

OCENA WSPÓŁPRACY WYBRANYCH OPON Z PODŁOŻEM ZADARNIONYM*

Włodzimierz Białczyk, Jarosław Czarnecki, Anna Cudzik,
Marek Brennensthul

Instytut Inżynierii Rolniczej Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Karol Wolski

Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań trakcyjnych przeprowadzonych na sześciu obiektach zadarnionych różniących się składem gatunkowym roślin oraz poziomem ugniecenia. Do badań użyto opony o wymiarach 400x50-22,5 oraz 9,5-24. Stwierdzono, że zwięzłość i maksymalne naprężenia ścinające ulegają zmianie na poszczególnych obiektach. Wykazano wpływ rodzaju darni i poziomu użytkowania na wartość rozwijanych maksymalnych sił trakcyjnych badanych opon. Uzyskano różne wartości deformacji poziomej podłoża, przy której osiągnięto maksymalne siły trakcyjne.

Słowa kluczowe: darni, siła trakcyjna, deformacja pozioma

Wstęp

Podłoża zadarnione spełniają wiele istotnych funkcji w środowisku przyrodniczym. Najczęściej rozumiane są, jako łąki i pastwiska, będące źródłem paszy dla zwierząt. Mają również duże znaczenia fitosanitarne, strukturalne i przeciwoerozyjne. Zakładane na terenach narażonych na powódzie zapobiegają niszczeniu gleby, poprawiając bilans gospodarki wodnej. Odpowiednio ukształtowana darni odgrywa dużą rolę w ochronie środowiska tworząc specyficzną warstwę biologiczną zdolną gromadzić i przekształcać na biomasę liczne pierwiastki chemiczne. Na uwagę zasługują również tereny zadarnione rekreacyjno-sportowe, na których odpowiednio dobrany skład gatunkowy roślin dostosowuje je do określonych funkcji [Turgeon 2005; Wolski i Lewiński 2005].

W literaturze dotyczącej tych powierzchni najwięcej uwagi poświęca się zagadnieniom z zakresu botaniki roślin oraz gleboznawstwa. Analizowane są ekonomiczne aspekty gospodarowania na użytkach zielonych [Otoliński 1996]. Zmienia się normy wysiewu nasion, sprawdza się ich reakcję na nawożenie, wykazując zmiany w ilości uzyskanej biomasy [Baryła i in. 2008]. Stosunkowo mało uwagi poświęca się zagadnieniom związanym z użytkowaniem tych powierzchni, które związane jest najczęściej z licznymi przejazdami pojazdów rolniczych wykonujących zabiegi agrotechniczne [Szeptycki 2003]. Stosowany

* Praca naukowa realizowana w ramach projektu badawczego nr N N313 154235.

w tych pracach ciągnik rolniczy wyposażony w standardowe opony napędowe o rzeźbie bieżnika typu AN cechuje się dużą masą, która w powiązaniu z wąskim ogumieniem wywiera duże naciski jednostkowe. Wymóg rozwijania określonych sił uciągu sprawia, że tego typu pojazdy przyczyniają się do znacznej deformacji poziomej podłoża, co prowadzi do niszczenia nawierzchni. Zapotrzebowanie na siłę uciągu można zmniejszyć poprzez stosowanie nowoczesnych maszyn o małych oporach roboczych. Do prac na terenach zadarnionych używane są również specjalne opony typu Grass, jednak ich zastosowanie jest jeszcze ograniczone, a ich oddziaływanie na podłoże nie zostało dokładnie rozpoznane.

Cel, metoda i warunki badań

Celem badań prezentowanych w niniejszej pracy była analiza wybranych właściwości trakcyjnych wybranych opon na zadarnionych podłożach o różnym składzie gatunkowym roślin, poddanych intensywnemu użytkowaniu (ugnieceniu). Przeprowadzone badania powinny umożliwić dokonanie oceny parametrów wytrzymałościowych badanych obiektów oraz ocenę zmian głównych parametrów trakcyjnych, dokonaną w oparciu o analizę maksymalnych sił trakcyjnych i deformacji poziomych.

Badania przeprowadzono w lipcu 2010 roku na zdegradowanej łące grądowej na glebie aluwialnej należącej do RZD Pawłowice Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Na naturalnie porośniętej darni założono metodą podsiewu szczelinowego sześć poletek doświadczalnych w celu zróżnicowania składu gatunkowego. W tabeli 1 przedstawiono skład gatunkowy mieszanek pastewnych wchodzący w skład materiału siewnego.

Tabela 1. Skład gatunkowy roślin zastosowanych w siewie szczelinowym (%)
Table 1. Species composition used in slot sowing (%)

Nazwa gatunku	Darń I	Darń II	Darń III	Darń IV	Darń V	Darń VI
Kostrzyca	30	30	30	10	10	10
Kostrzewa łąkowa	10	10	10	30	30	30
Życica trwała	30	30	30	30	30	30
Życica wielokwiatowa	10	10	10	10	10	10
Koniczyna łąkowa	-	10	20	-	10	20

W badaniach użyto oponę napędową o rozmiarze 9,5-24 produkcji Stomil Olsztyn oraz oponę Twin 404 o rozmiarze 400x55-22,5 firmy Trelleborg. Opony te z uwagi na identyczną nośność (1120 kg) i podobną średnicę zewnętrzną mogą być stosowane do tych samych pojazdów. W badaniach trakcyjnych wykorzystano stanowisko pomiarowe sprzężone z ciągnikiem rolniczym MF 235. Obciążenie pionowe badanego koła wynosiło 4300 N. Podczas pomiarów rejestrowano przebieg siły trakcyjnej w funkcji deformacji poziomej. [Białczyk i in. 2010].

Zmianę poziomu użytkowania (ugniecenia) darni uzyskano poprzez wykonanie różnej ilości przejazdów wałem, na obwodzie którego przykręcono cylindryczne ostrogi o średnicy 0,014 m i wysokości 0,020 m. Wał ten, odpowiednio obciążony, zapewnił naciski jednostkowe na poziomie 30 kPa. Poprzez odpowiednią liczbę przejazdów uzyskano trzy

poziomy użytkowania darni. Poziom 0% oznaczał darni nieugniataną, pięćdziesiąt przejazdów oznaczało 50% poziom użytkowania, a sto przejazdów – 100% poziom użytkowania.

Do pomiarów zwięzłości gleby zastosowano penetrologger firmy Eijkelkamp, ze stożkiem o kącie wierzchołkowym 60° i polu podstawy 0,0001 m². Do pomiaru maksymalnych naprężeń ścinających wykorzystano ścinarkę obrotową Vane H-60 firmy Geonor o zakresie pomiarowym od 0 do 260 kPa. Wilgotność gleby zmierzono za pomocą sondy Theta Probe ML2x, będącej dodatkowym wyposażeniem penetrologgera. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wykonano wieloczynnikową analizę wariancji na poziomie $\alpha=0,05$.

Wyniki badań i ich analiza

Badania przeprowadzono w warunkach wilgotności podłoża na poziomie 28%, po kilkudniowych opadach deszczu. W trakcie badań wilgotność nie zmieniała się istotnie i dlatego uśredniono wartość tego parametru. W tabeli 2 przedstawiono średnią zwięzłość badanych obiektów w poszczególnych warstwach gleby. Wysoka wilgotność skutkowałą niską zwięzłością, a ugniatanie powodowało odkształcenia i przemieszczenia gleby. Zauważono wzrost zwięzłości szczególnie widoczny w warstwie gleby 0,05-0,10m.

Tabela 2. Średnia zwięzłość badanych obiektów
Table 2. Medium firmness of investigated objects

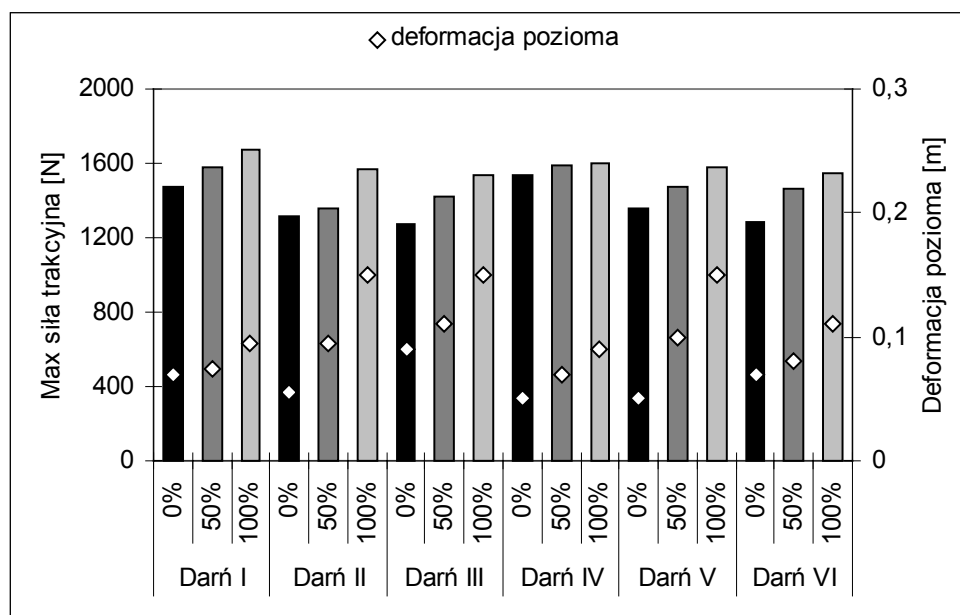
Warstwa gleby [m]	Poziom użytkowania (ugniecenia) darni	Średnia zwięzłość warstwy [MPa]					
		Darń I	Darń II	Darń III	Darń IV	Darń V	Darń VI
0,0-0,05	0%	1,6	1,5	1,4	1,6	1,5	1,3
0,05-0,10		2,0	1,9	1,8	2,0	1,8	1,7
0,10-0,15		1,8	1,9	1,6	2,0	1,7	1,5
0,0-0,05	50%	1,8	1,5	1,4	1,8	1,6	1,4
0,05-0,10		2,4	2,3	2,2	2,5	2,3	2,1
0,10-0,15		2,1	1,9	1,8	2,1	2,0	1,7
0,0-0,05	100%	2,4	2,2	1,9	2,3	2,0	1,8
0,05-0,10		2,9	3,0	2,6	2,9	2,7	2,5
0,10-0,15		2,1	2,2	2,0	2,1	2,1	1,9

W tabeli 3 przedstawiono maksymalne naprężenia ścinające badanych obiektów dla poszczególnych warstw gleby. Ugniatanie darni oraz głębokość warstwy gleby wpłynęło na wzrost wartości tego parametru. Na 100% poziomie użytkowania w warstwie 0,10-0,15 m maksymalne naprężenia ścinające mieściły się w przedziale od 248 kPa do 264 kPa i były średnio o 15% wyższe w porównaniu do darni nieugniatanej (0%). Charakterystyczne jest również to, że na poletkach, na których wysiano *Trifolium pratense* L. określono niższe wartości tego parametru, co może mieć związek z odmiennym systemem korzeniowym tej rośliny.

Tabela 3. Maksymalne naprężenia ścinające badanych obiektów
Table 3. Maximum shearing stress of investigated objects

Warstwa gleby [m]	Poziom użytkowania (ugniecenia) darni	Maksymalne naprężenia ścinające [kPa]					
		Darń I	Darń II	Darń III	Darń IV	Darń V	Darń VI
0,0-0,05	0%	136	126	122	130	122	124
0,05-0,10		210	196	194	204	198	192
0,10-0,15		236	224	210	230	220	216
0,0-0,05	50%	152	138	134	142	136	132
0,05-0,10		230	216	206	224	212	208
0,10-0,15		248	232	220	246	230	222
0,0-0,05	100%	164	154	148	160	152	150
0,05-0,10		250	232	226	246	230	228
0,10-0,15		264	256	250	262	258	248

Na rysunku 1 przedstawiono wartości maksymalnych sił trakcyjnych oraz deformacji poziomych dla opony 9,5-24. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że wzrost użytkowania skutkuje istotnie wyższymi wartościami maksymalnych sił trakcyjnych.

