

POMIAR WYBRANYCH PARAMETRÓW EKSPLOATACYJNYCH AGREGATU UPRAWOWEGO

Paweł Kiełbasa

Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa, Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Współczesne rolnictwo stawiające automatyzację i mechanizację na jednym z pierwszych miejsc wymaga rozpoznania jak największej ilości parametrów eksploatacyjnych w czasie rzeczywistym. Celem badań był pomiar oraz określenie przestrzennej zmienności podstawowych parametrów eksploatacyjnych (opór roboczy, poślizg kół napędowych ciągnika, głębokość pracy narzędzia) agregatu składającego się z ciągnika i głębosza biernego. Zastosowany system pomiarowy umożliwił precyzyjne wyznaczenie podstawowych wielkości eksploatacyjnych w czasie rzeczywistym natomiast integracja z GPS pozwoliła na przestrzenną wizualizację mierzonych wielkości umiejscawiając uzyskane wartości w określonym miejscu pola.

Słowa kluczowe: agregat uprawowy, głębosz, opór roboczy, poślizg, mapa zmienności

Wstęp

Obecny rozwój rolnictwa stawia mechanizację i automatyzację na jednym z pierwszych miejsc w procesach produkcyjnych, w konsekwencji czego, bardzo ważne jest rozpoznanie jak największej ilości parametrów eksploatacyjnych w czasie rzeczywistym, co umożliwi sterowanie agregatem i optymalizację procesu technologicznego. Opór całkowity elementu roboczego narzędzi i maszyn rolniczych zależy od wielu czynników, z których część wynika z warunków pracy, część zaś jest uzależniona od użytkownika, który może wpływać na nie w celu zmniejszenia wartości oporu [Budyn i in. 2003a]. Znajomość oporu roboczego narzędzi i maszyn rolniczych jest rzeczą bardzo istotną zarówno z punktu widzenia samego agregatownika, ale również z przyczyn ekonomicznych [Budyn i in. 2003b]. W uprawie mechanicznej gleby istotnymi czynnikami eksploatacyjnymi agregatów są m.in. głębokość pracy narzędzi i prędkość robocza agregatów [Budyn i in. 2003c]. Ze względu na zaawansowane technologie uprawy gleby wymagającej dużej precyzji, głębokość pracy elementów roboczych zespołu roboczego i prędkość rzeczywista agregatu powinny być kontrolowane w każdej chwili ich pracy. Do tego celu Kogut [1998] wykorzystał optyczne czujniki mierząc głębokość pracy siewnika i prędkość roboczą agregatu. Kiełbasa i in. [2004] zastosowali czujniki H-CE i CORREVIT L-400 w pomiarach głębokości sadzenia ziemniaków i prędkości roboczej sadzarki. Innym parametrem istotnym ze względu na oddziaływanie mechanizmu jezdnego na glebę jest poślizg kół napędowych ciągnika. Wielkość poślizgu ograniczona jest zarówno przez właściwości trakcyjne ciągnika, jak i przez warunki agrotechniczne. Przyjmuje się, że poślizg kół nie powinien przekraczać w pracach polowych

wielkości 15%, maksymalnie 20% [Kuczewski i in. 1999]. Budyn i in. [2003c] wykorzystali układ stosowany w rolnictwie precyzyjnym LH-5000 do pomiaru poślizgu jednego z kół napędowych ciągnika. W tym układzie do pomiaru prędkości rzeczywistej wykorzystano radar natomiast prędkość teoretyczną wyznaczano m.in. z liczby obrotów koła wyposażonego w magnesy współpracujące z czujnikiem indukcyjnym.

Cel i zakres badań

Celem badań był pomiar oraz określenie przestrzennej zmienności podstawowych parametrów eksploatacyjnych agregatu do uprawy gleby. Narzędziem uprawowym był głębosz, a do realizacji założonego celu sformułowano zadania badawcze, które obejmowały pomiary głębokości, prędkości roboczej i oporu roboczego głębosza oraz poślizgu kół napędowych ciągnika. Badania przeprowadzono na piasku słabo gliniastym [BN-78/9180-11].

