Acta Agrophysica, 1999, 22, 245 – 251

METODYCZNE ASPEKTY TWORZENIA BANKU DANYCH O HYDROFIZYCZNYCH CHARAKTERYSTYKACH GLEB ORNYCH POLSKI[1]

R. Walczak, C. Sławiński, B. Witkowska-Walczak

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego, Polska Akademia Nauk
20-290 Lublin 27, P.O. Box 201, Doświadczalna 4, e-mail: rwalczak@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono materiał i metodykę badań charakterystyk hydrofizycznych gleb ornych Polski będących podstawą do konstruowania bazy danych i tworzenia map ich właściwości.

Słowa kluczowe: gleby orne Polski, właściwości hydrofizyczne.

Racjonalne dysponowanie naturalnymi zasobami wodnymi, przekształcanie ich w zasoby dyspozycyjne i ochrona przed zanieczyszczeniem ściśle wiąże się z obiegiem wody w biosferze. Jednym z najważniejszych obiektów decydujących o obiegu wody w biosferze jest gleba, która spełnia rolę dystrybutora wody przyjmując opady atmosferyczne, częściowo je retencjonując, częściowo przekazując do głębszych warstw i zasilając wody podziemne oraz oddając część wody atmosferze drogą parowania i transpiracji. Gleba również, wraz z nachyleniem terenu, decyduje o ilości wody spływającej po powierzchni. Zasadniczy wpływ na relacje pomiędzy składowymi bilansu wodnego odgrywają dwie właściwości gleby – jej pojemność i przepuszczalność. Zatem znajomość tych właściwości, wpływu różnych czynników na ich kształtowanie oraz sposobów ich regulacji pozwala na sterowanie procesami obiegu wody w biosferze – może więc decydować o ilości

[1] Praca wykonywana w ramach projektu badawczego nr PO6B01215 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

wody w systemach rzecznych, powierzchniowych i podziemnych zbiornikach wodnych oraz zapewnić roślinom właściwe warunki rozwojowe z uwzględnieniem najbardziej efektywnego zużycia wody na ten cel. Szczególnie ważne jest to na obszarach produkcyjnych rolniczo, gdzie ilość i stan energetyczny wody w glebie ma zasadniczy wpływ na wzrost i rozwój roślin, a ponadto istnieje możliwość zmian pojemności i przepuszczalności wodnej gleby poprzez zmianę takich jej właściwości fizycznych jak zagęszczenie i struktura drogą stosowania odpowiednich zabiegów agrotechnicznych. Jednak, aby prowadzenie zabiegów agrotechnicznych dawało pożądane rezultaty należy określić właściwości hydrofizyczne gleb, tj.:

- charakterystyki potencjał wody glebowej-wilgotność,
- współczynnik przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej,
- współczynnik przewodnictwa wodnego w strefie nienasyconej w funkcji potencjału lub wilgotności.

Charakterystyki hydrofizyczne gleb mają decydujący wpływ na kształtowanie warunków wzrostu i plonowania roślin. Warunkują dostępność wody do systemu korzeniowego rośliny oraz jej przemieszczanie się wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami chemicznymi do warstw głębszych. Substancje te to nie tylko niezbędne do wzrostu roślin składniki pokarmowe, ale także różnego rodzaju zanieczyszczenia chemiczne stanowiące zagrożenie dla środowiska.

Panujące w glebie warunki wilgotnościowe determinują w sposób zasadniczy jej właściwości cieplne i mechaniczne, decydując o kształtowaniu się temperatury w profilu glebowym, a także o warunkach i efektywności oddziaływań mechanicznych na glebę. Znajomość charakterystyk hydrofizycznych jest zatem niezbędna do interpretacji i przewidywania przebiegu praktycznie wszystkich procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych zachodzących w glebie, a modelowanie tych procesów wymaga reprezentatywnych danych o właściwościach hydrofizycznych gleby.

Trudności metodyczne, pomiarowe i aparaturowe oraz czasochłonność wyznaczania hydrofizycznych charakterystyk są powodem istnienia jedynie nielicznych, fragmentarycznych zbiorów danych pomiarowych uzyskiwanych w różnych placówkach w nie związanych ze sobą pracach badawczych.

Problem stworzenia banku danych o hydrofizycznych właściwościach gleby, jako bardzo ważny, został podjęty w programach badawczych Unii Europejskiej. W wyniku konieczności podjęcia wspólnej strategii działania w tym zakresie, w

roku 1995 powstał projekt europejski "Using existing data to derive hydraulic parameters for simulation models in environmental studies and in landuse planning." w którym uczestniczy 18 instytutów naukowych. Zadaniem projektu jest utworzenie wspólnej bazy danych o hydrofizycznych charakterystykach gleb w oparciu o istniejące w poszczególnych krajach wyniki pomiarów. Instytut Agrofizyki PAN uczestniczył w opracowywaniu założeń tego projektu.

Instytut Agrofizyki PAN dysponuje bankiem próbek glebowych gleb ornych Polski (około 1000 profili glebowych) oraz bazą danych charakteryzujących podstawowe właściwości tych profili glebowych oraz ich warstw (miąższość warstwy, rozkład granulometryczny z uwzględnieniem frakcji kamienistej i żwirowej, stopień potrzeby melioracji, kompleks przydatności rolniczej, zawartość materii organicznej, wskaźniki odporności oksydoredukcyjnej, powierzchnia właściwa wyznaczona metodą adsorbcji pary wodnej i azotu) [1,5,8-10, 12].

Charakterystyka hydrofizycznych właściwości gleb ornych Polski będzie przeprowadzona na podstawie 270 wybranych reprezentatywnych profili glebowych (około 800 poziomów) reprezentujących 25 wydzielonych w Banku Próbek Glebowych Polski jednostek glebowych. Wydzielone jednostki glebowe obejmują (liczby podane w nawiasach oznaczają procent ogólnej powierzchni zajmowanej przez dane gleby w Polsce) [1]:

1. Rędziny „czyste", (1.2 %) – 6 profili
2. Rędziny „mieszane", (0.3 %) – 6 profili
3. Czarnoziemy, (1.5 %) – 8 profili
4. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z piasków luźnych i słabogliniastych, (27 %) – 32 profile
5. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z piasków słabogliniastych i gliniastych lekkich, (1.1 %) – 7 profili
6. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z piasków gliniastych, (4.0 %) – 5 profili
7. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z piasków gliniastych na zwięźlejszym podłożu, (12.2 %) – 42 profile
8. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z glin, lekkie, (12.5 %) – 15 profili
9. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z glin, średnie, (6.2 %) – 15 profili

10. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z glin, ciężkie, (0.8 %) – 6 profili
11. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z glin, niecałkowite, (3.8 %) – 6 profili
12. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone ze żwirów, (0.6 %) – 7 profili
13. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z pyłów wodnego pochodzenia, (4.9 %) – 11 profili
14. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z lessów i utworów lessowatych, (6.9 %) – 8 profili
15. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone z iłów, (0.3 %) – 5 profili
16. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone ze skał masywnych, gliniaste i szkieletowo gliniaste, (1.1 %) – 8 profili
17. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone ze skał masywnych, gliniaste, (1.3 %) – 5 profili
18. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone ze skał masywnych, ilaste, (0.3 %) – 5 profili
19. Gleby brunatne i pseudobielicowe /płowe/ wytworzone ze skał masywnych, pyłowe, (1.3 %) – 9 profili
20. Mady, (3.3 %) – 10 profili
21. Mady lekkie i bardzo lekkie, (1.4 %) – 9 profili
22. Mady lekkie, średnie i ciężkie, (0.4 %) – 8 profili
23. Czarne ziemie, (4.3 %) – 12 profili
24. Czarne ziemie wytworzone z piasków, (2.6 %) – 8 profili
25. Gleby murszowe i murszowate, (0.7 %) – 7 profili.

Ograniczenie ilości wybranych profili do najbardziej reprezentatywnych wynika z wyjątkowej czasochłonności procedur pomiarów właściwości hydrofizycznych gleb.

Charakterystyki potencjał wody glebowej-wilgotność w procesie osuszania wyznaczane są przy użyciu dwóch zestawów pomiarowych LAB 012 (w zakresie pF 0 – 3.2) i LAB 0123 (w zakresie pF 3.7 – 4.2) firmy Soil Moisture Equipment Corporation /Santa Barbara, California, USA/ [3,4]. Charakterystyki potencjał wody glebowej-wilgotność wykonywane są dla dziewięciu wartości potencjału wody glebowej: 98.1; 981; 3100; 9810; 15600; 31000; 49050; 98100; 155500;

490330; 1471500 MJ m^{-3} ,co odpowiada pF 0, 1.0, 1.5, 2.0, 2.2, 2.5, 2.7, 3.2, 3.7, 4.2. Pomiary te są wyjątkowo czasochłonne, ponieważ każda próbka glebowa dla każdej wartości potencjału wody glebowej wymaga przeciętnie około 10-dniowego okresu wyczekiwania na stan równowagi termodynamicznej w warunkach izotermicznych.

Wartości współczynnika przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej wyznaczane są metodą Wita (z modyfikacjami) przy użyciu aparatu firmy Ejkelkamp [2]. Współczynnik przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej (K_s) oznaczany jest metodą stałego słupa wody. Ponieważ przepływ wody może być traktowany jako stacjonarny równanie Darcy w tym przypadku ma postać:

$$Q = K_s \cdot i \cdot F_1 \qquad [1]$$

gdzie: $i = \frac{h}{L}$

Wyliczony przy pomocy tych równań współczynnik przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej można zapisać równaniem:

$$K_s = 144 \cdot \frac{Q \cdot L}{h \cdot F_1} \qquad [2]$$

gdzie:
K_s – współczynnik przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej [m $doba^{-1}$],
Q – strumień wody przepływający przez powierzchnię próbki glebowej [cm^3 min^{-1}],
L – wysokość próbki glebowej [cm],
h – różnica poziomów wody w komorze głównej i ponad próbką glebową [mm],
F_1 – powierzchnia próbki glebowej [cm^2].

Współczynniki przewodnictwa wodnego w strefie nienasyconej w funkcji potencjału wody wyznaczane są, w oparciu o metodę profili chwilowych (instantaneous profile method), przy użyciu rozpowszechnionej w wielu krajach aparatury skonstruowanej i wykonanej w Instytucie Agrofizyki w oparciu o technologię TDR (Time Domain Reflectometry) [6,7,11]. Uzyskane wyniki pomiarowe będą stanowiły unikalny w skali światowej usystematyzowany zbiór danych

wartości współczynników przewodnictwa wodnego w strefie nienasyconej dla tak szerokiego materiału glebowego.

Jednym z zasadniczych zadań projektu jest opracowanie podziału hydrofizycznych właściwości gleb Polski na klasy, co jest niezbędne do stworzenia komputerowych map hydrofizycznych właściwości gleb Polski, a także przypisanie z określoną dokładnością wartości parametrów próbek reprezentatywnych dla poszczególnych jednostek glebowych.

Zakłada się, że opracowany w ramach projektu atlas „Hydrofizycznych właściwości gleb ornych Polski" będzie komplementarny z wcześniej opracowanym atlasem „Oksydoredukcyjnych właściwości gleb ornych Polski", atlasem „Uwilgotnienia gleb w Polsce" oraz „Mapą powierzchni właściwej gleb ornych Polski".

Bank danych o hydrofizycznych właściwościach gleb ornych Polski będzie stanowić niezastąpione źródło informacji w badaniach podstawowych i aplikacyjnych dotyczących:

- określenia związków i metod wyznaczania hydrofizycznych charakterystyk gleby na podstawie jej łatwo mierzalnych parametrów fizycznych i fizykochemicznych (rozkład granulometryczny, skład mineralogiczny, powierzchnia właściwa, zawartość substancji organicznej, zagęszczenie, agregacja),
- weryfikacji algorytmów szacowania trudno mierzalnych współczynników przewodnictwa wodnego w strefie nienasyconej na podstawie charakterystyk potencjał wody glebowej-wilgotność i współczynnika przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej gleb,
- wykorzystania hydrofizycznych charakterystyk jako parametrów wejściowych w fizyczno-matematycznych i fizyczno-matematyczno-fenomenologicznych modelach ruchu wody i roztworów w profilu glebowym oraz kształtowania warunków wzrostu i rozwoju roślin.

Baza danych i opracowywane mapy będą podstawą do używania i wykorzystywania w symulacyjnych i prognostycznych modelach procesów hydrofizycznych i hydrologicznych, w tym bilansu wodnego, będących w wielu krajach podstawą ekonomicznego wykorzystania wody oraz przewidywania i zapobiegania zagrożeniom (degradacja środowiska, ekstremalne warunki wodne: susze, powodzie,...). Baza danych zostanie włączona do tworzonych krajowych i międzynarodowych systemów informacji o środowisku i modelowaniu procesów w nim zachodzących.

LITERATURA

1. **Gliński J., Ostrowski J., Stępniewska Z., Stępniewski W.:** Bank próbek glebowych reprezentujących gleby mineralne Polski. Problemy Agrofizyki. 66, 1991.
2. Instrukcja obsługi aparatu do pomiaru współczynnika przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej. Ejkelkamp Agrisearch Equipment. Product Group III: Soil Laboratory Equipment. Brochure No. III/09.02.1985.
3. Instrukcja obsługi komór niskociśnieniowych LAB 012. Soil Moisture, Santa Barbara, California. 1987.
4. Instrukcja obsługi komór wysokociśnieniowych LAB 0123. Soil Moisture, Santa Barbara, California. 1987.
5. **Koźmiński Z.:** Atlas uwilgotnienia gleb w Polsce. AR Szczecin, 1997.
6. **Malicki M., Plagge R., Renger M., Walczak R.:** Application of the time-domain reflectometry (TDR) soil moisture microprobe for the determination of unsaturated soil water characteristics on standard undisturbed soil cores. Irrigation Sci., 13, 65-72, 1992.
7. **Sobczuk H., Plagge R., Walczak R., Roth C.:** Laboratory equipment and calculation procedures to rapidly determine the effect of hysteresis on soil hydrophysical properties under nonstationary conditions. Z. Pflanz. Bodenk., 155, 157-163, 1992.
8. **Stawiński J., Gliński J., Ostrowski J., Stępniewska Z.:** Mapa powierzchni właściwej gleb ornych Polski. IA PAN Lublin-IMUZ Falenty, 1999.
9. **Stępniewska Z., Stępniewski W., Gliński J., Ostrowski J.:** Atlas oksydoredukcyjnych właściwości gleb. IA PAN Lublin-IMUZ Falenty, 1996.
10. **Truszkowska R.:** (red.). Słownik i wzory notowania danych o profilu gleby. System BIGLEB BKA-51. PTGleb. Komisja VII, Warszawa, 1988.
11. **Walczak R., Slawiński C., Malicki M., Sobczuk H.:** Water soil characteristics measurements with TDR technique: water characteristics of loess soil under different treatment. Int. Agrophysics. 7, 175-182, 1993.
12. **Walczak R. T. Slawiński C., Witkowska-Walczak B.:** Bank danych o hydrofizycznych charakterystykach gleb ornych Polski. Mat. Konf. „Modelowanie i monitorowanie procesów agrofizycznych w środowisku glebowym." Lublin, 107, 1999.

METHODICAL ASPECTS OF DATA BASE CREATION OF HYDROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF POLISH ARABLE SOILS

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences,
20-290 Lublin 27, P.O.Box 201, Doświadczalna 4, Poland, e-mail: rwalczak@demeter.ipan.lublin.pl

S u m m a r y. In this paper the material and methods of investigations of hydrophysical characteristics of Polish arable soils were presented. On the base of these data the maps of water characteristics of Polish arable soils will be created.

K e y w o r d s: arable soils of Poland, hydrophysical characteristics.