

Artur Łopatka

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

BAZY DANYCH O GLEBACH LEŚNYCH*

Słowa kluczowe: gleby leśne, profil glebowy, Leśna Mapa Numeryczna, Bank Danych o Lasach, *Atlas gleb leśnych Polski*

Wstęp

Powierzchnia lasów w Polsce wynosi obecnie około 30,8% powierzchni lądowej i od kilkadziesiąt lat wykazuje trend wzrostowy (3). Aktualnie na użytkach rolnych zalesienia są subsydiowane w ramach Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) w Programie Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW). Działania PROW: zalesienia gruntów ornych oraz gruntów innych niż rolne, realizowane są w celu powiększenia obszarów leśnych oraz utrzymania i wzmocnienia ekologicznej stabilności obszarów leśnych poprzez zmniejszenie fragmentacji kompleksów leśnych i tworzenie korytarzy ekologicznych. Ponadto oczekuje się zwiększenia udziału lasów w globalnym bilansie węgla oraz ograniczeniu zmian klimatu. Zalesienia muszą być wykonywane zgodnie z wymogami przepisów wykonawczych ustawy o lasach, z użyciem jedynie rodzimych gatunków drzew, krzewów. W celu dostosowania zalesień do lokalnych warunków siedliskowych i ustalając skład gatunkowy uprawy leśnej, uwzględnia się rolniczą klasyfikację gruntów rolnych oraz regionalizację przyrodniczo-leśną. Uwarunkowania siedliskowe w lasach, podobnie jak na użytkach rolnych, w znacznym stopniu determinują dobór sadzonek na etapie zakładania nowych upraw. Zapewnienie zgodności sposobu użytkowania terenu z potencjalnym siedliskiem jest warunkiem uzyskania dużej zdolności produkcyjnej, odporności na choroby i szkodniki oraz ograniczenia szkodliwych dla środowiska zabiegów ochronnych. Przestrzenne informacje o pokrywie glebowej i innych uwarunkowaniach siedliskowych terenów przeznaczonych pod zalesienia wraz z istniejącymi obszarami leśnymi zawierają mapy glebowo-rolnicza i leśne mapy siedliskowe. Dodatkowym źródłem informacji

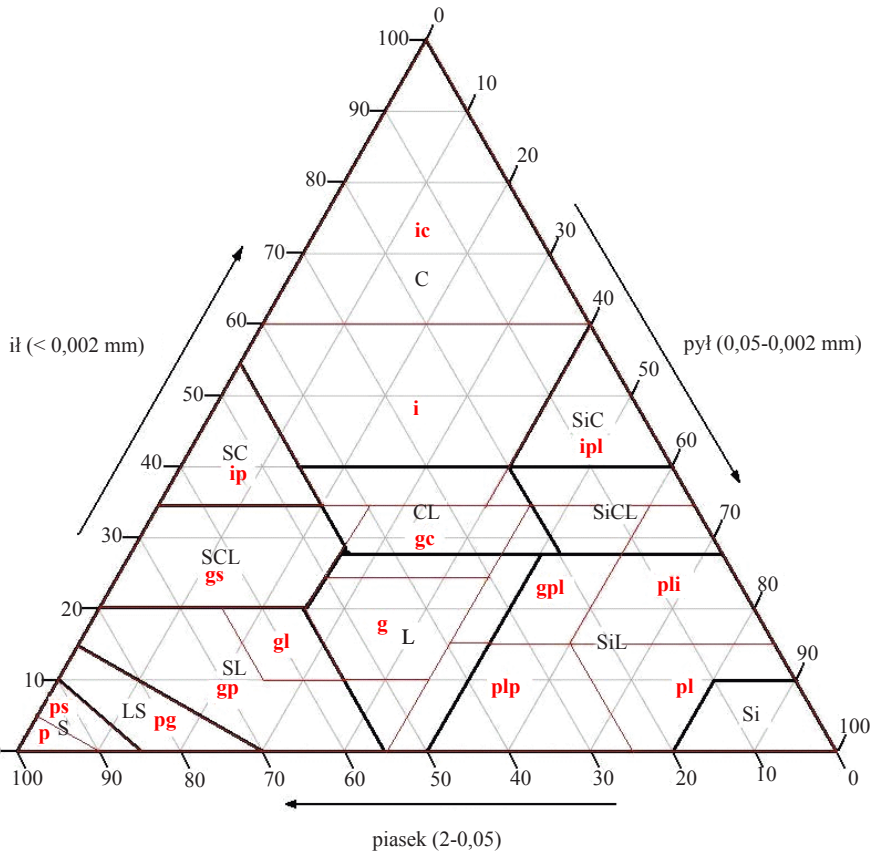
* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.9 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