Metodyka badań

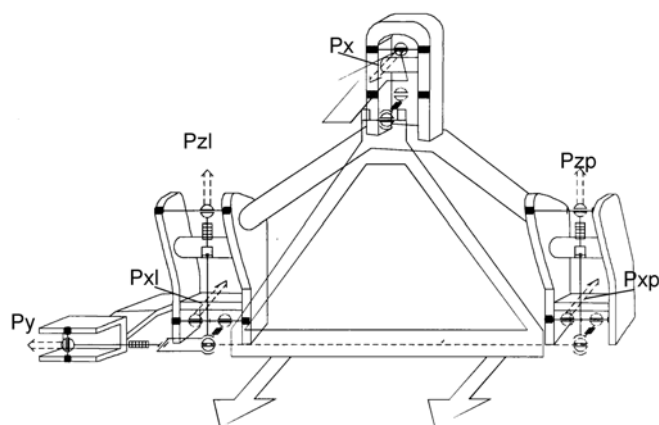
Do badań wykorzystywano ciągnik MF 235, który wyposażono w aparaturę badawczą i zagregatowano z głęboszem o jednym zębie roboczym. Pomiaru oporu roboczego dokonano poprzez zastosowanie ramy (rys. 1) wyposażonej w tensometryczne czujniki mierzące siłę tego oporu w poszczególnych cięgłach TUZ [Budyn i in. 2003b]. Siłę wypadkową oporu roboczego głębosza (rys. 2) wyliczono wg. wzoru:

$$P_r = \sqrt{(P_x + P_{xl} + P_{xp})^2 + (P_{zl} + P_{zp})^2} \quad [\text{N}] \quad (1)$$

gdzie:

- P_r – siła wypadkowa oporu roboczego głębosza [N],
- P_x – składowa siły poziomej działającej w łączniku [N],
- P_{xl} – składowa siły poziomej działającej w cięgło lewym [N],
- P_{xp} – składowa siły poziomej działającej w cięgło prawym [N],
- P_{zl} – składowa siły pionowej działającej w wieszaku lewym [N],
- P_{zp} – składowa siły pionowej działającej w wieszaku prawym [N].

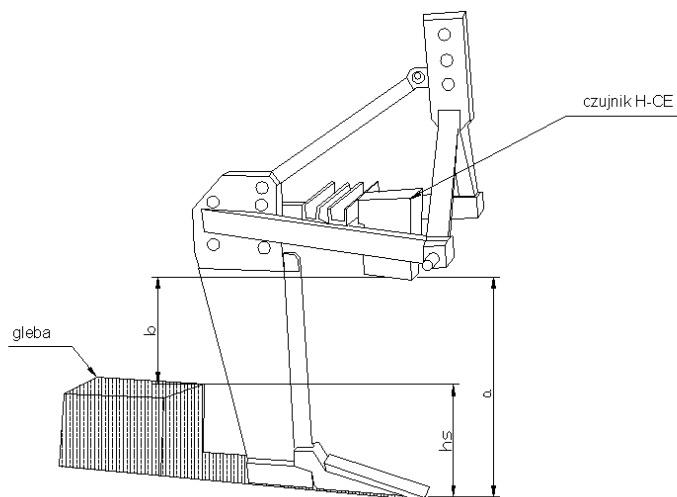
Poślizg kół napędowych ciągnika wyznaczono dla każdego z kół napędowych ciągnika wykorzystując układ składający się z 24 ferrytowych magnesów umieszczonych na obręczy koła i czujników kontaktronowych jak również czujnika CORREVIT L-400 mierzącego prędkość rzeczywistą agregatu [Kielbasa i in. 2004]. Głębokość roboczą monitorowano czujnikiem H-CE umieszczonym na ramie głębosza (rys. 2).



Źródło: IBMER Warszawa

Rys. 1. Rama tensometryczna: P_x – składowa siły poziomej działającej w łączniku, P_{xl} – składowa siły poziomej działającej w cięgłe lewym, P_{xp} – składowa siły poziomej działającej w cięgłe prawym, P_{zl} – składowa siły pionowej działającej w wieszaku lewym, P_{zp} – składowa siły pionowej działającej w wieszaku prawym

Fig. 1. Strain gauge framework: P_x – horizontal force component acting upon a link, P_{xl} – horizontal force component acting upon left linkage, P_{xp} – horizontal force component acting upon right linkage, P_{zl} – vertical force component acting upon left hanger, P_{zp} – vertical force component acting upon right hanger



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 2. Schemat mocowania czujnika H-CE na ramie głębosza
 Fig. 2. Installation of H-CE sensor on the subsoiler frame

Czujnik optyczny mierzył odległość pomiędzy jego lampą a powierzchnią pola. Głębokość roboczą głębosza wyznaczano z zależności:

$$h_s = a - b \quad [m] \quad (2)$$

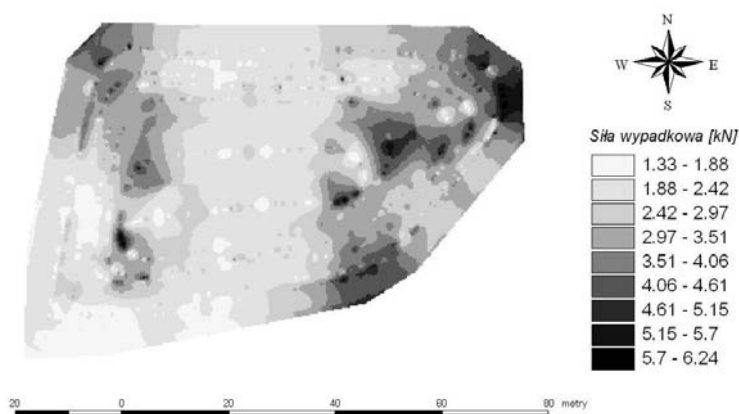
gdzie:

- h_s – głębokość robocza głębosza [m],
- a – odległość pomiędzy czujnikiem a dziobem dłuta głębosza [m],
- b – odległość pomiędzy czujnikiem a powierzchnią gleby [m].

Do wyznaczenia współrzędnych geograficznych wykorzystano odbiornik NovAtel zasilany z instalacji elektrycznej ciągnika. Odbiornik NovAtel umieszczono na dachu ciągnika i połączono z komputerem pokładowym poprzez złącze RS232 konfigurowano przy pomocy programu GPS Monitor. Wszystkie układy pomiarowe były zintegrowane z komputerem przenośnym klasy CF-29 współpracującym z kartą pomiarową DaqBook/200A. Komputer został wyposażony w autorski program [Kielbasa i in. 2005] umożliwiający zapis mierzonych wielkości z zadaną częstotliwością oraz jednoczesną wizualizację na ekranie komputera przebiegu wybranych wartości i archiwizację danych. Częstotliwość próbkowania wynosiła 1 Hz.

Wyniki badań

Średnia wilgotność gleby w czasie badań wynosiła 9%. Na rysunku 3 przedstawiono przestrzenny rozkład siły wypadkowej oporu roboczego głębosza, której średnia wartość wynosiła 3 kN. Charakteryzowała się ona 36% współczynnikiem zmienności, bo zakres oscylacji wartości mierzonej wynosił $\pm 4,9$ kN.

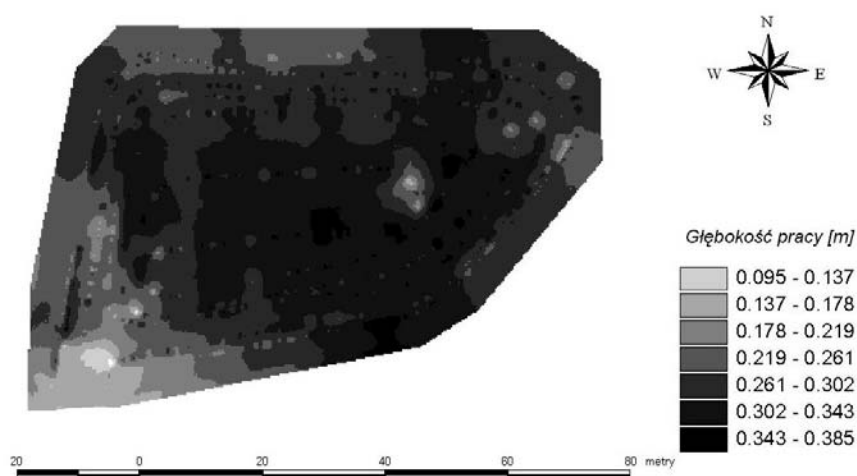


Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 3. Przestrzenny rozkład zmienności wartości siły wypadkowej oporu roboczego głębosza w TUZ
 Fig. 3. Spatial distribution of working resistance resulting force variation in TUZ subsoiler

Należy jednak zaznaczyć, iż skrajne wartości siły wypadkowej oporu roboczego występowały rzadko (rys. 3) i wynikały przede wszystkim z mozaikowatości gleby.

