

SATURNIN ZAWADZKI, WENANTY OLSZTA

WYKORZYSTANIE METODY BLOKU PYŁOWEGO DO BADANIA PRZEWODNICTWA HYDRAULICZNEGO GLEBY

Pracownia Fizyki Gleb Meliorowanych IMUZ w Lublinie

WSTĘP

Wyznaczanie wielkości przewodnictwa hydraulicznego (K) dla nie nasyconej strefy profilu glebowego ma istotne znaczenie teoretyczne i praktyczne dla gospodarki wodnej, szczególnie przy dynamicznym ujmowaniu stosunków wodnych w glebie.

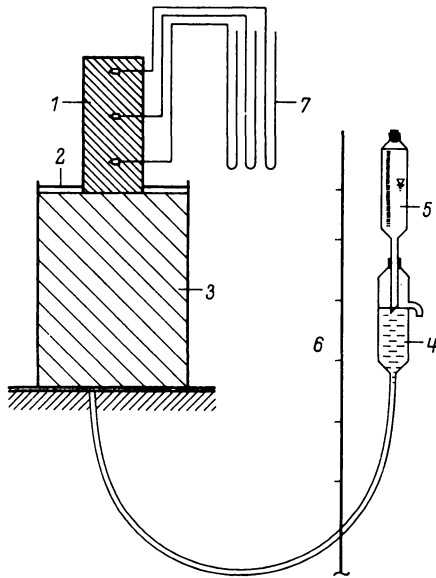
W literaturze spotkać można wiele proponowanych metod określania wielkości K , np.: metoda odpływu z płytki ciśnieniowej [3], zastosowania do tego celu pomiarów lizymetrycznych [2], metoda infiltracji wody w cylindrach [5], prace modelowe i polowe ruchu wody w wierzchnich warstwach torfu [1] i inne.

Należy podkreślić, że badania przewodnictwa hydraulicznego (powszechnie nazywanego przewodnictwem kapilarnym) są trudne i złożone, w naturze bowiem występuje ciągłe wysychanie i nasycania profilu, powodujące nieustanny ruch wody w glebie. Pomiary zarówno przepływu, jak również ciśnienia ssącego, z uwagi na ich zmienność w czasie, sprawiają dużo kłopotów. Kontrolowanie wszystkich elementów równocześnie możliwe jest tylko w laboratorium dobrze wyposażonym w odpowiedni sprzęt i aparaturę.

POMIAR PRZEWODNICTWA HYDRAULICZNEGO METODĄ BLOKU PYŁOWEGO

W Pracowni Gleboznawstwa Melioracyjnego IMUZ w Lublinie podjęto w 1969 roku próbę sprawdzenia możliwości zastosowania metody bloku pyłowego [4, 7] do pomiaru wielkości parowania z powierzchni gleb w warunkach laboratoryjnych [8]. Badania te stanowiły wstępny fragment doświadczeń nad przemieszczaniem się wilgoci w strefie nie nasyconej. Pomiary przeprowadzono wówczas na próbach o objętości 100 cm^3 .

W drugim etapie badań metodą bloku pyłowego wykorzystano do pomiaru wielkości przewodnictwa hydraulicznego K . Badania przeprowadzono na monolitach glebowych o nie naruszonej strukturze, pobranych do cylindrów z PCV o średnicy 15 cm i wysokości 35 cm. W cylindrach wywiercone były otwory w odstępach co 10 cm (licząc od podstawy), przez które wprowadzono końcówki tensjometrów. Cylindry z glebą ustawiono na bloku pyłowym przykrytym folią plastikową, zabezpieczającą powierzchnię bloku pyłowego przed parowaniem. W folii plastikowej wycięto uprzednio otwory odpowiadające dokładnie wewnętrznej średnicy cylindra. Tym samym przez otwory w folii zapewniono bezpośredni kontakt podstawy monolitu glebowego znajdującego się w cylindrze z powierzchnią bloku pyłowego. Górna powierzchnia monolitu stykała się bezpośrednio z powietrzem atmosferycznym (ryc. 1).



