

## WSTĘPNA OCENA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI TRAKCYJNYCH DARNI O RÓŻNYM SKŁADZIE BOTANICZNYM

Włodzimierz Białczyk, Jarosław Czarnecki, Katarzyna Malarczuk

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie:** Przeprowadzone badania miały na celu wykazać jak zmieniają się wartości sił trakcyjnych w zależności od zmian składu gatunkowego i odmianowego darni. Do badań wytypowano dwa typy opon: klasyczną i typu Grass. Określone zostały parametry i współczynniki opisujące generowane siły trakcyjne. Badania wykazały, że współczynnik przyczepności na podłożu zadarnionym oraz zwięźłość podłoża jest ściśle zależna od cech fizjologicznych i morfologicznych poszczególnych gatunków traw.

**Słowa kluczowe:** darni, siła trakcyjna, współczynnik przyczepności

### Wstęp

Użytki zielone w dzisiejszych czasach odgrywają coraz większą rolę. Występują w różnych formach i pełnią rozmaite funkcje. Należą do nich łąki i pastwiska, jak również trawniki, będące elementem zieleni miejskiej. Specyficznymi użytkami zielonymi są pola golfowe i boiska sportowe. Niezależnie jednak od charakteru nawierzchni trawiastej wymagają mniej lub bardziej intensywnej pielęgnacji. Powierzchnie o przeznaczeniu rekreacyjnym i sportowym wymagają częstej interwencji, aby zachować pożądaną formę. Zabiegi pielęgnacyjne wykonywane są przy pomocy różnego rodzaju maszyn. Na nawierzchniach wymagających sporych wysiłków pielęgnacyjnych wykorzystywane są mikrociągniki, samojezdne opryskiwacze i kosiarki trawnikowe. Na łąkach i pastwiskach do pielęgnacji i zbioru używane są ciągniki, cechujące się znacznymi masami obciążającymi powierzchnie, po których się poruszają. Nie ulega wątpliwości, że tak duża różnorodność warunków użytkowania wymaga dokonania właściwego doboru roślin, które będą przystosowane do danego siedliska oraz odporne na wykonywane zabiegi. Oprócz obciążenia darni ruchem maszyn do pielęgnacji lub zbioru rośliny poddawane są dodatkowo stresem związanym z poruszaniem się ludzi lub zwierząt. Intensywność użytkowania ma wpływ na zdrowotność i ogólną kondycję roślin. Zasadą jest, że gatunki bardzo wytrzymałe na udeptywanie przy intensywnym użytkowaniu dominują nad roślinami wrażliwymi, co nie zawsze musi być zgodne z przyjętą koncepcją terenu zadarnionego. Badania przeprowadzone na użytkach zielonych przez Kopyściańskiego [Kopyściański 1999] wykazały, że właściwości trakcyjne darni są istotnie zależne od składu botanicznego. Kopyściański przeprowadził, w warunkach poletek doświadczalnych, badania na monokulturach traw takich

jak: mietlica pospolita, czterech odmianach kostrzewy czerwonej, trzech odmianach wiechlina łąkowej, oraz życicy trwałej w pięciu odmianach. Uzasadnionym wydaje się zatem, przeprowadzenie takich badań w warunkach naturalnego użytku zielonego, o stabilnym składzie botanicznym.

## Cel badań

Celem badań, prezentowanych w niniejszej publikacji było wykazanie w jakim stopniu wartości sił trakcyjnych generowanych przez oponę na zadarnionym podłożu są zależne od składu gatunkowego runi w porównaniu z darnią naturalnego użytku zielonego. Porównanie wyników otrzymanych na poletkach doświadczalnych z monokulturą traw oraz wyników uzyskanych z badań na naturalnych obiektach, gdzie rosła darni o zróżnicowanym składzie. Celem jest także wykazanie, czy w takich warunkach zmienne są wartości maksymalnych naprężeń ścinających oraz zwięzłości.

## Przedmiot i warunki badań

Przedmiotem badań były siły trakcyjne generowane przez dwa typy opon na runi o zróżnicowanym składzie botanicznym. Zmiennymi parametrami w prezentowanych badaniach, oprócz typu opony, były obciążenia pionowe użytych opon. Do parametrów opisujących warunki badań zaliczono: maksymalne naprężenia ścinające i zwięzłość podłoża. Badania realizowano w warunkach naturalnej darni, w odróżnieniu od badań prowadzonych przez Kopystiańskiego, które realizowane były na poletkach doświadczalnych w RZD Pawłowice, gdzie wysiano wiechlinę łąkową w monokulturze. Do badań autor wytypował dwie konstrukcje opon: klasyczną 4.00-10 oraz oponę Grass 18x8,5-8 skonstruowaną do poruszania się na podłożach zadarnionych. Zastosowano obciążenie pionowe  $G=0,91$  kN oraz  $G=0,52$  kN.

Tabela 1. Parametry badanych opon

Table 1. Parameters of the investigated tyres

Typ opony	Klasyczna	Grass
Rozmiar i oznaczenie opony	4.00-10 AN3 4PR	18x8,5-8 NHS 4PR
Max. ciśnienie w oponie	0,25 MPa	0,2 MPa
Nośność	2 kN	2 kN
Promień swobodny	dla 0,2 MPa – 0,232m	dla 0,1 MPa – 0,221m

Miejszem badań była naturalna nawierzchnia trawiasta, znajdująca się w nadrzeczu Odry przy ulicy Malczewskiego we Wrocławiu, o następującym składzie botanicznym: kostrzewa czerwona, wiechlina roczna oraz łąkowa, życica trwała, babka lancetowata, mniszek pospolity, jaskier ostry, koniczyna czerwona oraz biała, przetacznik ozankowy, wilczomlec sosnka, kłosówka miękka, wyczyniec łąkowy, krwiściąg lekarski, pięciornik

kurze ziele, perz właściwy, wyka ptasia. Badania przeprowadzono z zastosowaniem tych samych opon z obciążeniem pionowym  $G=1,22$  kN oraz  $G=1,49$  kN.

## Metodyka badań

Jak już wspomniano parametrami opisującymi warunki badań były: wilgotność, zwięźłość oraz maksymalne naprężenia ścinające. Do wyznaczania wilgotności posługiwano się wagosuszarką. Próbki gleby pobierano przed wykonaniem pomiarów trakcyjnych podłoża, obliczając średnią wartość z trzech losowo pobranych próbek.

Próbki glebowe z głębokości 0,1m. Sposób wyznaczania wilgotności zgodny był z polską normą PN-EN 13040:2002.

Do pomiarów maksymalnych naprężeń ścinających podłoża, które wykonywano na głębokości 0,04m wykorzystywana była sonda skrzydełkowa VANE H-60 firmy Eijkelkamp. Zwięźłość podłoża badana była przyrządem, który składał się z wglębniaka stożkowego oraz elektronicznego rejestratora siły i głębokości zagłębienia stożka. W badaniach posłużono się stożkiem o polu podstawy  $1\text{ cm}^2$  i kącie wierzchołkowym  $60^\circ$ .

Badania właściwe, a więc pomiar sił trakcyjnych przeprowadzane były z wykorzystaniem mobilnego stanowiska pomiarowego. Opis konstrukcji tego przyrządu oraz sposób pomiaru opisany został w pracy „Badania przyczepności koła mikrociągnika w zmiennych warunkach glebowych” [Białczyk i in. 2001]. W badaniach użyto cztery różne obciążenia pionowe opon (0,52, 0,91, 1,22, 1,49 kN).

## Wyniki badań i ich analiza

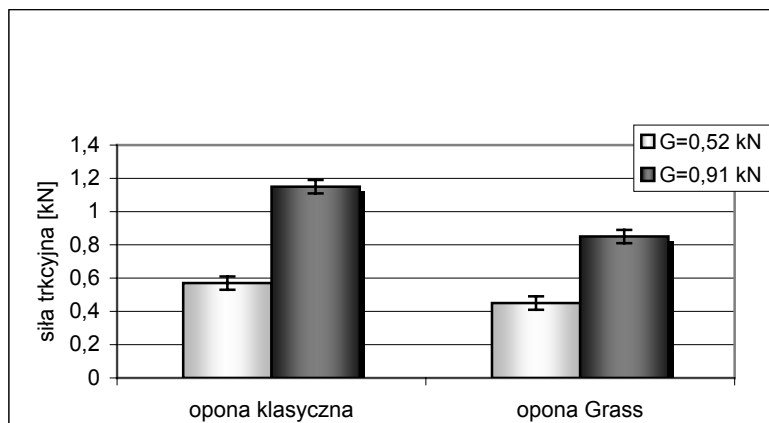
Wszystkie badania polowe prowadzone były przy wilgotności darni wynoszącej 10%.

Wyniki badań poddano obróbce statystycznej przy pomocy pakietu Statistica 7.0, w celu określenia wpływu analizowanych czynników na wartości sił trakcyjnych oraz współczynników przyczepności.

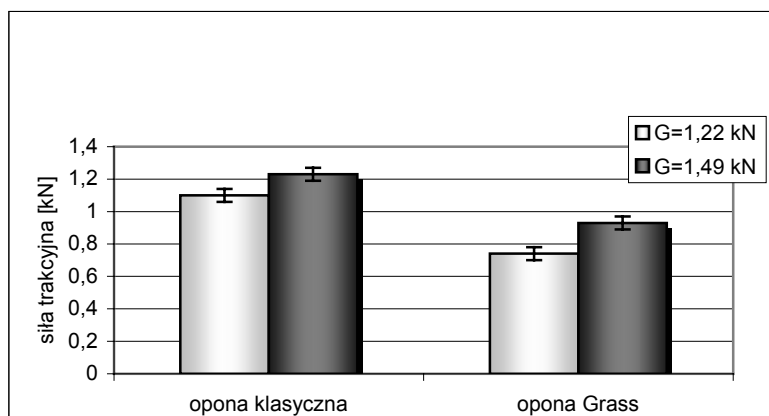
Zwięźłość wierzchniej warstwy podłoża, maksymalne naprężenia ścinające oraz wilgotność podłoża były tymi parametrami, które opisywały warunki badań.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zarówno na darni utworzonej wyłącznie z wiechliny łąkowej, jak na naturalnej nawierzchni trawiastej największe siły trakcyjne generowały zawsze opony klasyczne. Na rys. 1 przedstawione są siły trakcyjne generowane przy obciążeniu 0,52 i 0,91 kN. Z wykresów wynika, że dla obu obciążeń prostopadłych opona klasyczna zawsze generowała większe siły trakcyjne, przy czym przyrosty tych sił wraz ze wzrostem obciążenia wynosiły nawet 35%.

Na rys. 2 przedstawiono wartości sił trakcyjnych uzyskiwanych przez badane opony na nawierzchni naturalnej. Z rysunku wynika, że zarówno przy obciążeniu prostopadłym 0,52 kN jak i 0,91 kN opona klasyczna generowała większe wartości sił trakcyjnych, przy czym przyrosty tych sił względem opony Grass wynosiły nawet 30%, i były one większe dla obciążenia 1,49 kN.



Rys. 1. Wartości sił trakcyjnych rozwijanych na wiechlinie łąkowej  
 Fig. 1. Values of traction forces on meadow-grass

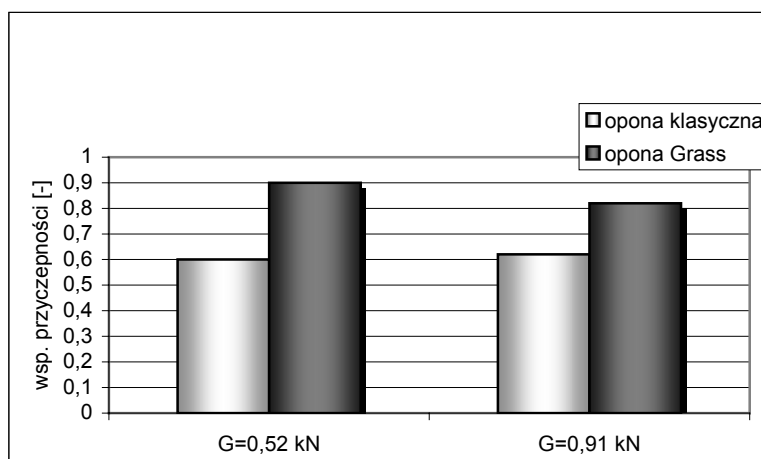


Rys. 2. Wartości sił trakcyjnych uzyskiwanych na nawierzchni naturalnej  
 Fig. 2. Values of traction forces on a natural surface

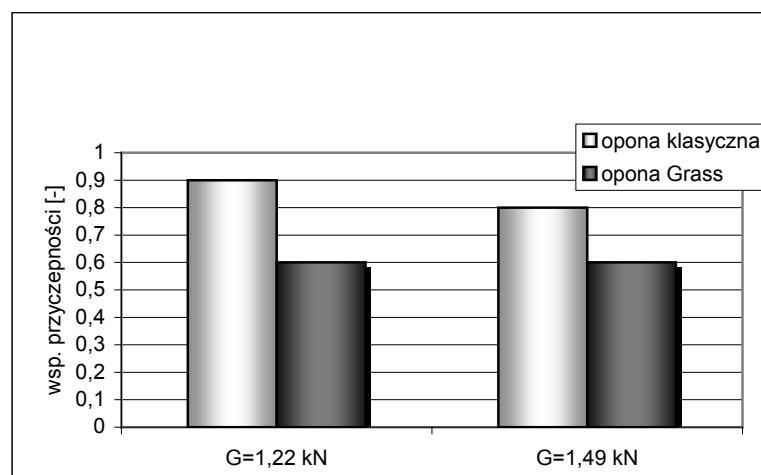
Parametrem opisującym jakościowe zmiany powodowane zmianą obciążenia pionowego na wielkość sił trakcyjnych jest współczynnik siły wzdłużnej (współczynnik przyczepności), który mówi o tym, w jakim stopniu obciążenie pionowe opony odzyskuje się w postaci siły trakcyjnej. Na rys. 3 i 4 przedstawiono wyniki obliczeń tego wartości bezwymiarowego współczynnika przyczepności.

Na rys. 3 widoczne jest, że większy współczynnik przyczepności na wiechlinie łąkowej wyznaczono dla opony typu Grass przy mniejszym obciążeniu pionowym i wynosił on 0,9 przy obciążeniu 0,52 kN, podczas gdy przy obciążeniu 0,91 kN uzyskał wartość 0,83. Oznacza to, że wzrost obciążenia opon typu Grass zawsze skutkuje przyrostem oporów przetaczania, co ma niekorzystny wpływ na wartość współczynników przyczepności. Opony klasyczne uzyskały podobną wartość analizowanego parametru dla obu obciążeń.

Na nawierzchni naturalnej, co ilustruje rys. 4, większy współczynnik siły wzdłużnej wyznaczono dla opony klasycznej przy większym obciążeniu pionowym – ich wartość dla obciążenia 1,22 kN wynosiła 0,9, a dla 1,49 kN 0,8. Wartości współczynników przyczepności opony typu Grass przy 1,22 i 1,49 kN wyniosły 0,6. Te tak duże wartości analizowanych współczynników przyczepności wynikały prawdopodobnie z tego, że występy bieżników badanej opony klasycznej utworzyły pewnego rodzaju przekładnię zębatą (występy wciskały się w podatną na odkształcenie darń łąkową). Analizując wpływ obciążenia



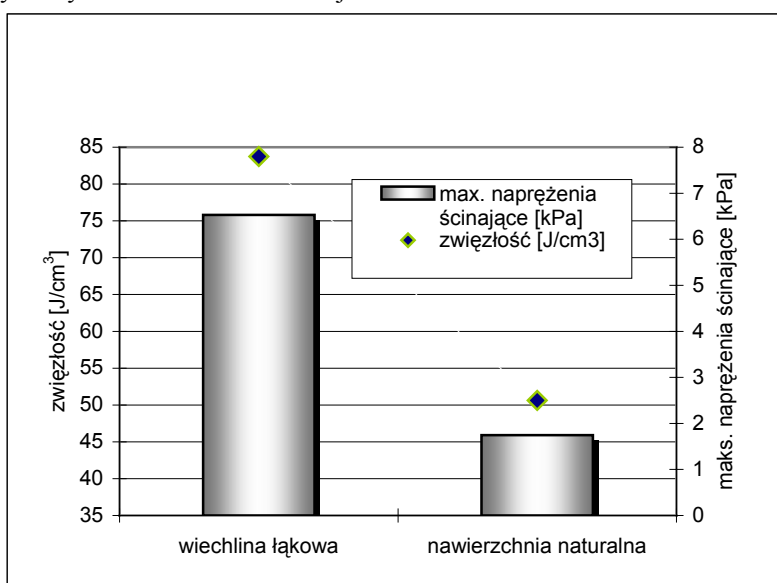
Rys. 3. Wartości współczynników przyczepności na wiechlinie łąkowej  
Fig. 3. Values of adhesion coefficients on meadow-grass



Rys. 4. Wartości współczynników przyczepności na nawierzchni naturalnej  
Fig. 4. Values of adhesion coefficients on a natural surface

na wartości współczynników przyczepności można zauważyć, że wzrost obciążenia opony klasycznej przejawia się wzrostem oporów przetaczania koła i spadkiem wartości tego współczynnika w przypadku nawierzchni naturalnej. Na nawierzchni stworzonej z wiechliny łąkowej zmiana wielkości obciążenia opony klasycznej nie powodowała znaczących zmian w wartości współczynnika przyczepności. Brak istotnych różnic w obliczonych współczynnikach przyczepności opony Grass, dla różnych obciążeń prostopadłych, może sugerować, że opory przetaczania tej opony nie są aż tak zależne od ich obciążenia pionowego.

Na rysunku 5 przedstawiono wartości zwięzłości oraz maksymalnych naprężeń ścinających wyznaczone na wiechlinie łąkowej i nawierzchni naturalnej. Największe wartości obu parametrów wyznaczono na darni z wiechliną łąkową, natomiast na darni naturalnej te dwa parametry miały wartości znacznie mniejsze.



Rys. 5. Wartości parametrów wskaźnikowych na wyszczególnionych nawierzchniach  
 Fig. 5. Values of the indicative parameters on the specified surfaces

## Wnioski

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków końcowych:

1. Największe maksymalne siły trakcyjne, niezależnie od wielkości obciążenia pionowego, generowała zawsze opona klasyczna, przy czym na darni naturalnej były one większe niż na darni z monokulturą wiechliny łąkowej.
2. Największe wartości współczynników siły wzdłużnej (współczynniki przyczepności) wyznaczono dla opony klasycznej. Wzrost obciążenia pionowego skutkowało zawsze wyraźnym spadkiem wartości tych współczynników. Ta prawidłowość nie dotyczyła współczynników wyznaczonych dla opony Grass, co może sugerować, że ta opona cechuje się stałymi oporami przetaczania.

3. Naturalna nawierzchnia trawiasta, w porównaniu do monokultury wiechliny łąkowej, cechowała się większymi wartościami maksymalnych sił trakcyjnych i większymi wartościami współczynników przyczepności wyznaczonych dla obu badanych opon, jednak niższymi wartościami maksymalnych naprężeń ścinających i zwięzłości.

## Bibliografia

- Kopystiański P.** 1999. Darń jako podłoże dla mikrociągników. Praca doktorska wykonana w Instytucie Inżynierii Rolniczej Akademii Rolniczej we Wrocławiu.
- Białczyk W., Materek D., Pieczarka K.** 2001. Badania przyczepności koła mikrociągnika w zmieniających warunkach glebowych. Inżynieria Rolnicza. Nr 13(33). s. 77-84.
- Białczyk W., Cudzik A., Czarnecki J., Pieczarka K.** 2005. Analiza właściwości trakcyjnych koła mikrociągnika w różnych technologiach uprawy wybranych roślin. Inżynieria Rolnicza. Nr 3(63). s. 47-54.
- Białczyk W., Cudzik A., Czarnecki J., Pieczarka K.** 2006. Ocena możliwości poprawy właściwości trakcyjnych opon w warunkach drogi leśnej. Inżynieria Rolnicza. Nr 2(77). s. 97-102.

## PRELIMINARY EVALUATION OF CHANGES IN THE TRACTION PROPERTIES OF SOD OF DIFFERENT BOTANICAL COMPOSITION

**Abstract.** The aim of the studies was to show how the values of traction forces change depending on changes in species and varietal composition of sod. Two types of tyres – classical and that of the Grass type were investigated. Parameters and coefficients describing the generated traction forces were determined. It has been found that the coefficient of adhesion on sodded ground and ground firmness are strictly dependent on physiological and morphological properties of individual grass species.

**Key words:** turfgrass, traction force, coefficient of adhesion

**Adres do korespondencji:**

Włodzimierz Białczyk; e-mail: [bialczyk@imr.ar.wroc.pl](mailto:bialczyk@imr.ar.wroc.pl)  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław