

OCENA SPRAWNOŚCI TRAKCYJNEJ OPONY UŻYTKOWANEJ NA RÓŻNYCH PODŁOŻACH ROLNICZYCH*

Włodzimierz Białczyk, Anna Cudzik, Jarosław Czarnecki, Marek Brennensthul
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Adam Kaus

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
Stacja Doświadczalna w Jelczu-Laskowicach*

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę współpracy opony 9.5-24 z wybranymi podłożami rolniczymi (ścierniska przy różnych systemach uprawowych, darń, gleba). Badania przeprowadzono przy dwóch poziomach obciążenia pionowego koła (3300N i 4300N). Analizowano maksymalne siły i sprawności trakcyjne. Stwierdzono, że największe wartości tych parametrów występowały na ściernisku przy siewie bezpośrednim. Ponadto wykazano, że zwiększanie obciążenia pionowego skutkowało wzrostem sił i sprawności trakcyjnych na wszystkich badanych podłożach.

Słowa kluczowe: sprawność trakcyjna, opona, podłoże rolnicze, system uprawy

Wstęp

Jednym z głównych wymogów współczesnego rolnictwa jest uzyskiwanie maksymalnych wydajności przy wykonywaniu określonych zabiegów agrotechnicznych. Wymóg ten w znacznej mierze dotyczy ciągników rolniczych jako podstawowego źródła energii przy pracach polowych, wykonywanych na różnych podłożach [Dajniak 1983]. Do typowych podłoży rolniczych zalicza się glebę, ściernisko, darń - każde z tych podłoży cechuje się odmiennymi właściwościami mechanicznymi.

Ekspluatowanie tego samego ciągnika na podłożach o odmiennych właściwościach będzie oznaczać różne warunki przenoszenia siły napędowej. Pojawia się także ryzyko powstawania nadmiernych strat energii w układzie koło – podłoże. Z jednej strony będą to straty ekologiczne (nadmierne zniszczenie struktury podłoża), z drugiej zaś strony – straty ekonomiczne (zwiększone zużycie paliwa). Parametrem, który ułatwia określenie wielkości strat przy przenoszeniu siły napędowej jest sprawność trakcyjna – określa ona stosunek energii odebranej do energii dostarczonej do koła [Zoz, Grisso 2003].

W literaturze znaleźć można prace, w których porównywano wartości sił i sprawności trakcyjnych w obrębie jednego rodzaju podłoża. Wykazano, że wpływ na nie mają zarów-

* Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego nr N N313 146938.

no parametry eksploatacyjne [Serrano i in. 2009; Smerda, Cupera 2010], jak i właściwości podłoża [Lyasko 2009; Materek 2004]. Brak jest natomiast informacji na temat porównania właściwości trakcyjnych tego samego ciągnika na różnych podłożach rolniczych. Porównanie takie zostanie dokonane w niniejszej pracy.

Cel badań

Ryzyko powstawania strat ekologicznych i ekonomicznych na skutek użytkowania ciągnika w odmiennych warunkach sprawiło, iż podjęto badania, których zadaniem było wyznaczenie maksymalnych wartości sił i sprawności trakcyjnych opony 9.5-24 użytkowanej na różnych podłożach rolniczych, przy różnych stopniach obciążenia pionowego.

Metodyka

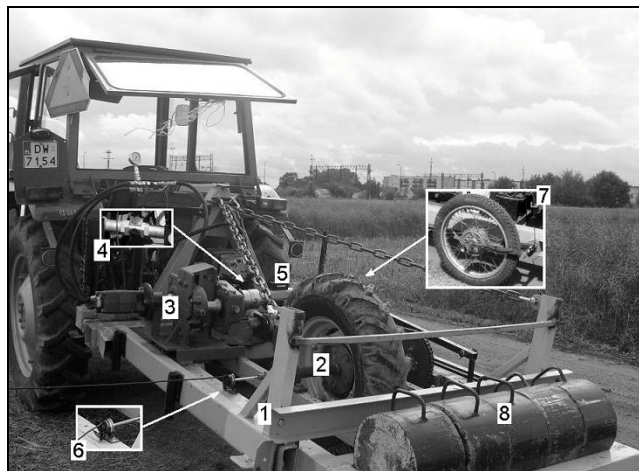
Do badań wytypowano cztery rodzaje podłoży rolniczych: ściernisko przy tradycyjnym systemie uprawowym, ściernisko przy siewie bezpośrednim, glebę świeżo uprawioną oraz nienaruszoną darń. Pierwsze trzy podłoża zlokalizowane były na terenie stacji doświadczalnej Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Jelczu-Laskowicach, czwarte podłoże należało do Instytutu Inżynierii Rolniczej we Wrocławiu. Wszystkie podłoża zostały scharakteryzowane poprzez wyznaczenie wilgotności, zwięzłości oraz maksymalnych naprężeń ścinających. Wartości tych parametrów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wartości parametrów podłoży
Table 1. A list of surfaces parameters values

Parametr	Ściernisko uprawa tradycyjna	Ściernisko siew bezpośredni	Gleba świeża	Nienaruszona darń
Wilgotność względna [%]	18,2	19,8	14,8	17,3
Zwięzłość [MPa]	1,19	1,58	0,85	1,41
Maksymalne naprężenia ścinające [kPa]	23	48	6	55

Źródło: opracowanie własne

Badania trakcyjne wykonano dla koła wyposażonego w oponę 9,5-24 o tzw. klasycznej rzeźbie bieżnika, przy dwóch poziomach obciążenia pionowego (3300 i 4300N). Badanie to realizowane było z wykorzystaniem specjalistycznego stanowiska (rys.1) zagregowanego z ciągnikiem rolniczym klasy 9.0kN. Zasadniczym elementem stanowiska była dwuczęściowa rama (1), na której umieszczono wał z badanym kołem (2), czujnik momentu obrotowego (5), czujniki do pomiaru drogi rzeczywistej (7) i teoretycznej (6) oraz siłomierz (4) do pomiaru siły uciągu. Obrót wału z badanym kołem uzyskiwany był od wałka odbioru mocy ciągnika za pośrednictwem kilkustopniowej przekładni (3). Do zmiany poziomu obciążenia służyły obciążniki (8) umieszczone w tylnej części stanowiska.



Źródło: fotografia własna

Rys. 1. Widok stanowiska pomiarowego (opis w tekście)
Fig. 1. A view of measuring position (description is included in the text)

Badanie polegało na wymuszaniu ruchu obrotowego badanego koła, w wyniku czego uzyskiwano ruch postępowy stanowiska wraz z ciągnikiem. Układ hamulcowy ciągnika wykorzystany był do wymuszenia pełnego zakresu zmian poślizgu badanego koła. Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczano wartości poślizgów oraz sprawności, zgodnie z wzorami 1 i 2.

$$\delta = 100 \left(1 - \frac{s_R}{s_T} \right) \quad (1)$$

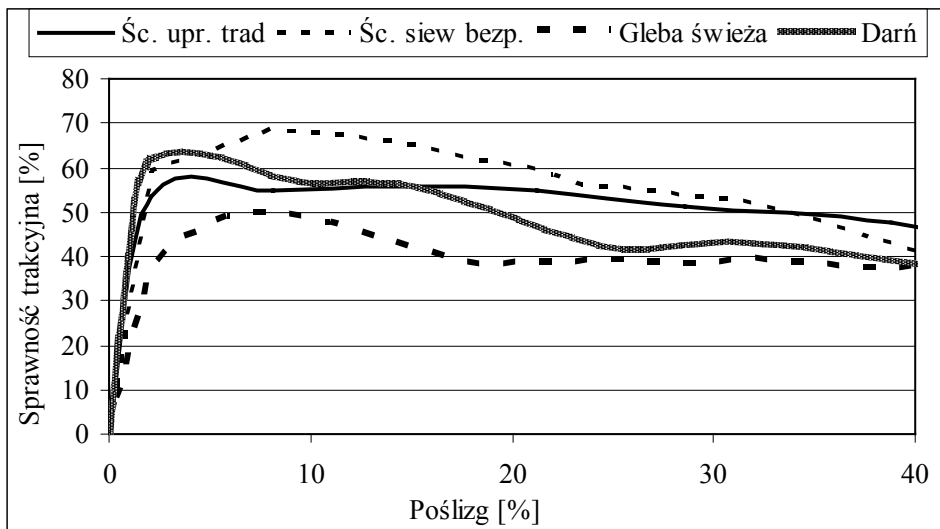
$$\eta = \frac{P_T}{M_O} r_D (100 - \delta) \quad (2)$$

gdzie:

- δ – poślizg koła [%],
- s_R – wartość drogi rzeczywistej [m],
- s_T – wartość drogi teoretycznej [m],
- P_T – siła trakcyjna [N],
- M_O – moment obrotowy na kole [Nm],
- r_D – promień dynamiczny koła [m]

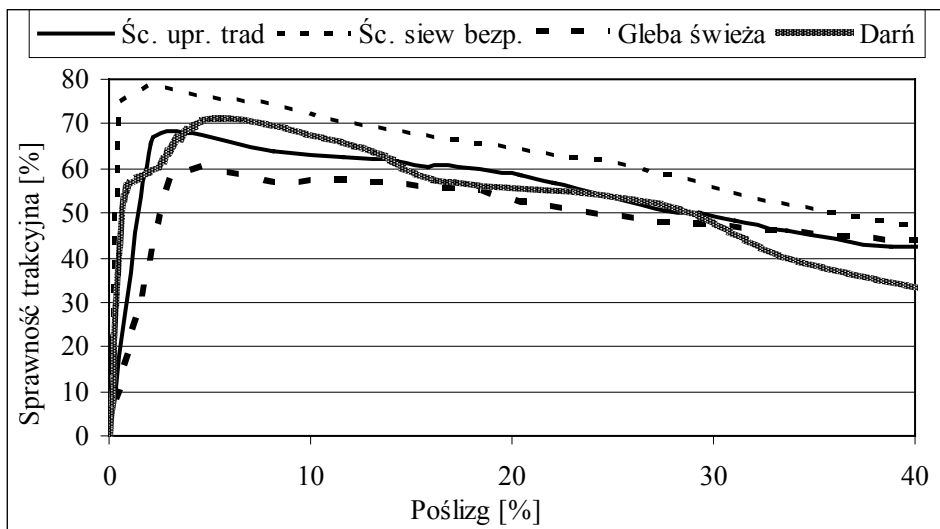
Wyniki badań

Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono przebiegi sprawności trakcyjnych w funkcji poślizgu koła. Przebiegi te przedstawiono na rysunkach 2 i 3.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Przebiegi sprawności trakcyjnej w funkcji poślizgu przy obciążeniu pionowym 3300 N
 Fig. 2. Courses of traction efficiency in a function of skidding at vertical load of 3300 N



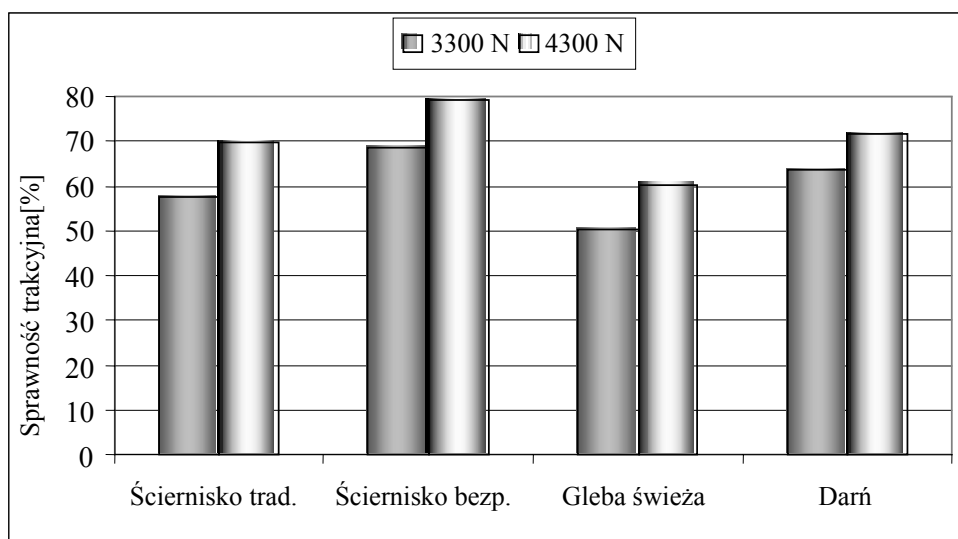
Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Przebiegi sprawności trakcyjnej w funkcji poślizgu przy obciążeniu pionowym 4300 N
 Fig. 3. Courses of traction efficiency in a function of skidding at vertical load of 4300 N

Analizując przebiegi przedstawione na rysunku 2 stwierdzić można, że najwyższe wartości sprawności zostały osiągnięte na ściernisku w siewie bezpośrednim (wartość maksymalna 68,5%). Maksymalne wartości sprawności na poszczególnych podłożach występowały przy poślizgach z zakresu 3 – 9%, przy czym niższe wartości dotyczyły ścierniska w uprawie tradycyjnej oraz darni.

Z przebiegów przedstawionych na rysunku 3 wynika, że maksymalne wartości sprawności występują tu przy mniejszych wartościach poślizgów (do 6%). Najwyższa wartość sprawności trakcyjnej (78,9%) dotyczy ścierniska w siewie bezpośrednim, zaś najniższa – gleby uprawianej technologią tradycyjną.

W celu zobrazowania wpływu obciążenia pionowego na wartości sprawności trakcyjnej na rysunku 4 dokonano zestawienia maksymalnych wartości sprawności przy obu poziomach obciążenia pionowego, na wszystkich rozpatrywanych podłożach.



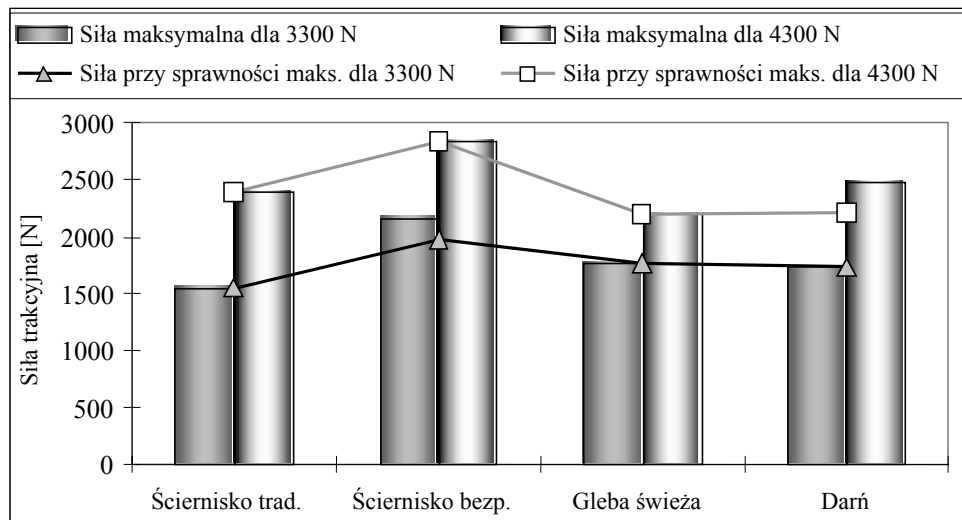
Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Zestawienie maksymalnych wartości sprawności trakcyjnej przy obu poziomach obciążenia pionowego

Fig. 4. A list of maximum values of traction efficiency for both levels of vertical load

Z powyższego zestawienia wynika, iż zgodnie z dotychczasowymi wynikami badań innych autorów i własnych zwiększanie obciążenia pionowego powodowało wzrost wartości sprawności trakcyjnych na wszystkich podłożach. Największa wartość przyrostu sprawności wystąpiła na ściernisku przy uprawie tradycyjnej (wzrost o 12 punktów procentowych czyli o 20,9%).

Na rysunku 5 przedstawiono wartości maksymalnych sił trakcyjnych oraz sił odpowiadających sprawnościom maksymalnym.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Zestawienie maksymalnych sił trakcyjnych oraz sił odpowiadających sprawnościom maksymalnym, przy obu poziomach obciążenia pionowego

Fig. 4. A list of maximum traction forces and the forces responsible for maximum efficiency for both levels of vertical load

Analizując powyższe zestawienie zaobserwować można, że w większości przypadków siła występująca przy sprawności maksymalnej jest równa maksymalnej sile trakcyjnej. Wyjątek stanowią tu ściernisko w siewie bezpośrednim przy obciążeniu 3300 N oraz darń przy obciążeniu 4300 N. W obu tych przypadkach siły przy sprawności maksymalnej były niższe od maksymalnych sił trakcyjnych.

W celu ustalenia wpływu poszczególnych czynników na wartości sił i sprawność trakcyjnych wykonano wieloczynnikową analizę wariancji na poziomie istotności $\alpha=0,05$ w module ANOVA programu Statistica 9.0. Wyniki tej analizy przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki analizy statystycznej

Table 2. Results of the statistical analysis

Zmienna	Poziomy istotności	
	Podłoże	Obciążenie pionowe
Siła trakcyjna	0,00000	0,00069
Sprawność trakcyjna	0,00000	0,00000

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie wyników analizy statystycznej stwierdzić można, że rodzaj podłoża, jak i wielkość obciążenia pionowego kół miały wpływ na wartości sił i sprawności trakcyjnych.

Wnioski

Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki stały się podstawą do sformułowania następujących wniosków:

1. Na wszystkich rozpatrywanych podłożach zwiększenie obciążenia pionowego koła skutkowało wzrostem sprawności trakcyjnej; największą wartość przyrostu zaobserwowano na ściernisku przy uprawie tradycyjnej (wzrost o 20,9%).
2. Maksymalne wartości sprawności trakcyjnej występowały przy poślizgach z zakresu 2 - 8%, przy czym niższe wartości poślizgów odpowiadających sprawnościom maksymalnym obserwowano przy wyższym poziomie obciążenia.
3. W większości przypadków siła trakcyjna występująca przy maksymalnej sprawności trakcyjnej była równa maksymalnej sile trakcyjnej. Jedynie w przypadku siewu bezpośredniego przy 3300 N i darni przy 4300 N siły odpowiadające sprawności maksymalnej miały niższą wartość niż maksymalne siły trakcyjne zmierzone na tych podłożach.

Bibliografia

- Dajniak H.** 1983. Ciągniki. Teoria ruchu i konstruowanie, WKŁ Warszawa. ISBN 83-206-0518-0.
- Lyasko M.** 2010. Slip sinkage effect in soil – vehicle mechanics. *Journal of Terramechanics* 47. s. 21-31.
- Materek D.** 2004. Analiza właściwości trakcyjnych kołowego ciągnika rolniczego w wybranych technologiach uprawy roślin. *Zeszyty naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu nr 493*. ISSN 0867-7964.
- Serrano J.M., Peca J.O., Silna R., Marquez L.** 2009. The effect of liquid balast and tyre inflation pressure on tractor performance. *Biosystem Engineering* 102. s. 51-62.
- Smerda T., Cupera J.** 2010. Tire inflation and its influence on drawbar characteristics and performance – Energetic indicators of a tractor set. *Journal of Terramechanics* 47. s. 395-400.

ASSESSMENT OF TRACTION EFFICIENCY OF A TYRE USED ON VARIOUS AGRICULTURAL SURFACES

Abstract. The study presents an analysis of cooperation between 9.5-24 tyre and selected agricultural surfaces (stubble fields for various cropping systems, sod, and soil). The research was conducted for two levels of wheel perpendicular loads (3300 N and 4300 N). Maximum forces and traction efficiency were analysed. It was determined that the highest values of these parameters occurred on a stubble field during indirect sowing. Moreover, it was determined that increasing a vertical load resulted in growth of traction forces and traction efficiency on all investigated surfaces.

Key words: traction efficiency, tyre, agricultural surface, cropping system

Adres do korespondencji:

Włodzimierz Białczyk; e-mail: wlodzimierz.bialczyk@up.wroc.pl

Instytut Inżynierii Rolniczej

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

ul. Chełmońskiego 37/41

51-630 Wrocław