Ryc. 1. Schemat urządzenia do pomiaru wielkości przewodnictwa hydraulicznego utworów glebowych

1 — monolit glebowy w cylindrze z PCV i tkwiące w nim porowate końcówki tensjometrów. 2 — folia plastikowa. 3 — blok pyłowy połączony węzłem przezroczystym z naczyniem poziomującym. 4, 5 — butla uzupełniająca z podziałką. 6 — miarka służąca do ustawiania poziomu wody w bloku. 7 — manometry

Fig. 1. Scheme of the set for measuring the hydraulic conductivity of soil formations
1 — soil monolith in the PCV cylinder and porous ends of tensiometers stuck in it. 2 — plastic foil. 3 — sand-box connected with transparent hose with levelling vessel. 4, 5 — supplying bottle with scale. 6 — measure for setting water level in the box. 7 — manometers

Monolity glebowe w cylindrach w stanie aktualnej wilgotności ustawiono na powierzchni nasyconych bloków (przelew naczynia poziomującego na wysokości powierzchni bloku), chodzi bowiem o zapewnienie wzajemnego kontaktu kapilarnego monolitów glebowych z materiałem pyłowym. Od tej

chwili monolit wraz z blokiem traktowany był jako całość symulująca warunki wodne, jakie mogą wystąpić w profilu glebowym.

Poziom lustra wody w bloku pyłowym regulowano za pomocą naczynia poziomującego 4, połączonego z blokiem przezroczystym przewodem plastikowym. Odparowana z powierzchni monolitu glebowego woda uzupełniana była na zasadzie naczyń połączonych z butli uzupełniającej 5, a jej ilość odczytywano z podziałki umieszczonej na butli. Intensywność parowania można regulować za pomocą żarówek promiennikowych oraz zmian przepływu powietrza 1.

Ciśnienie ssące na styku monolitu glebowego z powierzchnią bloku określa położenie naczynia poziomującego względem powierzchni bloku w centymetrach. Ciśnienie ssące w monolicie glebowym powyżej powierzchni bloku mierzy się za pomocą manometrów (połączonych z sączkami tensjometrycznymi) w milimetrach słupa rtęci.

Uzyskane (zmierzone) za pomocą proponowanego urządzenia wielkości parowania (przepływu) i rozkładu ciśnienia ssącego wzdłuż monolitu wykorzystano do obliczenia współczynnika przewodnictwa hydraulicznego. Współczynniki te zgodnie z prawem Darcy-Buckinghamama obliczono z równania [6]:

$$V = K \frac{\Delta\Psi}{\Delta h} - 1$$

gdzie:

K — współczynnik przewodnictwa hydraulicznego, m/doba,

V — szybkość przepływu, m/doba,

$\frac{\Delta\Psi}{\Delta h}$ = gradient ciśnienia ssącego gleby, m/m.

PRZYKŁAD OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKA K

Pomiaru parowania (V) oraz rozkładu ciśnienia ssącego (Ψ) w monolitach dokonywano przy zróżnicowanym podciśnieniu (ciśnienie ssące) na powierzchni bloku pyłowego od 0 do 120 cm słupa H_2O (tab. 1, ryc. 2).

Obliczeń przewodnictwa hydraulicznego dokonano na podstawie pomiarów wartości parowania (V) oraz wykresów krzywych sorpcji (ryc. 2a), uzyskanych z pomiarów tensjometrycznych. Gradienty ciśnienia ssącego $\Delta\Psi/\Delta h$ obliczono z przyrostów skończonych w przedziałach $\Delta h = 0,10$ m.

Wielkość parowania (V) w przypadku ustalonych warunków przemieszczania się wody w monolicie (ryc. 2a, linie 1 i 2) jest przyjmowana jako szybkość przepływu V w całym monolicie. Natomiast przy zmiennym przepływie wody w monolicie (linie 3—6 ryc. 2a) mierzona wielkość parowania odpowiada szybkości przepływu V tylko w powierzchniowej, około 10-centymetrowej, warstwie monolitu. Dla pozostałych (niżej położonych poziomów) wielkość przepływu ustala się odczytując z krzywej pF wilgotność

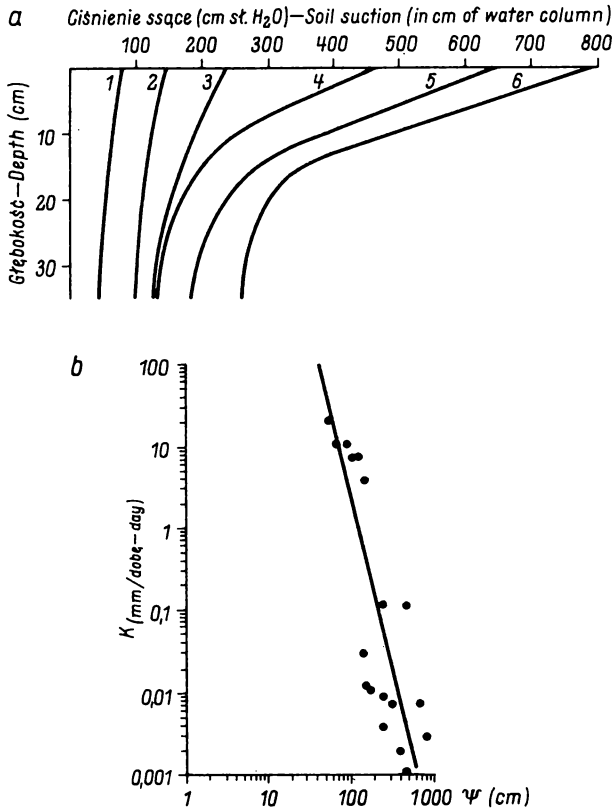
Przykład obliczania współczynnika przewodnictwa hydraulicznego K
 Example of calculation of the hydraulic conductivity coefficient K

Nr krzywej sorpcji Sorption curve No.	Głębokość (h) Depth (h) m	Średnia wartość (Ψ) Mean value (Ψ) m	$\frac{\Delta\Psi}{\Delta h}$	$\frac{\Delta\Psi}{\Delta h} - 1$	V m/dobę V m/day	K m/dobę K m/day
1	0,0	0,78	1,20	0,20	0,0023	11,50E-3*
	0,10	0,66	1,20	0,20	0,0023	11,50E-3
	0,20	0,54	1,10	0,10	0,0023	23,00E-3
	0,30	0,43	—	—	—	—
2	0,0	1,42	1,60	0,60	0,0024	4,00E-3
	0,10	1,26	1,30	0,30	0,0024	8,00E-3
	0,20	1,13	1,30	0,30	0,0024	8,00E-3
	0,30	1,00	—	—	—	—
3	0,0	2,38	5,00	4,00	0,0005	0,125E-3
	0,10	1,88	3,50	2,50	0,00003	0,012E-3
	0,20	1,53	1,90	0,90	0,00003	0,033E-3
	0,30	1,34	—	—	—	—
4	0,0	4,70	21,80	20,80	0,0025	—
	0,10	2,52	8,30	7,30	0,00003	0,004E-3
	0,20	1,69	3,30	2,30	0,00003	0,013E-3
	0,30	1,36	—	—	—	—
5	0,0	6,50	26,20	25,20	0,0002	0,008E-3
	0,10	3,88	15,20	14,20	0,00003	0,002E-3
	0,20	2,36	4,30	3,30	0,00003	0,009E-3
	0,30	1,93	—	—	—	—
6	0,0	8,00	30,40	29,40	0,0001	0,003E-3
	0,10	4,96	19,60	18,60	0,00002	0,001E-3
	0,20	3,00	3,40	2,40	0,00002	0,008E-3
	0,30	2,66	—	—	—	—

* E-3 — oznacza przesunięcie przecinka o 3 miejsca na lewo
 E-3 — means shifting of the point by 3 places to the left

odpowiadającą zmianom ciśnienia ssącego w monolicie dla określonego przedziału czasu. Warunkiem stosowania metody bloku pyłowego do badań wielkości przewodnictwa hydraulicznego jest więc konieczność wyznaczenia uprzednio dla badanego monolitu krzywej pF. Należy podkreślić, że w przypadku płytkiego zalegania wody gruntowej w bloku pyłowym (naczynie poziomujące wysoko) można uzyskać mały zakres ciśnienia ssącego (linie 1 i 2 na ryc. 2a) ze względu na intensywne zasilanie wierzchnich warstw monolitu wodą z bloku pyłowego. Natomiast przy położeniu naczynia poziomującego na głębokości 100 cm od powierzchni bloku pyłowego, w górnych warstwach badanych monolitów uzyskano wartości ciśnienia ssącego (Ψ) do około 8,0 m słupa wody.

Stosując proponowaną metodę należy uwzględnić, że wartość ciśnienia ssącego wody glebowej (Ψ) na powierzchni bloku pyłowego (dolne powierzchnie monolitu) uzależniona jest od właściwości fizycznych materiału porowatego wypełniającego blok pyłowy. W tym przypadku maksymalna wartość ciśnienia ssącego uzyskiwana na powierzchni bloku wynosi 1,25 m słupa wody, co odpowiada wartości pF 2,1 [7].



Ryc. 2. Wyniki pomiarów i obliczeń przewodnictwa hydraulicznego (K)
a — przebieg ciśnienia ssącego w monolicie glebowym, *b* — zależność między współczynnikiem K a ciśnieniem ssącym (Ψ)

Fig. 2. Results of measurements and calculations of the hydraulic conductivity (K)
a — soil suction course in the soils monolith, *b* — relationship between the coefficient K and the soil suction Ψ

PODSUMOWANIE

Maksymalne wartości ciśnienia ssącego, jakie uzyskano w doświadczeniu, wyniosły 8.0 m słupa wody. Istotnym elementem urządzenia (bloku pyłowego), wykorzystanego do pomiaru przewodnictwa hydraulicznego, jest możliwość badania zjawiska przepływu wody w 35-centymetrowym monolicie w warunkach odwodnienia (obniżenie zwierciadła wody w bloku pyłowym) oraz

nawodnienia (podnoszenie zwierciadła wody). Pomimo pewnych ograniczeń (konieczność wyznaczenia krzywych pF) metoda ta pozwala dodatkowo określić wpływ zjawiska histerezy na wielkość współczynnika K , co będzie treścią następnych pomiarów.

LITERATURA

- [1] Czurajew N.: Modelowe i polowe badania ruchu wody wierzchnich warstw torfu. Wiadomości IMUZ 10, 1972, 3.
- [2] Feddes RA.: The use of lysimeter data in the determination of capillary rise, available water and actual evapotranspiration on three soil profiles. Trans. 9-th Intern. Congr. Soil Sci 1968, Adelaide, Australia, 1, 107-124.
- [3] Gardner W. R.: Calculation of capillary conductivity from pressure plate outflow data. Soil Sci. Amer. Proc. 20, 1965, 317-320.
- [4] Harst van der G. G., Stakman W. P.: Soil moisture relation curves. II. Direction for the use of the sand-box apparatus range pF 0 to 2.7. ICW, Wageningen 1965.
- [5] Wesseling J., Wit K. E.: An infiltration method for determination of the capillary conductivity of undisturbed soil cores. Biuletyn ICW no. 81, Wageningen 1969.
- [6] Wind G. P.: Capillary conductivity data estimated by a simple method. Biuletyn ICW no. 80, Wageningen 1969.
- [7] Zawadzki S.: Laboratoryjne oznaczenie zdolności retencyjnych utworów glebowych. Wiad. IMUZ 2, 1973, 2.
- [8] Zawadzki S., Olszta W.: The use of the sand box method for determination of soil evapotranspiration under laboratory conditions. Pol. Jour. of Soil Sci. 2, 1969, 2.

С. ЗАВАДЗКИ, В. ОЛЬШТА

ИСПОБЗОВАНИЕ МЕТОДА ПЫЛЕВОГО БЛОКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАПИЛЛЯРНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПОЧВЫ

Институт мелиорации и луговодства,
Лаборатория мелиоративного почвоведения в Люблине

Резюме

Рассматривается метод измерения и схема состава приборов для исследования коэффициентов капиллярной проводимости K . Обсуждаются также результаты исследований проведенных на почвенном монолите отобранном в ненарушенной структуре в цилиндры из поливинилхлорида диаметром 15 см и высотой 35 см.

Предложенное устройство позволяет контролировать величину испарения с верхней поверхности монолита и изменения потенциала влаги (сосущего давления) во всем монолите.

Условием применения метода пылевого блока для исследования капиллярной проводимости почв является предварительное определение для исследуемого монолита кривой pF.

Полученные значения сосущего давления в нижней поверхности монолита могут достигать максимально около 125 см водяного столба, что отвечает значению $pF = 2,1$.

S. ZAWADZKI, W. OLSZTA

USING THE SAND-BOX METHOD FOR INVESTIGATION OF THE CAPILLARY
CONDUCTIVITY OF SOILInstitute for Land Reclamation and Grassland
Farming Soil Science Laboratory
in Lublin

Summary

The measurement method and the scheme of set for determination of the capillary conductivity coefficient K are presented. Also results of the investigations carried out on the soil monolith taken in undisturbed structure into the PVC cylinders of 15 cm in diameter and 35 cm in height are discussed.

The proposed device allows to control the evaporation rate from the upper monolith surface and the changes of moisture potential (soil suction) in the whole monolith.

The condition of application of the sand-box method for determination of the capillary conductivity of soils is to derive preliminarily the pF curve for the monolith examined.

The obtained result of the soil suction in the lower soil monolith surface can reach their maximum values of about 125 cm of water column, what corresponds to the pF value = 2.1.

*Prof. dr Saturnin Zawadzki
Pracownia Fizyki Gleb
Meliorowanych IMUZ
Lublin, al. PKWN 29/5*

Wpłynęło do redakcji w sierpniu 1986

