

<p>Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy STUDIA PRZYRODNICZE Scientific Papers of Pedagogical University in Bydgoszcz NATURAL STUDIES (Zeszyty Nauk. WSP, Stud. Przynr.)</p>	11	105–115	1994
--	----	---------	------

UPROSZCZENIA W CHARAKTERYSTYCE STANÓW WODNYCH I POWIETRZNYCH
GLEB ZA POMOCĄ KRZYWYCH pF

SIMPLIFICATIONS IN CHARACTERIZATION OF AIR AND WATER CONDITIONS BY
MEANS OF pF CURVIES

MIECZYŚLAW WOJTASIK, WALTER WEGNER

Katedra Biologii i Ochrony Środowiska WSP, ul. Chodkiewicza 51, 85–667 Bydgoszcz
Instytut Matematyki, Zakład Fizyki WSP, ul. Chodkiewicza 30, 85–064 Bydgoszcz

ABSTRACT. Simplifications in characterization of air and water conditions by means of pF curves.

A whole characterization of air and water soil conditions is attainable by means of pF curves. However, pF curves are very difficult to obtain in the sphere of field and laboratory experiments. Therefore, we need to simplify this problem. Kędzióra (1984) announced a mathematical formula for topsoil (type 1) and subsoil layers (type 2) as the following:

$$pF = a \left(\frac{w_0 + w}{w + c} \right)^b$$

where:

w_0 – moisture of soil saturated in water, when the pF = 0;

w – observed moisture of soil;

a, b, c – coefficients.

The own findings are incompatible with the data according to the formula. In principle, the curves may be useful only for pF interval from 0 to 2.0. For the most of soils, especially for plough-land, this formula should be modified in accordance with agronomic category and other soil characteristics.

Słowa kluczowe – key words: cechy wodne i powietrzne gleby – air and water characteristics of soil; krzywa pF – pF curve; kategoria agronomiczna gleby – agronomic category of soil; gęstość naturalna gleby – natural density of soil.

WSTĘP

Pełną charakterystykę retencyjności gleby względem wody dostępnej i niedostępnej dla roślin oraz objętości i rozkładu porów w glebie, można określić sporządzając krzywą zależności potencjału wody glebowej od jej zawartości, czyli tak zwaną krzywą pF. Jednostka pF równa się dziesiętnemu logarytmowi z potencjału ciężarowego wody glebowej

(Kędziora 1984). Opracowano wiele metod określania wspomnianych krzywych, zwłaszcza w odniesieniu do praktycznie najistotniejszego przedziału pF od 0 do 4,2. Wszystkie te metody oparte są na dość skomplikowanej i czasochłonnej procedurze laboratoryjnej. W praktyce rolniczej, melioracyjnej i ekologicznej potrzebne są szybsze i łatwiejsze sposoby charakteryzowania stanów wodnych i powietrznych gleb.

Kędziora (1984) zaproponował matematyczną formułę krzywej pF dla poziomu omopróchniczego (typ 1) oraz warstw podornych gleby (typ 2):

$$pF = a \left(\frac{w_0 - w}{w + c} \right)^b \quad (1)$$

gdzie:

w_0 – wilgotność objętościowa gleby w stanie nasycenia wodą, gdy $pF = 0$;

w – wilgotność aktualna gleby,

a, b, c – stałe równania.

Z powyższej formuły wynika, iż mając wartość w_0 odpowiadającą w przybliżeniu porowatości całkowitej gleby, możemy dla każdej pomierzonej wartości „ w ”, czyli aktualnej wilgotności gleby, znaleźć wielkość pF i w ten sposób dowiedzieć się ile i jaka woda wg kryterium dostępności dla roślin jest w glebie. W innej pracy Kędziora (1988) podał dla krzywych obydwu typów wartości liczbowe współczynników a, b, c . Po uwzględnieniu tych liczb krzywa typu 1 ma postać:

$$pF = 2,239 \left(\frac{w_0 - w}{w + 0,00287} \right)^{0,2296} \quad (2)$$

gdzie:

$w_0 = 0,41$

natomiast dla zależności typu 2 otrzymano formułę:

$$pF = 10,655 \left(\frac{w_0 - w}{w + 1,55515} \right)^{0,3788} \quad (3)$$

gdzie:

$w_0 = 0,51$.

Autorzy niniejszej pracy podjęli się zbadać w jakiej mierze przedstawione formuły są uniwersalne. Zwłaszcza w odniesieniu do powszechnie uwzględnianych w kwestiach uprawy i nawożenia kategorii agronomicznych gleb, także z uwzględnieniem ich gęstości, mającej również istotny wpływ na retencję wody dostępnej dla roślin (Wojtasik 1988).

MATERIAŁ I METODY

Próbki gleby do określenia potencjałów pF pobierano za pomocą metalowych cylindereków o pojemności po 100 cm³ w sześciu do dziewiętnastu powtórzeniach jednocześnie. Pod względem typologicznym wyszczególnione w tabeli 1 reprezentują: czarną ziemię z Książek (poz. 1) i Wiktorowa (poz. 3), glebę brunatną z Łęgnowa (poz. 2) i Nielubia (poz. 4), ogrodową pobielicową z Trzyczyna (poz. 5), pługą z Lubostronia (poz. 6) oraz rdzawą z miejscowości Rychnowy (poz. 7, 8). Czarna ziemia z Książek i gleba brunatna z Nielubia reprezentują Pojezierze Chełmińskie (mezoregion wg J. Kondrackiego), gleby z Łęgnowa i Trzyczyna—Dolinę Brdy, Wiktorowo leży na Pojezierzu Kujawskim, Lubostron na Pojezierzu Gnieźnieńskim, a Rychnowy na Pojezierzu Krajeńskim.

Potencjały pF oraz gęstości aktualne wspomnianych wyżej gleb określono w pracowni IMUZ w Bydgoszczy, pozostałe właściwości we własnym zakresie. Skład granulometryczny oznaczono metodą areometryczną z rozdzieleniem frakcji piasku na sitach, węgiel organiczny metodą Tiurina, natomiast gęstość naturalną wg formuły Wojtasika (1988).

Do analizy porównawczej wzięto dane liczbowe otrzymane dla tych próbek gleb, których gęstość aktualna (ρ_t) najmniej odbiegała od gęstości naturalnej gleby (ρ_n). Kierowano się założeniem, iż potencjały pF dla tych próbek będą najbardziej zgodne z wyliczonymi za pomocą wyżej wymienionych wzorów.

WYNIKI I DYSKUSJA

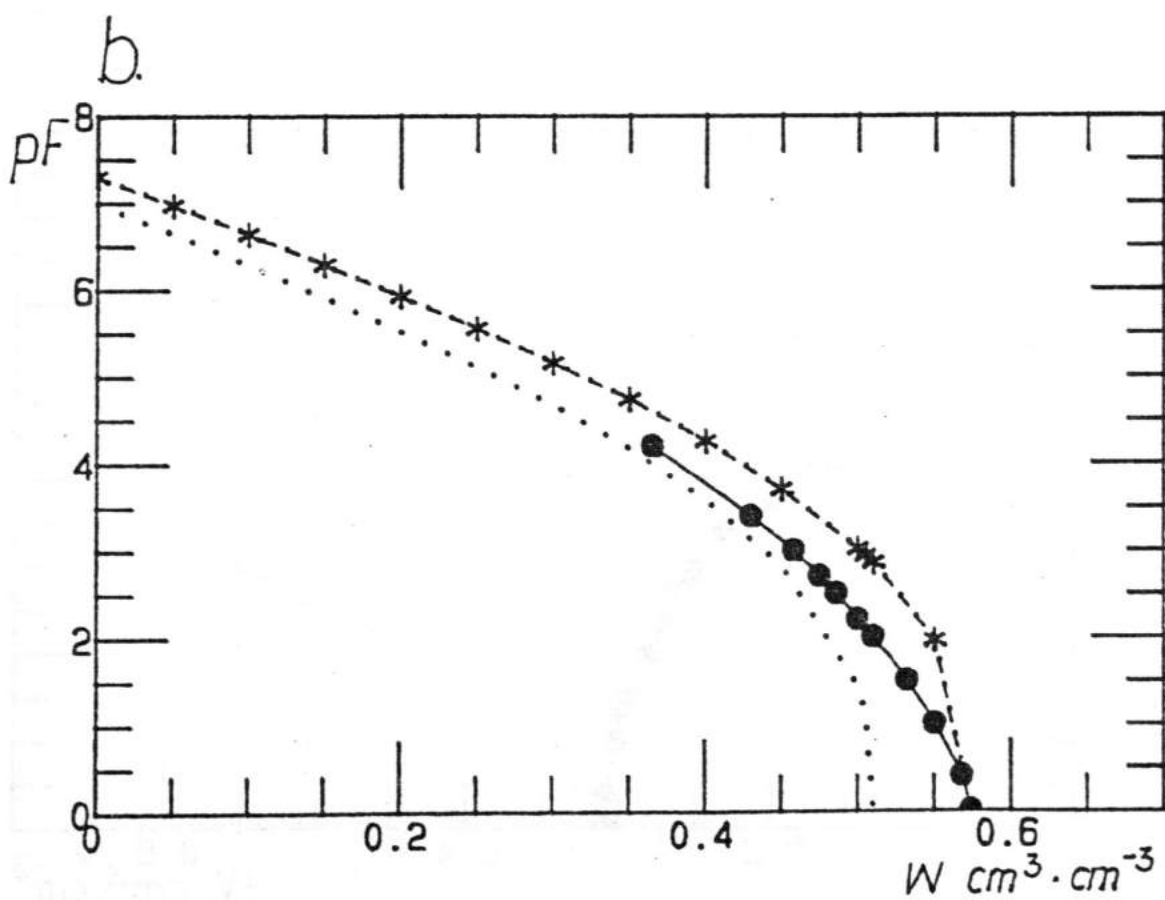
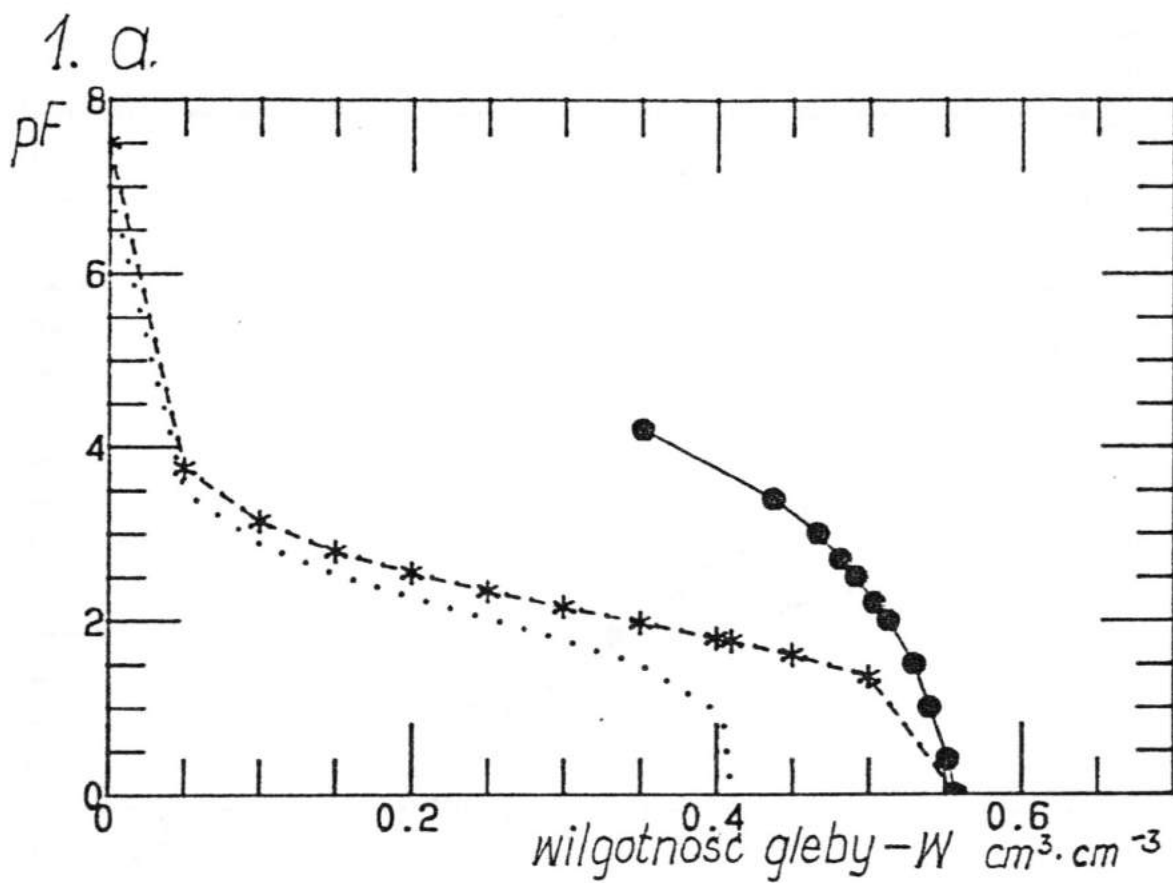
Wilgotności gleb i ich potencjały pF określone w oparciu o badania własne na ogół odbiegają wyraźnie od wartości wyznaczonych za pomocą diskutowanej formuły (Rys. 1–4). Analiza zgodności tych relacji przeprowadzona za pomocą testu hipotezy zerowej wykazała, iż przy poziomie istotności $p = 0,05$ w większości przypadków (Tab. 2, cz. a) różnice są istotne (znak „-”). Tylko dla gleb bardzo lekkich w charakterystyce typu 1 uzyskano zgodność wyników (znak „+”).

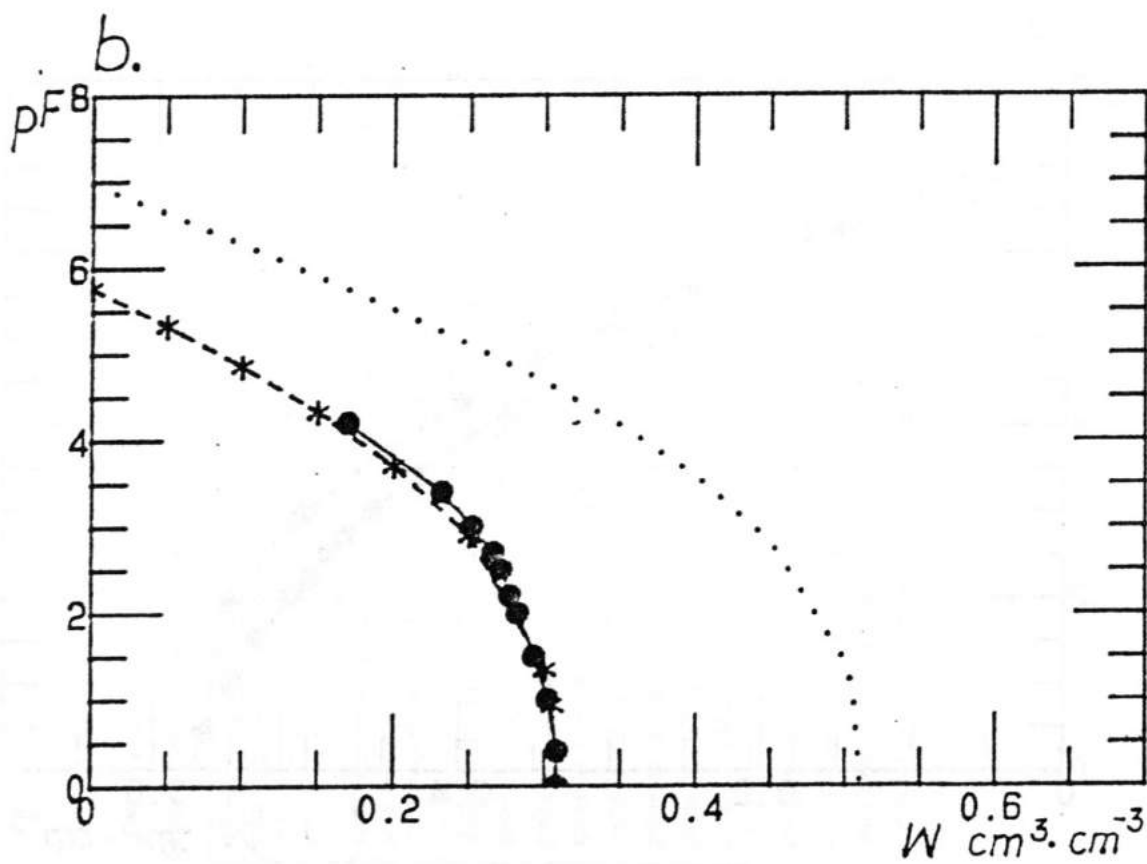
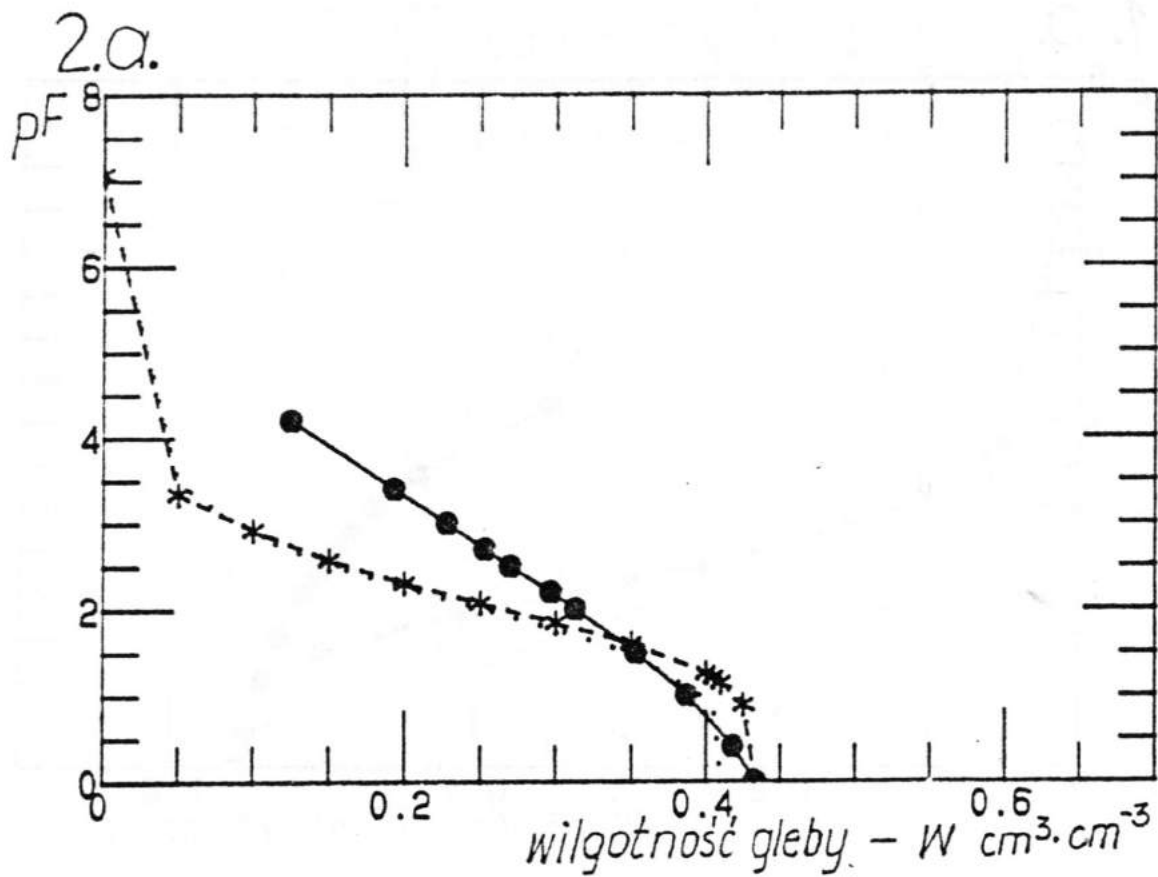
Lepszą zgodność z danymi Kędziory wykazały wielkości wyliczone z jego wzoru, ale po podstawieniu własnych wyników „ w_0 ” (Tab. 2, cz. b). Dla krzywych obydwu typów, zgodność charakterystyk glebowych otrzymano w zakresie niskich potencjałów wodnych, czyli dla pF od 0 do 2,0. Potencjały wodne tego rzędu odpowiadają stanom dużego nasycenia gleby wodą i zdarzają się w glebach omych bardzo rzadko (Wojtasik 1978). Istotniejszym w charakterystyce stanów uwilgotnienia gleb, zwłaszcza omych, jest przedział pF 2,2 – 4,2. Jednakowoż poza jednym przypadkiem, przydatność diskutowanych formuł do przewidywania charakterystyk gleb w tym zakresie potencjałów pF, nie potwierdziła się. Nie przekreśla to jednak, zdaniem autorów, sensu pracy nad modyfikacją tych formuł w celu lepszego dopasowania ich do specyficznych właściwości gleb.

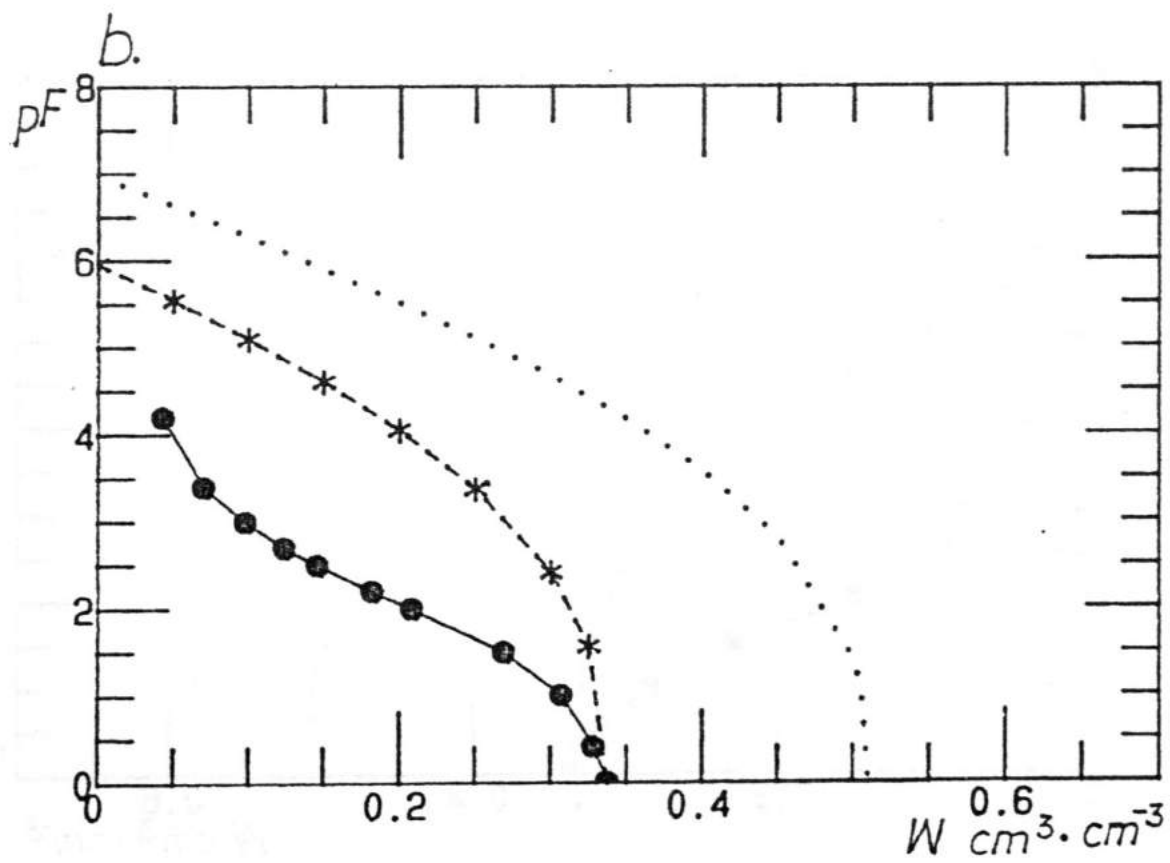
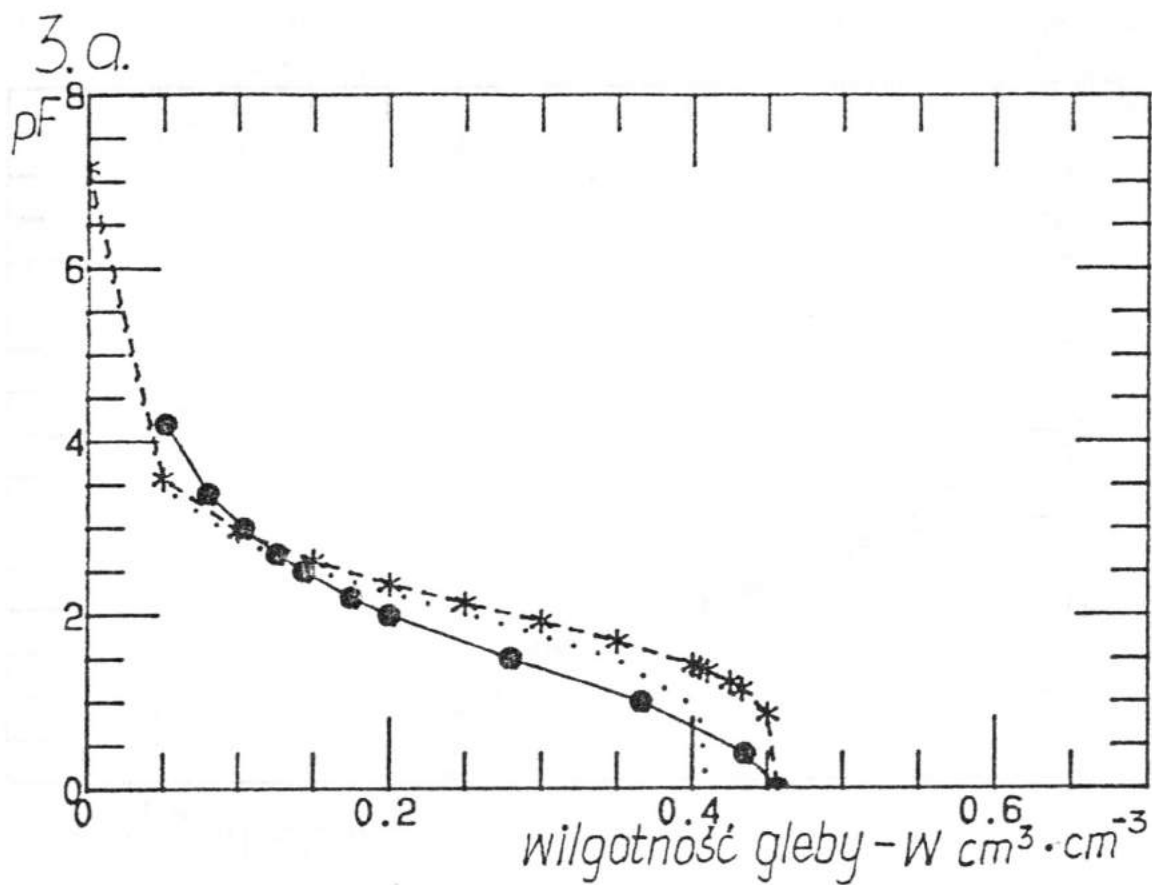
Tabela 1. Dane do krzywych pF
Table 1. Findings for pF curves

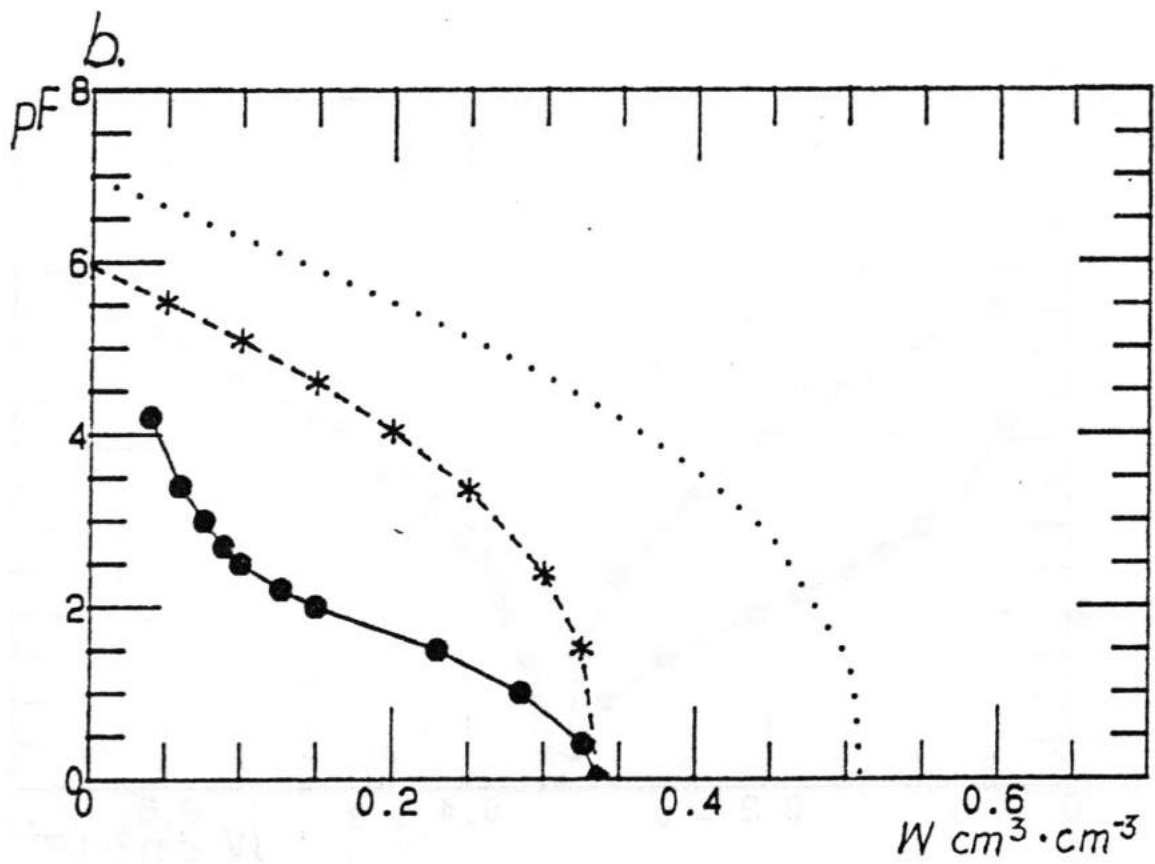
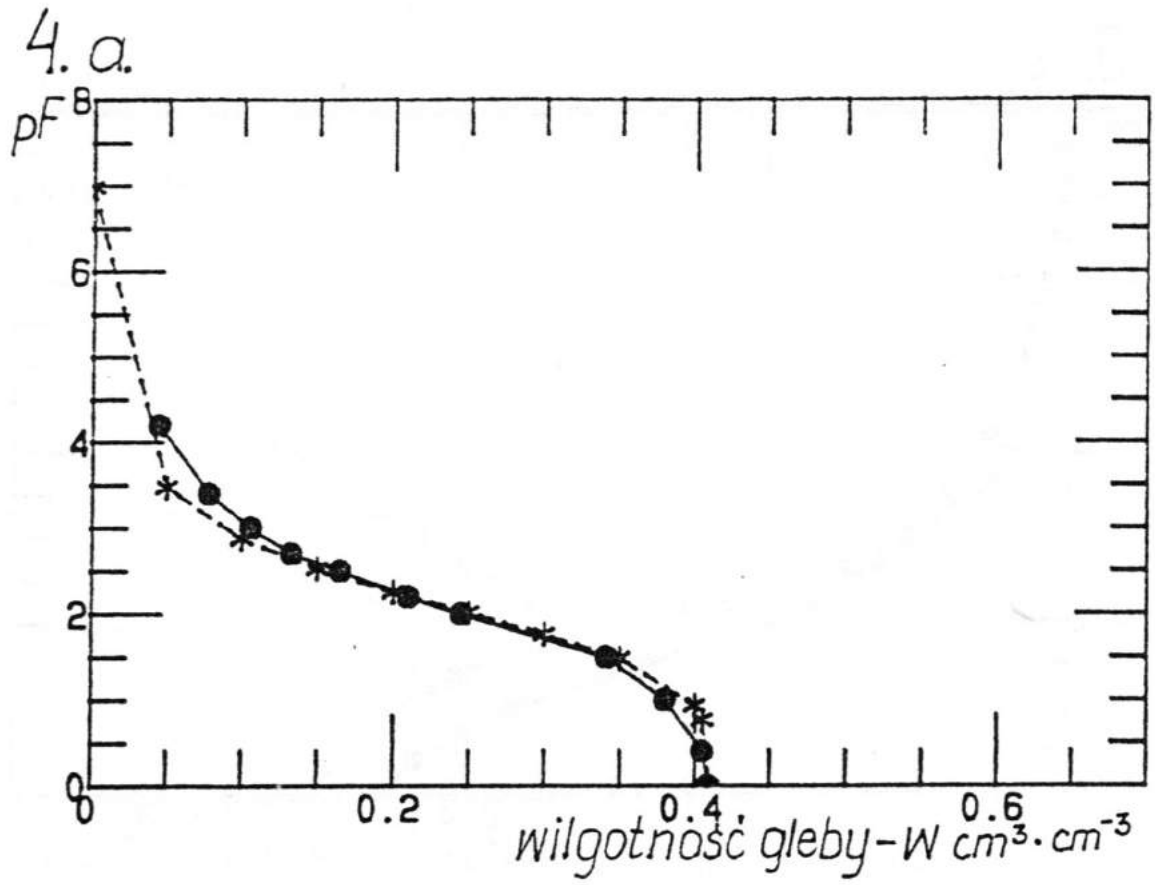
Kategoria agronomiczna gleby i grupa granulometryczna gleby	Typ krzywej	pF											Inne cechy The other soil characters			
		0	0,4	1,0	1,5	2,0	2,2	2,5	3,0	3,4	4,2	h √cm	c _{org} %	Q _n Mg · cm ⁻³	ΔQ _n	
		w ₀	w ₁	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	w ₈	w ₉					w ₁₀
wilgotność gleby (w) w cm ³ · cm ⁻³ — moisture of soil (w) in cm ³ · cm ⁻³																
gleba ciężka, pi	1	0,557	0,552	0,540	0,530	0,513	0,504	0,492	0,482	0,467	0,438	0,352	5-10	4,22	1,224	+0,001
gleba ciężka, i	2	0,574	0,568	0,550	0,532	0,510	0,500	0,486	0,475	0,458	0,430	0,365	11-16	0,17	1,314	-0,006
gleba średnia, gpp	1	0,433	0,418	0,387	0,353	0,313	0,297	0,270	0,253	0,228	0,193	0,125	5-10	1,73	1,547	-0,007
gleba średnia, gip	2	0,308	0,308	0,302	0,293	0,282	0,277	0,271	0,266	0,252	0,232	0,170	97-103	0	1,780	-0,008
gleba lekka, pgm	1	0,457	0,435	0,366	0,280	0,200	0,175	0,144	0,126	0,104	0,080	0,052	5-10	1,91	1,484	+0,001
gleba lekka, pgmp	2	0,346	0,328	0,288	0,267	0,198	0,168	0,132	0,111	0,098	0,070	0,043	40-45	0	1,706	+0,018
gleba b. lekka, ps	1	0,409	0,405	0,380	0,341	0,245	0,210	0,165	0,133	0,106	0,078	0,045	5-15	0,84	1,567	+0,002
gleba, b. lekka, ps	2	0,336	0,326	0,285	0,230	0,150	0,127	0,100	0,085	0,076	0,060	0,040	97-103	0	1,649	+0,012

Objasnienie (Explanation): grupa granulometryczna gleby (granulometric group of soil): pi — pył ilasty (clayey silt); i — il (clay); gpp — glina piaszczysta pylasta (silty sandy loam); gip — glina lekka pylasta (silty light loam); pgm — piasek gliniasty mocny (heavy loamy sand); pgmp — piasek gliniasty mocny pylasty (silty heavy loamy sand); ps — piasek słabo gliniasty (slightly loamy sand); h — głębokość pobrania próbki (the depth of sampling); c_{org} — zawartość węgla organicznego (organic carbon content); Q_n — gęstość naturalna gleby (natural density of soil); ΔQ_n — różnica pomiędzy aktualną i naturalną gęstością gleby (difference between actual and natural soil density).









Rys. 1—4. Krzywe pF dla gleby ciężkiej (1), średniej (2), lekkiej (3) i bardzo lekkiej (4) w warstwie ornej (a) i warstwach podornych (b):

- według formuły i W_0 Kędziory
 ★ ★ ★ ★ według formuły Kędziory lecz W_0 własnym
 ● ● ● ● według danych własnych

Fig. 1—4. pF curves for heavy (1), medium (2), light (3) and very light soil (4) in topsoil (a) and subsoil (b):

- by using Kędziora's formula and W_0
 ★ ★ ★ ★ by using Kędziora's formula and own W_0
 ● ● ● ● by using own data

Tabela 2. Ocena różnic pomiędzy krzywą pF określoną na podstawie formuły i wilgotności w_0 wg A. Kędziora a : krzywą według danych z doświadczenia autorów (a) oraz krzywą wg formuły A. Kędziora lecz w_0 z doświadczenia autorów (b). W_0 – jak w formule (1)

Table 2. Estimate of differences between pF curve based on formula and moisture w_0 according to A. Kędziora and : curve based on results of author's experiment (a), curve according to formula of A. Kędziora but w_0 from author's experiment (b). W_0 – as in formula (1)

Kategoria agronomiczna gleby Agronomic category of soil	Krzywa typu 1 Curve of type 1			Krzywa typu 2 Curve of type 2		
	pF					
	0–2,0	2,2–4,2	0–4,2	0–2,0	2,2–4,2	0–4,2

a.

gleba ciężka heavy soil	–	–	–	–	–	–
gleba średnia medium soil	–	–	–	–	–	–
gleba lekka light soil	–	–	–	–	–	–
gleba b. lekka very light soil	+	+	+	–	–	–

b.

gleba ciężka heavy soil	+	–	–	+	–	–
gleba średnia medium soil	+	–	–	+	–	+
gleba lekka light soil	–	+	–	–	–	–
gleba b. lekka very light soil	+	–	+	+	–	–

WNIOSKI

1. Przydatność jednolitych formuł matematycznych do określania krzywych pF ogranicza się w zasadzie do zakresu pF 0–2,0, odpowiadającego stanom dużego uwilgotnienia gleby.
2. Do bardziej praktycznych zastosowań należałoby przedmiotowe formuły lepiej przystosować do kategorii agronomicznych oraz innych specyficznych właściwości gleb.

PIŚMIENNICTWO

- Kędziora A. 1984: Metoda wyznaczania i związku krzywej pF z fizykowodnymi cechami utworu glebowego. Rozpr. nauk. AR w Poznaniu, z. 144, ss. 111.
- Kędziora A. 1988: Problemy określenia krzywej pF i możliwości jej wykorzystania do celów melioracyjnych i gleboznawczych. Referat nauk. na forum Oddziału Polskiego Tow. Glebozn. Bydgoszcz (13.04.1988).
- Wojtasik M. 1978: Stan zagęszczenia gleb wytworzonych z glin zwałowych. Praca dokt., maszynopis, ss. 100.
- Wojtasik M. 1988: Znaczenie naturalnej gęstości gleby w ocenie retencji wody użytecznej dla roślin. *Fragm. Agron.* 2(18), ss. 59–70.