Grzegorz JANIK, Andrzej REINHARD

Zastosowanie wzorów opisujących charakterystyki wilgotnościowe gleby do budowy modeli matematycznych

Abstract

Application of formulas describing the soil water retention characteristic to make mathematical models. The analysis of formulas describing the soil water retention characteristics (pH curve) for the same soil profiles is made in the paper. The purpose of analysis is determining the suitability of these dependences to make mathematical models simulating the work of different land improvement equipments.

Key words: pF curve, accuracy, mathematical model.

Wstęp

Charakterystyka wilgotnościowa gleby (krzywa pF), która określa funkcyjną zależność pomiędzy ciśnieniem ssącym gleby Ψ, a zawartością wody Θ (wilgotnością) jest podstawową zależnością używaną w modelach matematycznych dotyczących ruchu wody w profilu glebowym. W niniejszej pracy przedstawiono dwa wzory opisujące krzywe pF i omówiono przydatność tych zależności do budowy modeli symulujących ruch wody w profilu glebowym (Reinhard 1992).

Omówienie wybranych wzorów opisujących krzywe pF

W pracy H. van Keula i J. Wolfa przedstawiono wyniki badań dla różnych gleb dotyczących wyznaczenia charakterystyk wilgotnościowych. Przedstawiono również trójkąt teksturalny Fereta, z którego, znając skład mechaniczny gleby, można określić jej rodzaj. Znając rodzaj gleby, można z tabeli dobrać w przybliżeniu współczynniki, które opisują charakterystykę wilgotnościową. Skład chemiczny gleby jest na ogół znany i dlatego wyznaczanie krzywych pG w ten sposób jest szczególnie przydatne przy budowie modeli matematycznych. W literaturze można znaleźć różne wzory opisujące krzywe pF wraz ze współczynnikami, które wchodzą do tych zależności. Powstaje jednak pytanie, który wzór najlepiej wyznacza krzywą pF dla danej gleby. Istotną sprawą jest również prawidłowe dobranie współczynników liczbowych występujących we wspomnianych wzorach. W niniejszej pracy poddano analizie dwa wzory opisujące charakterystyki wilgotnościowe dla piasku. Wzór podany

przez H. van Keula i Wolfa ma postać (Keulen van, Wolf 1986):

$$\Theta = \Theta_s e^{-\gamma(\ln|\Psi|)^2} \quad (1)$$

a wzór zamieszczony w publikacji P.J. Rossa (1990) opracowany przez Brutsaerta ma postać:

$$\Theta = \frac{\alpha \cdot \Theta_s}{\alpha + |\Psi|^\beta} \quad (2)$$

gdzie:

Θ – zawartość wody w glebie ($cm^3 \cdot cm^{-3}$)

Θ_s – zawartość wody odpowiadająca pełnemu nasyceniu ($cm^3 \cdot cm^{-3}$)

Ψ – ciśnienie ssące gleby (cm H_2O),

α, B, γ – współczynniki liczbowe (cm^β), (–), (cm^{-2}).

Do obliczeń przyjęto następujące wartości poszczególnych współczynników Θ_s = 0,40 cm^3/cm^3, α = 20 $cm^{1,25}$, β = = 1,25, γ = 0,1 cm^{-2}. Na rysunku 1 przedstawiono krzywe pF wg zależności (1) i (2).

Analizując rezultaty obliczeń przedstawione na kolejnych rysunkach można stwierdzić, że zmiany współczynnika γ o ± 20% powodują różnice przy określaniu wilgotności gleby $\Theta(\gamma)$ od –0,032 do +0,027 cm^3/cm^3 (rys. 2), które wyliczone zostały ze wzoru 3 określającego błąd bezwzględny B_b:

$$B_b = \Theta(\gamma) - \Theta(\gamma_z) \quad (3)$$

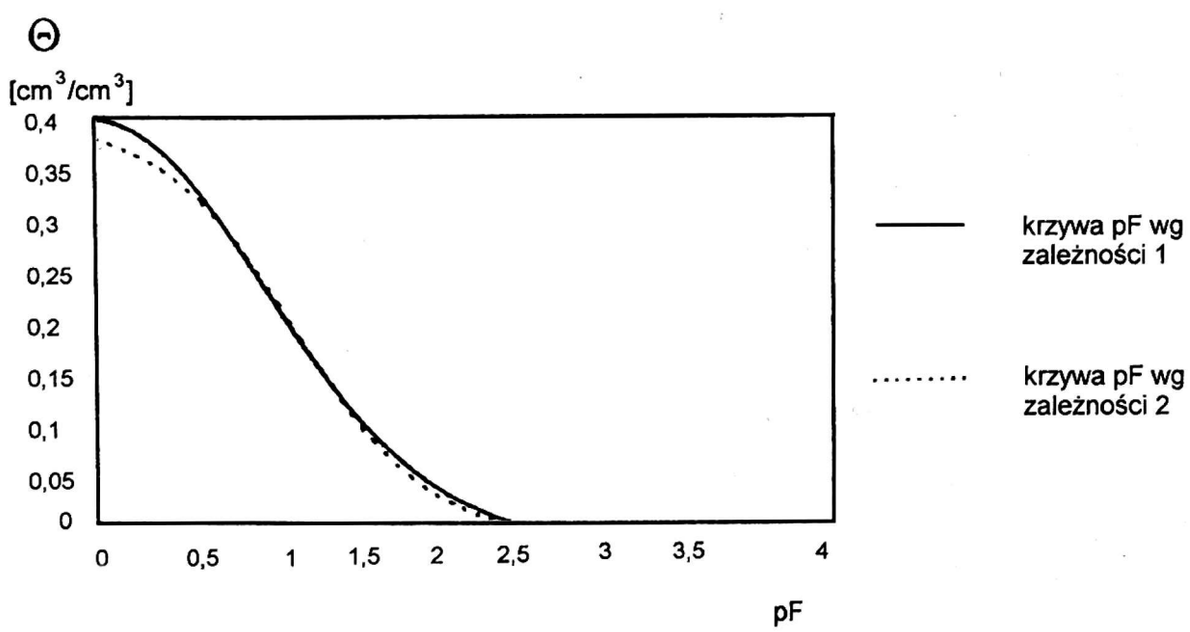
Błąd względny (rys. 3) dochodzi do B_w = = 450%, wartość tę wyznaczono ze wzoru:

$$B_w = \frac{|\Theta(\gamma) - \Theta(\gamma_z)|}{\Theta(\gamma)} \cdot 100\% \quad (4)$$

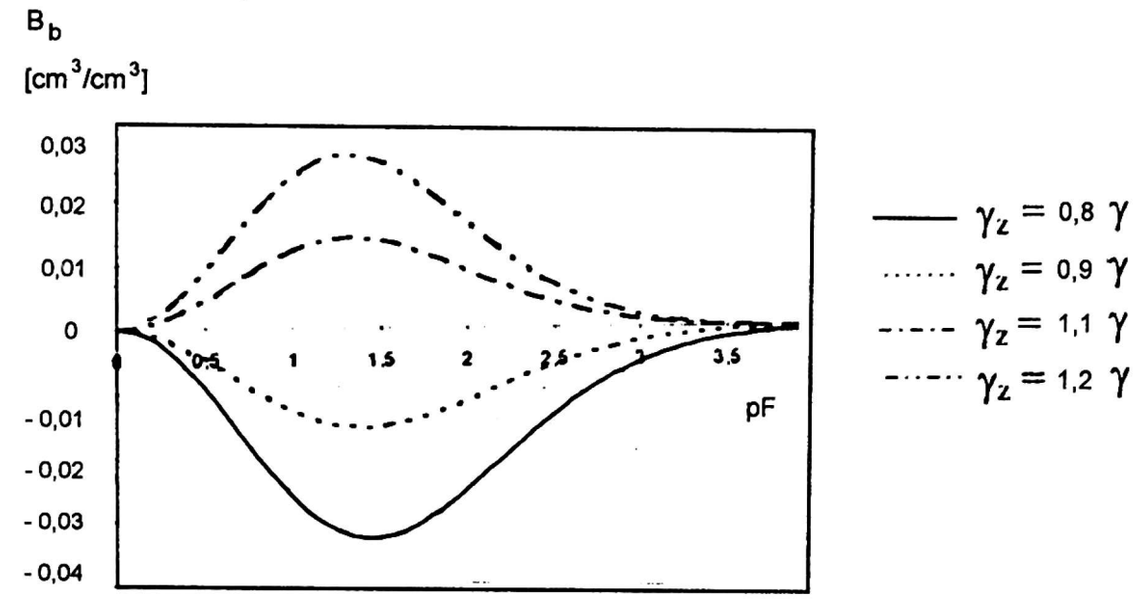
gdzie: $\gamma_z = \{1{,}2\gamma, 1{,}1\gamma, 0{,}9\gamma, 0{,}8\gamma\}$

