

## **ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI TRAKCYJNYCH CIĄGNIKA FENDT 820 W WYBRANYCH TECHNOLOGIACH UPRAWY GLEBY**

Krzysztof Pieczarka

*Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań wybranych właściwości trakcyjnych ciągnika Fendt 820 w wybranych technologiach uprawy gleby. Celem badań była analiza wpływu zastosowanej technologii uprawy na wybrane właściwości trakcyjne analizowanego ciągnika. W wyniku przeprowadzonych badań oraz analizie uzyskanych wyników stwierdzono, że zastosowanie zróżnicowanej technologii uprawy gleby nie wpływa na wartości maksymalnych sił trakcyjnych oraz współczynnika przyczepności. Największe wartości siły trakcyjnej zmierzono w technologii siewu bezpośredniego najmniejsze natomiast dla uprawy tradycyjnej.

**Słowa kluczowe:** siła trakcyjna, współczynnik przyczepności, opona, uprawa uproszczona

### **Wstęp**

Rolnictwo podobnie jak inne gałęzie gospodarki podlega ciągłej modernizacji mającej na celu zwiększenie efektywności produkcji. Rozwój rolnictwa obejmuje wprowadzanie nowych technologii uprawy, a co za tym idzie maszyn i ciągników rolniczych którym stawiane są wyższe wymagania [Kamiński, Żdanowicz 2007].

Ciągnik rolniczy jako źródło energii agregatu musi spełniać pewne wymogi ze względu na różnorodność podłoża po jakich się porusza. Podstawową cechą jaką powinien się charakteryzować jest rozwijanie dużej siły uciągu przy jak najmniejszym negatywnym oddziaływaniu na glebę. Poruszający się po glebie ciągnik przenosi bowiem na wierzchnią warstwę gleby naprężenia normalne, będące skutkiem obciążenia pionowego kół oraz naprężenia styczne, wynikające z transmisji momentu trakcyjnego przez układ przeniesienia mocy. Skutkiem tego na glebie pozostaje koleina wygnieciona kołami, a wierzchnia warstwa zwiększa swoją gęstość i jest częściowo przemieszczona przeciwnie do kierunku ruchu ciągnika na skutek poślizgu kół napędowych [Block i in. 1989].

Konieczność zwiększania wydajności powoduje, że na pola wprowadzane są agregaty o coraz większej szerokości roboczej. W celu pełnego wykorzystania właściwości uciągowych współpracujących z tymi agregatami ciągników konieczna jest znajomość charakterystyki trakcyjnej i charakterystyki uciągu dla danego podłoża. Istotnym czynnikiem wpływającym na właściwości trakcyjne ciągnika jest również rozmiar oraz rodzaj zastosowanego ogumienia [Materek 2006, Taylor i in. 1995].

Wieloletnie badania prowadzone w różnych ośrodkach dokumentują zmiany właściwości fizyczno-mechanicznych gleby na początku okresu wegetacyjnego roślin oraz brak

różnic w tych wartościach przy zbiorze roślin [Białczyk i in. 2002]. W literaturze przedmiotu brak jest natomiast opracowań opisujących, w jaki sposób uproszczenia uprawowe wpływają na właściwości trakcyjne. Podjęto zatem próbę rozpoznania tego zagadnienia.

## Cel pracy metoda i warunki badań

Celem badań była analiza wpływu zastosowanej technologii uprawy na wybrane właściwości trakcyjne ciągnika Fendt 820, którego podstawowe parametry techniczno-eksploatacyjne zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane parametry techniczno-eksploatacyjne ciągnika Fendt 820  
Table 1. Selected technical - operating parameters of Fendt 820 tractor

Parametry maszyny	Wartość	Jednostka
Pojemność silnika	6057	[cm <sup>3</sup> ]
Moc maksymalna silnika	151/205	[kW/KM]
Liczba cylindrów	6	[szt.]
Skrzynia przekładniowa	Bezstopniowa	
Ogumienie tylne Michelin XeoBib Ultraflex	710/60 R42	
Ogumienie przednie Michelin XeoBib Ultraflex	600/60 R30	
Masa całkowita	7185	[kg]

