

Stanisław Włodek, Andrzej Biskupski, Jan Pabin

**Modelowe badania wpływu zagęszczenia gleby
na gospodarkę wodną warstwy uprawnej**

Model studies on the influence of soil compaction on water balance in the arable layer

ABSTRACT. The studies aimed at determining to what degree differentiated soil compaction can influence the process of evaporation from the soil surface and the moisture content in particular layers of the soil profile. Differentiated soil compaction was close to that in a field after zero, simplified or traditional tillage. The experiments were carried out in a plant house on artificial soil profiles formed of weakly loamy sand. Measurements were taken during the process of drying up and moistening the soil with water doses from 1 to 15 mm. The tests proved that the quantity of water evaporated from the soil surface was getting higher and higher together with increasing soil compaction. At all measurement dates the effect of more intense evaporation was significantly lower moisture content. The soil of the lowest compaction degree was characterized by the highest statistically proved water retentiveness.

KEY WORDS: soil bulk density, irrigation, evaporation, soil moisture

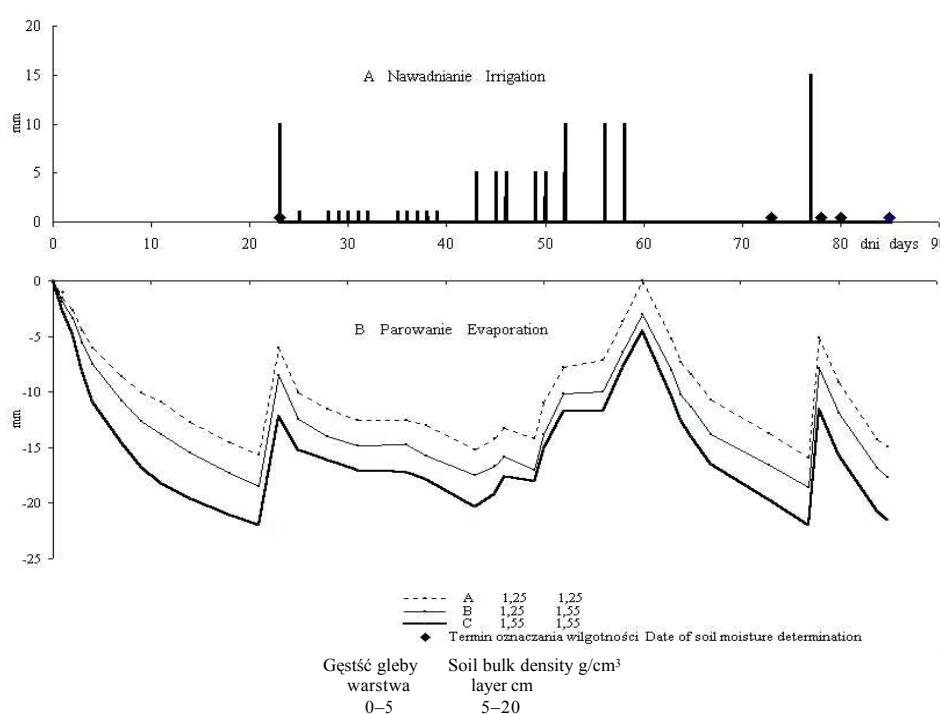
Zdolność retencyjna gleby jest bardzo ważną cechą, decydującą między innymi o klasie bonitacyjnej. Ma ona szczególne znaczenie w rejonach i latach, w których występują dłuższe okresy bezopadowe. W tych warunkach bardzo istotne są działania mające na celu zwiększenie zdolności retencyjnej gleby. Do jednych z nich należą zabiegi uprawowe. Dotychczasowe badania polowe wpływu różnych sposobów uprawy roli na gospodarkę wodną nie dały jednoznacznej odpowiedzi [Pabin i in. 2002, 2003]. Rozbieżność wyników powodo-

wana jest skomplikowanym układem występującym w warunkach polowych. Uprawa gleby zmienia jej gęstość i zwięzłość [Włodek i in. 1998]. Wymienione właściwości wpływają na rozwój systemu korzeniowego roślin oraz na poziom plonowania. Czynniki te z kolei oddziałują na intensywność ewapotranspiracji. Na zróżnicowanie wyników oznaczeń wilgotności gleby może mieć również wpływ ilość i intensywność opadów w okresie poprzedzającym termin pobrania prób glebowych.

Elementem mogącym mieć wpływ na wnioskowanie jest sposób przedstawiania wyników oznaczania ilości wody. Wilgotność wyrażona w % objętości może dawać wrażenie większej zawartości wody w glebie o wyższej gęstości. W rzeczywistości zaś zmienia się jedynie koncentracja wody w glebie. W związku z tym trudno jest jednoznacznie określić wpływ zagęszczenia na gospodarkę wodną gleby w warunkach polowych. Warunki laboratoryjne dają możliwość wyeliminowania niektórych czynników zakłócających, a ponadto zapewniają sterowanie wielkością i częstotliwością nawodnień. Celem pracy było określenie, w jakim stopniu zróżnicowanie zagęszczenia gleby wpływa na proces parowania z powierzchni gleby oraz na jej wilgotność w poszczególnych warstwach profilu w procesie nawilżania i parowania.

METODY

Przedmiotem badań był materiał glebowy o składzie granulometrycznym piasku słabogliniastego w wazonach o średnicy i wysokości 20 cm. Eksperyment prowadzono w pięciu powtórzeniach w warunkach szklarniowych. Porównywano trzy stopnie gęstości gleby: A – 1,25; C – 1,55 g/cm³ w całej warstwie, B – 1,25 g/cm³ do głębokości 5 cm oraz 1,55 g/cm³ w pozostałej części warstwy. Poszczególne stopnie zagęszczenia gleby odpowiadały gęstości gleby po uprawie tradycyjnej, w systemie bezuprawowym (no tillage) oraz uproszczonej. Wilgotność początkowa materiału glebowego wynosiła 12,7 g/100 g. Zawartość wody w glebie przy tym poziomie uwilgotnienia przyjęto za poziom odniesienia do pomiarów parowania. W pierwszym, 23-dniowym okresie mierzono intensywność parowania z powierzchni gleby. Ilość wyparowanej wody oznaczano przez ważenie wazonów z glebą. Zmiany zawartości wody w glebie przedstawiano w mm. W następnym etapie badań glebę nawadniano zróżnicowanymi dawkami wody od 1 do 15 mm (ryc. 1). Wazony ważono co kilka dni, określając zmiany zawartości wody w stosunku do stanu początkowego gleby. Uwilgotnienie gleby oznaczano w pięciu terminach metodą grawimetryczną w warstwach dwucentymetrowych. Wilgotność gleby określano dwukrotnie po kilkunastodniowym okresie wysychania oraz trzykrotnie po nawodnieniu dawką 15 mm.



Rycina. 1. Zmiany ilości wody w glebie o różnym zagęszczeniu
 Figure 1. Changes in water content in soils of different compaction

Analizie poddano najbardziej aktywną, szesnastocentymetrową wierzchnią warstwę gleby.

WYNIKI

Intensywność parowania wody z gleby o jednakowej wilgotności początkowej 12,7 g/100 g w okresie bez nawodnień była zróżnicowana (ryc. 1). Ilość wyparowanej wody zwiększała się wraz ze wzrostem zagęszczenia gleby. Zróżnicowanie prędkości strat wody było szczególnie widoczne w pierwszych dniach eksperymentu. Po około dziesięciu dniach intensywność parowania ustabilizowała się. Straty wody z badanego profilu w 23-dniowym okresie bez nawodnień wyniosły 22 mm na glebie najbardziej zagęszczonej i 16 mm na najluźniejszej. Ubytki wody z profilu o zróżnicowanym zagęszczeniu, (1,25 g/cm³ w warstwie 0-5 cm oraz 1,55 w głębszej) osiągnęły wartość pośrednią – około 18 mm. Nawodnienie dawką 10 mm nie zniwelowało różnic. Zmniejszyła się jedynie roz-

Tabela 1. Wilgotność gleby w g/100 g
Table 1. Soil moisture of g/100 g

Warstwa Layer cm	Termin oznaczeń Date of determination																			
	29 V 2002				18 VII 2002				23 VII 2002				25 VII 2002				30 VII 2002			
	A*	B	C	Srednio Mean	A	B	C	Srednio Mean	A	B	C	Srednio Mean	A	B	C	Srednio Mean	A	B	C	Srednio Mean
0-2	1,3	0,7	0,6	0,9	1,5	0,9	0,7	1,0	8,8	11,9	12,4	11,0	6,2	7,5	6,2	6,6	0,9	0,4	0,3	0,5
2-4	3,0	2,1	1,7	2,3	3,7	3,4	2,7	3,3	8,7	10,9	11,1	10,2	7,6	8,7	8,7	8,3	3,8	3,6	3,3	3,6
4-6	4,3	4,8	4,4	4,5	5,3	6,0	5,8	5,7	8,6	10,7	10,9	10,1	8,1	10,1	9,3	9,2	5,0	5,7	6,0	5,6
6-8	4,8	5,6	5,8	5,4	5,9	6,4	6,4	6,4	8,1	10,2	10,1	9,5	8,7	10,3	11,0	10,0	5,5	6,3	6,6	6,1
8-10	5,2	5,7	6,2	5,7	6,3	6,7	7,6	6,8	8,2	9,3	9,6	9,1	8,4	10,3	10,5	9,7	6,2	6,5	7,0	6,6
10-12	5,5	5,8	6,4	5,9	6,4	6,9	8,0	7,1	8,8	8,4	9,1	8,8	8,8	10,0	10,5	9,8	6,3	6,7	7,2	6,7
12-14	5,6	6,1	6,7	6,1	6,7	7,0	8,3	7,3	9,0	8,0	9,5	8,9	9,2	9,6	10,3	9,7	6,6	7,0	7,3	7,0
14-16	5,7	6,1	6,7	6,1	6,9	7,2	8,2	7,4	9,5	8,1	9,4	9,0	9,4	10,0	10,5	9,9	6,9	7,1	7,5	7,1
Srednio	4,4	4,6	4,8	-	5,3	5,6	6,0	-	8,7	9,7	10,3	-	8,3	9,6	9,6	-	5,1	5,4	5,6	-
NIR LSD																				
Warstwa Layer (w)	0,43				0,52				0,93				1,56				0,64			
Gęstość gleby Soil bulk density (g)	0,20				0,24				0,43				0,72				0,83			
Współdziałanie Interaction w × g	0,56				0,68				1,22				ni ns				0,83			

*Gęstość gleby w warstwie Soil bulk density in layer
0-5 cm 1,25
5-20 cm 1,25
A 1,25
B 1,25
C 1,55

piętość między wartościami skrajnymi, z 6 do 4 mm. Nawadnianie dawkami 1 mm uzupełniało tylko straty na skutek parowania, nie zwiększając zawartości wody w glebie. Kilkudniowa przerwa w nawadnianiu spowodowała dalszy spadek zawartości wody. Dopiero pięciokrotne zastosowanie dawki 5 mm, a następnie trzykrotne 10 mm, zwiększyło zawartość wody w profilu. W przypadku materiału o najmniejszym zagęszczeniu nawodnienia doprowadziły do osiągnięcia ilości wody identycznej jak na początku doświadczenia. W pozostałych wazonach zawartość wody w glebie była niższa o 3 i 4 mm od stanu początkowego. Parowanie w kolejnym okresie bez nawodnień spowodowało niemalże identyczne ubytki wody, jak na początku doświadczenia. Po zastosowaniu dawki 15 mm utrzymało się wcześniej zaobserwowane zróżnicowanie ilości wyparowanej wody.

Średnia wilgotność gleby w analizowanej warstwie 0–16, cm wyrażona w g/100 g (tab. 1), była we wszystkich terminach istotnie wyższa w materiale o najniższym zagęszczeniu, wynoszącym $1,25 \text{ g/cm}^3$ w porównaniu z najwyższym – $1,55$. W dwóch pierwszych terminach, przypadających po dłuższych okresach wysychania, zanotowano odwrotną zależność w warstwach 0–2 i 2–4 cm. Najwięcej wody zawierała w tych przypadkach gleba o zagęszczeniu $1,55 \text{ g/cm}^3$.

Po nawodnieniu powierzchniowym dawką 15 mm największy wzrost uwilgotnienia w warstwie 0–2 cm – do poziomu $12,4 \text{ g/100 g}$ zanotowano w wazonie z glebą o najniższym zagęszczeniu, odwrotnie niż miało to miejsce po dłuższym okresie wysychania. Istotne różnice między ekstremalnymi wartościami wystąpiły do głębokości 10 cm. W trzecim dniu po nawodnieniu zatarły się różnice w wierzchnich warstwach, do głębokości 4 cm, natomiast najniższa udowodniona statystycznie obniżka wilgotności w głębszych warstwach wystąpiła w wazonie o najwyższym zagęszczeniu gleby. W tydzień po nawodnieniu układ wilgotności gleby był podobny jak w dwóch terminach przypadających po okresach wysychania. Istotnie wyższe uwilgotnienie w warstwach 0–2 i 2–4 cm zanotowano w glebie o zagęszczeniu $1,55 \text{ g/cm}^3$, natomiast głębiej sytuacja wyglądała odwrotnie. Jednak dla całej rozpatrywanej warstwy 0–16 cm najkorzystniejszymi właściwościami retencjonowania wody cechował się materiał o najniższym zagęszczeniu – $1,25 \text{ g/cm}^3$.

Uzyskane wyniki są zbieżne z rezultatami osiągniętymi w eksperymentach polowych w warunkach zarówno polskich [Dzienia i in. 1995; Woźnica i in. 1995; Włodek i in. 1998; Pabin i in. 2000], jak i włoskich [Mazzoncini i in. 1998], niemieckich [Tebrügge 1999] i indyjskich [Laddha 1997]. Gleby uprawiane tradycyjnie wykazywały większą retencyjność niż w systemie siewu bezpośredniego.

WNIOSKI

1. Intensywność parowania oznaczana w badaniach modelowych, uzależniona była od stopnia zagęszczenia gleby. Największe ubytki wody na skutek parowania notowano na glebie najbardziej zagęszczonej.

2. Kilkakrotne, powierzchniowe nawadnianie gleby zróżnicowanymi dawkami wody, od 1 do 15 mm, nie niwelowały różnic w ilości wyparowanej wody z gleby o zróżnicowanym zagęszczeniu.

3. W analizowanej warstwie 0–16 cm istotnie najwyższą ilość wody gromadziła gleba o najniższym zagęszczeniu – $1,25 \text{ g/cm}^3$, natomiast najmniejszą gleba o najwyższym zagęszczeniu – $1,55 \text{ g/cm}^3$.

4. Po trwającym od kilku do kilkunastu dni okresie intensywnego parowania korzystniejsze warunki wilgotnościowe w warstwie 0–2 i 2–4 cm notowano w glebie o najwyższym zagęszczeniu.

PIŚMIENNICTWO

- Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J. 1995. Wpływ roślin mulczujących na wybrane właściwości fizyczne gleby po zastosowaniu siewu bezpośredniego bobiku. *Konf. nauk. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce” Szczecin-Barzkowice*, 57–61.
- Laddha K.C., Totawat K.L. 1997. Effects of deep tillage under rainfed agriculture on production of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) intercropped with green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) in western India. *Soil Till. Res.* 43, 241–250.
- Mazzoncini M., Lorenzi R., Risaliti R., Sorce C., Ginanni M., Curadi M., Pini R. 1998. Diclofop-methyl dissipation in clay soil under different tillage systems in central Italy. *Soil Till. Res.* 46, 241–250.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk B., Kaus A. 2000. Ocena właściwości fizycznych gleby i plonowania roślin przy stosowaniu uproszczeń uprawowych. *Inż. Rol.* 6, 213–219.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A. 2002. Oddziaływanie siewu bezpośredniego na wilgotność gleby. *Post. Nauk Rol.* 4, 41–49.
- Pabin J., Biskupski A., Włodek S. 2003. Produkcyjne i środowiskowe skutki uprawy uproszczonej i zerowej oraz sposobów zagospodarowania słomy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 493, 447–453.
- Tebrügge F., Düring R.A. 1999. Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany. *Soil Till. Res.* 53, 15–28.
- Włodek S., Kukula S., Pabin J., Biskupski A., Kaus A. 1998. Zmiany gęstości, zwięzłości i wilgotności gleby powodowane różnymi sposobami uprawy roli. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 460, 413–420.
- Włodek S., Biskupski A., Pabin J. 2002. Kształtowanie się stosunków wodnych w glebie przy różnych sposobach uprawy roli. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu* 342, *Melioracje i Inżynieria Środowiska* 23, 507–514.
- Woźnica Z., Pudełko J., Skrzypczak G., Matysiak R. 1995. Wpływ niekonwencjonalnych metod uprawy roli na zachwaszczenie i plony kukurydzy. *Konf. nauk. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”, Szczecin-Barzkowice*, 109–117.