

MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA ZUŻYCIA PALIW PŁYNNYCH W SADACH

Autorzy:

mgr Paweł Białkowski

dr Jacek Rabcewicz

dr Paweł Konopacki

Autorzy zdjęć:

mgr Paweł Białkowski

dr Jacek Rabcewicz

Opracowanie przygotowane w ramach **zadania 2.1**
„Doskonalenie specjalistycznych maszyn i technologii sadowniczych celem ograniczenia emisji
gazów cieplarnianych do atmosfery

Programu Wieloletniego:

„Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodniczej w celu zapewnienia
wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodniczych oraz zachowania
bioróżnorodności środowiska i ochrony jego zasobów”
finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice 2014

Spis treści

1.	Wstęp	2
1.1.	Zastosowane metody pomiarowe	3
2.	Zapotrzebowanie mocy opryskiwaczy sadowniczych	3
3.	Zapotrzebowanie mocy kosiarek sadowniczych	10
4.	Urządzenia do pielęgnacji gleby	15
5.	Inne urządzenia	17
6.	Bilans energetyczny	18
7.	Podsumowanie	21

1. Wstęp

Produkcja owoców w Polsce jest jednym z ważniejszych działów rolnictwa. Szacuje się, że drzewa owocowe uprawiane są na powierzchni 295 tys. hektarów (GUS). Roczne zużycie oleju napędowego przy uprawie drzew owocowych szacuje się w Polsce na około 37 tys. ton. Wysokie i rosnące ceny paliw oraz wzrastające wymogi ochrony środowiska naturalnego w tym wprowadzane ograniczenia emisji gazów cieplarnianych do atmosfery skłaniają do poszukiwania możliwości zmniejszenia zużycia paliw płynnych. W latach 2008 - 2014 w ramach Programu Wieloletniego MRiRW w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach prowadzono badania nad zużyciem paliw płynnych w sadach. Badania prowadzono dwutorowo rejestrując zużycie paliw w gospodarstwach sadowniczych różnej wielkości oraz wykonując bezpośrednie pomiary zapotrzebowania mocy i zużycia paliwa dla poszczególnych zabiegów agrotechnicznych. Ocena zużycia paliw w gospodarstwach wykazała, że na jeden hektar sadu jabłoniowego zużywane jest w roku od 120 do 180 l oleju napędowego. Przy czym ponad 80% paliwa zużywane jest w II i III kwartale roku kalendarzowego. Najbardziej energochłonnymi zabiegami są ochrona roślin z nawożeniem dolistnym i pielęgnacja gleby w tym głównie murawy (koszenie). Te dwa zabiegi pochłaniają ponad 65% zużywanego paliwa. W okresie badań skupiono się na pomiarach tych dwóch zabiegów przeprowadzając pomiary zapotrzebowania mocy i zużycia paliwa agregatów w poszczególnych latach zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1. Liczba agregatów objętych pomiarami w latach 2010-2014

Pomiary	2010	2011	2012	2013	2014	Razem
Zapotrzebowanie mocy	6	7	6	5	2	26
Zużycia paliwa	-	2	2	4	2	10

Według opracowania „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2010 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2013” zamieszczonego na stronie Ministerstwa Środowiska 1kg oleju napędowego odpowiada emisji 3,18kg CO₂. Źródła oszczędności zużycia paliw podczas eksploatacji poszczególnych agregatów wykonujących zabiegi agrotechniczne możemy podzielić na dwie grupy: technologiczne i techniczne. Technologiczne oparte na optymalizacji zabiegów agrotechnicznych, pozwalające na ograniczeniu ich ilości do niezbędnego minimum przy zachowaniu niezbędnej skuteczności gwarantującej wysoką jakość uzyskanego plonu. Techniczne, to dobranie tak ciągników i maszyn by wykonać niezbędny zabieg agrotechniczny jak najmniejszym nakładem energetycznym. W dalszej części opracowania skupiono się na

bezpośrednich pomiarach energetycznych najważniejszych zabiegów agrotechnicznych (ochrona roślin, nawożenie dolistne, pielęgnacja gleby).

1.1. Zastosowane metody pomiarowe

Zużycie paliw w gospodarstwach oceniano opierając się na raportach współpracujących sadowników. Pomiary zużycia paliw podczas rejestrowanych zabiegów przeprowadzano metodą objętościową. Zbiornik ciągnika przed pracą był tankowany do pełna, a następnie po wykonaniu pracy ponownie zatankowany do pełna – wartość tankowania uzupełniającego stanowiła ilość zużytego paliwa. Pomiary związane z oceną zapotrzebowania mocy na wykonywanie poszczególnych zabiegów agrotechnicznych przeprowadzano przy użyciu zestawu aparatury kontrolno-pomiarowej produkcji PIMR. Moment obrotowy i prędkość kątową mierzono za pomocą miernika momentu MiR1000 Nm. Siłę niezbędną do pokonania oporów toczenia siłomierzem DiR10kN (fot.1). Wartości poszczególnych parametrów zapisywano z częstotliwością 1 Hz na rejestratorze MW 2006-3. Podczas pomiarów agregaty sadownicze pracowały z zalecanymi dla nich prędkościami roboczymi.

Bezpośrednie zapotrzebowania mocy (P_c) jest sumą mocy na wale odbioru mocy (WOM) ciągnika i mocy potrzebnej na pokonanie oporów toczenia agregatów (1).

$$1) P_c = P_1 + P_2$$

Moc na WOM (P_1) określano przez pomiar prędkości kątowej wału (ω) i momentu obrotowego (M) potrzebnego do napędu maszyny (2).

$$2) P_1 = M * \omega$$

Moc do pokonania oporów toczenia (P_2) określano przez pomiar siły (S) potrzebnej do uciążu agregatu i prędkości roboczej (v) (3).

$$3) P_2 = S * v$$



Fot. 1. Czujnik momentu obrotowego i prędkości kątowej na WOM oraz siły niezbędnej do pokonania oporów toczenia.

2. Zapotrzebowanie mocy opryskiwaczy sadowniczych

Opryskiwacze sadownicze ze względu na rodzaj wentylatora można podzielić na dwie grupy: z wentylatorem osiowym i z wentylatorem promieniowym. Dzieli się je też ze względu na rodzaj adaptera kierującego pomocniczy strumień powietrza na: konwencjonalne, deflektorowe, z ukierunkowanym strumieniem powietrza (fot. 2) oraz tunelowe. W sadach jabłoniowych, których areał stanowi 66% w produkcji owoców, wykonuje się w sezonie około 30 zabiegów ochrony roślin i nawożenia dolistnego. Ich ilość można ograniczyć wykonując niektóre zabiegi łącznie. Jednak należy pamiętać, by upewnić się, czy zmieszanie preparatów jest dopuszczalne (tabele mieszania). Przeciętny czas wykonywania zabiegu na 1 ha wynosi około 20 min dla odległości między rzędami 5,0 m, 30 min dla odległości między rzędami 4,0 m i 35 min dla

odległości między rzędami 3,5 m. Posiadany opryskiwacz powinien cechować się odpowiednim wydatkiem powietrza z wentylatora, wynoszącym od około 8000 m³/h przy zabiegach ochrony malin do ponad 40000 m³/h przy zabiegach ochrony sadów o rozstawie między rzędami drzew 5 m. Bezpośrednim pomiarem zapotrzebowania mocy poddano osiem opryskiwaczy. Opryskiwacze z wentylatorami osiowymi cechują się wydatkami powietrza od 20000 do 53000 m³/h i zapotrzebowaniem mocy od 21 do 34 kW. Natomiast opryskiwacze z wentylatorami promieniowymi cechują się wydatkami powietrza do 12000 m³/h (przy znacznie wyższych prędkościach powietrza) i wymagają mocy od 30 do 40 kW. Jak wynika z przedstawionych danych opryskiwacze wyposażone w wentylator promieniowy wymagają większego nakładu energii, więc stosowanie podczas ochrony roślin przed patogenami opryskiwaczy z osiowymi wentylatorami pozwala na niższe nakłady energetyczne i związane z tym zmniejszenie emisji CO₂. Opryskiwacze promieniowe ze względu na mniejszy wydatek powietrza i większe zapotrzebowanie mocy są stosunkowo rzadko stosowane w praktyce sadowniczej.

