

ENERGY AND OPERATION EVALUATION OF AGGREGATES FOR PRE-SOWING TILLAGE

Summary

The study shows the results of energy and operation tests of two aggregates for pre-sow tillage, equipped in various loosening sections. Working resistive force have been established followed by the drawbar power and the required effective power of the tractor. We concluded that as for efficiency and power demand the aggregates do not differ significantly from the products of reputable foreign companies available on the market.

Key words: tillage equipment; pre-sow tillage; resistive force; power demand; efficiency

OCENA ENERGETYCZNO-EKSPLOATACYJNA AGREGATÓW DO UPRAWY PRZEDSIEWNEJ

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań dotyczących oceny wybranych parametrów energetycznych i eksploatacyjnych dwóch agregatów do przedsięwnej uprawy wyposażonych w różne sekcje spulchniające. Określono opory robocze, a następnie moce uciągu i potrzebną moc efektywną ciągnika. Stwierdzono, że w zakresie wydajności i zapotrzebowania mocy agregaty nie różnią się istotnie od oferowanych na rynku produktów renomowanych firm zagranicznych.

Słowa kluczowe: narzędzia uprawowe; uprawa przedsięwna; siła oporu; zapotrzebowanie na moc; wydajność

1. Wstęp

Stosowanie agregatów uprawowych przyczynia się do obniżenia kosztów uprawy przez wykonanie w jednym przejeździe roboczym kilku czynności, np. włókania, bronowania, kultywatorowania, wałowania. Podstawowymi zespołami spulchniającymi wchodzącymi w skład agregatów do przedsięwnej uprawy są brony zębowe, redlicowe lub sprężynowe i kultywatory z różnymi typami zębów, mocowanych na ramie w różnym rozstawie [8, 10]. Do płytkiej uprawy wiosennej najlepsze są agregaty na bazie bron, a do głębszej uprawy kultywatory. Agregaty z bronami sprężynowymi stosowane są do przygotowanie gleby pod buraki cukrowe i służą do uprawy na głębokość 3-5 cm. Brony sprężynowe wyposażone są w zęby wygięte w części sprężynowej. Kształtem są podobne do zębów stosowanych w kultywatorach. Aby uzyskać efekt drgania zęba należy pracować z prędkością powyżej $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Wówczas zęby intensywnie drgają i tym samym bardziej kruszą i mieszają glebę. Zęby sprężynowe stosowane są również w kultywatorach. Wyposażane są w wymienne, dwustronne redliczki o różnym kącie natarcia. W zależności od kąta nachylenia redliczki jest inne oddziaływanie na glebę. Im kąt jest większy to odchylenie zęba skutkuje mniejszymi zmianami głębokości i wówczas gleba jest mniej energicznie spulchniana, co chroni ją przed nadmiernym przesuszeniem. Standardowym wyposażeniem agregatów do przedsięwnej uprawy są wały strunowe. Ustalają one głębokość pracy biernych elementów spulchniających i ugniatają warstwę siewną gleby. Przyjmuje się, że zapotrzebowanie mocy przez bierne agregaty do uprawy przedsięwnej wynosi od 8-15 kW mocy na metr szerokości roboczej. Zapotrzebowanie na moc wzrasta wraz ze zwiększaniem prędkości roboczej [10, 11]. Ponieważ do oferty rynkowej są wprowadzane agregaty o różnej budowie sekcji roboczych, bez da-

nych o parametrach energetyczno-eksploatacyjnych konieczne jest przeprowadzenie badań agregatów do uprawy przedsięwnej, wyposażonych w sekcję spulchniającą z zębami sprężynowymi zakończonymi wąską redliczką oraz w zęby sztywne z gęsiostopką.

