

JANUSZ GOŁĄB, JÓZEF PLEWNIAK, EWA SŁOWIK-OPOKA

Wykorzystanie opisów glebowych zawartych w operacie urządzenia lasu w planowaniu sieci dróg leśnych

Using soil descriptions from the forest management plans in forest road network planning

ABSTRACT

Gołąb J., Plewniak J., Słowik-Opoka E. 2015. Wykorzystanie opisów glebowych zawartych w operacie urządzenia lasu w planowaniu sieci dróg leśnych. Sylwan 159 (6): 461-468.

The paper analyses the possibilities of using the forest soil descriptions included in the forest management plan to draw up an initial characterization of the area in terms of their usefulness for the forest road building. That kind of data may be used in the planning of forest road network in preliminary location concept of road sections. Knowledge in the subject of the spatial distribution of ground with specific physical properties enables us to offer such options, that are likely to ensure the stability of built facilities and also lower costs of implementation and operating as well as reduce the environmental costs of the investment. The paper shows the possibilities and ways to determine the basic characteristics of the ground, such as: the type of ground, filtration coefficient and vulnerability to frost heave. Forest soil descriptions based on macroscopic studies should be regarded as insufficient. Use of the soil data is possible and gives the desired effect only when the results of the grain size analysis can be used. On the basis of these data, classification of the ground can be performed and one can determine the basic indicators of the suitability of the tested materials. We used twelve soil samples with the diverse texture (10-89% sand, 7-83% silt and 4-29% clay). On the basis of complete pedological data collected in accordance with the recommendations of the Forest Management Instruction, it was possible to classify the material in terms of engineering and calculation of relevant indicators and characteristics. It should be noted that this is the initial characteristics of the soil and as such it is not a substitute for detailed research required for the execution stage of the project of specific road sections.

KEY WORDS

forest road network, forest management plan, soil characteristics, suitability for building

ADDRESSES

Janusz Gołąb – e-mail: rlgolab@cyf-kr.edu.pl

Józef Plewniak – e-mail: j.plewniak@ur.krakow.pl

Ewa Słowik-Opoka – e-mail: e.opoka@ur.krakow.pl

Zakład Inżynierii Leśnej, Uniwersytet Rolniczy Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

Wstęp

Planowanie sieci dróg leśnych jest wieloetapowym procesem o charakterze przyrodniczym, technicznym i ekonomicznym. Podstawowym etapem w kształtowaniu sieci dróg leśnych jest szczegółowe poznanie charakterystyki obszaru transportowego, gdyż warunkuje ona zasadność podejmowanych decyzji projektowych [Drogi... 2006]. Głównym źródłem informacji na temat

aktualnego stanu lasów oraz planowanych działań gospodarczo-leśnych na najbliższe dziesięciolecie jest Plan Urządzenia Lasu (PUL) sporządzony dla gospodarstwa leśnego, w którym projektuje się sieć dróg. Standardem jest opracowywanie większości dokumentów przy użyciu GIS. Elektroniczne opracowanie danych daje możliwość wykonania wielu złożonych analiz oraz zestawień cech drzewostanów, terenu czy infrastruktury. PUL zawiera w części inwentaryzacyjnej głównie opisy przyrodnicze lasu, natomiast brakuje tam większości danych dotyczących charakterystyki technicznej terenu. Wykorzystanie opisów przyrodniczych w odniesieniu do decyzji technicznych wymaga ich przetworzenia lub wykonania dodatkowych badań terenowych. Za przykład może posłużyć opis gleb. W PUL dostępne są tylko opisy gleboznawcze sporządzone na podstawie nielicznych odkrywek oraz warianty uwilgotnienia siedlisk. Posługiwanie się tymi danymi w celach inżynierskich jest obciążone pewnym ryzykiem, zwłaszcza że kilkanaście lat temu w normie gleboznawczej [BN-78/9180-11] granice frakcji, na podstawie których klasyfikowano podgrupy granulometryczne, określone były na podstawie zupełnie innych średnic zastępczych, niż ma to miejsce w normie gruntoznawczej [PN-86/B-02480]. W 1998 roku wprowadzono nowelizację normy gleboznawczej [PN-R-04033:1998], która ujedynoliciła te granice poprzez przesunięcie granicy frakcji piaskowej z zakresu 1-0,1 mm do 2-0,05 mm, frakcji pyłowej z zakresu 0,1-0,02 mm do 0,05-0,002 mm i frakcji ilowej z zakresu <0,02 mm do wartości <0,002 mm. Aktualnie dokumentacja gleboznawcza w PUL wykonywana jest według normy Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego [Klasyfikacja... 2008]. Pod względem granic frakcji klasyfikacja ta jest zbieżna z nową normą gleboznawczą. Po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej dostosowano normę gruntoznawczą do wymogów Wspólnoty [PN-EN ISO 14699:2006], jednak uzyskany efekt został skrytykowany przez środowisko inżynierów [Gołębiewska, Wudzka 2006; Gołębiewska 2011].

