

## **PRÓBA ZASTOSOWANIA BLISKIEJ PODCZERWIENI DO POMIARU WILGOTNOŚCI W ZERODOWANEJ GLEBIE <sup>1</sup>**

*Leszek Piechnik*

Instytut Inżynierii Rolniczej,  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

### **Wstęp**

Warstwa orna gleby na terenie falistym zmienia się na skutek procesów erozyjnych. Erozja wodna, eoliczna i uprawowa wspólnie kształtują skład granulometryczny, zawartość substancji organicznej i udział pozostałych składników. Tym samym erozja i ukształtowanie terenu wspólnie wpływają na zróżnicowanie wilgotności warstwy ornej w urzeźbionym terenie. W konsekwencji tego zmienna wilgotność warstwy uprawnej w różnych częściach pola prowadzi do zróżnicowanej potencjalnej produktywności. Dotyczy to między innymi dużych pól położonych w terenach falistych i pagórkowatych. W takich warunkach zgodnie z wymaganiami technologii rolnictwa precyzyjnego zachodzi potrzeba poszukiwania łatwiejszego i szybszego sposobu określania wilgotności gleby w terenie.

Jedną z nowych metod pomiaru wilgotności jest wykorzystanie spektroskopii odbiciowej promieni z zakresu bliskiej podczerwieni. Dotychczasowe prace obejmujące tą tematykę wykonano głównie za granicą [BOWMAN i in. 1985; KANO i in. 1985; PRICE, GAULTNEY 1993; SUDDUTH, HUMMEL 1993; MORHARD i in. 2001]. W warunkach krajowych to zagadnienie nie jest w pełni rozpoznane. Główne prace dotyczą charakterystyk powierzchniowych gleb [CIERNIEWSKI i in. 1995]. Podjęto zatem badania, których celem było sprawdzenie przydatności zastosowania spektroskopii odbiciowej do określania zmian wilgotności gleby w poziomie ornym na terenie falistym gdzie zachodzą procesy erozyjne.

### **Materiał i metody badań**

Glebę do badań pobrano z warstwy ornej dużego pola (24,7 ha) należącego do Poznańskiej Stacji Hodowli Roślin, Oddział Tulce, Gospodarstwo Wierzenica. Obiekt badań leży 20 km na północny wschód od Poznania. Pole znajduje się w terenie falistym i jest typowym przykładem dla polodowcowych terenów urzeźbio-

---

<sup>1</sup> Badania wykonano w ramach tematu finansowanego przez Komitet Badań Naukowych nr P06R 124 21.

nych Wielkopolski. Na linii spadku o długości 362 m i deniwelacji wynoszącej 16 m pobrano z warstwy ornej trzy uśrednione próby glebowe: u podnóża (A), na skłonie (B) oraz z wierzchołwiny (C). Glebę przesuszono w warunkach naturalnych do stanu powietrznie suchego. Następnie w oparciu o frakcje mniejsze od 2 mm dla każdej próby (A, B, C) przygotowano 0,5 kilogramowe próbki o różnej wilgotności. Starano się utrzymać zróżnicowanie wilgotności wagowej, co 2% w przedziale od powietrznie suchych do wilgotności zbliżonej do połowej pojemności wodnej. Tak przygotowane próbki oznaczono dla gleby A kolejno symbolami Wa1, Wa2, Wa3... Dla gleby B odpowiednio symbolami Wb1, Wb2, Wb3,... Ponadto dla gleby C symbolami Wc1, Wc2, Wc3,...

Próbki przebadano na spektrofotometrze w przedziale długości fali od 400 do 2300 nm. Uzyskane wartości wyrażono za pomocą zmodyfikowanej wartości stopnia odbicia fali, którą dalej nazywano wskaźnikiem odbicia ( $\lg 1/R$ ). Równocześnie na tychże próbkach dokonano odczytu wskazań sondy pomiarowej, którą wyposażono w diodę wysyłającą fale o długości 900 nm. Odczytywane wielkości były wyrażane wielkością elektryczną (V). Dla trzech badanych prób glebowych (A, B, C) wykonano typowe oznaczenia gleboznawcze, tj. analizę uziarnienia, zawartości materii organicznej i odczynu, stosując odpowiednio metody: aerometryczną, prążenia i potencjometryczną. Określono również kolor gleby powietrznie suchej i wilgotnej na poziomie połowej pojemności wodnej. Posługując się przy tym trzema cechami: odcień barwy, natężenie barwy i względną jasność barwy. Do oznaczeń koloru użyto wzornika [OYAMA, TAKEHARA 1995].

