

WYPOSAŻENIE W MASZyny I CIĄGNIKI GOSPODARSTW ROLNYCH WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO W ASPEKCIE UGNIATANIA GLEBY KOŁAMI

Jerzy Buliński

Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Tomasz Marczuk

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

Streszczenie. Naprężenia w warstwie ornej i podglebiu powstające w miejscach przejazdu kół ciągników i maszyn rolniczych są uważane za główny czynnik prowadzący do degradacji środowiska glebowego. Naprężenia te są związane z przenoszeniem nadmiernych obciążeń przez koła. W publikacjach naukowych wskazuje się różne rozwiązania mogące ograniczyć skutki ugniatania gleby jak np. stosowanie odpowiedniego ogumienia, zmniejszenie ciśnienia w oponach, łączenie zabiegów, stosowanie ścieżek przejazdowych itp. Szczególnie ważne jest odpowiednie zestawienie agregatu. Zakres podejmowanych działań zależy również od wielkości gospodarstwa, profilu produkcji, i jego możliwości finansowych. Wyniki prowadzonych badań i analiz ukazują wyposażenie 149 gospodarstw rolniczych województwa podlaskiego w narzędzia, maszyny i ciągniki rolnicze w aspekcie możliwości zmniejszenia ugniatania gleby kołami agregatów

Słowa kluczowe: ugniatanie gleby, agregat ciągnikowy, gospodarstwo rolne

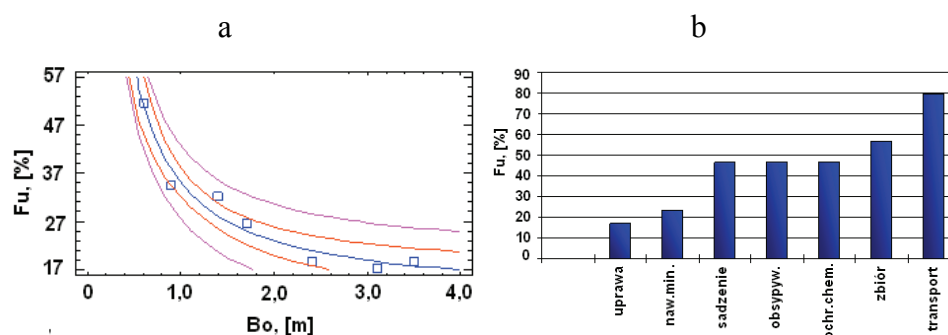
Wstęp

Problem ugniatania gleby kołami agregatów rolniczych dotyczy wszystkich obszarów, na których prowadzi się prace w ramach zmechanizowanej produkcji rolniczej. Zagrożenia wynikające z tego faktu dotyczą zwłaszcza krajów Europy, gdzie stopień zintensyfikowania i zmechanizowania prac jest szczególnie wysoki a wielkość powierzchni zdegradowanej w wyniku nadmiernego ugniecenia gleby jest znacznie większa niż na całym amerykańskim kontynencie [Van Ouwerkerk i Soane 1994].

Przyczyn takiego stanu rzeczy jest wiele, do najczęściej wymienianych można zaliczyć [Powałka 2005; Włodek 2000]:

- wzrost masy ciągników i maszyn rolniczych (obciążenia osi >300 kN);
- niedopasowanie szerokości roboczej agregatów prowadzące do wykonywania przejazdów w różnych miejscach pola.
- wielokrotne (>20) nakładanie się śladów;
- przejazdy wykonywane przy nieodpowiedniej wilgotności gleby.

Rozpatrując skutki ugniecenia gleby nie można pominąć faktu, że ugniecenie to pojawia się już podczas orki, gdy prawe koła ciągnika przemieszczają się po dnie bruzdy. Z badań własnych autorów wynika, że przykładowo podczas orki pługiem o szerokości $B_o = 0,9$ m (rys. 1a), co odpowiada szerokości pługa 3-skibowego, na ponad 30% powierzchni pola dno bruzdy jest ugniecione. Dalsze zabiegi, uprawy doprawiającej rolę, nawożenia, siewu i ochrony roślin (rys. 1b) zwiększają ogólną powierzchnię ugniecenia.