Zmiany współczynnika β (rys. 4) o ± 20% powodują różnice dochodzące od –0,072 do +0,060 cm^3/cm^3 przy wyznaczaniu Θ (wzór 3, rys. 4). Błąd względny (wzór 4) osiąga wartości do 700% (rys. 5).

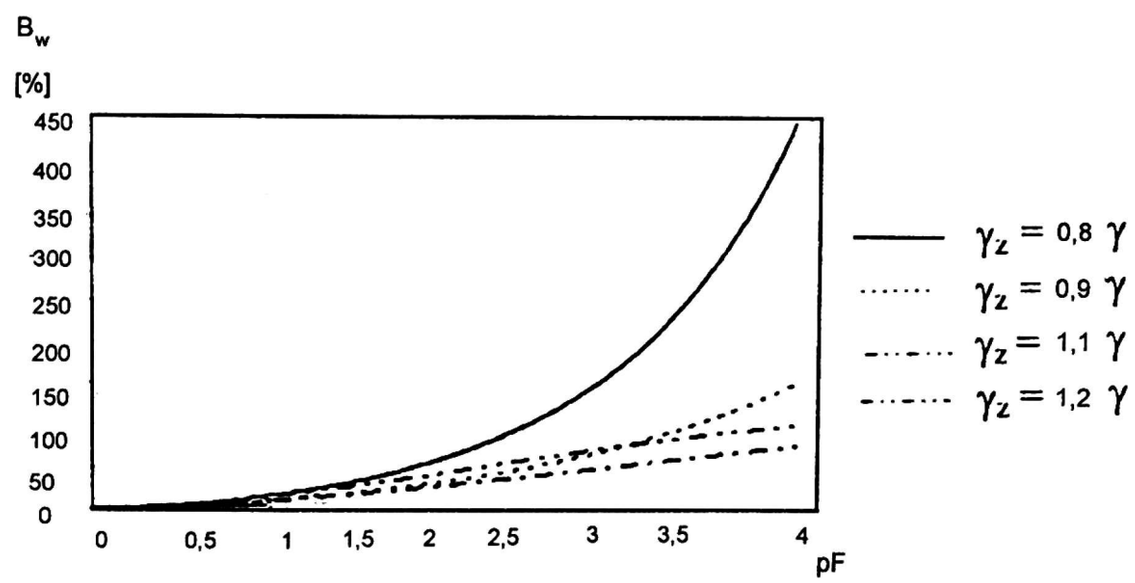
Wpływ współczynnika α na wartość Θ, który również zmieniano o ± 20%, przedstawiono na rysunku 6. Zmiany tego