2. Cel pracy

Celem pracy było określenie i analiza obciążeń energetycznych oraz wskaźników eksploatacyjnych dwóch agregatów do przedsięwnej uprawy roli o szerokości roboczej 6 m. W zakresie badań energetycznych określono opór roboczy agregatów, a następnie moc uciągu i potrzebną moc efektywną współpracującego ciągnika w funkcji prędkości roboczej i głębokości spulchnienia roli. Przeprowadzone badania miały udzielić odpowiedzi na pytanie: czy i w jakim zakresie zastosowanie do przedsięwnej uprawy roli agregatu wyposażonego w sekcję spulchniającą z zębami sprężynowymi zakończonymi wąską redliczką, o rozstawie śladów 100 mm, różni się oporem roboczym i zapotrzebowaniem mocy od agregatu wyposażonego w zęby sztywne z gęsiostopką?

W obrębie badań eksploatacyjnych wykonano chronometraż czasu pracy oraz rejestrację ilości wykonanej pracy, i na tej podstawie wyznaczono wydajność agregatów i współczynniki eksploatacyjne.

3. Materiał i metody

Do badań wybrano dwa agregaty do uprawy przedsięwnej, o budowie odpowiadającej dwóm najczęściej stosowanym rozwiązaniom. Z grupy agregatów wyposażonych w sekcję spulchniającą zbudowaną z zębów zakończonych gęsiostopką wybrano agregat Kompaktor firmy Lemken, a z grupy agregatów wyposażonych w sekcję spulchniającą

z zębami sprężynowymi zakończonymi wąską redliczką agregat U654 produkcji SIPMA S.A. Szczegółowy opis budowy agregatów oraz ich dane techniczne zostały zamieszczone w pracy [9].

Badania agregatów przeprowadzono w Gospodarstwie Nasiennie-Rolnym „Bovinas” w Chodowie k. Kłodawy. Do badań wytypowano pola o klasie bonitacji IVb, IIIb i IIIa, umownie określonych jako gleba lekka, średnia i ciężka, o składzie granulometrycznym odpowiadającym utworom piaszczystym, czyli piasek gliniasty lekki, piasek gliniasty lekki pyłasty i piasek gliniasty mocny. Wilgotność bezwzględna gleby podczas badań wynosiła od 10 do 14%. Badania przeprowadzono podczas doprawiania roli pod siew pszenicy ozimej, rzepaku ozimego, buraków i kukurydzy. Każdy z agregatów podczas dwuletnich badań wykonał pracę na pond 500 ha.

Pomiary do oceny energetycznej agregatów przeprowadzono według zaleceń zawartych w normach [2, 4, 5]. Do pomiaru siły oporu roboczego zastosowano metodę tensometryczną. Do wykonania czujnika tensometrycznego użyto tensometrów TENMEX o oporności 120 omów i stałej $k = 2,15$ o bazie długości 5 mm. W pobliżu mostka tensometrycznego na ciągnie umieszczono miniaturowy wzmacniacz pomiarowy firmy Analog Devices o symbolu AD620. Do rejestracji pomiaru użyto modułu pomiarowego firmy Analog Devices EB-ADuC812 oraz przenośnego komputera PC. Wartość oporu roboczego umożliwiła wyznaczenie oporu jednostkowego agregatu i mocy uciągu. Badania energetyczne wykonano na glebach zaoranych pługiem obracalnym z sekcją zagęszczającą.

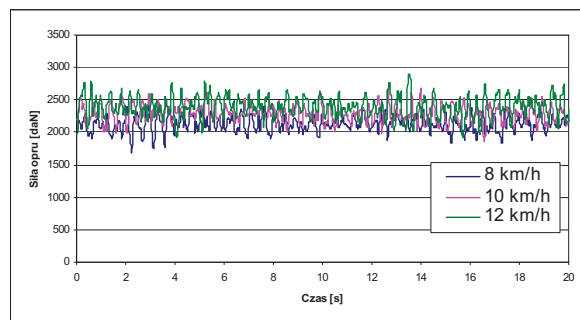
Charakterystykę eksploatacyjną agregatu wykonano na podstawie pełnego chronometrażu (trzy zmiany kontrolne) oraz na podstawie skróconego chronometrażu podczas pozostałego okresu eksploatacji, obejmującego pomiar czasu usuwania usterek technicznych i czas ogólny zmiany. Na podstawie chronometrażu oraz ilości wykonanej pracy obliczono wydajność agregatu i współczynniki eksploatacyjne [1, 3].

4. Wyniki badań i ich omówienie

4.1. Badania energetyczne

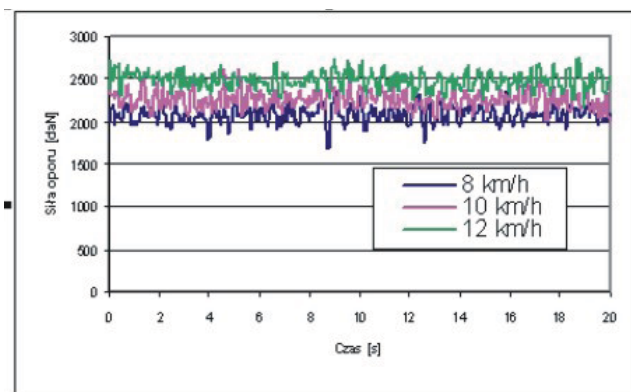
Badania energetyczne przeprowadzono przy trzech głębokościach pracy zębów spulchniających, tj. 4, 8 i 12 cm (wg skali agregatu) i przy trzech prędkościach roboczych:

8, 10 i 12 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$. Maszyny agregowano z ciągnikiem przez dwa ciągnia pomiarowe, dołączone do dolnych przegubów kulistych trzypunktowego układu zawieszenia. Przykładowy przebieg oporu roboczego przedstawiono na rys. 1 i 2. Wyniki pomiarów oporu roboczego i obliczonej na tej podstawie mocy uciągu zestawiono w tab. 1-4, a potrzebnej mocy efektywnej w tab. 5.



Rys. 1. Przebieg siły oporu agregatu U654, podczas uprawy gleby ciężkiej na głębokość 8 cm

Fig. 1. Course of the resisting force of U654 aggregate during the tillage of heavy soil at the depth of 8 cm



Rys. 2. Przebieg siły oporu agregatu Kompaktor, podczas uprawy gleby ciężkiej na głębokość 8 cm

Fig. 2. Course of the resisting force of Kompaktor aggregate during the tillage of heavy soil at the depth of 8 cm

Tab. 1. Siła oporu i moc uciągu agregatu U654 (uprawy jesienne na polu zaorany pługiem obracalnym z sekcją zagęszczającą Packomat)

Table 1. Resistance force and pulling power of U654 aggregate (autumn tillage on a field ploughed with a rotating plough with a thickening section Packomat)

Rodzaj gleby	Głębokość robocza wg skali nastaw [cm]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]
		Prędkość robocza					
		8 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$		10 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$		12 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	
Piasek gliniasty mocny	4	1158	25,87	1229	34,13	1357	45,23
	8	1683	41,40	1970	54,72	2076	68,30
	12	2074	46,08	2122	58,94	2278	75,93
Piasek gliniasty lekki pyłasty	4	1126	25,02	1189	33,03	1289	42,97
	8	1443	32,07	1487	40,94	1653	55,10
	12	1699	37,75	1806	50,17	2089	69,63
Piasek gliniasty lekki	4	1098	24,40	1157	32,14	1210	40,32
	8	1356	30,13	1413	39,25	1498	49,93
	12	1605	35,67	1749	48,58	1984	66,19

Tab. 2. Siła oporu i moc uciągu agregatu U654 (uprawki wiosenne na polu zaoranym jesienią pługiem obracalnym i bronowanym wiosną)

Table 2. Resisting force and drawbar power of U654 aggregate (spring tillage on a field ploughed in autumn with a reversible plough and harrowed in spring)

Rodzaj gleby	Głębokość robocza wg skali nastaw [cm]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]
		Prędkość robocza					
		8 km·h ⁻¹		10 km·h ⁻¹		12 km·h ⁻¹	
Piasek gliniasty mocny	4	1399	31,09	1469	40,80	1503	50,01
	8	1518	33,73	1671	46,62	1937	64,57
	12	2110	47,33	2258	63,05	2368	79,63
Piasek gliniasty lekki pylasty	4	1372	30,49	1411	39,19	1452	49,41
	8	1496	33,34	1586	44,05	1756	58,53
	12	2053	45,62	2160	60,00	2360	78,67
Piasek gliniasty lekki	4	1150	25,55	1233	34,25	1408	46,93
	8	1465	32,55	1637	45,47	1659	55,30
	12	1803	40,07	1868	51,89	2187	72,90

Tab. 3. Siła oporu i moc uciągu agregatu Kompaktor (uprawki jesienne na polu zaoranym pługiem obracalnym z sekcją zagęszczającą Packomat)

Table 3. Resisting force and drawbar power of Kompaktor aggregate (autumn tillage on a field ploughed with a reversible plough with a thickening section Packomat)

Rodzaj gleby	Głębokość robocza wg skali nastaw [cm]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]
		Prędkość robocza					
		8 km·h ⁻¹		10 km·h ⁻¹		12 km/h	
Piasek gliniasty mocny	4	1519	33,75	1627	45,19	1752	63,07
	8	1992	44,26	2111	58,64	2090	69,67
	12	2013	44,73	2202	61,16	2468	82,27
Piasek gliniasty lekki pylasty	4	1486	33,02	1598	44,39	1693	56,43
	8	1866	41,91	1984	55,11	2136	71,20
	12	1934	42,98	2127	59,08	2392	79,73
Piasek gliniasty lekki	4	1407	31,27	1473	41,00	1608	53,60
	8	1711	38,02	1892	52,25	2058	68,60
	12	1773	39,40	1943	53,97	2134	71,13

Tab. 4. Siła oporu i moc uciągu agregatu Kompaktor (uprawki wiosenne na polu zaoranym jesienią pługiem obracalnym i bronowanym wiosną)

Table 4. Resisting force and drawbar power of Kompaktor aggregate (spring tillage on a field ploughed in autumn with a reversible plough and harrowed in spring)

Rodzaj gleby	Głębokość robocza wg skali nastaw [cm]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]	Siła oporu [daN]	Moc uciągu [kW]
		Prędkość robocza					
		8 km·h ⁻¹		10 km·h ⁻¹		12 km·h ⁻¹	
Piasek gliniasty mocny	4	1572	34,93	1711	47,53	1885	62,83
	8	1839	40,87	1941	53,92	2259	75,30
	12	2020	46,03	2254	62,61	2530	82,97
Piasek gliniasty lekki pylasty	4	1720	38,22	1830	50,83	1803	60,10
	8	1908	42,40	2025	56,25	2151	71,70
	12	2017	44,82	2175	60,42	2455	81,83
Piasek gliniasty lekki	4	1413	31,40	1512	42,00	1758	58,60
	8	1786	39,69	1869	51,92	2036	67,87
	12	2003	44,51	2133	59,25	2396	79,86

Przy obliczaniu mocy uciągu założono, że siła uciągu jest równa bezwzględnej wartości siły oporu. Określenie potrzebnej mocy silnika wymaga obliczenia mocy efektyw-

nej. Podczas pracy na terenie poziomym w ruchu jednostajnym moc silnika ciągnikowego jest zużywana na wytworzenie siły uciągu oraz jest tracona na pokonanie oporów

przetaczania ciągnika, w przekładniach ciągnika i na poślizg kół.

Siła oporu agregatu U654 i wyliczona na tej podstawie moc uciągu, rośnie wraz ze wzrostem prędkości i głębokości roboczej oraz zależy od rodzaju gleby i jej stanu. Wiosną, na zleżałej glebie, siła oporu była nieco wyższa, niż jesienią podczas uprawy gleby zaoranej i zagęszczonej wałem. Jesienią na najcięższej z badanych gleb przy prędkości $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ i głębokości roboczej 8 cm maksymalna siła oporu wynosiła 2278 daN, a moc uciągu prawie 76 kW. Natomiast wiosną przy tych samych parametrach pracy maksymalna siła oporu wzrosła 2368 daN, a moc uciągu do prawie 80 kW. Ponadto im większa głębokość pracy, tym wraz z prędkością szybciej wzrasta siła oporu.