Podjęte próby ujedynoliczenia norm gleboznawczych nie usunęły wszystkich rozbieżności i określenia podgrup granulometrycznych w dokumentach PUL nadal mogą być odmienne w stosunku do wyników badań inżynierskich (tab. 1). Niemniej jednak można zauważyć pewien

Tabela 1.

Grupy granulometryczne wydzielone w rozpatrywanych normach
Granulemetric groups secreted in the selected standards

Klasyfikacja PTG 2008	PN-86/B-02480
piasek luźny; sand (<i>pl</i>)	piasek; sand (<i>P</i>)
piasek słabo gliniasty; sand (<i>ps</i>)	piasek pylasty; silty sand (<i>Pπ</i>)
piasek gliniasty; loamy sand (<i>pg</i>)	piasek gliniasty; loamy sand (<i>Pg</i>)
pył gliniasty; silt loam (<i>pyg</i>)	pył piaszczysty; silt sandy (<i>Πp</i>)
pył zwykły; silt (<i>pyz</i>)	pył; silt (<i>Π</i>)
pył ilasty; silt loam (<i>pyi</i>)	
glina piaszczysta; sandy loam (<i>gp</i>)	glina piaszczysta; sandy loam (<i>Gp</i>)
glina lekka; sandy loam (<i>gl</i>)	glina; loam (<i>G</i>)
glina piaszczysto-ilasta; sandy clay loam (<i>gpi</i>)	glina pylasta; silty clay (<i>Gπ</i>)
glina zwykła; loam (<i>gz</i>)	glina piaszczysta zwięzła; sandy loam (<i>Gpz</i>)
glina ilasta; clay loam (<i>gi</i>)	glina zwięzła; loam (<i>Gz</i>)
glina pylasto-ilasta; silty clay loam (<i>gpyi</i>)	glina pylasta zwięzła; silty clay (<i>Gπz</i>)
ił piaszczysty; sandy clay (<i>ip</i>)	ił piaszczysty; sandy clay (<i>Ip</i>)
ił pylasty; silty clay (<i>ipy</i>)	ił pylasty; silty clay (<i>Iπ</i>)
ił zwykły; clay (<i>iz</i>)	ił; clay (<i>I</i>)
ił ciężki; heavy clay (<i>ic</i>)	

obszar charakterystyki gleb leśnych spójny z charakterystyką techniczną gruntów, co wskazuje na możliwość wykorzystania danych glebowych z PUL na etapie planowania sieci dróg leśnych.

Jeden z etapów planowania sieci dróg dotyczy obliczenia ilości i długości dróg w nowej sieci, przyjęcia kategorii dróg, rozmieszczenia dróg na powierzchni obszaru transportowego, wytrasowania planowanych dróg i opracowania wstępnych projektów dla dróg budowanych w pierwszej kolejności. Właściwe wytrasowanie planowanych dróg danej kategorii na mapach wymaga rozpoznania warunków gruntowo-wodnych na danym terenie, głównie w odniesieniu do trzech czynników, tj. rodzaju gruntu, jego wodoprzepuszczalności i wysadzinowości. Czynniki te, razem z nośnością gruntu, mają również istotny wpływ na rozwiązania konstrukcyjne ustalonych typów nawierzchni, szczególnie w odniesieniu do podłoża i systemów zabezpieczających nawierzchnię przed wodą kapilarną [Rozporządzenie... 1999; Jeromłowicz 2013]. Znajomość charakterystyki gruntu w szeroko pojętym budownictwie ma zasadnicze znaczenie z uwagi na fakt, że to w gruncie posadowiona jest budowla oraz z gruntu może być również wytwarzana – np. nawierzchnie gruntowe ulepszone. Właściwości fizyczne gruntu decydują w głównej mierze o stabilności i trwałości danej budowli, a wiedza ta jest istotna już na etapie projektowania budowli. Dodatkowo, zgodnie z zapisem art. 27 Ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych [Ustawa... 1995], na zarządcę terenu (RDLP) nakładany jest ustawowo obowiązek kontroli i przeciwdziałania ruchom masowym ziemi.

Celem pracy było wskazanie możliwości wykorzystania gleboznawczej charakterystyki terenów leśnych we wstępnych pracach planowania sieci dróg leśnych. W pracy przeanalizowano istotne ze względów inżynierskich właściwości fizyczne leśnego podłoża gruntowego, opisywane na podstawie wyników badań gleboznawczych ujętych w dokumentach PUL.

Materiał i metody

Instrukcja urządzania lasu [2012] zaleca wykonywanie analiz i opisów gleboznawczych według klasyfikacji PTG 2008, dlatego w niniejszej pracy główny nacisk położono na przetworzenie danych powstałych według tego normatywu na charakterystykę techniczną gruntu według normy PN-86/B-02480. Zastosowanie do badań starszej normy technicznej jest spowodowane licznymi uwagami krytycznymi w stosunku do normy unijnej PN-EN ISO14699:2006 [Gołębiewska, Wudzka 2006; Gołębiewska 2011]. W ujęciu gruntoznawczym analizą objęto rodzaj gruntu (na podstawie nazwy grupy granulometrycznej), wodoprzepuszczalność oraz wysadzinowość.

Głównym czynnikiem decydującym o rodzaju gruntu jest skład granulometryczny, stąd w dalszych badaniach uwzględniono głównie udział poszczególnych frakcji w tych utworach. W związku z tym, że opisy gleboznawcze zawierają opis uziarnienia gleb [Instrukcja... 2012], analizie porównawczej poddane zostały próbki modelowe gleb scharakteryzowane według klasyfikacji PTG 2008 (tab. 2). Analizę porównawczą przedstawiono na przykładzie 12 próbek glebowych o spreparowanym składzie. Masy podfrakcji dobrano w taki sposób, aby zawartość frakcji iłowej nie przekroczyła 30% masy całkowitej. Ponadto na rycinie 1 pokazano skład ziarnowy próbek modelowych zgodnie z klasyfikacją PTG 2008 oraz normą PN-86/B-02480. Dla jednej z próbek (nr 7) przedstawiono wykres krzywej uziarnienia dla odczytu średnicy miarodajnej d_{10} , służącej obliczeniu współczynnika filtracji, oraz dla odczytu zawartości części mniejszych od 0,05 mm i 0,02 mm, służącej do określania stopnia wysadzinowości (ryc. 2).

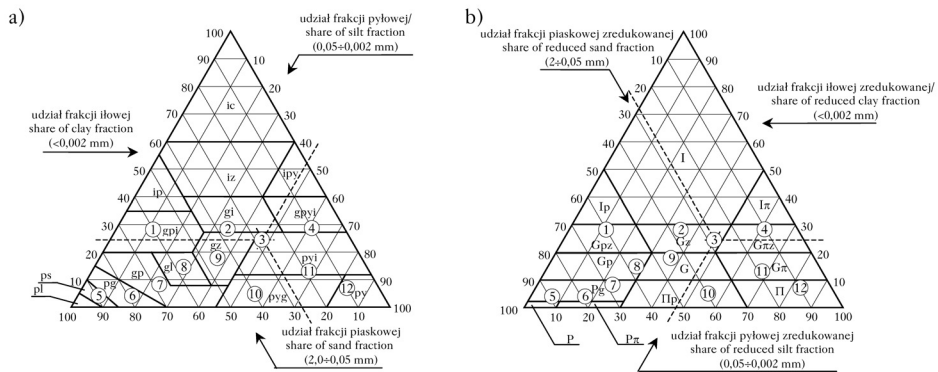
Wodoprzepuszczalność gleb [m/s], rozumianą jako zdolność gruntu do przepuszczania wody siecią kanałów utworzonych z jego porów, określono empirycznie, przy zastosowaniu uproszczonej formuły Hazena [Twardowski, Drożdżak 2006] bazującej na wynikach analizy składu granulometrycznego:

Tabela 2

Zawartość [%] frakcji dla zakresu średnicy zastępczej (d) oraz grupa granulometryczna według normy PTG i PN-86/B-02480 (por. tabela 1) dla próbek modelowych (1-12)

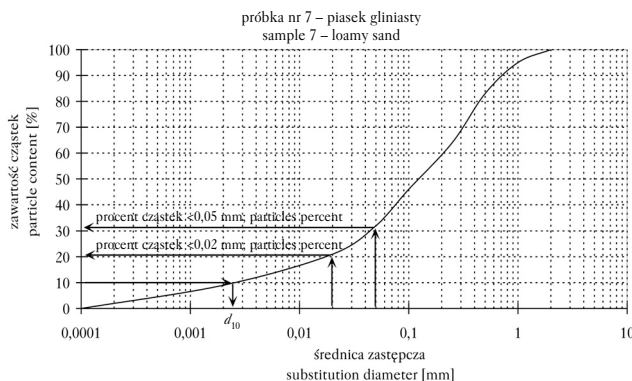
Share [%] of fractions in the substitution diameter (d) range and granulometric group according to PTG and PN-86/B-02480 (as in table 1) for model samples (1-12)

Frakcja Fraction	d [mm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
żwirowa gravel	>2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
piaskowa sand	$2\div 1$	17	2	2	0	21	23	5	13	3	4	1	0
	$1\div 0,5$	15	11	7	1	29	15	12	9	14	10	3	1
	$0,5\div 0,25$	11	5	9	3	17	21	19	6	9	7	4	3
	$0,25\div 0,1$	8	9	4	2	13	14	18	12	6	5	3	1
pyłowa silt	$0,1\div 0,05$	9	10	6	4	9	6	14	17	13	14	8	5
	$0,05\div 0,02$	6	17	24	30	3	9	11	14	18	28	34	41
iłowa clay	$0,02\div 0,002$	6	18	24	31	4	8	12	14	19	27	34	42
clay	$<0,0001$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PTG 2008		gpi	gi	pyi	gpyi	ps	pg	gp	gl	gz	pyg	pyi	pyz
PN-86/B-02480		Gpz	Gz	Gz	G π z	Pg	Pg	Pg	Gp	G	Π p	G π	Π



Ryc. 1.

Położenie próbek gleby (numery w kółkach) na tle trójkąta Fereta według PTG (a) i PN-86/B-02480 (b)
Location of the soil examples (numbers in circles) on the background of Feret triangle according to PTG (a) and PN-86/B-02480 (b)



Ryc. 2.

Uziarnienie próbki nr 7 z określeniem zawartości ziaren $<0,05$ mm i $<0,02$ mm

Grain size for sample #7 with the range of the $<0,05$ mm and $<0,02$ mm grains

$$k_{10} = 0,0116 \cdot d_{10}^2$$

gdzie:

k_{10} – współczynnik filtracji przy temperaturze wody 10°C,

d_{10} – średnica miarodajna.

Wysadzinowość gruntu oceniono, posługując się znanym w literaturze gruntoznawczej kryterium Wiłuna [Szymański 2007]. Podstawą przy ocenie wysadzinowości gruntów jest suma zawartości procentowej frakcji pyłowej i iłowej. Dodatkowe kryteria w przypadkach wątpliwych to kapilarność bierna oraz tzw. wskaźnik piaskowy. Na podstawie danych zawartych w PUL nie można obliczyć wskaźnika piaskowego, dlatego to kryterium zostało w dalszej części opracowania pominięte.

Określono sumaryczną zawartość cząstek gruntu o średnicy zastępczej $d < 0,05$ mm (suma frakcji pyłu grubego, pyłu drobnego i iłu – zgodnie z klasyfikacją PTG 2008) oraz sumaryczną zawartość cząstek o średnicy zastępczej $d < 0,02$ mm (pył drobny i ił). Według kryterium Wiłuna za grunty niewysadzinowe uważa się te, które zawierają mniej niż 20% cząstek mniejszych od 0,05 mm i mniej niż 3% cząstek mniejszych od 0,02 mm w próbie, a za grunty niepewne te, które zawierają 20-30% cząstek mniejszych od 0,05 mm i 3-10% cząstek mniejszych od 0,02 mm. Grunty wysadzinowe, według powyższego kryterium, zawierają >30% cząstek mniejszych od 0,05 mm i >10% cząstek mniejszych od 0,02 mm w próbie. Pod względem kryterium kapilarności biernej (H_{kb}) grunty niewysadzinowe charakteryzują się H_{kb} mniejszą od 1 m, wątpliwe pomiędzy 1,0 a 1,3 m, zaś grunty wysadzinowe wartością przekraczającą 1,3 m [Jeż 2004; Pisarczyk 2012]. W niniejszej pracy wartości H_{kb} przyjęto na podstawie klasyfikacji gruntu zaczerpniętej z pracy Jermołowicza [2013].

Wyniki i dyskusja

Porównując przedmiotowe normy gleboznawcze i gruntoznawcze, można zauważyć istotne różnice mające znaczenie dla użytkowników danych. Jedną z nich są odmienne zestawy grup granulometrycznych i ich nazwy, jakie wyróżniono w normach (tab. 1), gdzie, poza kilkoma wyjątkami, nie jest możliwe powiązanie wyróżnionych grup granulometrycznych. Co więcej, w większości przypadków zakres udziału procentowego danej frakcji również nie jest identyczny. Największe różnice zaobserwowano w sytuacji porównywania granicznych zakresów frakcji ujętych w normie gleboznawczej BN-78/9180-11 z pozostałymi normami. Co prawda nowelizacja wyżej opisanej normy usunęła problem położenia granic frakcji, jednakże różnice nomenklaturowe pozostały. Chcąc rozstrzygać, czy możliwe jest miarodajne określenie podstawowych właściwości mechanicznych i fizycznych gruntu (choćby ich przybliżonych wartości) na podstawie analizy powiązania ich nazw z nazwami rodzajów gleb i grup granulometrycznych użytych w oznaczeniach gleboznawczych, należy jednoznacznie stwierdzić, że rozbieżności są zbyt duże, aby uzyskane dane uznać za w pełni miarodajne. Problem pozostaje również nierozstrzygnięty przy ogólnym określeniu zawartości frakcji piaskowej, pyłowej i iłowej. Tabela 2 ilustruje różnice w klasyfikacji grup granulometrycznych o takich samych udziałach frakcji.

Przedmiotowe zagadnienie można rozwiązać, sięgając do zapisów oznaczeń składu granulometrycznego ujętych w tabeli „Właściwości fizyczne i chemiczne gleby” [Instrukcja... 2012], gdzie określone są procentowe zawartości poszczególnych podfrakcji. Korzystając z tych oznaczeń, przetransponowano zawartość procentową danej frakcji, określonej według klasyfikacji PTG 2008, na rodzaj gruntu opisany w normie gruntoznawczej (tab. 2).

Na podstawie wykreślonej krzywej uziarnienia (ryc. 2) wyznacza się średnicę miarodajną d_{10} , mającą zastosowanie w określaniu charakterystyki gruntu związanej z wodoprzepuszczal-

nością i współczynnikiem filtracji k oraz określa się wielkości istotne z punktu widzenia analizy wysadzinowości (tab. 3). Obliczone wielkości współczynnika filtracji k (tab. 3) nie odbiegają znacząco od wielkości zaczerpniętych z literatury [Pazdro, Kozerski 1990]. Należy jednak pamiętać o tendencji do zawyżania wyników uzyskanych według obliczeń wykonanych zgodnie z uproszczoną formułą Hazena w stosunku do wyników uzyskanych w oparciu o pompowanie próbne i doświadczenia laboratoryjne [Twardowski, Drożdżak 2006]. Możliwe jest także wystąpienie zmienności współczynnika filtracji w warstwie uznanej za jednorodną, związanej ze zmianą rozmiaru cząstek, porowatości, struktury, zróżnicowaniem składu chemicznego wody, początkowym stopniem nasycenia gruntu wodą czy też występowaniem przewarstwień [Pisarczyk 2012].

Dobry skład granulometryczny poszczególnych próbek gleb sugerował, poprzez zawartość frakcji pyłowej i ilowej, że będą one w przeważającej ilości reprezentować grunty wysadzinowe, lecz celem pracy było właśnie m.in. wskazanie możliwości uzyskania informacji o stopniu wysadzinowości na podstawie opisu gleb.

Prowadzenie prac budowlanych, w szczególności drogowych, na gruntach wysadzinowych i wątpliwych bez odpowiednich prac zabezpieczających i specjalnych technologii [Rozporządzenie... 1999] jest błędem pociągającym za sobą poważne skutki gospodarcze i finansowe, dlatego powyższe rozeznanie jest bardzo ważne. W decyzjach projektowych trzeba też wziąć pod uwagę fakt, że w obrębie występowania tzw. gruntów „wątpliwych”, szczególnie w obszarach, na które są kierowane wyloty urządzeń odwadniających, zmianie ulega charakterystyka wilgotnościowa, cechy fizyczne gruntu (m.in. plastyczność, kąt tarcia wewnętrznego), jak również zwiększa się jego masa, co w konsekwencji może powodować utratę stateczności nawet mało pochylonych stoków.

Uproszczoną charakterystykę gruntów poznaną za pomocą wyżej opisanych sposobów można wykorzystać do prac planistycznych dla sieci dróg leśnych przy wstępnym rozlokowaniu odcin-

Tabela 3.

Średnica miarodajna (d_{10}), współczynnik filtracji przy temperaturze wody 10°C (k_{10}), udział ziaren o średnicy (d) <0,05 mm i <0,02 mm, kapilarność bierna (H_{kb}) i stopień wysadzinowości gruntów według kryterium Wiłuna dla próbek modelowych (1-12)

Authoritative diameter (d_{10}), filtration coefficient at water temperature 10°C (k_{10}), share of grains with <0.05 mm and <0.02 mm diameter (d), passive capillarity (H_{kb}) and frost swelling of the ground according to the Wiłun criterion for model samples (1-12)

	Współczynnik filtracji Filtration coefficient		Kryterium Wiłuna Wiłun criterion			
	d_{10} [mm]	k_{10} [m/d]	$d < 0,05$ mm [%]	$d < 0,02$ mm [%]	H_{kb} [m]	wysadzinowość frost swelling
1	0,00027	$7,31 \cdot 10^{-5}$	40	34	>1,3	w
2	0,00029	$8,43 \cdot 10^{-5}$	63	46	>1,3	w
3	0,00023	$5,30 \cdot 10^{-5}$	72	48	>1,3	w
4	0,00029	$8,43 \cdot 10^{-5}$	90	60	>1,3	w
5	0,04000	1,60	110	8	<1,0	nw
6	0,01200	$1,44 \cdot 10^{-1}$	21	12	1,0÷1,3	?
7	0,00230	$5,30 \cdot 10^{-3}$	32	21	>1,3	w
8	0,00073	$5,34 \cdot 10^{-4}$	43	29	>1,3	w
9	0,00054	$2,92 \cdot 10^{-4}$	55	37	>1,3	w
10	0,00370	$1,37 \cdot 10^{-2}$	60	32	>1,3	w
11	0,00120	$1,44 \cdot 10^{-3}$	81	47	>1,3	w
12	0,00270	$7,31 \cdot 10^{-3}$	90	49	>1,3	w

w – wysadzinowy, nw – niewysadzinowy, ? – wątpliwy
w – swelling, nw – non-swelling, ? – questionable

ków dróg w opracowywanym obszarze transportowym. Nie można jednak tych oznaczeń traktować jako mocnej podstawy przy szczegółowym projektowaniu odcinków dróg ani też w wykonawstwie – w tych pracach konieczne są osobne, szczegółowe badania przewidziane stosownymi przepisami.

Wnioski

- ✦ Dane gleboznawcze zawarte w dokumentach PUL, opracowane zgodnie z wytycznymi w branżowych normatywach gleboznawczych, służą charakterystyce innej niż wymagana w procesie budowlanym. Niezgodność normatywów gleboznawczych i gruntoznawczych, obserwowana na wielu poziomach i w różnym stopniu szczegółowości, znacznie ogranicza wykorzystanie tych danych, lecz go nie uniemożliwia.
- ✦ Warunkiem posługiwania się opisami gleboznawczymi w pracach inżynierskich jest określenie w dokumentacji dotyczącej właściwości gleb rozkładu mas podfrakcji według IUL i klasyfikacji PTG 2008. Granice średnic zastępczych podfrakcji wyróżnionych w klasyfikacji PTG 2008 pokrywają się z podziałem w normie gruntoznawczej i dlatego możliwe jest w pewnym zakresie klasyfikowanie gleb pod kątem cech budowlanych.
- ✦ Z punktu widzenia badań gleboznawczych i siedliskowych PUL zawiera opisy między innymi: rodzaju i gatunku gleb, żyzności siedlisk i ich wariantów uwilgotnienia oraz wyniki analizy granulometrycznej i nazwy grup granulometrycznych w poszczególnych odkrywkach. Opisy te są cechami charakteryzującymi całe, nierzadko wielohektarowe, wydzielenia. Rozdzielczość tych danych jest zbyt mała, aby mogły one stać się silną podstawą w projektowaniu inżynierskim.
- ✦ Posługiwanie się samą nomenklaturą grup granulometrycznych ujętą w PUL w celu wyłonięcia obszarów trudnych i nieodpowiednich do budowy dróg jest możliwe w stopniu ograniczonym, z uwagi na zbyt duży stopień uogólnienia.
- ✦ Opisy gleboznawcze opracowane na podstawie badań makroskopowych należy uznać za niewystarczające. Wykorzystanie danych gleboznawczych jest możliwe i daje zamierzony skutek tylko w przypadku dotarcia do wyników analiz granulometrycznych, ponieważ można na tej podstawie wykonać klasyfikację gruntoznawczą i poznać podstawowe wskaźniki określające przydatność budowlaną badanego materiału.
- ✦ Można przyjąć, że na etapie planowania sieci dróg leśnych przybliżona charakterystyka podłoża gruntowego opracowana na podstawie analiz danych gleboznawczych jest wystarczająca.
- ✦ Ze względu na zadaniową i czasową odrębność prac związanych z projektowaniem sieci dróg leśnych oraz prac nad szczegółowym opracowaniem projektów technicznych odcinków dróg tworzących sieć drogową, opisy gruntowe otrzymane według powyższych analiz mogą służyć jedynie projektowaniu sieci dróg. Podczas projektowania odcinków dróg leśnych, zgodnie z zapisami ustawodawcy, należy wykonać szczegółowe, techniczne badania gruntów.

Literatura

- BN-78/9180-11. Gleby i utwory mineralne – Podział na frakcje i grupy granulometryczne.
- Drogi leśne. *Poradnik techniczny*. 2006. Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy LP w Bedoniu.
- Gołębiewska A. 2011. Uwagi krytyczne do klasyfikacji gruntów według normy PN-EN ISO 14699:2006. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 446: 289-296.
- Gołębiewska A., Wudzka A. 2006. Nowa klasyfikacja gruntów według normy PN-EN ISO. *Geoinżynieria drogi mosty tunele* 11: 44-55.
- Instrukcja urzędowania lasu. 2012. PGL LP. Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy LP w Bedoniu.
- Jermolowicz P. 2013. Wykonywanie robót ziemnych na gruntach słabych i wysadziniowych. Referat na seminarium Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP Oddział w Opolu. Pokrzywna.

- Jeż J. 2004. Gruntoznawstwo budowlane. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych. 2008. PTG.
- Pazdro Z., Kozerski B. 1990. Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Pisarczyk S. 2012. Gruntoznawstwo inżynierskie. PWN, Warszawa.
- PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-EN ISO 14688:2006. Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów.
- PN-R-04033:1998. Gleby i utwory mineralne – Podział na frakcje i grupy granulometryczne.
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie z dnia 2 marca 1999 r. 1999. Dz. U. Nr 43, poz. 430.
- Szymański A. 2007. Mechanika gruntów. Wyd. SGGW Warszawa.
- Twardowski K., Drożdżak R. 2006. Pośrednie metody oceny właściwości filtracyjnych gruntów. Wiertnictwo, Nafta, Gaz 23 (1): 477-486.
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych z dnia 3 II 1995 r. 1995. Dz. U. Nr 121, poz. 1266 ze zm.