

WPŁYW RODZAJU BIEŻNIKA I JEGO ZUŻYCIA NA ZAGĘSZCZENIE GLEBY PIASZCZYSTEJ

Yuri Chigarev

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Zakład Podstaw Techniki
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie*

Marek Śnieg

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Zakład Budowy i Użytkowania Urządzeń Technicznych,
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie*

Michał Kulasza

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Zakład Podstaw Techniki
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie*

Streszczenie. Celem pracy było określenie zagęszczenia gleby piaszczystej w zależności od: stanu zużycia protektora opony, oraz wielkości wywieranych nacisków jednostkowych. Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych na glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że opona ze zużytym protektorem nie powodowała takiego zagęszczenia gleby jak opona z protektorem nowym. Zagęszczenie gleby wywołane przez oponę z protektorem nowym było o 4-5% większe niż opony z protektorem zużytym.

Słowa kluczowe: gleba, zagęszczenie gleby, opona, protektor

Wstęp

Nowoczesne ciągniki rolnicze posiadają ogumione koła jezdne i napędowe o zróżnicowanej konstrukcji. Jazda ciągnika po polu powoduje przenoszenie sił pionowych i poziomych na glebę wywołując w niej określony stan naprężeń, odkształceń i przemieszczeń, co powoduje jej zagęszczenie. Spośród wielu opon rolniczych są opony przeznaczone do przeróżnych zadań i warunków. Bardzo wąskie do upraw międzyrzędowych, poprzez najlepiej przystosowane do orki, po szerokie, balonowe do dużych obciążeń, które zmniejszają ugniatanie gleby. Jednak, niezależnie od tego, czy stosowane są opony wąskie czy szerokie, powodują one zagęszczenie gleby [Błaszkiewicz 1997]. W procesie konstrukcyjnym nowoczesnych opon rolniczych uwzględnia się szereg parametrów eksploatacyjnych takich jak przyczepność, kierowność, odporność na ścieranie, opór toczenia, koszty produkcji. Dążenie do uzyskania poprawy jednego parametru odbija się kosztem pogorszenia drugiego. Przykładem może być przyczepność, w której można zastosować bardziej miękką mieszankę bieżnika. Powoduje to jednak zwiększoną ścieralność opony co obniża jej trwałość. Istotną rolę na zagęszczenie gleby może mieć rzeźba protektora. Większość istniejących prac naukowych na temat oddziaływania koła na glebę nie uwzględnia jaki wpływ na

zagęszczenie gleby ma rysunek protektora. Wpływ koła na naprężenia i odkształcenia w glebie zależy w dużej mierze od wymiarów i kształtu powierzchni koło-gleba, oraz od charakteru i wielkości wywieranych nacisków na tej powierzchni. Rzeczywista powierzchnia kontaktu koła z glebą jest trójwymiarowa, jednak z reguły jest ona określana jako rzut poziomy odcisku opony. Złożoność oddziaływania zachodzącego w układzie koło-gleba, powoduje że dotychczas nie zostały one jeszcze w pełni zbadane i opisane [Ronai, Shmulevich, 1995].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu zużycia bieżnika i nacisków jednostkowych na zagęszczenie gleby, wywieranymi na jej powierzchnię trzema rodzajami stempli.

Material i metody

Obiektem badań była gleba o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Wyniki procentowej zawartości poszczególnych frakcji badanej gleby podano w tabeli 1.

Tabela 1. Skład granulometryczny badanej gleby [PN-98/R-04033]

Table 1. Grain composition of examined soil [PN-98/R-04033]

Piasek			Pył		Części spławialne			Części szkieletowe	
gruby	średni	drobny	gruby	drobny	ił pyłowy gruby	ił pyłowy drobny	ił koloidalny	kamienie	żwir
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
8,75	19,5	40,5	13,25	5	6	2	4	7,3	
68,75			18,25		12			7,3	

Glebę przeznaczoną do badań umieszczono w skrzynce o wymiarach 580x400x277 mm, w której jedna ścianka wykonana była z pleksi rys. 1. Wysokość gleby w skrzynce wynosiła 25 cm, (co odpowiada średniej głębokości dla orki głębokiej), podzielona została na pięć jednakowych warstw za pomocą białej kredy w celu obserwowania zmiany bezwzględnych odkształceń cząstek gleby podczas zagłębiania się stempla.

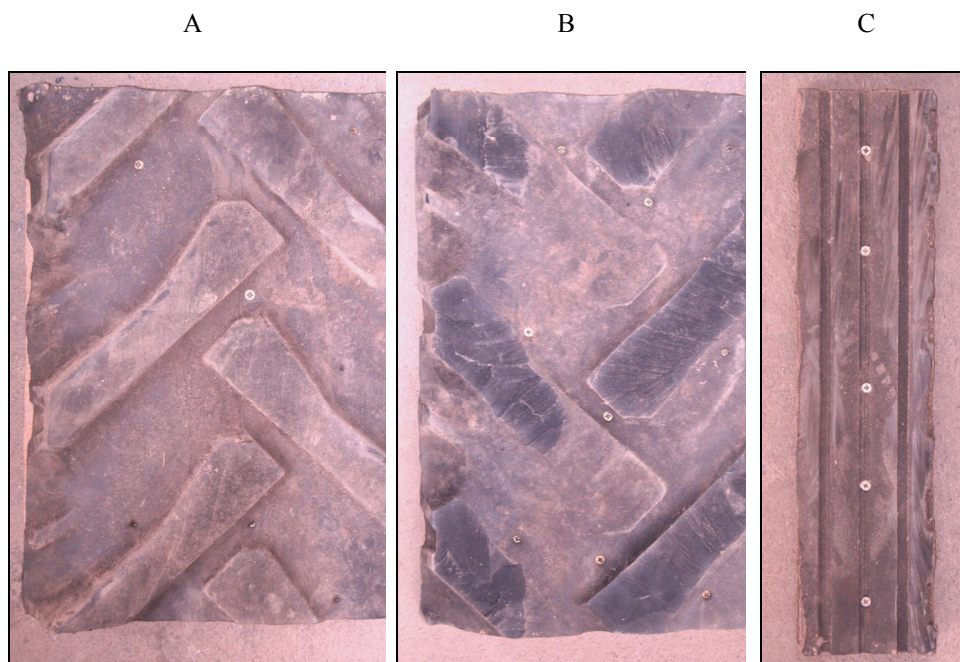


Rys. 1. Gleba przygotowana do zagęszczenia oraz pobór próbek do ustalenia gęstości początkowej i wilgotności

Fig. 1. Soil prepared for compaction and taking of samples for determining initial density and humidity

Przed zagęszczaniem na powierzchni gleby ustawiono trzy cylinderki w różnych miejscach i wciśnięto je w glebę, dla określenia średniej początkowej wilgotności i gęstości. Następną czynnością było położenie na powierzchni gleby stempla z protektorem i poprzez ręczne poruszanie dźwignią siłownika następowało podnoszenie stołu ze skrzynką w kierunku czujnika siły. W momencie styku czujnika ze stemplem na wyświetlaczu czytnik wskazywał siłę nacisku stempla na glebę. Nacisk następował do momentu uzyskania siły 3 kN. Po osiągnięciu żądanej wartości wyjmowano stempel i dokonywano pomiaru gęstości poprzez ponowne umieszczenie na powierzchni gleby cylinderków i pobraniu próbek z glebą. Dla danego stempla cykl ten powtarzano jeszcze dwukrotnie dla 6 i 9 kN nacisku stempla na glebę. Po każdym cyklu mierzono bezwzględne odkształcenie gleby. Przed każdym kolejnym naciskiem spulchniano glebę, dzielono na pięć jednakowych warstw i pobierano próbki do późniejszej analizy.

Do zagęszczania gleby użyto trzech różnych stempli rys. 2, z protektorem nowym o wysokości bieżnika 2,5 cm i zużyтым (w siedemdziesięciu procentach) opony napędowej oraz protektorem opony przedniej kierowanej. Wybór obciążeń pionowych podyktowany był konstrukcją skrzynki, która nie była w stanie wytrzymać rzeczywistych nacisków wywieranych przez ciągniki rolnicze.



Rys. 2. Stemple z protektorem opony: A – napędowej nowej, B – napędowej zużytej, C – kierowanej
Fig. 2. Stamps with tread of tyre: A – driving new, B – driving worn out, C – driven

Wilgotność gleby określona metodą suszarkowo-wagową, wynosiła ona 13,2% [Dobrzański, Zawadski 1981]. Badania zostały przeprowadzone w Instytucie Inżynierii Rolniczej w Szczecinie.

Wyniki i dyskusja

Na rysunku trzecim, który przedstawia zagęszczenie gleby stemplem z protektorem opony kierowanej przy nacisku 3 kN. Białe linie (markery z kredy) pokazują charakter odkształcenia gleby i przenikanie naprężeń przez poszczególne jej warstwy. Obraz odkształceń pokazuje na jakiej głębokości gleby działają naprężenia przy nacisku 3 kN.



Rys. 3. Zagęszczenie gleby po nacisku stemplem z protektorem opony kierowanej siłą 3 kN – widok z góry i z przodu

Fig. 3. Soil compaction after exerted pressure by stamp with tread of tyre driven using the force of 3 kN – view from top and from front



Rys. 4. Zagęszczenie gleby po nacisku stemplem z protektorem opony kierowanej siłą 9 kN – widok z góry i z przodu

Fig. 4. Soil compaction after exerted pressure by stamp with tread of tyre driven using the force of 9 kN – view from top and from front

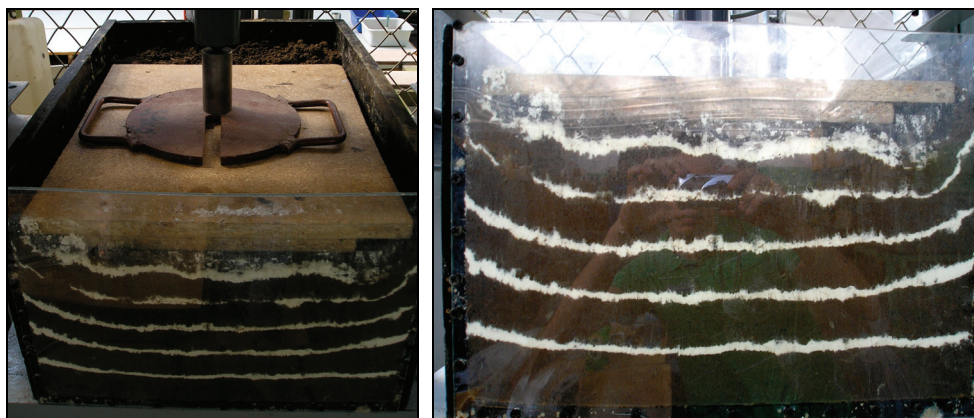
Na rys. 4 przedstawiono zagęszczenie gleby stemplem z protektorem opony kierowanej, przy nacisku 9 kN. Porównując rysunki 3 i 4 charakter wykresów odkształcenia po zwiększeniu, jest podobny, ale nacisk siłą 9 kN spowodował większe odkształcenie markerów z kredy w niższej położonych warstwach gleby, oraz spowodował zwiększenie jej gęstości objętościowej (tab. 2).

Na rysunkach 5 i 6 pokazano charakter zagęszczenia gleby stemplem z protektorem opony napędowej nowej, po nacisku 3 kN i 9 kN. Podczas nacisku stempla z protektorem nowym opony napędowej ciągnika rolniczego siłą 3 kN, nastąpiło odkształcenie gleby co pokazują markery z kredy.



Rys. 5. Zagęszczenie gleby po nacisku stemplem z protektorem opony napędowej nowej siłą 3 kN – widok z góry i z przodu

Fig. 5. Soil compaction after exerted pressure by stamp with tread of new tyre driven using the force of 3 kN – view from top and from front



Rys. 6. Zagęszczenie gleby po nacisku stemplem z protektorem opony napędowej nowej siłą 9 kN – widok z góry i z przodu

Fig. 6. Soil compaction after exerted pressure by stamp with tread of new tyre driven using the force of 3 kN – view from top and from front

Siła 9 kN wywierana na stempel z protektorem nowym opony napędowej, w stosunku do siły nacisku 3 i 6 kN spowodowała największe odkształcenie gleby piaszczystej, oraz największe jej zagęszczenie (tab. 2). Przy każdej sile nacisku następowało odcisnięcie

protektora w glebie. Przy nacisku stemplem z protektorem zużytym opony napędowej siłą 3, 6 i 9 kN odkształcenia gleby były bardzo podobne jak przy badaniach z użyciem stempla z oponą nową napędową, ale zagęszczenie gleby i bezwzględne odkształcenie było mniejsze w każdym cyklu obciążenia niż w przypadkach opony nowej i kierowanej.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań i obliczeń odkształceń oraz gęstości końcowej. Gęstość początkowa przed naciskiem dla wszystkich próbek wynosiła $\rho_0 = 1,28 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Odkształcenie względne liczono jako stosunek odkształcenia bezwzględnego do wysokości gleby w skrzynce.

Tabela 2. Wyniki obliczeń odkształceń i gęstości objętościowej dla trzech stempli
Table 2. Results of distortion and volumetric density calculations for three stamps

	Pole powierzchni stempla	Siła nacisku	Wysokość gleby w skrzynce	Nacisk jednostkowy	Odkształcenie		Gęstość końcowa
					bez-względne	względne	
Symbol	S	G	h	σ	ε	ϵ	ρ
Jednostka	[m ²]	[kN]	[cm]	[kPa]	[cm]		[g·cm ⁻³]
Stempel z protektorem nowym opony napędowej	0,1725	3	25	17	3,5	0,14	1,47
		6	25	34	4,5	0,18	1,57
		9	25	52	5,5	0,22	1,69
Stempel z protektorem zużytym opony napędowej	0,1715	3	25	17	3,0	0,12	1,42
		6	25	34	4,0	0,16	1,51
		9	25	52	5,0	0,20	1,63
Stempel z protektorem opony kierowanej	0,0506	3	25	59	6,5	0,26	1,53
		6	25	118	8,5	0,34	1,57
		9	25	178	9,5	0,38	1,66

Różnica między minimalnym odkształceniem bezwzględnym i maksymalnym dla stempla z nowym protektorem i stempla z protektorem zużytym wynosiła 2 cm, a dla stempla z oponą kierowaną 3 cm. Mały nacisk na stempel z oponą kierowaną powodował duże zagęszczenie gleby. Zaobserwowano również mniejsze zagęszczenie gleby wywołane naciskiem stemplem z oponą zużytą niż stemplem z nowym protektorem.

Wnioski

1. Laboratoryjne badania zagęszczenia gleby stemplem z oponą napędową (nowym i zużytym protektorem) oraz oponą kierowaną w zależności od nacisku pokazują przybliżoną charakter przenikania naprężeń na głębokość podczas i po obciążeniu gleby.
2. Powierzchnia opony, a tym samym jej protektor wpływa na zagęszczanie gleby piaszczystej. Opona kierowana (przednia) miała większy wpływ na zagęszczenie gleby niż opony tylne.

3. Stwierdzono, że opona z zużytym protektorem nie powodowała takiego zagęszczenia gleby co opona z protektorem nowym. Zagęszczenie gleby wywołane przez oponę z protektorem nowym było o 4-5% większe niż opony z protektorem zużytym.

Bibliografia

- Błaszkiwicz Z.** 1997. Analiza wpływu wybranych parametrów opon rolniczych na ugniatanie gleby. Rozprawy naukowe, zeszyt 271, Poznań. s. 156.
- Dobrzański B, Zawadski S.** 1981. Gleboznawstwo. Podręcznik dla studentów Akademii Rolniczej. Wyd. PWRiL. Warszawa. s. 231.
- Ronai D., Shmulevich I.** 1995. Tire footprint characteristics as a function of soil properties and tire operations. Journal of Terramechanics, Vol.32, No 6, s. 311-323.
- PN-R-04033. 1998. Gleby i utwory mineralne: Podział na frakcje i grupy granulometryczne, s. 5.

THE IMPACT OF TYRE TREAD TYPE AND ITS WEAR ON SANDY SOIL COMPACTION

Abstract. The purpose of the work was to determine sandy soil compaction depending on tyre tread wear level and values of exerted unit pressure. The tests were performed in laboratory conditions on soil with grain composition characteristic for light clayey sand. Obtained results allowed to state that tyre with worn out tread did not cause the same soil compaction as tyre with new tread. Soil compaction generated by tyre with new tread was 4-5% higher than for tyre with worn out tread.

Key words: soil, soil compaction, tyre, tread

Adres do korespondencji:

Yuri Chigarev; e-mail: Jurij.Chigarev@zut.edu.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI nr 1
71-459 Szczecin