Siła oporu agregatu Kompaktor, badanego w tych samych warunkach, była wyższa niż agregatu U654, przy czym różnice zmniejszają się wraz z głębokością uprawy. Ponieważ jedyną istotną różnicą w budowie agregatów był rodzaj zębów (w Kompaktorze zęby zakończone gęsiostopką, a w U654 sprężyste), to właśnie ten element budowy należy uznać za przyczynę większej wartości oporu przy płytszej uprawie. Wyższy opór wynika z dużej powierzchni styku z glebą zęba zakończonego gęsiostopką i jej nacisku na podłoże. Przy takich samych parametrach pracy agregat Kompaktor jesienią wymagał do uciągu mocy 82 kW, a wiosną 83 kW.

Po dodaniu do mocy uciągu mocy traconej: w przekładniach mechanicznych ciągnika, na pokonanie oporów toczenia i na poślizg kół napędowych ciągnika obliczono potrzebną moc efektywną ciągnika (tabela 5). Minimalna moc efektywna do pracy agregatem U654 jesienią wynosiła 62 kW, a wiosną prawie 64 kW, natomiast moc maksymalna odpowiednio 162,5 kW i 168,4 kW. W przypadku agregatu Kompaktor zapotrzebowanie na moc efektywną było wyższe o ok. 8-10 kW. Minimalne zapotrzebowanie mocy wynosiło 72 kW, a maksymalne 172,5-176,3 kW.

Opór roboczy agregatów do uprawy przedsięwnej w przeliczeniu na 1 m szerokości roboczej mieści się w zakresie 2278-2530 daN. Wartości maksymalne mocy uciągu w obu konfiguracjach roboczych agregatów nie przekraczały 83 kW. W przeliczeniu na metr szerokości roboczej agregaty wymagają średnio mocy ok. 9 kW (agregat U654) i 9,5 kW (agregat Kompaktor).

Uzyskane wyniki zwięzłości gleby są podobne do danych Questa i Ruscha [6, 7], którzy badali agregaty Kompaktor

i Germinator (drugi wyposażony w sekcję spulchniającą z zębami sprężynowymi) w wersji o szerokości roboczej 6 m. Również w ich badaniach niższe zapotrzebowanie mocy na metr szerokości roboczej uzyskano dla agregatu Germinator z sekcją spulchniającą z zębami sprężynowymi. Jednostkowe zapotrzebowanie mocy wynosiło dla tego agregatu od $8-10 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-1}$, a dla agregatu Kompaktor od 10 do $15 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-1}$ (głina lekka, wilgotność 10%). Potrzebna moc uciągu była uzależniona od głębokości uprawy i prędkości roboczej i w przypadku agregatu Germinator wynosiła od 60 kW (uprawa przed siewem rzepaku z prędkością 9 km/h), przez 64 kW (uprawa przed siewem buraków z prędkością $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) do 66 kW (uprawa przed siewem kukurydzy z prędkością $7,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). W przypadku agregatu Kompaktor zapotrzebowanie na moc uciągu wynosiło od 65 kW (uprawa przed siewem kukurydzy z prędkością $6,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), przez 72 kW (uprawa przed siewem buraków z prędkością $8,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) do 73 kW (uprawa przed siewem buraków z prędkością $8,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). W zakresie zapotrzebowanie na moc uciągu wyniki własne są więc zbliżone do danych Questa i Ruscha [6, 7], natomiast znacząco różnią się pod względem potrzebnej mocy ciągnika, określonej dla agregatu Germinator w zakresie od 90-110 kW, a dla agregatu Kompaktor od 100-120 kW.

4.2. Wydajność agregatów

Charakterystykę eksploatacyjną agregatów wykonano na podstawie pełnego chronometrażu (trzy zmiany kontrolne podczas każdej serii pomiarów) oraz na podstawie skróconego chronometrażu podczas pozostałego okresu eksploatacji, obejmującego pomiar czasu usuwania usterek technicznych i czas ogólny zmiany. Na podstawie chronometrażu oraz ilości wykonanej pracy obliczono wydajność agregatu i współczynniki eksploatacyjne (tab. 6). Łącznie w okresie obserwacji każdy agregat wykonał pracę na powierzchni ok. 515 ha. Wydajność agregatów i współczynniki eksploatacyjne odniesiono do karty wymagań Krajowego Systemu Maszyn Rolniczych (nieaktualizowany od 1986 r.).

