

OCENA DZIAŁANIA NA GLEBĘ KÓŁ AGREGATÓW CIĄGNIKOWYCH W GOSPODARSTWACH ROLNICZYCH

Jerzy Buliński

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

Tomasz Marczuk

Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży

Streszczenie. Artykuł przedstawia wyniki badań intensywności działania na glebę kół agregatów rolniczych w 149 indywidualnych gospodarstwach województwa podlaskiego. Dokonano analizy struktury użytkowania gruntów w rozpatrywanych gospodarstwach i ich wyposażenia w narzędzia maszyny i ciągniki rolnicze. Zestawiono wartości parametrów techniczno-eksploatacyjnych narzędzi i maszyn i opracowano 7 technologii zmechanizowanych prac polowych stosowanych w uprawie zbóż, zróżnicowanych pod względem szerokości roboczych agregatów, sposobu połączenia z ciągnikiem oraz sposobu wykonywania przejazdów po polu (tradycyjny, ścieżkowy). Ocenę intensywności ugniecenia pola przez koła agregatów stosowanych w poszczególnych technologiach przeprowadzono na podstawie opracowanego wskaźnika intensywności ugniecenia pola.

Słowa kluczowe: agregat ciągnikowy, ugniatanie gleby, gospodarstwo rolnicze

Wprowadzenie

Ugniatanie gleby kołami pojazdów rolniczych, a zwłaszcza stosowanie ciężkich maszyn i ciągników w zabiegach uprawy, nawożenia, ochrony roślin i zbiorów oraz intensyfikację upraw, uważa się za główne przyczyny niekorzystnych zmian w strukturze gleby [Carman 1994; Grečenko 2003; Gupta i Allmaras 1986; Hadas i in. 1988]. W wyniku nadmiernego zagęszczenia gleby zmieniają się jej właściwości fizyczne, biologiczne, chemiczne [Gupta i Allmaras 1986; Horn i in. 1995; Soane i van Ouwerkerk 1995]. Prowadzi to m.in. do zmniejszenia plonowania roślin a nawet do trwałej degradacji środowiska. Problem ten jest szczególnie istotny w gospodarstwach położonych na glebach słabych, uprawianych w sposób niewłaściwy ze względu na sposób wykonywania przejazdów jak i dobór agregatów, które z natury stwarzają trudności w zapewnieniu roślinom odpowiedniego środowiska wzrostu i rozwoju.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono dla 149 gospodarstw województwa podlaskiego. W rozpatrywanej liczbie gospodarstw ponad 78% miało powierzchnię gruntów ornych do 20 ha, ok. 40% stanowiły gospodarstwa o powierzchni od 5 do 10 ha a gospodarstwa małe (< 5 ha) stanowiły ok. 4% ogólnej liczby badanych gospodarstw. W strukturze zasiewów gospodarstw przeważały zboża jare (48%) i ozime (ok 32%). Udział upraw pozostałych roślin nie przekraczał 6% (powierzchnia < 1 ha). W gospodarstwach przeważały ciągniki lekkie i średniej mocy (68%). Określone średnie wartości technicznych parametrów dla poszczególnych grup narzędzi i maszyn będących na wyposażeniu gospodarstw przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Wartości średnie technicznych parametrów narzędzi i maszyn w gospodarstwach
Table 1. Mean values of technical parameters of implements and machines in investigated farms

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

Źródło: obliczenia własne

Na podstawie technicznych parametrów narzędzi i maszyn zestawiono 7 technologii uprawy zbóż (tab. 2), charakterystycznych dla badanych gospodarstw: (T1) – z agregatami zawieszanymi o małej szerokości roboczej i przejazdami systemem tradycyjnym, (T2) – z agregatami zawieszanymi o dużej szerokości roboczej i przejazdami systemem tradycyjnym, (T3) – z agregatami przyczepianymi o małej szerokości roboczej i przejazdami systemem tradycyjnym, (T4) – z agregatami przyczepianymi o dużej szerokości roboczej i przejazdami systemem tradycyjnym, (T5) – z agregatami zawieszanymi o dużej szerokości roboczej z agregatem uprawowo-siewnym i przejazdami systemem tradycyjnym, (T6) – z agregatami zawieszanymi o dużej szerokości roboczej, z agregatem uprawowo-siewnym i systemem ścieżek przejazdowych zakładanych od uprawy popłużnej, (T7) – z agregatami zawieszanymi o dużej szerokości roboczej z agregatem uprawowo-siewnym i systemem ścieżek przejazdowych zakładanych podczas siewu.

Ocena działania na glebę...

Tabela 2. Parametry technologii uprawy zbóż

Table 2. Parameters of cereals cultivation technologies

Technologia	Średnia szerokość robocza agregatów [m]	Sumaryczny ciężar agregatów [kN]	Obciążenie powierzchni pola [$t \cdot km \cdot ha^{-1}$]	Sumaryczny nacisk kół [kPa]
T1	4,97	161,52	33,13	956,65
T2	9,01	364,84	40,52	1297,79
T3	5,52	175,56	31,80	1333,25
T4	9,97	415,73	42,51	1880,97
T5	9,87	373,50	38,56	1042,28
T6	7,20	370,41	51,87	853,79
T7	7,72	382,32	50,48	951,69

Źródło: obliczenia własne

Do oceny oddziaływania poszczególnych zestawów agregatów na glebę wykorzystano zależność:

$$W_i = \frac{\sum F_{u_{Pk > 100}}}{F_0 + F_{u_{Pk < 100}}}$$

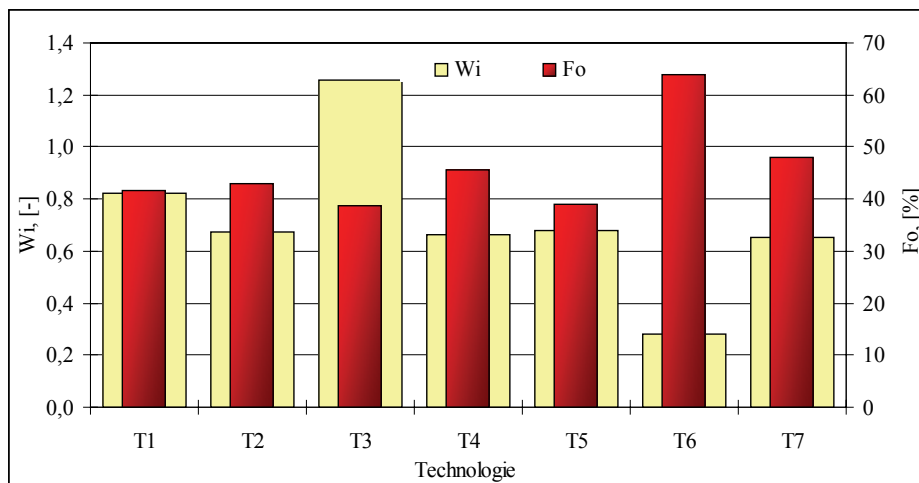
gdzie:

- W_i – wskaźnik intensywności ugniecenia powierzchni pola,
- $F_{u_{Pk < 100}}$ – udział powierzchni pola ugniecionej naciskami < 100 kPa [%],
- $F_{u_{Pk > 100}}$ – udział powierzchni pola ugniecionej naciskami > 100 kPa [%],
- F_0 – udział powierzchni pola nieugniecionej.

Wyniki

Porównanie poszczególnych technologii pod względem wielkości powierzchni nieugniecionej kołami i intensywności jej ugniecenia przedstawia rysunek 1.

Największą intensywnością ugniecenia powierzchni pola ($W_i = 1,26$) charakteryzowała się technologia T3 z małymi agregatami przyczepianymi, w której na każdy $1 m^2$ powierzchni nieugniecionej, bądź ugniecionej naciskiem $P_k < 100$ kPa przypadało $1,26 m^2$ powierzchni ugniecionej naciskiem o wartości $P_k > 100$ kPa tj. określanej jako graniczne dla warunków rozwoju roślin. W tej technologii, agregaty o małej szerokości roboczej jeżdżące po polu w sposób tradycyjny powodowały ugniecenie znacznej powierzchni pola (> 61%). Ponadto, koła agregatów przyczepianych, jednoosiowych, o niewielkich wymiarach opon, jadące śladami ciągnika, zwiększały sumaryczne naciski jednostkowe do wartości znacznie przekraczających 100 kPa. Zwiększenie szerokości agregatów (T4), umożliwiło ograniczenie liczby przejazdów i tym samym zmniejszenie powierzchni pola wielokrotnie ugniecionej. W wyniku tego intensywność ugniecenia zmniejszyła się prawie o połowę ($W_i = 0,66$). Taką samą wartość wskaźnika otrzymano dla technologii T2 z agregatami zawieszanymi o dużej szerokości roboczej. W tej technologii z wykorzystaniem pojazdów dwuosiowych, przy tradycyjnym sposobie wykonywania przejazdów agregatami na polu powstawały liczne miejsca z wielokrotnie nałożonymi śladami kół.



Rys. 1. Wartości wskaźnika intensywności ugniecenia (W_i) i powierzchni nieugniecionej (F_0) w badanych technologiach (źródło: obliczenia własne)

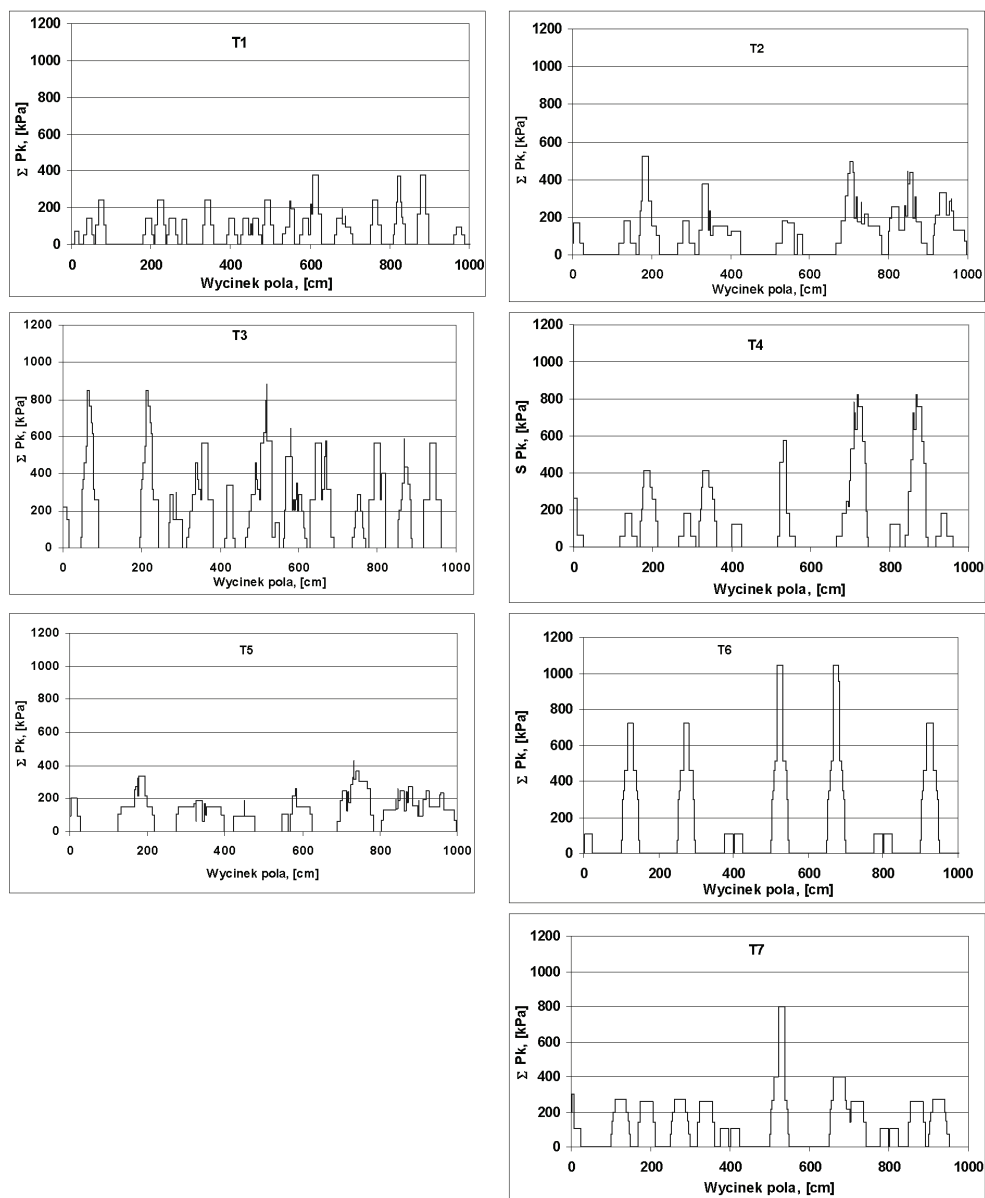
Fig. 1. Values of compaction intensity index (W_i) and uncompact field surfaces (F_0) in investigated technologies

Zwiększenie intensywności ugniecenia pola ($W_i = 0,85$) w technologii (T1), z małymi agregatami zawieszonymi można tłumaczyć z jednej strony dużymi jednostkowymi naciskami kół małych ciągników, małą szerokością roboczą agregatów, co prowadziło do ugniecenia pola na dużej powierzchni ($> 57\%$). W tej technologii na każdy 1 m^2 powierzchni nieugniecionej lub ugniecionej naciskami poniżej 100 kPa przypadało $0,85 \text{ m}^2$ powierzchni z ugnieceniem naciskami o wartościach przekraczających 100 kPa . Mniejszą intensywnością ugniecenia powierzchni pola charakteryzowały się technologie T5 i T7 (W_i odpowiednio: $0,68$ i $0,65$ – podobne do T2 pod względem sposobu połączenia ciągnika z maszyną i szerokości roboczych. W technologiach T5 i T7 użyto agregat uprawowski łączący te zabiegi w jednym przejeździe, a w technologii T7 dodatkowo system przejazdów ścieżkami założonymi podczas siewu roślin. Ten sposób organizacji ruchu agregatów po polu spowodował wzajemne dopasowanie szerokości roboczej narzędzi i maszyn używanych po siewie, natomiast w okresie przed siewem przejazdu agregatów odbywały się w sposób tradycyjny.

Z pośród wszystkich rozpatrywanych technologii wyraźnie najkorzystniejszymi wartościami obydwu parametrów charakteryzowała się technologia T6, z dużymi agregatami zawieszonymi i ścieżkami zakładanymi od momentu uprawy popluznej. Dla tej technologii ($W_i = 0,28$), po przejeździe agregatów wielkość powierzchni nieugniecionej lub z ugnieceniem poniżej 100 kPa , była ponad 3,5-krotnie większa niż powierzchnia z wielokrotnymi przejazdami i naciskami jednostkowymi powyżej 100 kPa . Równocześnie intensywność ugniatania gleby była 4,5-krotnie mniejsza niż w technologii T3 ocenionej jako najintensywniej ugniatająca.

Uzupełniającym materiałem poglądowym dla oceny doboru agregatów w poszczególnych technologiach może być rozmieszczenie nacisków kół na powierzchni pola (rys. 2).

Ocena działania na glebę...



źródło: obliczenia własne

Rys. 2. Wartości sumarycznych jednostkowych nacisków kół agregatów w analizowanych technologiach na wycinku pola

Fig. 2. Values of summary unit pressures of tractor-machine outfits' wheels on a fragment of field surface in analyzed technologies

Do analizy losowo wybrano fragment powierzchni pola o szerokości 1000 cm, mierzonej w poprzek do kierunku wykonywanych przejazdów.

Oznaczone na rysunku powierzchnie odpowiadają śladom kół po przejazdach agregatów oraz sumarycznym wartościom nacisków przekazanymi na glebę w danym miejscu.

Rozpatrując przedstawione wykresy można zauważyć, że agregaty o małej szerokości roboczej (T1 i T3), poruszające się po polu sposobem tradycyjnym powodowały zwiększenie powierzchni ugniecenia. W przypadku użycia maszyn przyczepianych, poruszających się w śladzie kół ciągnika, ich przejazd znacznie zwiększał wartości nacisków, co przy znacznym zagęszczeniu śladów znalazło odzwierciedlenie w intensywności ugniecenia pola. Zwiększenie szerokości roboczej agregatów (T2 i T4) znacznie ograniczyło liczbę przejazdów i miejsc pokrytych śladami kół. Wysokie wartości nacisków kół w technologii T4 występowały w miejscach przejazdu cięższych agregatów do ochrony roślin i nawożenia. Prawidłowy dobór szerokości roboczej agregatów znajduje odzwierciedlenie w rozkładzie śladów kół w technologii T6. Zastosowania agregatów o odpowiedniej szerokości roboczej wszystkich agregatów, również tych, przygotowujących pole do siewu prowadziło do utworzenia ścieżek przejazdowych w zabiegach wykonywanych przed siewem. W wyniku tego uzyskano największą powierzchnię pola nieugniecioną, najmniejszą powierzchnię ugniecioną wielokrotnie i najmniejszą wartość wskaźnika intensywności ugniecenia (Wi). Wprowadzenie ścieżek po siewie (T7) nie obejmuje przejazdów agregatami wcześniej pracującymi na polu, co uwidoczniło się pogorszeniem rozkładu śladów kół i zwiększeniem intensywności ugniecenia pola.

Podsumowanie

Z analizy wskaźników przyjętych do oceny poszczególnych technologii wynika, że w uprawie zbóż, przy tradycyjnym systemie poruszania się agregatów po polu, bez względu na sposób zestawienia agregatów z ciągnikiem, w zakresie stosowanych szerokości roboczych narzędzi i maszyn, od 54,5% do 61,4% powierzchni pola pokrywały ślady przejazdów kół. Największą ugniecioną powierzchnią pola pozostawiały agregaty przyczepiane o małej szerokości roboczej z tradycyjnym systemem przejazdów (T3), powodując również najbardziej intensywne działanie kół na glebę. Zastosowanie ścieżek przejazdowych po uprawie popłużnej (T6), z udziałem agregatów zawieszanych o dużej szerokości roboczej, pozwoliło uzyskać 64% powierzchni pola nieugniecionej, tj. ponad 16% więcej niż w technologii ze ścieżkami zakładanymi w momencie siewu (T7). Przejazdy wszystkich agregatów systemem ścieżek przedsięwziętych pozwoliło ograniczyć powierzchnię pola ze śladami wielokrotnych przejazdów do ok. 22%. Intensywność ugniatania gleby kołami agregatów technologii T6 była prawie 4,5 -krotnie mniejsza niż w technologii T3 - najbardziej ugniatającej. Wprowadzenie systemu ścieżek przedsięwziętych, tj. zakładanych po uprawie podstawowej, wymaga z jednej strony wyposażenia agregatów w system naprowadzania ich na wcześniej zaplanowaną ścieżkę, z drugiej zaś, stosowania od samego początku, tj. od zabiegów uprawy przedsięwziętej, ochrony i nawożenia – odpowiednich szerokości roboczych agregatów, będących wielokrotnością szerokości roboczej siewnika.

Bibliografia

- Carman K.** 1994. Tractor forward velocity and tire load effects on soil compaction. *Journal of Terramechanics*, Vol. 31. Nr 1. s.11-20.
- Grečenko A.** 2003. Tire load rating to reduce soil compaction. *Journal of Terramechanics*. Vol. 40. Nr 2. s. 97-115.
- 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.
- Hadas A., Larson W.E., Allmaras R.R.** 1988. Advances in modeling machine-soil-plant interactions. *Soil & Tillage Research*. Vol. 11. s. 349-372.
- Horn R., Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A., van Ouwerkerk C.** 1995. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. *Soil & Tillage Research*, Vol. 35. Nr 1-2. s. 23-36.
- 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.

ASSESSMENT OF ACTION EXERTED ON SOIL BY TRACTOR UNIT WHEELS IN FARMS

Abstract. The article presents results of the research on intensity of action exerted on soil by wheels of tractor units in 149 individual farms located in Podlaskie Voivodship. The research involved an analysis of soil use structure at analysed farms, and their possession of tools, machines and farm tractors. The research involved comparing values of technical and operating parameters for tools and machines, and developing 7 technologies of mechanised field works employed in corn growing, diversified as regards working widths of the units, method used for coupling with tractor, and type of run across field (conventional, path-type). The intensity of field packing by wheels of units being used in individual technologies was assessed on the basis of worked out field packing intensity index.

Key words: tractor-machine outfit, soil compaction, 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