Rys. 1. Zmiany powierzchni ugniecenia gleby (F_u) kołami agregatów ciągnikowych podczas wykonywania zabiegów polowych

Fig. 1. Changes in compacted area (F_u) with wheels of tractor outfits during field operations

W licznych publikacjach [Buliński 1998; Walczyk 1995; Nogtikov, 2004] można spotkać opinię, że w typowych technologiach w polowej produkcji roślinnej, w okresie od uprawy do zbiorów roślin ponad połowa, a w niektórych przypadkach nawet 80% powierzchni pola pokrywają ślady przejazdów kół agregatów ciągnikowych. Następstwa tego w postaci, zmiany właściwości fizycznych, biologicznych i chemicznych gleby [Gupta i Allmaras 1986; Horn i in. 1995; Soane i van Ouwerkerk 1995; Taravally i in. 2004], prowadzące w ogólnym ujęciu do spadku plonów roślin [Ablas i in. 1994; Buliński 2006; Głąb 1999; Krężel i in. 1999] i degradacji gleby Lipiec i Stępniewski [1995] są znane i niekwestionowane. Problem w tym zatem, aby w miarę możliwości ograniczyć zakres występowania tych niekorzystnych zjawisk i zmniejszyć ich uciążliwość. Dotyczy to szczególnie obszarów położonych na glebach, których naturalne właściwości nie zapewniają wysokich plonów roślin jak np. gleb lekkich, przeważających w Polsce. Jednym z możliwych i podstawowych rozwiązań, zmierzających do ograniczenia ugniecenia gleby kołami jest prawidłowe zestawienie agregatów uczestniczących w technologii. Poza oczywistymi zagadnieniami takimi jak: zapotrzebowanie mocy, równowaga podłużna, poślizg kół ciągnika związany m.in. z oporem narzędzia czy maszyny, szczególnie istotne dla zmniejszenia ugniecenia gleby są: dobór szerokości roboczych agregatów, ich masa, jej rozkład na poszczególne osie, parametry ogumienia, sposób poruszania się agregatów po polu.

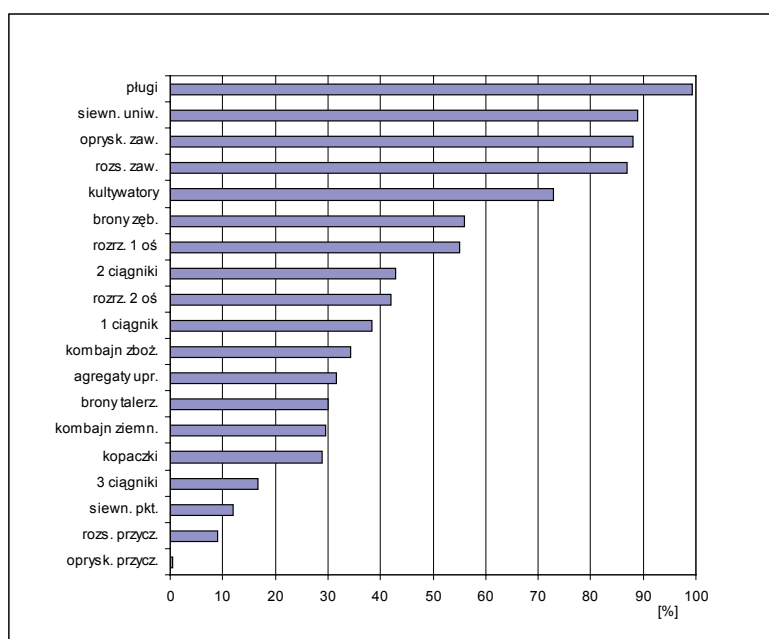
Celem podjętych badań była analiza wyposażenia gospodarstw rolnych województwa podlaskiego w ciągniki, narzędzia i maszyny rolnicze pod kątem możliwości zmniejszenia ugniecenia gleby

Material i metody

Badaniami objęto 149 gospodarstw rolnych województwa podlaskiego. Badania przeprowadzono metodą ankiet bezpośrednich, obserwacji własnych i pomiarów. Wyniki przeprowadzonych badań dostarczyły informacji o warunkach glebowych w rozpatrywanych gospodarstwach, strukturze zasiewów, stosowanych technologiach uprawy roślin i wyposażeniu w techniczne środki produkcji (ciągniki, narzędzia i maszyny rolnicze) wraz z ich parametrami techniczno-eksploatacyjnymi.

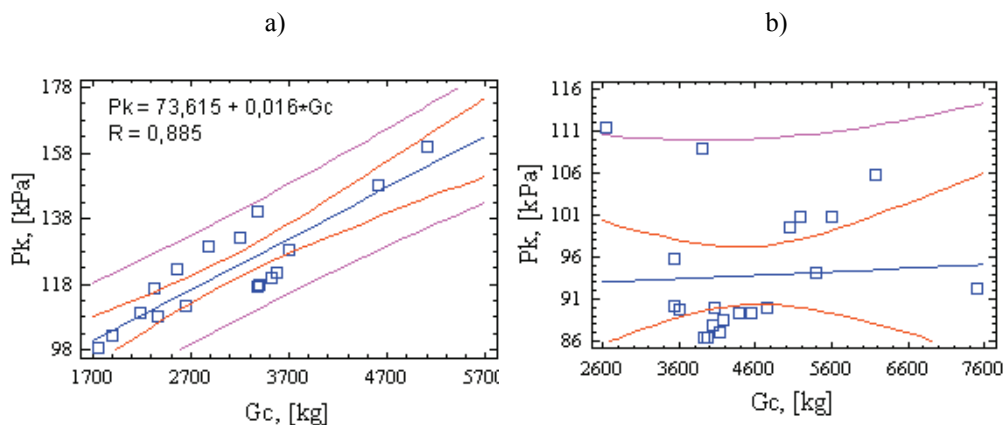
Wyniki badań

Gleby lekkie, które w przypadku województwa podlaskiego zajmują większość powierzchni przeznaczonej pod uprawy rolnicze, przeważały w badanych gospodarstwach. Jakość przestrzeni produkcyjnej określona na podstawie kompleksów rolniczej przydatności gleb wskazuje, że w badanych gospodarstwach ponad 50% powierzchni uprawnej znajduje się na glebach zaliczanych do kompleksów bardzo słabego i słabego. Średnia wielkość powierzchni pod gruntami rolnymi w badanych gospodarstwach wynosiła 14,9 ha. W strukturze zasiewów przeważały rośliny jare zajmujące prawie 68% powierzchni, w tym zboża ponad 43%. Pod względem wyposażenia w narzędzia i maszyny rolnicze (rys. 2), większość gospodarstw posiadała jedynie podstawowy zestaw narzędzi i maszyn do zabiegów polowych (uprawy, nawożenia, siewu, ochrony roślin).



Rys. 2. Struktura wyposażenia badanych gospodarstw w narzędzia i maszyny rolnicze
 Fig. 2. Structure of agricultural implements and machines in investigated farms

Agregat uprawowy, jako narzędzie wieloczynnościowe, pozwalający łączyć zabiegi i zmniejszyć tym samym liczbę przejazdów po polu znajdował się w co trzecim gospodarstwie. Większość maszyn to konstrukcje zawieszane na ciągniku, o niewielkiej masie, wymagające do współpracy lekkich ciągników o niewielkiej mocy silnika. W badanych gospodarstwach ponad 63% ciągników miało moc silnika mieszcząca się w zakresie 20-40 kW. Zdecydowana większość ciągników w badanych gospodarstwach miała napęd na jedną oś. Ciągniki te o masie w zakresie od 1765 kg do 5100 kg, (średnio 3049 kg) podczas przejazdu wytwarzały jednostkowe sumaryczne naciski kół w koleinie średnio ponad 25% większe niż ciągniki z napędem na obydwie osie, których masa mieściła się w zakresie od 3370 kg do 7500 kg (średnio 4547 kg). Największe wartości nacisków wywierały wąskie opony kół przednich, które w porównaniu z oponami szerokimi ciągników z napędem na obie osie były większe od 28% do 107% (średnio ponad 92%). Opony kół napędowych w ciągnikach z napędem na jedną oś wywierały naciski mniejsze od 10,4% do 25,9% (średnio 11,6%). O ile w odniesieniu do ciągników z napędem na jedną oś można określić zależność o akceptowalnym poziomie dopasowania pomiędzy jego masą a wartościami sumarycznych nacisków kół (rys. 3a), to w stosunku do rozpatrywanych ciągników z napędem na obie osie, przy dość dużym rozrzucie wartości (rys. 3b), doszukiwanie się związku pomiędzy masą a naciskami jest trudne.



Rys. 3. Zależność między naciskami kół a masa w ciągnikach z napędem na jedną oś (a) i dwie osie (b)

Fig. 3. Dependence between specific wheel pressures and weights of 2WD (a) and 4WD (b) tractors

Zebrane informacje dotyczące wyposażenia badanych gospodarstw w narzędzia i maszyny rolnicze były podstawą do opracowania tabeli zestawieniowej ukazującej zakresy wybranych parametrów techniczno-eksploatacyjnych użytkowanego sprzętu rolniczego (tab. 1).

Wyposażenie w maszyny...

Tabela 1. Wybrane parametry techniczno-eksploatacyjne narzędzi i maszyn w badanych gospodarstwach

Table 1. Selected technical and exploitation parameters of the implements and machines in investigated agricultural farms

Maszyna	Parametr techniczno-eksploatacyjny	Jednostka miary	Zakres wartości parametru	Średnia ważona
Pług zawieszany	Liczba korpusów	szt	2–8	3
Kultywator zaw.	Szerokość robocza	m	1,5–5,6	2,7
Brona talerzowa	Szerokość robocza	m	1,8–5,0	3,6
Brona zębowa	Szerokość robocza	m	2,8–3,7	4,1
Agregat uprawowy	Szerokość robocza	m	2,0–4,6	3,0
Rozsiewacz nawozów zawieszany	Ładowność zbiornika	kg	190–1250	372
Rozsiewacz nawozów przyczepiany	Ładowność zbiornika	kg	2600–5000	3750
Rozrzutnik obornika 1 - osiowy	Ładowność skrzyni	kg	1500–6000	3350
Rozrzutnik obornika 2 - osiowy	Ładowność skrzyni	kg	3000–10000	4500
Siewnik zbożowy uniwersalny	Szerokość robocza	m	1,5–3,6	2,6
Opryskiwacz zawieszany	Pojemność zbiornika	dm ³	300–600	373
	Szerokość belki	m	8–14	10,4
Kombajn zbożowy	Szerokość robocza	m	3,25–5,0	3,9

Zestawione w tabeli zakresy wartości parametrów narzędzi i maszyn charakteryzują się dość znacznym rozrzutem, związanym z jednej strony ze zróżnicowaniem wielkości powierzchni użytków rolnych w gospodarstwach i często wynikającą z tego wielkością pól, z drugiej zaś, w wielu gospodarstwach obserwowano brak dopasowania szerokości roboczych poszczególnych agregatów, umożliwiającego przejazdu ciągnika tymi samymi śladami w następujących po sobie zabiegach. Mimo dość znacznego rozrzutu wartości parametrów, przeważały agregaty o niewielkich szerokościach roboczych, co znalazło odzwierciedlenie w wartościach średniej ważonej. Wartości tego parametru dla poszczególnych maszyn są charakterystyczne dla agregatów użytkowanych w niewielkich gospodarstwach rolnych. Wykorzystując określone w ten sposób wartości średnie szerokości roboczych wybrano zestaw agregatów o parametrach najbardziej zbliżonych (tabela 2).

W celu porównania poszczególnych agregatów pod względem ich oddziaływania na glebę przyjęto zestaw wskaźników wykorzystywanych w licznych publikacjach naukowych: wartość sumarycznych jednostkowych nacisków kół na glebę podczas przejazdu (ΣP_k), obciążenie powierzchni pola (G_{p_a}) wyrażające stosunek iloczynu sumarycznego ciężaru agregatu (ΣY) i pokonanej drogi, do jednostki powierzchni, wielkość powierzchni śladów kół odniesiona do jednostki powierzchni (F_{g_a}), średnie obciążenie pola naciskiem jednostkowym (G_{p_k}), odniesione do całej uprawianej powierzchni.

W tabeli dla maszyn ze zbiornikiem lub skrzynią ładunkową (siewnik, opryskiwacz itp.) wartość nacisku jednostkowego określono dla połowy maksymalnego obciążenia, jako stanu średniego w cyklu operacyjnym.

Tabela 2. Wartości wskaźników oceny działania na glebę poszczególnych agregatów
Table 2. Values of indices for evaluation of particular outfit effects on soil

Zabieg	Agregat		Dane techniczne	Wskaźnik ugniatania gleby kołami				
	Nr	Symbol		ΣY [kN]	ΣPk [kPa]	Gp_a [tkm/ha]	Fug_a [%]	Gp_k [kPa]
Uprawa	1	Ur2812+ U316/2 ^{a/}	4,1 m	24,93	355,1	6,198	13,65	24,23
	2	Ur3512+ U418/1 ^{b/}	2,8 m	28,74	349,38	10,46	20,00	34,93
Nawożenie	3	Ur2812+ N012 ^{c/}	10,0 m	25,78	271,06	2,63	5,60	7,59
	4	Ur2812 + N011 ^{d/}	12,0 m	44,42	672,12	3,77	4,67	15,69
Siew	5	Ur3512 + S043/3 ^{e/}	2,7 m	29,11	420,79	10,98	20,74	43,63
Chemiczna ochrona roślin	6	Ur2812+ P058/2 ^{f/}	10,0 m	25,50	270,58	2,60	5,60	7,58

W tabeli oznaczono: - symbolem „Ur” ciągniki Ursus, ^{a/}- brona, ^{b/}- kultywator, ^{c/}-rozsiewacz zawieszany, ^{d/}-rozsiewacz przyczepiany, ^{e/}-siewnik zawieszany, ^{f/}- opryskiwacz zawieszany.

Rozpatrując przedstawione w tabeli wartości można zauważyć, że użycie agregatów uprawowych (nr 1 i 2) zbliżonych pod względem sumarycznych ciężarów (różnica ok. 15%) i wartości sumarycznych nacisków kół (różnica ok. 1,6%), ale o różnych szerokościach roboczych wpływa na wartości parametrów charakteryzujących intensywność oddziaływania kół na glebę. Agregat o mniejszej szerokości roboczej o około 32%, pozostawiał po sobie ponad 46% większą powierzchnię ugniecenia pola. Równocześnie wskaźnik obciążenia powierzchni pola (Gp_a) przez agregat z kultywátorem (nr 2), w wyniku większej liczby przejazdów po polu związanych z mniejszą szerokością roboczą, był większy o prawie 69%, niż dla agregatu z broną (nr 1). Ponadto, przy prawie jednakowych wartościach nacisków kół (ΣPk), wartość wskaźnika obciążenia pola naciskiem jednostkowym agregatu z kultywátorem (nr 2), odniesiona do całej uprawianej powierzchni jest ponad 44% większa niż dla agregatu z broną. Można to również tłumaczyć różnicą liczby przejazdów po polu obydwu agregatów, wynikającą z różnicy w szerokościach roboczych. Podobny układ zależności można zauważyć porównując agregaty 1 i 6, gdzie ok. 2,5-krotne zwiększenie szerokości roboczej (przy zbliżonych masach obydwu agregatów) oprowadziło do zmniejszenia nacisków kół o 23%, obciążenia powierzchni pola (Gp_a) o ok. 58%, wielkości powierzchni ugniecionej ok. 2,5-krotnie i średniego obciążenia pola naciskiem kół o ok. 69%. Równocześnie, z porównania agregatów uprawowego (nr 2) i do siewu roślin (nr 5) można zauważyć, że przy zbliżonych całkowitych masach obydwu zestawów (różnica ok. 1,3%), sposób ich połączenia z ciągnikiem ma również wpływ na obciążenie powierzchni pola naciskami kół. W agregacie zawieszonym, z kultywátorem, masa agregatu i składowe oporu roboczego obciążające głównie tylną oś ciągnika, opartą na szerokich oponach w niewielkim stopniu zwiększają wartości jednostkowych nacisków kół. W przypadku siewnika, wspartego na powierzchni pola na własnych kołach jezdnych,

cała masa maszyny przenosi się na glebę wytwarzając reakcje podporowe i związane z tym naprężenia na powierzchni styku opon z koleiną. W wyniku tego, wartości jednostkowych nacisków kół (ΣP_k) agregatu do siewu są większe o ponad 20% niż agregatu do uprawy, a odpowiednie wartości nacisków (G_{p_k}) odniesione do całego pola - ponad 33%.

Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań i analizy wskazują, że dobór agregatów ciągnikowych pod względem parametrów techniczno-eksploatacyjnych jest jednym z podstawowych czynników umożliwiających uzyskanie korzystnych efektów zmechanizowanych prac polowych. Prawidłowe zestawienie agregatu, powinno zapewniać uzyskiwanie podczas pracy korzystnych wskaźników eksploatacyjnych wynikających z odpowiedniego wykorzystania mocy silnika, ograniczenia poślizgu kół w danych warunkach polowych, a także powinno prowadzić do możliwie najmniejszego ugniecenia gleby kołami. W tym względzie wymiar opon i rozkład masy w agregacie mają większy wpływ na wartości przekazywanych na glebę nacisków niż całkowita masa agregatu. Ponadto, istotnym czynnikiem wpływającym na wielkość powierzchni ugniecenia jest sposób poruszania się agregatów po polu, bezpośrednio związany z ich szerokościami roboczymi.

Bibliografia

- Ablas J., Wanink F., Van der Akker L., Van der Werf H. M.G.** 1994. Impact of traffic-induced compaction of sandy soils on the yield of silage maize in the Netherlands Soil & Tillage Research. Vol. 29. Issues 2-3, s. 157-165.
- Buliński J.** 1998. Zagęszczenie gleby w różnych technologiach i związane z tym opory orki. Rozprawy naukowe i monografie. Wyd. SGGW Warszawa. s. 140.
- Głąb T.** 1999. Reakcja koniczyny czerwonej na ugniatanie kołami ciągnika. Komitet Techniki Rolniczej PAN, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, IBMER – Wrocław: PTIR. s. 37-43.
- Gupta S.C., Allmaras R.R.** 1986. Models to assess the susceptibility of soils to excessive Compaction. Advances in Soil Science, Vol. 6. Springer Verlag, New York, USA. s. 65-100.
- Horn R. Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A., Van Ouwerkerk C.** 1995. Soil compaction processes and their effect on the structure of arable soils and environment. Soil & Tillage Research 35, s. 23-36.
- Krężel B., Parylak D., Zimny L.** 1999. Zagadnienia uprawy roli i roślin. Wrocław. s. 62-69.
- Lipiec J., Stępniewski W.** 1995. Effect of soil compaction and tillage systems on uptake and losses of nutrients. Soil & Tillage Research. Vol. 35, nr 1-2, s. 37-52.
- Nogtikov A.A.** 2004. Vlijanie parametrov MTA na uplotnienie pocvy. Traktory i Sel'chozmasziny. nr 6, s. 41-42
- Powalka M.** 2005. Wpływ nacisków kół ciągników rolniczych na zagęszczenie gleby w warstwie ornej. Rozprawa doktorska WIP. SGGW Warszawa. Maszynopis s. 84.
- Soane B.D., van Ouwerkerk C.** 1995. Implications of soil compaction in crop production for the quality of the environment. Soil & Tillage Research, Vol.35, nr 1-2, s.5-22.
- Tarawally M. A, Medina H., Frómata M. E , Itza C. A.** 2004. Field compaction at different soil-water status: effects on pore size distribution and soil water characteristics of a Rhodic Ferralsol in Western Cuba. Soil & Tillage Research 76 s. 95–103.

- Van Ouverkerk C., Soane B.D.** 1994. Conclusions and recommendations for further research on soil compaction in crop production. *Soil Compaction in Crop Production. Developments in Agricultural Engineering*, 11. Elsevier, Amsterdam. s. 627-642.
- Walczyk M.** 1995. Wybrane techniczne i technologiczne aspekty ugniatania gleb rolniczych agregatami ciągnikowymi. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, z. 202, s. 108.
- Włodek S.** 2000. Wpływ powierzchniowego zagęszczania gleby na jej właściwości fizyczne w profilu. *Komitet Techniki Rolniczej PAN, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, IBMER*. – Wrocław: s. 313-318.

ANALYSIS OF TRACTOR – MACHINE SETS IN FARMS OF PODLASKIE PROVINCE WITH RESPECT TO SOIL COMPACTION

Summary. Soil stresses in the arable layer and the subsoil beneath the tractor wheel track are considered as major factors causing soil degradation. These stresses result from excessive loads on tractor wheels exerted on the soil. Various solutions of that problem have been recommended in research papers, namely: application of proper tyres and appropriate inflation pressure, combining of various field operations, controlled traffic technologies etc. The proper selection of tractor and machines is also very important. The scope of such actions depends on the farm area, directions of production and financial strength of the farm. The results of analysis on tractor-machine sets in 149 farms from the viewpoint of possibilities for soil compacting reduction are presented in the paper.

Key words: soil compaction, tractor outfits, agricultural farm

Adres do korespondencji:

Jerzy Buliński; e-mail: jbulinski@wp.pl
Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 164
02-787 Warszawa