

Błażejczak Dariusz<sup>1</sup>, Tomaszewicz Tomasz<sup>2</sup>, Śnieg Marek<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Zakład Maszyn Rolniczych i Leśnych

<sup>2</sup>Katedra Erozji i Rekultywacji Gleb

Akademia Rolnicza w Szczecinie

## FIZYCZNE WŁAŚCIWOŚCI WARSTWY PODORNEJ GLEBY GLINIASTEJ DLA DWÓCH WYBRANYCH SYSTEMÓW UPRAWY

### Streszczenie

Badano w warstwach: 25-30, 40-45, 55-60 cm glebę gliniastą uprawianą tradycyjnie (pług) i bezpługnie (zestaw uprawowo-siewny). Oznaczono wybrane właściwości gleby: gęstość objętościową, porowatość aeracji, wilgotność aktualną, całkowitą pojemność wodną, naprężenie graniczne, zwięzłości gleby i opór jej ścinania w ruchu obrotowym. Stwierdzono, że siedmioletnia bezpługna uprawa gleby nie spowodowała istotnych zmian w warstwie podornej.

**Słowa kluczowe:** gleba gliniasta, system uprawy, właściwości fizyko-mechaniczne

### Wstęp i cel pracy

Względy ekonomiczne oraz konieczność ochrony potencjału produkcyjnego gleby skłaniają producentów płodów rolnych do rezygnacji z tradycyjnej uprawy pługowej na rzecz upraw bezorkowych lub siewu bezpośredniego [Dzienia i Wereszczaka 1999]. Stosowanie uproszczeń w uprawie powoduje m.in. zmiany: plonowania, zachwaszczenia, ponoszonych na uprawę nakładów energetycznych i właściwości gleby [Dzienia i Wereszczaka 1999; Białczyk i wsp. 2000]. W pracach nad uproszczeniami w uprawie roli, często podaje się przykłady zmian właściwości fizycznych gleby - szczególnie w jej wierzchniej warstwie [Domżał i Słowińskiej-Jurkiewicz 1995; Walczyk 2000]. Natomiast mniej uwagi poświęca się warstwie podornej (podglebiu), którego wpływ na efektywność gospodarowania i środowisko wydaje się być bezsporny, zwłaszcza gdy pojawia się problem jego nadmiernego zagęszczenia [Lipiec et al. 1998]. Celem niniejszej pracy było porównanie dwóch systemów uprawy roli w aspekcie ich oddziaływania na wybrane właściwości fizyko-mechaniczne warstwy podornej gleby.

### Metodyka badań

Badania przeprowadzono wiosną 2001 roku w RSD Ostoja (woj. zachodniopomorskie) na dwóch sąsiadujących ze sobą poletkach doświadczalnych (gleba pszenna dobra, typu brunatna właściwa, glina lekka podścielona gliną średnią). Stosowano czteropolowe zmianowanie: burak cukrowy - pszenica ozima - bobik - jęczmień ozimy + międzyplon ścierniskowy (gorczyca biała). Pomiary wykonano po siedmioletnim okresie (1994-2000) stosowania dwóch systemów uprawy roli: tradycyjnego (ciągnik U1022 + pług U103/1) i bezpługowego (ciągnik U1022 + Rototiller RAU z wałem i siewnikiem Hassia DKL 300). Były to jednocześnie agregaty ciągnikowe, które powodowały największe obciążenia gleby badanych poletków. Maksymalne głębokości uprawy gleby wynosiły dla systemu tradycyjnego i bezpługowego odpowiednio 25 i 10 cm.

Glebę badano w warstwach: 25-30, 40-45, 55-60 cm. Porównywalność obiektów pod względem warunków glebowych sprawdzono poprzez określenie, dla tych warstw, następujących właściwości materiału glebowego: skład granulometryczny, przeciętna średnica ziaren, zawartość materii organicznej, odczyn, gęstość właściwa, granica plastyczności, granica płynności, gęstość objętościowa naturalna. Przeciętną średnicę ziaren (GSS) obliczono z zastosowaniem programu „TEKSTURA” [Prusinkiewicz i Proszek 1990], natomiast gęstość objętościową naturalną ( $S_{on}$ ) zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Wojtasika [1995]. Pozostałe właściwości oznaczona metodami powszechnie przyjętymi w gleboznawstwie.

Wpływ dwóch systemów uprawy roli na glebę porównywano (dla warunków polowych) wyznaczając na próbach pobranych cylinderkami Kopecky’go: gęstość objętościową, porowatość aeracji, wilgotność aktualną, całkowitą pojemność wodną oraz naprężenie graniczne. Mierzono także zwięzłości gleby i opór jej ścinania w ruchu obrotowym.

Pomiary naprężenia granicznego wykonano z zastosowaniem penetrometru z napędem elektrycznym [Dawidowski i wsp. 2003]. Wyniki pomiarów naprężenia granicznego skonfrontowano z rezultatami obliczeń składowej pionowej naprężenia ( $\sigma_z$ ) na głębokości ( $z$ ). Wartości  $\sigma_z$  obliczano metodą zaproponowaną przez Söhne [za Nowowiejski i wsp. 2001], przyjmując  $\nu=4$  (wartość współczynnika koncentracji naprężeń) i rozkład paraboliczny nacisków na eliptycznej powierzchni kontaktu koła – gleba. Powierzchnię kontaktu koła z glebą (A) wyznaczono za Walczyk [1995]. Obliczenia  $\sigma_z$  przeprowadzono dla średnich nacisków jednostkowych ( $p_{sr}$ ) wynoszących 100 i 150 kPa. Przyjęte wartości  $p_{sr}$  wynikały z analizy rozkładu sił wywieranych na glebę w zastosowanym agregacie ciągnikowym (U912 + U103/1), dla którego ugniatające oddziaływanie na warstwę podorną było największe. Podczas orki koła ciągnika poruszały się w bruzdzie na głębokości około 25 cm, przez co użyte w obliczeniach wartości  $z$  wynosiły 0, 15, 25 cm.

Do pomiarów oporu ścinania gleby w ruchu obrotowym użyto ścinarki obrotowej firmy Eijkelkamp (pocket vane tester). Zwięzłość wyznaczano za pomocą zwięzłościomierza z napędem ręcznym produkcji Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie.

## Wyniki i dyskusja

Zamieszczone w tabeli 1, wyniki badań wybranych właściwości materiału glebowego, wskazują na porównywalność badanych obiektów, co pozwoliło na ocenę wpływu systemu uprawy na fizyczne właściwości warstwy podornej. Badane gleby można określić jako podatne na deformacje [Domżał i Słowińska-Jurkiewicz 1996].

Tabela 1. Właściwości materiału glebowego

Table 1. Soil material properties

Warstwa	Gatunek gleby	Przeciętna średnica ziaren GSS [mm]	Materia organiczna [%]	Odczyn [pH <sub>KCl</sub> ]	Gęstość właściwa [g·cm <sup>-3</sup> ]	Granica plastyczności [% wag.]	Granica płynności [% wag.]	Gęstość objętościowa naturalna [g·cm <sup>-3</sup> ]
pole uprawiane przy użyciu zestawu uprawowo-siewnego, czynnego								
25-30	glp	0,036	1,06	7,4	2,59	15,3	20,6	1,63
40-45	gsp	0,026	0,58	6,9	2,59	15,2	24,6	1,63
55-60	gs	0,019	0,52	7,1	2,60	19,8	37,2	1,63
Pole uprawiane tradycyjnie przy użyciu pługa								
25-30	glp	0,040	1,30	7,6	2,61	16,2	23,7	1,63
40-45	glp	0,040	1,00	7,4	2,61	15,1	18,5	1,68
55-60	gc	0,016	0,69	6,7	2,62	21,6	40,7	1,61

Stwierdzono brak istotnych różnic w wilgotności aktualnej, pojemności wodnej całkowitej i naprężeniu granicznym warstwy podornej gleby (tab. 2). W przypadku zaś gęstości objętościowej, porowatości aeracji i zwięzłości oraz oporu ścinania istotne różnice - stwierdzone statystycznie na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji dla  $\alpha=0,05$  - występują w kilku przypadkach dla głębszych warstw (40-45 i 55-60 cm).

Tabela 2. Właściwości gleby dla badanych pól  
Table 2. Soil properties

Warstwa	Gęstość objętościowa aktualna <sup>#</sup> [g·cm <sup>-3</sup> ]	Porowatość aeracji <sup>#</sup> [%]	Wilgotność aktualna <sup>#</sup> [% wag.]	Pojemność wodna całkowita <sup>#</sup> [% wag.]	Naprężenie graniczne <sup>#</sup> [kPa]	Zwięzłość [kPa]	Opór ścinania [kPa]
pole uprawiane przy użyciu zestawu uprawowo-siewnego, czynnego							
25-30	1,74	7,8	14,9	19,9	222	1656	49
40-45	1,65*	10,5*	15,9	23,3	118	1705	44
55-60	1,69	5,8*	17,3	23,5	182	1948*	77*
Pole uprawiane tradycyjnie przy użyciu pługa							
25-30	1,72	8,4	14,6	21,2	228	1753	46
40-45	1,73*	7,0*	15,5	21,7	141	1658	42
55-60	1,67	7,1*	17,2	22,8	197	1510*	55*

<sup>#</sup> - oznaczenia wykonano w cylinderkach Kopecký'ego o pojemności 100 cm<sup>3</sup>

\* różnica istotna pomiędzy odpowiadającymi sobie warstwami badanych obiektów

Gęstość objętościowa aktualna ( $S_{oa}$ ) w warstwie 40-45 cm, gleby uprawianej tradycyjnie, była wyższa niż uprawianej agregatem. Można wyjaśnić to oddziaływaniem kół ciągnika poruszających się w bruzdzie podczas orki, co powodowało ugniatanie gleby nie tylko w warstwie 25-30 cm ale także głębiej tj. 40-45 cm. Ponieważ kształtowanie się gęstości objętościowej jest związane z parametrami gleby – uziarnieniem, zawartością próchnicy itp., które nawet w przypadku badanych obiektów (sąsiadujące ze sobą poletka) nie są całkowicie identyczne, do weryfikacji wyników pomiarów gęstości objętościowej aktualnej w badanych warstwach zastosowano tzw. gęstość objętościową naturalną ( $S_{on}$ ), do której wg Wojtasika (1995) gleba dąży samoczynnie ze stanu spulchnienia bądź zagęszczenia. Wartości  $S_{on}$  przedstawione w tab. 1 pozwalają określić zarówno glebę uprawianą tradycyjnie, jak i uprawianą przy użyciu zestawu uprawowo-siewnego, jako lekko zagęszczoną w warstwach 25-30 i 55-60 cm oraz mieszczącą się w przedziale gęstości naturalnej dla warstwy 45-50 cm. Kolejnym krokiem było porównanie wartości różnic między  $S_{oa}$  i  $S_{on}$ , które nie wykazało istotnego wpływu zastosowanych systemów uprawy na stopień odchylenia gęstości objętościowej aktualnej badanych gleb od ich gęstości naturalnej. Nasuwa to przypuszczenie że stwierdzone istotne różnice  $S_{oa}$  nie są jednak spowodowane oddziaływaniem sprzętu rolniczego.

Zmiany porowatości aeracji oznaczonej w badanych obiektach kształtują się podobnie jak gęstości objętościowej. Zaobserwowaną istotną różnicę w porowatości aeracji między badanymi glebami w warstwie 40-45cm oraz w warstwie 55-60 cm należy wiązać raczej ze sposobem obliczania tego parametru w oparciu o wartości gęstości objętościowej i właściwej oraz z wilgotnością gleby, niż z systemem ich uprawy.

Rezultaty pomiarów naprężenia granicznego (tab.2) pokazują brak istotnych różnic pomiędzy badanymi obiektami. Zauważyć przy tym można, że warstwa podorna obu badanych pól, charakteryzowała się znaczną wytrzymałością na ugniatanie wynoszącą od 118 do 228 kPa. Wyniki te uzyskano w warunkach znacznego uwilgotnienia gleby, zbliżonego do

granicy plastyczności (tab. 1). Są to warunki, w których gleba charakteryzuje się znaczną podatnością na zagęszczanie. Porównanie wyników oznaczeń naprężeń granicznych (tab.2) do obliczeń naprężeń  $\sigma_z$  na głębokościach  $z$  (tab. 3), wskazują na, że stwierdzone istotne różnice w wartościach niektórych właściwości nie były raczej spowodowane naciskami wywieranymi na glebę przez koła pojazdów rolniczych. Wynika to z tego, że naprężenia  $\sigma_z$  są wyraźnie niższe od naprężeń granicznych i maleją wraz ze wzrostem głębokości. Należy dodać, że w przypadku systemu bezorkowego (agregat uprawowo-siewny) obliczone wartości  $\sigma_z$  byłyby jeszcze niższe, ponieważ koła ciągnika poruszały się po powierzchni pola.

Tabela 3. Wartości naprężeń w glebie w osi działania obciążenia zewnętrznego dla ciągnika Ursus 1022 + pług U103/1

Table 3. Soil stress values along the axis of external load for the traktor Ursus 1022 + plough U103/1

Siła obciążająca P [kN]	Powierzchnia styku A [m <sup>2</sup> ]	Średni nacisk p <sub>sr</sub> [kPa]	Głębokość z [cm]	Naprężenie w glebie σ <sub>z</sub> [kPa]
Koło przednie				
9,1	0,091	100	0	115*
			15	80
			30	42
13,7	0,091	150	0	172*
			15	119
			30	62
Koła tylne				
45,3	0,453	100	0	115*
			15	111
			30	90
67,5	0,453	150	0	172*
			15	166
			30	135

\*- wartości obliczone przy założeniu, że  $\sigma_z = 1,15p_{sr}$

Omówione powyżej wyniki kształtowania się gęstości objętościowej gleby i naprężeń granicznych w badanych profilach pozwalają przypuszczać, że istotne zróżnicowanie zwięzłości i oporu ścinania (tab.2) mogło być spowodowane kumulacją wpływu stosunkowo niewielkich różnic we właściwościach gleby, takich jak: gęstość objętościowa, zawartości próchnicy, uziarnienie itp.

## Podsumowanie

Siedmioletnia bezpłużna uprawa gleby za pomocą czynnego zestawu uprawowo-siewnego (glebogryzarka + wał zębowy + siewnik) nie spowodowała istotnych zmian właściwości fizycznych podornej (25 – 60 cm) warstwy gleby gliniastej.

Występujące różnice wartości niektórych właściwości fizycznych zbadanych obiektów wiązać należy raczej z niejednorodnością gleby niż wpływem systemu uprawy.

**Bibliografia**

- Białczyk W., Czarnecki J., Kordas L., Pieczarka L., 2000. Zmiany niektórych właściwości fizycznych i mechanicznych gleby w różnych technologiach uprawy. *Inżynieria Rolnicza* 6: 47-53.
- Dawidowski J.B., M. Śnieg, D. Błażejczak, J. E. Morrison, Jr., 2003. Influence of Test Procedure on Indicated Values of Soil Precompaction Stress. *Proceedings of 16th Triennial Conference of International Soil Tillage Organisation: Soil Management for Sustainability*, 13-18 July 2003, The University of Queensland, Brisbane, Australia: 344-350.
- Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A., 1995. Wpływ różnych sposobów uprawy roli pod pszenicę ozimą na budowę morfologiczną uprawnej warstwy gleby. *Fragmenta Agronomica* 4(48): 18-33.
- Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A., 1996. Struktura gleby jako wskaźnik agrotechnicznych i ekologicznych skutków zagęszczenia gleb użytkowanych rolniczo. *Fragmenta Agronomica* 1(49): 104-113.
- Dzienia S., Wereszczaka J. 1999. Efektywność systemów uprawy roli pod pszenicę ozimą na glebie kompleksu pszennego dobrego. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, 195 Agricultura* (74): 181-184.
- Lipiec J., Pabin J., Tarkiewicz S., 1988. Soil compaction in Poland: Assessment and Effects. *Proceedings of the 1th workshoop of Concerned Action on Subsoil Compaction*, 28-30 May 1998, Wageningen: 130-143.
- Nowowiejski R., Dawidowski B., Kostencki P., 2001. Wpływ modeli odwzorowania powierzchni styku koło-gleba i rozkładu obciążenia na wartość naprężenia w glebie. *Inżynieria Rolnicza* 13 (33): 323-329.
- Prusinkiewicz Z., Proszek P. 1990. Program komputerowej interpretacji wyników analizy uziarnienia gleb – TEKSTURA. *Roczniki Gleboznawcze*, 41, 3/4 Warszawa: 5-16.
- Wojtasik M. 1995. Gęstość naturalna gleb. *WSP Bydgoszcz*: 120.
- Walczyk M., 1995. Wybrane techniczne i technologiczne aspekty ugniatania gleb rolniczych agregatami ciągnikowymi. *Rozprawy nr 202, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*: 107.
- Walczyk M., 2000. Wpływ uproszczenia technologii uprawy wybranych roślin na zagęszczenie gleby. *Inżynieria Rolnicza* 6: 9-14.

## **PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF LOAMY SOIL SUBSOIL AT TWO TILLAGE SYSTEMS**

### **Summary**

The field studies were conducted on loamy soil to evaluate the impact of two compared tillage systems: ploughing and rotary cultivator, on physical and mechanical properties of the subsoil layer. The following physical and mechanical properties were examined: water content, bulk density, natural bulk density, penetration resistance, shear and pre-compaction stress. The soil samples were taken from 25-30; 40-45; 55-60 cm depth. The results showed that there was no difference between the compared tillage systems in terms of the assessed physical and mechanical properties.

**Key words:** loam soil, tillage system, physical and mechanical properties