosa K., Girzda A., Bąkowski J., Dmyterko E. 1990. Siedliskowe podstawy hodowli lasu. Dodatek do V wydania Zasad hodowli lasu. PWRiL, Warszawa: 197.
- Wanic T., Piątek G., Błońska E., Lasota J., Warczyk A., Młynarczyk M., Kubik J., Mazur E., Groszek M., Wasyl A., Frączek R. 2016. Zróżnicowanie siedliskotwórczych właściwości gleb na transekcje w oddziale 187B leśnictwa Wieleń. W: Dni Różnorodności Biologicznej w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Lasy Środkowopomorskie Nadleśnictwo Polanów. Dominik J. (red). Nadleśnictwo Polanów, Polanów: 129–144.
- Zasady hodowli lasu obowiązujące w PGL Lasy Państwowe 2003. CIPL, Warszawa: 159.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja Przyrodniczo-Leśna Polski 2010. CILP, Warszawa: 356.

**Mateusz Młynarczyk<sup>1</sup>, Arkadiusz Warczyk<sup>1</sup>,  
Jarosław Lasota<sup>2</sup>, Tomasz Wanic,<sup>2</sup> Ewa Błońska<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sekcja Gleboznawstwa i Siedliskoznawstwa Leśnego, Koło Naukowe Leśników

<sup>2</sup> Zakład Gleboznawstwa Leśnego

Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

matuszmlnarczyk@interia.pl, ewa.blonska@urk.edu.pl