Średnia wydajność efektywna agregatu U654 wynosiła $5,4 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, co spełnia wymagania Krajowego Systemu Maszyn Rolniczych ($5,3 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$). Natomiast w czasie roboczym była niższa: $3,9 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ wobec wymaganej $4,5 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Wydajność eksploatacyjna agregatu zależała od długości pola, jego kształtu, wyrównania powierzchni po orce oraz pewności

Tab. 5. Porównanie wyników badań energetycznych: minimalna i maksymalna siła oporu, moc uciągu i potrzebna moc efektywna

Table 5. Comparison of results of energy tests: minimum and maximum resisting force, drawbar power and required effective power

Parametr	U654 Sipma		Kompaktor Lemken	
	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna
Minimalna siła oporu [daN]	1096	1150	1407	1413
Minimalna moc uciągu [kW]	24,40	25,55	31,27	31,40
Maksymalna siła oporu [daN]	2278	2368	2468	2530
Maksymalna moc uciągu [kW]	75,93	79,63	82,27	82,97
Moc tracona w przekładniach mechanicznych ciągnika [kW]	9,46/24,38	9,54/25,25	10,75/25,88	10,77/26,45
Moc tracona na pokonanie oporów toczenia [kW]	21,71/32,57	21,71/32,57	21,71/32,57	21,71/32,57
Moc tracona na poślizg kół napędowych ciągnika [kW]	6,60/29,64	6,82/30,91	7,93/31,83	7,95/34,35
Minimalna moc efektywna [kW]	62,01	63,62	71,66	71,83
Maksymalna moc efektywna [kW]	162,51	168,36	172,55	176,34

Tab. 6. Porównanie wskaźników i współczynników eksploatacyjnych agregatu U654 z agregatem Kompaktor
 Table 6. Comparison of operation indexes and coefficients for U654 aggregate and Kompaktor aggregate

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn. miary	U654	Kompaktor
1.	Wydajność efektywna W_1	ha·h ⁻¹	5,41	5,05
2.	Wydajność operacyjna W_{02}	ha·h ⁻¹	4,94	4,60
3.	Wydajność w czasie roboczym W_{04}	ha·h ⁻¹	3,89	4,04
4.	Wydajność w czasie eksploatacyjnym W_{07}	ha·h ⁻¹	3,43	3,58
5.	Wydajność w czasie ogólnym zmiany W_{08}	ha·h ⁻¹	3,41	3,58
6.	Zużycie paliwa w T_{08}	l·h ⁻¹ l·ha ⁻¹	34,7 10,1	36,5 10,2
7.	Współczynnik K_{02}	-	0,91	0,91
8.	Współczynnik K_{04}	-	0,74	0,80
9.	Współczynnik K_{07}	-	0,62	0,71
10.	Współczynnik K_{08}	-	0,62	0,71
11.	Współczynnik K_{31}	-	0,96	0,96
12.	Współczynnik K_{41}	-	0,90	0,96
13.	Współczynnik K_{42}	-	0,88	0,92

technicznej i technologicznej. Na długich polach (1500-2000 m) o regularnych kształtach i przy braku usterek, wydajność agregatu wynosiła 4,7 ha/h. Natomiast podczas uprawy krótszych pól (600-800 m), wydajność zbliżała się do 2-2,5 ha·h⁻¹. Przeciętna wydajność eksploatacyjna agregatu wynosiła ok. 3,5 ha·h⁻¹.

Średnia wartość współczynnika pewności technologicznej wynosiła 0,90 (wg wymagań Krajowego Systemu Maszyn Rolniczych wartość tego współczynnika powinna wynosić 0,95). Na wartość tego współczynnika wpłynęły przerwy w pracy powodowane usuwaniem kamieni z wałów strunowych oraz usuwaniem sznurków, nawiniętych na osie wałów (sznurki trafiają na pole wraz z obornikiem).

Średnia wartość współczynnika pewności technologicznej, wyliczona z pełnego chronometrażu wynosiła 0,88, a w całym okresie użytkowania 0,73 (według wymagań Krajowego Systemu Maszyn Rolniczych wartość tego współczynnika powinna wynosić 0,95). Na obniżenie wartości tego współczynnika wpłynęły przerwy w pracy spowodowane awariami agregatów.

Wartości wskaźników i współczynników eksploatacyjnych agregatu U654 są niższe, ale zbliżone do uzyskanych przez agregat Kompaktor. Wydajność eksploatacyjna agregatu Kompaktor była wyższa od uzyskanej przez agregat U654 tylko o 0,17 ha·h⁻¹, pomimo jego niższych współczynników eksploatacyjnych. Wyższe były również współczynniki pewności technologicznej i technicznej.

Uzyskane wydajności są prawie dwukrotnie niższe od podanych przez Questa i Ruscha [6, 7] dla agregatów Germinator i Kompaktor. Według ich danych, agregaty przy prędkości pracy 10-12 km·h⁻¹ uzyskały wydajność eksploatacyjną w przedziale 5-6 km·h⁻¹. Maksymalna powierzchnia uprawiona w czasie 10 godzin pracy wynosiła 55 ha.

5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Zastosowanie w agregacie do uprawy przedsewnej sekcji spulchniającej z zębami sprężynowymi z wąską redliczką wpływa na zmniejszenie jego oporu roboczego i zapotrzebowania na moc uciążu.

2. Można założyć, że większa siła oporu agregatu do uprawy przedsewnej wyposażonego w sekcję spulchniającą z zębami zakończonymi gęsiostopką wynika z dużej powierzchni styku tego elementu z glebą oraz tarcia spowodowanego dużą siłą nacisku na podłoże.

3. Wartości wskaźników i współczynników eksploatacyjnych badanych agregatów są zbliżone, przy czym niższa wydajność agregatu z U654 wynika z większej awaryjności elementów roboczych.

4. Różnice w wydajności nie wpłynęły na zróżnicowanie nakładów paliwa odniesionych do jednostki powierzchni pola.

5. Końcowa ocena agregatów do uprawy przedsewnej powinna uwzględnić analizę jakości przygotowania pola do siewu.

6. Bibliografia

- [1] Maszyny rolnicze – podział czasu pracy. BN-76/9195-01. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
- [2] Maszyny rolnicze. Metody badań narzędzi i maszyn uprawowych. Charakterystyka energetyczna. PN-90/R-55004. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
- [3] Metody badań eksploatacyjnych BN-77/9195-02. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
- [4] Maszyny rolnicze. Metody badań narzędzi i maszyn uprawowych. PN-90/R-55021. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
- [5] Maszyny rolnicze. Metody badań. Charakterystyka warunków pracy maszyn do prac polowych. PN-90/R-55003. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
- [6] Quest D., Rusch S.: Saatbetkombination Kongskilde Germinator SP6000. DLG Prüfbericht, 1996, 4566, ss. 12.
- [7] Quest D., Rusch S.: Saatbetkombination Lemken Kompaktom K600A. DLG Prüfbericht, 1996, 4567, ss. 12.
- [8] Przybył J.: Agregaty do uprawy przedsewnej. Burak Cukrowy, 2007, 2: 4-6.
- [9] Przybył J., Kowalik I., Dach J., Zbytek Z.: Analiza jakości pracy agregatów do uprawy przedsewnej. Journal of Research and Application in Agriculture Engineering, 2009, Vol. 54(4), 62-68.
- [10] Przybył J., Sęk T.: Ciężkie agregaty do uprawy przedsewnej. Kukurydza, 2001, nr 1 (17): 6-10.
- [11] Zbytek Z., Talarczyk W. Wpływ parametrów roboczych wielofunkcyjnego narzędzia uprawowo-pielęgnacyjnego na obciążenia eksploatacyjne. Inżynieria Rolnicza, 2008, Nr 5 (103). s. 385-393.