

**A. OŚWIECIMSKI**

(Zakład Melioracji i Inż. Rolnej Wrocław)

## **O NIEKTÓRYCH FIZYCZNYCH WŁASNOŚCIACH GLEB NA PODSTAWIE BADAŃ DR INŻ. ANDRZEJA PIOTROWSKIEGO**

Dr inż. Andrzej Piotrowski. W czasie drugiej wojny światowej nauka polska poniosła stratę z grona młodych naukowców badających fizyczne i wodne własności gleb, w osobie Andrzeja Piotrowskiego.

Urodzony w roku 1900 w Warszawie, po ukończeniu Politechniki Warszawskiej, wydaje dwie prace pt. „Przepływ wody o zwierciadle swobodnym“, oraz „Rektyfikacja teodolitu, tachymetru i instrumentu niwelacyjnego“. W dalszym ciągu rozszerza wiadomości o najnowszych metodach stosowanych w nauce melioracyjnej i gleboznawczej w Holandii, Francji, i Włoszech, a wreszcie na Uniwersytecie we Wrocławiu. Tu w ciągu dwóch lat w Zakładzie prof. F. Z u n k e r a wykonuje szereg badań laboratoryjnych i w dniu 26 maja 1939 roku otrzymuje tytuł doktora.

Praca doktorska inż. A. P i o t r o w s k i e g o pod tytułem „Powierzchnia właściwa cząsteczek i hygroskopowa pojemność wodna gleby, oraz ich stosunek do przepuszczalności wodnej i innych własności fizycznych“\*) została powielona tylko w niewielu egzemplarzach w języku niemieckim. Zawiera ona 102 strony maszynopisu z 22 rysunkami i wykresami, oraz 22 tablicami w tekście.

Wybuch wojny i śmierć A n d r z e j a P i o t r o w s k i e g o z rąk hitlerowców nie pozwoliła Mu na wydanie swej pracy w języku ojczystym, ani na dalsze kontynuowanie pięknie rozpoczętych badań. Wprawdzie obecna postępową nauka gleboznawstwa rozszerzyła wiadomości o glebie i dąży do poznania jej własności w warunkach naturalnych, laboratoryjne zaś badania A. P i o t r o w s k i e g o odnoszą się tylko do próbek, pochodzących z różnych gleb, ale jako dorobek naukowy Polaka, a więc nauki polskiej, powinna być choć w skróconej formie podana do ogólnej wiadomości, tym bardziej, że porusza aktualne zagadnienia z fizyki i hydrologii gleb

---

\*) Dipl. Ing. P i o t r o w s k i A n d r z e j. „Bodenkornoberfläche und Wasseranlagerungswert und ihre Beziehungen zur Durchlässigkeit und zu anderen physikalischen Bodeneigenschaften“. Breslau 1939.

# I. Zmiany niektórych własności fizycznych w próbkach glebowych przy nieszczelnym przechowywaniu.

W 1927 roku, na podstawie badań laboratoryjnych nad próbkami glebowymi, pobranymi z pól zdrenowanych różnych okolic ówczesnego państwa niemieckiego, próbowano oznaczyć najwłaściwszą rozstawę drenów. Inż. A. Piotrowskiemu nasunęła się myśl ponownego zbadania 18 próbek gleb mineralnych, o różnym składzie mechanicznym, przechowywanych przez 11 lat w laboratorium Zakładu Melioracji Uniwersytetu Wrocławskiego, w butelkach ze szklanymi korkami, niezupełnie szczelnymi dla przenikania powietrza. Po zbadaniu okazało się, że zawartość węglanu wapnia, przewodnictwo elektryczne 10% zawiesiny glebowej i ilości cząsteczek mniejszych od 0,02 i 0,002 mm, pozostały te same. Zmianom uległy własności wodne, a mianowicie zmalała wilgotność gleb, przeciętnie o 15% dawniej otrzymanej wartości i hygroskopowa pojemność wodna  $w_h$  \*), średnio o 5% oraz ciężar właściwy, oznaczony w piknometrze o 7,8%.

Tablica 1.

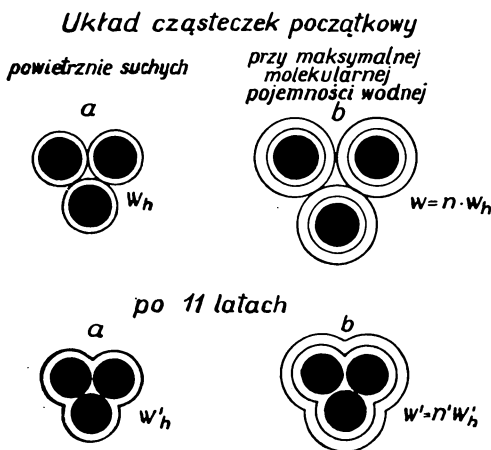
Niektóre fizyczne i chemiczne własności gleb badanych przez A. Piotrowskiego.

Nr próbki glebowej	Ciężar właściwy g/cm <sup>3</sup>	$w_h$ %	Wilgotn. na powietrzu %	CaCO <sub>3</sub> %	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	Elektr. przewod. 10 <sup>-6</sup> /cm Ohm	Skład mechaniczny		$k_0 \cdot 10^9$ , przy największym obciążeniu
							0,02 mm %	0,002 mm %	
18 b	2,7692	11,391	4,489	15,98	7,53	143,9	71,5	41,63	0,856
16	2,7940	13,064	4,522	9,35	7,40	155,26	78,7	40,77	1,08
13	2,7085	5,881	2,613	< 0,05	7,85	30,3+	35,9+	16,97+	2,94
10	2,6918	4,216	1,801	< 0,05	5,88	15,86	23,9	15,18	1,12
38	2,7362	7,173	3,348	< 0,05	6,89	32,15	51,4+	14,14+	3,40
11	2,6923	4,212	1,697	< 0,05	5,83	18,35	20,6	13,57	4,9
21	2,6884	4,885	2,236	< 0,05	5,45	40,3+	24,2	13,13+	17,5
22 a	2,6889	4,662	2,129	6,1	7,66	85,1+	27,5+	8,83+	100,—
1	2,7879	9,052	5,005	< 0,05	6,53	26,3	25,1	7,35	15,7
23	2,7049	4,162	1,952	< 0,05	7,53	33,2+	25,7+	7,23+	8,19
25	2,6948	4,510	2,108	< 0,05	6,93	63,8+	40,3	6,38	20,9
28	2,6285	0,727	0,270	< 0,05	4,66	18,2+	3,0+	2,94+	880,—
24	2,6571	0,968	0,366	3,98	6,65	130,61	4,2	2,68	930,—

+ Wartości oznaczone przez innych badaczy.

\*)  $w_h$  jest to ilość pochłoniętej wilgoci przez glebę, umieszczoną w eksikatorze nad 10% kwasem siarkowym, w temperaturze około 18°C, w przeciągu 5 dni, obliczona w procentach ciężaru wysuszonej w 105°C próbki glebowej.

A. P i o t r o w s k i wyjaśnia to zjawisko, jako zmiany struktury próbki glebowej i zacieśnienie się otoczek wodnych wokół cząsteczek. Posługuje się przy tym modelem, wyobrażającym cząsteczki, jako jednakowej wielkości kule. W atmosferze nasyconej wilgocią, nad 10<sup>0</sup>% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, cząsteczki posiadają tylko otoczki z wody higroskopowej  $w_h$ . Przy oznaczaniu zaś ciężaru właściwego w piknometrze, gleba znajduje się pod wodą i wówczas powstają największe otoczki wody związanej z glebą siłami molekularnymi,  $w$ .



Rys. 1. Zmiana układu cząsteczek glebowych wraz z otoczkami wodnymi.

Z rysunku pierwszego widocznym jest, że otoczki  $w$  bardziej zmały niż  $w_h$  i dlatego ciężar właściwy gleb silniej obniżył się od ich maksymalnej pojemności wody higroskopowej. Nadmienić należy, że woda związana siłami molekularnymi z cząsteczkami glebowymi jest zagęszczona i posiada nieco większy ciężar właściwy od wody wolnej. Przeto oznaczony przy pomocy piknometru ciężar właściwy gleby jest większy od rzeczywistego, zwłaszcza przy glebach silniej rozdrobnionych.

## II. Poprawienie sposobu obliczania współczynnika przepuszczalności wodnej gleb $k_0$ .

Oznaczanie przepuszczalności wodnej gleb wykonał A. P i o t r o w s k i w laboratorium, przy sztucznym ułożeniu materiału glebowego w specjalnych, w tym celu skonstruowanych aparatach F. Z u n k e r a\*)

\*) Z u n k e r F. Die Durchlässigkeit des Bodens. Zeitschrift für Pflanzenernährung Düngung u. Bodenkunde 1932.



wskazówek, dotyczących wzajemnej współzależności poszczególnych własności fizycznych gleb, oraz technicznej modyfikacji aparatów do badania przepuszczalności wodnej. Zaletą tych przyrządów jest otrzymywanie dokładnych wyników przy uwzględnieniu, w obliczeniach wypływu, temperatury, porowatości próbki i ciśnienia w czasie badania, oraz pewna możliwość dogodnych zmian w warunkach doświadczenia w zakresie tych czynników.

Obliczanie współczynnika przepuszczalności następowało według równania:

$$k_0 = \frac{W \cdot l \cdot n (\ln h_1 - \ln h_2)}{t \cdot F \cdot D (h_1 - h_2)} \text{ cm/sek,} \quad (1)$$

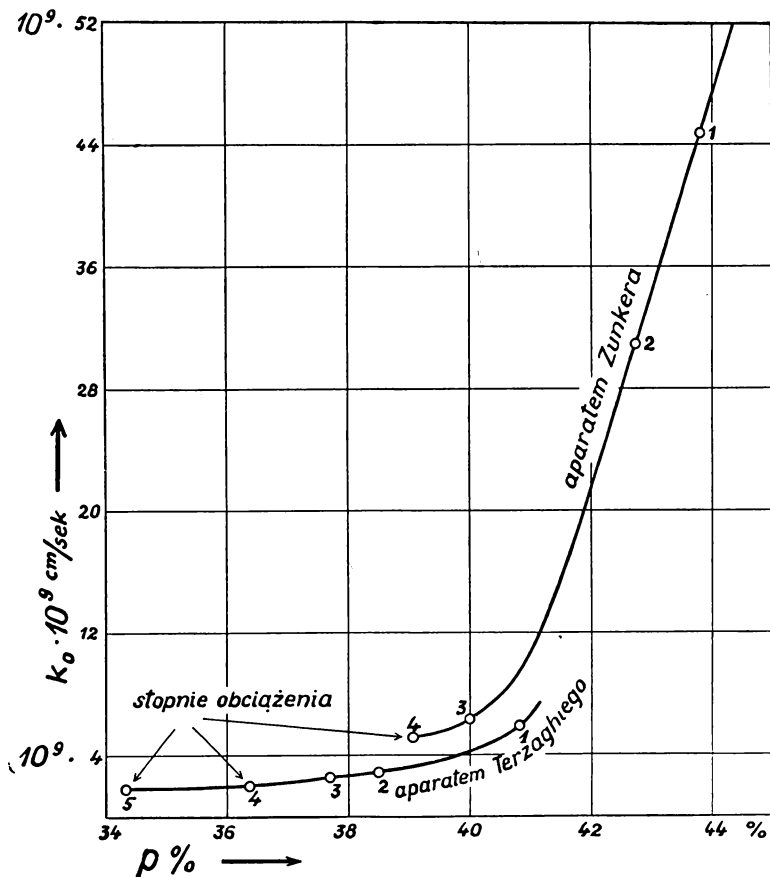
gdzie  $W$  oznacza ilość przesiąkniętej wody w  $\text{cm}^3$   
 „  $l$  „ średnią grubość badanej próbki w  $\text{cm}$   
 „  $n$  „ lepkość cieczy (wody) w  $\text{g.cm/sek}$   
 „  $t$  „ czas przesiąku w  $\text{sek}$   
 „  $F$  „ powierzchnia poziomego przekroju próbki glebowej w  $\text{cm}^2$   
 „  $h_1$  i  $h_2$  „ ciśnienia hydrostatyczne na początku i na końcu obserwowanego czasu przesiąku w  $\text{g.cm/sek}^2$   
 „  $\ln$  „ symbol oznaczający logarytm naturalny.  
 „  $D$  „ gęstość cieczy (dla wody  $D = 1$ ).

Wielkość współczynnika przepuszczalności  $k_0$  zmniejsza się, gdy maleje porowatość badanej próbki glebowej. Ponieważ tarcie przepływającej wody zmienia się w nacisk na cząsteczki i jako obciążenie hydrauliczne wzrasta z każdym  $\text{cm}$  grubości próbki w kierunku prądu wody, agregaty glebowe ulegają rozpadowi na pojedyncze cząsteczki, zmniejszają się grubości otoczek wodnych i porowatość ogólna maleje. Z tych względów poprzednicy *P i o t r o w s k i e g o*, dążąc do uzyskania niezmiennych współczynników przepuszczalności, obciążali badane próbki siłą zewnętrzną, znacznie większą od ciśnienia hydraulicznego i dopiero po ustaleniu się porowatości, obliczali średnią wartość  $k_0$ .