*Źródło: opracowanie własne*

Badania polowe zostały przeprowadzone we wrześniu 2010 roku, w miejscowości Chwałów znajdującej się w województwie dolnośląskim, powiecie wrocławskim, w gminie Mietków na terenie prywatnego gospodarstwa rolnego. Pomiary wykonano na działce rolnej obejmującej trzy poletka, na których stosowano zróżnicowane technologie uprawy. Tradycyjną obejmującą orkę uprawę przedsewną oraz siew siewnikiem redlicowym. Uproszczoną obejmującą uprawę kultywatorami o zębach sztywnych oraz siew siewnikiem do siewu bezpośredniego. Siew bezpośredni obejmujący wykonanie siewu siewnikiem do siewu bezpośredniego. Pomiary wykonano na ściernisku po zbiorze rzepaku ozimego. Badania zostały wykonane na glebie zaliczanej do kompleksu żytnio bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa. Skład granulometryczny gleby określono zgodnie z normą PN-R-04032, glebę sklasyfikowano jako glinę lekką. Wilgotność gleby wyznaczono zgodnie z normą ISO11461:2001, podczas badań wynosiła ona 12,5%. Właściwości mechaniczne gleby dla poszczególnych poletek scharakteryzowano za pomocą maksymalnych naprężeń ścinających w warstwie 0-0,15 m oraz zwięzłości warstwy 0-0,2 m. Do wyznaczenia maksymalnych naprężeń ścinających zastosowano ścinarkę obrotową typu VANE H-60 firmy Eijkelkamp. Pomiary wykonano dla głębokości: 0,05; 0,1 oraz 0,15 m z uzyskanych wyników pomiarów wyznaczono średnią arytmetyczną. Do pomiaru zwięzłości wykorzystano penetrator stożkowy z elektroniczną rejestracją oporu penetracji oraz głębokości. W badaniach zastosowano stożek o polu podstawy 0,0001 m<sup>2</sup> oraz kącie wierzchołkowym 60°; prędkość penetracji wynosiła 0,03 m·s<sup>-1</sup>. Wyniki przeprowadzonych pomiarów zestawiono w tabeli 2.

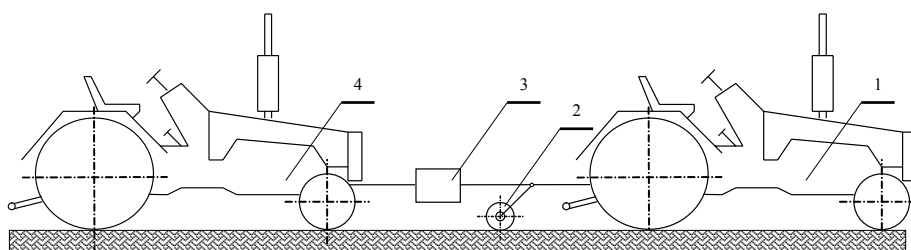
## Analiza właściwości trakcyjnych...

Tabela 2. Wartości maksymalnych naprężeń ścinających oraz zwięzłości gleby  
Table 2. Values of maximum shear stresses and soil compaction

Wyszczególnienie	Uprawa tradycyjna	Uprawa uproszczona	Siew bezpośredni
Maksymalne naprężenia ścinające [kPa]	38	45	48
Zwięzłość [MPa]	1,11	1,45	1,63

Źródło: opracowanie własne

Pomiary właściwości trakcyjnych przeprowadzono wykorzystując dwa ciągniki badany oraz obciążający połączonych hołem sztywnym, w którym zamontowano tensometryczny przetwornik siły – rysunek 1.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Schemat układu pomiarowego: 1 – ciągnik badany, 2 – koło do wyznaczenia prędkości rzeczywistej, 3 – tensometryczny przetwornik siły, 4 – ciągnik obciążający  
Fig. 1. Schematic representation of the measurement stand: 1 – examined tractor unit, 2 – wheel for determining real speed, 3 – tensometric force transducer, 4 – loading tractor

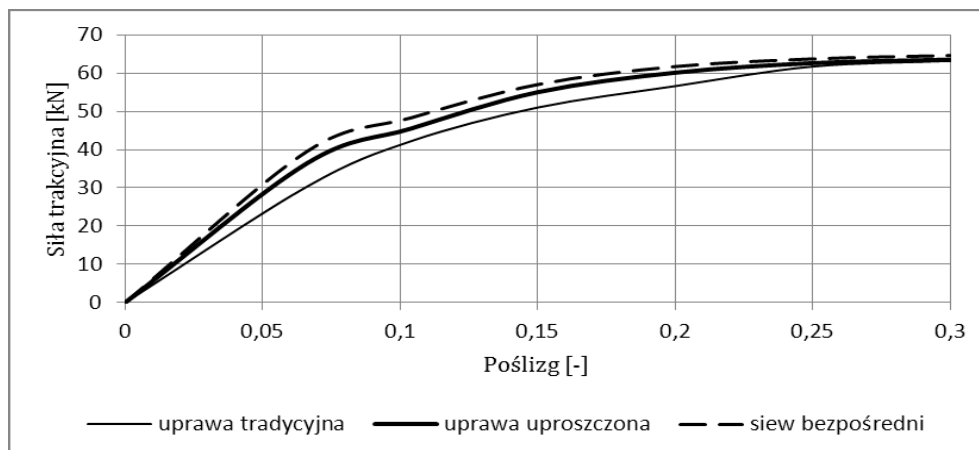
Charakterystyki trakcyjne wyznaczono dla dwóch prędkości 0,56 oraz 1,11 m·s<sup>-1</sup>. Utrzymanie przyjętych do badań prędkości teoretycznych uzyskano za pomocą zaprogramowania jej w systemie TMS przekładni Vario, w którą wyposażony był ciągnik [Żebrowski, Żebrowski 2003].

## Wyniki badań i ich analiza

Na rysunku 2 przedstawiono wartości siły trakcyjnej w funkcji poślizgu dla analizowanych technologii uprawy wyznaczone dla prędkości 0,56 m·s<sup>-1</sup>.

Analizując przebiegi przedstawione na rysunku 2 można stwierdzić, że w przedziale poślizgu 0-0,25 obserwujemy proporcjonalny przyrost wartości siły trakcyjnej a następnie wartości siły są stałe. Taki przebieg wynika z wzajemnego oddziaływania występów bieżnika opon z glebą. W pierwszej fazie następuje zagęszczanie gleby, a dla poślizgów większych od 0,1 gleba jest już nieznacznie przemieszczana do tyłu, przy poślizgu 0,25 warstwa gleby jest już całkowicie ścięta. Wartości siły trakcyjnej dla uprawy uproszczonej oraz

siewu bezpośredniego nie różnią się istotnie w przedziale poślizgu 0-0,3. Dla uprawy tradycyjnej zmierzono mniejsze wartości siły trakcyjnej w porównaniu z pozostałymi technologiami uprawy. Można zatem stwierdzić, że gleba nie rozluźniana zabiegami uprawowymi charakteryzuje się większą stabilnością co powoduje, iż analizowany ciągnik generuje na niej większe siły trakcyjne.



Źródło: opracowanie własne

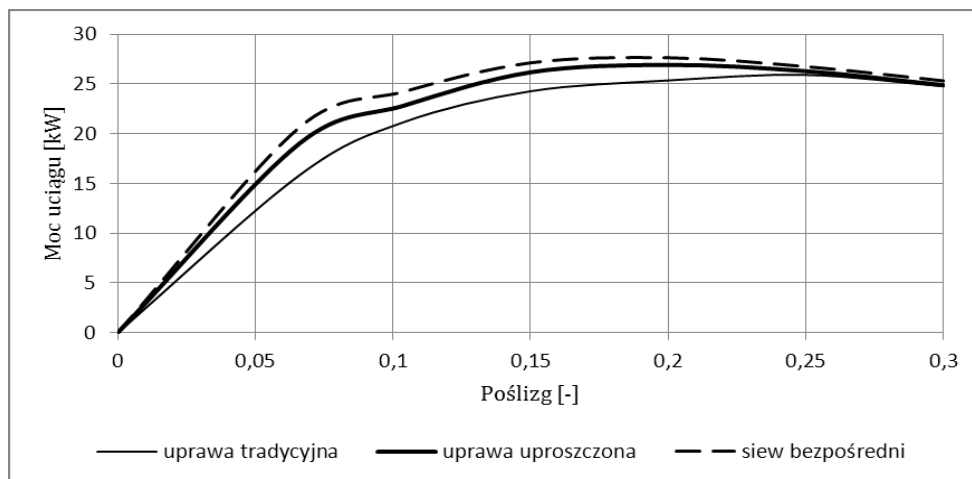
Rys. 2. Wartości siły trakcyjnej w funkcji poślizgu dla analizowanych technologii uprawy wyznaczone dla prędkości  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Fig. 2. Traction force value in the function of slip for the analysed technologies of cultivation determined for the speed at  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Na rysunku 3 przedstawiono wartości mocy uciągu w funkcji poślizgu dla analizowanych technologii uprawy wyznaczone dla prędkości  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Analizując przebiegi przedstawione na rysunku 3 można stwierdzić, że dla uprawy uproszczonej oraz siewu bezpośredniego analizowany ciągnik rozwija maksymalną moc uciągu dla poślizgu równego 0,2. Dla uprawy tradycyjnej maksymalną moc uciągu zmierzono dla poślizgu równego 0,25. Wartości mocy uciągu dla uprawy uproszczonej oraz siewu bezpośredniego nie różnią się istotnie w przedziale poślizgu 0-0,3. Dla uprawy tradycyjnej zmierzono mniejsze wartości mocy uciągu w porównaniu z pozostałymi technologiami uprawy.