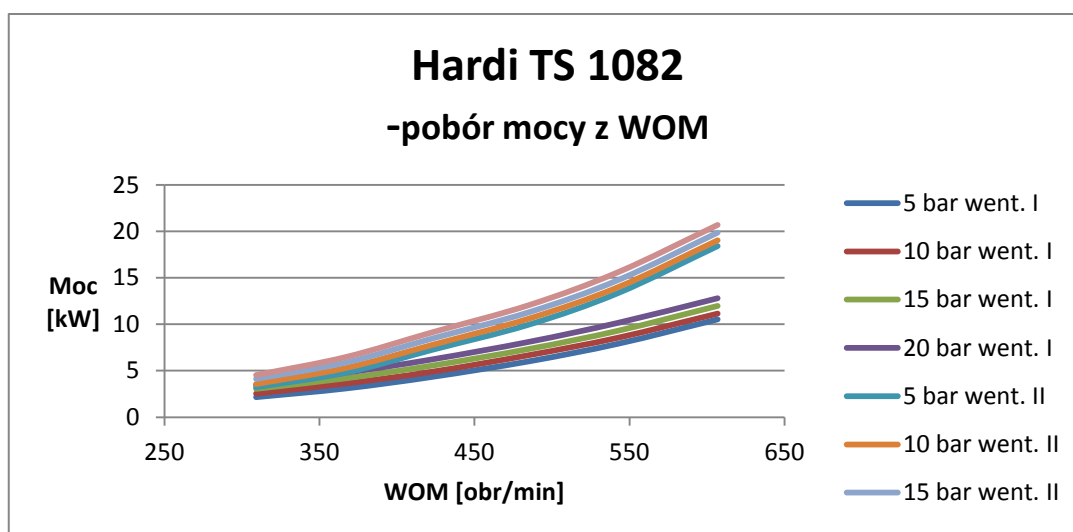
Tabela 2. Ważniejsze parametry badanych opryskiwaczy

L p.	Nazwa	Rodzaj	Rodzaj wentylatora	Wydatek wentylatora [m ³ /h]	Zapotrzebowanie mocy [kW]	Minimalna moc ciągnika [kW]
1	Śłęza 1014	Konwencjonalny	Osiowy	36000	22	35
2	Śłęza Milenium 1500	Deflektorowy	Osiowy	39000	31	43
3	Agrola 1500	Deflektorowy	Osiowy	30000	21	35
4	Agrola 1000 eko	Deflektorowy	Osiowy	40000	21	35
5	Hardi TS 1082	Konwencjonalny	Osiowy	45000	22	35
6	Lochmann Plantatec Ras15/90Q	Deflektorowy	Osiowy	53000	34	49
7	Vento 1500	Z ukierunkowanym strumieniem powietrza	Promieniowy	11000	40	57
8	KWH Holland	Konwencjonalny	Promieniowy	11500	30	43



Fot. 2. Rodzaje opryskiwaczy od lewej: konwencjonalny, deflektorowy, z ukierunkowanym strumieniem powietrza.

Opryskiwacz Hardi TS 1082 (fot. 3) posiada osiowy wentylator konwencjonalny. Maksymalna wartość mocy na WOM wynosiła dla pierwszej prędkości obrotowej wentylatora 12,8 kW a dla drugiej prędkości 20,7 kW (rys. 1).

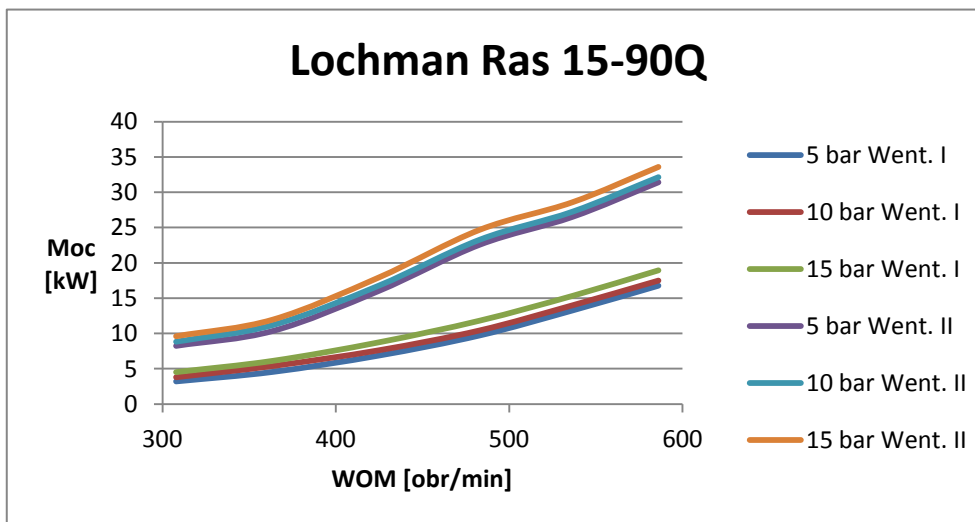


Rys. 1. Pobór mocy z WOM opryskiwacza Hardi TS 1082 w funkcji jego obrotów dla dwóch prędkości wentylatora.



Fot. 3. Opryskiwacz Hardi TS 1082 podczas pomiarów zapotrzebowania mocy.

Opryskiwacz Lochmann Plantatec Ras 15/90Q (fot. 4) wyposażony jest w osiowy wentylator z deflektorem. Moc przekazywana na wał odbioru mocy na II biegu wentylatora wynosiła maksymalnie 33,6 kW przy ciśnieniu cieczy roboczej 15 bar, natomiast moc na I biegu wentylatora opryskiwacza wynosiła 18,9 kW (rys. 2). Średnia moc potrzebna na pokonanie oporów toczenia podczas pracy opryskiwacza była równa 4 kW. Podczas wykonywania standardowej ochrony w sadzie opryskiwacz pracował na I biegu wentylatora. Ciągnik 3502 agregatowany z opryskiwaczem Lochmann Plantatec Ras 15/90Q zużywał średnio 2,5 litra oleju napędowego na godzinę pracy, co przy wydajności około 1.25 ha/h odpowiada 2 litrom paliwa na hektar sadu.

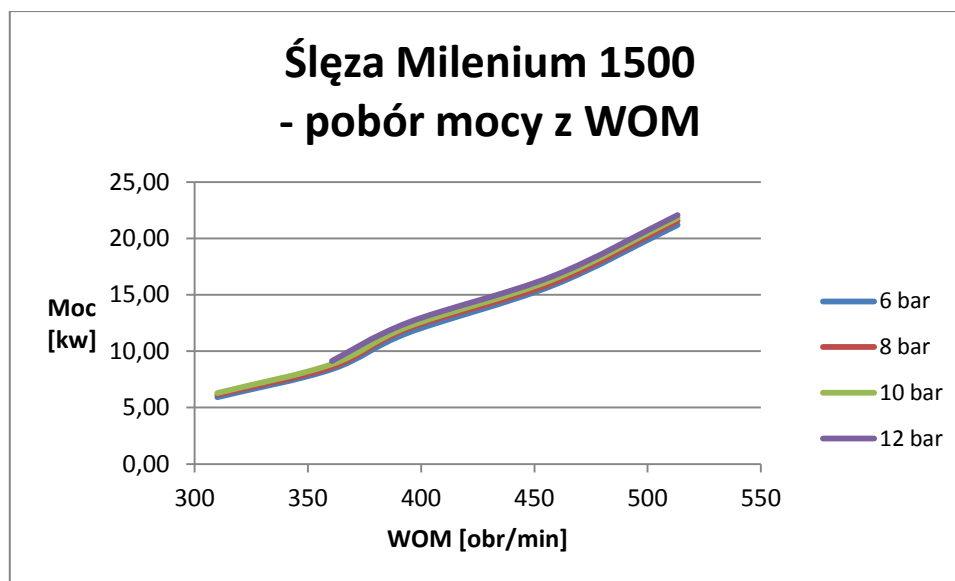


Rys. 2. Pobór mocy z WOM opryskiwacza Lochman Ras 15-90Q w funkcji jego obrotów dla dwóch prędkości wentylatora.



Fot. 4. Opryskiwacz Lochman Ras 15-90Q podczas pomiarów oporów toczenia.