Na rysunku 4 przedstawiono przestrzenny rozkład wartości głębokości pracy głębosza. Średnia wartość głębokości pracy lemiesza głębosza wynosiła 0,29 m, przy współczynniku zmienności 17%.



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 4. Przestrzenny rozkład zmienności wartości głębokości pracy głębosza

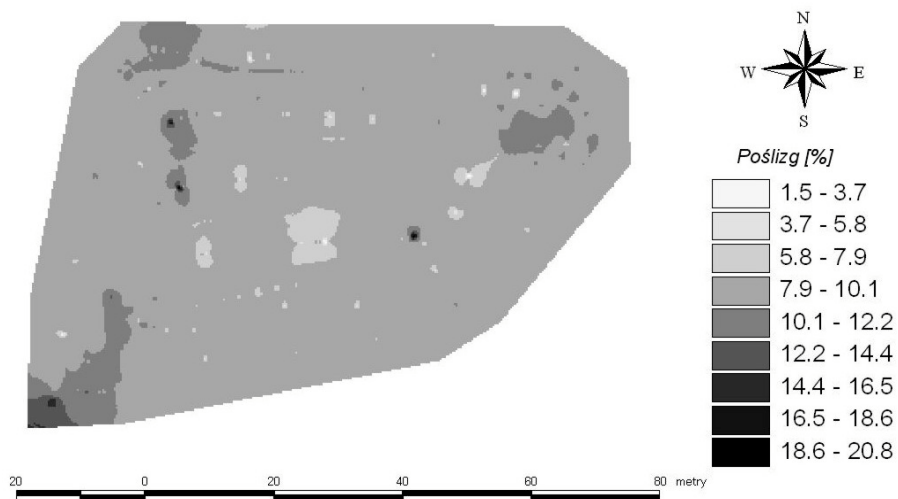
Fig. 4. Spatial distribution of subsoiler operating depth variations

Różnica względna w wartościach skrajnych głębokości roboczej głębosza była duża i wynosiła 75%, ale analizując przestrzenny rozkład głębokości w czasie głęboszowania (rys. 4) zaobserwowano, że obszary, na których odnotowano mniejszą głębokość pracy są zogniskowane głównie w jednym miejscu pola (południowy-zachód) i są znikomej wielkości.

Na rysunku 5 przedstawiono przestrzenny rozkład poślizgu kół napędowych ciągnika podczas głęboszowania. Stwierdzono, że średnia wartość poślizgu kół napędowych ciągnika wynosiła 9% przy wartości współczynnika zmienności około 12%. Średnia prędkość robocza agregatu wynosiła $1,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

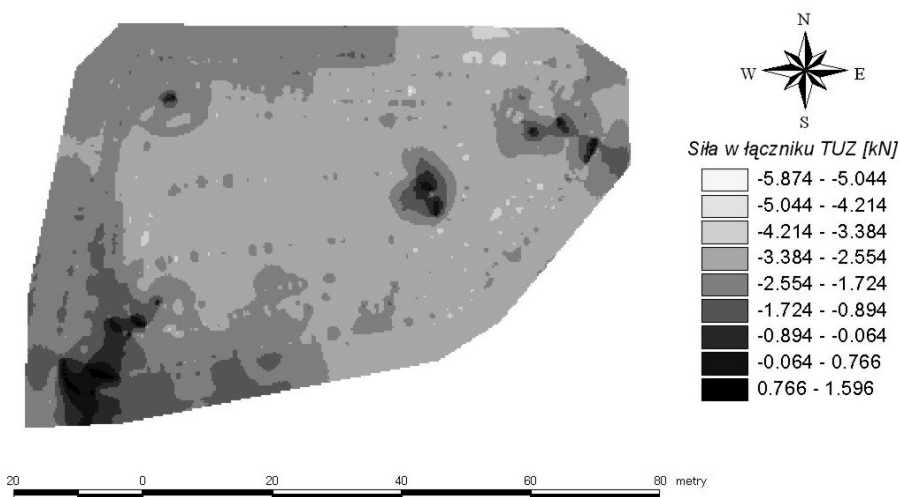
Stwierdzono małe zróżnicowanie w odnotowanych wartościach głębokości roboczej głębosza (odchylenie standardowe wynosiło 1%) i zarejestrowane odnotowane wartości skrajne dotyczyły małej powierzchni powierzchni pola.

Na rysunku 6 przedstawiono przestrzenny rozkład siły oporu roboczego głębosza mierzonej w łączniku TUZ.



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 5. Przestrenny rozkład zmienności wartości poślizgu kół napędowych ciągnika
 Fig. 5. Spatial distribution of tractor drive wheel slippage value variations



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 6. Przestrenny rozkład zmienności wartości siły mierzonej w łączniku górnym TUZ
 Fig. 6. Spatial distribution of force variations as measured in the upper linkage of TUZ subsoiler

Zaobserwowano duże zróżnicowanie w wartości siły mierzonej w łączniku górnym TUZ, na co wskazuje wartość współczynnika zmienności (35%), a średnia wartość siły wynosiła 2,5 kN. Analizując przestrzenny rozkład siły (rys. 6) stwierdzono, że duże zróżnicowanie dotyczyło małych obszarów pola, które nie są rozproszone lecz wyraźnie wyodrębnione, co wskazuje na potrzebę stosowania lokalnej adaptacji mechanizacji prac polowych.

Podsumowanie

Zastosowany system pomiarowy umożliwił precyzyjne wyznaczenie podstawowych wielkości eksploatacyjnych w czasie rzeczywistym, a integracja z GPS pozwoliła na przestrzenną wizualizację mierzonych wielkości, umiejscawiając uzyskane wartości w określonym miejscu pola.

Bibliografia

- Budyn P., Kielbasa P., Nykliński A.** 2003a. Bezstykowy pomiar głębokości pracy narzędzi i prędkości roboczej agregatów do uprawy i zbioru ziemniaków. *Inżynieria rolnicza*. Nr 12 (54). s. 47-55.
- Budyn P., Kielbasa P., Nykliński A.** 2003b. Pomiar metodą tensometryczną oporów roboczych narzędzi i maszyn do uprawy i zbioru ziemniaków, *Inżynieria rolnicza*. Nr 12 (54). s. 57-65.
- Budyn P., Kielbasa P., Nykliński A.** 2003c. Pomiar poślizgu kół napędowych ciągnika. *Inżynieria rolnicza*. Nr 11(53). s. 35-44.
- Kielbasa P., Budyn P.** 2004. Wpływ gatunku gleby na wybrane charakterystyki eksploatacyjne agregatów do sadzenia ziemniaków. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 3(58). s. 219-229.
- Kielbasa P., Budyn P. Rad M.** 2005. Program komputerowy do pomiaru parametrów eksploatacyjnych agregatów rolniczych. *Inżynieria rolnicza*. Nr 10 (70). s. 161-170.
- Kogut Z.** 1998. Metoda pomiarów głębokości pracy redlic siewników rzędowych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 4. s. 23-38.
- Kuczewski J., Majewski Z.** 1999. *Eksploatacja maszyn rolniczych*. WSiP. ISBN 83-02-07249-4. BN-78/9180-11 Gleby i utwory mineralne - Podział na frakcje i grupy granulo-metryczne.

MEASUREMENT OF SELECTED OPERATING PARAMETERS OF CULTIVATION UNIT

Summary. Since contemporary agricultural operations place automation and mechanization as one of the priorities, they require a sufficient knowledge of possibly largest operational parameters in real time. The purpose of research was to determine spatial variation of the basic operational parameters (working resistance, tractor drive wheel slippage, working depth of cultivating tool) in the unit comprising a tractor and a passive subsoiler (v-ripper). The applied measuring system made it possible to precisely determine basic operational values in real time, while an integration with GPS allowed to provide spatial visualization of the measured parameters, placing the obtained values in particular locations of the field.

Key words: cultivating unit, subsoiler, working resistance, slippage, map of variations

Adres do korespondencji:

Paweł Kielbasa; e-mail: pkielbasa@ar.krakow.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków