

WŁAŚCIWOŚCI TRAKCYJNE OPON I ICH MODYFIKACJI NA RÓŻNYCH DROGACH LEŚNYCH

Włodzimierz Białczyk, Anna Cudzik, Jarosław Czarnecki,
Krzysztof Pieczarka

Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości trakcyjnych opon 4.00-10, 5.00-10, 18×7.00-8, 18×9.50-8 oraz ich modyfikacji (łańcuchy antypoślizgowe, koła podwójne) na drogach leśnych w obrębie trzech różnych drzewostanów (28- i 72-letniej sosny oraz drzewostanu liściastego). Mierzono siły trakcyjne w funkcji zmian deformacji poziomej podłoża. Badania wykazały, że w obrębie każdego drzewostanu dla każdej z badanych opon istnieje pewien poziom obciążenia prostopadłego, dla którego siły trakcyjne generowane są z maksymalną sprawnością trakcyjną. Badania wykazały ponadto, że każda z zastosowanych modyfikacji skutkowała większymi siłami i sprawnościami trakcyjnymi.

Słowa kluczowe: drogi leśne, drzewostany, siły trakcyjne, sprawności trakcyjne, opony

WSTĘP

Jednym z głównych zadań stojących przed leśnikami, oprócz prowadzenia właściwej gospodarki leśnej, jest zapewnienie ekologicznej równowagi w zmiennych ekosystemach leśnych. Ta równowaga ekologiczna wymaga stosowania w ekosystemach leśnych technologii oraz technik pracy chroniących drzewa, krzewy, podrosty i naloty przed uszkodzeniami powodowanymi, zwłaszcza w trakcie pozyskiwania drewna. Wielką rolę przypisuje się ochronie gleb, przy czym ta ochrona ma uniemożliwiać zagęszczanie gleby. Zagęszczona gleba doprowadza do utrudnienia infiltracji wody w głąb profilu glebowego i przyczynia się do zwiększenia spływu powierzchniowego, a tym samym do erozji gleby. Negatywną rolę w tym niekorzystnym zjawisku odgrywają koleiny powstające w wyniku przekroczenia nośności gleb. Wypłukiwanie organicznych i mineralnych cząsteczek z wierzchniej warstwy gleby zawsze doprowadza do obniżenia aktywności biologicznej pożytecznych mikroorganizmów glebowych oraz pogorszenia urodzajności gleby. Te względy powodują, że współczesna gospodarka

Adres do korespondencji – Corresponding Author: Włodzimierz Białczyk, Anna Cudzik, Jarosław Czarnecki, Krzysztof Pieczarka, Instytut Inżynierii Rolniczej, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37/41, e-mail: bialczyk@imr.ar.wroc.pl

leśna trudna jest do wyobrażenia bez działań proekologicznych, głównie w obszarze eksploatacji sprzętu mechanicznego.

Mechanizacja wszelkich prac w leśnictwie w zasadniczy sposób odbiega od mechanizacji prac w rolnictwie. Ciągłe jeszcze znaczącą ilość prac wykonuje się ręcznie lub z wykorzystaniem zaprzęgu konnego. Można przypuszczać, że najbliższe lata będą okresem intensywnego umaszynowania krajowego leśnictwa, co przyczyni się do wzrostu wydajności prac, w znacznym stopniu wyeliminuje się ciężką pracę fizyczną oraz nastąpi wyraźna poprawa bezpieczeństwa i higieny pracy. Będzie to możliwe poprzez eksploatację specjalistycznego sprzętu leśnego takiego jak forwardery, harwestery czy też skidery, którego użytkowanie nie może powodować zagrożeń dla ekosystemów leśnych, spośród których należy wymienić: emisję spalin, niszczenie drzew i krzewów, ale przede wszystkim gleby. Możliwość takich zagrożeń jest bardzo realna, bowiem ładowność sprzętu, który obecnie zaczyna być eksploatowany w krajowym leśnictwie jest wręcz niewyobrażalna i wynosi nawet 17 Mg. Nie bez znaczenia jest tutaj masa własna takiego pojazdu (forwardera) przekraczająca znacznie 6–7 Mg. Nieumiejętna eksploatacja takiego sprzętu zawsze może być związana z tworzeniem kolein (przekroczeniem nośności gleb) oraz z dużymi poślizgami, czyli ogromnymi stratami mocy.

Transport w obrębie zrębu zaliczany do najbardziej energochłonnych procesów w gospodarce leśnej realizowany jest tzw. traktami zrywkowymi, czyli specjalnymi leśnymi drogami technologicznymi, które jak dotąd w żaden sposób nie zostały przystosowane do przejazdów ciężkich maszyn. Stało się regułą, że te drogi technologiczne są bardzo zniszczone, nawet w takim stopniu, że kolejne przejazdy warunkowane są wykonaniem ich gruntownej naprawy – odbudowy. Podobne szkody powstają na drogach głównych i bocznych. Wadą wszystkich dróg leśnych jest bardzo niska nośność – wynosząca od 50 do 150 kPa. Wynika to z tego, że nawierzchnie tych dróg są z gruntu rodzimego. O skali problemu może świadczyć przykład średnich nacisków jednostkowych wywieranych przez eksploatowany w Polsce czeski ciągnik zrywkowy LKT 81. Dla tego ciągnika wynoszą one odpowiednio ok. 160 kPa (oś tylna) i ok. 200 kPa (oś przednia), a więc znacznie przekraczają nośność większości dróg leśnych. Inną niekorzystną cechą dróg leśnych w Polsce jest ich niedostateczna gęstość, przez co znacznie wydłuża się odległość pomiędzy zrębem a miejscem, do którego może dojechać ciężki transport samochodowy, co ma wpływ na koszty zrywki.

Jak już wspomniano, najbliższe lata będą okresem wyposażania krajowego leśnictwa w nowoczesny sprzęt mechaniczny. Te tendencje już są widoczne obecnie i np. na terenie Dolnego Śląska już pracuje kilka egzemplarzy forwarderów marki Jonsered. Można więc konstatować, że konieczne jest podejmowanie różnych działań, które zapobiegą degradacji lasu i ograniczą do niezbędnego minimum straty związane z eksploatacją tego specjalistycznego sprzętu.

Poziom wiedzy naukowej, którą należałoby wykorzystać do ograniczania tych wszystkich negatywnych skutków użytkowania ciężkiego sprzętu mechanicznego, jest niewystarczający. Dlatego naukowcy i praktycy nie tylko polscy, z coraz to większym zaangażowaniem środków finansowych rozwiązują problemy nie tylko jakości prac maszynowych w leśnictwie, ale także ich wpływu na ekosystemy leśne i na możliwość realizacji użytecznych funkcji lasu.

Jednym z ważniejszych problemów naukowych w problematyce transportu leśnego jest rozpoznanie właściwości trakcyjnych wszelkich dróg leśnych, a więc i traktów zrywkowych. Rozpoznanie to w swojej istocie ma dać odpowiedź na pytanie, jakie są sposoby poprawy zdolności uciążowych pojazdów kołowych wykorzystywanych przy zrywce, co bez wątplenia przyczyni się od ograniczenia zniszczeń dróg leśnych.

Ta problematyka jest przedmiotem badań prowadzonych w Instytucie Inżynierii Rolniczej Akademii Rolniczej we Wrocławiu, a ich nadrzędnym celem jest między innymi wykazanie, w jaki sposób zmiana warunków siedliskowych w różnych drzewostanach będzie skutkować odmiennymi siłami trakcyjnymi generowanymi przez różne opony i ich modyfikacje. Badaniami objęto opony o różnej konstrukcji, różnej szerokości, opony bliźniakowane oraz opony wyposażone w łańcuchy antypoślizgowe. Głównym celem badań prezentowanych w niniejszej pracy było ponadto wykazanie, czy w zmiennych warunkach siedliskowych dla każdej z opon i ich modyfikacji można wyznaczyć pewien optymalny przedział obciążeń prostopadłych, dla których siły trakcyjne generowane są przy największej sprawności trakcyjnej. Sprawność trakcyjna w ujęciu tej pracy wskazuje, jaka część energii dostarczonej do koła jest bezpowrotnie tracona na deformację pionową i poziomą. Przyjęta hipoteza zakładała, więc, że w obrębie każdego badanego drzewostanu każda z badanych opon i ich modyfikacji w sposób odmienny reagowała na zmianę obciążenia prostopadłego, a optymalne ze względu na maksymalne siły oraz sprawności trakcyjne obciążenie są różne dla każdej z badanych opon.

WARUNKI I METODY

Badania prowadzone były na drogach leśnych w Leśnictwie Chrzastawa Wielka należącego do Nadleśnictwa Oława w województwie dolnośląskim. Jest to średniej wielkości leśnictwo (964 ha) charakteryzujące się mało zróżnicowaną rzeźbą terenu oraz dość zróżnicowanym pod względem gatunkowym i wiekowym drzewostanem (ok. 40% stanowi dąb, ok. 30% świerk, ok. 10% świerk oraz brzoza, jesion, modrzew). W tym leśnictwie wydzielono trzy odmiennie drzewostany: z dominacją 28- i 72-letniej sosny oraz drzewostan liściasty z dominacją dębu. Podłożem jest gleba glejbielicowa właściwa wytworzona z piasków słabogliniastych na piaskach luźnych.

W badaniach zastosowano następujące typy opon: 4.00-10, 5.00-10, 18×7.00-8 oraz 18×9.50-8. Dwie pierwsze opony są klasycznymi oponami rolniczymi napędowymi przeznaczonymi do pojazdów klasy 1,0 kN. Między sobą różnią się wymiarami geometrycznymi, nośnością, podziałką i ilością występów bieżnika. Dwie ostatnie, to opony o występach typu grass i także różnią się między sobą wymiarami geometrycznymi, nośnością i ilością występów bieżnika. W badaniach użyto modyfikacji opon: klasycznych opon użyto także w wersji zbliźniakowanej, natomiast opony typu grass były dodatkowo wyposażane w łańcuchy antypoślizgowe.

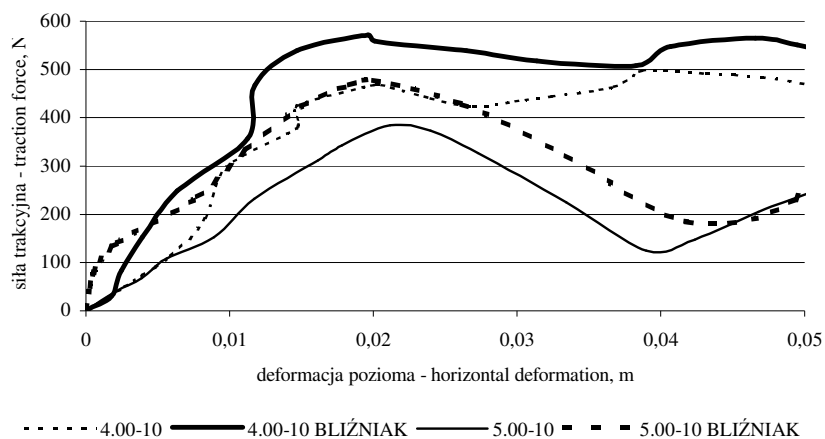
Badania prowadzono w warunkach polowych z wykorzystaniem specjalnego stanowiska pomiarowego umożliwiającego równoczesny pomiar sił trakcyjnych, momentów obrotowych oraz deformacji poziomej [Białczyk i in. 2001]. Do opisu warunków badań

wykorzystano wilgotność podłoża, jego zwięzłość oraz maksymalne naprężenia ścinające mierzone testerem VANE-H 60.

Zastosowano cztery odmienne obciążenia prostopadłe badanych opon (710, 800, 890 i 980 N). Każdy pomiar wykonywano w pięciu powtórzeniach, a do analizy wykorzystano ich średnią arytmetyczną.

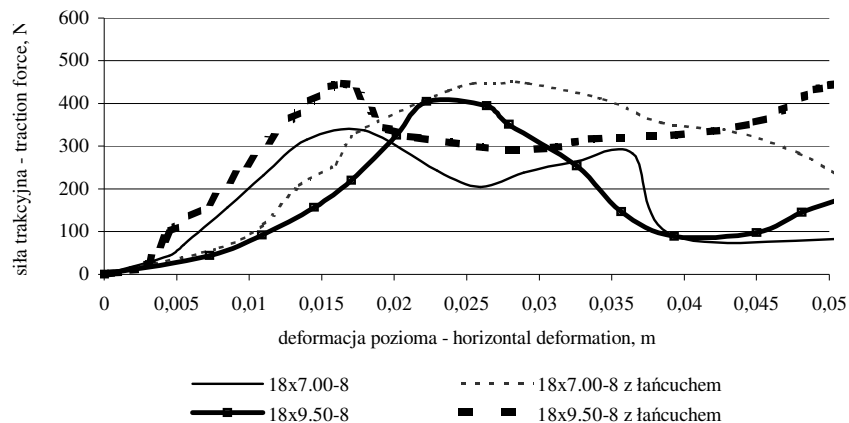
WYNIKI

Na rysunkach 1 i 2 przedstawione są przykładowe wyniki pomiarów sił trakcyjnych w drzewostanie 28-letniej sosny dla klasycznych opon rolniczych i ich modyfikacji pod obciążeniem prostopadłym wynoszącym 800 N (rys. 1) oraz dla opon typu grass i ich modyfikacji pod obciążeniem prostopadłym wynoszącym 710 N (rys. 2). Wykresy te przedstawiają zależności pomiędzy siłami trakcyjnymi a poziomą deformacją podłoża. Z wykresów wynika, że zastosowanie modyfikacji, a więc użycie łańcuchów oraz bliźniakowanie opon zawsze skutkuje wzrostem maksymalnych sił trakcyjnych oraz tym, że maksymalne siły trakcyjne osiągnane są zawsze przy mniejszej deformacji podłoża. Jest to sytuacja bardzo korzystna, ponieważ oznacza to ograniczenie strat związanych z generowaniem sił trakcyjnych.



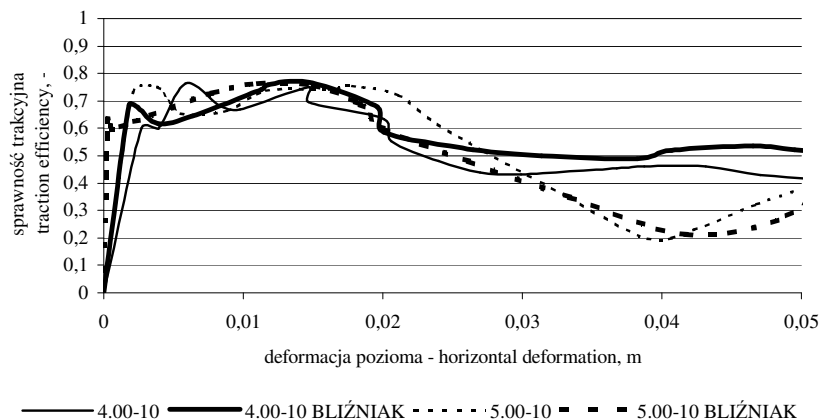
Rys. 1. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez opony 4.00-10 i 5.00-10 oraz przez opony podwójne

Fig. 1. Courses of changeability of traction forces determined for single and double tyres (4.00-10 and 5.00-10)

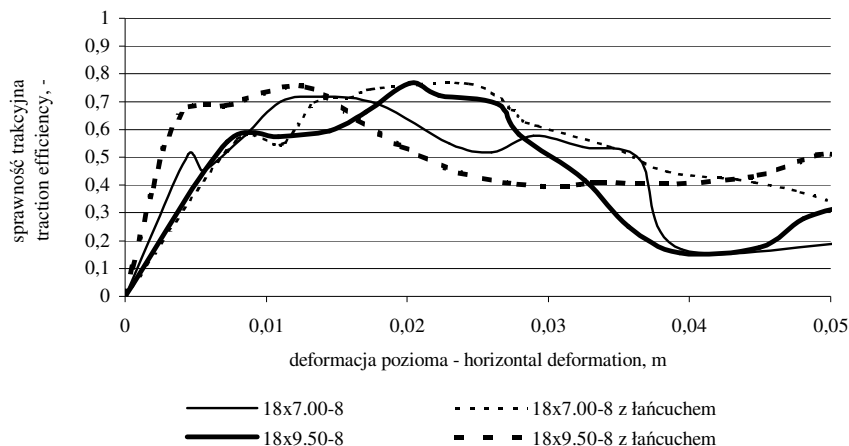


Rys. 2. Przebiegi zmienności sił trakcyjnych generowanych przez opony 18x7.00-8 i 18x9.50-8 oraz przez opony z łańcuchami antypoślizgowymi
 Fig. 2. Courses of changeability of traction forces determined for tyre 18x7.00-8, 18x9.50-8 and by the tyre with tyre chains

Na kolejnych dwóch rysunkach przedstawione są przebiegi sprawności trakcyjnych wyznaczonych dla identycznych warunków jak dla rysunków 1 i 2.



Rys. 3. Przebiegi zmienności sprawności trakcyjnej wyznaczone dla opon 4.00-10 i 5.00-10 oraz dla opon podwójnych
 Fig. 3. Courses of changeability of traction efficiency determined for single and double tyres (4.00-10 and 5.00-10)



Rys. 4. Przebiegi zmienności sprawności trakcyjnej wyznaczone dla opon 18x7.00-8 i 18x9.50-8 oraz przez opony z łańcuchami antypoślizgowymi

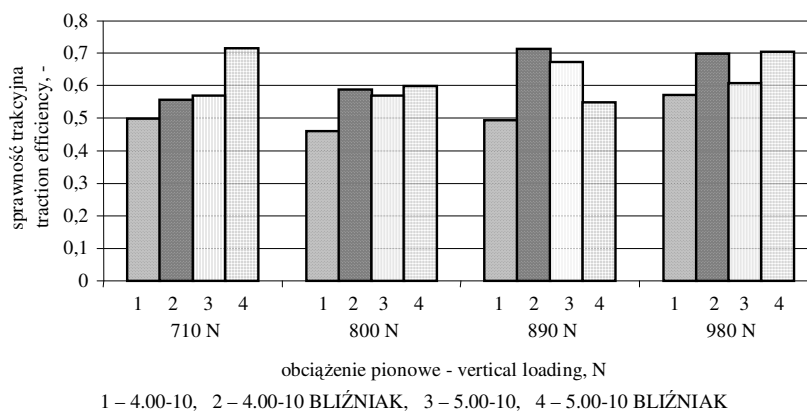
Fig. 4. Course of changeability of tractions efficiency determined for tyre 18x7.00-8, 18x9.50-8 and by the tyre with tyre chains

Z przebiegów przedstawionych na rysunkach 3 i 4 wynika, że największe wartości sprawności trakcyjnych uzyskano dla opon bliźniakowanych oraz wyposażonych w łańcuchy antypoślizgowe. Korzystniejsze przebiegi sprawności trakcyjnych występują dla opon typu grass, a to dlatego, że przyrostom deformacji do wartości 0,025 m towarzyszy zawsze wzrost wartości sprawności. Oznacza to, że maksymalne sprawności trakcyjne osiągane są przy większych siłach trakcyjnych. Ta prawidłowość dotyczy całego zakresu zmian obciążeń prostopadłych i dla wszystkich dróg w badanych drzewostanach. W przypadku klasycznych opon rolniczych maksimum sprawności występuje przy deformacjach 0,015 m.

Na kolejnych rysunkach 5 i 6 przedstawione są wartości maksymalnych sił trakcyjnych generowanych przy różnych obciążeniach prostopadłych badanych opon na drogach w drzewostanie 28-letniej sosny. Z wykresów wynika, że w przypadku opon grass oraz ich modyfikacji wzrost obciążenia prostopadłego skutkuje zawsze wzrostem maksymalnych sił trakcyjnych. To nie dotyczy opony 5.00-10. Ponownie potwierdzono, że bliźniakowanie kół lub zastosowanie łańcuchów antypoślizgowych można uznać za dobry sposób poprawy właściwości trakcyjnych pojazdów wyposażonych w badane opony. Dotyczy to w szczególności łańcuchów antypoślizgowych.

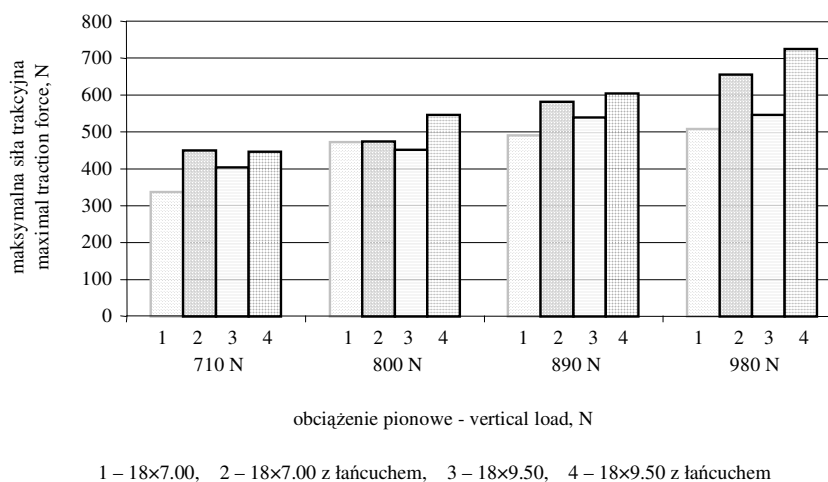
Z wykresów przedstawionych na rysunkach 7 i 8 wynika, że każda z badanych opon i ich modyfikacji posiada pewien odmienny przedział obciążeń prostopadłych, dla których sprawności trakcyjne są największe. W badanych warunkach drzewostanu 28-letniej sosny dla opony 18x7.00-8 jest to obciążenie 800–900 N, dla tej samej opony z łańcuchem antypoślizgowym jest to obciążenie ok. 700 N, dla opony 19x9.00-8 obciążenie ok. 900 N, a dla tej samej opony z łańcuchem antypoślizgowym obciążenie ok.

900–980 N. W przypadku opony 4.00-10 jest to obciążenie ok. 980 N, dla opon zblizniakowanych ok. 890 N, dla opony 5.00-10 odpowiednio 890 N i dla zblizniakowanych tych samych opon jest to obciążenie ok. 980 N. Są to obciążenia różniące się o 10–15%.



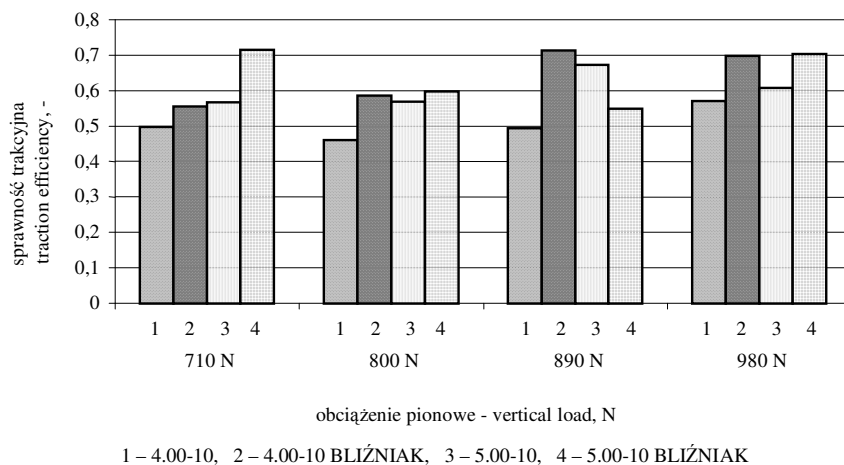
Rys. 5. Maksymalne siły trakcyjne generowane przez opony 4.00-10 i 5.00-10 oraz dla opon podwójnych

Fig. 5. Maximal traction forces generated by single and double tyres (4.00-10 and 5.00-10)



Rys. 6. Maksymalne siły trakcyjne generowane przez opony 18x7.00-8 i 18x9.50-8 oraz przez opony z łańcuchami antypoślizgowymi

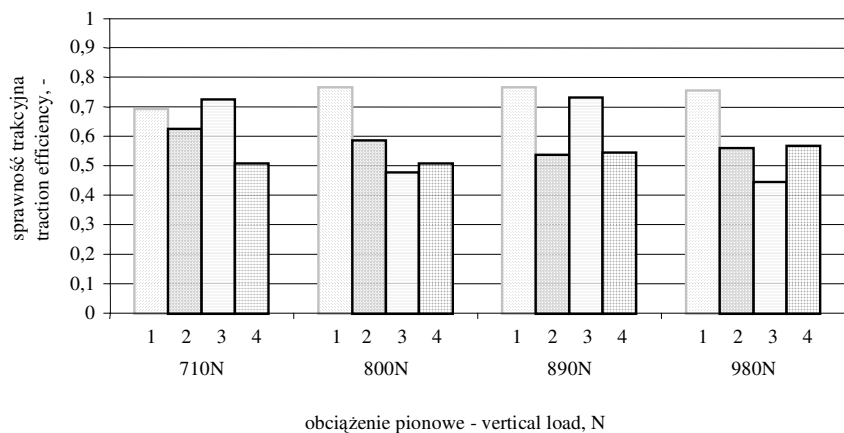
Fig. 6. Maximal traction forces generated by the tyre 18x7.00-8, 18x9.50-8 and by the tyre with tyre chains



1 – 4.00-10, 2 – 4.00-10 BLIŻNIAK, 3 – 5.00-10, 4 – 5.00-10 BLIŻNIAK

Rys. 7. Wartości sprawności trakcyjnych wyznaczone dla opon 4.00-10 i 5.00-10 oraz dla kół podwójnych dla maksymalnych sił trakcyjnych

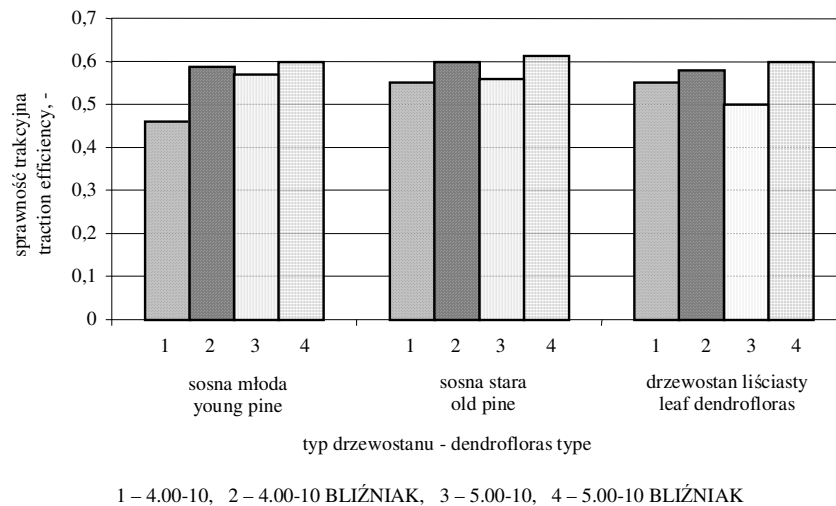
Fig. 7. Traction efficiency for single and double tyres (4.00-10 and 5.00-10) at maximal traction forces



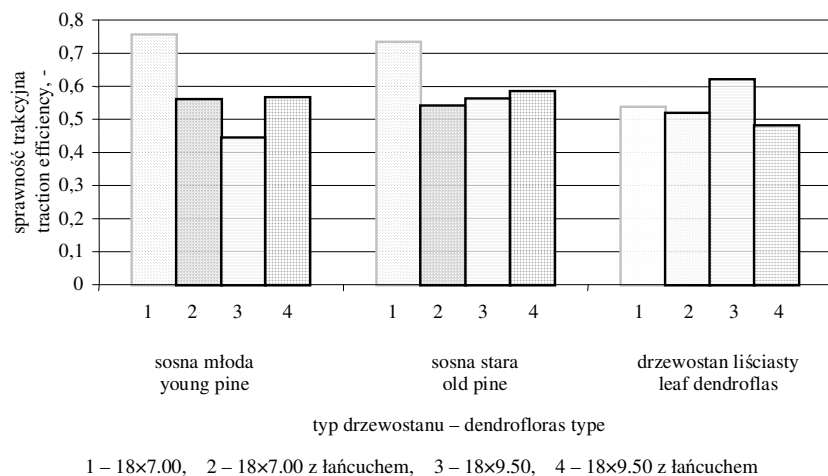
1 – 18x7.00, 2 – 18x7.00 z łańcuchem, 3 – 18x9.50, 4 – 18x9.50 z łańcuchem

Rys. 8. Wartości sprawności trakcyjnych wyznaczone dla opon 18x7.00-8 i 18x9.50-8 oraz przez opony z łańcuchami antypoślizgowymi dla maksymalnych sił trakcyjnych

Fig. 8. Traction efficiency for tyre 18x7.00-8, 18x9.50-8 and for tyre with tyre chains at maximal traction forces



Rys. 9. Sprawności trakcyjne wyznaczone dla różnych drzewostanów
 Fig. 9. Values of traction efficiency for different dendrofloras



Rys. 10. Sprawności trakcyjne wyznaczone dla różnych drzewostanów
 Fig. 10. Values of traction efficiency for different dendrofloras

Na rysunkach 9 i 10 przedstawiono wartości sprawności trakcyjnych obliczone dla badanych opon na drogach w różnych drzewostanach. W przypadku klasycznych opon rolniczych największe sprawności trakcyjne wyznaczono na drogach w drzewostanie starej sosny a najmniejsze na drogach w drzewostanie liściastym. W przypadku opon typu grass o wymiarze 18×7.00-8 największe wartości sprawności trakcyjnych wyznaczono na drogach w drzewostanie młodej sosny, Ta sama opona wyposażona w łańcuchy antypoślizgowe osiągnęła maksymalne sprawności na drogach w tym samym drzewostanie.

Najwyższe wartości sprawności trakcyjnych dla opony 18×9.50-8 w tym także z zamontowanymi łańcuchami antypoślizgowymi zmierzono w drzewostanie starej sosny. W przypadku opony 4.00-10 maksymalne sprawności trakcyjne uzyskano na drodze w drzewostanie liściastym, a w przypadku opon bliźniaczych na drogach w drzewostanie starej sosny. Opona 5.00-10 najwyższe sprawności trakcyjne uzyskała na drodze w drzewostanie sosny młodej, a w wersji zbliźniakowanej w drzewostanie sosny starej.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wykazały, że badane opony oraz ich modyfikacje najlepsze właściwości trakcyjne osiągały na drogach leśnych w drzewostanie 72-letniej sosny, a najgorsze w drzewostanie liściastym. Badania wykazały także, że każda z badanych opon i ich modyfikacji w każdym drzewostanie ma pewien optymalny przedział obciążeń prostopadłych, przy których sprawności trakcyjne mają wartości maksymalne. To samo dotyczy maksymalnych sił trakcyjnych generowanych przez badane opony.

Przeprowadzone badania wykazały ponadto, że wyraźną poprawę właściwości trakcyjnych, a więc m.in. wzrostu sił uciągu pojazdów pracujących w badanych drzewostanach i wyposażonych w badane opony można osiągnąć poprzez wprowadzenie modyfikacji, które mogą polegać na bliźniakowaniu (klasyczne opony rolnicze) lub stosowaniu łańcuchów antypoślizgowych (opony typu grass). Wydaje się zasadnym przeprowadzenie podobnych badań z wykorzystaniem opon dla ciągników klas uciągu 9,0–30,0 kN. Być może uzyska się podobne wnioski i zalecenia praktyczne sugerujące, że właściwości trakcyjne opon na drogach leśnych są zależne od warunków siedliskowych różnych drzewostanów, w obrębie których te drogi są zlokalizowane.

PIŚMIENNICTWO

Białczyk W., Pieczarka K., Materek D., 2001. Badania przyczepności koła mikrociągnika w zmiennych warunkach glebowych. *Inżynieria Rolnicza* 13(33), 79–84.

TRACTION PROPERTIES OF TYRES AND THEIR MODIFICATIONS ON DIFFERENT FOREST ROADS

Abstract. This paper presents the result of experimental study on traction forces, traction efficiency generated by the different tyres in different soil conditions. The field experiment was carried out in forest conditions. The relationship between type of tyre (there was used four type), values of vertical load (there were used five level of loading), traction forces and the level of traction efficiency are studied. In experiments double tyre and with tyre chain was also carried out with. Experiments showed that using double tyre and tyre chain are good way to improve traction properties, and that each tyre has optimal vertical loading for the best traction properties.

Key words: forest ways, dendrofloras, traction forces, traction efficiency, tyre

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 9.12.2004