

ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI TRAKCYJNYCH DARNI W ZMIENNYCH WARUNKACH GRUNTOWYCH

Krzysztof Pieczarka, Jarosław Czarnecki, Anna Cudzik

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości trakcyjnych układu opona napędowa-podłoże odkształcalne, dla zróżnicowanych poziomów użytkowania darni. W pracy analizowano również wpływ zmiennego obciążenia pionowego na wspomniane właściwości trakcyjne. Stwierdzono istotny wpływ poziomu użytkowania na wartości współczynnika przyczepności oraz sił trakcyjnych generowanych przez badaną oponę.

Słowa kluczowe: siła trakcyjna, współczynnik przyczepności, opona, darni, poziom użytkowania

Wstęp

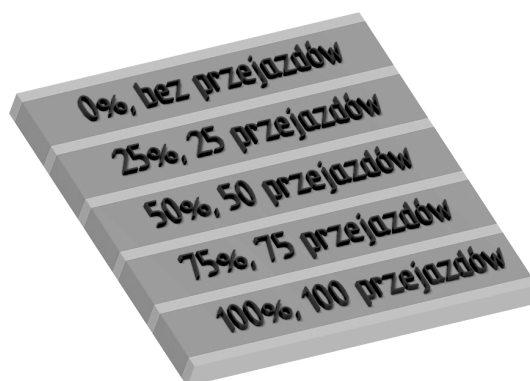
Problem związany z poruszaniem się pojazdów po podłożu odkształcalnym został zauważony już dawno, w latach pięćdziesiątych, kiedy to zaczęto prowadzić badania nad niekorzystnym oddziaływaniem mechanizmów jezdnych na podłoże odkształcalne [Söhne 1958]. Dowiedziono, że parametry gleby w połączeniu z parametrami opony wpływają znacząco na sprawność trakcyjną i siłę uciążu [Bailey i in. 1996; Bucher 1998].

Wśród zabiegów agrotechnicznych w których wykorzystuje się ciągniki rolnicze są również zabiegi prowadzone na użytkach zielonych. Wiadomym jest także, że użytki zielone mogą być wykorzystywane w różny sposób oraz z różną intensywnością. Nasuwa się zatem pytanie jak różna intensywność użytkowania darni wpływa na wybrane właściwości trakcyjne układu opona napędowa-podłoże odkształcalne.

Cel pracy metoda i warunki badań

Celem badań prezentowanych w niniejszej pracy było wykazanie, w jaki sposób zróżnicowana intensywność użytkowania darni wpływa na właściwości trakcyjne układu opona napędowa – podłoże odkształcalne. W pracy analizowano również wpływ obciążenia pionowego koła na badane parametry trakcyjne.

Pomiary przeprowadzono na terenach zadarnionych przyległych do rzeki Odry na wysokości ul. Malczewskiego dzielnicy Biskupin we Wrocławiu. W ramach poletka badawczego wytyczono 5 obiektów badawczych, na których zasymulowano różne intensywności użytkowania poprzez zróżnicowaną liczbę przejazdów wałem ugniatającym. Schemat poletka badawczego przedstawiono na rysunku 1.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Schemat poletek badawczych
Fig. 1. Scheme of testing fields

Właściwości mechaniczne poszczególnych obiektów scharakteryzowano za pomocą maksymalnych naprężeń ścinających w warstwie 0-0,15 m oraz zwięzłości warstwy 0-0,25 m, wyniki tych pomiarów zestawiono w tabeli 1. Do wyznaczenia maksymalnych naprężeń ścinających zastosowano ścinarkę obrotową typu VANE H-60 firmy Eijkelkamp, pomiary wykonano dla głębokości: 0,05; 0,1 oraz 0,15 m z uzyskanych wyników pomiarów wyznaczono średnią arytmetyczną. Do pomiaru zwięzłości wykorzystano penetrator stożkowy z elektroniczną rejestracją oporu penetracji oraz głębokości. W badaniach zastosowano stożek o polu podstawy 0,0001 m² oraz kącie wierzchołkowym 60°; prędkość penetracji wynosiła 0,03 m·s⁻¹. Współczynnik przyczepności obliczono jako iloraz zmierzonej siły trakcyjnej do obciążenia pionowego.

Tabela 1. Zestawienie wartości maksymalnych naprężeń ścinających oraz zwięzłości dla analizowanych poletek badawczych

Table 1. List of maximum values of shearing stresses and compactness for testing fields under analysis

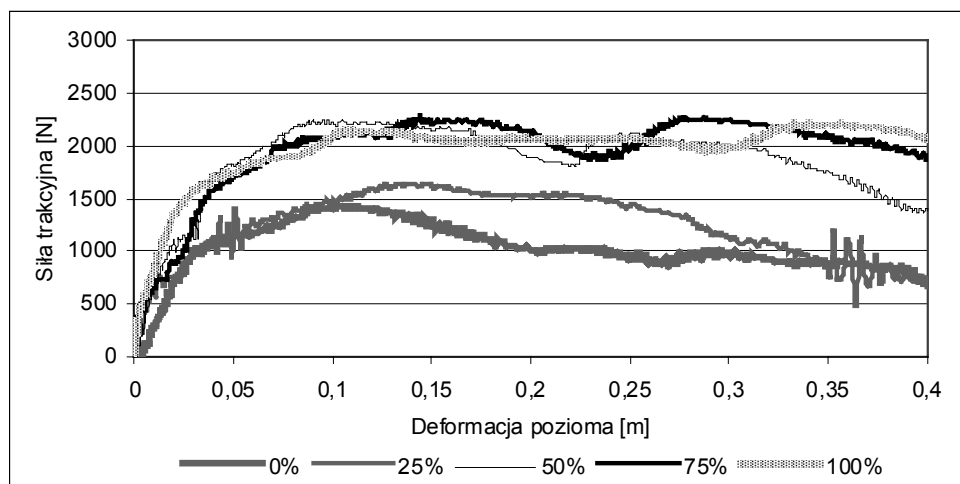
Poziom użytkowania	0%	25%	50%	75%	100%
Zmierzony parametr					
Maksymalne naprężenia ścinające [kPa]	87	95	97	132	186
Zwięzłość [MPa]	2,89	2,96	3,21	3,4	3,47

Źródło: opracowanie własne

Do pomiaru właściwości trakcyjnych wykorzystano specjalne stanowisko umożliwiające pomiar i rejestrację siły trakcyjnej w funkcji kąta obrotu koła w warunkach rzeczywistych [Białczyk i in. 1998]. Podczas badań stosowano dwie wartości obciążenia pionowego: 3300 oraz 4300 N. Analizowano oponę napędową o rozmiarze 9.50-24.

Wyniki badań i ich analiza

Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez oponę 9.50-24 w funkcji deformacji poziomej, dla wybranych poziomów użytkowania oraz obciążenia pionowego 3300 N.



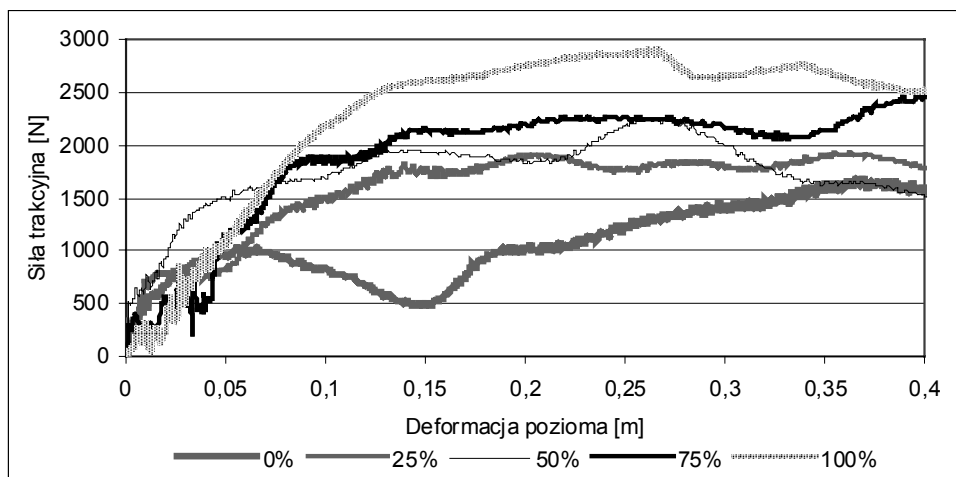
Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez oponę 9.50-24 w funkcji deformacji poziomej, dla wybranych poziomów użytkowania oraz obciążenia pionowego 3300 N

Fig. 2. Courses of variability of traction forces generated by the tyre 9.50-24 in the function of horizontal deformation for selected levels of use and vertical load of 3,300 N

Analizując przebiegi przedstawione na rysunku 2 można stwierdzić, że dla deformacji poziomej w przedziale 0-0,03 m występuje proporcjonalny przyrost siły trakcyjnej wraz ze wzrostem deformacji dla wszystkich analizowanych poziomów użytkowania. Dla deformacji większej od wartości 0,03 m można zaobserwować odmienny przebieg dla poszczególnych obiektów. Dla poziomów 0% oraz 25% przebiegi dla wartości deformacji 0,03-0,1 m są zbliżone, następnie większe wartości sił trakcyjnych uzyskano dla poziomu 25%. Dla poziomów użytkowania 50%, 75% oraz 100% w przedziale deformacji poziomej 0-0,3 m przebiegi sił trakcyjnych są zbliżone.

Na rysunku 3 przedstawiono przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez oponę 9.50-24 w funkcji deformacji poziomej, dla wybranych poziomów użytkowania oraz obciążenia pionowego 4300 N.



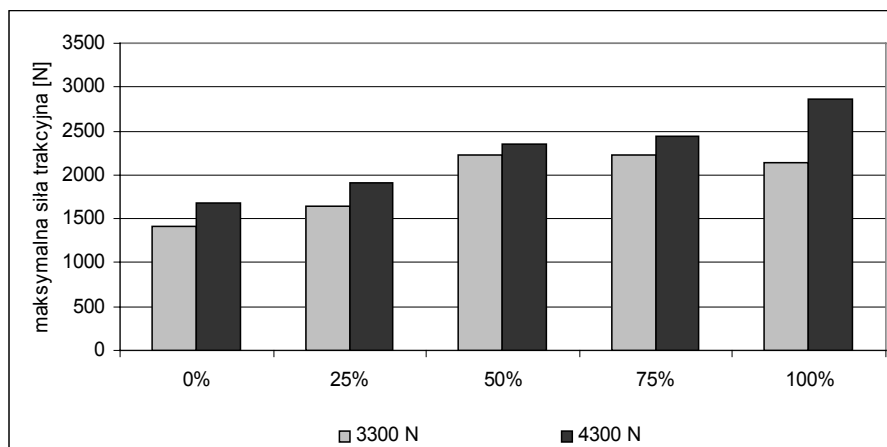
Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez oponę 9.50-24 w funkcji deformacji poziomej, dla wybranych poziomów użytkowania oraz obciążenia pionowego 4300 N

Fig. 3. Courses of variability of traction forces generated by the tyre 9.50-24 in the function of horizontal deformation for selected levels of use and vertical load of 4,300 N

Analizując przebiegi przedstawione na rysunku 3 można stwierdzić, że dla deformacji poziomej w przedziale 0-0,06 m występuje proporcjonalny przyrost siły trakcyjnej wraz ze wzrostem deformacji dla wszystkich analizowanych poziomów użytkowania. Dla deformacji z przedziału 0,06-0,4 największe wartości siły zmierzono dla poziomu użytkowania 100%, najmniejsze natomiast dla poziomu 0%. Przebiegi dla pozostałych poziomów użytkowania w przedziale 0,06-0,4 są zbliżone. W przypadku zastosowania tej wartości obciążenia można stwierdzić, że im większy stopień użytkowania tym większa generowana siła trakcyjna.

Na rysunku 4 przedstawiono wartości maksymalnych sił trakcyjnych generowanych przez oponę 9.50-24 dla wybranych poziomów użytkowania oraz przyjętych do badań wartości obciążeń pionowych. Analizując diagram przedstawiony na rysunku 4 można stwierdzić, że dla obciążenia równego 3300 N analizowana opona generuje największą siłę trakcyjną równą 2236 N dla poziomu 50%, natomiast najmniejszą, równą 1417 N, dla poziomu 0%. W przypadku obciążenia 4300 N, największą siłę trakcyjną 2871 N zmierzono dla poziomu użytkowania 100%, najmniejszą natomiast, równą 1673 N, dla poziomu 0%. Wzrost obciążenia pionowego dla analizowanej opony, przejawiał się największym przyrostem siły trakcyjnej dla poziomu 100% (wzrost o 728 N procentowo 34%), najmniejszym natomiast dla poziomu 50% (wzrost o 110 N, procentowo 5%).

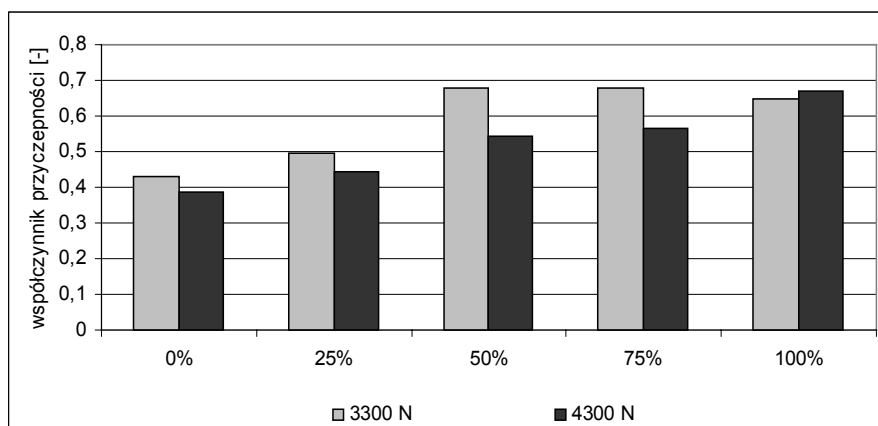


Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Wartości maksymalnych sił trakcyjnych generowanych przez oponę 9.50-24 dla wybranych poziomów użytkowania oraz przyjętych do badań wartości obciążeń pionowych

Fig. 4. Values of maximum traction forces generated by the tyre 9.50-24 for selected levels of use and for values of vertical loads assumed for tests

Na rysunku 5 przedstawiono wartości współczynnika przyczepności opony 9.50-24 dla wybranych poziomów użytkowania oraz przyjętych do badań wartości obciążeń pionowych.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Wartości współczynnika przyczepności opony 9.50-24 dla wybranych poziomów użytkowania oraz przyjętych do badań wartości obciążeń pionowych

Fig. 5. Values of the adhesion coefficient of the tyre 9.50-24 for selected levels of use and for values of vertical loads assumed for tests

Analizując diagram przedstawiony na rysunku 5 można stwierdzić, że dla obciążenia 3300 N największą wartość współczynnika przyczepności równą 0,68; zmierzono dla poziomu 50%, natomiast najmniejszą, równą 0,43 dla poziomu 0%. W przypadku obciążenia 4300 N, największy współczynnik przyczepności, równy 0,67; zmierzono dla poziomu użytkowania 100%, natomiast najmniejszy, równy 0,39 dla poziomu 0%. Dla analizowanych poziomów użytkowania wzrost obciążenia pionowego powoduje spadek wartości współczynnika przyczepności. Potwierdzono zatem sformułowanie, że w przypadku poziomów 0% oraz 25% udział występującej darni powoduje występowanie poślizgu opony co prowadzi do mniejszych wartości współczynnika przyczepności w porównaniu z pozostałymi poziomami użytkowania.

W celu określenia wpływu analizowanych czynników na wartości generowanych sił trakcyjnych oraz wartości współczynnika przyczepności uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem pakietu Statistica w wersji 8.0. Wyniki przeprowadzonej wieloczynnikowej analizy wariancji zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji – współczynnik istotności α
Table 2. Results of the multiple factor analysis of variance – significance coefficient α

Zmienna niezależna \ Zmienna zależna	Obciążenie pionowe	Poziom użytkowania
Siła trakcyjna	0,279600	0,046142*
Współczynnik przyczepności	0,397240	0,029735*

* wpływa istotnie na poziomie istotności $\alpha=0,05$

Źródło: opracowanie własne

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono istotny wpływ zastosowania zróżnicowanych poziomów użytkowania na wartość siły trakcyjnej jak i współczynnika przyczepności. Stwierdzono natomiast brak istotnego wpływu obciążenia pionowego na wartość siły trakcyjnej oraz współczynnika przyczepności. Przeprowadzono również test grup jednorodnych NIR. W wyniku przeprowadzonego testu dla siły trakcyjnej uzyskano trzy grupy jednorodne: 1 – poziom 0 i 25%, 2 – poziom 50 i 75% oraz 3 – 100%. W wyniku przeprowadzenia testu dla współczynnika przyczepności uzyskano również trzy grupy: 1 – poziom 0 i 25%, 2 – poziom 50% oraz 3 – poziom 75 i 100%.

Wnioski

1. Zastosowanie zróżnicowanych poziomów użytkowania darni wpływa istotnie na wartość generowanej siły trakcyjnej oraz wartość współczynnika przyczepności dla przyjętych do badań obciążeń pionowych, co potwierdziła analiza statystyczna. Opona 9.50-24 generuje największe siły trakcyjne dla poziomów użytkowania 50, 75 oraz 100%. Mniejsze wartości generowanych sił trakcyjnych dla poziomów 0 oraz 25%

można tłumaczyć dużym udziałem występującej darni co przejawia się występowaniem poślizgu opony.

2. Zwiększenie obciążenia pionowego opony powoduje generowanie zawsze większej siły trakcyjnej. Przyrosty te nie są jednak jednakowe dla analizowanych poziomów użytkowania. Wzrost obciążenia pionowego przejawia się spadkiem wartości współczynnika przyczepności dla wszystkich analizowanych poziomów użytkowania.

Bibliografia

- Bailey A., Rapera C., Waya T., Burta E., Johnsoni C.** 1996. Soil stresses under a tractor tire at various loads and inflation pressure. *J. Terramech.* Vol. 32. Nr 1. s. 1-11.
- Białczyk W. Kopyściański P.** 1998. Stanowisko do badań trakcyjnych opon mikrociagników. *Polska Akademia Umiejętności. Prace Komisji Nauk Rolniczych.* Nr 1(1). s. 39-45.
- Bucher W.** 1998. Nicht nur uber Extreme reden. *DLG-Mitt.* Nr 7. s. 38-41.
- Söhne W.** 1958. Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tires. *Agricultural Engineering.* ASAE. St. Joseph Michigan.

ANALYSIS OF TRACTION PROPERTIES OF SOD IN VARIABLE SOIL CONDITIONS

Abstract. The work presents results of tests of traction properties of the driving tyre-deformable base structure for different levels of sod use. The work analysed also the impact of variable vertical load of the aforementioned traction properties. It was found that the level of use had a significant impact on the values of the adhesion coefficient and traction forces generated by the analysed tyre.

Key words: traction force, adhesion coefficient, tyre, sod, level of use

Adres do korespondencji:

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