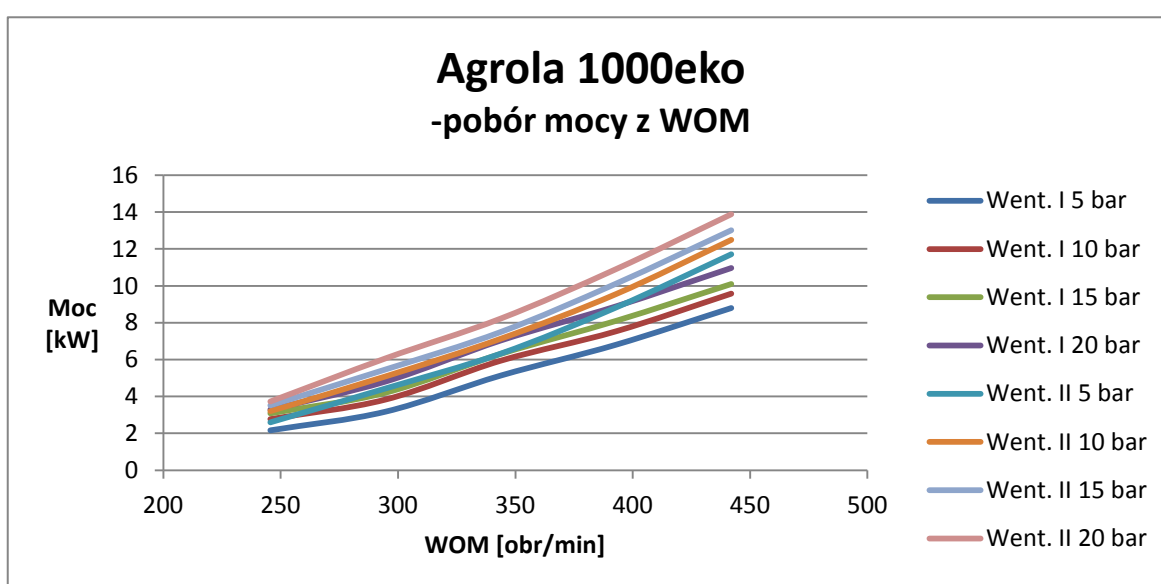
Kolejnymi opryskiwaczami z wentylatorami osiowymi z deflektorem, które były przedmiotem badań były opryskiwacze Ślęza Milenium 1500 i Agrola 1000eko (fot.5 i 6). Wyznaczone dla nich charakterystyki zapotrzebowania mocy z WOM przedstawiają rys. 3 i rys.4.



Rys. 3. Pobór mocy z WOM opryskiwacza Śleza Milenium 1500 w funkcji jego obrotów.



Fot. 5. Opryskiwacz Śleza Milenium 1500 podczas pomiarów zapotrzebowania mocy

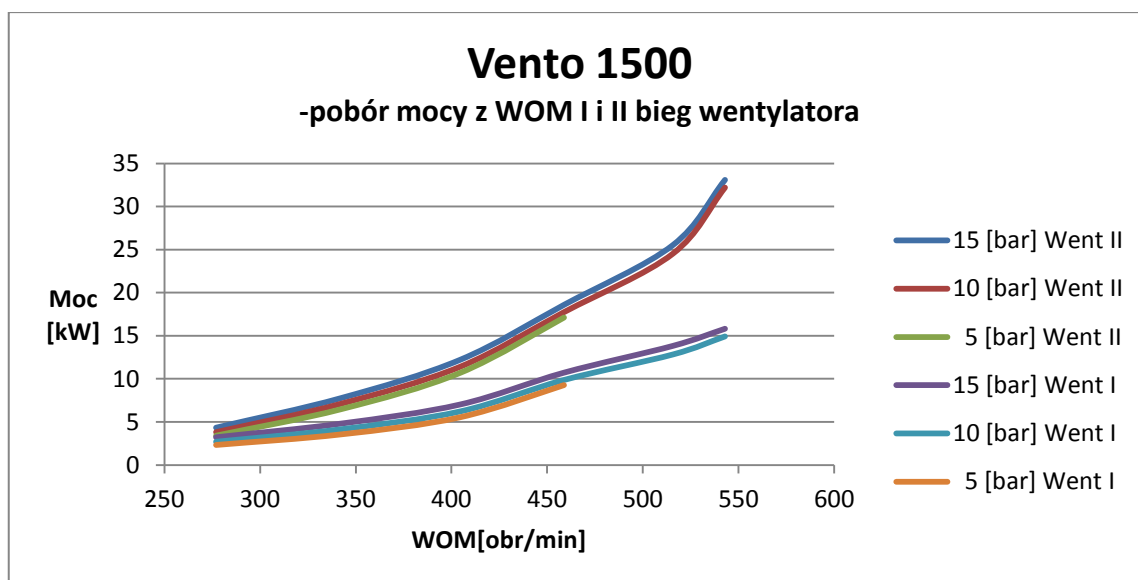


Rys. 4. Pobór mocy z WOM opryskiwacza Agrola 1000eko w funkcji jego obrotów dla dwóch prędkości wentylatora.



Fot. 6. Opryskiwacz Agrola 1000 eco podczas pomiarów zapotrzebowania mocy.

Opryskiwaczem wyposażonym w wentylator promieniowy z ukierunkowanym strumieniem powietrza był Tifone Vento 1500 (fot. 7). Pełne zapotrzebowanie mocy podczas zabiegu ochrony sadów przy użyciu opryskiwacza Vento 1500 stanowiła suma wartości poboru mocy na WOM (rys. 5) i oporów przetaczania, określonych na poziomie 6 kW.

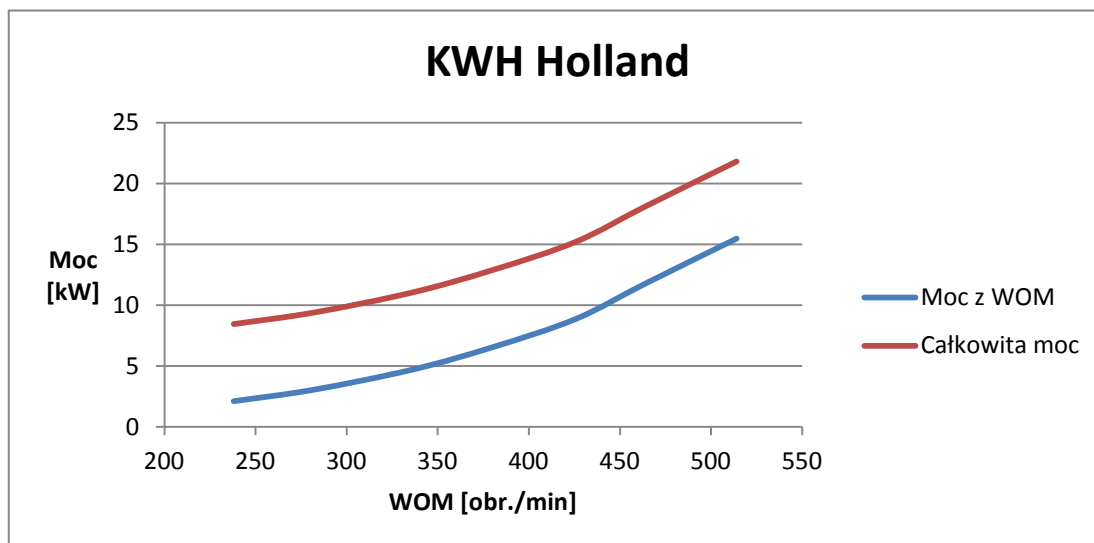


Rys. 5. Pobór mocy z WOM opryskiwacza Vento 1500 w funkcji jego obrotów dla dwóch prędkości wentylatora.



Fot. 7. Opryskiwacz Tifone Vento 1500 podczas pomiarów zapotrzebowania mocy.

Kolejnym opryskiwaczem wyposażonym w wentylator promieniowy, który poddano pomiarowi zapotrzebowania mocy był opryskiwacz KWH Holland (fot. 8). Opryskiwacz ten wyposażony jest w rozpylacze pneumatyczne, zasilane niskociśnieniową, jednosekcyjną pompą odśrodkową. Wyniki pomiarów przedstawia rys. 6.



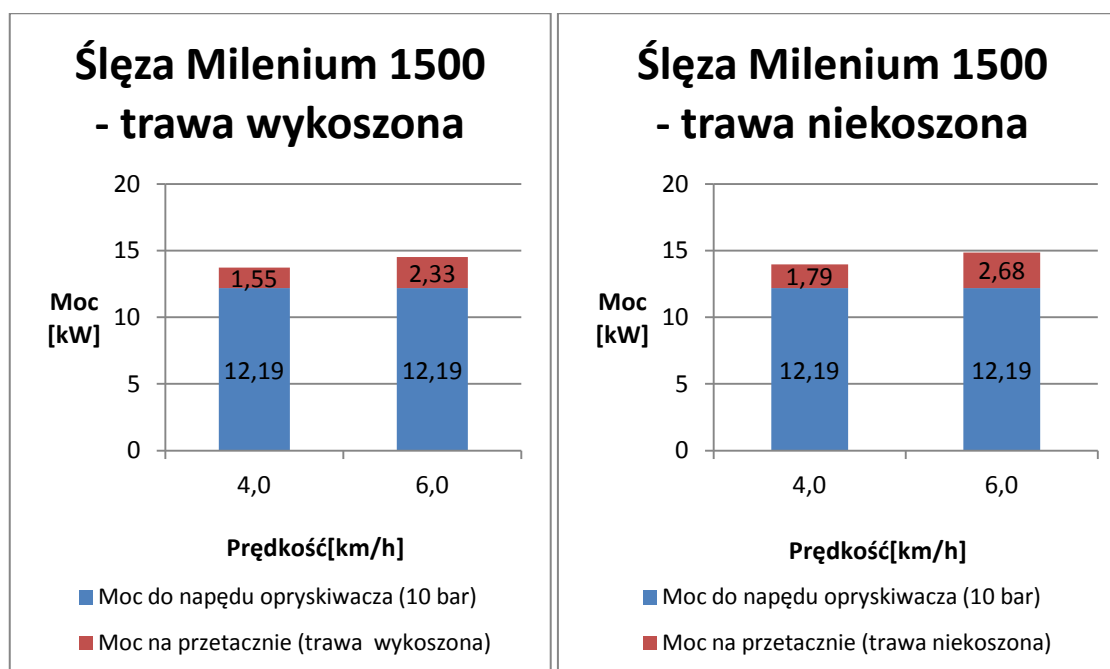
Rys. 6. Całkowity pobór mocy z WOM opryskiwacza KWH Holland w funkcji jego obrotów.



Fot. 8. Opryskiwacz KWH podczas pomiarów

Opryskiwacz Vento 1500 wymaga więc ciągnika o mocy silnika powyżej 50 kW, a opryskiwacz KWH Holland może współpracować z ciągnikami o mocy od 35 kW .

Jak wcześniej zaznaczono, całkowity pobór mocy agregatów wykonujących zabiegi agrotechniczne obejmuje moc pobieraną z WOM ciągnika i moc traconą na pokonanie oporów toczenia agregatów. Ponieważ współczynnik oporów toczenia zależy od rodzaju podłoża, po którym porusza się agregat wykonano pomiary zapotrzebowania mocy potrzebnej do pokonania oporów toczenia w różnych warunkach podłoża w sadzie – przed i po koszeniu trawy. Całkowite zapotrzebowanie mocy było o 15% większe podczas pracy opryskiwacza po niekoszonej trawie (rys. 15).



Rys. 7. Całkowity pobór mocy przez agregat w funkcji prędkości roboczej po murawie wykoszonej i niekoszonej.

3. Zapotrzebowanie mocy kosiarek sadowniczych

W sadownictwie do pielęgnacji murawy w międzyrzędziach stosowane są dwa typy kosiarek: bijakowe i nożowe. Kosiarki bijakowe produkowane są o nieco mniejszych szerokościach roboczych. Pomiarami objęto dostępne na rynku kosiarki o różnej szerokości roboczej. Istotnym czynnikiem dla oszczędności zużycia paliwa jest właściwe dopasowanie szerokości roboczej do szerokości pasa koszonej trawy, ponieważ zbyt mała szerokość maszyny wymusza dwa przejazdy w jednym międzyrzędziu, co znacząco zwiększa zużycie paliwa. Natomiast stosowanie kosiarki szerszej od szerokości pasa murawy zwiększa pobór mocy i wpływa negatywnie na zużycie paliwa przez ciągnik. Przeprowadzone pomiary wykazały, iż kosiarki nożowe charakteryzowały się mniejszym jednostkowym zapotrzebowaniem mocy w porównaniu z kosiarkami bijakowymi. Pobór mocy dla kosiarek nożowych wynosił od 6 do 11 kW, a dla kosiarek bijakowych około 12 kW na jeden metr szerokości roboczej. Określono zapotrzebowanie mocy dla 3 typów kosiarek sadowniczych. Dwa typy z nożami o ruchu w płaszczyźnie poziomej (kosiarki jedno- i dwusekcyjna) oraz z bijakowym zespołem tnącym. Ich ogólną charakterystykę zestawiono w tabeli 3.

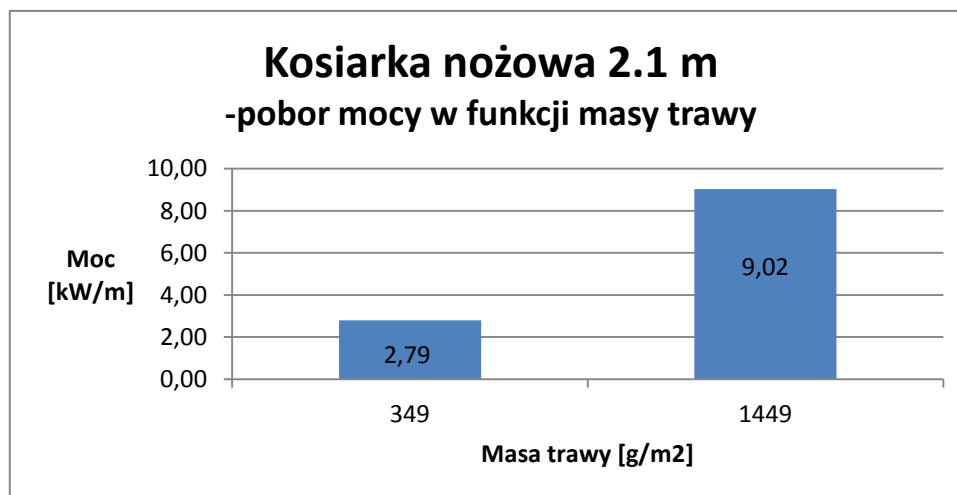
Tabela 3. Zapotrzebowanie mocy na koszenie murawy w sadach

Lp.	Kosiarki	Liczba sekcji roboczych	Jednostkowe zapotrzebowanie mocy [kW/m]	Minimalna moc ciągnika [kW]
1	Nożowa 2,4 m	2	7,5	26
2	Nożowa 2,2 m	2	6,5	20
3	Nożowa 2,0 m	2	6	18
4	Nożowa 2,0 m	1	11	30
5	Nożowa 1,8 m	1	6,7	20
6	Bijakowa 1,5 m	1	12	25
7	Bijakowa 1,6 m	1	11,6	27



Fot. 9. Kosiarki bijakowa i nożowa podczas pomiarów zapotrzebowania mocy.

Pomiary zapotrzebowania mocy kosiarek nożowych wykazały znaczący wpływ masy koszonej trawy na zapotrzebowanie mocy. Zapotrzebowania mocy do napędu kosiarki dla masy trawy 349 g/m^2 wynosiło $2,79 \text{ kW}$ i znacząco wzrastało do $9,02 \text{ kW}$ dla plony równego 1449 g/m^2 (rys. 8). Masa trawy ma mniejsze znaczenie podczas pracy kosiarek bijakowych. Można to tłumaczyć tym, że duża ilość elementów roboczych (bijaków) stwarza podczas pracy duże opory wentylacyjne, co przy zwiększonej masie koszonej trawy nie wpływa tak znacząco na opory robocze jak w przypadku kosiarek nożowych.

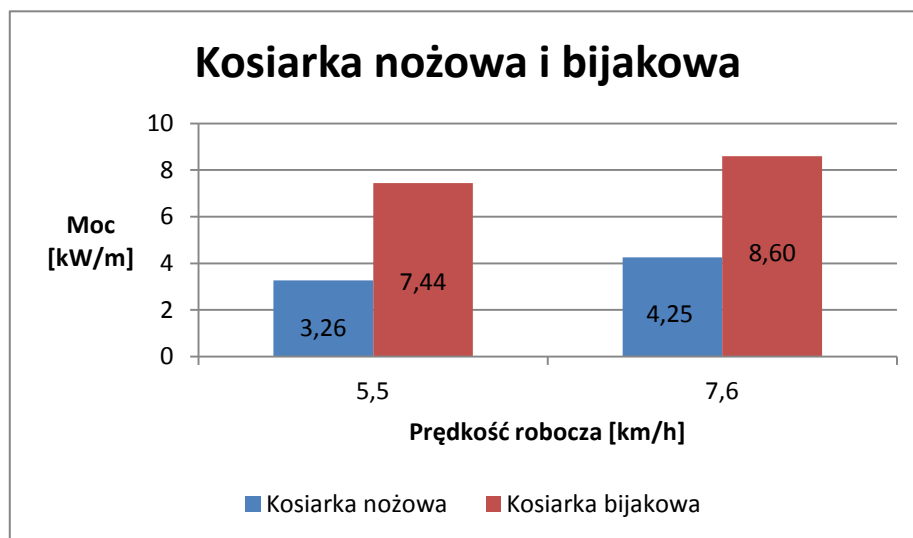


Rys. 8. Zapotrzebowanie mocy kosiarki nożowej w zależności od masy koszonej trawy



Fot. 10. Pomiary zapotrzebowania mocy kosiarki nożowej

Dla celów porównawczych wykonano pomiary zapotrzebowania mocy podczas koszenia murawy kosiarką nożową i kosiarką bijakową. W tych samym kwaterach sadu zastosowano dwie prędkości robocze: 5,5 i 7,6 km/h. Wzrost prędkości powodował wzrost poboru mocy na WOM o 30% dla kosiarki nożowej i 15,6% dla kosiarki bijakowej (rys. 9).

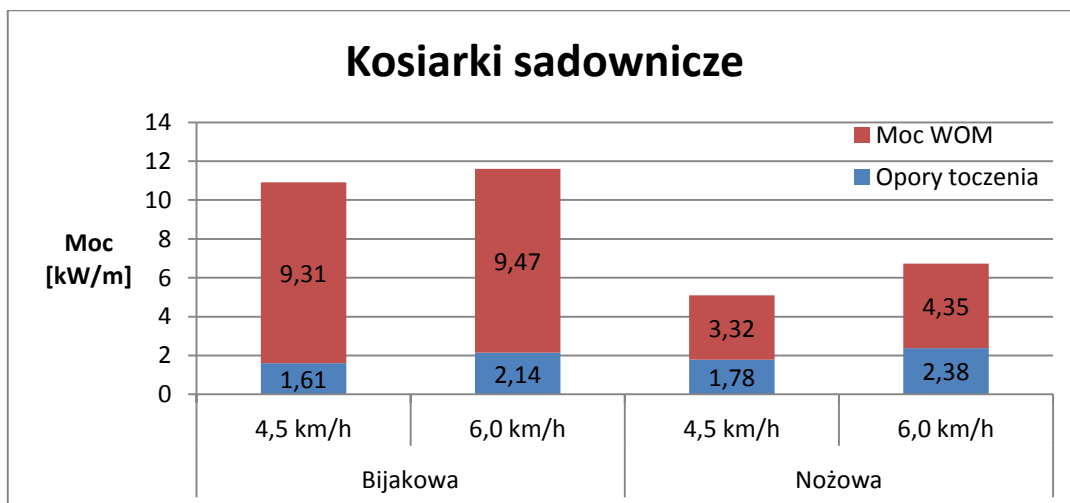


Rys. 9. Porównanie zapotrzebowania mocy w przeliczeniu na 1 metr szerokości roboczej dla kosiarki sadowniczej nożowej i bijakowej w funkcji prędkości



Fot. 11. Pomiary zapotrzebowania mocy dla kosiarki (od lewej) nożowej i bijakowej

Całkowite zapotrzebowania mocy dla dwóch specjalistycznych kosiarek sadowniczych określono w doświadczeniach prowadzonych o łącznej powierzchni 9,5 hektara o rozstawie międzyrzędzi wynoszącej 4 m. Koszenie murawy wykonano gdy wysokość trawy osiągała 20 cm (uzyskany plon trawy wyniósł 0,76 t/ha). Pomiary koszenia murawy wykonano dla prędkości roboczych 4,5 i 6,0 km/h, maszyny współpracowały z ciągnikiem Ursus 3512. Średnie zapotrzebowanie mocy agregatów na metr szerokości roboczej wynosiło dla kosiarki bijakowej 11,6 kW/m, a dla kosiarki nożowej 6,7 kW/m (rys. 10).



Rys. 10. Zapotrzebowanie mocy kosiarek sadowniczych w przeliczeniu na jednostkę szerokości maszyny w zależności od prędkości roboczej.

Z uwagi na to, że badane typy kosiarek wykorzystywane są także do rozdrabniania pozostałości po cięciu sadu, wykonano pomiary poboru mocy maszyn podczas rozdrabniania gałęzi (fot. 12).



Fot. 12. Pomiary poboru mocy podczas rozdrabniania gałęzi po ciecju drzew kosiarką nożową.

Wyniki zestawiono w tabeli 4. W przypadku rozdrabniania gałęzi, pobory mocy kosiarek nożowych i bijakowych są zbliżone i uwarunkowane głównie rozdrabnianą masą drewna.

Tabela 4. Pobory mocy przy rozdrabnianiu gałęzi.

Rodzaj maszyny	Szerokość robocza [m]	Masa gałęzi [kg/ha]	Pobór mocy WOM [kW/m]	Prędkość robocza [m/s]	Opory toczenia [kW]	Całkowita moc [kW]
Kosiarka nożowa	1.8	2575	7.77	1.14	2.37	10.14
Kosiarka nożowa	2.4	3125	10.64	0.62	1.49	12.13
Kosiarka nożowa	1.8	4655	13.24	1.14	2.37	15.60
Kosiarka nożowa	2.4	9750	17.43	0.62	1.49	18.92
Kosiarka bijakowa	1.5	3100	12.81	0.62	2.22	15.03
Kosiarka bijakowa	1.5	4300	14.52	1.14	3.84	18.35
Kosiarka bijakowa	1.5	7830	14.96	0.62	2.22	17.18

Kosiarki sadownicze wykorzystywane są również do karczowania plantacji krzewów. Służą one do rozdrabniania części nadziemnych, natomiast karpys niszczone są za pomocą karczownika (fot13 i 14).



Fot. 13. Pomiary zapotrzebowania mocy podczas rozdrabniania części nadziemnych porzeczeki od lewej kosiarka bijakowa, kosiarka nożowa i karczownik.



Fot. 14. Pomiary oporów toczenia podczas rozdrabniania części nadziemnych porzeczeki kosiarką bijakową.

Ocena zapotrzebowania mocy ciągnika w zabiegach dotyczących likwidacji plantacji krzewów obejmowała: rozdrabnianie krzewów jednoetapowo lub dwuetapowo i rozdrabnianie karp korzeniowych karczownikiem. Rozdrabnianie jednoetapowe polegało na koszeniu krzewów przy powierzchni ziemi, w dwuetapowym, stosowanym na wyższych plantacjach, pierwsze koszenie wykonano na jednej trzeciej wysokości krzewów, drugie przy powierzchni ziemi. Wyniki zestawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Pobory mocy przy likwidacji plantacji porzeczeki

Rodzaj maszyny	Szerokość robocza [m]	Etap pracy	Pobór mocy [kW/m]	Prędkość robocza [m/s]	Opory toczenia [kW]	Całkowita moc [kW]
Karczownik	0.55	1	5.99	0.23	0.31	6.30
Karczownik	0.55	2	7.88	0.34	0.39	8.27
Kosiarka nożowa	1.8	1 / 2*	4.31	0.34	0.75	5.06
		2 / 2*	10.07	0.34	0.69	10.76
Kosiarka nożowa	2.4	1 / 2*	6.10	0.62	1.49	7.59
		2 / 2*	7.35	0.62	1.49	8.84
		1 / 1*	15.00	0.62	1.49	16.49
Kosiarka bijakowa	1.5	1 / 2*	10.74	0.62	2.22	12.96
		2 / 2*	12.32	0.62	2.22	14.55
		1 / 1*	19.66	0.62	2.22	21.88

* 1 / 2 pierwszy etap z dwóch (rozdrabnianie krzewów do jednej trzeciej wysokości), 2 / 2 drugi etap krzewy rozdrabniane do ziemi, 1 / 1 rozdrobnienie krzewów jednoetapowo.

Uzyskane wyniki wykazały, że ścinanie krzewów kosiarkami nożowymi jest efektywniejsze energetycznie, pobory mocy są o około 40% niższe od zapotrzebowania mocy kosiarek bijakowych. Zapotrzebowanie mocy podczas likwidacji karp krzewów porzeczek określono na poziomie od 6 do 9 kW. Bezpośrednie pomiary zużycia paliwa wykazały około 10 % niższe zapotrzebowanie na paliwo w przypadku kosiarek nożowych w stosunku do kosiarek bijakowych (tab. 6).

Tabela. 6. Jednostkowe zużycie oleju napędowego podczas ścinania krzewów porzeczek

Rodzaj maszyny	Szerokość robocza [m]	Zużycie oleju napędowego [l/ha]
Kosiarki nożowe	1,8	29,62
Kosiarki bijakowe	1,5	32,30

4. Urządzenia do pielęgnacji gleby

Do utrzymania ugoru w rzędach drzew stosuje się mechaniczne urządzenia odchwaszczające lub herbicydy aplikowane przy użyciu specjalistycznych belek montowanych na ciągniku. Przeprowadzono pomiary poboru mocy dla 2 specjalistycznych ciągnikowych maszyn odchwaszczających: ze stałym bocznym zespołem roboczym i hydraulicznym mechanizmem uchylnym. Maszyny współpracowały z sadowniczymi ciągnikami klasy 6 i 9 (fot. 15 i 16).

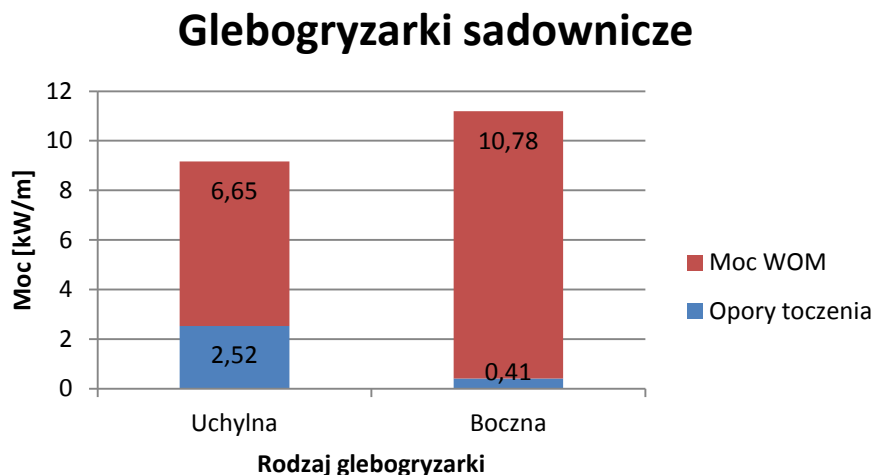


Fot. 15. Chwastowniki sadownicze podczas pomiarów od lewej: boczna i uchylna



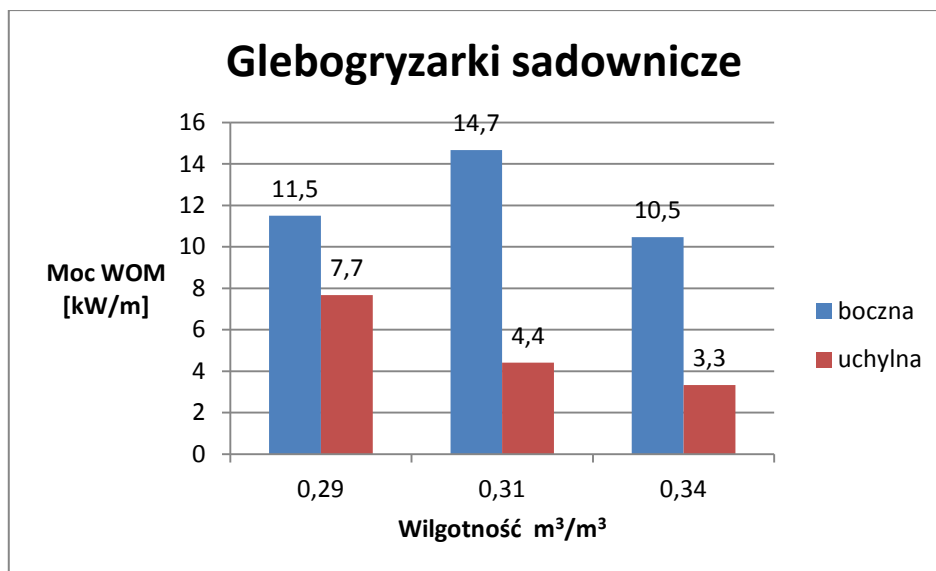
Fot. 16. Pomiar oporów toczenia maszyny uchylniej

Określono całkowity pobór mocy dla glebogryzarek sadowniczych. Pomiary wykonano z prędkością roboczą 1,7 km/h przy wilgotności objętościowej gleby 34%. Wyniki przedstawia rysunek 11.



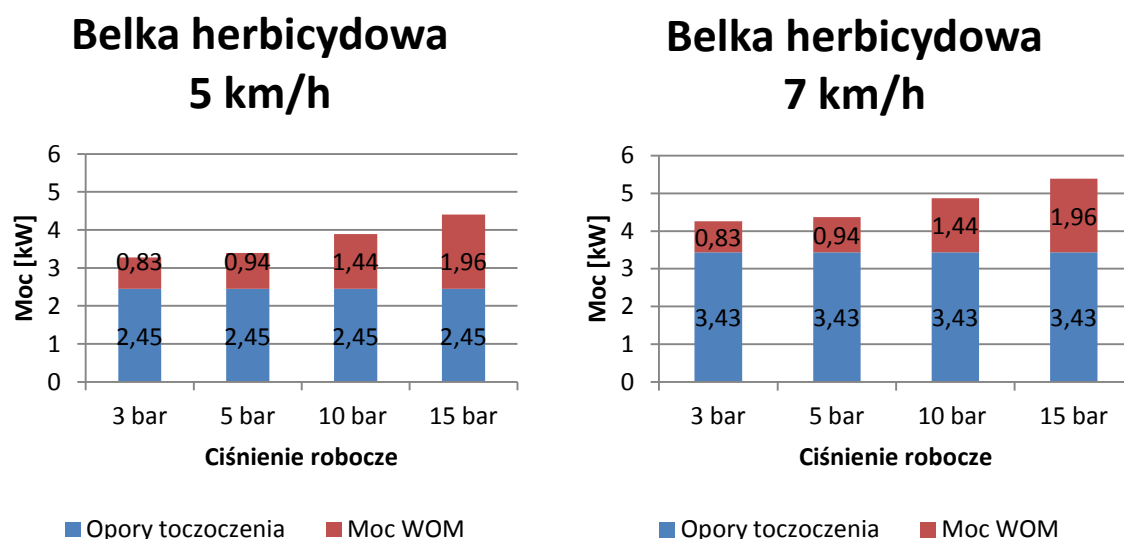
Rys. 11. Całkowite zapotrzebowanie mocy glebogryzarek sadowniczych

Dla trzech wilgotności objętościowej gleby przeprowadzono pomiary z prędkością roboczą 1,7 km/h. Pobór mocy na WOM agregatów wynosił dla glebogryzarki uchylnej od 3,3 do 7,7 kW/m, a dla glebogryzarki bocznej od 10,5 do 14,7 kW/m (rys. 12). Otrzymane wyniki są niewystarczające do określenia jednoznacznego wpływu wilgotności gleby na zapotrzebowanie mocy glebogryzarek.



Rys. 12. Zapotrzebowanie mocy WOM glebogryzarek sadowniczych dla różnych wilgotności gleby.

Badania belek służących do aplikacja herbicydów przeprowadzono dla dwóch prędkości jazdy (5 i 7 km/h) i czterech wartości ciśnienia cieczy roboczej (3; 5; 10; 15 bar). Belka herbicydowa współpracowała z ciągnikiem Lamborghini Runer 450 o mocy 33 kW. Maksymalny pobór mocy (5,4 kW), stwierdzono podczas pracy z prędkością 7 km/h i ciśnieniu 15 bar (rys. 13).



Rys. 13. Całkowite zapotrzebowanie mocy dla aplikacji herbicydów przy różnych ciśnieniach roboczych dla dwóch prędkości roboczych.

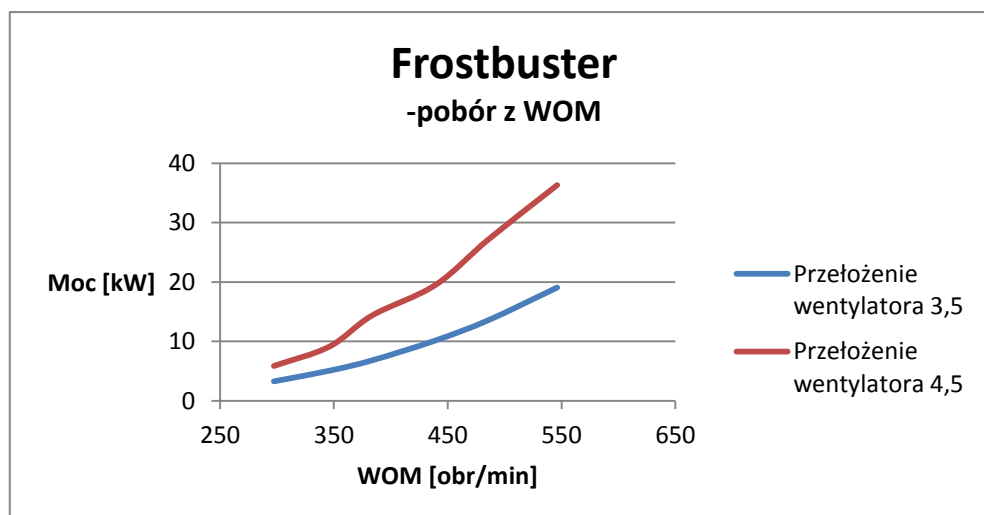
5. Inne urządzenia

Do ochrony sadów przed wiosennymi przymrozkami wykorzystywane są mobilne urządzenia podgrzewające powietrze podczas przejazdów w międzyrzędziach (Frostbuster - fot. 17). Powietrze podgrzewane jest w palniku zasilanym propanem i rozprowadzane poprzecznie do kierunku jazdy wentylatorem o dużej wydajności (225 tys. m³/h). Wentylator napędzany jest z WOM ciągnika przekładnią o dwóch przełożeniach (3,5 i 4,5).



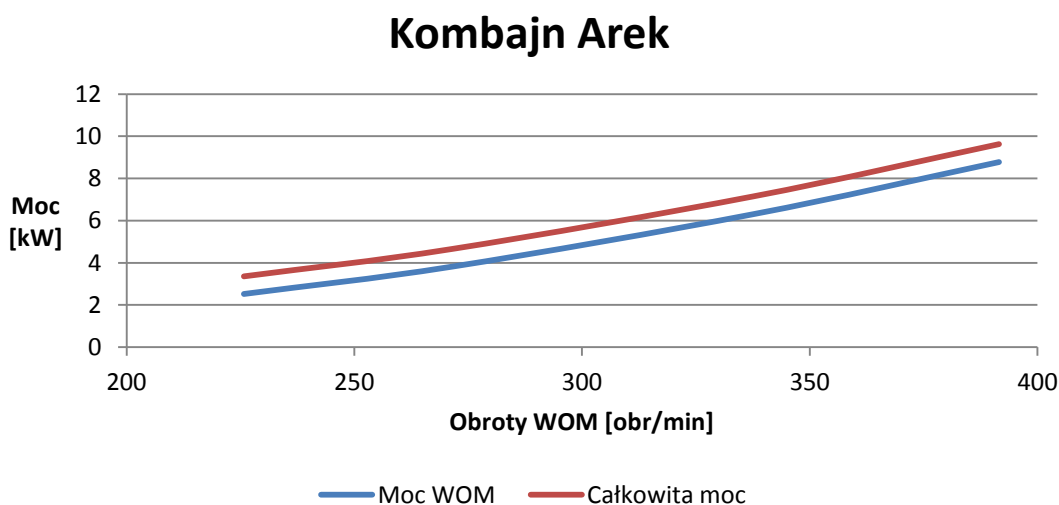
Fot. 17. Urządzenie Frost Buster podczas pomiarów zapotrzebowania mocy.

Zapotrzebowanie mocy dla obrotów nominalnych WOM i przełożenia 3,5 wynosiła 19 kW, a dla 4,5 już 36 kW (rys.14). Pełne zapotrzebowanie mocy podczas zabiegu ochrony przed przymrozkami jest sumą wartości poboru mocy na WOM i oporów przetaczania określonych na poziomie 5 kW.



Rys. 14. Pobór mocy z WOM urządzenia do walki z przymrozkami w funkcji jego obrotów.

Bardzo ważnym etapem w produkcji owoców jagodowych jest ich zbiór. Najpowszechniej wykorzystywanymi maszynami są kombajny połówkowe. W prowadzonych badaniach połówkowy kombajn do zbioru porzeczki (Arek) współpracował z ciągnikiem Lamborghini Runer 450. Pomiary przeprowadzono przy prędkości roboczej 1,2 km/h. Wyniki przedstawiono na wykresie (rys. 15).

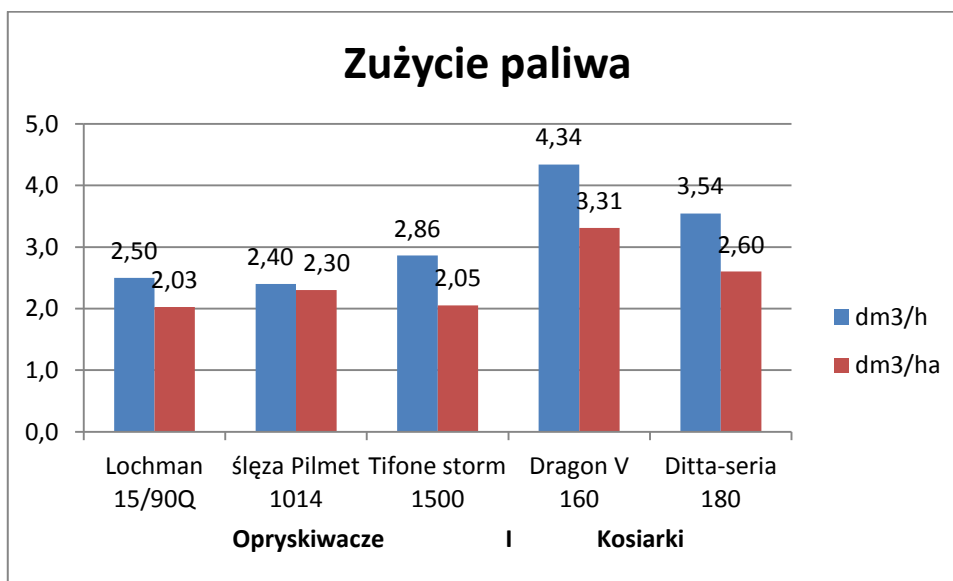


Rys. 15. Całkowity pobór mocy połówkowego kombajnu „Arek” w funkcji obrotów WOM.

6. Bilans energetyczny

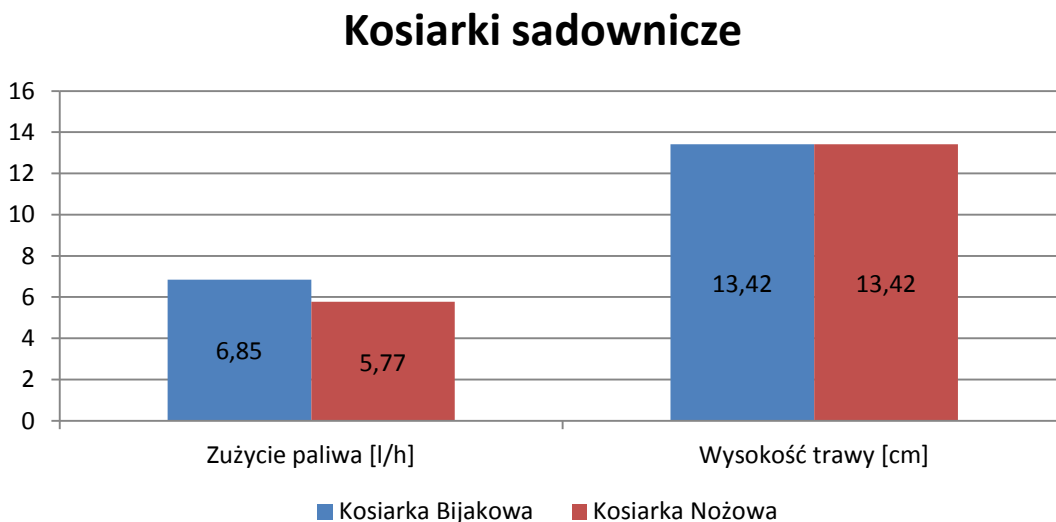
Nowoczesne sady intensywne w odróżnieniu od sadów tradycyjnych wymagają mniejszego wydatku powietrza wentylatorów, który jest głównym elementem wpływającym na wzrost zapotrzebowania mocy agregatu i w efekcie na emisję CO₂. W przeciętnych warunkach eksploatacji opryskiwacze z wentylatorami osiowymi zużywają od 2,0 do 2,3 litra oleju napędowego na hektar, co przekłada się na emisję CO₂ od 5,3 do 6,1 kg/ha na jeden zabieg (rys. 16).

Zużycie paliwa kosiarek dla prędkości roboczej 4 km/h wynosi 4,34 l/h dla kosiarki bijakowej i 3,54 l/h dla kosiarki nożowej.



Rys. 16. Zużycie paliwa opryskiwaczy i kosiarek sadowniczych.

W innych badaniach porównawczych określono zużycie paliwa dwóch kosiarek sadowniczych dla trawy o jednakowej wysokości - 13,4 cm. Koszenia wykonano w sadzie o powierzchni 6,8 ha w trzech kwaterach: wiśniowej, gruszowej oraz śliwowej o takiej samej rozstawie międzyrzędzi wynoszącej 4 m. Prędkość robocza współpracującego ciągnika (Ursus 4502) wynosiła 8 km/h. Zużycie paliwa kosiarek wynosiło odpowiednio: dla kosiarki bijakowej 6,85 l/h, dla kosiarki nożowej 5,77 l/h (rys. 17).



Rys. 17. Średnie zużycie paliwa i zapotrzebowania mocy podczas koszenia w sezonie wegetacyjnym.

Z powyższych pomiarów wynika, iż ciągnik Ursus 4502 (46,6 kW) współpracujący z kosiarką nożową zużywał średnio w ciągu sezonu 2,18 (1,74 kg/ha) litra oleju napędowej na hektar sadu, natomiast z kosiarką bijakową 2,59 l/ha (2,07 kg/ha). Jeden kilogram oleju

napędowego odpowiada emisji 3,18 kg CO₂. Wciągu sezonu wegetacyjnego średnio w monitorowanych gospodarstwach przeprowadzono 5 zabiegów koszenia murawy w międzyrzędziach. Zmniejszenie zużycia paliwa o 0,33 kg/ha na jeden zabieg pozwala, w skali roku, zmniejszyć emisję CO₂ o 5,2 kg/ha. W Polsce sady towarowe zajmują powierzchnie 295 tys. hektarów, co odpowiada zmniejszeniu emisji 1534 ton CO₂ rocznie (tab.7).

Tabela. 7. Emisja dwutlenku węgla podczas koszenia murawy

Rodzaj maszyny	Szerokość robocza [m]	Zużycie oleju napędowego [kg/ha]	Emisja CO ₂ w roku [kg/ha]	Emisja CO ₂ w sadach w Polsce [t/rok]
Kosiarka nożowa	1,8	1,74	27,7	8172
Kosiarka bijakowa	1,5	2,07	32,9	9706

Ograniczenie zużycia paliwa a tym samym emisji CO₂ jest możliwe dzięki połączeniu dwóch rodzajów prac w jednym zabiegu. Nowoczesne ciągniki sadownicze są wyposażane w dwa trzypunktowe układy zawieszenia: przedni i tylni. Pozwala to na agregatowanie dwóch maszyn np. opryskiwacza i kosiarki (rys. 18). Produkowane są również kosiarki umożliwiające agregatowanie z opryskiwaczem. Współpraca z ciągnikiem dwóch maszyn pozwala na zredukowanie ilości zabiegów i lepsze wykorzystanie energii silnika ciągnikowego. Całkowita moc do napędu takiego zestawu wynosi 34,6 kW. Optymalne warunki do pracy silnika to wykorzystanie ok. 70% mocy, co oznacza, że ciągnik powinien dysponować mocą około 50 kW. Wykonując pracę takim zestawem ograniczymy zużycie paliwa i emisję CO₂ o około 6%.



Rys. 18. Ciągnik agregatowany z kosiarką i opryskiwaczem.

7. Podsumowanie

W sezonie wegetacyjnym zużycie oleju napędowego w gospodarstwach sadowniczych wynosiło 121 -182 l/ha. Odpowiada to emisji CO₂ od 319 do 480 kg/ha w ciągu roku. Zużycie ponad 80% paliw płynnych przypada na II i III kwartał roku. Wielkość zużycia paliw na hektar sadu w zależności od wielkości gospodarstwa przedstawia tabela 9.

Tabela 8. Zużycie paliwa w gospodarstwach sadowniczych.

Wielkość gospodarstwa [ha]	Średnio roczne zużycie paliwa [l/rok]	Roczne zużycie paliwa [l/ha]
71,0	8600	121
30,0	3820	127
17,6	3200	182
15,0	2020	135
13,5	1630	121
10,0	1360	136

Przeprowadzony monitoring i wykonane pomiary zapotrzebowania mocy pokazały, że w przeciętnych warunkach produkcji sadowniczej zapotrzebowanie mocy na koszenie murawy kształtuje się na poziomie 12 – 22 kW dla kosiarek z poziomo pracującymi nożami, 18 - 23 kW dla kosiarek bijakowych. Natomiast zabiegi ochrony roślin wymagają mocy od 21 do 40kW. Należy pamiętać, że w terenie pofałdowanym należy dodatkowo uwzględnić wzrost oporów przetaczania agregatów podczas pokonywania wzniesień. W przeciętnych warunkach, podczas jednego zabiegu ochrony, ciągnik zużywał od 1,7 do 3,5 kg oleju napędowego na hektar. Odpowiada to emisji CO₂ do atmosfery w granicach 5,4 do 11,1 kg/ha. Koszenie charakteryzuje się mniejszym nakładem energii i niższą emisją CO₂ (odpowiednio 6 do 13 kW/m i 5,4 do 8,6 kg/ha - tab. 10).

Tabela 9. Całkowite zapotrzebowanie mocy, zużycie paliwa i emisja CO₂.

Rodzaj	Całkowite zapotrzebowanie mocy	Zużycie paliwa [kg/ha]	Emisja CO ₂ [kg/ha]
Ochrona roślin	od 21 do 40 kW	od 1,7 do 3,5	od 5,4 do 11,1
Koszenie	od 6 do 13 kW/m	od 1,7 do 2,7	od 5,4 do 8,6
Herbicydy	od 3,3 do 5,4 kW	od 0,8 do 1,3	od 2,5 do 4,1

Wnioski

1. Średnie roczne zużycie paliwa w gospodarstwach sadowniczych wynosiło 131,3 l/ha.
2. Zużycie paliwa na jeden zabieg ochrony roślin wynosi od 1,7 do 3,5 kg/ha, co odpowiada poziomowi emisji CO₂ do atmosfery w zakresie od 5,4 do 11,1 kg/ha.
3. W przeciętnych warunkach eksploatacji opryskiwacze z wentylatorami osiowymi zużywają od 1,7 do 1,9 kg oleju napędowego na hektar, odpowiada to emisję CO₂ do atmosfery od 5,3 do 6,1 kg/ha.
4. Zużycie paliwa na koszenie murawy w sadzie wynosi od 1,7 do 2,7 kg/ha odpowiada to emisji CO₂ do atmosfery od 5,4 do 8,6 kg/ha.

5. Stosowanie w sadach kosiarek nożowych obniża zużycie paliwa w stosunku do kosiarek bijakowych o 15% (o 5,2 kgCO₂/ha w ciągu sezonu wegetacyjnego). W skali kraju oznacza to możliwość zmniejszenia emisji CO₂ o 1534 tys. kg/rok.
6. Zużycie paliwa dla kosiarki nożowej podczas likwidacji krzewów porzeczeki określone na poziomie 24,6 kg/ha było niższe o 9% niż dla kosiarki bijakowej (26,8 kg/ha).
7. Zapotrzebowanie mocy podczas likwidacji karp krzewów porzeczeki określono na poziomie od 6 do 9 kW.
8. Zapotrzebowanie mocy kosiarek sadowniczych podczas rozdrabniania gałęzi po cieciu drzew określono w zakresie od 10 do 19 kW z zależności od masy gałęzi.
9. Zapotrzebowanie mocy urządzenia do zwalczania przymrozków Frostbuster określono na poziomie 40 kW.
10. Całkowity pobór mocy dla glebogryzarek sadowniczych wynosi bocznej 9,2 kW/m i uchyłnej 11,2 kW/m.