

WPŁYW ZANIECZYSZCZENIA ELEMENTÓW ROBOCZYCH GŁĘBOSZA NA PARAMETRY EKSPLOATACYJNE AGREGATU

Paweł Kiełbasa

Institut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Celem badań było określenie wpływu zanieczyszczenia elementów roboczych głębosza na wybrane parametry eksploatacyjne agregatu. Zakres badań obejmował pomiar wybranych parametrów agregatu przy trzech wariantach zanieczyszczenia elementów roboczych głębosza sznurkami z tworzywa sztucznego. Odnotowano istotny wzrost siły oporu roboczego narzędzia oraz zużycia paliwa przez ciągnik proporcjonalnie do wielkości zanieczyszczenia elementów roboczych głębosza.

Słowa kluczowe: głębosz, zanieczyszczenia, opór roboczy, eksploatacja

Wstęp

Pracę elementów roboczych w glebie – ośrodku wysoce niejednorodnym cechuje duże zróżnicowanie oporów roboczych. Poza typowymi czynnikami wpływającymi na opór roboczy narzędzia, które były przedmiotem wielu prac [Kuczewski i in. 1996; Talarczyk i in. 2006; Miszczyk i in. 2002; Kogut 2006; Pawlik 2000], można dostrzec czynniki, których występowanie ma charakter przypadkowy. Do takich czynników można zaliczyć zanieczyszczenia pochodzenia organicznego (słoma, łęty ziemniaczane), będące pozostałościami po zbiorze plonu głównego jak również zanieczyszczenia mechaniczne, których najbardziej uciążliwą grupę stanowią sznurki. Dotyczy to szczególnie dużych powierzchni pól, gdzie długość odcinaka roboczego może wynosić ponad 1500 m, a stosunkowo trudno identyfikowalne wzrokowo zanieczyszczenia gromadzą się w czasie pracy na elementach roboczych narzędzia. Zwiększenie oporu roboczego pociąga za sobą wzrost nakładów energetycznych oraz zmianę innych parametrów eksploatacyjnych agregatu. Przyjmuje się, że poślizg kół napędowych ciągnika nie powinien przekraczać w pracach polowych wielkości 15%, maksymalnie 20% [Kuczewski i in. 1999].

Cel i zakres badań

Celem badań było określenie wpływu mechanicznego zanieczyszczenia elementów roboczych głębosza na wybrane parametry eksploatacyjne agregatu.

Zakres badań obejmował pomiar parametrów eksploatacyjnych agregatu (oporu roboczego głębosza, prędkości jazdy ciągnika, poślizgu kół napędowych ciągnika, głębokości

pracy narzędzia i wielkości zużycia paliwa) w czasie rzeczywistym. Doświadczenie zrealizowano w trzech wariantach stanu zanieczyszczenia elementów roboczych głębosza. Ponadto zmierzono zwięzłość i wilgotności gleby na poligonie doświadczalnym wyznaczając również jej skład granulometryczny (tab. 1).

Tabela 1. Skład mechaniczny gleby [BN-78/9180-11]
Table 1. Mechanical constitution of soil [BN-78/9180-11]

Procentowa zawartość frakcji:			Gatunek gleby
Piasku	Pyłu	Części spławialnych	
1,0 - 0,1	0,1 - 0,02	<0,02	II pylasty
6	43	51	

Źródło: opracowanie własne autora

Każdy wariant doświadczenia wykonano w trzech powtórzeniach przy długości odcinków pomiarowych wynoszących 100 m.

Metodyka badań

Na ściernisku o powierzchni 50 ha wyodrębniono płaski poligon doświadczalny, jednorodny pod względem zwięzłości gleby. Na poligonie wyznaczono pasy o długości 130 m, pozostawiając z każdej strony odcinki manipulacyjne (rozbiegowe) o długości 15 m. Zwięzłość gleby zmierzono penetrometrem stożkowym firmy Ejkelkamp (rys. 1), natomiast wilgotność gleby na głębokości pracy głębosza zmierzono sondą Thetaprobe (rys. 2).