Na rysunku 4 przedstawiono wartości maksymalnych sił trakcyjnych dla analizowanych technologii uprawy oraz przyjętych do badań prędkości. Analizując wartości przedstawione na rysunku 4 można stwierdzić, że dla prędkości  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  największą wartość siły trakcyjnej zmierzono dla technologii siewu bezpośredniego (64,6 kN), najmniejszą natomiast dla uprawy tradycyjnej (63,2 kN). Dla prędkości  $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  największa siła trakcyjna zmierzona została również dla technologii siewu bezpośredniego (73,6 kN), najmniejsza natomiast dla uprawy tradycyjnej (68,2 kN). Analizując różnicę pomiędzy technologią tradycyjną a siewem bezpośrednim dla prędkości  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  wynosi ona 1,4 kN (2%), natomiast dla prędkości  $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  jest równa 5,4 kN (7%).

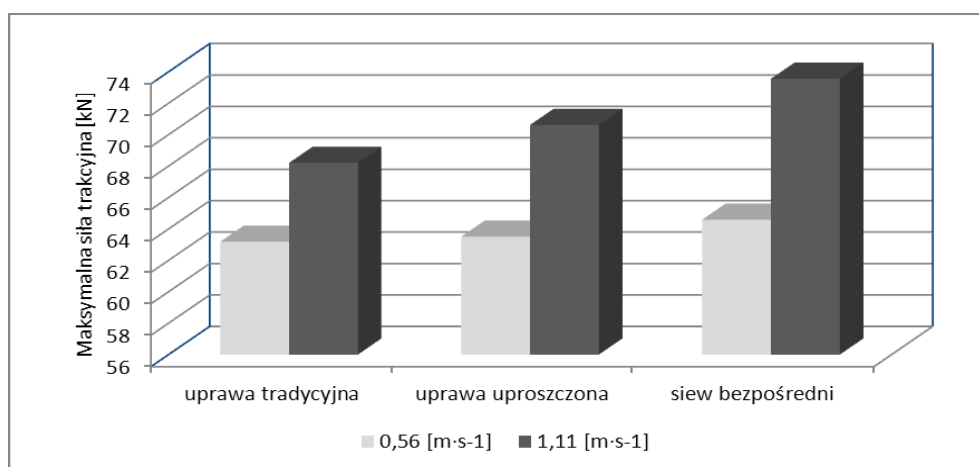
Analiza właściwości trakcyjnych...



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Wartości mocy uciągu w funkcji poślizgu dla analizowanych technologii uprawy wyznaczone dla prędkości  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Fig. 3. Towing power value in the function of slide for the analysed technologies of cultivation determined for the speed at  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

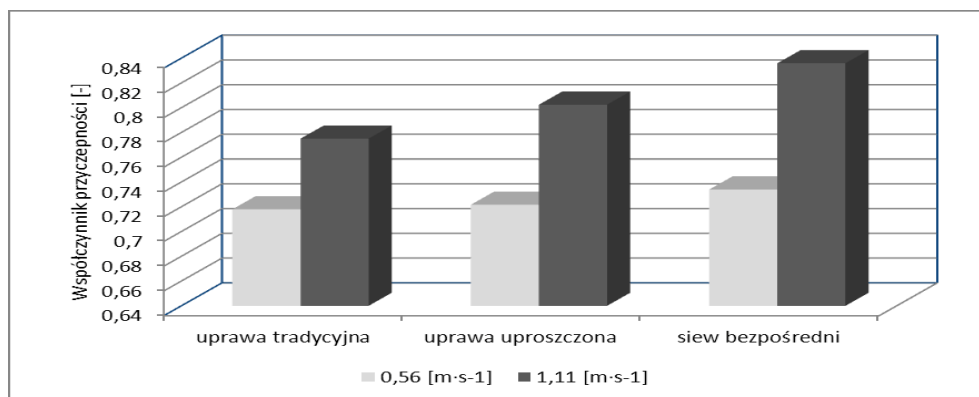


Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Wartości maksymalnych sił trakcyjnych dla analizowanych technologii uprawy oraz przyjętych do badań prędkości

Fig. 4. Values of maximum traction forces for the analysed cultivation technologies and accepted for speed investigation

Na rysunku 5 przedstawiono wartości współczynnika przyczepności dla analizowanych technologii uprawy oraz przyjętych do badań prędkości.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Wartości współczynnika przyczepności dla analizowanych technologii uprawy oraz przyjętych do badań prędkości

Fig. 5. Adhesion coefficient values for the analysed cultivation technologies and accepted for speed investigation

Analizując wartości przedstawione na rysunku 5 można stwierdzić, że dla prędkości  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  największą wartość współczynnika przyczepności zmierzono dla technologii siewu bezpośredniego (0,73); najmniejszą natomiast dla uprawy tradycyjnej (0,72). Dla prędkości  $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  największa wartość współczynnika przyczepności zmierzona została również dla technologii siewu bezpośredniego (0,84); najmniejsza natomiast dla uprawy tradycyjnej (0,78). Analizując różnicę pomiędzy technologią tradycyjną a siewem bezpośrednim dla prędkości  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  wynosi ona 0,01 (2%), natomiast dla prędkości  $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  jest równa 0,06 (7%).

W celu określenia wpływu analizowanych czynników na wartości jednostkowych oporów roboczych uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem pakietu Statistica w wersji 9.0. W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono brak istotnego wpływu zastosowanej technologii uprawy na wartości współczynnika przyczepności oraz maksymalnych sił trakcyjnych.

## Wnioski

1. Zastosowanie odmiennych technologii uprawy nie wpływa istotnie na wartość maksymalnych sił trakcyjnych co potwierdziła analiza statystyczna. Dla przyjętych do badań prędkości największe wartości siły trakcyjnej zmierzono w technologii siewu bezpośredniego najmniejsze natomiast dla uprawy tradycyjnej. Zmierzona różnica nie jest jednak statystycznie istotna.
2. Zastosowanie odmiennych technologii uprawy nie wpływa istotnie na wartość współczynnika przyczepności co potwierdziła analiza statystyczna. Dla prędkości  $0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  analizowany ciągnik charakteryzował się wartościami współczynnika przy-

czepności w przedziale 0,72-0,73 co zapewne jest skutkiem zastosowania niskociśnieniowych opon radialnych.

## Bibliografia

- Białczyk W., Pieczarka K., Czarnecki J.** 2002. Zmienność wybranych właściwości mechanicznych gleby przy uproszczonych technologiach jej uprawy. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5(38). s. 153-160.
- Block W., Johnson C.E.** 1984. Energy analysis of finite element soil stress prediction. *Trans. ASAE* 37, 6, s. 1757-1762.
- Kamiński J. R., Żdanowicz C.** 2007. Dobór układów jezdnych dla agregatów rolniczych uwzględniający aspekty ekologiczne. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 3 (91). s. 75-82.
- Materek D.** 2006. Ocena zmian siły uciągu ciągnika rolniczego z radialnymi i diagonalnymi oponami napędowymi. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 3(78). s. 321-326.
- Taylor R. K., Schrock M. D., Grisso R. D.** 1995. A Vehicle Number to Predict Tractive Performance. *Applied Engineering in Agriculture*. 11(4). s. 495-498.
- Żebrowski Z., Żebrowski J.** 2003. Mechatronic, and efficiency of tractors in operation Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture, Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, Volume IV. s. 265-270. Lublin.

## ANALYSIS OF TRACTION PROPERTIES OF FENDT 820 TRACTOR IN THE SELECTED TECHNOLOGIES OF SOIL CULTIVATION

**Abstract.** The study presents the research results of the selected traction properties of Fendt 820 tractor in selected technologies of soil cultivation. The purpose of the work was to analyse the influence of the applied cultivation technology on the selected traction properties of the analysed tractor unit. As a result of the conducted research and analysis of the obtained results, it was stated that application of differential soil cultivation technology does not influence maximum traction forces values and adhesion coefficient. The highest values of traction force were obtained for direct sowing technology while the lowest values for traditional cultivation.

**Key words:** traction force, adhesion coefficient, tyre, simplified cultivation

### Adres do korespondencji:

Krzysztof Pieczarka; email: krzysztof.pieczarka@up.wroc.pl  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław