

Andrzej Kacprzak, Marek Drewnik, Katarzyna Wasak  
Uniwersytet Jagielloński  
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej  
ul. Gronostajowa 7, 30–387 Kraków  
andrzej.kacprzak@uj.edu.pl;  
m.drewnik@geo.uj.edu.pl

Received: 15.06.2010

Reviewed: 1.07.2010

## ZASTOSOWANIE RÓŻNYCH STANDARDÓW POMIARU pH DLA OKREŚLENIA KLAS ODCZYNU WYBRANYCH GLEB DOLINY GÓRNEGO SANU

### Application of various standards of pH measurement to determine reaction classes of selected soils in the upper San valley

**Abstract:** The paper presents a study of different procedures of soil reaction measurement carried out on selected soil profiles in the Upper San Valley. It is also aimed to assess the usefulness of pH-based indices used in various national and international soil classification systems that can be applied to classify the soils of the Western Bieszczady Mts.

**Key words:** soil pH, soil reaction classes, Bieszczady Mts.

## Wstęp

Odczyn gleby jest podstawowym parametrem określającym jej właściwości chemiczne. Pozwala on m.in. na ocenę stopnia rozpuszczalności, a więc i dostępności, składników odżywczych i toksycznych. Parametr ten jest także wykorzystywany w celach klasyfikacji gleb jako uproszczony sposób określania wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami. W wielu narodowych i międzynarodowych systemach klasyfikacji gleb (Systematyka Gleb Polski, USDA Soil Taxonomy, WRB) podawane są graniczne wartości pH gleby jako kryterium wyróżniania jednostek systematycznych. Pomiar pH jest bowiem relatywnie tani i łatwy w odróżnieniu od analiz pozwalających na obliczenie wartości wysycenia kompleksu sorpcyjnego.

Procedury pomiaru pH, stosowane w różnych krajach i zalecane przez międzynarodowe systemy klasyfikacji gleb, różnią się od siebie. Zalecane jest stosowanie różnych elektrolitów (woda destylowana, roztwór KCl, roztwór  $\text{CaCl}_2$ ), stosuje się różne proporcje masy próbki glebowej do objętości elektrolitu (pasta nasycona, 1:1, 1:2, 1:2,5), a także różny czas równoważenia roztworu (15

minut, 1 godzina, 2 godziny, 24 godziny). Syntetyczny przegląd stosowanych na świecie metod oznaczania odczynu gleby oraz interpretacji wyników przedstawił Thomas (1996). Porównanie wyników pomiaru pH gleby uzyskiwanych różnymi metodami było także przedmiotem wielu publikacji w Polsce (np. Schillak 1959; Duch 1963; Adamczyk 1965), jednak zauważyć można brak tego typu opracowań dotyczących gleb rozwiniętych ze zwietrzelin fliszowych charakterystycznych dla większości obszaru Karpat, w tym Bieszczadów. Temat ten nie był również jak dotąd podejmowany w kontekście wskaźników klasyfikacyjnych.

Celem tego artykułu jest analiza stopnia zgodności wyników pomiaru odczynu mierzonego wg różnych standardów w glebach fliszowych, na przykładzie gleb doliny górnego Sanu. Ponadto celem pracy jest przedyskutowanie tych wyników w kontekście praktykowanego w Polsce i na świecie generalnego podziału gleb na zasobne (eutroficzne, *eutric*, *nonacid*) i niezasobne (dystroficzne, *dystric*, *acid*).

## Obszar badań, zakres i metodyka

Do badań wybrano 7 profili glebowych reprezentujących różne gleby charakterystyczne dla pokrywy glebowej doliny górnego Sanu, na obszarze włączonym do BdPN w 1999 r. (Skiba i in. 2006). Trzy profile (5,6,7) reprezentują gleby brunatne zajmujące największą powierzchnię na badanym obszarze, 2 profile (2,3) to mady brunatne, profil nr 4 to gleba glejowa wytworzona z przekształconych przez procesy stokowe starych (plejstocenijskich) aluwii, zaś profil nr 1 jest rankerem (Tab. 1).

Na próbkach pobranych w terenie, po ich wstępnej preparatyce, wykonano oznaczenie odczynu metodą potencjometryczną pehametrem wyposażonym w szklaną elektrodę kombinowaną. Odczyn badanych gleb zmierzono:

1. Według standardu zalecanego w międzynarodowym podziale gleb WRB i opisanego w podstawowych opracowaniu metodycznym pod redakcją Van Reujivijka (2002) – w wodzie destylowanej oraz w 1M KCl w proporcji 1:2,5 przy czasie równoważenia 2h (wytrząsanie). Taki standard jest stosowany również w Polsce, z tym że stosowany jest czas równoważenia wynoszący 24 godziny. W dalszej części artykułu ten sposób pomiaru będzie określany jako „WRB”.
2. Według standardu amerykańskiego Soil Survey (USDA NRCS 2004) – w wodzie destylowanej w proporcji 1:1 przy czasie równoważenia 1 godzina z mieszaniem co jakiś czas oraz w 0,01 M CaCl<sub>2</sub> w proporcji 1:2 przy czasie równoważenia 1 godzina dla wody destylowanej i następnie 2 minuty po dodaniu roztworu CaCl<sub>2</sub>. Wyniki pomiarów prowadzonych wg tego standardu będą oznaczane jako „USDA”.

3. Zgodnie z metodyką niemiecką (AG Boden 1994; Schlichting i in. 1995 za Jahn i in. 2002) – w 0,01 M roztworze  $\text{CaCl}_2$  w proporcji 1:2,5 przy czasie równoważenia 15 minut. Wyniki pomiarów prowadzonych w tego standardu będą oznaczane jako „AGB”.

**Tabela 1.** Odczyn i stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego badanych gleb.

**Table 1.** Soil reaction and base saturation in the studied profiles.

Głębokość (cm) <i>Depth (cm)</i>	Odczyn wg standardu <i>Reaction according to standard</i>					V (%) BS (%)
	WRB		USDA		AGB	
	pH(w)	pH(KCl)	pH(w)	pH( $\text{CaCl}_2$ )	pH( $\text{CaCl}_2$ )	
<b>1. Ranker brunatny <i>Cambic Leptosol</i></b>						
2-18	5,2	3,9	5,0	4,3	4,4	59,71
18-40	5,3	3,9	5,1	4,3	4,4	50,70
<b>2. Mada brunatna <i>Fluvis Cambisol</i></b>						
4-12	6,4	5,7	6,3	5,9	5,9	74,08
12-74	6,8	5,6	6,7	5,9	5,9	77,12
74-95	7,1	6,7	7,2	6,6	6,6	92,94
<b>3. Mada brunatna <i>Fluvis Cambisol</i></b>						
2-17	4,6	3,6	4,4	3,9	3,9	24,38
17-64	5,4	3,8	5,1	4,2	4,2	38,26
64-78	5,9	4,0	5,6	4,7	4,7	53,12
78-108	6,3	4,7	6,2	5,3	5,3	75,80
<b>4. Gleba glejowa <i>Gleysol</i></b>						
5-20	5,3	4,2	5,1	4,6	4,6	40,43
20-50	6,0	4,4	5,9	4,9	4,9	60,79
50-80	5,9	4,3	5,5	4,7	4,7	68,04
80-100	5,8	4,3	5,4	4,6	4,7	73,71
<b>5. Gleba brunatna oglejona <i>Endogleyic Cambisol</i></b>						
15-25	5,0	3,9	4,8	4,1	4,1	26,63
25-45	5,3	3,9	5,2	4,1	4,2	30,61
45-65	5,3	4,0	5,1	4,2	4,3	35,91
65-90	5,4	4,0	5,2	4,2	4,2	38,45
90-120	5,6	4,0	5,4	4,4	4,4	
<b>6. Gleba brunatna oglejona <i>Endogleyic Cambisol</i></b>						
10-22	4,4	4,0	4,1	3,8	3,8	35,79
22-32	5,0	4,2	4,8	4,2	4,3	17,17
32-44	5,2	4,3	5,1	4,4	4,4	16,62
44-65	5,3	4,3	5,2	4,4	4,5	23,29
65-90	5,6	4,3	5,5	4,5	4,5	38,41
90-152	6,0	4,8	5,4	4,3	4,3	41,98
<b>7. Gleba brunatna oglejona <i>Endogleyic Cambisol</i></b>						
27-39	3,9	3,3	3,6	3,5	3,5	17,34
39-50	5,3	5,0	4,8	4,8	4,9	22,89
50-66	5,3	5,0	4,9	4,8	4,9	30,62
66-90	5,7	5,4	5,4	5,2	5,3	38,79
90-120	5,9	5,4	5,6	5,4	5,4	48,57

Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego (V%) został obliczony wg wzoru  $V=(S/(Y+S))*100$  poprzez uwzględnienie wyników oznaczenia kwasowości hydrolytycznej metodą Kappena (Y) i sumy kationów wymiennych oznaczonych metodą ASA w wyciągu octanu amonu (S). Dane dotyczące właściwości profili glebowych zostały zebrane na potrzeby wykonywanego przez firmę KRAMEKO sp. z o.o. projektu planu ochrony BdPN na lata 2011–2030. Dane zostały opracowane z wykorzystaniem pakietu statystycznego Statistica® 9.

## Wyniki i ich dyskusja

### Pomiar odczynu gleby według różnych standardów

W tabeli 1 zestawiono wyniki oznaczenia odczynu roztworu glebowego wg opisanych pięciu różnych procedur. W badanych profilach pH mierzone w wodzie destylowanej wg standardu WRB rośnie wraz z głębokością, od wartości około pH(w) 4,5 (w jednym przypadku 3,9) w poziomach stropowych do wartości 7,1 w spągu gleby. Są to wartości oraz zróżnicowanie typowe dla gleb obszaru Bieszczadów Zachodnich (Skiba i in. 1998). Przy zastosowaniu pozostałych procedur pomiaru wartości te są odpowiednio niższe, utrzymując zaznaczające się trendy w badanych profilach (Tab. 1).

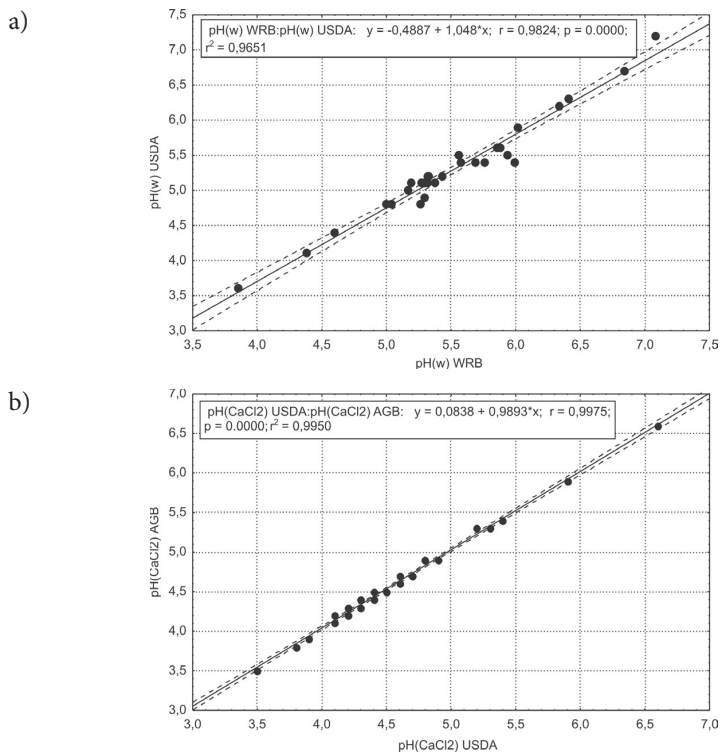
Biorąc pod uwagę terminologię powszechnie przyjętą w Polsce (Bednarek i in. 2005), niektóre gleby (1, 4, 5) można określić jako kwaśne w całym profilu wg pomiaru w wodzie destylowanej (pH(w) 5,0–6,0) i jednocześnie jako bardzo kwaśne w całym profilu wg pomiaru w 1M roztworze KCl (pH(KCl) <4,5). Można przypuszczać, że najważniejszą przyczyną różnic jest tu silne obniżenie wartości pH mierzonego w roztworze KCl. W kwaśnych glebach bowiem glin wyparty przez potas z kompleksu sorpcyjnego powoduje wzrost liczby jonów wodorowych, co obniża pH roztworu glebowego (Thomas 1996). Duży udział wymiennego glinu w kompleksie sorpcyjnym jest charakterystyczny dla gleb Bieszczadów rozwiniętych z zasobnych w glinokrzemiany zwietrzelin fliszowych (Skiba i in. 1998).

Analiza otrzymanych danych wskazuje, że dla badanych gleb czas równoważenia w trakcie procedury pomiarowej nie ma większego wpływu na wynik, bowiem zarówno w przypadku pomiaru w roztworze wodnym (Ryc. 1a) jak i w przypadku pomiaru w roztworze chlorku wapnia (Ryc. 1b) stopień współmienności otrzymanych wartości jest bardzo wysoki. W obu opisywanych przypadkach współczynnik determinacji  $r^2$  wynosi ponad 95%. Podobnie, choć w mniejszym stopniu, silnie statystycznie związane są wyniki pomiarów prowadzonych z wykorzystaniem różnych elektrolitów. Zarówno pomiędzy pH mierzonym w roztworze  $\text{CaCl}_2$  wg procedury niemieckiej (AGB), jak i według procedury amerykańskiej (USDA) a pomiarem w roztworze KCl wg procedury

WRB zachodzi silny statystyczny związek (Ryc. 2). Współczynnik determinacji przekracza bowiem 85% mimo tego, że w przedstawionych pomiarach oprócz rodzaju elektrolitu dochodzi jeszcze czynnik różnej długości czasu równoważenia.

Warto zauważyć, że pH mierzone w roztworze  $\text{CaCl}_2$  w proporcji 1:2,5, jest zazwyczaj o 0,1 jednostki pH wyższe niż przy zastosowaniu proporcji 1:2. Ponadto pomiar w roztworze KCl jest o średnio 0,3 jednostki niższy niż pomiar w roztworze  $\text{CaCl}_2$ , co można tłumaczyć wypieraniem przez jon  $\text{K}^+$  wymiennego glinu z kompleksu sorpcyjnego (Thomas 1996).

Z przedstawionych danych wynika, że pomiar pH gleby wg różnych standardów daje podobne rezultaty dla badanych gleb. Istnieje zatem dość duża swoboda wyboru metody pomiaru. Biorąc pod uwagę dalsze spostrzeżenia dotyczące stopnia zgodności określeń wskaźnikowych oraz istniejące opracowania dla gleb



**Ryc. 1.** Zależności pomiędzy odczynem mierzonym w tym samym elektrolicie, ale wg różnej metody; a) pomiar w wodzie destylowanej, standard WRB i USDA, b) pomiar w 0,01 M roztworze  $\text{CaCl}_2$ , standard AGB i USDA.

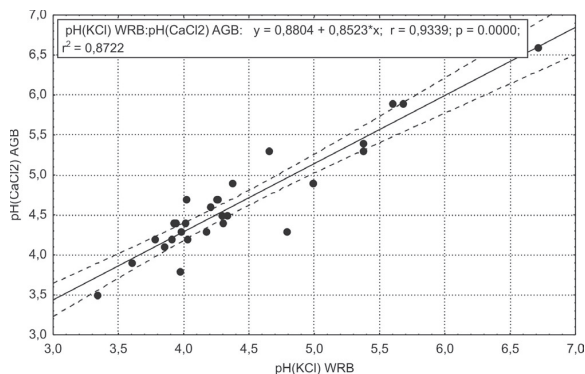
**Fig. 1.** Relations between soil pH measured in the same electrolyte but using different methods; a) deionized water, WRB and USDA standards, b) 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  solution, AGB and USDA standards.

Polski (Adamczyk 1965; Duch 1963), metodyka stosowana w standardzie amerykańskim USDA wydaje się być najkorzystniejsza, m.in. dlatego, że jest wolna od problemów jakie wynikają z zastosowania roztworu KCl. Ponadto, co wynika z opisu wstępnego, jest to metodyka względnie najprostsza i najszybsza.

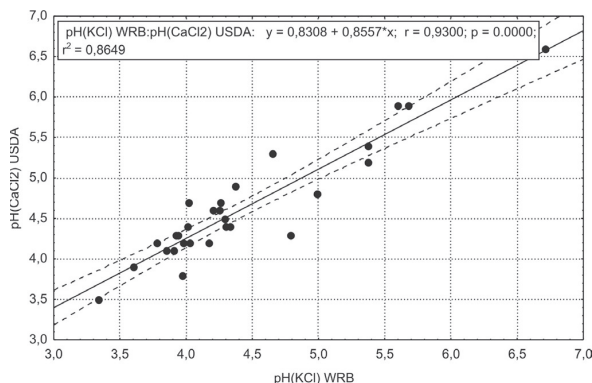
### Klasy odczynu wykorzystywane w systematyce gleb

W stosowanych na świecie systemach klasyfikacji gleb pH gleby, interpretowane jako przybliżony wskaźnik wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, jest często wykorzystywane w celu wyróżniania jednostek systematycznych różnej rangi. Wartością progową, stosowaną do rozdzielenia gleb na eutroficzne i dystroficzne na międzynarodowej płaszczyźnie porównywania gleb jaką jest WRB – World Reference Base for Soil Resources (IUSS Working Group WRB 2006),

a)



b)



**Ryc. 2.** Zależności pomiędzy pomiarem pH w 1 M roztworze KCl i 0,01 M roztworze  $\text{CaCl}_2$ , a) standard ABG vs. standard WRB, b) standard USDA vs. standard WRB.

**Fig. 2.** Relations between pH measurements in 1 M KCl solution and 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  solution, a) AGB standard vs. WRB standard, b) USDA standard vs. WRB standard.

jest pH 5,5 mierzone w wodzie destylowanej (proporcja 1:2,5). Ma to odpowiadać wartości wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami (V) wynoszącej 50%. Gleby o odczynie poniżej wartości pH 5,5 mierzonego w opisany sposób w strefie głębokościowej 20–100 cm określane są jako *Dystric*, zaś powyżej jako *Eutric*.

W systemie amerykańskiej Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1999, 2006) od lat przyjęty jest podział gleb mineralnych na klasę gleb kwaśnych (*acid*) i niekwaśnych (*nonacid*). Informację taką umieszcza się w nazwie rodziny w obrębie Entisols, Aquands i Aquepts. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego, którego wskaźnikiem jest pH, jest również podstawą wyróżniania wielkich grup Eutrudepts (dawniej Eutrochrepts) i Dystrudepts (dawniej Eutrochrepts) w obrębie rzędu Inceptisols. W obrębie tych jednostek klasyfikować należy dominujące powierzchniowo na obszarze Bieszczadów Zachodnich gleby brunatne (Skiba i in. 1998). Za gleby kwaśne uważa się takie, które w całym profilu (*control section*) wykazują pH niższe niż 5,0 w 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  (1:2) lub ekwiwalentnie (i drugorzędnie) – niższe niż pH 5,5 mierzone w wodzie destylowanej (1:1). *Control section* zaś jest liczony dla większości gleb mineralnych jako przedział głębokości od dolnej granicy poziomu ornego do 75 cm lub 1 m. Opisane wartości progowe odczynu zmierzzonego wg standardu USDA mają w zamierzeniu autorów odpowiadać wartości 60% wysycenia kompleksu sorpcyjnego przez zasady (V).

W Niemczech (Schlichting i in. 1995 za Jahn i in. 2002) za wartość progową (dla gleb zawierających mniej niż 4% materii organicznej) przyjmuje się pH mierzone w roztworze  $\text{CaCl}_2$  wynoszące 5,1. Wartość ta jest interpretowana jako wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami wynoszące 50%. Gleby o pH niższym niż 5,1 określa się jako *dystric*, zaś o odczynie wyższym niż ta wartość jako *eutric*.

Porównanie określeń klas odczynu opartych o opisane wskaźniki dla analizowanych gleb zostało przedstawione w tabeli 2. Wynika z niego, że klasy odczynu oparte na pomiarze w roztworze  $\text{CaCl}_2$  (czyli wg systemu USDA i AGB) – mimo różnic w przyjętych wartościach progowych pH – w badanych glebach zawsze się zgadzają. Uwidaczniają się natomiast stosunkowo liczne różnice określeń klas odczynu wg WRB – oparcie o pomiar pH w wodzie destylowanej prowadzi do częstszego określania właściwości jako *eutric*

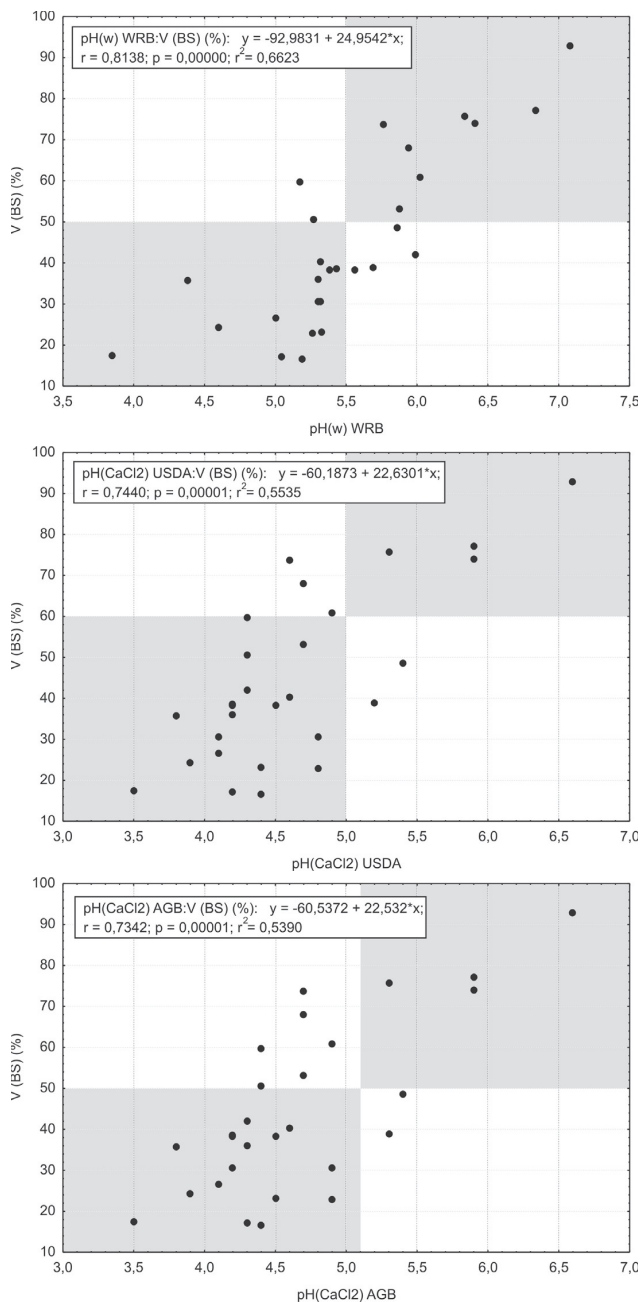
Na rycinie 3 przedstawiono współzależności pomiędzy stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami (V) a wartością pH. Jak wspomniano we wstępie, to wartość wysycenia kompleksu sorpcyjnego jest podstawą rozdzielania gleby wg ich troficzności. Na wykresach kolorem szarym zacięniowano zakresy spełniania warunków oczekiwanych w poszczególnych standardach, (tj. np. że pH 5,5 mierzone w wodzie destylowanej odpowiada wysyceniu równym 50%). Z przedstawionych danych wynika, że w każdym z opisywanych standardów istnieje kilka próbek (5–8), które nie spełniają oczekiwanych relacji pomiędzy pH a stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego (V). Liczba takich odstępstw jest najmniejsza w standardzie amerykańskim (Ryc. 3b).

**Tabela 2.** Klasyfikacyjne wskaźniki wg odczynu w różnych standardach.**Table 2.** Classification indices based on pH according to different standards.

Profil nr <i>Profile No.</i>	Głębokość (cm) <i>Depth (cm)</i>	WRB	USDA	AGB
		wg pH(w)	wg pH(CaCl <sub>2</sub> )	wg pH(CaCl <sub>2</sub> )
1	2-18	dystric	acid	dystric
	18-40	dystric	acid	dystric
2	4-12	eutric	nonacid	eutric
	12-74	eutric	nonacid	eutric
	74-95	eutric	nonacid	eutric
3	2-17	dystric	acid	dystric
	17-64	dystric	acid	dystric
	64-78	eutric	acid	dystric
	78-108	eutric	nonacid	eutric
4	5-20	dystric	acid	dystric
	20-50	eutric	acid	dystric
	50-80	eutric	acid	dystric
	80-100	eutric	acid	dystric
5	15-25	dystric	acid	dystric
	25-45	dystric	acid	dystric
	45-65	dystric	acid	dystric
	65-90	dystric	acid	dystric
	90-120	eutric	acid	dystric
6	10-22	dystric	acid	dystric
	22-32	dystric	acid	dystric
	32-44	dystric	acid	dystric
	44-65	dystric	acid	dystric
	65-90	eutric	acid	dystric
7	27-39	dystric	acid	dystric
	39-50	dystric	acid	dystric
	50-66	dystric	acid	dystric
	66-90	eutric	nonacid	eutric
	90-120	eutric	nonacid	eutric

Zauważyć należy, że w najnowszej propozycji piątego wydania Systematyki Gleb Polski (Marcinek i in. 2008) przyjęto podział gleb brunatnych na eutroficzne i dystroficzne, w oparciu o wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami  $V=60\%$ , a więc wykorzystujący kryterium zgodne ze stosowanym w Soil Taxonomy. W świetle przedstawionych powyżej wyników badań sądzić można, że pozwoli to na trafne klasyfikowanie gleb brunatnych. W tym kontekście za godne





**Ryc. 3.** Zależności pomiędzy stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego (V) a odczynem wyrażonym jednostką pH.

**Fig. 3.** Relations between base saturation (V) and pH values obtained by different standards.

rozważenia wydaje się konsekwentne przyjęcie w praktyce badawczej metodologii pomiaru pH zgodnej ze standardami USDA, a zwłaszcza szersze zastosowanie pomiarów w 0,01M roztworze  $\text{CaCl}_2$  (1:2), ewentualnie wodzie destylowanej w proporcji 1:1, co mogłoby pozwolić na łatwiejsze i szybsze klasyfikowanie gleb zajmujących znaczące powierzchnie w pokrywie glebowej także na obszarze Bieszczadów.

## Wnioski

1. Z przedstawionych danych wynika, że pomiar odczynu gleby wg różnych standardów daje zbliżone rezultaty dla badanych gleb wykształconych ze zwietrzelin utworów fliszowych w dolinie górnego Sanu.
2. Wśród wskaźników klasyfikacyjnych gleb opartych o pomiar pH te oparte o standard amerykańskiej Soil Taxonomy wykazują największą zgodność z wartością wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami.
3. Zastosowanie procedury oznaczania odczynu gleby w 0,01M roztworze  $\text{CaCl}_2$  1:2 może ułatwić klasyfikowanie gleb brunatnych Bieszczadów zgodnie z nowo opracowywaną Systematyką Gleb Polski.

## Literatura

- Adamczyk B. 1965. Uwagi w sprawie oznaczeń pH w glebach piaszczystych kwaśnych. *Rocz. Gleboznawcze* 15 (supl.): 233–239.
- Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojka U., Prusinkiewicz Z. 2005. *Badania ekologiczno-gleboznawcze*, PWN, Warszawa, 344 ss.
- AG Boden 1994. *Bodenkundliche Kartieranleitung*, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geologische Landesämter, Hannover, 392 ss.
- Duch J. 1963. Próba ustalenia metody oznaczania pH gleb organicznych. *Rocz. Gleboznawcze* 13(2): 502–512.
- IUSS Working Group WRB 2006. World reference base for soil resources. *World Soil Resources Reports No. 103*. FAO, Rome. 132 pp.
- Jahn R., Blume H.-P., Asio V. B. 2002. *Students guide for Soil Description, Soil Classification and Site Evaluation*, University of Halle/Saale, 65pp.
- Marcinek J., Komisarek J., Bednarek R., Mocek A., Piaścik H., Skiba S. 2008. *Systematyka gleb Polski*, wersja pierwsza wydania piątego, Wydawnictwo UP w Poznaniu, Poznań, 216 ss.
- Schillak R. 1959. Oznaczanie pH w glebach. *Rocz. Gleboznawcze* 7(1): 25–39.
- Skiba S., Drewnik M., Prędko R., Szmuc R. 1998. *Gleby Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Monografie Bieszczadzkie* 2, 88 ss.
- Skiba S., Żyła M., Klimek M., Prędko R. 2006. *Gleby Doliny górnego Sanu w Bieszczadzkim Parku Narodowym. Roczniki Bieszczadzkie* 14: 215–220.
- Soil Survey Staff 1999. *Soil Taxonomy*, second edition, USDA–NRCS, 871 pp.
- Soil Survey Staff 2006. *Keys to Soil Taxonomy*, tenth edition, USDA–NRCS, 332 pp.

- Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. W: Sparks, D.L., i in. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods—SSSA Book Series*, vol. 5. SSSA and ASA, Madison, WI, USA, pp.: 475–490.
- USDA NRCS 2004. *Soil Survey Laboratory Methods Manual, Version No. 4.0, Soil Survey Investigations Report No. 42*, 700 pp.
- Van Reувijk L. P. (ed.) 2002. *Procedures for Soil Analysis, International Soil Reference and Information Centre Technical Paper 9*, Wageningen, 120 pp.

## Summary

Soil reaction is a basic parameter describing chemical properties of a soil. It is also used in soil classification systems as a simple manifestation of base saturation. Various systems use different pH values to distinguish soil reaction classes such as eutric, dystric or acid, nonacid. The paper is aimed to verify the results of selected standards of pH measurements on the example of flysch soils in the Upper San valley and to discuss their usefulness in classifying those soils. The study comprised pH measurements using five standards (water 1:1, 1:2,5, KCl 1:2,5, CaCl<sub>2</sub> 1:2, 1:2,5) carried out on samples from seven soil profiles typical of the Upper San valley. Base saturation values were determined using the Kappen method (hydrolitic acidity) and the ASA method (exchangeable cations). The data were analyzed using Statistica® 9.

Table 1 contains pH values obtained through the performed procedures compared with base saturation values. The results are typical of the soils of the Bieszczady Mts. Classification indices derived from pH values according to different standards are included in Table 2. The indices based on CaCl<sub>2</sub> measurements are the same regardless the proportion of soil to electrolyte, while the WRB standard tends to show a larger quantity of horizons with eutric properties. Statistical analysis shows that for the studied soils the equilibration time does not influence the results of measurements in water (Fig. 1a) or CaCl<sub>2</sub> (Fig. 1b). A similar though slightly weaker relation can be observed when comparing measurements in CaCl<sub>2</sub> and KCl (Fig. 2). Lower pH values in KCl and their greater variability can be explained with the influence of exchangeable Al ions.

The interrelation between base saturation values and pH values obtained according to different standards was also analyzed (Fig. 3). The USDA standard proved to be best correlated with base saturation. As the newly developed Polish soil classification system adopts the BS value = 60% as the threshold for eutric and dystric soils, the authors suggest that also a pH measurement standard following the USDA should be adopted in soil studies in order to facilitate classification procedures.