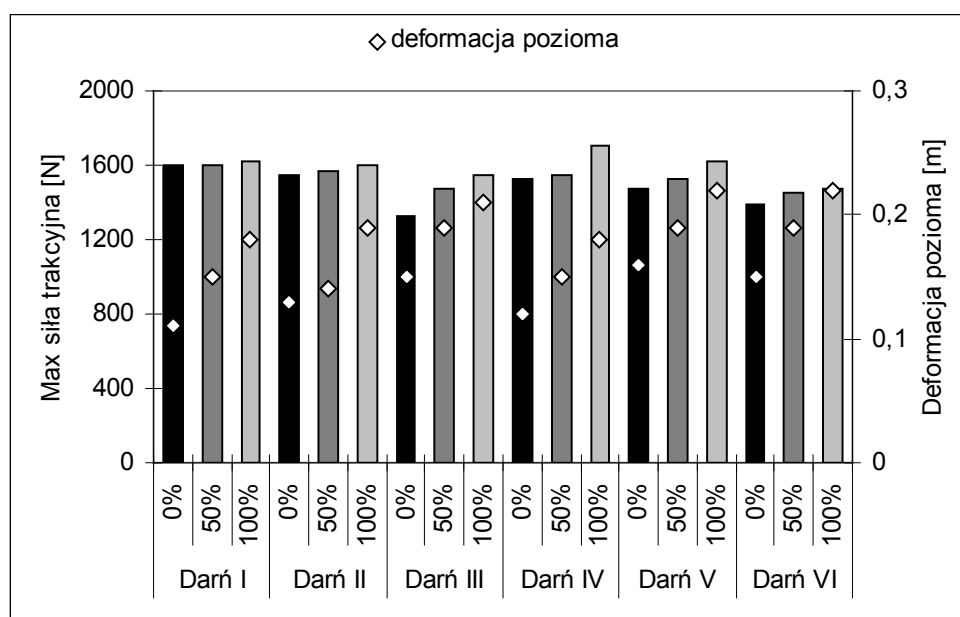


Rys. 1. Maksymalne siły trakcyjne oraz deformacja pozioma dla przyjętych poziomów użytkowania (ugniecenia) badanych darni dla opony 9,5-24

Fig. 1. Maximum traction forces and horizontal deformation for accepted use levels (compression) of investigated sods for a 9.5-24 tyre

Najniższe wartości tego parametru zanotowano na darni III i VI, co koreluje z wartościami uzyskanych zwięzłości i maksymalnych naprężeń ścinających. Pozwala to sądzić, że obecność roślin o odmiennych cechach botanicznych (koniczyna łąkowa) może wpływać na zmiany zdolności trakcyjnych badanej opony. Istotnym zmianom ulega również deformacja pozioma, przy której osiągnięto analizowane siły trakcyjne. Obecność roślin działa wzmacniająco na podłoże ograniczając deformację poziomą. Zniszczenie roślin w wyniku użytkowania w połączeniu z dużą wilgotnością gleby skutkuje zawsze wzrostem deformacji poziomej podłoża, która dla 0% użytkowania mieściła się w przedziale 0,07-0,09 m, a dla 100% poziomu użytkowania w przedziale 0,09-0,15 m.

Na rysunku 2 przedstawiono wartości maksymalnych sił trakcyjnych oraz deformacji poziomych dla opony 400x50-22,5. Konstrukcja tej opony ogranicza penetrację występów bieżnika w głąb podłoża. Wynikiem tego jest mniejsza dynamika zmian maksymalnych sił trakcyjnych na poszczególnych poziomach użytkowania. Również i dla tej opony zaznacza się spadek wartości tego parametru na darni III i VI, co potwierdza wcześniejsze przypuszczenia. Największą wartość siły trakcyjnej zmierzono na darni IV i 100% poziomie użytkowania równą 1701 N, a najniższą na darni III i 0% poziomie użytkowania równą 1322 N.



Rys. 2. Maksymalne siły trakcyjne oraz deformacja pozioma dla przyjętych poziomów użytkowania (ugniecenia) badanych darni dla opony 400x50-22,5

Fig. 2. Maximum traction forces and horizontal deformation for accepted use levels (compression) of investigated sods for a 400 x 50-22.5 tyre

Deformacja pozioma, przy której została osiągnięta maksymalna siła trakcyjna uległa zwiększeniu z uwagi na powierzchniowe oddziaływanie tej opony. Jednak charakter jej zmian był podobny do wartości uzyskanych dla opony 9,5-24. Największe wartości deformacji zanotowano dla darni III, V i VI na 100% poziomie użytkowania równe 0,22 m. Należy się spodziewać, że cechą pojazdów wyposażonych w oponę 400x50-22,5 będzie duży poślizg kół napędowych.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej.

Tabela 4. Wyniki analizy statystycznej

Table 4. Results of statistical analysis

Zmienna	Typ opony	Darń	Poziom użytkowania
Maksymalna siła trakcyjna	0,0004	0,0000	0,0000
Deformacja pozioma	0,000	0,0000	0,0000

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wpływ analizowanych czynników tj. typu opony, darni oraz poziomu użytkowania na wartości maksymalnych sił trakcyjnych oraz deformacji poziomych.

Wnioski

1. Zmienne poziomego użytkowania oraz odmienne składy botaniczne w badanych obiektach doprowadziły do odmiennych zwięzłości podłoża oraz odmiennych maksymalnych naprężeń ścinających, które wzrastają wraz zarówno z poziomem użytkowania, jak i w głąb warstwy gleby.
2. Wykazano, że każda z użytych opon generowała różne wartości maksymalnych sił trakcyjnych, przy czym wartości tych sił zależne były od poziomu użytkowania darni oraz rodzaju darni. Najniższe wartości tego parametru zanotowano na darni III i VI, co może być związane jest z obecnością rośliny o odmiennych cechach botanicznych, głównie systemu korzeniowego (koniczyna łąkowa).
3. Stwierdzono, że badane opony generują maksymalne siły trakcyjne przy odmiennych deformacjach poziomych. Większe wartości deformacji zanotowano dla opony 400x50-22,5, co zapewne związane z konstrukcją tej opony, a przede wszystkim z jej powierzchniowym oddziaływaniem na podłoże. Cechą pojazdów wyposażonych w taką oponę będzie znaczny, o wiele większy niż w przypadku opony o wymiarach 9,5-24 poślizg kół napędowych.

Bibliografia

- Białczyk W., Czarnecki J., Cudzik A., Brennenstul M.** 2010. Ocena właściwości trakcyjnych wybranych opon na podłożach zadarnionych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 7(125). s. 15-22.
- Baryła R., Kulik M.** 2008. Ocena przydatności różnych mieszanek do podsiewu zdegradowanej runi łąkowej. *Łąkarstwo w Polsce* Nr 11. s. 17-24.
- Otoliński E., Szaro L.** 1996. Efektywność produkcji pasz na użytkach zielonych w rejonach górzystych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. Z.* 442. s. 369-383.
- Szeptycki A.** 2003. Wpływ ciężkich maszyn rolniczych na fizykochemiczne właściwości gleby. *Journal of Research and Application in Agricultural Engineering*, Vol. 48(3) s. 5-9.
- Wolski K., Lewiński P.** 2005. Przekształcanie i modelowanie ekosystemów dla potrzeb pól golfowych. *Inżynieria Ekologiczna*. 12. s. 135-136.
- Turgeon A. J.** 2005. *Turfgrass management*. 7th edition. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.

ASSESSMENT OF COOPERATION OF SELECTED TYRES WITH SODDED SURFACE

Abstract. The study presents results of traction experiments conducted on six sodded objects differing with species composition as well as the level of sod compression. 400 x 50-22.5 and 9.5-24 tyres were investigated. It was determined that ground firmness and maximal shearing stress change in particular objects. Influence of sod type and the use level on the value of produced maximum traction forces of investigated tyres was presented. Different values of surface horizontal deformation were obtained with maximum traction forces.

Key words: sod, traction force, horizontal deformation

Adres do korespondencji:

Jarosław Czarnecki jaroslaw.czarnecki@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław