

OCENA WŁAŚCIWOŚCI TRAKCYJNYCH WYBRANYCH OPON NA PODŁOŻACH ZADARNIONYCH

Włodzimierz Białczyk, Jarosław Czarnecki, Anna Cudzik,
Marek Brennensthul

Instytut Inżynierii Rolniczej Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono ocenę porównawczą właściwości trakcyjnych dwóch opon przeznaczonych do pracy na powierzchniach zadarnionych. Badania przeprowadzono na łące należącej do RZD Pawłowice Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Badaną darń ugniatano wałem zaopatrzonym w ostrogi imitujące korki butów piłkarskich. Zastosowano 0%, 50% oraz 100% poziom ugniecenia (użytkowania) darni. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że badane opony uzyskują zróżnicowane zdolności trakcyjne. Dla opony 36x13,5-15 wykazano nieistotny wpływ ugniecenia darni na wartości osiągniętych sił i sprawności trakcyjnych. Opona 400x55-22,5 uzyskiwała siły i sprawności trakcyjne istotnie różne na poszczególnych poziomach użytkowania.

Słowa kluczowe: darń, siła trakcyjna, sprawność trakcyjna

Wstęp


Pojazdy rolnicze, w zależności od wykonywanych zabiegów agrotechnicznych, poruszają się po podłożach porośniętych roślinnością oraz po tzw. „podłożach czystych” pozbawionych roślin. Problematyce współpracy kół tych pojazdów z podłożami użytkowymi rolniczo poświęconych jest wiele publikacji naukowych. W większości są to prace dotyczące sił i momentów działających na koła napędowe poruszające się po podłożach niezadarnionych [Hammel 1994]. Znaczna ich część opisuje skutki oddziaływania kół agregatów na rozwój i plonowanie roślin [Horn i in. 2009]. Prace poświęcone powierzchniom zadarnionym stanowią małą grupę. Jedynie nieliczni autorzy podejmują tematykę deformacji warstwy powierzchniowej darni w kontekście konstrukcyjnych i eksploatacyjno-trakcyjnych parametrów kół napędowych [Shearman i in. 1975]. Wymagania trakcyjne stawiane współczesnym ciągnikom sprawiają, że konieczne jest stosowanie nowoczesnych konstrukcji opon na koła napędowe współpracujące z podłożami zadarnionymi, tzw. opon typu „grass”. W zależności od producenta charakteryzują się one odmienną rzeźbą bieżnika, co może wpływać na ich zdolności trakcyjne.

Cel, metoda i warunki badań

Głównym celem badań prezentowanych w niniejszej pracy było porównanie zdolności trakcyjnych dwóch opon napędowych przeznaczonych do pracy na powierzchniach zadarnionych.

W tabeli 1 przedstawiono parametry techniczne badanych opon.

Tabela 1. Parametry techniczne badanych opon
Table 1. Technical parameters of tested tyres

Marka / Model Typ opony	 Trelleborg Twin 404 400x55-22,5	 Multitrac Titan CIS 36x13,5-15
Średnica osadzenia [mm]	570	381
Średnica zewnętrzna [mm]	1130	914
Szerokość [mm]	400	343
Nośność max[kg]	1120	1550

Badania przeprowadzono w roku 2010 na terenach RZD Pawłowice, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Poletka doświadczalna założono na zdegradowanej łące łąkowej na glebie aluwialnej. Profil glebowy opisano jako mada oglejona, podścielona piaskiem słabo gliniastym. W składzie botanicznym runi dominowały trawy niskie takie jak: wiechlika łąkowa i kostrzewa czerwona. Wśród ziół i chwastów najwięcej było: mniszka lekarskiego, jaskra rozłogowego oraz babki lancetowatej. Trawy wysokie to przede wszystkim: kupkówka pospolita, stokłosa miękka, kłosówka wełnista oraz wiechlika zwyczajna. Zdolności trakcyjne opon porównano na podstawie analizy sił trakcyjnych i sprawności w funkcji zmian poślizgu koła napędowego, na darni różniącej się intensywnością użytkowania (ugniecenia). Zmianę intensywności użytkowania (ugniecenia) darni uzyskano poprzez wykonanie różnej ilości przejazdów wałem, na obwodzie którego przykręcono cylindryczne ostrogi o średnicy 0,014 m i wysokości 0,020 m. Wał ten odpowiednio obciążony, zapewnił naciski jednostkowe na poziomie 30 kPa. Poprzez odpowiednią liczbę przejazdów wałem uzyskano trzy poziomy użytkowania darni. Poziom 0% oznaczał darń nieugniataną, pięćdziesiąt przejazdów wałem oznaczało 50% poziom użytkowania, a sto przejazdów 100% poziom użytkowania.

Charakterystykę stanu podłoża określono na podstawie pomiarów zwięzłości gleby, maksymalnych naprężeń ścinających oraz wilgotności gleby. Pomiary te wykonano bezpośrednio przed badaniami trakcyjnymi. Do pomiarów zwięzłości gleby zastosowano penetrolgger firmy Eijkelkamp, ze stożkiem o kącie wierzchołkowym 60° i polu podstawy 0,0001 m². Do pomiaru maksymalnych naprężeń ścinających wykorzystano ścinarkę obrotową Vane H-60 firmy Geonor o zakresie pomiarowym od 0 do 260 kPa. Wilgotność gleby zmierzono za pomocą sondy Theta Probe ML2x, będącej dodatkowym wyposażeniem penetrolggera. Badania trakcyjne wykonano z zastosowaniem stanowiska pomiarowego współpracującego z ciągnikiem rolniczym MF 235. Obciążenie pionowe badanego

Ocena właściwości trakcyjnych...

koła wynosiło 3300 N. Podczas pomiarów rejestrowano przebieg siły trakcyjnej (P_T), momentu napędowego (M) oraz drogi teoretycznej (s_t) i rzeczywistej (s_{rz}). Zmierzone również promień dynamiczny koła (r_d) oraz opór przetaczania badanych opon, który odjęto od wartości uzyskanych sił trakcyjnych. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono poślizg badanego koła z zależności 1:

$$\delta = 1 - \frac{s_{rz}}{s_t} \quad [\%] \quad (1)$$

Sprawność trakcyjną obliczono z zależności 2:

$$\eta = \frac{P_T}{M} \cdot r_d \cdot (1 - \delta) \quad [\%] \quad (2)$$

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wykonano wieloczynnikową analizę wariancji na poziomie $\alpha=0,05$ oraz test HSD Tukeya.

Wyniki badań i ich analiza

W tabeli 2 przedstawiono wyniki pomiarów wartości badanych parametrów podłoża.

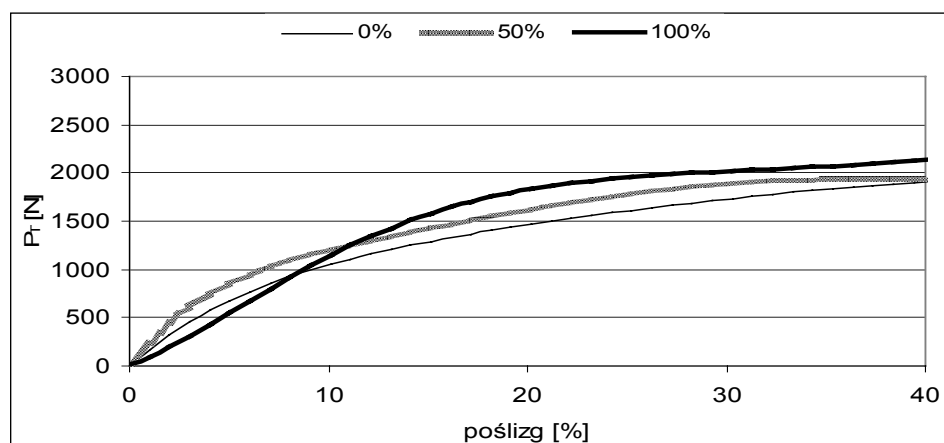
Tabela 2. Parametry podłoża

Table 2. Subsoil parameters

Poziom profilu glebowego [m]	Poziom użytkowania	Wilgotność [%]	Średnia zwięzłość warstwy [MPa]	Maksymalne naprężenia ścinające [kPa]
0,0-0,05	0%	15,2	1,8	138
0,05-0,10			2,8	206
0,10-0,15			2,5	220
0,0-0,05	50%	16,8	2,2	162
0,05-0,10			3,3	238
0,10-0,15			2,8	256
0,0-0,05	100%	17,4	2,7	188
0,05-0,10			3,5	248
0,10-0,15			3,0	272

Zanotowano wzrost wilgotności objętościowej będący wynikiem zmian objętości porów powietrznych w glebie. Dla 50% poziomu użytkowania wzrost ten wyniósł 10,5%, a dla 100% poziomu użytkowania 14,5%, w porównaniu do wilgotności zmierzonej na powierzchni nieużytkowanej. Największą średnią zwięzłością cechował się poziom profilu glebowego od 0,05 m do 0,1 m. Zanotowano wzrost wartości tego parametru wraz ze wzrostem intensywności użytkowania. W przypadku maksymalnych naprężeń ścinających zanotowano wzrost wartości tego parametru wraz z głębokością pomiaru i intensywnością użytkowania.

Na rysunku 1 przedstawiono przebiegi zmian sił trakcyjnych opony 36x13,5-15 w funkcji poślizgu, dla poszczególnych poziomów użytkowania. Analiza wariancji przeprowadzona na poziomie istotności $\alpha=0,05$ nie wykazała istotnego wpływu poziomu użytkowania na wartość rozwijanych sił trakcyjnych. Wynika to prawdopodobnie z cech konstrukcyjnych badanej opony, która ma niskie występy bieżnika gęsto rozmieszczone na obwodzie opony. Z powyższych względów siła trakcyjna generowana jest przy znacznie większym udziale tarcia niż ścinania. Stwierdzono również wzrost wartości siły trakcyjnej wraz z powiększającym się poślizgiem, przy czym intensywność tych przyrostów malała dla wyższych wartości poślizgu.

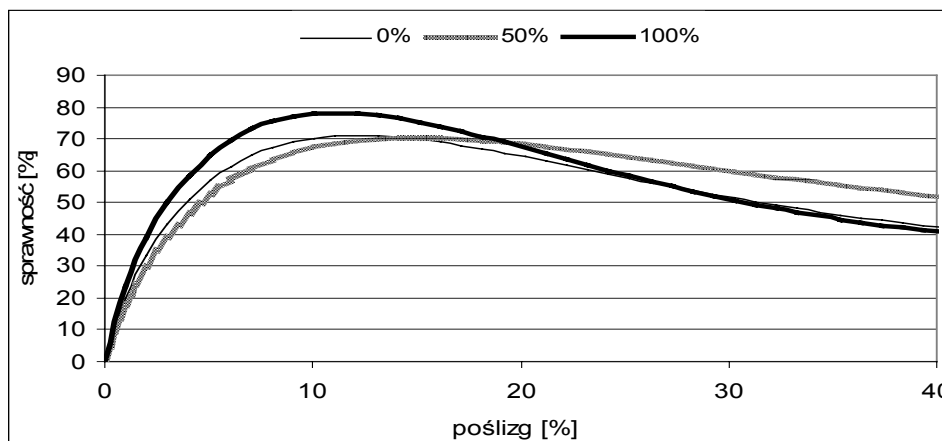


Rys. 1. Przebiegi zmian siły trakcyjnej opony 36x13,5-15 w funkcji poślizgu dla poszczególnych poziomów użytkowania

Fig. 1. Course of traction force changes of the 36x13.5-15 tyre in the skidding function for each particular level of use

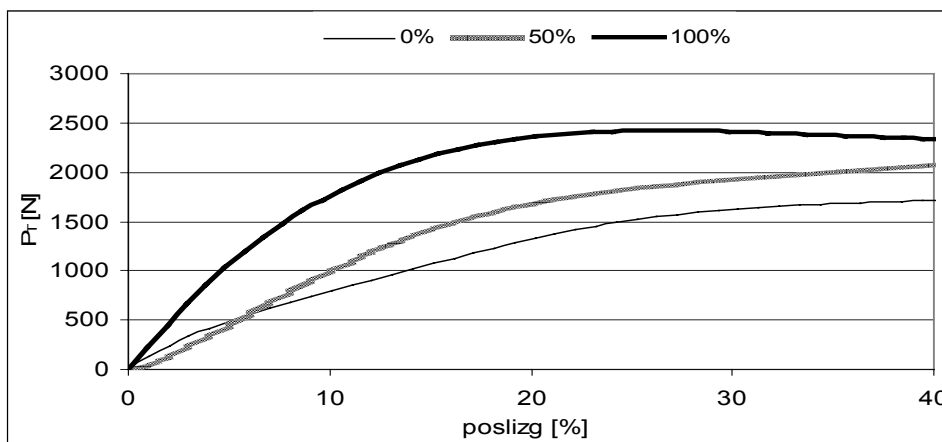
Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi zmian sprawności trakcyjnej opony 36x13,5-15 w funkcji poślizgu dla poszczególnych poziomów użytkowania. Nie wykazano wpływu użytkowania na sprawność trakcyjną badanej opony ($p=0,219$). Należy zauważyć jednak, że obliczone maksymalne wartości sprawności osiągnęte były dla różnych wartości poślizgu. Na poziomie użytkowania 100%, maksymalną sprawność trakcyjną (78,2%) uzyskano przy poślizgu równym 11,1%. Dla darni użytkowanej z 50% intensywnością poślizg ten równy był 15,1% (maksymalna sprawność 70,6%), a na darni nieużytkowanej maksymalną sprawność trakcyjną równą 71,1% uzyskano przy poślizgu 12,2%.

Na rysunku 3 przedstawiono przebiegi zmian sił trakcyjnych opony 400x55-22,5 w funkcji poślizgu dla poszczególnych poziomów użytkowania darni. Naruszenie struktury podłoża w wyniku przejazdów wałem oraz brak szaty roślinnej umożliwiło głębszą penetrację darni wystęпами bieżnika tej opony.



Rys. 2. Przebiegi zmian sprawności trakcyjnej opony 36x13,5-15 w funkcji poślizgu dla poszczególnych poziomów użytkowania

Fig. 2. Course of traction efficiency changes of the 36x13.5-15 tyre in the skidding function for each particular level of use



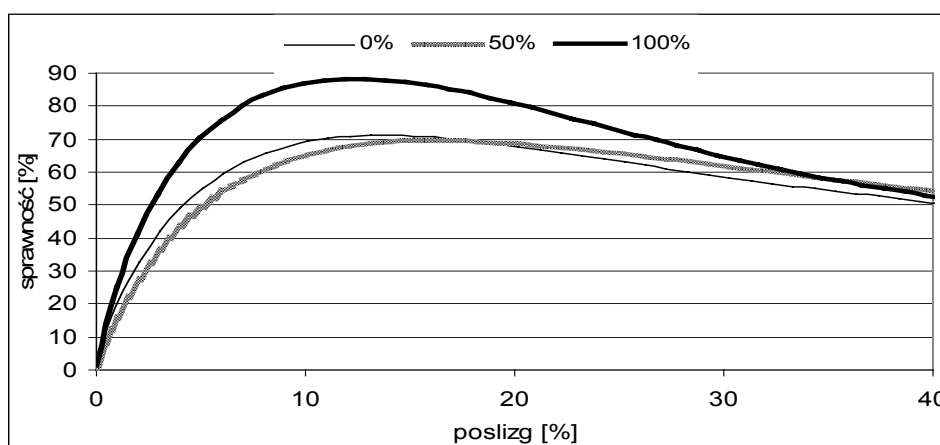
Rys. 3. Przebiegi zmian siły trakcyjnej opony 400x55-22,5 w funkcji poślizgu dla poszczególnych poziomów użytkowania

Fig. 3. Course of traction force changes of the 400x55-22.5 tyre in the skidding function for each particular level of use

Znalazło to bezpośrednie odzwierciedlenie w generowanych siłach trakcyjnych, których wartości były wyższe w porównaniu do uzyskiwanych przez oponę 36x13,5-15. Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdziła istotny wpływ poziomu użytkowania na wartość rozwijanych sił trakcyjnych ($p=0,000$). Najwyższe wartości tego parametru zmierzono na

100% poziomie użytkowania. Przykładowo dla 20% poślizgu, uznawanego za graniczną wartość dla prac agrotechnicznych, opona ta generuje siłę trakcyjną 1328N dla podłoża nieużytkowanego, 1691N dla 50% poziomu użytkowania oraz 2360 N dla 100% poziomu użytkowania.

Na rysunku 4 przedstawiono przebiegi zmian sprawności trakcyjnej opony 400x55-22,5 w funkcji poślizgu dla poszczególnych poziomów użytkowania darni. Analogicznie jak w przypadku sił trakcyjnych, wykazano również wpływ intensywności użytkowania darni na sprawność trakcyjną analizowanej opony.



Rys. 4. Przebiegi zmian sprawności trakcyjnej opony 400x55-22,5 w funkcji poślizgu, dla poszczególnych poziomów użytkowania

Fig. 4. Course of traction efficiency changes of the 400x55-22.5 tyre in the skidding function for each particular level of use

Przeprowadzony na podstawie analizy statystycznej test grup jednorodnych wykazał podobieństwo poziomu użytkowania 0% i 50%, natomiast użytkowanie na poziomie 100% zostało umieszczone w odrębnej grupie. Wskazywać to może na niewielką zmienność sprawności trakcyjnej na podłożach zadarnionych racjonalnie użytkowanych. Znaczne lub całkowite zniszczenie części nadziemnych roślin, będące wynikiem nadmiernej eksploatacji tych powierzchni, przyczynia się do znacznej poprawy sprawności trakcyjnej. Sprawności uzyskane na podłożach użytkowanych z 0% i 50% intensywnością przy poślizgu 20%, kształtowały się na porównywalnym poziomie 68%. Na najbardziej intensywnie ugniatanej darni uzyskano najwyższą sprawność równą 88,3% przy poślizgu 11,9%.

Wnioski

1. Zdolności trakcyjne badanych opon kształtują się odmiennie. Opona 36x13,5-15 posiada niższe niż opona 400x55-22,5 zdolności uciągowe, konstrukcja występów bieżnika pozwala sądzić, że siła trakcyjna w mniejszym stopniu jest generowana w wyniku ści-

niania. Opona 400x55-22,5 generuje wyższe wartości sił trakcyjnych, co może wynikać z większego udziału sił ścinania, czyli z większej ingerencji wąskich występów bieżnika w podłoże zadarnione.

2. Wykazano brak wpływu poziomu użytkowania na wartości generowanej siły trakcyjnej oraz sprawności trakcyjnej opony 36x13,5-15. Dla tej opony siła trakcyjna rosła wraz z poślizgiem. Najwyższą sprawność równą 78,2% dla poślizgu 11,1% zanotowano na 100% poziomie użytkowania.
3. Stwierdzono również, że opona 400x55-22,5 osiąga siły i sprawności trakcyjne istotnie różne na poszczególnych poziomach użytkowania. Dla 20% poślizgu najwyższą siłę trakcyjną zmierzono na 100% poziomie użytkowania równą 2360N. Sprawność trakcyjna tej opony osiągnęła podobną wartość (68%) dla poziomu użytkowania 0% i 50%, natomiast wyższą sprawność uzyskano na 100% poziomie użytkowania. Maksymalna wartość tego parametru równa była 88,3%.

Bibliografia

- Hammel K.** 1994. Soil stress distribution under lugged tires. Soil and Tillage Research 132. s. 163-181.
- Horn R., Fleige H.** 2009. Risk assessment of subsoil compaction for arable soils in Northwest Germany at farm scale. Soil and Tillage Research 102. s. 201-208.
- Shearman R., Beard J.** 1975. Wear Tolerance Mechanisms: III. Physiological, Morphological, and Anatomical Characteristics Associated with Turfgrass Wear Tolerance. Agronomy Journal 67. s. 215-218.

*Praca naukowa realizowana była w ramach projektu badawczego
KBN nr N N313 154235*

THE EVALUATION OF TRACTION PROPERTIES OF SELECTED TYRES ON SODDED ROADS

Abstract. The work presents the comparative evaluation of traction properties of two tyres intended for use on sodded areas. The tests were performed on a meadow owned by the Agricultural Experimental Unit RZD Pawłowice of the Wrocław University of Environmental and Life Sciences. The tested sod was pressed by a shaft equipped with spurs imitating those of football shoe soles. The 0%, 50% and 100% levels of sod compression (use) were applied. On the basis of the obtained results, it was found that the tested tyres presented various traction abilities. For the 36x13.5-15 tyre, it was proved that sod compression had an irrelevant impact on the values of achieved traction forces and efficiencies. The 400x55-22.5 tyre presented significantly different traction forces and efficiencies for each particular level of use.

Key words: sod, traction force, traction efficiency

Adres do korespondencji:

Jarosław Czarniecki; e-mail: jaroslaw.czarniecki@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław