ROCZNIKI GLEBOZNAWCZE T. XXVII. Nr 4. WARSZAWA 1976

STANISŁAW ZĄBEK

WPŁYW SKŁADU MECHANICZNEGO I BUDOWY PROFILU CZTERECH RODZAJÓW GLEBY NA WSIĄKANIE WODY

Oddział Śląski IUNG we Wrocławiu

W okresie ostatnich kilku lat poświęca się dużo uwagi badaniom ruchu wody w glebach i gruntach. Wynika to ze znaczenia tego zjawiska w hydrologii, inżynierii i rolnictwie. Na plan pierwszy wysuwa się tu zagadnienie ujęć wody wgłębnej, kontrola wód z terenów stosujących wysokie nawożenie NPK, zagadnienie zwiększenia spływu powierzchniowego wskutek rozwoju mechanizacji prac w rolnictwie, korekta norm drenowania i wyznaczanie właściwych norm dla nawodnień.

Ruch wody w glebach i gruntach warunkuje ich ziarnista budowa. Dzięki tej budowie powstają pory glebowe, których ilość, kształt i rozmieszczenie w profilu uzależnione są od genezy gleby i jej tekstury, a także od czynnika biologicznego. Na przykład korzenie roślin przyczyniają się do powstawania cienkich kanalików biegnących przeważnie w kierunku pionowym, a fauna glebowa (szczególnie dżdżownice) — chodników przebiegających w różnych kierunkach.

Woda deszczowa, szczególnie po większych opadach, przemieszczając się w glebie ulega zanieczyszczaniu, ponieważ rozpuszcza różne sole i przenosi je coraz głębiej aż do wody gruntowej.

Z ruchem wody w glebie, szczególnie grawitacyjnym, mamy do czynienia w czasie nawodnień. Wówczas może zachodzić albo zanieczyszczanie wody, gdy na powierzchnię gleby wprowadzono stosunkowo czystą wodę studzienną, albo oczyszczanie się ścieków, które w czasie infiltracji osadzają w pierwszej kolejności na cząstkach gleby swoje składniki w formie zawiesin. W przypadku stosowania wody studziennej stężenia Ca^{2+}, K^+ i Na^+ w mg/l odcieku było średnio o 15% wyższe, a w przypadku ścieków — o 40% niższe w stosunku do ich ilości w wodzie wprowadzonej na powierzchnię gleby w dużym wazonie [4, 5, 6].

Fizyczne właściwości roztworów glebowych w piaskach i w glinach przy różnym stopniu nasycenia wodą badali jako jedni z pierwszych T e p e i D a r l o w s k y [2]. Autorzy ci dodawali do badanych gleb wzrastające

ilości soli nawozowych i dla kilku stanów wilgotności badali lepkość roztworu glebowego, ciśnienie osmotyczne i tarcie. Z badań tych wynikało, że lepkość roztworu maleje średnio 10-krotnie w miarę wzrostu wilgotności gleby oraz rośnie (szczególnie przy niskiej wilgotności) proporcjonalnie do ilości dodawanej soli.

Lepkość roztworu glebowego, adhezja i napięcie powierzchniowe łącznie z siłą grawitacji i siłą ssącą korzeni wpływają w znaczny sposób na ruch wody, szczególnie w glebach zwięźlejszych. Pogląd na to zagadnienie można sobie dokładniej wyrobić w oparciu o wyniki badań doświadczalnych.

CEL, WARUNKI I METODA BADAŃ

Badania wsiąkliwości przeprowadzono jesienią 1957 r. na doświadczeniu założonym w 1946 r. Użyto do tego celu czterech rodzajów gleb mineralnych, umieszczonych w dużych wazonach o średnicy 112 cm, wysokości 120 cm, zawierających około 1,0 m^3 badanej gleby. Wazony obsiano trawami i nawadniano, jedne — wodą studzienną, a inne — ściekami.

Gleby do badań pobrano na terenie Rędzina i Osobowic (płn.-zach. część Wrocławia) w odległości 0,5—1,5 km od Odry. Glebę piaszczystą i gliniastą na piasku pobrano do badań na terenie międzywala, na prawym brzegu, natomiast glebę lekką na glinie i gliniastą na ile pobrano poza wałem powodziowym, ok. 1 km od opisywanych gleb lżejszych w kierunku dolnego biegu rzeki, na terenie sąsiadującym z irygowanymi polami Wrocławia.

W zasięgu poszczególnych rodzajów gleby wykopano odkrywki glebowe do głęb. 1,5 m, opisano poszczególne warstwy i pobrano próbki do analizy mechanicznej. Następnie zdejmowano kolejne warstwy glebowe i przewożono do wazonów, zachowując ich kolejność i miąższość stwierdzoną w polu. Warstwy starannie ubijano. Powierzchnię wazonów obsiano mieszanką traw i nawadniano stosownie z ustalonym schematem doświadczenia. W czasie nawodnień analizowano wodę studzienną i ścieki wprowadzane na powierzchnię gleby oraz odciek w celu określenia właściwości filtracyjnych gleby. Mierzono szybkość przepływu wody przez słup gleby w wazonie, a plony traw z każdego pokosu ważono.

