

Dariusz Materek
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

OCENA ZMIAN SIŁY UCIĄGU CIĄGNIKA ROLNICZEGO Z RADIALNYMI I DIAGONALNYMI OPONAMI NAPĘDOWYMI

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki pomiarów siły uciągu ciągnika New Holland TM 190 z radialnymi i diagonalnymi oponami napędowymi. Badania prowadzono na glebie gliniastej. Wykazano, że ciągnik z oponami radialnymi charakteryzuje się, przy takim samym początkowym obciążeniu pionowym i takim samym poślizgu siłą uciągu większą o około 6-10%. Uzyskane wyniki są istotnie różne statystycznie. Również sprawność uciągu ciągnika z oponami radialnymi jest większa od tej sprawności z opony diagonalnymi.

Słowa kluczowe: ciągnik, poślizg, opona, siła uciągu, sprawność trakcyjna

Wprowadzenie

Znaczny postęp techniczny w budowie pojazdów i maszyn w ostatnich latach sprawił, że również w krajowym rolnictwie obserwuje się wprowadzanie zmodernizowanych technologii uprawy oraz nowych, dostosowanych do stawianych im wymagań maszyn i ciągników rolniczych.

Ciągnikom rolniczym stawia się szerokie wymagania eksploatacyjne, z których najważniejszym jest rozwijanie jak największej siły uciągu w stosunku do masy ciągnika. Siła ta powinna być rozwijana przy zachowaniu poślizgu mniejszego od 15-20%. Ciągnik powinien też charakteryzować się jak największą sprawnością trakcyjną. Przeprowadzone w Anglii badania ciągnika Massey Ferguson z napędem na obie osie wykazały, że jeżeli nie zmienia się masy ciągnika i odpowiednio dobiera prędkości jazdy, to ciągnik może osiągnąć na glebie gliniastej sprawność uciągu w zakresie 0,7-0,9, przy wykorzystaniu pełnej mocy silnika [Bashford 2000]. Dla ciągników z napędem na dwa koła maksymalna sprawność uciągu jest mniejsza i wynosi do 0,53, zależnie od masy ciągnika i prędkości. Obserwuje się spadek sprawności ze wzrostem prędkości i konieczność zmniejszania masy jednostkowej ciągnika dla zachowania jak największej sprawności [Sharma, Pandey 2001].

Dariusz Materek

W ciągnikach i samobieżnych maszynach rolniczych, podobnie jak w technice motoryzacyjnej w miejsce opon diagonalnych montuje się powszechnie opony radialne o takich samych wymiarach lub ich odpowiedniki [Infoserwis 1999]. Opona radialna, w porównaniu z diagonalną, charakteryzuje się mniejszymi naciskami jednostkowymi, przy takim samym obciążeniu pionowym i ciśnieniu wewnętrznym. Wynika to z braku efektu „pantografowania”, czyli przemieszczania się warstw osnowy względem siebie oraz mniejszej sztywności promieniowej, będącej efektem znacznie mniejszego kąta ułożenia warstw osnowy pod bieżnikiem. Obecnie stosowane są też nowe, specjalne opony zapewniające ochronę gleby przed ugniataniem i ścinaniem wierzchniej warstwy podłoża. Znaczne zwiększanie szerokości opony i objętości zawartego w niej gazu umożliwiło skonstruowanie opon o szerokości 900 mm, przenoszących obciążenie pionowe do 8 ton [Weissbach 2001]. Celowe jest więc porównanie jak zmienia się siła uciągu dla ciągnika z oponami nowej konstrukcji.

Cel pracy

Celem badań było wyznaczenie sił uciągu oraz sprawności uciągu ciągnika z radialnymi i diagonalnymi oponami napędowymi na glebie gliniastej ciężkiej, przy czym opony te były obciążone takim samym statycznym obciążeniem pionowym.

Metodyka badań

Pomiary przeprowadzono na polach należących do przedsiębiorstwa „Rolmex” położonych w okolicach Bożyniewa k/Świdnicy. Podłoże glebowe scharakteryzowano za pomocą składu granulometrycznego i określono jako glebę gliniastą ciężką. Wilgotność gleby, na głębokości do 0,2 m, wynosiła 17-19%, a średnia gęstość objętościowa wynosiła 1,68 g/cm. Pomiary prowadzono po zbiorze kukurydzy na pozostałym po niej ściernisku. Do badań użyto typowego stanowiska pomiarowego złożonego z dwóch ciągników, z których pierwszy miał zamontowane badane opony napędowe a drugi stanowił obciążenie siłą hamowania. Ciągniki były połączone ze sobą sztywnym holem, na którym zamontowano siłomierz VDA z elementem indukcyjnym. Wyniki badań archiwizowano w cyfrowym akwizytorze danych. Do badań użyto ciągnika New Holland TM 190, który był wyposażony w pierwszym etapie pomiarów w opony radialne Firestone 540/65R30 na kołach przednich oraz Firestone 650/65R38 na kołach tylnych. W drugim etapie pomiarów na tylnych kołach ciągnika zamontowano opony diagonalne produkcji krajowych zakładów grupy Goodyear w Dębicy o wymiarach 20.8-38, z bieżnikiem Agro D. Opony kół przednich pozostały takie same jak w pierwszym etapie. Statyczne obciążenie osi przedniej wynosiło 34,5 kN, osi tylnej 38,6 kN, a prędkość

teoretyczna wynosiła 7,0 km/h. Wysokość występów bieżników opon była mniejsza o około 10% od wysokości występów bieżników nowych, a podczas pomiarów utrzymywano w nich ciśnienie 0,12 MPa, zgodnie z zaleceniami producenta. Podczas pomiarów wyłączono napęd przednich kół. Każdy pomiar wykonywano w pięciu powtórzeniach, przy zachowaniu takiego samego stopnia zahamowania ciągnika obciążającego. Nacisk na pedał hamulca był wywierany mechanizmem śrubowym. Poślizg kół ciągnika odczytywano na wyświetlaczu wielofunkcyjnym, zamontowanym na desce rozdzielczej ciągnika. Błąd pomiarowy, wynikający z klasy zastosowanej aparatury pomiarowej wynosił 1,5% mierzonej wartości siły.

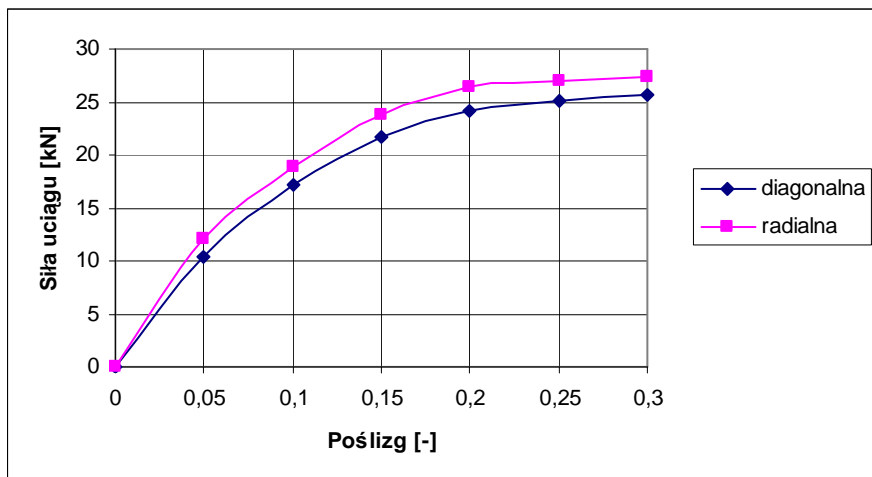
Wyniki badań i ich analiza

Na rysunku 1 przedstawiono wartości sił uciągu ciągnika dla zmiennego poślizgu kół i obu typów opon napędowych, zarejestrowane przez układ pomiarowy. Analizując przebieg zmian wartości siły uciągu można stwierdzić, że w zakresie poślizgów do około 0,10 przebieg zmian tej siły, niezależnie od typu opony jest zbliżony do liniowego, natomiast dla większych poślizgów występują coraz mniejsze przyrosty siły uciągu w funkcji poślizgu i różnica pomiędzy siłą uciągu dla ciągnika z oponami radialnymi i diagonalnymi jest praktycznie stała.

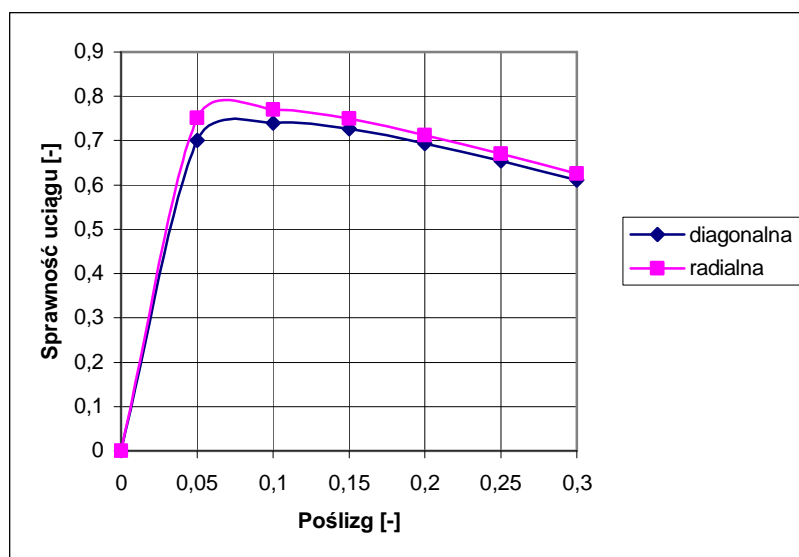
Taki przebieg zmian siły uciągu wynika ze zmiany charakteru procesu przenoszenia siły napędowej na glebę. Do poślizgu równego około 0,05 odkształcenie gleby jest jeszcze sprężyste, natomiast dla większych poślizgów odkształcenie to staje się już sprężysto - plastyczne [poślizg do około 0,10] i następnie wyłącznie plastyczne [poślizg powyżej 0,10]. Siła uciągu dla ciągnika z oponami radialnymi jest zawsze większa, a różnica wynosi około 10% przy poślizgu do 0,20 i około 6% przy poślizgu 0,30. Oznacza to, że ciągnik z oponami radialnymi rozwinie większą siłę uciągu o wartość nadwyżki, przy takim samym statycznym obciążeniu pionowym kół napędowych.