o glebach leśnych są bazy profili glebowych. Z uwagi na różnice w strukturze baz danych, jak i stosowanych klasyfikacji gleb pomiędzy bazami dla lasów i bazami dla użytków rolnych, potrzebne jest ich szczegółowe omówienie i ustalenie praktycznych reguł konwersji zawartych w nich informacji. Potrzeba równoczesnego korzystania zarówno z glebowych baz danych dla użytków rolnych jak i lasów, oprócz prowadzenia racjonalnej gospodarki leśnej opartej o glebowe uwarunkowania siedliskowe wynika także z zastosowań w których nie jest możliwe oddzielenie użytków rolnych od lasów. Wśród nich są: modelowanie transportu biogenów w środowisku, a w szczególności azotu i fosforu, czy też modelowanie obiegu wody na potrzeby monitoringu suszy, oceny skutków poboru wód przez przemysł lub potencjalnych efektów renaturalizacji dolin rzecznych.

Klasyfikacja gleb leśnych i jej związki z innymi podziałami gleb

Klasyfikacja uziarnienia gleb leśnych (Rys.1) do roku 2012 wykonywana była w oparciu o normę PN-R-04033 (5, 6, 7) bazującą na trzech frakcjach granulometrycznych: cząstek o średnicach 2-0,05 mm (frakcja piasku), o średnicach 0,05-0,002 mm (frakcja pyłu) i o średnicach poniżej 0,002 mm (frakcja łu). Z kolei klasyfikacja uziarnienia na mapach glebowo rolniczych bazuje na frakcjach: 1-0,1 mm (frakcja piasku), 0,1-0,02 mm (frakcja pyłu), i poniżej 0,02 mm (frakcja cząstek spławialnych). Klasyfikacje na mapach gleb leśnych i na mapie glebowo-rolniczej są więc odmienne i nie da się wskazać dla tych podziałów gatunków gleb dokładnie sobie odpowiadających. Do celów dalszych porównań klasyfikacji uziarnienia gleb leśnych i gleb mapy glebowo-rolniczej oba podziały porównywano do powszechnie znanego podziału USDA, który z niewielkimi modyfikacjami (dodatkowy podział w obrębie piasków SANDS) został przyjęty w 2008 roku przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze (klasyfikacja PTG 2008) i obowiązuje obecnie przy sporządzaniu map gleb leśnych (6).

Podział USDA (Rys.1) oparty jest na tych samych grupach granulometrycznych (frakcja piasku: 2-0,05 mm; frakcja pyłu: 0,05-0,002 mm; frakcja łu: <0,002 mm) co podział stosowany przez leśników. Aby do poszczególnych gatunków na mapach przyporządkować gatunki USDA, na danych pomiarowych zawierających szczegółowe dane granulometryczne wykonano klasyfikację w porównywanych systemach a następnie wyliczono prawdopodobieństwa z jakimi gatunki na mapach należą do klas USDA (Tab. 1 i 2). Obliczenia dla klasyfikacji z mapy glebowo-rolniczej wykonano na danych pomiarowych z 948 próbek pobranych na użytkach rolnych do celów weryfikacji map glebowych użytych przy wyznaczaniu obszarów ONW w Polsce. Obliczenia dla klasyfikacji stosowanej na mapach siedliskowych lasów wykonano w oparciu o wyniki pomiarów składu 644 próbek z różnych warstw profili gleb leśnych które opublikowane zostały w *Atlasie gleb leśnych Polski* (2).



Rys.1. Trójkąt Fereta dla podziału PN-R-04033 (kolor czerwony) i USDA (kolor czarny)

Źródło: opracowanie własne

Tabela 1

Prawdopodobieństwa przynależności gleb mapy glebowo-rolniczej do grup USDA

Gatunek	S	LS	SL	SCL	L	CL	SiCL	SiL	Si	SC	SiC	C	HC	razem
pl	5,4													5,4
plp	0,5													0,5
ps	6,6	3,8												10,4
psp	0,3	1,2	0,1											1,6
pgl	0,4	10,7	0,2											11,3
pglp		3,0	1,5											4,4
pgm		4,7	5,3											10,0
pgmp		0,5	3,9											4,4
gl		0,3	18,8	0,3										19,4
glp			8,5	0,1	0,8			0,7						10,2
gs			0,6	0,9	2,3	0,1								4,0
gsp				0,1	1,6	0,1		2,0						3,8
gc				0,1	0,4	1,6		0,2				0,1		2,4
gcp					0,1	0,3		0,8						1,3
i							0,1				0,1		0,1	0,3
ip					0,1	0,1	0,1	1,1						1,4
plz	0,1	0,7	2,4		0,6			2,3						6,2
pli					0,1			2,6	0,1					2,8
razem	13,4	24,9	41,4	1,6	6,1	2,2	0,2	9,8	0,1		0,1	0,1	0,1	100,0

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2.

Prawdopodobieństwa przynależności gleb siedliskowej mapy leśnej do grup USDA

Gatunek	S	LS	SL	SCL	L	CL	SiCL	SiL	Si	SC	SiC	C	HC	razem
p	26,4													26,4
ps	7,9	1,6												9,5
pg		6,8												6,8
gp	1,7	2,6	19,6		0,8									24,7
gl			4,3											4,3
g			1,1	0,6	6,7									8,4
gs				0,6										0,6
gc				0,2	0,2	0,9								1,2
gpl					0,8	0,2	1,4	1,2						3,6
plp			1,2		0,6			5,4						7,3
pl								2,5	0,2					2,6
pli							0,2	1,9						2,0
ip														
ipl						0,2	0,9							1,1
i						0,3						0,6		0,9
ic													0,5	0,5
razem	36,0	11,0	26,2	1,4	9,0	1,6	2,5	11,0	0,2			0,6	0,5	100,0

Źródło: opracowanie własne

Aby móc łatwiej dokonać porównań pomiędzy podziałami gleb siedliskowych map leśnych i map glebowo-rolniczych, dokonano reklasyfikacji obu systemów na podział USDA, stosując zasadę przyporządkowania tego gatunku USDA który jest najczęstszym odpowiednikiem (Tab. 3).

Tabela 3

Przyporządkowanie gatunkom gleb na mapach gatunków podziału USDA

Gatunek USDA	Gatunki z mapy glebowo-rolniczej	Gatunki z mapy siedliskowej lasów
<i>sand S</i>	pl, plp, ps	p, ps
<i>loamy sand LS</i>	psp, pgl, pglp	pg
<i>sandy loam SL</i>	pgm, pgmp, gl, glp, plz	gp, gl
<i>sandy clay loam SCL</i>		gs
<i>loam L</i>	gs	g
<i>clay loam CL</i>	gc	gc
<i>silty clay loam SiCL</i>	i	gpl, ipl
<i>silt loam SiL</i>	gsp, gcp, ip, pli	plp, pl, pli
<i>clay C</i>		i
<i>heavy clay HC</i>		ic

Źródło: opracowanie własne

Zarówno podziały stosowane na mapach glebowo-rolniczych, jak i na leśnych mapach siedliskowych, zawierają bardziej szczegółowy podział gleb lekkich (piaszczystych). Związane jest to ze specyfiką gleb Polski położonej w większości na obszarach piasków naniesionych przez lodowiec w plejstocenie. Gleby leśne na obszarach nizinnych są w szczególności preferencyjnie zlokalizowane na glebach piaszczystych z uwagi na naturalny proces historycznego zajmowania przez rolnictwo gleb, w kolejności od tych o najwyższej produktywności rolniczej do najniższej, które obecnie są zalesiane. Zestawienie z Tab. 3 nie jest wystarczające do prawidłowej reklasyfikacji gleb z jednych podziałów na drugie z uwagi na ich niejednoznaczność i probabilistyczny charakter. Z tego powodu potrzebne są dalsze badania uziarnienia,

zwłaszcza w sąsiedztwie granicy rolno-leśnej, gdzie zachodzą najczęstsze zmiany użytkowania, pozwalające na ustalenie przybliżonych bezpośrednich reguł przejścia pomiędzy gatunkami gleb wyróżnianymi na mapach leśnych i rolniczych.

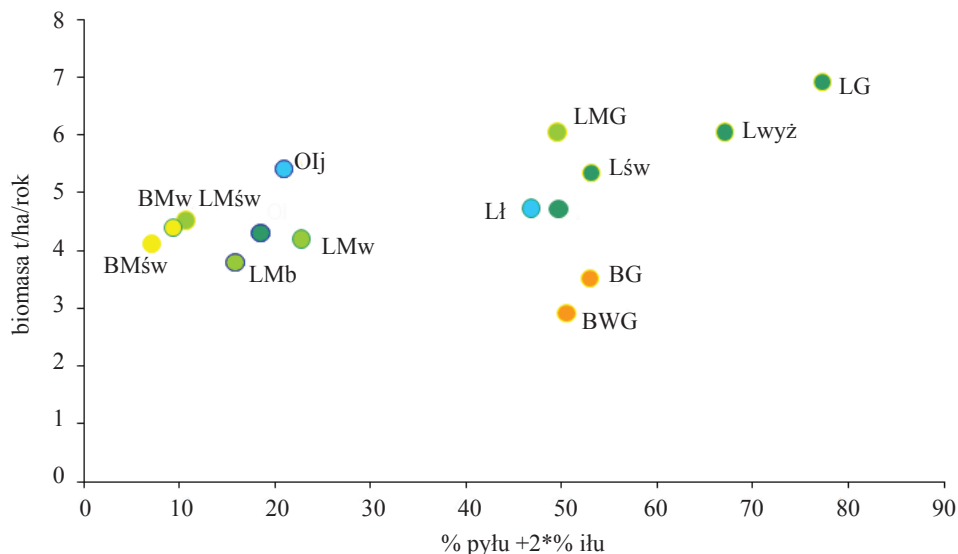
Siedliska leśne i ich związki z glebami

Typ siedliskowy lasu, podobnie jak kompleks przydatności rolniczej (11), jest jednostką klasyfikacji warunków siedliskowych wynikających z żyzności i warunków wilgotnościowych gleb oraz ukształtowania terenu, budowy geologicznej i warunków klimatycznych. Obszary o tym samym typie siedliskowym mają zbliżoną produktywność i przydatność do hodowli lasu. Siedliskowy typ lasu determinuje potencjalny skład gatunkowy drzewostanu i runa leśnego jaki ustaliły się po długim czasie na danym terenie po hipotetycznym ustaniu wpływu antropopresji. Prowadzenie gospodarki leśnej w zgodzie z uwarunkowaniami siedliskowym zapewnia długotrwałą stabilność produkcji, minimalizuje konieczność stosowania zabiegów ochronnych i aktualnie jest preferowane przy zakładaniu nowych upraw leśnych (2).

Wydzielono 15 typów siedlisk leśnych nizinnych, 8 wyżynnych i 13 terenów górskich (6). Symbol oznaczenia siedliskowego typu lasu składa się z 3 składników:

- 1) oznaczonej dużą literą grupy żyznościowej (troficznej) siedlisk: B- bory, BM - bory mieszane, LM - lasy mieszane, L- lasy, Lł - lasy łęgowe (wymieniono w kolejności od najmniej do najbardziej żyznych);
- 2) oznaczenia rodzaju terenu: WG wysokogórski (regiel górny), G - górski (regiel dolny), wyż – wyżynny;
- 3) oznaczonej małą literą grupy wilgotnościowej siedlisk: s-suche, św – świeże, w-wilgotne, b – bagienne.

Określenia typu siedliskowego obszarów leśnych dokonuje się na podstawie analizy typu i uziarnienia gleby, zawartości próchnicy, warunków wilgotnościowych oraz pomocniczo, zwłaszcza przy ustalaniu granic siedlisk poprzez rozpoznanie występowania w runie leśnym, tzw. różnicujących gatunków roślin. Zasobność gleby w składniki pokarmowe i wodę oraz zdolność do ich utrzymania determinuje produktywność rozumianą w przypadku hodowli lasu jako maksymalne roczne przyrosty grubizny lub też przyrosty biomasy po uwzględnieniu przeliczników wynikających z różnych gęstości drewna (liściaste gęstsze). Potencjalne przyrosty biomasy dla różnych typów siedliskowych lasu są szacowane przy uwzględnieniu zgodnego z siedliskiem potencjalnego składu gatunkowego drzewostanu i znanej produktywności poszczególnych gatunków drzew w różnych warunkach siedliskowych. Produkcyjność siedlisk leśnych rośnie więc podobnie jak na użytkach rolnych głównie wraz ze wzrostem zawartości w glebie frakcji drobnoziarnistych ograniczających wypłukiwanie z gleby składników pokarmowych i utratę wody (Rys. 2).



Rys. 2. Zależność potencjalnej produktywności siedlisk leśnych od zawartości frakcji drobnoziarnistych w glebie

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione na Rys. 2 dane dotyczące średnich zawartości frakcji iłu oraz pyłu dla typów siedliskowych lasu zostały obliczone w oparciu o dane zawarte w *Atlasie gleb leśnych Polski* (2). Wartości średniej produkcji biomasy (9) w $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ są obliczone jako średnie ważone udziałami gatunków tworzących siedlisko iloczynny przeciętnych przyrostów produkcji w $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ i średniej gęstości drewna $t \cdot m^{-3}$. Zastosowana na rysunku 2 jako wskaźnik zawartości frakcji drobnoziarnistych, suma frakcji pyłu i podwojonej ilości frakcji iłu jest aktualnie używana jako jedno z kryteriów różnicowania produktywności gleb na potrzeby wydzielenia obszarów z naturalnymi ograniczeniami (dawne ONW) wg nowej jednolitej w całej UE metodyki (10).

Treść glebowa leśnych map siedliskowych

Od roku 2012 Państwowe Gospodarstwo Leśne „Lasy Państwowe” udostępniło swoje bogate zasoby map leśnych w formie cyfrowej poprzez portal internetowy Bank Danych o Lasach (8). Portal zawiera przeglądarkę numerycznych map leśnych pozwalającą na ich podgląd oraz udostępnia usługę *World Map Service* (WMS) umożliwiającą analizy map leśnych z wykorzystaniem profesjonalnego oprogramowania GIS. Numeryczne mapy leśne sporządzane oryginalnie w wersjach analogowych w skalach od 1:5000 (mapy gospodarcze) do 1:20000 (mapy przeglądowe) oprócz informacji o podziałach administracyjnych, formach

własności, przeznaczeniu gospodarczym lasu zawierają także informacje analogiczne do danych zawartych na mapie glebowo-rolniczej: o uwilgotnieniu siedliska, stopniu przekształcenia siedliska w stosunku do stanu naturalnego, strukturze dominującego drzewostanu, pochodzeniu geologicznym skał macierzystych gleb, podtypie gleby oraz gatunkach w poszczególnych warstwach profilu glebowego. Ten komponent map leśnych określany jest jako leśne mapy siedliskowe.

Na leśnych mapach siedliskowych poszczególne gatunki warstw podłoża zapisane są w kolejnych kolumnach, przy czym głębokość zmiany składu nie jest związana z pozycją kolumny (jak w cyfrowych mapach glebowo-rolniczych) lecz z informacją zapisaną w formie określonej liczby ukośników w dodatkowych kolumnach. Zapis ten dla utworów mineralnych oznacza następujące przedziały głębokości:

- / – zmiana uziarnienia na głębokości pomiędzy 0-40 cm
- // – zmiana uziarnienia na głębokości pomiędzy 40-80 cm
- /// – zmiana uziarnienia na głębokości pomiędzy 80-160 cm
- //// – zmiana uziarnienia na głębokości poniżej 160 cm

w utworach organicznych są one nieco inne:

- / – zmiana uziarnienia na głębokości pomiędzy 0-80 cm
- // – zmiana uziarnienia na głębokości pomiędzy 80-130 cm
- /// – zmiana uziarnienia na głębokości poniżej 130.

Leśne mapy siedliskowe zawierają także informacje o poziomie próchnicznym charakteryzowane zgodnie z „Klasyfikacją gleb leśnych Polski” (5). Wyróżnia się tam następujące typy próchnicy:

- próchnica typu mull OI-A która wykształca się w wielogatunkowych lasach liściastych na glebach eutroficznych o silnej aktywności biologicznej,
- próchnica typu moder OI-Ofh-A wykształcana głównie w jedno lub wielogatunkowych lasach liściastych i mieszanych na glebach mezotroficznych,
- próchnica typu mor OI-Of-Oh-Ees lub AEes wykształcana na glebach oligotroficznych i mezotroficznych w lasach iglastych,
- próchnica typu psychromor wykształcana w chłodnym spowalniającym jej rozkład klimacie górskim typu alpejskiego.

Niestety mapy, których pobranie umożliwia portal BDL, nie zawierają wszystkich informacji z leśnych map siedliskowych – informacje o glebach dotyczą jedynie ich typów oraz uwilgotnienia. Inne udostępniane informacje dotyczą charakterystyki gospodarczej lasu: nazw leśnictw, gospodarstw leśnych, funkcji lasu, pionowej budowy drzewostanu, wieku rębności, powierzchni, dominującej kategorii ochronności, gatunku panującego oraz jego wieku i udziału w drzewostanie.

Informacje o gatunkach gleb można uzyskać jedynie za pomocą zamieszczonej na stronie BDL przeglądarki (Rys. 3). Umożliwia ona podgląd kilku warstw tematycznych takich jak np. mapa podstawowa z granicami leśnictw, mapa form własności lasów, mapa składu drzewostanu (Rys. 4), mapa zbiorowisk leśnych i mapa obwodów łowieckich, jednak nie pozwala na bardziej zaawansowane analizy z użyciem innych źródeł danych.

Atlas gleb leśnych Polski

Cennym uzupełnieniem map gleb leśnych są bazy danych profili wzorcowych. Jedną z takich powszechnie dostępnych baz jest *Atlas gleb leśnych Polski*. Opracowanie to zawiera opisy i dokładne charakterystyki 173 profili glebowych pobranych z naturalnych lub możliwie najmniej zmienionych przez człowieka powierzchni leśnych, rozmieszczonych w kilkunastu skupiskach na powierzchni całego kraju. Układ atlasu jest zgodny z aktualną klasyfikacją gleb leśnych (5) opartą na metodyce WRB (4) i zawiera kolejno przegląd profili glebowych z następujących typów: litosole (3 profile), rankery (4), arenosole (3), rędziny (10), pararędziny (3), czarnoziem wylugowany (1), czarne ziemie (7), gleby brunatne (33), gleby płowe (12), gleby rdzawe (18), gleby bielcowe (26), gleby gruntowoglejowe (10) i opadowo-glejowe (9), gleby torfowe (9), gleby murszowe (6), gleby murszowate (4), mady rzeczne (8) i gleby deluwialne (5). Na początku każdego z rozdziałów odpowiadających typom gleb zamieszczono schemat blokowy metody ich klasyfikacji.

W atlasie brak jest informacji o dokładnych współrzędnych poboru profili glebowych, jednak położenie profili zobrazowano na poglądowej mapce i podano słownie wskazówki ułatwiające bardziej szczegółową lokalizację. Każdy z profili glebowych oraz teren przyległy do jego lokalizacji został zobrazowany na wyraźnym zdjęciu. Opis każdego profilu zawiera informacje o typie, składzie gatunkowym zarówno drzewostanu jak i runa siedliska, jego lokalizacji, wysokości npm, nachyleniu i wystawie stoku. Część tabelaryczna zawiera następujące parametry gleb w kolejnych poziomach profilu:

- udział procentowy frakcji: części szkieletowych >2 mm, piasku 2,0-0,05 mm, piasku bardzo drobnego 0,1-0,05 mm, pyłu grubego 0,05-0,02 mm, pyłu średniego 0,02-0,005 mm, pyłu drobnego 0,005-0,002 mm oraz łu <0,002 mm (zawartość części ziemistych oznaczono metodą areometryczną Bouyoucosa-Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego)
- zawartość całkowitą węgla organicznego C (metoda Turina)
- zawartość azotu całkowitego N (metoda Kjeldahla)
- odczyn gleby pH (w H₂O i w KCl oznaczony metodą potencjometryczną)
- zawartość węglanów (metoda Scheiblera)
- kwasowość wymienna i zawartość glinu wymiennego (metoda Sokołowa)
- kwasowość hydrolityczna (metoda Kappena)
- suma zasad wymiennych (metoda Kappena)
- suma zasadowych kationów wymiennych (wyliczono z zawartości wymiennych form Ca, K, Mg i Na oznaczonych w wyciągu 1M CH₃COONH₄ metodą ASA)
- pojemność sorpcyjną
- wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi
- zawartość pierwiastków: Ca, K, Mg, Na, P, Mn, Zn, Cu, Co, Mo, Fe, Pb, Cr, Ni, Cd
- skład mineralny skały macierzystej (minerały ilaste metodą rentgenowską, pozostałe optycznie metodą mikroskopową).

Dla każdego z profili obliczono ponadto indeks trofizmu gleb leśnych (ITGL) będący syntetyczną miarą żyzności siedlisk leśnych (1). Indeks trofizmu gleb leśnych został zdefiniowany jako suma wskaźników cząstkowych dla zawartości frakcji pyłu, części spławialnych, odczynu, wymiennych kationów zasadowych i stopnia rozkładu materii organicznej minus wskaźnik cząstkowy zawartości części szkieletowych. Wskaźniki cząstkowe przyjmują wartości całkowite z zakresu od 1 do 10 a w przypadku części szkieletowych od 0 do 5 i zostały przyporządkowane do swoich parametrów bazowych w określonych przedziałach.

Podsumowanie

1. Programy zwiększania lesistości i naturalna sukcesja lasu na użytkach rolnych sprawiają, że rośnie znaczenie zrozumienia wzajemnych relacji baz danych o glebach na użytkach rolnych i w lasach dla prowadzenia racjonalnej gospodarki leśnej, opartej o glebowe uwarunkowania siedliskowe lasów.
2. Leśne mapy siedliskowe w skali 1:5000 określają oprócz typu siedliska leśnego i składu gatunkowego drzew, także typ, gatunek gleby oraz jej warunki wilgotnościowe. *Atlas gleb leśnych Polski* jest wydana w formie albumowej bazą danych zawierającą szczegółowe informacje o siedlisku, składzie i właściwościach chemicznych 173 leśnych profili glebowych.
3. Potrzebne są dalsze badania uziarnienia gleb zwłaszcza w sąsiedztwie granicy rolno-leśnej, pozwalające na ustalenie przybliżonych bezpośrednich reguł przejścia pomiędzy gatunkami gleb wyróżnianymi na leśnych mapach siedliskowych i mapach glebowo-rolniczych.

Literatura

1. Brożek S.: Indeks trofizmu gleb leśnych, *Acta Agr. et Silv. Ser. Silv.*, 2001, **39**: 15-33.
2. Brożek S., Zyda M.: *Atlas gleb leśnych Polski*, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych (CILP), Warszawa, 2010, ss. 467.
3. GUS: *Leśnictwo 2015, Informacje i Opracowania Statystyczne*, Warszawa, 2015, ss. 325.
4. IUSS Working Group WRB: *World reference base for soil resources 2006*, *World Soil Resources Reports*, FAO, Rome, 2006, No. 103, ss. 132.
5. *Klasyfikacja gleb leśnych Polski*, Praca zbiorowa, CILP, Warszawa, 2000, ss. 122.
6. Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe: *Instrukcja urządzania lasu. Część II. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych*, Warszawa, 2012, ss. 148.
7. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze: *Siedliskowe podstawy hodowli lasu*, Załącznik nr 1 do Zaślad hodowli i użytkowania lasu wielofunkcyjnego, CILP, Warszawa, 2003, ss. 253.
8. Portal BDL: strona www: <http://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/mapy>
9. Sikorska E.: *Siedliska leśne cz.I: Siedliska obszarów niżowych*, Kraków, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Krakowie, 1999, ss. 136.
10. Van Orshoven J., Terres J.-M., Toth T.: *Updated common bio-physical criteria to define natural constraints for agriculture in Europe*, *JRC Science and Policy Reports*, 2014, EUR 26638 EN, ss. 67.

11. Witk T.: Mapy glebowo-rolnicze oraz kierunki ich wykorzystania, Seria (P18), IUNG Puławy, 1973.

Adres do korespondencji:

mgr Artur Łopatka
Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. 81 4786 781
email: artur@iung.pulawy.pl