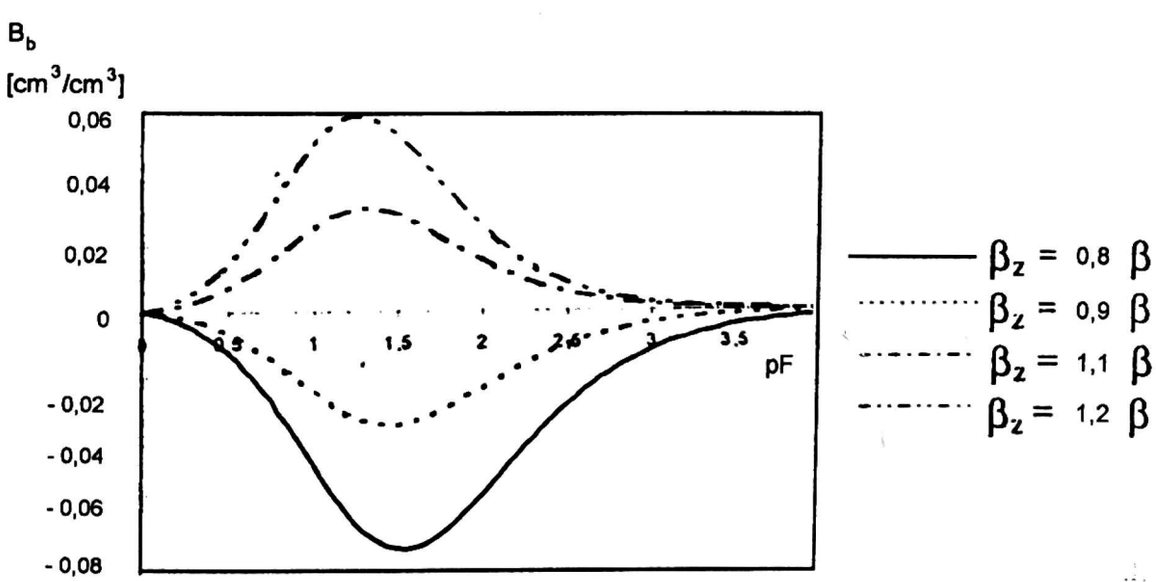
RYSUNEK 1. Krzywe pF wg zależności 1 i 2



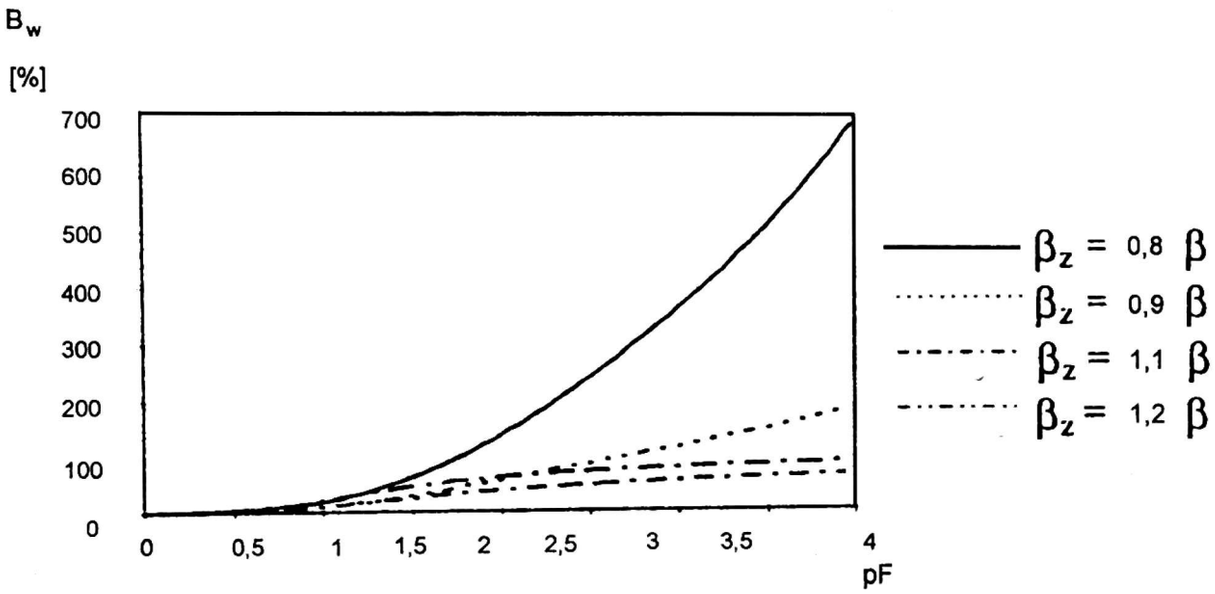
RYSUNEK 2. Błąd bezwzględny dla γ ($\Theta(\gamma)$ – wyliczone z zał. 1)



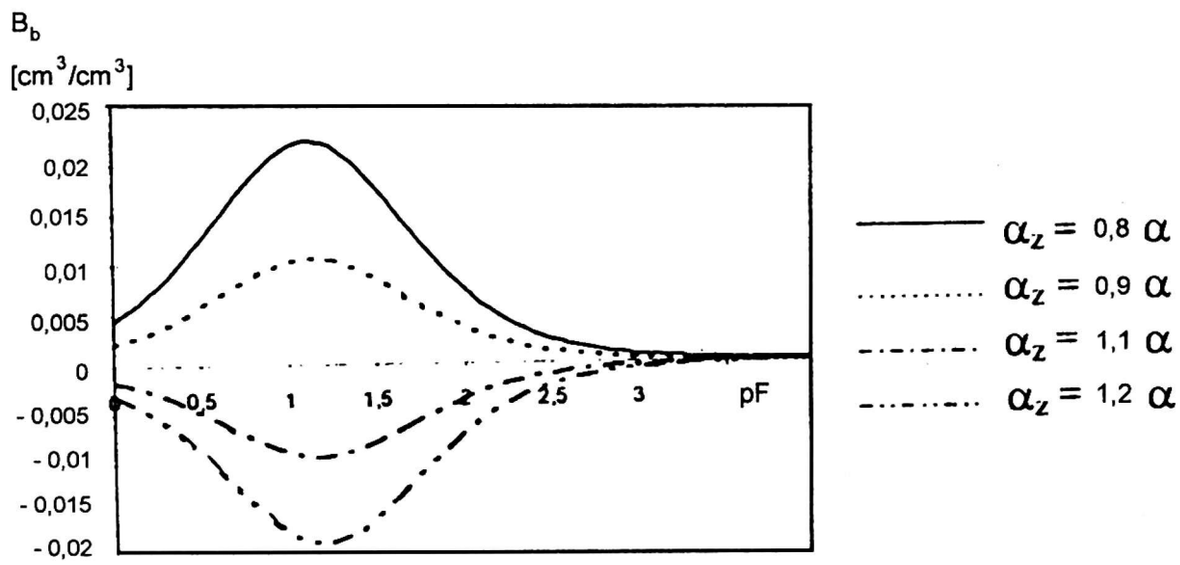
RYSUNEK 3. Błąd względny dla γ ($\Theta(\gamma)$ – wyliczone z zał. 1)



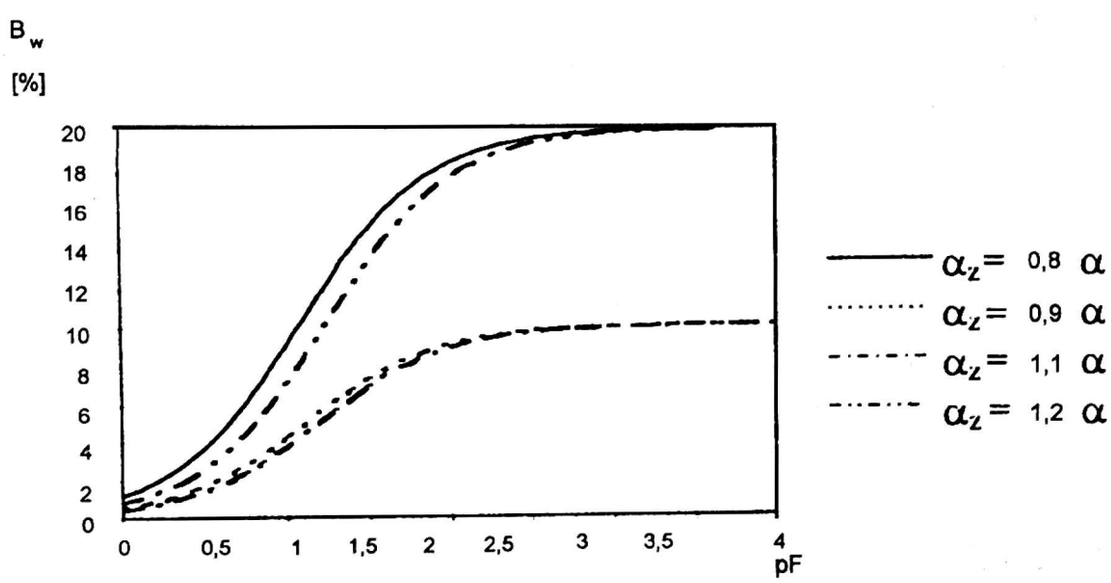
RYSUNEK 4. Błąd bezwzględny dla β($\Theta(\beta)$ – wyliczone z zał. 2)



RYSUNEK 5. Błąd względny dla $\beta(\Theta(\beta)$ – wyliczone z zał. 2)



RYSUNEK 6. Błąd bezwzględny dla $\alpha(\Theta(\alpha)$ – wyliczone z zał. 2)



RYSUNEK 7. Błąd względny dla $\alpha(\Theta(\alpha)$ – wyliczone z zał. 2)

współczynnika powodują różnice przy określaniu Θ, które wynoszą od –0,018 do +0,023 cm^3/cm^3 (wzór 3), a błąd względny (wzór 4) osiąga wartości do 20% (rys. 7).

Z przedstawionych rezultatów obliczeniowych wynika, że największe różnice przy obliczaniu wilgotności gleby Θ powstają, gdy zmienia się wartość współczynnika β, który występuje w zależności (2) (rys. 4 i 5).

Porównując analizowane wzory (1) i (2) pod kątem przydatności zastosowania ich do budowy modeli matematycznych, opisujących ruch wody gruntowej i glebowej wywołany działaniem urządzeń melioracyjnych i różnymi warunkami atmosferycznymi, można stwierdzić, że zastosowanie wzoru (1) jest korzystniejsze w przypadku pełnienia błędów przy określeniu współczynników α, β, γ w tych samych granicach, np. o 20%.

Wnioski

1. W niniejszej pracy przedstawiono dwa wzory opisujące charakterystyki wilgotnościowe dla tej samej gleby w celu określenia przydatności tych zależności do budowy modeli matematycznych symulujących pracę różnych urządzeń melioracyjnych.

2. Przeprowadzona analiza wykazała, że ewentualny błąd popełniony przy wyznaczaniu współczynników opisujących krzywe pF, stosując zależność (2), wpływa bardziej na dokładność wyznaczenia wilgotności gleby w porównaniu z zastosowaniem zależności (1).

3. Wybór wzoru opisującego krzywą pF powinien być przeprowadzony po określeniu wpływu ewentualnie popełnionych błędów przy wyznaczaniu współczynników (będących składnikami wzoru krzywej pF), na wilgotność gleby. Zdaniem autorów zależności opisujące krzywe pF, które są mniej „wrażliwe" na błędy związane z doborem analizowanych współczynników, są lepsze, ponieważ popełniony błąd, np. o 20% przy określaniu tych współczynników, spowoduje mniejsze błędy przy obliczaniu zawartości wody w glebie Θ. Stwierdzenie to nie jest oceną dokładności analizowanych wzorów 1 i 2, a jedynie praktycznym zaleceniem ich przydatności do budowy modeli matematycznych, w przypadku gdy omawiane współczynniki mogą być obarczone znacznym nieraz błędem.

Literatura

KEULEN van H., WOLF J. 1986: *Modelling of agricultural production: weather, soils and crops*. Pudoc, Wageningen.

REINHARD A. 1992: *Ruch wody glebowej i gruntowej w strefach saturacji i aeracji wywołany działaniem drenu w różnych warunkach atmosferycznych*. Zesz. Nauk. A. Rol. we Wrocławiu, rozpr. hab. nr 103, Wrocław.

ROSS J. 1990: *Efficient Numerical Methods for Infiltration Using Richards 'Equation*. Water Resources Research, vol. 26; 2, February 1990.

Adres autorów
G. Janik, A. Reinhard
Instytut Melioracji i Kształtowania Środowiska AR we Wrocławiu
50-363 Wrocław, pl. Grunwaldzki 24