

*Paweł Tomiak, Leszek Piechnik
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu*

OCENA SKUTKÓW ZMIAN ZASILANIA W OPTOELEKTRONICZNYM SYSTEMIE POMIARU WILGOTNOŚCI GLEBY

Streszczenie

Badanie wilgotności gleby może być wykonywane za pomocą metody bliskiej podczerwieni. W pracy został przedstawiony wpływ układu zasilania na wyniki pomiaru. Do badań wykorzystano piasek gliniasty lekki w pięciu przedziałach wilgotności. Wyznaczono optymalny zakres napięcia zasilania (od 3,4 do 3,8 V) dla badanego przedziału wilgotności (od 0,48 do 20 %).

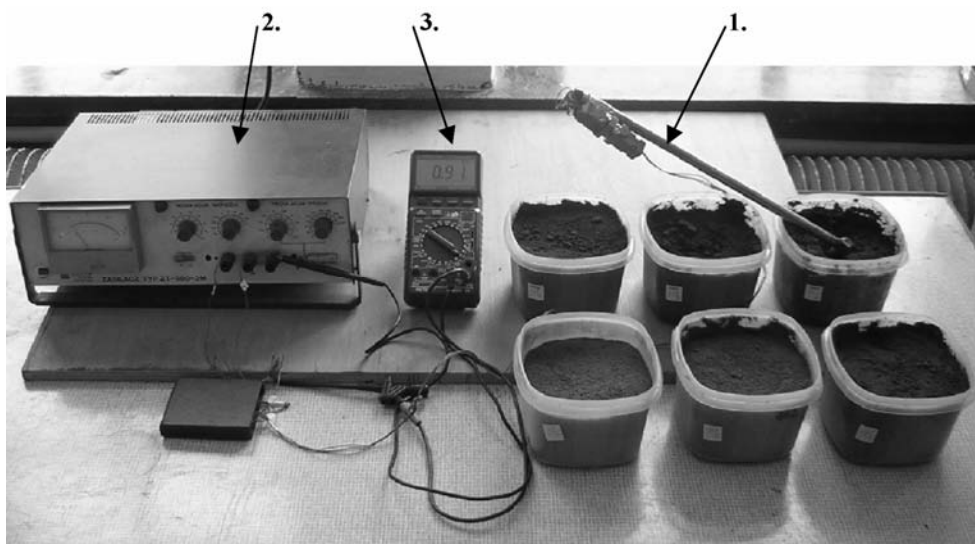
Słowa kluczowe: wilgotność gleby, pomiary, czujnik

Wstęp

Wśród obecnie używanych metod pomiaru wilgotności gleby możemy wyróżnić metody elektrometryczne działające w oparciu o pomiary elektrycznych właściwości gleby, metody radiometryczne (neutronowe), metody tensometryczne umożliwiające określenie potencjału wody glebowej, metodę suszarkowo-wagową dokładną lecz pracochłonną. Do nowych metod pomiaru wilgotności gleby zaliczyć można metodę bliskiej podczerwieni NIR wykorzystującą zasadę spektroskopii odbiciowej promieni podczerwonych [Bowman i in. 1985; Morhad i in. 2001; Piechnik 2002a]. Metoda ta może być wykorzystywana w pomiarach laboratoryjnych jak również w badaniach terenowych. W laboratorium układ elektroniczny przyrządu zasilany jest prądem stałym stabilizowanym, gdzie układ zasilania nie wpływa na zachwianie dokładności pomiarowej przyrządu. Inna sytuacja występuje w warunkach terenowych. W pomiarach polowych układ przyrządu zasila się akumulatorkami, które wraz z upływem czasu zmieniają parametry zasilania. Zatem celem pracy było określenie bezpiecznego przedziału – z punktu widzenia dokładności pomiaru – napięcia zasilania przyrządu.

Material i metody

Badania przeprowadzono na laboratoryjnym stanowisku pomiarowym (rys. 1) z wykorzystaniem optoelektronicznego systemu pomiaru wilgotności gleby, w którego skład wchodziła sonda z czujnikiem odbiciowym o długości fali $\lambda = 900\text{nm}$ (1), układ zasilania (2) oraz miernik (3). Konstrukcyjnie układ pomiarowy przystosowany był do pracy z napięciem 6,2 V, natomiast w trakcie badań zmieniano napięcie zasilające w zakresie od $N_1 = 3\text{V}$, $N_2 = 4\text{V}$, $N_3 = 5\text{V}$, $N_4 = 6\text{V}$, $N_5 = 7\text{V}$ do $N_6 = 8\text{V}$.



Rys. 1. Ogólna budowa stanowiska pomiarowego (1. Sonda z czujnikiem, 2. Układ zasilania, 3. Miernik)

Fig. 1. Building of measuring position (1. Sensor, 2. Power supply, 3. Receiver)

Badania przeprowadzono na piasku gliniastym lekkim (pł) pochodzącym z warstwy ornej pola uprawnego o zawartości materii organicznej 1,1 [%]. Dla tej gleby wyznaczono zakres wilgotności metodą suszarkową od gleby powietrznie suchej wynoszącej $W_{ps} = 0,48\%$ do laboratoryjnej pojemności wodnej $W_{lpw} = 19,77\%$. Następnie w badanym zakresie wilgotności gleby przygotowano sześć pojemników zawierających po 1 kg gleby z wilgotnością od $W_1 = 0,48\%$; $W_2 = 4\%$; $W_3 = 8\%$; $W_4 = 12\%$; $W_5 = 16\%$ do $W_6 = 20\%$. Glebę przesiano na sicie o średnicy 0,2 [mm]. Przygotowanie gleby w pojemnikach do badań obejmowało wzruszenie gleby w całej objętości pojemnika, wymieszanie w celu wyrównania wilgotności gleby

oraz rozbitcie większych agregatów glebowych. Gęstość objętościowa gleby w pojemnikach przed wykonywaniem pomiarów wynosiła od 1,32 do 1,55 g/cm³. Następnie glebę zagęszczano z siłą 144 N/m². Pomiarów dokonywano wciskając czujnik sondy na głębokość 2 cm. Przeprowadzono pomiary w pięciu powtórzeniach dla każdej z badanych wilgotności (W₁; W₂; W₃; W₄; W₅; W₆) i wartości napięcia zasilania (N₁; N₂; N₃; N₄; N₅; N₆). Po takim przygotowaniu przystąpiono do pomiarów.

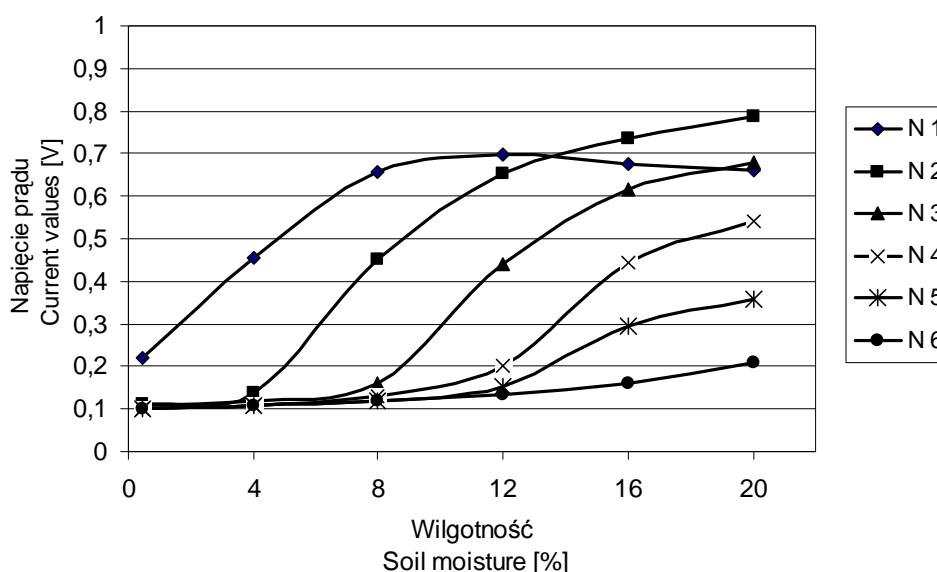
Wyniki

Wyniki z badań przedstawiono w formie tabelarycznej (tab. 1) oraz na wykresie (rys. 2). W tabeli zamieszczono wartości uśrednione oraz scharakteryzowano rozproszenie wyników. Odchylenie standardowe wykazuje, że wzrost napięcia zasilania powoduje zmniejszenie rozrzutu wyników, czyli lepszą powtarzalność wartości mierzonych. Dotyczy to w szczególności badanej gleby o niższych wilgotnościach (W₁; W₂; W₃). Ogólnie można powiedzieć, że wzrost wilgotności gleby powodował zwiększenie wartości odchylenia standardowego. Dotyczy to próbek o wyższej wilgotności (W₄; W₅; W₆).

Tabela 1. Wyniki pomiarów w wartościach prądowych wilgotności badanej gleby
Table 1. Electric values like a results of soil moisture measurements in study

Wilgotność gleby [%]		Napięcie zasilające [V]					
		N ₁ -3V	N ₂ -4 V	N ₃ -5 V	N ₄ -6 V	N ₅ -7 V	N ₆ -8 V
		Zmierzone wartości wilgotności gleby [V]					
W ₁ =0,48%	Średnia	0,222	0,112	0,11	0,1	0,1	0,1
	Odch. Std.	0,022	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
W ₂ =4%	Średnia	0,456	0,138	0,12	0,11	0,11	0,11
	Odch. Std.	0,024	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
W ₃ =8%	Średnia	0,658	0,45	0,162	0,132	0,12	0,12
	Odch. Std.	0,004	0,016	0,008	0,004	0,000	0,000
W ₄ =12%	Średnia	0,698	0,654	0,44	0,202	0,154	0,134
	Odch. Std.	0,024	0,04	0,049	0,033	0,019	0,005
W ₅ =16%	Średnia	0,676	0,734	0,614	0,444	0,296	0,162
	Odch. Std.	0,011	0,027	0,033	0,018	0,013	0,021
W ₆ =20%	Średnia	0,66	0,786	0,678	0,542	0,36	0,208
	Odch. Std.	0,02	0,011	0,025	0,013	0,04	0,023

Graficzne opracowanie przebiegu zmian wartości odbicia fali elektromagnetycznej przedstawiono na rysunku 2. Krzywa obrazująca wartość odbicia fali elektromagnetycznej dla napięcia zasilającego $N_6 = 8 \text{ V}$, charakteryzuje się najmniejszymi wartościami prądowymi uzyskanymi na mierniku i wynoszącymi od 0,1 do 0,2 V.



Rys. 2. Zmiany wartości odbicia prądu dla poszczególnych wilgotności gleb
 Fig. 2. Change of current tension in sensor for soil moisture

Jest to krzywa, która w najmniejszym zakresie uzyskanych wartości pomiarowych informuje o wilgotności gleby. W przypadku zasilania układu napięciem $N_5 = 7 \text{ V}$ wyniki uzyskanych pomiarów obejmują zakres od 0,1 do 0,36 V. Krzywa dla małych wilgotności gleb ($W_1 ; W_2 ; W_3$) charakteryzuje się wartościami prądowymi uzyskiwanymi na mierniku od 0,1 do 0,12 V. Dla wyższych wilgotności gleby ($W_4 ; W_5 ; W_6$) wartości odbicia fali elektromagnetycznej wynoszą od 0,15 do 0,36 V. W przypadku zasilania układu napięciem $N_4 = 6 \text{ V}$ uzyskano wartości pomiarowe na mierniku w zakresie od 0,1 do 0,54 V. Natomiast w zakresie małych wilgotności gleby ($W_1 ; W_2 ; W_3$) uzyskiwane wartości prądowe na mierniku wynosiły od 0,1 do 0,13 V. Dla analizowanych napięć zasilania $N_4 = 6 \text{ V}$, $N_5 = 7 \text{ V}$ i $N_6 = 8 \text{ V}$ wyniki w przedziale wilgotności gleby $W_1 - W_3$ są do siebie zbliżone, a zatem nie można dokonywać pomiarów w tym zakresie. Zmieniając napięcie zasilania układu pomiarowego sondy na $N_3 = 5 \text{ V}$, uzyskano wyniki w wartościach prądowych od 0,11 do 0,67 V. W przypadku zasilania układu napięciem prądu $N_2 = 4 \text{ V}$ otrzymano

wartości prądowe na mierniku w zakresie od 0,11 do 0,78 V, co stanowi najszerszy zakres uzyskanych wartości pomiarowych dla wilgotności badanej gleby. Dla napięcia układu pomiarowego $N_2=4$ V uzyskane wartości pomiaru są najniższe dla wilgotności W_1 oraz W_2 , a następnie rosną do wartości 0,78 V przy wilgotności gleby W_6 . W przypadku zasilania układu napięciem $N_1=3$ V uzyskano wyniki w wartościach prądowych od 0,22 do 0,66 V. Pierwsze wartości uzyskane dla krzywej $N_1=3$ V rozpoczynają się z wartością 0,22 V dla gleby powietrznie suchej. Największe mierzone wartości 0,7 V otrzymano dla przedziału wilgotności $W_3 - W_4$. Dalszy wzrost wilgotności powoduje zmniejszenie wartości mierzonych.

Podsumowując opis poszczególnych krzywych należy stwierdzić, że zakres zasilania powinien być utrzymywany w przedziale od 3,4 do 3,8 V. Przedział ten jest określony dla tego ustawienia elementów elektronicznych systemu pomiarowego.

Wnioski

1. Badania układu zasilania w zakresie od $N_1= 3$ do $N_6= 8$ V wykazały, że przedział napięcia zasilającego od 3,4 do 3,8 V pozwala najlepiej odzwierciedlić przyrosty mierzonych wartości dla poszczególnych próbek gleby.
2. Podczas badań stwierdzono mniejsze różnice mierzonych wartości odbicia prądu dla większych wartości napięcia zasilania, natomiast największe zróżnicowanie mierzonych wartości zanotowano dla napięcia zasilającego w przedziale od 4 do 5 V.
3. Z przeprowadzonych badań wynika, iż zakres napięcia zasilającego układ pomiarowy z czujnikiem odbiciowym dla najszerszego przedziału wilgotności badanej gleby nie powinien być większy niż 5 V.

Bibliografia

Bowman G.E., Hooper A.W., Hartshorn L. 1985. A prototype infrared reflectance moisture meter. *J. Agric. Engng. Res.* 31, 67-79.

Morhad J., Kleisinger S., Piechnik L., Czaczyk., Wojciechowski T. 2001. A modified optoelectronic sensor for quick measurements of humidity in growing media. *Proceedings of the 6th International Symposium held in Potsdam*, 651-656.

Piechnik L 2002a. Parametryzacja gleb metodą spektroskopii odbiciowej w zakresie bliskiej podczerwieni. *Inżynieria Rolnicza*, 5 (38), 233-240.

THE OPINION OF RESULTS OF CHANGES THE POWER SUPPLY IN OPTOELECTRONIC SYSTEM OF PSYCHROMETRY

Summary

In soil moisture measurement we use a ooptoelectronic system of psychrometry. In study was checked influence of the powersupply on results of soil moisture measurement. The soil in study was used in five compartments with different soil moisture. The optimum range of tension of current was appointed (3,4 – 3,8 V), in studied compartments of soil moisture (0,48 – 20%).

Key words: soil moisture, measurement, sensor