## Wyniki i podsumowanie

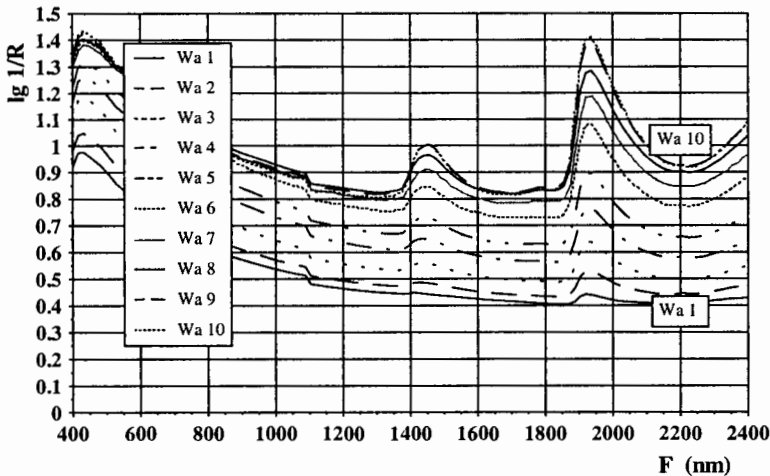
Przebadane trzy próby glebowe, które pobrano u podnóża skłonu (A), na środkowej części skłonu (B) i z wierzchołwiny (C), różniły się wieloma cechami. W szczególności różnice dotyczyły składu granulometrycznego, zawartości materii organicznej, koloru i wartości połowej pojemności wodnej. U podnóża skłonu gleba (A) odpowiadała swym składem glinie lekkiej pylastej, która zawierała 1,91% materii organicznej. Wilgotność gleby przy połowej pojemności wodnej osiągnęła wartość 23,96% wag. Kolor gleby wilgotnej oznaczono jako ciemno-brązowy – 10YR 3/1, a powietrznie suchej jako matowo-szaro-brązowy – 10YR 5/2.

Kolejną glebą (B) pobraną na skłonie był piasek gliniasty lekki pylasty o zawartości 1,1% materii organicznej. Charakteryzował się on wilgotnością 18,72% przy połowej pojemności wodnej. Kolor gleby wilgotnej zakwalifikowano jako szaro-żółto-brązowy – 10YR 4/3 i powietrznie suchej jako matowo-żółto-pomarańczowy – 10YR 7/4.

Na wierzchołwiny znajdował się piasek gliniasty lekki (C). Zawierał on 0,8% materii organicznej. Połowa pojemność wodna ukształtowała się na poziomie 17,62%. Kolor gleby z wierzchołwiny był najjaśniejszy i glebę wilgotną zakwalifikowano jako żółtawo-brązową – 10YR 5/4, a glebę powietrznie suchą sklasyfikowano jako jasno-żółto-pomarańczową – 10YR 8/4. W tej glebie występowały małe ilości materiału z podglebia o kolorze żółtawym, wydobywane rok rocznie pługiem.

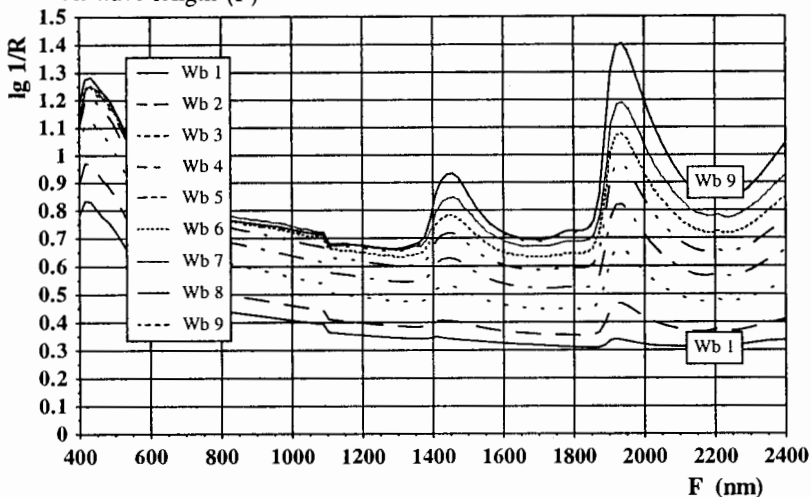
Powyższe charakterystyki gleb wyraźnie pokazują zmiany spowodowane procesami erozji, co w praktyce prowadzi do znacznego zróżnicowania wilgotności gleby w poziomie ornym.

Śledząc wyniki otrzymane ze spektrofotometru (rys. 1, 2, 3) łatwo zauważyć, że w badanym przedziale emitowanych długości fali, tj. od 400 nm do 2400 nm, występują trzy charakterystyczne zakresy zmian wartości wskaźnika odbicia fali. Pierwszy z nich wykazał najmniejszy zakres zmian wskaźnika i miał miejsce dla długości fali od 600 nm do 1300 nm. Drugi osiągnął większy zakres zmian wskaźnika i występował od 1300 do 1600 nm, a trzeci charakteryzował się największymi zmianami wskaźnika odbicia fali i dotyczył długości emitowanej fali od 1850 nm do 2100 nm. Dla każdego zakresu zmian wskaźnika odbicia wyznaczono charakterystyczną długość emitowanej fali.



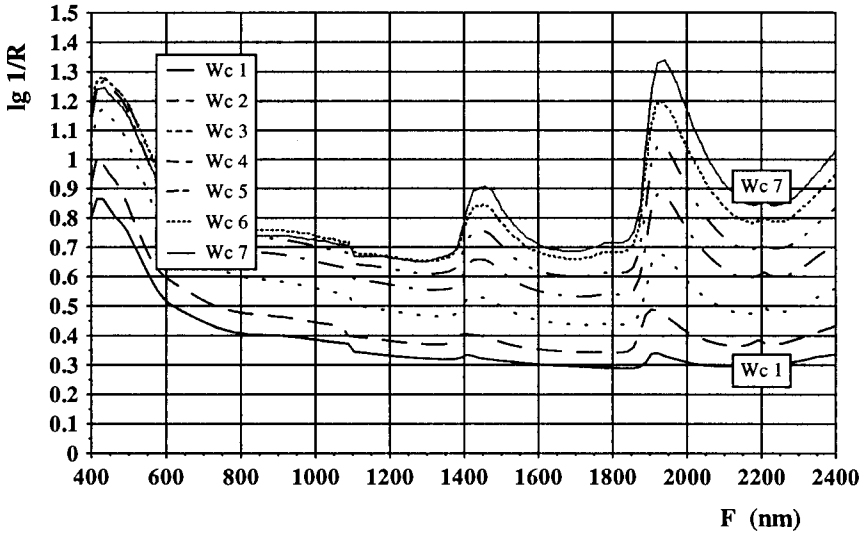
Rys. 1. Wskaźnik odbicia ( $\lg 1/R$ ) dla różnych wilgotności gleby A otrzymany w funkcji długości fali ( $F$ )

Fig. 1. Wave reflectance indicator ( $\lg 1/R$ ) for different moisture of A soil depending on wave-length ( $F$ )



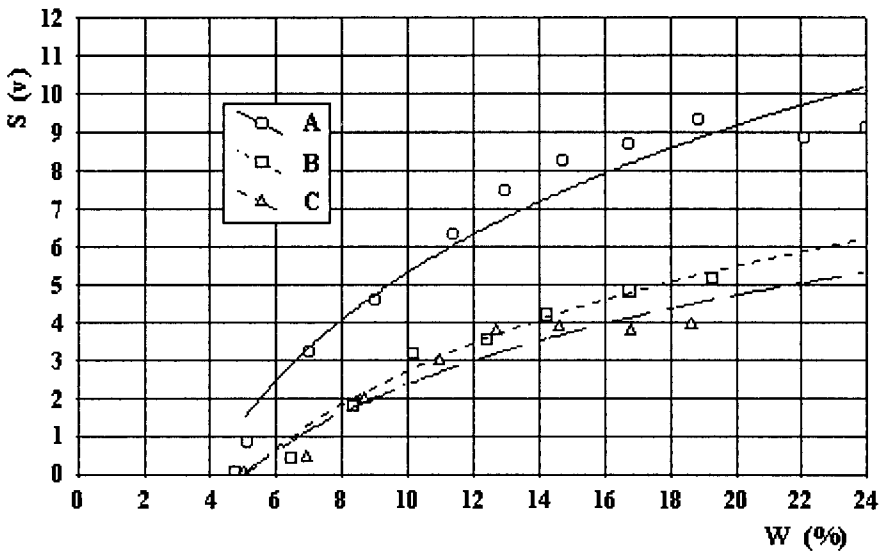
Rys. 2. Wskaźnik odbicia ( $\lg 1/R$ ) dla różnych wilgotności gleby B otrzymany w funkcji długości fali ( $F$ )

Fig. 2. Wave reflectance indicator ( $\lg 1/R$ ) for different moisture of B soil, in depending on wave-length ( $F$ )



Rys. 3. Wskaźnik odbicia ( $\lg 1/R$ ) dla różnych wilgotności gleby C otrzymany w funkcji długości fali ( $F$ )

Fig. 3. Wave reflectance indicator ( $\lg 1/R$ ) for different moisture of C soil, in depending on wave-length ( $F$ )



Rys. 4. Otrzymane wartości wskazania sondy ( $S$ ) z czujnikiem 900 nm dla badanych gleb (A, B, C) w funkcji wilgotności gleby ( $W$ )

Fig. 4. Values received from 900 nm wavelength sensor measurement ( $S$ ), for examined soil types (A, B, C), in depending on soil moisture ( $W$ )

Zatem były to kolejno dla pierwszego przedziału 900 nm, dla drugiego 1456 nm, a dla trzeciego 1936 nm.

Ogólnie należy stwierdzić, że wyniki pomiarów spektrofotometrycznych wykazały, iż przyrost wilgotności gleby powodował wzrost wartości wskaźnika odbicia fali ( $\lg 1/R$ ). Taka zależność jednak nie objęła całego zakresu badanych długości fal. Zauważono pewne odstępstwa od powyższej zakreślonej tendencji. Miały one miejsce w pierwszym zakresie i dotyczyły szczególnie długości fal od 600 nm do 1050 nm. Wystąpiły one u wszystkich badanych gleb (A, B, C) i dotyczyły największych wilgotności gleby, tj. tuż przed wartością połowej pojemności wodnej gleby. W tych przypadkach wraz z narastaniem wilgotności gleby otrzymano załamanie przyrostu wartości wskaźnika ( $\lg 1/R$ ), a nawet jego nieznaczne zmniejszenie. Z tego należy wnioskować, że pomiar wilgotności gleby tą metodą będzie możliwy, ale do poziomu ok. 80–90% PPW. Zatem w pierwszej kolejności postanowiono tą długość fali wstępnie zweryfikować w warunkach laboratoryjnych przy użyciu sondy wyposażonej w czujnik emitujący fale o długości 900 nm. Po zastosowaniu wzmocnienia sygnału elektrycznego otrzymano zakres pomiarowy sondy (S) od 0 do 12 V, który przedstawiono w funkcji zmian wilgotności badanych gleb (rys. 4). Maksymalne wartości wskazania sondy otrzymano dla gleby A pobranej u podnóża skłonu. Wartości w przedziale 8,500–9,3 V ustabilizowały się na tym poziomie i odpowiadały wilgotności powyżej 18%.

Wskazania sondy dla gleb pobranych z wierzchołki (C) i na skłonie (B) znacznie odbiegały od tych, które uzyskano dla gleby (A). Zatem tendencja ogólna została zachowana jak miało to miejsce przy badaniach spektrofotometrycznych. Z tego wynika, że gleby należy pogrupować pod względem np. składu granulometrycznego i połowej pojemności wodnej i wówczas przystąpić do kalibrowania sondy.

W podsumowaniu należy zaznaczyć, że w niniejszej pracy analizowano najmniej czułą i najmniej przydatną długość fali, użytą do pomiaru wilgotności gleby. Wyniki charakterystyk spektrofotometrycznych pokazały, że kolejne, lepsze zakresy długości fal (1456 nm, 1936 nm), dają odpowiednio od 53% do 311% większy przedział pomiarowy, co świadczy o większej czułości na zawartość wody w glebie w odniesieniu do tego co zapewnia fala o długości 900 nm.

## Wnioski

1. Pomiaru na spektrofotometrze wykazały, iż promienie w zakresie bliskiej podczerwieni reagują na wodę zawartą w glebie i podlegają odbiciu. Optymalne długości fal mieszczą się w pobliżu 1456 nm i 1936 nm.
2. Przebadane trzy różne gatunki gleb wykazały się innymi wartościami wskaźnika odbicia fali, ale charakterystyczne długości fal, przy których otrzymano największą wrażliwość były zbliżone. Z tego wynika, że na zerodowanym skłonie, tam gdzie występuje zróżnicowanie gleby, wydaje się być możliwe oznaczenie wilgotności gleby w poziomie ornym jednakże przy użyciu większej długości fali niż ta, którą zastosowano w sondzie pomiarowej.
3. Użycie sondy z czujnikiem 900 nm pozwala na wykonanie pomiarów wilgotności dla gleby suchej oraz w zakresie tak zwanego optimum uprawowego. Skrajnie duże wilgotności nie będą mogły być mierzone dokładnie tak wyposażoną sondą.

## Literatura

- BOWMAN G. E., HOOPER A. W., HARTSHORN L. 1985. *A prototype infrared reflectance Moisture Meter*. J. Agric. Engin. Res. 31: 67–79.
- CIERNIEWSKI J., VERBRUGGHE M., BIAŁOUSZ S., CHMIEL J. 1995. *Directional properties of soil surface reflectance in the visible and near-infrared range*. Int. Agrophysics 9(2): 83–93.
- KANO Y., MCCLURE W.F., SKAGGS W. 1985. *A near infrared reflectance soil moisture meter*. Trans. ASAE 28(6): 1852–1855.
- MORHARD J., KLEISINGER S., PIECHNIK L., CZACZYK Z., WOJCIECHOWSKI T. 2001. *A modified opto-electronic sensor for quick measurements of humidity in growing media*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium held in Potsdam: 651–656.
- OYAMA M., TAKEHARA H. 1995. *Soil colour book*. Eijkelkamp Agrisearch Equipment: 54.
- PRICE R.R., GAULTNEY L.D. 1993. *Soil Moisture Sensor For Predicting Seed Planting Depth*. Trans. ASAE 36(6): 1703–1711.
- SUDDUTH K.A., HUMMEL J.W. 1993. *Portable, near-infrared spectrophotometer for rapid soil analysis*. Trans. ASAE 36(1): 185–193.

**Słowa kluczowe:** gleba, erozja gleb, pomiar wilgotności

## Streszczenie

W pracy poczyniono próby wykorzystania odbicia promieni podczerwonych do oceny wilgotności gleby w warstwie ornej na zerodowanym zboczach. Badano trzy gatunki gleby pobrane ze zbocza, na którym występują procesy erozji wodnej i erozji uprawowej. Wykonano pomiary spektrofotometryczne badanych gleb. Analizy te wykonano na próbkach o różnej wilgotności gleby. Dokonano również pomiarów odbicia fali o długości 900 nm przy użyciu specjalnej sondy.

## AN ATTEMPT AT USING NEAR-INFRARED REFLECTANCE FOR ERODED SOIL MOISTURE MEASUREMENTS

*Leszek Piechnik*

Institute of Agricultural Engineering, Agricultural University, Poznań

**Key words:** soil, soil erosion, moisture measurement

## Summary

The work is an attempt to use near infrared reflectance to evaluate soil moisture for 30 cm soil depth. The three examined soil samples were taken from

the slope where processes of water and tillage erosion were observed. It was proved that the water inside soil has influence on the reflected wavelength. Finally, a special sensor was used to measure reflection of near infra red radiation in the wavelength of around 900 nm.

Dr hab. Leszek **Piechnik**  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego  
ul. Wojska Polskiego 50  
60-627 POZNAŃ  
e-mail: [piechnik@owl.au.poznan.pl](mailto:piechnik@owl.au.poznan.pl)