

Włodzimierz Białczyk, Anna Cudzik, Jarosław Czarnecki, Krzysztof Pieczarka
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

OCENA WŁAŚCIWOŚCI TRAKCYJNYCH OPON NA DROGACH LEŚNYCH O ZRÓŻNICOWANYCH NAWIERZCHNIACH

Streszczenie

W pracy zaprezentowano wyniki badań trakcyjnych opon w warunkach dróg leśnych o odmiennych nawierzchniach (gruntowej i żwirowej). Do badań użyto opony napędowe do mikrociągnika o wymiarach 4.00-10 i 5.00-10 użytkowane przy następujących obciążeniach pionowych: 710, 900, 1100 i 1200 N. Analizowano siły trakcyjne generowane przez wymienione opony na wybranych drogach leśnych. Wyliczono ponadto wartości współczynników przyczepności dla maksymalnych sił trakcyjnych. Wartości tych współczynników kształtowały się na poziomie 0.57-0.84 w zależności od rodzaju drogi, rozmiaru opony oraz wielkości zastosowanego obciążenia pionowego. Wykazano, że na uzyskiwanie lepszych właściwości trakcyjnych opon na wybranych drogach leśnych duży wpływ ma obciążenie pionowe.

Słowa kluczowe: siły trakcyjne, współczynnik przyczepności, opony, droga leśna

Wstęp

Transport drewna obejmuje wszystkie czynności związane z przemieszczaniem rozmaitych sortymentów drzewnych z miejsca śinki drzewa do punktu docelowego tj. składnicy przy zakładzie przeróbczym lub stacji kolejowej [Kozikowski 1963]. W transporcie drewna decydującą rolę odgrywa sieć dróg, które w poszczególnych regionach Polski mają różną gęstość, nie zawsze odpowiadającą potrzebom gospodarki narodowej [Kubiak 1990]. Stan tych dróg również pozostawia wiele do życzenia. Większość z istniejących krajowych dróg leśnych stanowią drogi gruntowe charakteryzujące się małą wytrzymałością podłoża na obciążenia styczne i prostopałe. Nie są one przystosowane do przenoszenia ogromnych naprężeń, powstających w czasie przejazdów pojazdów z ładunkiem drewna o łącznej masie często nawet ponad 20 Mg. Drogi te łatwo ulegają zniszczeniu w wyniku nadmiernej eksploatacji przez ciężki sprzęt użytkowany często w nieodpowiednich warunkach atmosferycznych [Pieńkos, Kieszek 2000]. Transport leśny jak widać

odbywa się często w bardzo trudnych warunkach trakcyjnych [Sosnowski 2003]. Perspektywy rozwoju transportu drewna uzależnione są z jednej strony od sieci i jakości dróg, z drugiej zaś od parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych układów jezdnych pojazdów stosowanych w pracach transportowych.

Ciągły postęp techniczno-technologiczny zmusza do bardziej kompleksowego ujmowania problemów pozyskiwania i transportu drewna, tym bardziej, że te dwie dziedziny tworzą jedną technologiczną całość. Ważne jest również zapewnienie odpowiedniej infrastruktury, dzięki której zrywka i transport drewna odbywać się będą z dużą efektywnością, bez wyrządzania nadmiernych, niż to jest niezbędne, szkód w ekosystemie leśnym. W najbliższej przyszłości nie można się spodziewać budowy na szeroką skalę nowych dróg leśnych z nawierzchniami utwardzonymi ani modernizacji istniejących dróg gruntowych. Z drugiej strony leśnictwo nie jest w stanie uchronić się przed wkraczającym postępem technicznym. Dlatego koniecznym wydaje się rozpoznanie właściwości układu koło napędowe-droga leśna [Cudzik 2005].

Cel pracy

Celem niniejszej pracy było porównanie wartości sił trakcyjnych oraz wartości współczynników przyczepności uzyskiwanych przez wybrane opony na drogach leśnych o różnych nawierzchniach. Dodatkowym celem było wykazanie wpływu zmiennego obciążenia pionowego na wartości analizowanych parametrów trakcyjnych.

Metodyka i warunki badań

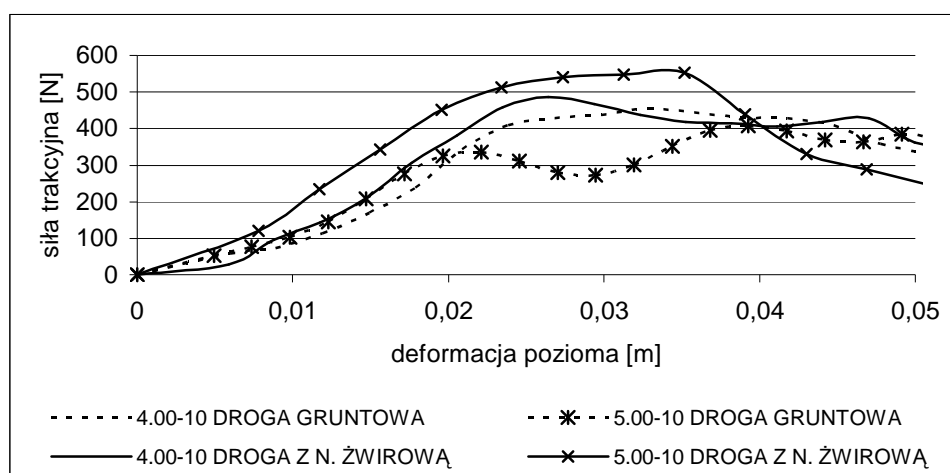
Badania przeprowadzono na terenie Leśnictwa Idzików, położonego w Kotlinie Kłodzkiej. Do badań wytypowano dwie drogi o zróżnicowanych nawierzchniach. Droga gruntowa, będąca zarazem linią podziału powierzchniowego, użytkowana jest w niewielkim stopniu, przede wszystkim w czasie prac hodowlanych na terenie przyległych do niej oddziałów leśnych. Droga o nawierzchni utwardzonej natomiast, była dość intensywnie eksploatowana przez ciężki sprzęt. Podłoże gruntowe tej drogi stanowi gleba wytworzona z piasku gliniastego mocnego na glinie lekkiej pylastej, natomiast nawierzchnię stanowi kilkunastocentymetrowa warstwa żwiru. Droga gruntowa utworzona została na glebie wytworzonej z pyłu zwykłego na żwirze gliniastym.

W badaniach wykorzystano opony napędowe do mikrociągników o następujących wymiarach: 4.00-10 i 5.00-10 oraz obciążenie pionowe 710, 900, 1100, 1200 N. Do przeprowadzenia pomiarów wykorzystano specjalne stanowisko, umożliwiające

równoczesną rejestrację generowanej przez oponę siły trakcyjnej oraz deformacji poziomej, będącej skutkiem ścinania wierzchniej warstwy podłoża [Białczyk i in. 2001].

Wyniki badań i ich analiza

Na rys. 1 przedstawiono przebiegi sił trakcyjnych generowanych przez opony o wymiarach 4.00-10 i 5.00-10 na dwóch różnych drogach leśnych przy obciążeniu pionowym wynoszącym 710 N. Wyższe siły trakcyjne uzyskano na drodze o nawierzchni żwirowej niezależnie od rozmiaru użytej do badań opony. Analizując diagram można zaobserwować, że na drodze o nawierzchni żwirowej większe siły trakcyjne generowane były przez oponę 5.00-10, natomiast na drodze gruntowej przez oponę 4.00-10. Można również zauważyć, że maksymalne wartości sił trakcyjnych na drodze żwirowej dla opon 4.00-10 i 5.00-10 uzyskano przy deformacji poziomej wynoszącej odpowiednio 0,026 i 0,035 m. Na drodze gruntowej maksymalne siły trakcyjne uzyskano przy większej deformacji poziomej, wynoszącej 0,035 m dla opony 4.00-10 i 0,039 m dla opony 5.00-10.

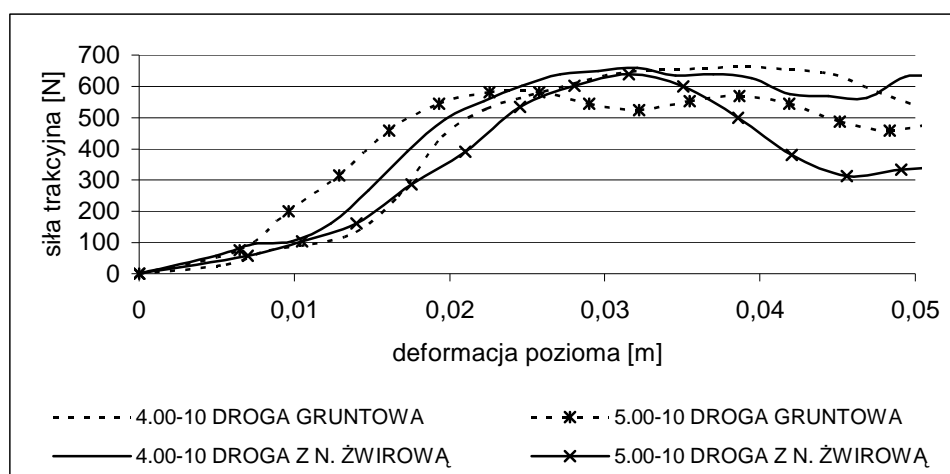


Rys. 1. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez opony 4.00-10 i 5.00-10 w funkcji deformacji poziomej przy obciążeniu pionowym 710 N

Fig. 1. Course of changeability of traction forces generated by tyres 4.00-10 and 5.00-10 in function of horizontal deformation for vertical load 710 N

Na rys. 2 przedstawiono przebiegi sił trakcyjnych generowanych przez analizowane opony na drogach leśnych przy obciążeniu pionowym 900 N. Przebiegi generowanych sił charakteryzują się zbliżoną dynamiką narastania niezależnie od

rozmiaru opony i typu podłoża. Najwyższe wartości sił trakcyjnych dla obu opon uzyskano przy deformacji poziomej podłoża 0.02–0.04 m. Maksymalne siły trakcyjne generowane przez oponę 4.00-10 na obu drogach kształtowały się na takim samym poziomie tj. około 650 N. Opona 5.00-10 większą siłę trakcyjną uzyskała na drodze z nawierzchnią żwirową, różnica ta w stosunku do siły trakcyjnej uzyskanej na drodze gruntowej wyniosła 47 N.



Rys. 2. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez opony 4.00-10 i 5.00-10 w funkcji deformacji poziomej przy obciążeniu pionowym 900 N

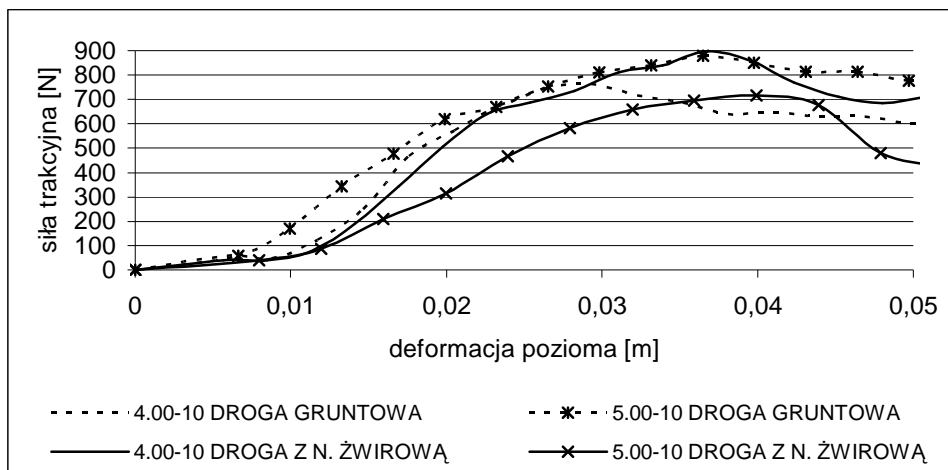
Fig. 2. Course of changeability of traction forces generated by tyres 4.00-10 and 5.00-10 in function of horizontal deformation for vertical load 900 N

Na rys. 3 przedstawiono przykładowe przebiegi sił trakcyjnych generowanych przez opony o wymiarach 4.00-10 i 5.00-10 na dwóch różnych drogach leśnych przy obciążeniu pionowym wynoszącym 1100 N. Wszystkie przedstawione na rysunku przebiegi charakteryzują się gwałtownym wzrostem sił trakcyjnych od deformacji poziomej wynoszącej 0.01 m. W przypadku drogi z nawierzchnią utwardzoną wyższe siły trakcyjne na ogół generowała opona 5.00-10, natomiast na drodze gruntowej 4.00-10. Siły trakcyjne generowane przez oponę 4.00-10 na drodze gruntowej i przez oponę 5.00-10 na drodze żwirowej przy deformacji poziomej 0.03-0.04 uzyskały zbliżone wartości wynoszące około 900 N. Najniższe siły trakcyjne, kształtujące się na poziomie 700 N generowała opona 5.00-10 na drodze utwardzonej.

Na rys. 4 przedstawiono przebiegi sił trakcyjnych generowanych przez analizowane opony na drogach leśnych przy obciążeniu pionowym 1200 N. Wszystkie krzywe charakteryzują się zbliżoną dynamiką narastania sił trakcyjnych tj. gwałtownymi przyrostami sił trakcyjnych od deformacji 0.01 m począwszy, aż do maksimum przy deformacji około 0.04 m i następnie spadkiem rejestrowanych wartości. Wartości maksymalne generowane przez oponę 5.00-10 zarówno na drodze gruntowej jak i na żwirowej oraz przez oponę 4.00-10 na drodze utwardzonej kształtowały się na zbliżonym poziomie około 1000 N. Znacznie niższe siły trakcyjne (850 N) uzyskiwała opona 4.00-10 na drodze gruntowej.

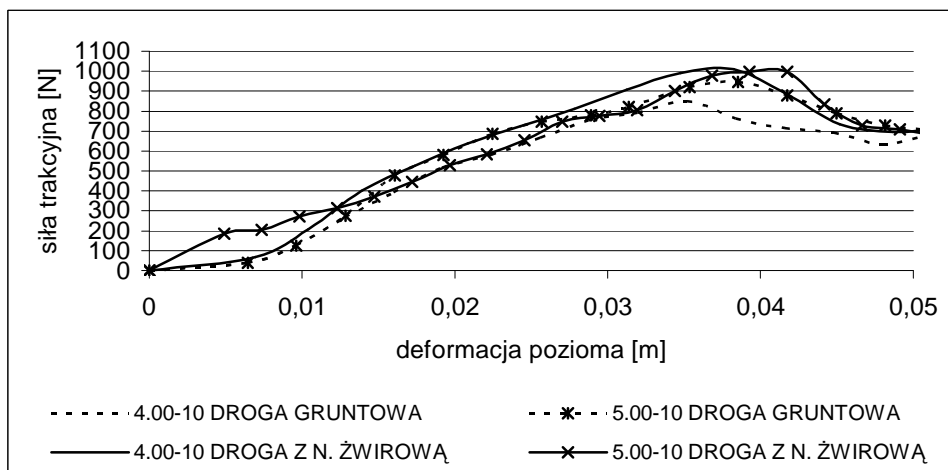
Na rys. 5 przedstawiono maksymalne wartości sił trakcyjnych generowane przez opony 4.00-10 i 5.00-10 na badanych drogach leśnych przy zmiennym obciążeniu pionowym. W przypadku obu analizowanych opon i obu nawierzchni można zaobserwować wzrost maksymalnych wartości sił trakcyjnych wraz ze wzrostem wartości obciążenia pionowego kół. Analizując diagram można zaobserwować wartości obciążeń, przy których w zależności od typu drogi, wyższe maksymalne siły trakcyjne generuje opona 5.00-10 lub 4.00-10. Przy obciążeniach wynoszących 710 N i 900 N na drodze gruntowej o 13% wyższe siły generowała opona 4.00-10 w porównaniu z oponą 5.00-10. Dalszy wzrost obciążenia spowodował odwrócenie sytuacji tj. przy obciążeniu 1100 i 1200 N na drodze gruntowej wyższe o 13% siły trakcyjne uzyskiwane były przez oponę 5.00-10. W przypadku drogi z nawierzchnią żwirową można wskazać obciążenia, przy których wartości maksymalnych sił trakcyjnych kształtowały się na zbliżonym poziomie i wynosiły około 650 N przy obciążeniu 900 N oraz około 1000 N przy obciążeniu 1200 N. Na drodze utwardzonej różnice w wartościach uzyskanych sił trakcyjnych obserwuje się przy obciążeniu 710 i 1100 N. Przy obciążeniu 710 N opona 5.00-10 generowała siłę równą 555 N, a opona 4.00-10 o 14% mniejszą. Dla obciążenia 1100 N z kolei, większe o 25% wartości siły uzyskiwała opona 4.00-10.

Rysunek 6 ilustruje wartości współczynników przyczepności wyliczonych dla maksymalnych sił trakcyjnych. Wartości tych współczynników były zróżnicowane i kształtowały się na poziomie 0.57-0.84 w zależności od rodzaju drogi, rozmiaru opony oraz wielkości obciążenia prostopadłego. Przy obciążeniu 710 i 1200 N większe wartości współczynników przyczepności uzyskano na drodze utwardzonej w przypadku obu użytych do badań opon. Przy obciążeniu 900 N widoczne jest najmniejsze zróżnicowanie wartości analizowanego parametru, niezależnie od opony i rodzaju drogi współczynnik przyczepności kształtował się na poziomie około 0.7. Wartości współczynników przyczepności dają obraz, jaka część obciążenia pionowego opony przejawia się w postaci siły trakcyjnej.



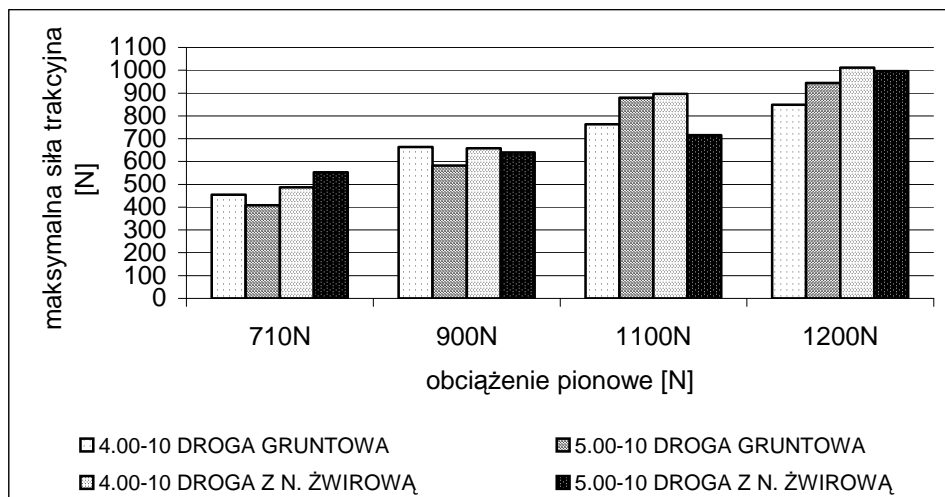
Rys. 3. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez opony 4.00-10 i 5.00-10 w funkcji deformacji poziomej przy obciążeniu pionowym 1100 N

Fig. 3. Course of changeability of traction forces generated by tyres 4.00-10 and 5.00-10 in function of horizontal deformation for vertical load 1100 N



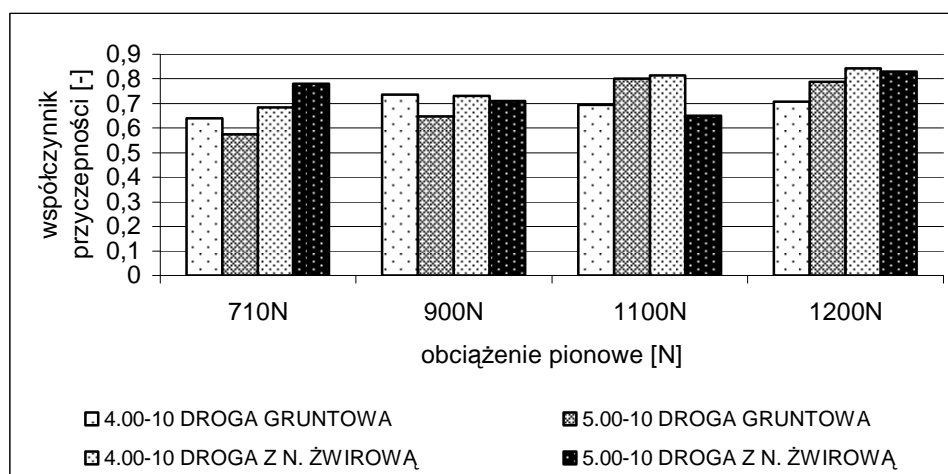
Rys. 4. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez opony 4.00-10 i 5.00-10 w funkcji deformacji poziomej przy obciążeniu pionowym 1200 N

Fig. 4. Course of changeability of traction forces generated by tyres 4.00-10 and 5.00-10 in function of horizontal deformation for vertical load 1200 N



Rys. 5. Maksymalne wartości sił trakcyjnych generowane przez badane opony przy zróżnicowanym obciążeniu pionowym

Fig. 5. Value of maximum traction forces generated by tested tyres for different level of vertical loading



Rys. 6. Wartości współczynnika przyczepności dla analizowanych dróg leśnych przy zmiennym obciążeniu pionowym badanych opon

Fig. 6. Value of coefficients of adhesion for analyzed forest roads and different level of vertical load tyres

Podsumowanie

Analiza wyników badań trakcyjnych przeprowadzonych na drogach leśnych na terenie Leśnictwa Idzików różniących się rodzajem nawierzchni i intensywnością eksploatacji wykazała, że nie można jednoznacznie wskazać, która z użytych do badań opon wykazuje lepsze właściwości trakcyjne na konkretnej drodze. Właściwości trakcyjne opon na poszczególnych drogach były ściśle związane z zastosowanym obciążeniem pionowym. W przypadku drogi gruntowej lepsze właściwości trakcyjne osiągnęła opona 4.00-10 przy obciążeniu 710 i 900 N. Przy większym obciążeniu (1100, 1200 N) natomiast wyższe wartości analizowanych parametrów trakcyjnych uzyskała opona 5.00-10. W przypadku drogi o nawierzchni żwirowej można przyjąć, że dla konkretnych wartości obciążenia pionowego (900, 1200 N) obie opony charakteryzowały się zbliżonymi siłami trakcyjnymi wynoszącymi około 650 i 1000 N. Dla obciążenia 710 N wyższe o 14% siły trakcyjne uzyskiwała opona 5.00 - 10, a dla obciążenia 1100 N niższe o 25%, w porównaniu z oponą 4.00-10. Wyliczone współczynniki przyczepności charakteryzowały się wysokimi wartościami 0.57-0.84. Generalnie wyższe wartości tego parametru odnotowano na drodze z nawierzchnią gruntową.

Bibliografia

- Białczyk W., Materek D., Pieczarka K. 2001. Badania przyczepności koła mikrociagnika w zmiennych warunkach glebowych. *Inżynieria Rolnicza* 13 (33) s. 77-84.
- Cudzik A. 2005. Ocena wybranych dróg leśnych pod względem ich przydatności do prac transportowych. *Maszynopis rozprawy doktorskiej IIR AR Wrocław*.
- Kozikowski K. 1963. *Technika transportu drewna*. WSR w Poznaniu.
- Kubiak M. 1990. *Transport leśny*. Wydawnictwo AR w Poznaniu.
- Pieńkos K., Kieszek A. 2000. Rola wody w procesie stabilizacji cementem gruntowych dróg leśnych.. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* nr 6.
- Sosnowski J. 2003. Zasady proekologicznej zrywki drewna w warunkach gospodarki leśnej w górach. *Sylwan* nr 5.

EVALUATION OF TRACTION PROPERTIES OF TYRES ON DIFFERENT FORESTS' ROADS

Summary

This paper presents the result of investigations of traction properties generated by different tyres on forest roads with different surface: gravel and ground. The tyres 4.00 - 10 and 5.00 - 10 and four level of vertical loading (710, 900, 1100, 1200 N) were used. There were investigated traction forces generated by the tyres on forests roads. The coefficient of adhesion was enumerated for maximum traction forces also. Values of this parameter be shaped on high-level 0.57-0.84 in dependence from kind of road and value of vertical loading. The experiment showed that different vertical loading had influence on the better traction proprieties generated by different tyres on forest roads with different surface.

Key words: traction forces, coefficient of adhesion, tyres, forest road