Na rysunku 2 przedstawiono sprawność uciągu ciągnika w funkcji poślizgu. Analizując wartości sprawności trakcyjnej, przedstawione na rysunku 2, stwierdzić można, że największą wartość sprawności ta osiąga dla poślizgów w zakresie 0,05-0,10 i wynosi ona 0,80 dla ciągnika z oponami radialnymi oraz 0,75 dla ciągnika z oponami diagonalnymi. Przy poślizgu 0,20 sprawność ta wynosi odpowiednio 0,73 i 0,70.

Dla ustalenia istotności różnic pomiędzy otrzymanymi siłami uciągu przeprowadzono test F dla poślizgów 0,1, 0,2 i 0,3. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1.



Rys. 1. Wartości siły uciagu ciągnika dla zmiennego poślizgu kół
Fig.1. The values of drawbar pull forces



Rys. 2. Wartości sprawności uciagu ciągnika dla zmiennego poślizgu kół
Fig. 2. The values of drawbar pull efficiency

Tabela 1. Wyniki pomiarów siły uciągu

Table 1. The results of measurement of drawbar pull forces

Poślizg [-]	Diagonalne [kN]	Radialne [kN]
0,1	17,10	18,87
0,1	17,00	18,90
0,1	17,20	18,84
0,1	16,9	18,87
0,1	17,10	18,86
0,2	24,13	26,06
0,2	24,15	26,10
0,2	24,11	26,02
0,2	24,13	26,06
0,2	24,12	26,07
0,3	25,58	27,12
0,3	25,60	27,14
0,3	25,56	27,00
0,3	25,58	27,12
0,3	25,59	27,13

Obliczone na podstawie tabeli 1 wartości F dla prawdopodobieństwa 0,01 wynoszą odpowiednio dla podanych poślizgów 32,86, 32,92 i 32,95, natomiast F tablicowe dla 1 i 13 stopni swobody wynosi 9,07. Istnieje, więc mocny dowód czynnika międzyjednostkowego, wywołującego zmienność wyników większą, niż można to wytłumaczyć zmiennością wewnątrz jednostek. Czynnikiem tym jest odmienna sztywność osnowy opon radialnych i diagonalnych, wpływająca na kształt i powierzchnię kontaktu z glebą.

Wnioski

1. Badany ciągnik charakteryzuje się zbliżoną do liniowej zależnością siły uciągu od poślizgu kół w zakresie poślizgów od 0 do 0,10, przy czym ciągnik z oponami radialnymi rozwija większą siłę uciągu o około 10%.
2. Największa sprawność uciągu badanego ciągnika jest osiągnięta dla poślizgu w zakresie 0,05-0,10 i wynosi do 0,80, dla ciągnika z oponami radialnymi oraz do 0,75, dla ciągnika z oponami diagonalnymi.

Dariusz Materek

Bibliografia

Bashword L.L. 2000. Tractive performance with a mechanical front-wheel assist tractor. J.Agricult.Eng.Res. vol 77, nr 2, 221-226.

InfoSerwis Opony nr 4/99, s. 24-31.

Sharma A.K., Pandey K.P. 2001. Matching tyre size to weight, speed and power available for maximum pulling ability of agricultural tractors. J. Terramech. Vol. 38 nr 2, 89-97.

Weissbach M. Neue Reifkonzepte zur Bodenschonung. Landtechnik, Jg.56 nr 2, 72-73.

PULL FORCE CHANGE ASSESSMENT OF AN AGRICULTURAL TRACTOR WITH RADIAL AND DIAGONAL TRACTION TYRES

Summary

The course of drawbar pull forces changes the New Holland TM 190 agriculture tractor with radial and diagonal driving tires, under the some vertical loading were presented. The force was made on loam soil. The results showed that for the some wheel slip value of drawbar pull forces were different. The higher values of this force were observed for a tractor with radial tires and differences require reached from 6% to 10%. The difference is statistically essential. Drawbar pull force efficiency for tractor with radial tires were higher too.

Key words: tractor, slip, tyre, pull force, traction efficiency