Jak wynika z poprzednich badań [7], wysokość plonów traw w tym doświadczeniu, średnio za okres lat 1952—1957, zależała od składu mechanicznego gleby i od rodzaju użytej do nawodnień wody. Średnio z 6 lat najniższe plony zbierano na glebie piaszczystej, najwyższe — na glebie lekkiej na glinie, a pośrednie — na obu pozostałych glebach.

W trakcie całego okresu trwania doświadczenia obserwowano, że czas od wprowadzenia wody (lub ścieków) na powierzchnię gleby do pojawienia się odcieku w otworze dna wazonu był najdłuższy w przypadku gleby

piszczystej (ok. 35 minut), a najkrótszy w przypadku gliny ciężkiej naiłowej (10—15 minut).

Sprawę ruchu wody w tych glebach postanowiono wyjaśnić za pomocą metody polowego oznaczania wsiąkliwości wodnej. Do gleby wciska się na głębokość ok. 5 cm współśrodkowo 2 cylindry: mniejszy o średnicy 25 cm i większy, tzw. ochronny, o średnicy 40 cm, który dookoła cylindra mniejszego (środkowego) tworzy pierścień. Do obu cylindrów wlewano warstwę wody na wysokość 7 cm i poziom jej utrzymywano, uzupełniając ubytek ze zbiornika kalibrowanego, jeśli chodzi o cylinder środkowy, a z naczynia niekalibrowanego, jeśli chodzi o cylinder zewnętrzny. Takich kompletów cylindrów ustawiono na powierzchni wazonu cztery. Dla danego wazonu był to pomiar w czterech powtórzeniach.

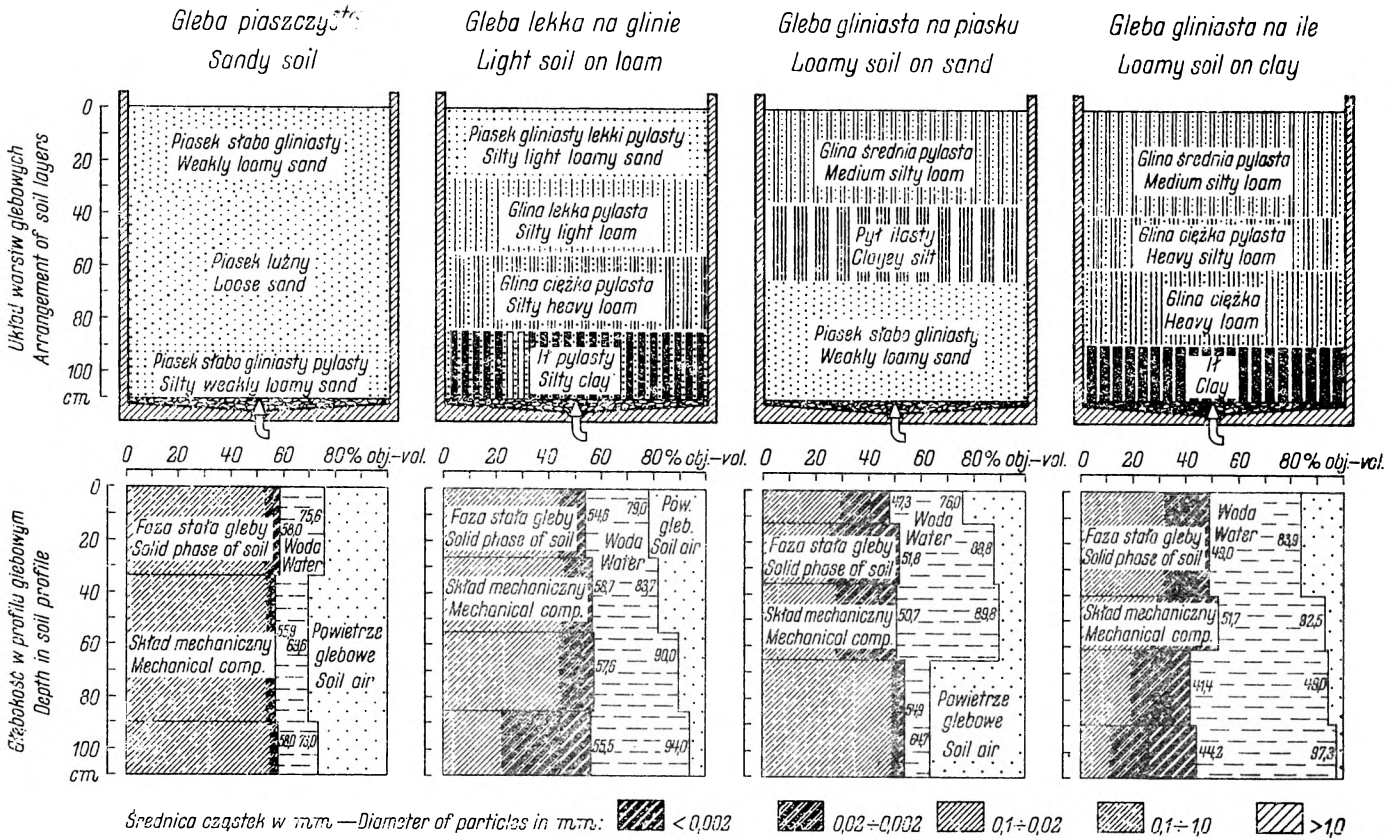
Badano gleby w wazonach nawadnianych wodą studzienną oraz gleby w wazonach nie nawadnianych w ciągu całego czasu trwania doświadczenia. Przy pomiarach wsiąkania używano wody studziennej.

Po pomiarach wsiąkania trwających ok. 6 godzin woda odciekała jeszcze przez otwór w dnie wazonu. Po upływie 1 doby zdejmowano poszczególne warstwy ziemi, pobierając w każdej z nich próbki do naczyniek o pojemności 100 cm^3. W ten sposób określano objętość fazy stałej, wody

Tabela 1

Niektóre właściwości badanych gleb
Some properties of inwestigated soil

Rodzaj gleby Soil kind	Głębokość Depth cm	Zawartość części o Ø w mm Content of particles with diameter in mm		Maksymalna polowa pojemność wodna w % objętości Maximal field water capacity in vol. %	
		0,2-0,02	< 0,02	w poszczególnych warstwach in particular layers	średnio w całym profilu mean in whole profile
Piaszczysta Sandy soil	0-35		9,5	17,6	
	36-96		3,3	13,7	
	97-120		5,6	15,0	15,0
Lekka na glinie Light soil on loam	0-30		13,6	24,4	
	31-60		20,8	25,0	
	61-90		56,0	34,0	
	91-120		60,7	38,5	27,8
Gliniasta na piasku Loamy soil on sand	0-15	33,3	39,6	28,7	
	16-35	32,9	50,3	37,0	
	36-73	45,5	45,9	39,1	
	74-120	-	8,9	10,2	26,0
Gliniasta ciężka na ile Heavy loamy soil on clay	0-40	32,1	37,1	34,9	
	41-60	25,9	52,7	39,8	
	91-120		75,5	53,1	43,8



Rys. 1. Układ warstw badanych gleb w dużych wazonach, ich skład mechaniczny oraz udział fazy stałej, wody i powietrza glebowego w procentach objętościowych, po maksymalnym nasyceniu gleb wodą i jej odciekнięciu z wazonu

Arrangement of layers of investigated soils in big pots, composition of the soils and percentage of solid phase, water and soil air in vol. %, at maximal saturation of soil with water after its flow off the pots

i powietrza glebowego przy maksymalnym wysyceniu wodą (rys. 1). Niektóre właściwości badanych gleb w poszczególnych warstwach przedstawiono w tab. 1.

WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

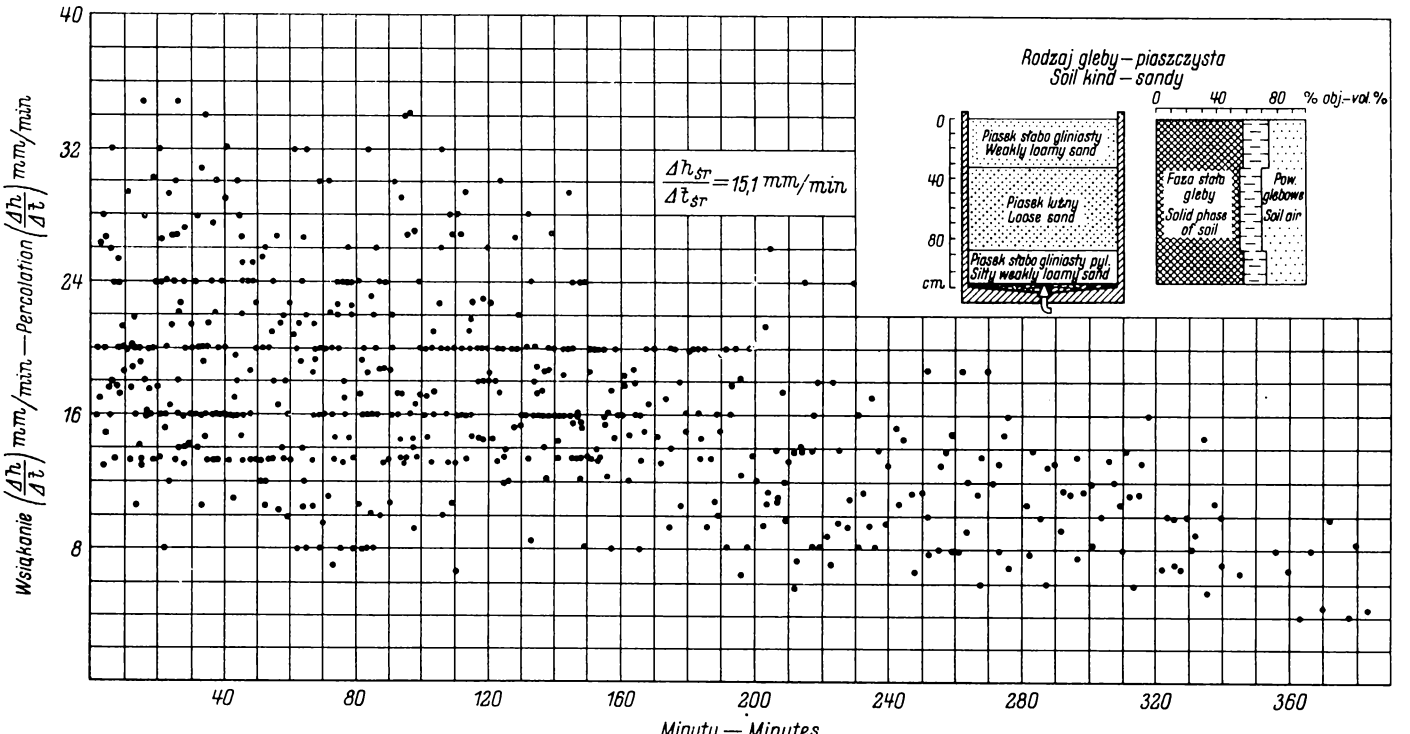
WSIĄKANIE WODY W CZTERY GLEBY MINERALNE OBSIANE TRAWAMI I NAWADNIANE WODĄ STUDZIENNĄ

Prędkość wsiąkania wody w glebę piaszczystą ustalono na podstawie czterech równolegle prowadzonych powtórzeń w czasie 390 minut. Średnia z ok. 550 pomiarów wynosi 15,1 mm słupa wody na minutę. Wyniki pomiarów wsiąkania przedstawione w postaci punktów (rys. 2) w początkowej fazie wsiąkania, tj. w granicach 0—150 minut, wahają się między 7 i 34,5 mm słupa wody na minutę. Od 150 do 270 minut górna granica wyników pomiarów stabilizuje się na poziomie 20 mm słupa wody na minutę (4 pomiary ponad tę granicę są wyjątkiem), a dolna granica jest na poziomie pierwszego etapu wsiąkania. W przedziale 270 do 390 minut widać wyraźną tendencję do obniżania się dolnej granicy do 4 mm słupa wody na minutę.

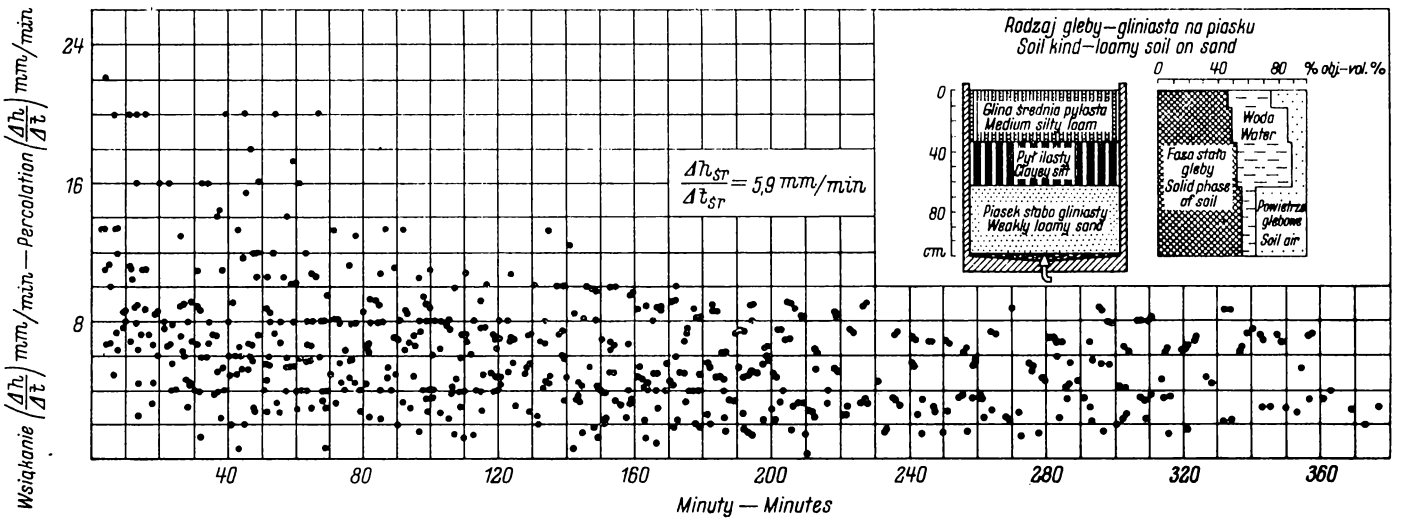
Prędkość wsiąkania wody w glebę gliniastą na piasku (rys. 3) ustalono z 4 równoległych powtórzeń, prowadzonych w czasie 380 minut. Średnia z 589 pomiarów wynosi 5,9 mm słupa wody na minutę. W pierwszych 70 minutach górna granica szybkości wsiąkania stabilizuje się na poziomie 20 mm słupa wody, a dolna — na poziomie 2 mm słupa wody. Wyraźne zgrupowanie wyników pomiarów występuje w zakresie 4—9 mm słupa wody na minutę. W następnym etapie (70—140 minut) górna granica, do której sięgają punkty przedstawiające wyniki pomiarów, obniżyła się do 12,7 mm słupa wody na minutę, a dolna pozostawała na dotychczasowym poziomie. Maksymalne zagęszczenie pnuktów utrzymywało się nadal w przedziale 4—9 mm słupa wody. Od 140 do 360 minut górna granica zasięgu punktów stabilizowała się na poziomie średnio 8,6 mm słupa wody, natomiast dolna podniosła się do 2 mm słupa wody na minutę dopiero pod sam koniec pomiarów.

Prędkość wsiąkania wody w glebę lekką na glinie (rys. 4) wyliczono z 4 równolegle prowadzonych powtórzeń w czasie 320 minut. Średnia z 163 pomiarów wynosiła 4,0 mm słupa wody na minutę. Jedynie w pierwszych 30 minutach górna granica zakresu wyników pomiarów obniżyła się z 12 do 8 mm, a dolna wahała się od 2 do 4 mm słupa wody. Od 30 aż do 320 minut nie występowała tendencja malejąca, natomiast w przedziale 2—6 mm słupa wody ma miejsce największe zagęszczenie punktów.

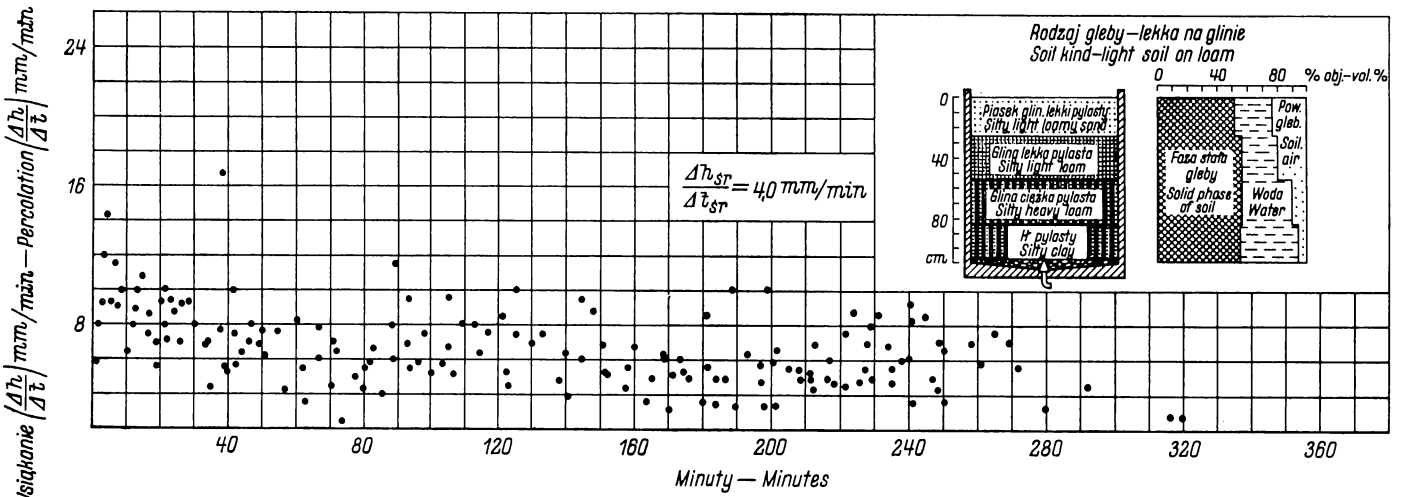
Wsiąkanie wody w glebę gliniastą ciężką na ile (rys. 5) ustalono z 4 równoległych powtórzeń w czasie 380 minut. Średnia z 200 pomiarów wynosiła 2,7 mm słupa wody na minutę. Wyniki pomiarów prędkości



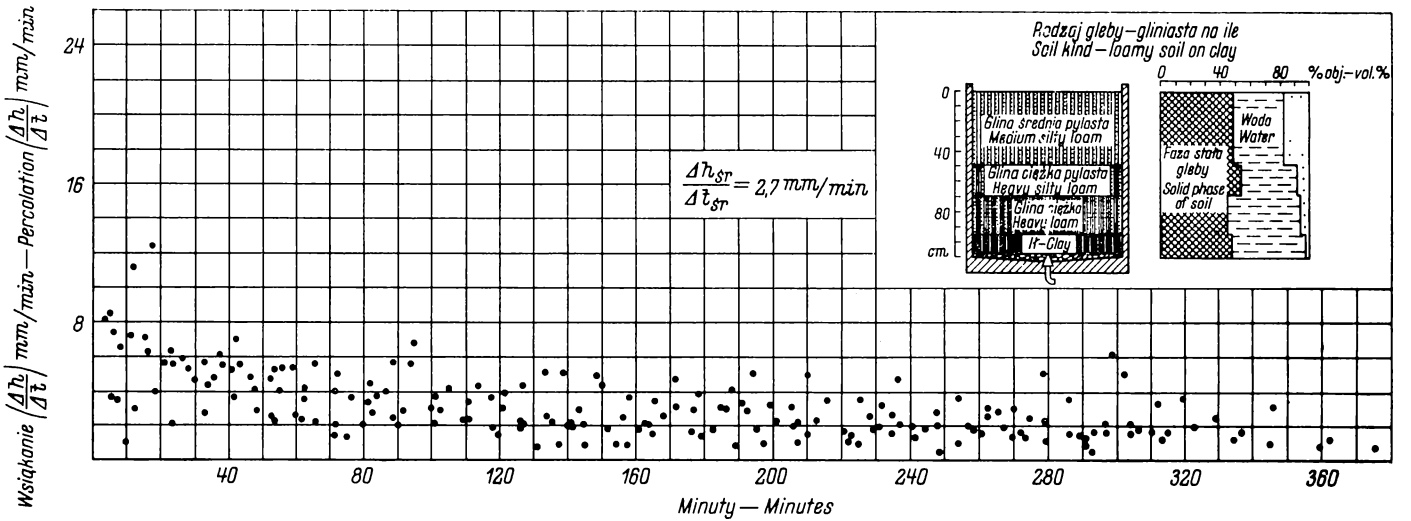
Rys. 2. Przebieg wsiąkania wody w darń gleby piaszczystej luźnej
Water percolation course into sod of loose sandy soil



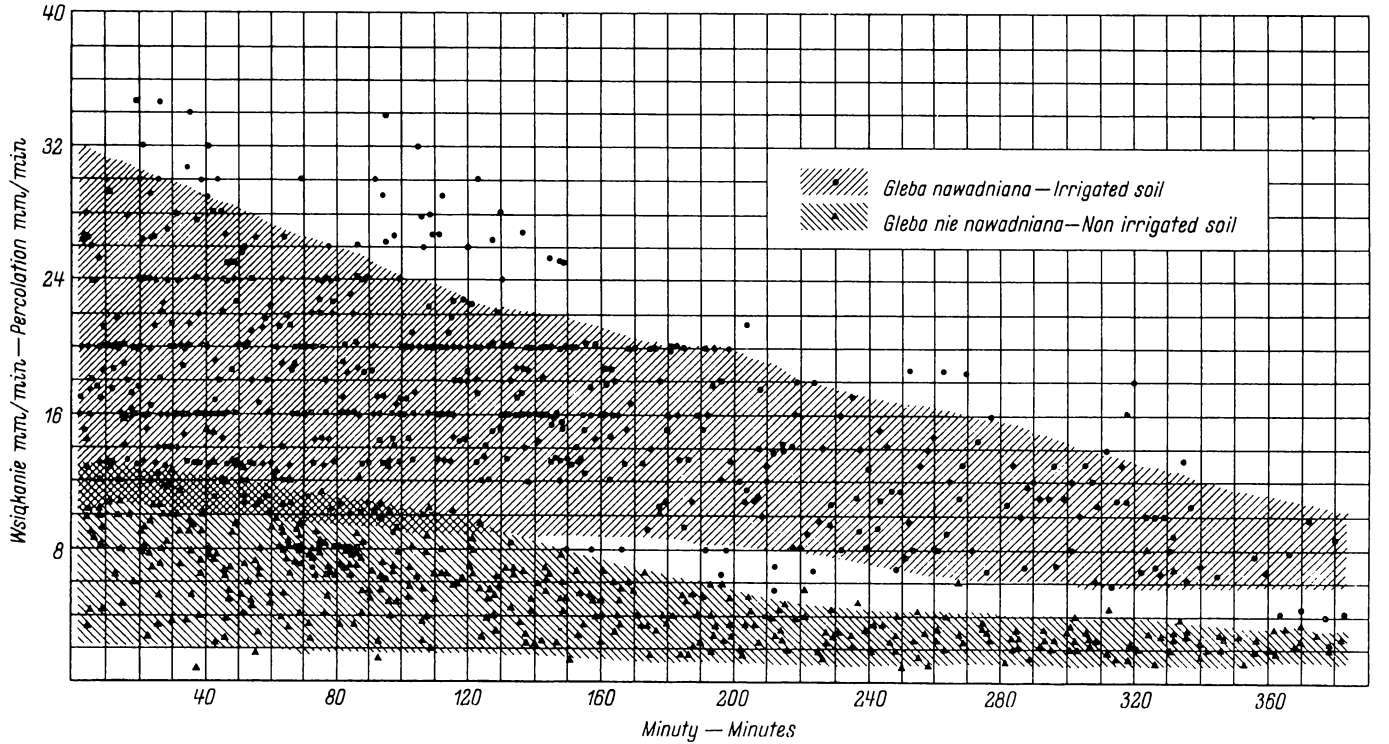
Rys. 3. Przebieg wsiąkania wody w darń gleby gliniastej na piasku
Water percolation course into sod of loamy soil on sand



Rys. 4. Przebieg wsiąkania wody w darń gleby lekkiej na glinie
Water percolation course into sod of light soil on loam



Rys. 5. Przebieg wsiąkania wody w darń gleby ciężkiej na ile
Water percolation course into sod of heavy soil on clay



Rys. 6. Porównanie wsiąkania na glebie piaszczystej nawadnianej, o dobrze rozwiniętej darni z wsiąkaniem na glebie piaszczystej nie nawadnianej, o darni słabej

Comparison of percolation on irrigated sandy soil well developed sod and that on non-irrigated sandy soil with weakly developed sod

wsiąkania są w przypadku tej gleby najmniej rozproszone i mieszczą się w granicach od 1 do 5 mm słupa wody na minutę. Jedynie w pierwszych 60 minutach dochodzą do 8,4 mm słupa wody (nie licząc 2 sporadycznych przypadków wychodzących poza ten zakres).

WSIĄKANIE WODY W GLEBĘ PIASZCZYSTĄ Z KONTROLNEJ SERII WAZONÓW

W serii wazonów nawadnianych w czasie okresu trwania doświadczeń na uwagę zasługuje wynik prędkości wsiąkania w wazonie z glebą piaszczystą. Porost w tym wazonie, w skład którego wchodziły kostrzewa czerwona, stokłosa bezostna, kostrzewa łąkowa, był najsłabszy, ponieważ otrzymywał wodę tylko z opadów. Dlatego trawy w tym wazonie jedynie w czasie I cięcia (I dekada czerwca) były zielone, a odrost przypadający na miesiące letnie żółkł i usychał.

Tabela 2

Ważniejsze dane statystyczne w związku z obliczeniem wsiąkania w darń gleby piaszczystej

Some important statistical data connected with the calculation of percolation into sod of irrigated and non-irrigated sandy soil

	Kryterium	Gleba Soil	
		nawadniana irrigated	nie nawadniana non-irrigated
1	Średnie Means $\bar{X} = \frac{\sum n_x S_{yi}}{N}$	145,00	177,20
	$\bar{Y} = \frac{\sum n_y S_{xk}}{N}$	15,10	5,17
2	Kowariancja Co-variance $C_{xy} = \frac{1}{n} \sum n_{xy} \cdot XY - \bar{X}\bar{Y}$	-430,20	-213,71
3	Odchylenia standardowe Standard deviations ∂x	102,25	104,72
	∂y	6,70	3,29
4	Współczynnik korelacji Correlation coefficient $r = \frac{C_{xy}}{xy}$	-0,6931	-0,6203
5	Współczynnik regresji prostoliniowej Rectilinear regression coefficient $\varrho - r \frac{\partial y}{\partial x}$	-0,0411	-0,0194

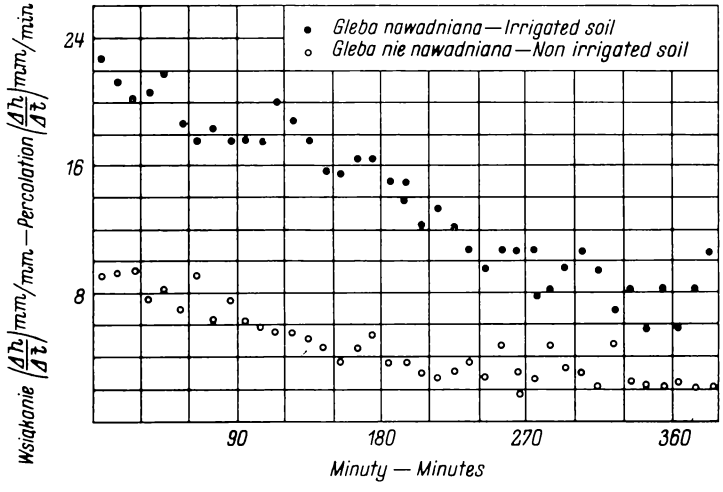
W tych warunkach darń w wazonie nie nawadnianym po kilku latach doświadczenia nie wykształciła się, ponieważ korzenie wegetującej w suchych warunkach trawy nie były w stanie powiązać luźnych ziarn piasku.

Uzyskane w tych warunkach wyniki prędkości wsiąkania były znacznie niższe niż z tą samą glebą w wazonie nawadnianym wodą studzienną; średnia z 650 pomiarów wynosiła 5,17 mm słupa wody na minutę, co stanowiło 1/3 średniej prędkości wsiąkania uzyskanej w wazonie z glebą nawadnianą.

Z porównania przebiegu wsiąkania w obu tych wazonach widać (rys. 6), że punkty przedstawiające wyniki pomiarów na glebie nie nawadnianej są mniej rozproszone niż w wazonie nawadnianym i leżą znacznie niżej od tych, które reprezentują pomiary na glebie nawadnianej. Jedynie w pierwszych 110 minutach oba zakresy nachodzą nieznacznie na siebie.

Z obliczeń statystycznych dotyczących prędkości wsiąkania wody w glebę piaszczystą nawadnianą i nie nawadnianą (tab. 2) wynika, że współczynniki korelacji są zbliżone, a odchylenia standardowe i współczynniki regresji prostoliniowej różnią się o ok. 50%.

Wszystkie wyniki pomiarów (z gleby nawadnianej 530, a z nie nawadnianej 650) pogrupowano w klasy, przyjmując przedział klasowy dla gleby nie nawadnianej 1,88 mm słupa wody na minutę, a dla gleby nawadnianej — 2,52 mm słupa wody. Średnia otrzymana dla poszczególnych klas (rys. 7) dowodzi, że w przypadku gleby piaszczystej nawadnianej szybkość wsiąkania w pierwszej fazie przekraczająca 22 mm słupa wody na minutę maleje w końcu pomiarów do 8 mm słupa wody. W przypadku gleby nie nawadnianej średnie z klas w pierwszej fazie, przekraczające 9 mm słupa wody, obniżają się w końcu pomiarów do 2 mm.



Rys. 7. Polowa wsiąkalność w darń gleby piaszczystej nawadnianej i nie nawadnianej. Średnie z klas pomiarów obliczono na podstawie tablicy korelacyjnej

Field percolability into sod of irrigated and non-irrigated sandy soil. Means for measurement classes calculated in the basis of correlation table

WNIOSKI

Na podstawie badań wsiąkalności czterech gleb mineralnych metodą polową, umieszczonych w dużych wazonach obsianych trawami, dochodzi się do następujących wniosków:

1. Najwyższą średnic wsiąkalność — 15,1 mm słupa wody na minutę — wykazała gleba piaszczysta luźna, mniejszą — 5,9 mm słupa wody gleba gliniasta na piasku, jeszcze mniejszą — 4,0 mm słupa wody gleba lekka na glinie, a najmniejszą — 2,7 mm słupa wody gleba gliniasta na ile.

2. Przy badaniu wsiąkalności czterech gleb nawadnianych wodą studzienną oraz tych samych gleb nie nawadnianych najbardziej istotne różnice stwierdzono w przypadku gleby piaszczystej, gdyż gleba nie nawadniana o słabym poroście i luźnej darni wykazała prawie 3-krotnie mniejszą wsiąkalność od gleby piaszczystej nawadnianej, dobrze zadarnionej. Korelacja między prędkością wsiąkania i czasem jest dla obu badanych obiektów dość wysoka ($r_{nienaw} = -0{,}6203$, $r_{naw} = -0{,}6931$).

3. Gdy w podłożu badanej gleby występował piasek, wówczas wsiąkanie było o ok. 50% wyższe w porównaniu z glebą o podłożu zwięźlejszym.

4. Wyniki potwierdzają pogląd wyrażony przez innych autorów [1], że wsiąkalność jest cechą związaną z właściwościami genetycznymi gleby, z przebiegiem aktualnych procesów glebowych, a także stanowi wyniki oddziaływania korzeni i fauny glebowej. Dlatego cecha ta nie może być określona jedną liczbą, gdyż zawsze się waha w pewnych granicach. Aby te granice określić, należy pomiary wykonywać w kilku powtórzeniach.

LITERATURA

[1] Kopp E.: Die permeabilität durchlässiger Boden, die Gliederung des Makroporenraumes und die Beziehungen zwischen Permeabilität und Bodentypen. Z. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung 1965, 2, 65—90.

[2] Tepe W., Darlowsky A.: Der Widerstand der Wasserbewegung im Boden. Z. f. Pflanzenern u. Bodenkunde 122, 1969, 206—219.

[3] Stibbe E., Thiel T., Taylor G. S.: Soil hydraulic conductivity measurement by field monolits. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34, 1970, 952—954.

[4] Ząbek S.: Kryterium zmiany cech chemicznych wody przy nawadnianiu gleby. Gosp. wodna 9, 1958.

[5] Ząbek S.: Woda i jej jakość w zagospodarowaniu gleb piaszczystych w świetle doświadczeń z trawami w warunkach lizymetrycznych. Rocz. glebozn. 5, 1955, 203—211.

[6] Ząbek S.: Biochemiczne i mikrobiologiczne zmiany w ściekach przy nawadnianiu gleby. Zesz. nauk. WSR Wroc., Melioracja 7, 1961, 57—72.

[7] Ząbek S.: Plonowanie traw na różnych glebach nawadnianych ściekami w lizymetrach-wazonach. Rocz. Nauk Rol. Ser. F, 1965, 289—305.

С. ЗОМБЕК

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА И СТРОЕНИЯ ПРОФИЛЯ ЧЕТЫРЁХ ВИДОВ ПОЧВЫ НА ВОДНУЮ ВСАСИВАЕМОСТЬ

Силезийское отделение Института Агротехники, удобрения и почвоведения
во Вроцлаве

Резюме

Изучалась водопроницаемость 4 видов минеральных почв, помещенных в небольших лизиметрах обсеянных травами — песчаной, суглинистой на песке, легкой на глине и тяжелой на иле.

Самую высокую водопроницаемость — 15,1 мм столба воды на минуту — обнаруживала песчаная почва, меньшую — 5,8 мм — суглинистая почва на песке, ещё меньшую — 4,0 мм — пегкая почва на глине и наименьшую — 2,7 мм — суглинистая на иле.

Сравнивая почвы орошаемые колодезьной водой с неорошаемыми установлено, что существенная разница была отмечена лишь на песчаной почве, где неорошаемая почва со скудной растительностью и очень слабой дерниной обнаружила почти 3 раза меньшую водопроницаемость, чем орошаемая названная почва с почти 2-кратно лучшим растительным покровом и заметно лучше развитой корневой системой.

S. ZĄBEK

EFFECT OF MECHANICAL COMPOSITION AND PROFILE STRUCTURE IN FOUR SOIL KINDS ON WATER PERCOLATION

Silesian Branch of the Institute of Soil Science and Cultivation
of Plants in Wrocław

Summary

The imbibition of 4 mineral soil kinds placed in big pots with sown grasses, measurement by field method viz.: sandy soil, loamy soil on sand, light soil on loam and heavy soil on clay, was investigated.

With the highest imbibition — 15.1 mm of well water per minute, distinguished itself sandy soil; with lower one — 5.8 mm, loamy soil on sand; still lower — 4.0 mm, light soil on loam; and the lowest — 2,7 mm — loamy soil on clay.

While comparing soils irrigated with well water and non-irrigated ones, it has been found that the significant difference concerned sandy soil, as the non-irrigated soil with a scarce plant cover and very weak sod showed almost thrice lower imbibition than the same soil irrigated, with almost twofold denser plant cover and much better developed root systems.

doc. dr hab. Stanisław Ząbek
Śląski Oddział IUNG
Wrocław, pl. Engelsa 5