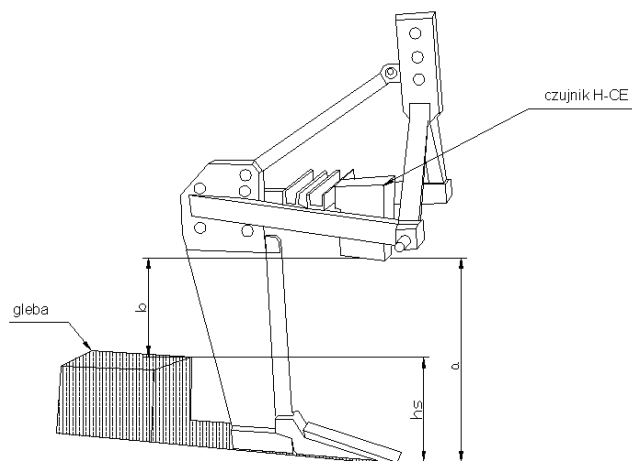
Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 1. Penetrometr elektroniczny *PENETROLOGGER*
Fig. 1. Electronic penetrometer *PENETROLOGGER*
Rys. 2. Sonda wilgotności *THETAPROBE*
Fig. 2. Humidity sounder *THETAPROBE*

Liczba punktów pomiarowych zwężłości i wilgotności gleby wynosiła 45, po 5 na każdym odcinku pomiarowym.

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 wyposażonej w tensometryczne czujniki mierzące siłę oporu w poszczególnych cięgłach TUZ [Budyn i in. 2003a]. 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 kontaktrobowych, jak również czujnika CORREVIT L-400 mierzącego prędkość rzeczywistą agregatu oraz głębokość roboczą, którą monitorowano czujnikiem H-CE, umieszczonym na ramie głębosza, [Budyn i in. 2003b]. Natomiast zużycie paliwa przez ciągnik mierzono przy pomocy miernika VZO-4. Wszystkie układy pomiarowe były zintegrowane z komputerem przenośnym klasy CF-29, współpracującym z kartą pomiarową DaqBook/200A. Komputer został wyposażony w autorski program umożliwiający zapis mierzonych wielkości z zadaną częstotliwością oraz jednoczesną wizualizację na ekranie komputera przebiegu wybranych wartości i archiwizację danych [Kielbasa i in. 2005]. Częstotliwość próbkowania wynosiła 1 Hz. Częściowo możliwości systemu pomiarowego zastosowanego w badaniach przedstawiono w publikacji Kielbasy [2007]. Zastosowany w badaniach głębosz (rys. 3) wyposażony był w koła podporowe umożliwiające zachowanie jednakowej głębokości pracy narzędzia.

Doświadczenia przeprowadzono w trzech wariantach tj.: pomiar wybranych parametrów eksploatacyjnych bez zanieczyszczenia elementów roboczych głębosza; pomiar wybranych parametrów eksploatacyjnych z zanieczyszczeniem elementów roboczych głębosza sznurkami z tworzywa sztucznego o łącznej masie 0,492 kg; pomiar wybranych parametrów eksploatacyjnych z zanieczyszczeniem elementów roboczych głębosza sznurkami z tworzywa sztucznego o łącznej masie 0,250 kg.

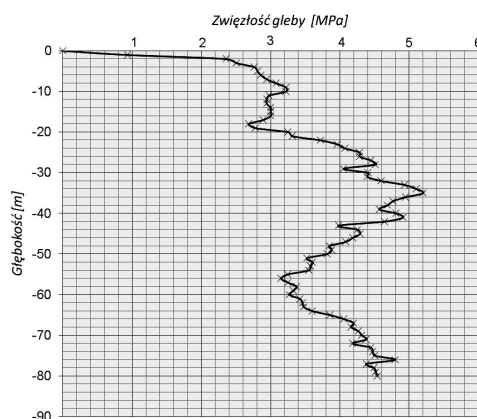


Rys. 3. Schemat mocowania czujnika H-CE na ramie głębosza
Fig. 3. Diagram of fastening of the H-CE sensor on the chisel frame

Źródło: Kielbasa 2007

Wyniki badań

Wilgotność gleby w trakcie badań na głębokości pracy lemiesza głębosza wynosiła 16%. Na rysunku 4 przedstawiono średnie wartości zwięzłości gleby w profilu glebowym. Średnia wartość zwięzłości gleby na głębokości pracy lemiesza głębosza wynosiła 4,3 MPa i charakteryzowała się niewielką zmiennością w obrębie poligonu doświadczalnego. Analizując profil zwięzłościowy gleby zaobserwowano, że najwyższe wartości zwięzłości gleby mogące świadczyć o podeszwie płuznej występowały na głębokości 0,35 m – 0,4 m.



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 4. Zwięzłość gleby
Fig. 4. Compactness of soil

W tabeli 2 przedstawiono wybrane wartości składowych siły oporu roboczego głębosza w trzypunktowym układzie zawieszenia narzędzia na ciągniku (TUZ), odnotowanych w poszczególnych wariantach doświadczenia.

W przypadku wszystkich mierzonych sił składowych oporu roboczego narzędzia, największe wartości odnotowywano w przypadku III wariantu doświadczenia. Należy zaznaczyć, że siła mierzona w łączniku TUZ ma zwrot przeciwny do kierunku ruchu agregatu. Prędkość jazdy agregatu wynosiła $0,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Wielkość siły wypadkowej oporu roboczego narzędzia (rys. 5) wynosiła ok. 7,6 kN, przy współczynniku zmienności wynoszącym 8,4% w przypadku I wariantu doświadczenia (bez zanieczyszczeń), natomiast w przypadku III wariantu doświadczenia wartość oporu roboczego narzędzia wzrosła o 4,8 kN w stosunku do pierwszego wariantu doświadczenia, stanowiąc 27% różnicę w stosunku do drugiego wariantu doświadczenia.

Analiza statystyczna wykazała statystycznie istotne różnice w wartościach siły oporu roboczego głębosza pomiędzy wszystkimi analizowanymi wariantami doświadczenia. Odnotowano że wzrost masy zanieczyszczającej elementy robocze głębosza o 0,1 kg w postaci sznurków w badanym przedziale spowoduje wzrost oporu roboczego narzędzia o 1,0 kN, co przekłada się pośrednio na wielkość zużycia paliwa i końcowy efekt ekonomiczny. W analizowanym przypadku ($y=10053x+7124$) zmienne objaśniające objaśniały zmienną objaśnianą w ponad 70%, co świadczy o dobrym dopasowaniu równania linii regresji do danych rzeczywistych.

Tabela 2. Siły oporu roboczego narzędzia mierzone w TUZ
Table 2. Forces of working resistance of the tool measured in TUZ

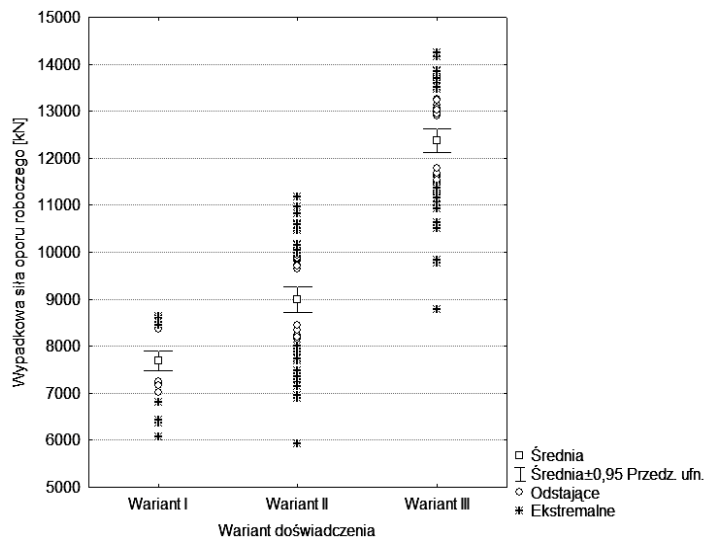
Mierzona wielkość		Kombinacja doświadczenia		
		Wariant I	Wariant II	Wariant III
Składowa siły poziomej działającej w łączniku F_x	Średnia [N]	5365,3	6546,3	8100,5
	błąd standardowy średniej [N]	133,8	101,8	96,7
	współczynnik zmienności [%]	15,6	12,9	10,4
Składowa siły poziomej działającej w ciągle prawym F_{xp}	średnia [N]	6745,0	7479,5	11099,6
	błąd standardowy średniej [N]	94,4	127,2	115,7
	współczynnik zmienności [%]	8,7	14,1	9,1
Składowa siły poziomej działającej w ciągle lewym F_{xl}	średnia [N]	5644,4	7443,1	8674,0
	błąd standardowy średniej [N]	127,9	103,6	103,3
	współczynnik zmienności [%]	14,1	11,6	10,4
Składowa siły pionowej działającej w wieszaku prawym F_{zp}	średnia [N]	1395,4	1662,2	2235,7
	błąd standardowy średniej [N]	158,7	63,7	26,3
	współczynnik zmienności [%]	71,0	31,8	10,2
Składowa siły pionowej działającej w wieszaku lewym F_{zl}	średnia [N]	1664,9	1602,5	1846,0
	błąd standardowy średniej [N]	89,6	69,6	31,3
	współczynnik zmienności [%]	33,6	36,1	14,8

Źródło: opracowanie własne autora

Na rysunku 6 przedstawiono wartości poślizgu kół napędowych ciągnika agregatowanego z głęboszem. Najwyższą wartości poślizgu, wynoszącą ponad 26%, odnotowano w trzecim wariantcie doświadczenia, natomiast poślizg kół napędowych ciągnika w przypadku pierwszego wariantu doświadczenia ($\delta=10\%$) był prawie trzykrotnie mniejszy w stosunku do ww. wartości. Podobnie jak w przypadku oporu roboczego głębosza, pomiędzy wszystkimi badanymi wariantami doświadczenia odnotowano statystycznie istotne różnice.

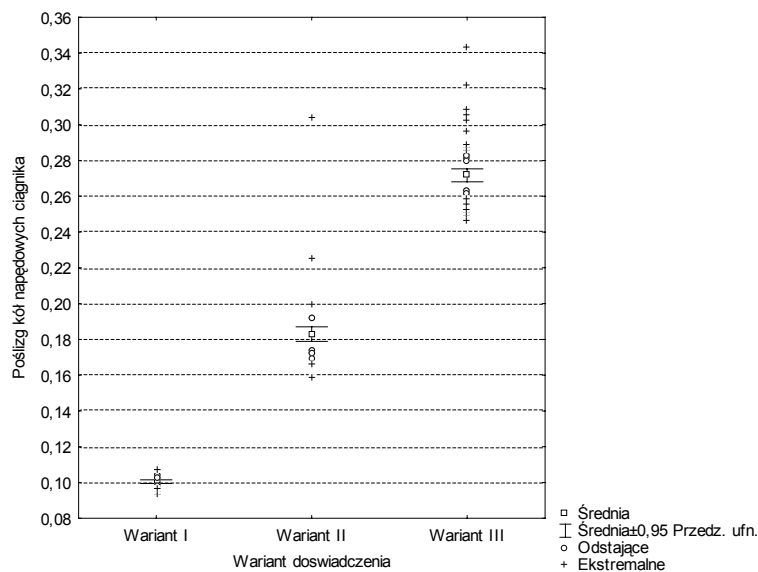
Bardzo istotnym parametrem, wpływającym w znacznym stopniu na koszty zabiegu jest zużycie paliwa, którego wartości średnie dla poszczególnych wariantów doświadczenia przedstawiono na rysunku 7.

Najmniejsze jednostkowe zużycie paliwa wynoszące $2,09 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, odnotowano w przypadku braku zanieczyszczeń, natomiast w przypadku III wariantu doświadczenia zużycie paliwa wzrosło o $0,54 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ stanowiąc 20% różnicę względną pomiędzy analizowanymi wariantami doświadczenia. W doświadczeniu odnotowano 7% różnicy względnej w jednostkowym zużyciu paliwa $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ pomiędzy wariantami I i II. Zużycie paliwa $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ w wariantcie I plasowało się na poziomie $2,09 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ natomiast w wariantcie II wzrosła do $2,25 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$. W III wariantcie doświadczenia jednostkowe zużycie paliwa wynosiło $2,63 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$. Różnica względna pomiędzy wariantami III i II wyniosła 14%. Odnotowano istotne statystycznie różnice w wartościach średnich jednostkowego zużycia paliwa pomiędzy wszystkimi analizowanymi wariantami doświadczenia. Zależność pomiędzy zanieczyszczeniem elementów roboczych narzędzia a wielkością jednostkowego zużycia paliwa można opisać równaniem $Q = -26,75 + 0,285x$ przy współczynniku determinacji wynoszącym 66%.



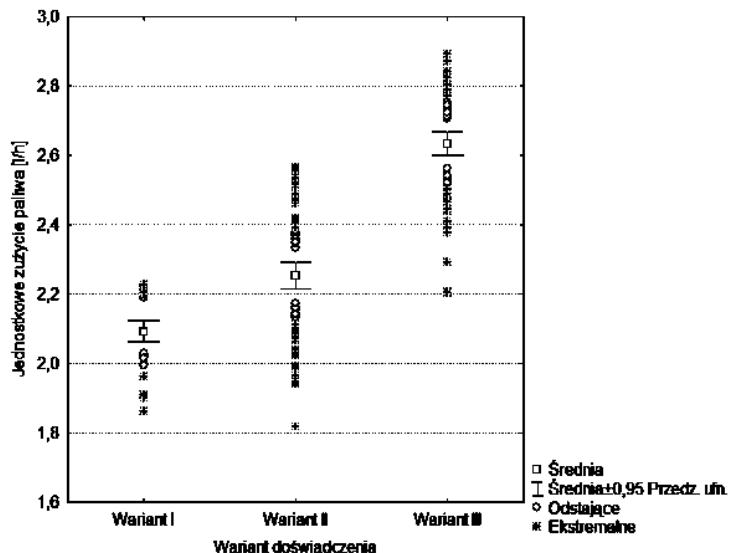
Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 5. Siła wypadkowa oporu roboczego głębosza
Fig. 5. Resultant force of working resistance of the chisel



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 6. Poślizg kół napędowych ciągnika
Fig. 6. Skid of driving wheels of the tractor



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 7. Jednostkowe zużycie paliwa
Fig. 7. Unit consumption of fuel

Podsumowanie

Odnotowano istotny wpływ ilości zanieczyszczeń mechanicznych lemiesza głębosza na wszystkie mierzone parametry eksploatacyjne, z wyjątkiem głębokości pracy (regulacja kopiująca). Zaobserwowano, że wartość oporu roboczego głębosza bez zanieczyszczeń jest o ponad 37% niższa w stosunku do oporów roboczych odnotowanych przy maksymalnym zanieczyszczeniu lemiesza. Podobne spostrzeżenie dotyczy jednostkowego zużycia paliwa, gdzie różnica pomiędzy analizowanymi wariantami doświadczenia wynosiła 20%.

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.
- Kielbasa P.** 2007. Pomiar parametrów eksploatacyjnych agregatu uprawowego. Inżynieria Rolnicza, nr 7(95) s. 61-68.
- 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., Ptaszyński S.** 2006. Wpływ powierzchni odkładnicy na energochłonność orki w zmiennych warunkach eksploatacyjnych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 508, s. 65-75.

- Kuczewski J., Klonowski J.** 1996. Analiza oporu roboczego narzędzia szerokiego o walcowej powierzchni roboczej. Problemy Inżynierii Rolniczej, nr. 1, s. 13-18.
- Kuczewski J., Majewski Z.** 1999. Eksploatacja maszyn rolniczych. WSiP. ISBN 83-02-07249-4.
- Miszczak M., Ekielski A., Wróbel J., Nowiński J.** 2002. Wpływ kształtu oraz rozstawienia zębów głębosza biernego na jego opór roboczy. Problemy Inżynierii Rolniczej, nr. 4, s.11-16.
- Pawlik A.** 2000. Spadek oporu pługa na skutek zmniejszenia sił tarcia między jego elementami roboczymi a glebą. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, nr. 8, s. 11-12.
- Talarczyk W., Zbytek Z.** 2006. Wpływ głębokości roboczej agregatu do bezorkowej uprawy gleby na obciążenia eksploatacyjne. Inżynieria Rolnicza, nr. 4, s. 303-312.
- BN-78/9180-11 Gleby i utwory mineralne - Podział na frakcje i grupy granulo-metryczne.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt badawczy habilitacyjny nr NN313154335

IMPACT OF POLLUTION OF WORKING ELEMENTS OF THE CHISEL ON OPERATING PARAMETERS OF THE UNIT

Abstract. The aim of tests was to determine the impact of the pollution of working elements of the chisel on selected operating parameters of the unit. The scope of tests encompassed the measurement of selected parameters of the unit with three variants of pollution of working elements of the chisel with plastic ropes. A significant increase of the force of working resistance of the tool and consumption of fuel by the tractor proportionally to the quantity of pollution of working elements of the chisel was identified.

Key words: chisel, pollutions, working resistance, operation

Adres do korespondencji:

Paweł Kielbasa; e-mail: pawel.kielbasa@ur.krakow.pl
Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków