

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

OCENA WŁAŚCIWOŚCI TRAKCYJNYCH DRÓG LEŚNYCH O ZRÓŻNICOWANYCH NAWIERZCHNIACH

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wybranych właściwości trakcyjnych dróg leśnych o zróżnicowanej nawierzchni. Badania przeprowadzono na terenie nadleśnictwa Międzylesie z wykorzystaniem specjalnego stanowiska do badań trakcyjnych. Analizowano dwie drogi: gruntową oraz utwardzoną o nawierzchni tłuczniowej. Badania przeprowadzono dla opon napędowych o rozmiarach 4.50-10 i 5.00-10 pojedynczych oraz bliźniakowanych.

Słowa kluczowe: opony mikrociągników, właściwości trakcyjne, droga leśna

Wstęp

Przemiany, jakie nastąpiły w ostatnich latach w Polsce, spowodowały istotne zmiany w sposobie gospodarowania w lasach. Szczególnie istotnie zmieniła się organizacja prac w zakresie pozyskiwania drewna [Zychowicz 1999]. Dotychczas stosowane sposoby zrywki drewna takie jak: ręczna, za pomocą zwierząt, grawitacyjna ulegają systematycznemu zanikowi. Coraz częściej w gospodarstwach leśnych, obok ciągników rolniczych, do pozyskiwania drewna zaczyna się stosować skidery i forwardery [Laurow 2000]. Zmiany w strukturze dróg leśnych oraz ich modernizacja, niestety, nie nadążają za rozwojem mechanizacji i przemianami gospodarczymi [Szewczyk i in. 2000]. Stan dróg leśnych w Polsce nie jest zbyt dobry, zwłaszcza jeżeli chodzi o ich jakość. Prawie 87% dróg leśnych posiada nawierzchnie gruntowe, jedynie 11% dróg ma nawierzchnie twarde nieulepszone: żwirowe, żużlowe, tłuczniowe, a tylko około 2% dróg ma nawierzchnie twarde – bitumiczne [Szewczyk, Kaczmarzyk 2000]. Sieć dróg leśnych ma istotne znaczenie dla zapewnienia prawidłowego prowadzenia gospodarki leśnej. Powinna ona umożliwiać wykonywanie prac przede wszystkim z zakresu hodowli, użytkowania i ochrony lasu, a jej stan zapewniać przejezdność w okresie całorocznym, niezależnie od panujących warunków atmosferycznych. Podjęto zatem próbę porównania właściwości trakcyjnych na drogach leśnych o zróżnicowanej nawierzchni.

Cel badań

Celem niniejszej pracy jest porównanie wartości sił trakcyjnych oraz współczynnika przyczepności dla dwóch dróg leśnych różniących się zasadniczo rodzajem nawierzchni. W pracy analizowano również wpływ obciążenia pionowego oraz modyfikację układu jezdnego polegającej na bliźniakowaniu kół.

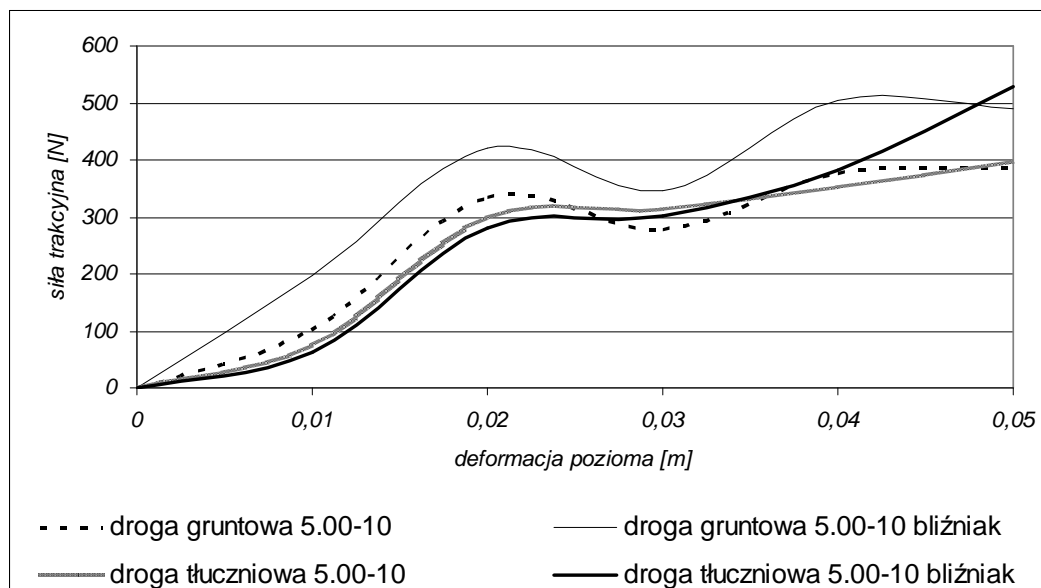
Metodyka badań

Pomiary przeprowadzono na terenie nadleśnictwa Międzyzylesie. Analizowano dwie drogi: gruntową oraz utwardzoną o nawierzchni tłuczniowej. Drogi usytuowane były w lesie mieszanym górskim o składzie gatunkowym modrzew, buk, świerk.

Do pomiaru właściwości trakcyjnych wykorzystano specjalne stanowisko umożliwiające pomiar i rejestrację siły trakcyjnej w funkcji kąta obrotu koła [Białczyk 1998]. Podczas badań stosowano cztery wartości obciążenia pionowego: 710, 800, 890 oraz 980 N. Analizowano dwie opony napędowe o rozmiarach: 4.50-10 oraz 5.00-10 pojedyncze oraz bliźniakowane.

Wyniki badań i ich analiza

Na rysunku 1 przedstawiono przebiegi siły trakcyjnej w funkcji deformacji poziomej dla analizowanych układów jezdnych.

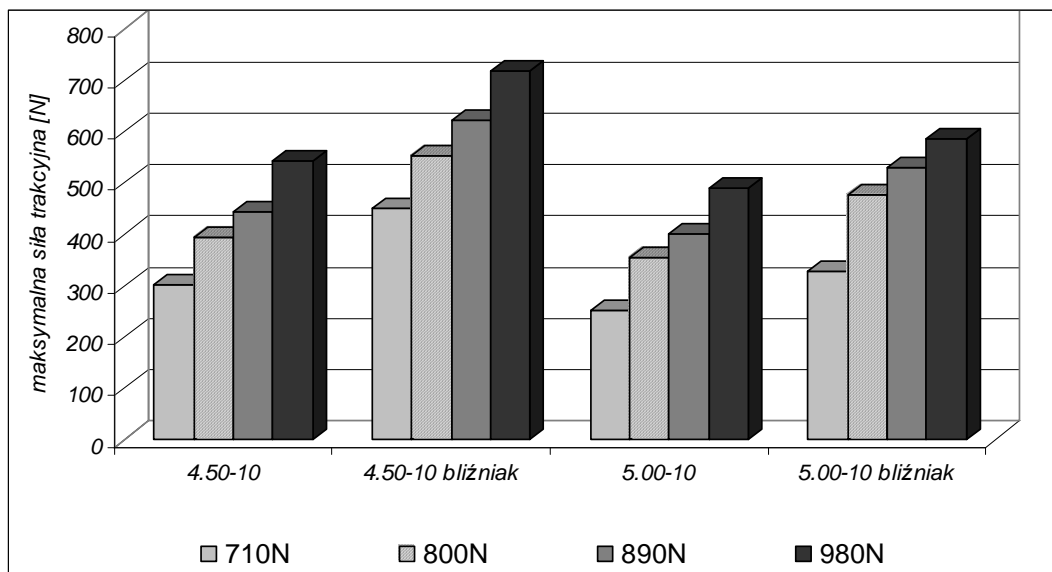


Rys. 1. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez opony 4.50-10 i 5.00-10 oraz przez opony podwójne

Fig. 1. Courses of changeability of traction forces generated by single and double tyres (4.50-10, 5.00-10)

Z prezentowanego na rysunku 1 wykresu wynika, że analizowane opony generują maksymalną siłę trakcyjną dla deformacji poziomej 0,02 m. Charakter zmian jest również podobny. Najwyższą siłę trakcyjną uzyskano dla bliźniakowanej opony 5.00-10 na drodze gruntowej i wynosiła ona około 420 N, najmniejszą natomiast dla bliźniakowanej opony 5.00-10 na drodze tłuczniowej i wynosi ona około 300 N. Zastosowanie bliźniakowania na drodze gruntowej powoduje wzrost siły trakcyjnej o 85 N w stosunku do opony pojedynczej co stanowi 25% (dla deformacji 0,02 m). Dla drogi tłuczniowej natomiast stosowanie bliźniakowania powoduje spadek wartości generowanej siły trakcyjnej o 17 N. Stwierdzić zatem można, że stosowanie bliźniakowania jest zasadne dla drogi gruntowej na drodze utwardzonej nie przynosi zamierzonych efektów.

Na rysunku 2 przedstawiono wartości maksymalnych sił trakcyjnych analizowanych opon dla zmiennego obciążenia pionowego na drodze gruntowej.



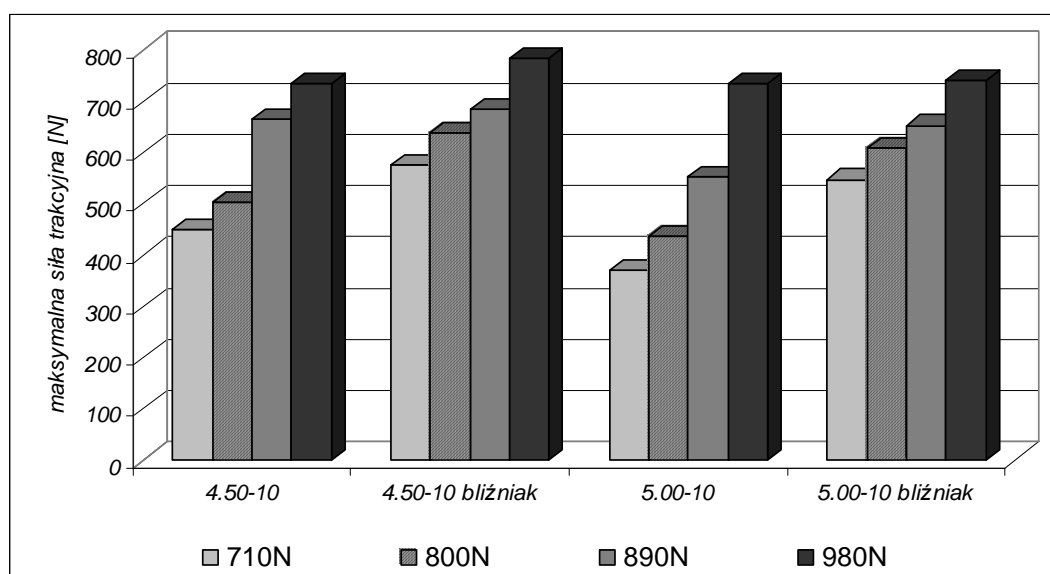
Rys. 2. Maksymalne siły trakcyjne generowane przez opony 4.50-10 i 5.00-10 oraz dla opon podwójnych na drodze gruntowej

Fig. 2. Maximum traction forces generated by single and double tyres (4.50-10 and 5.00-10) on an unsurfaced road

Z prezentowanego wykresu wynika, że wzrost obciążenia pionowego powoduje przyrost wartości siły trakcyjnej. Największą siłę trakcyjną dla maksymalnego obciążenia generuje bliźniakowana opona 4.50-10 i wynosi ona około 720 N najmniejszą natomiast dla tego obciążenia opona 5.00-10 i wynosi ona około 490 N. Analizując przyrost siły trakcyjnej pomiędzy najmniejszym a największym obciążeniem pionowym można stwierdzić, że jest on

największy dla bliźniakowanej opony 4.50-10 i wynosi on 268 N. Biorąc jednak pod uwagę różnicę wartości siły pomiędzy najmniejszą a największą wartością obciążenia pionowego największy procentowy przyrost występuje dla opony 5.00-10 i wynosi on około 95%. Można zatem stwierdzić, że na analizowanej drodze gruntowej największe wartości sił trakcyjnych dla analizowanych obciążeń pionowych generuje zawsze bliźniakowana opona 4.50-10.

Na rysunku 3 przedstawiono wartości maksymalnych sił trakcyjnych analizowanych opon dla zmiennego obciążenia pionowego na drodze o nawierzchni tłuczniowej.



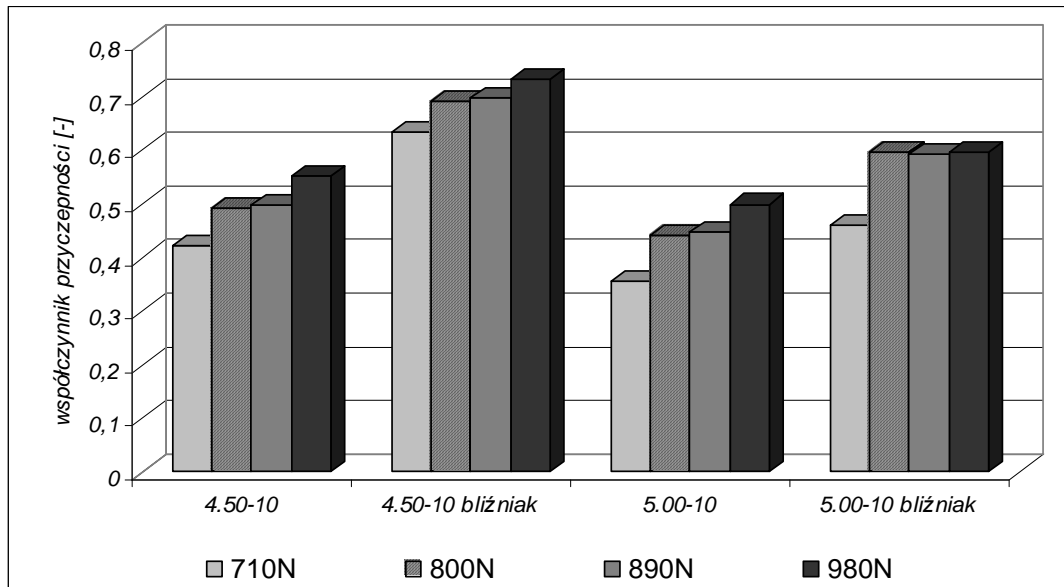
Rys. 3. Maksymalne siły trakcyjne generowane przez opony 4.50-10 i 5.00-10 oraz dla opon podwójnych na drodze utwardzonej

Fig. 3. Maximum traction forces generated by single and double tyres (4.50-10 and 5.00-10) on a hardened road

Z prezentowanego wykresu wynika, że podobnie jak dla drogi gruntowej wzrost obciążenia pionowego powoduje zawsze wzrost wartości siły trakcyjnej. Największą siłę trakcyjną generuje bliźniakowana opona 4.50-10 dla wszystkich przyjętych do badań wartości obciążeń pionowych. Analizując przyrost wartości siły trakcyjnej pomiędzy najmniejszą i największą wartością obciążenia można stwierdzić, że jest on największy dla opony 5.00-10 i wynosi 362 N. Biorąc pod uwagę różnicę wartości siły pomiędzy najmniejszą a największą wartością obciążenia pionowego największy procentowy przyrost występuje również dla opony 5.00-10 i wynosi on około 97%. Na drodze tej zasadnym jest stosowanie kół bliźniaczych, ponieważ przy mniejszych wartościach obciążeń pionowych uzyskują one

porównywalne wartości sił do tych, które pojedyncza opona generuje przy większym obciążeniu.

Na rysunku 4 przedstawiono wartości współczynnika przyczepności analizowanych opon dla zmiennego obciążenia pionowego na drodze gruntowej.



Rys. 4. Wartości współczynnika przyczepności dla opon 4.50-10 i 5.00-10 oraz dla opon podwójnych na drodze gruntowej

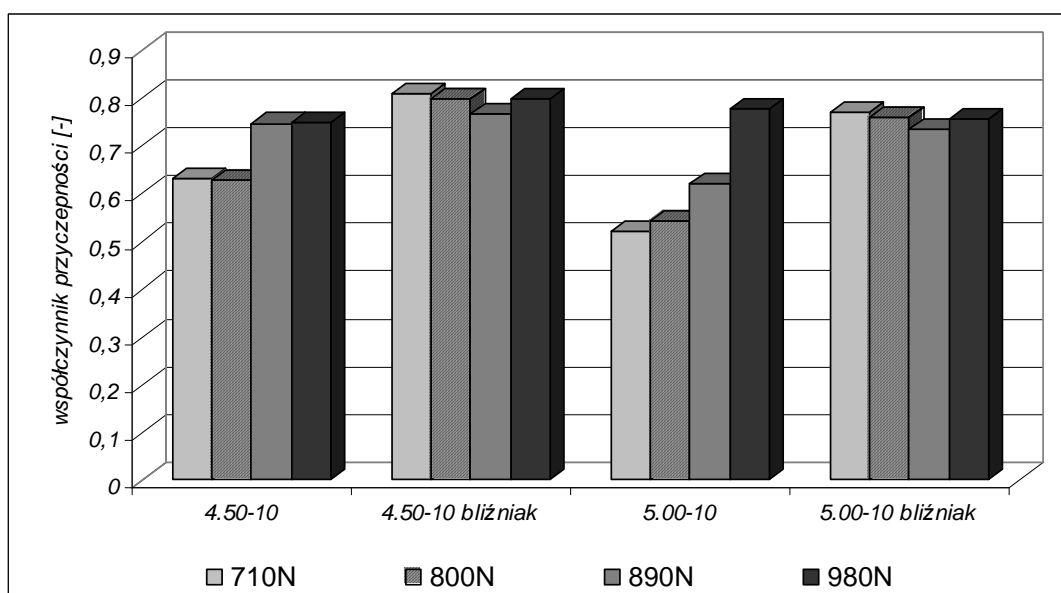
Fig.4. Coefficients of adhesion for single and double tyres (4.50-10 and 5.00-10) on an unsurfaced road

Z prezentowanego wykresu wynika, że najwyższe wartości współczynnika przyczepności występują dla największego obciążenia pionowego dla wszystkich analizowanych opon. Dla poszczególnych wartości obciążeń największe wartości współczynnika charakteryzują bliźniakowana oponę 4.50-10 najmniejsze natomiast oponę 5.00-10. Zastanawiającym wydaje się fakt, że dla tych samych wartości obciążenia opona 4.50-10 osiąga wyższe wartości w porównaniu z oponą 5.00-10. Jest to zapewne spowodowane faktem, że na drodze tej siła trakcyjna jest generowana głównie w wyniku ścinania. Korzystne jest, zatem stosowanie opon o mniejszej szerokości, co przy tej samej wartości obciążenia daje większe wartości nacisku w porównaniu z oponą szerszą.

Na rysunku 5 przedstawiono wartości współczynnika przyczepności analizowanych opon dla zmiennego obciążenia pionowego na drodze o nawierzchni tłuczniowej.

Z prezentowanego wykresu wynika, że największe wartości współczynnika przyczepności charakteryzują bliźniakowaną oponę 4,50-10 dla wszystkich przyjętych do badań wartości

obciążeń pionowych, jednakże różnice w porównaniu z bliźniakowaną oponą 5.00-10 są niewielkie. Analizując diagram można również zauważyć, że w przypadku opon bliźniakowanych wzrost obciążenia pionowego nie wpływa znacząco na wartość współczynnika. Zatem stwierdzić można, że na drodze o nawierzchni tłuczniowej siła trakcyjna jest generowana głównie w wyniku tarcia i sposobem poprawy właściwości trakcyjnych jest zwiększenie powierzchni kontaktu poprzez stosowanie kół bliźniaczych.



Rys. 5. Wartości współczynnika przyczepności dla opon 4.50-10 i 5.00-10 oraz dla opon podwójnych na drodze utwardzonej

Fig.5. Coefficients of adhesion for single and double tyres (4.50-10 and 5.00-10) on a hardened road

W celu określenia wpływu analizowanych czynników na wartość sił trakcyjnych oraz współczynnika przyczepności otrzymane wyniki poddano wieloczynnikowej analizie wariancji. Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdziła, że na wartość siły trakcyjnej oraz współczynnika przyczepności na poziomie istotności $\alpha=0,05$ istotnie wpływają następujące czynniki: typ opony, bliźniakowanie kół, obciążenie pionowe oraz typ drogi.

Wnioski

1. Analizowane opony generują maksymalną siłę trakcyjną dla deformacji poziomej równej 0,02 m zarówno na drodze gruntowej jak i utwardzonej. Przebieg zmian siły trakcyjnej w funkcji deformacji poziomej jest podobny dla badanych opon oraz nawierzchni.
2. Wzrost obciążenia pionowego powoduje proporcjonalny przyrost siły trakcyjnej. Największy przyrost siły wraz ze wzrostem obciążenia pionowego na drodze gruntowej

- występuje dla bliźniakowanej opony 4.50-10. Na drodze o nawierzchni tłuczniowej największy przyrost charakteryzuje oponę 5.00-10.
3. Analizując wartości współczynnika przyczepności stwierdzono, że na drodze gruntowej wzrost obciążenia pionowego powoduje wzrost współczynnika. Na drodze utwardzonej najwyższe wartości współczynnika uzyskano dla opon bliźniakowanych i w ich przypadku zwiększenie obciążenia nie powoduje istotnych zmian badanego parametru.
 4. W wyniku wieloczynnikowej analizy wariancji stwierdzono, że na wartość siły trakcyjnej oraz współczynnika przyczepności wpływają istotnie na poziomie istotności $\alpha=0,05$ wszystkie analizowane czynniki.

Bibliografia

1. Białczyk W., Kopystiański P., 1998. *Stanowisko do badań trakcyjnych opon mikrociągników*. Polska Akademia Umiejętności, Prace Komisji Nauk Rolniczych nr 1(1), s: 39-45.
2. Laurow Z., 2000: *Próba oceny warunków pozyskiwania drewna w Europie Środkowej*. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej nr 2. s. 16-19.
3. Szewczyk J., Trzciniński G., Leciejewski P., 2000: *Recykling jako efektywna metoda regeneracji nawierzchni tłuczniowych i bitumicznych na drogach leśnych* Post. Tech. Leś. nr 75 s. 39-44.
4. Szewczyk J.; Kacmarzyk S., 2000: *Zastosowanie geotekstylii w budowie dróg leśnych* Post. Tech. Leś. nr 75 s. 33-38.
5. Zychowicz W., 1999: *Ocena wykorzystania ciągników do zrywki półpodwieszanej*. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej nr 10. s. 20-22.

EVALUATION OF TRACTION PARAMETERS OF FOREST ROADS WITH VARIOUS SURFACE

Summary

The paper presents results of investigations of some traction parameters of forest roads with various surfaces. The research was carried out on an area belonging to The Forest Inspectorate of Międzylesie, using special devices for measuring the traction parameters. Two roads (unsurfaced and hardened) were analyzed. The investigations were conducted for two sizes of single and double driving tyres (4.50-10 and 5.00-10).

Key words: microtractor tyre, traction parameters, forest road