*P i o t r o w s k i* podczas wykonania 15 oznaczeń przepuszczalności wodnej w 13 różnych rodzajach próbek glebowych, uważał że należy stopniowo zwiększać obciążenia zewnętrzne poczynając od mniejszych i przechodząc do większych, aby w ten sposób badać gleby i przy dużej porowatości. Dla tej samej próbki uzyskiwał szereg wartości  $k_0$ , które układał na wykresie w krzywe  $k_{0p}$ .

W obliczeniach przyjmowano średnią porowatość całej próbki, gdy w rzeczywistości miarodajną dla przepuszczalności wodnej jest warstewka o najmniejszej porowatości, a więc znajdująca się pod największym

ciśnieniem. Ponieważ obciążenie zewnętrzne jest jednakowe dla całej próbki, a zmienia się tylko ciśnienie hydrostatyczne, więc przy przepływie wody z góry na dół, najmniejszą przepuszczalność posiada dolna warstewka próbki, w aparacie zaś *T e r z a g h i e g o* górna. Po uwzględnieniu odchyłeń od wartości średnich na porowatość, otrzymane przy pomocy tych przyrządów krzywe  $k_0p$  połączą się.



Rys. 3. Krzywa  $k_0p$  dla gleby nr 11.

Według kształtu krzywych  $k_0p$ , przy pierwszych stopniach obciążenia następuje zmiana sposobu ułożenia cząsteczek glebowych, na którą wpływa też długość okresu czasu przebywania próbki pod ciśnieniem.

Dla informacji podaje w tabl. 2 niektóre wartości liczbowe dotyczące warunków badań przepuszczalności, wybrane z tablic *P i o t r o w s k i e g o* dla gleby Nr 11.

Tablica 2.

Niektóre wartości liczbowe, dotyczące warunków badania przepuszczalności wodnej gleb i obliczania porowatości czynnej  $p_0$ , powierzchni właściwej  $U$  i czynnej powierzchni zbiorowej gleby  $Z_0'$ , próbki Nr 11, o ciężarze właściwym  $s=2,6923$  g/cm<sup>3</sup>.

		Przyrząd Zunkera $F=33,373$ cm <sup>2</sup>				Przyrząd Terzagiego $F=78,54$ cm <sup>2</sup>					
		Stopnie obciążenia próbki glebowej									
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	
Obciążenie zewnętrzne próbki kg/cm <sup>2</sup> . . .		0,07297	0,12919	0,18400	0,18400	0,0388	0,0854	0,0854	0,1480	0,2663	
Obciążenie hydrauliczne kg/cm <sup>2</sup> . . . . .		0,00250	0,00270	0,00480	0,00890	— 0,0082	— 0,0084	— 0,0165	— 0,0156	— 0,0187	
Grubość badanej próbki $l$ cm . . . . .		5,210	5,115	4,875	4,800	3,755	3,609	3,569	3,491	3,378	
Czas przesiąku $t$ sek. . . . .		1,099	927	8.100	8.444	6.660	47.400	12.420	13.680	155.040	
Ciśnienie hydrost. na początku $g$ cm/sek <sup>2</sup> .		13,5	14,5	27,2	44,3	31,4	35,2	62,5	56,9	86,2	
Ciśnienie hydrost. na końcu obs. cm/sek <sup>2</sup> .		12,5	13,5	19,9	41,3	29,95	25,8	55,8	51,9	39,9	
Temperatura badania °C . . . . .		25,8	25,8	25,6	25,4	21	21	21	21	19,5	
Ilość przepływu przez glebę cm <sup>3</sup> . . . . .		0,46122	0,29435	0,88690	1,3990	2,4340	10,3086	4,8441	3,6150	33,4795	
Współczynnik przepuszczal. $k \cdot 10^9$ cm/sek		44,3	30,6	6,0	4,9	5,588	3,24	2,948	2,124	1,574	
Porowatość ogólna % . . . . .		43,80	42,75	39,94	39,00	40,83	38,44	37,75	36,36	34,233	
Ciężar objętościowy g/cm <sup>3</sup> . . . . .		1,5131	1,5412	1,6171	1,6424	1,593	1,6574	1,676	1,7135	1,7708	
m = 1	Przy średniej stałej $n$ . . . . .	22	22	22	22	10,234	10,234	10,234	10,234	10,234	
	Porowatość czynna $p_0$ % . . . . .	10,52	8,85	4,37	2,87	23,92	20,84	19,95	19,22	15,43	
	Pow. właściwa gleby $U$ cm <sup>-1</sup> . . . . .	864	892	939	672	5.407	5.959	5.902	6.552	5.908	
	Pow. czynna zbior. $Z_0'$ cm <sup>-1</sup> . . . . .	2.910	3.060	3.380	2.460	19.200	22.000	22.000	25.000	23.300	
	Przy zmiennym $n$ . . . . .	22	22	14,63	14,63	15,4	15,4	12,818	12,818	12,818	7,65
Porowatość czynna $p_0$ % . . . . .	10,52	8,85	16,28	14,97	16,30	12,92	17,20	16,27	14,40	23,26	20,69
Pow. właściwa $U$ cm <sup>-1</sup> . . . . .	864	892	3.499	3.505	3.685	3.694	4.919	4.813	4.908	7.960	7.760
Zbior. czynna pow. $Z_0'$ cm <sup>-1</sup> . . . . .	2.910	3.060	12.600	12.830	13.180	13.600	18.200	18.000	18.700	30.400	30.500
m zmienne	Porowatość czynna $p_0$ % . . . . .	19,96	18,91	16,10	15,16	27,28	24,89	24,20	22,81	20,68	
	Pow. właściwa $U/\sqrt{m_1}$ cm <sup>-1</sup> . . . . .	1.690	1.700	1.690	1.690	6.160	6.170	6.170	6.160	6.160	
	Czynna pow. zbiorowa $Z_0'\sqrt{m_1}$ . . . . .	5.700	5.840	6.080	6.160	21.860	23.200	23.020	23.560	24.360	
	Stosunek $a_n = m_n/m_1$ . . . . .	1	0,7980	0,2377	0,2259	1	0,7540	0,7424	0,6293	0,6057	

O niektórych fizycznych własnościach gleb

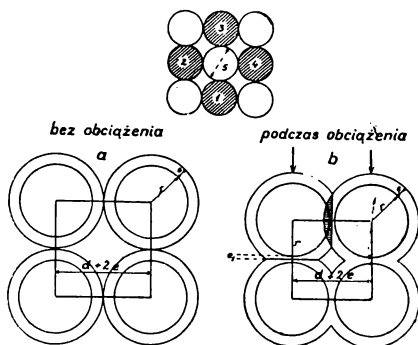
III. Stwierdzenie, że podczas przecieku lub podsiąku wody przez próbkę glebową, znajdującą się pod ciśnieniem, maleje maksymalna molekularna pojemność wodna gleby  $w$ .

Ilości wody  $w$  obliczał A. Piotrowski według równania:

$$W = \frac{\sqrt{\frac{k_0}{k_0'} \frac{m'}{m} \frac{p'}{1-p'}}}{s \left( \sqrt{\frac{k_0}{k_0'} \frac{m'}{m} - 1} \right)}, \quad (2)$$

gdzie  $k_0$  i  $p$  oznaczają współczynnik przepuszczalności i porowatość przy jednym stopniu obciążenia,  $k_0'$  i  $p'$  zaś, przy drugim, oraz  $s$  jest ciężarem właściwym gleby i  $m' : m = 1$ . Zestawienie i porównanie ze sobą wartości  $w$  wykazało, że przy większym stopniu obciążenia próbek glebowych w czasie badania zmniejsza się maksymalna molekularna pojemność wodna gleb, zwłaszcza o większej ilości cząsteczek najdrobniejszych.

Za przykład wyjaśniający służy model przedstawiający cząsteczki glebowe jako jednakowej wielkości kule, w ten sposób ułożone, aby każda była styczna do sześciu sąsiednich. (Cztery w płaszczyźnie rysunku, pięta u dołu, szоста zaś u góry).



Rys. 4. Układ cząsteczek glebowych wraz z osłonami wodnymi.

Porowatość ogólna takiego układu, niezależnie od średnicy kul, wynosi 47,64%. Gdy każda cząsteczka otoczona jest jednakowej grubości  $e$  warstewką wodną, wówczas suma objętości otoczek stanowi molekularną pojemność wodną gleby  $w$ . Po obliczeniu  $w$  i  $p$  dla układu cząsteczek nieobciążonych  $a$  (rys. 4) i obciążonych  $b$ , oraz z rysunku widocznym jest, że zmniejszają się objętości otoczek wodnych (o 6 odcinków kuli dla każdej cząsteczki), i porowatości, wskutek wzajemnego przybliżania się kul.



Obliczenie porowatości czynnej\*) według równania:

$$p_0 = p - \left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot w \cdot s \%, \quad (3)$$

oraz jej większe obniżenie się wskutek obciążenia, niż porowatości ogólnej, potwierdzają tezy Piotrowskiego.

T a b l i c a 3.

Przykład obliczenia maksymalnej pojemności wodnej i porowatości ogólnej i czynnej, według układów a i b (rys. 4), dla dwóch wielkości cząsteczek: 0,1 mm i 0,002 mm średnicy.

<i>d</i> mm		Grubość otoczki <i>e</i> mm	<i>w</i> %	<i>p</i> %	<i>s</i> g/cm <sup>3</sup>	<i>p</i> <sub>0</sub> %
0,1	<i>a</i>	2,5.10 <sup>-4</sup>	1,510	48,41	2,65	46,35
	<i>b</i>	0,8.10 <sup>-4</sup>	1,507	47,89	—	45,81
Różnice		—	0,003	0,52	—	0,54
0,002	<i>a</i>	0,5.10 <sup>-4</sup>	10,53	54,77	2,68	42,02
	<i>b</i>	0,17.10 <sup>-4</sup>	10,19	50,22	—	36,64
Różnice		—	0,34	4,55	—	5,38

#### IV. Poprawienie sposobu obliczania powierzchni właściwej gleby

Powierzchnia właściwa gleby *U*\*\*\*) jest własnością fizyczną, którą należałoby częściej posługiwać się przy badaniach gleboznawczych i melioracyjnych, albowiem w niektórych wypadkach pozwala ona nam wysnuć trafniejsze wnioski, niż znajomość składu mechanicznego gleb. Stanowi ona jedną liczbę, oraz łatwo ją oznaczyć laboratoryjnie, nawet przy badaniu innych własności gleb, jak np. przepuszczalności wodnej.

A. P i o t r o w s k i, po ukazaniu błędnych rezultatów do jakich dochodzono przy dotychczas stosowanym sposobie obliczania powierzchni właściwej gleb, podaje nowe następujące wytyczne:

1. Należy uwzględnić zmniejszenie się maksymalnej molekularnej pojemności wodnej w próbkach znajdujących się pod ciśnieniem.

\*) P o r o w a t o ś ć c z y n n a *p*<sub>0</sub> odpowiada objętości powietrza w glebie, znajdującej się w stanie maksymalnego molekularnego uwilgotnienia.

\*\*) P o w i e r z c h n i a w ł a ś c i w a *U* odpowiada stosunkowi powierzchni zbiorowej badanej gleby do powierzchni zbiorowej tworzącego zastępczego o tym samym ciężarze, lub objętości, złożonego z kul o średnicy 1 cm.

2. W równaniach (2) do obliczania  $w$  i w (4) powierzchni właściwej gleby  $U$ , należy przyjmować zmienne wartości współczynnika  $m_0$ , przy różnych obciążeniach.

$$U = \frac{p_0}{1-p} \sqrt{\frac{m_0}{k_0}} \text{ cm}^{-1}. \quad (4)$$

3. Powierzchnia właściwa gleby, niezależnie od obciążenia próbki glebowej, powinna pozostać bez zmiany.

Aby wykonać obliczenie przyjmuje P i o t r o w s k i trzy założenia:

1. Wzajemny stosunek współczynników  $m$  przy dwóch ostatnich (największych) stopniach obciążenia jest równy 1. Wtedy można obliczyć według równania (2) wartość  $w$ .

2. Iloczyn maksymalnej molekularnej wilgotności gleby i jej ciężaru objętościowego  $c$ , jest wielkością stałą, czyli

$$w \cdot c = \text{constans} \quad (5)$$

Dzięki temu można obliczyć wartości  $w$  i  $p_0$  przy pozostałych stopniach obciążenia.

3. Współczynniki  $m$  są odwrotnie proporcjonalne do porowatości czynnych w drugiej potęgze, czyli:

$$\frac{m_1}{m_n} = \left[ \frac{p_{0n} \cdot (1-p_1)}{p_{01} \cdot (1-p_n)} \right]^2 \frac{k_{01}}{k_{0n}}, \quad (6)$$

gdzie 1 jest wskaźnikiem pierwszego,  $n$  zaś innego dowolnego stopnia obciążenia. Przy pomocy tego ostatniego równania, oblicza się zmienne wartości  $m$ , potrzebne do wzoru (4), według którego ostatecznie oznacza się powierzchnię właściwą gleby, przy poszczególnych stopniach obciążenia.

Dla przykładu zebrane są w tabl. 2, obliczone według trzech sposobów wartości  $U$  dla gleby Nr 11: Pierwszy — przy  $m = 1$  i stałej średniej wartości  $w$ ; drugi  $m = 1$ , lecz zmienna przy obciążeniu wartość  $w$ , i trzeci —  $m$  zmienne przy obciążeniu próbki.

## V. Opracowanie metody obliczania zbiorowej czynnej powierzchni gleby na podstawie zbadania przepuszczalności wodnej

Wielkość przepływu wody przez glebę, zależy w mniejszym stopniu od powierzchni zbiorowej stałych cząsteczek, niż od utworzonej przez

przywierające do nich otoczki wodne tzw. czynnej powierzchni glebowej. Oblicza się ją w jednostce wagowej  $Z'$ , lub objętościowej  $Z_0'$ .

Według modelu złożonego z kul: (rys. 4)

$$Z' = \frac{6}{s' \cdot d'_{nv}} \text{ cm}^2/\text{g}, \text{ lub } Z_0' = \frac{6 c'}{s' \cdot d'_{nv}{}^2} \text{ cm}^2/\text{cm}^3, \quad (7)$$

gdzie  $s'$  oznacza ciężar właściwy gleby łącznie z otoczkami wodnymi  $d'_m$  jest to c z y n n a ś r e d n i c a c z ą s t e c z e k \*) (średnica kuli powiększona o dwie grubości otoczek wodnych);  $c'$  oznacza ciężar objętościowy gleby łącznie z otoczkami.

Po szeregu przekształceniach:

$$Z_0' = 6(1-p) \cdot U \text{ cm}^{-1}, \quad (8)$$

a po podstawieniu do ostatniego równania wartości  $U$  z równania (4) z uwzględnieniem zmienności współczynnika  $m$ , otrzymamy ostateczny wzór, poszukiwany na obliczanie czynnej powierzchni gleby.

$$Z_0' = \frac{6 \cdot p_0 \sqrt{a_n \cdot m_1}}{\sqrt{k_0}} \text{ cm}^2/\text{cm}^3, \text{ gdzie } a_n = m_n/m_1. \quad (9)$$

Wartość współczynnika  $m_1$  jest wątpliwa i powinna być dokładniej określana dla różnych rodzajów gleb. Zbyt nagły spadek  $m$  od pierwszego do drugiego stopnia obciążenia, świadczy o zmianie struktury próbki glebowej pod ciśnieniem.

## VI. Stwierdzenie zmian, jakie zachodzą w stosunku ( $n$ ) między maksymalną molekularną wilgotnością gleb, a ich hygroskopową pojemnością wodną, w czasie badania przepuszczalności wodnej

Po oznaczeniu hygroskopowej pojemności wodnej gleb  $w_h$ , 13 rodzajów gleb, (tabl. 1) obliczono według równania (2) ich maksymalną molekularną wilgotność  $w$ , przy najmniejszym i największym stopniu obciążenia. W ten sposób dla każdej gleby otrzymano po dwie wartości na  $n$ . Okazało się po zestawieniu, że przy wzroście obciążenia próbek stosunek  $n$  nieco zmalał (średnio z 3,55 na 3,28), nie można zaś było stwierdzić wyraźnej zależności zmian  $n$  od składu mechanicznego gleb.

\*) Według Slichtera, czynna średnica cząsteczek  $d_m$ , oznacza taką jej wielkość, że tylko 10% cząsteczek w glebie posiada mniejszy wymiar. Te 10% ma taki sam wpływ na przepuszczalność wodną, jak pozostałe 90% o średnicach większych.

VII. Ustalenie współzależności między powierzchnią właściwą gleb, a zawartością cząsteczek mniejszych od 0,002 cm.

Aby stworzyć możliwość szerszego zakresu wykorzystania wyników badań przepuszczalności wodnej gleb, A. P i o t r o w s k i zwrócił szczególną uwagę na zawartość cząsteczek mniejszych od 0,002 mm w badanych przezeń glebach mineralnych. Frakcja ta posiada decydujące znaczenie w rolniczej przydatności gleb, gdyż rozstrzyga o szeregu ich fizykochemicznych właściwościach.

Graficzne zestawienie wyników analiz mechanicznych gleb z obliczonymi, po zbadaniu przepuszczalności wodnej, ich powierzchniami właściwymi, pozwoliło na wykreślenie i obliczenie prostej o równaniu:

$$U = 338,98 \cdot g \cdot \sqrt{m_1} \text{ cm}^{-1}, \quad (10)$$

gdzie  $g$  oznacza zawartość cząsteczek mniejszych od 0,002 mm w %,  $m_1$  oznacza zaś współczynnik, zależny od kształtu cząsteczek.

Prosta ta charakteryzuje przeciętny stosunek pomiędzy powierzchnią właściwą, a procentową zawartością cząsteczek mniejszych od 0,002 mm w glebach mineralnych.

## STRESZCZENIE

Dr inż. A. P i o t r o w s k i z Warszawy napisał w 1939 r. we Wrocławiu rozprawę doktorską, w której znajduje się szereg tez, dotyczących laboratoryjnego badania gleb:

1. Podczas dłużejtrętnego przechowywania próbek glebowych w laboratorium zmniejsza się ich hygroskopowa pojemność wodna i ciężar właściwy, wskutek zwiększania się stopnia a g r e g a c j i cząstek.
2. Przy oznaczaniu przepuszczalności wodnej:
  - a) należy stopniowo obciążać próbki glebowe, aby badać przepuszczalność wodną gleb przy małej ich porowatości. Najlepszą formą przedstawiania wyników są krzywe  $k_{0p}$ .
  - b) podczas przepływu wody przez próbkę glebową, znajdującą się pod ciśnieniem, maleje wskutek wzajemnego przybliżenia się cząsteczek, maksymalna molekularna pojemność wodna gleby.
  - c) Obliczając powierzchnię właściwą gleby  $U$ , należy uwzględnić zmniejszanie się maksymalnego molekularnego uwilgotnienia, oraz przyjmować zmienne wartości na współczynnik  $m_0$  zależny od kształtu cząsteczek.

- d) Przy obliczaniu czynnej powierzchni zbiorowej gleby trzeba uwzględnić zmniejszanie się porowatości czynnej pod obciążeniem.
- e) Podczas obciążenia stosunek między maksymalną molekularną wilgotnością gleb, a ich hygroskopową pojemnością wodną nieco maleje, lecz niezależnie od ich składu mechanicznego.
- f) Między powierzchnią właściwą gleb, a procentową zawartością cząsteczek mniejszych od 0,002 mm istnieje zależność w postaci równania pierwszego stopnia.

#### А. ОСЬВЕНЦИМСКИ

### О НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ПОЧВ НА ОСНОВАНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ Д-ра АНДРЕЯ ПИОТРОВСКОГО (Институт мелиорации и сельскохозяйственного инженерного дела в г. Варшаве)

#### Краткое изложение

Доктор А. Пиотровски из Варшавы написал в 1939 году в г. Вроцлаве диссертацию на степень доктора, заключающую некоторое количество тезисов касающихся исследования почв в лаборатории.

1. Если образцы почвы сохраняются много лет в лаборатории, то их гигроскопическая влагоемкость и удельный вес уменьшаются вследствие агрегации частиц.

2. Определяя (измеряя) водопроницаемость почвы:

a. следует постепенно нагружать образцы почвы имея в виду исследовать водопроницаемость почв при малой порозности.

Лучшим способом изображения результатов являются кривые  $k_0 p$ ,

b. Следует иметь в виду, что во время просачивания воды сквозь образец почвы находящийся под давлением, снижается (уменьшается) наибольшая молекулярная влагоемкость вследствие взаимного сближения частичек.

v. Исчисляя удельную поверхность почвы И следует принимать во внимание уменьшение наибольшего молекулярного увлажнения и принимать переменные числа коэффициента  $t_0$  в зависимости от формы частичек.

г. при исчислении действующей общей поверхности почвы надо принять во внимание уменьшение порозности вследствие давления.

- д. вследствие давления соотношение наибольшей молекулярной влажности почв к их гигроскопической водной емкости немного уменьшается независимо от их механического состава;
- е. между удельной поверхностью почв и процентным содержанием части меньше 0,002 мм существует зависимость в виде уравнения первой степени.

#### A. OŚWIECIMSKI

### ON SOME PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS ON THE BASIS OF DR ANDRZEJ PIOTROWSKI'S INVESTIGATIONS

(Institute of Melioration and Agriculture Engineering, Wrocław)

#### S u m m a r y

Dr A. Piotrowski wrote in the year 1939 a doctor ship tretise which comprises some theses concerning the laboratory investigation of soil.

1. During long-years of soil samples at the laboratory decreases their hygrosopic water capacity and specific weight.
2. When determining the water permeability:
  - a. The soil samples are to be stressed gradually in order to examine the water permeability of soil at low porosity. The results are best represented by the curves  $k_{op}$ .
  - b. The flow of water trough the stressed soil sample lowers the maximum molecular water capacity.
  - c. When computing the specific surface area  $U$ , decreasing of maximum molecular humidity should be taken into account; the values of the coefficient  $m_0$ , which depends on the shape of particles are varying.
  - d. When computing the effective complex area of the soil, the effective porosity under stress should be taken into account.
  - e. Under stress the ratio of maximum molecular humidity to hygrosopic water capacity decreases, independently on the mechanical composition.
  - f. The ratio of the specific surface area to the percentage of particles under 0,002 mm can be represented by an equation of first degree.