

Instytut Technologiczno – Przyrodniczy Oddział w Warszawie

Aleksander Muzalewski

**Zasady doboru maszyn rolniczych
w ramach PROW na lata 2014-2020**



Warszawa 2015

Dyrektor Instytutu
dr hab. inż. Piotr Pasyniuk

Autor p. 7.1 i 7.2 w rozdziale IV
mgr inż. Tadeusz Domasiewicz

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Warszawie
02-532 Warszawa, ul. Rakowiecka 32
tel. 22 542 11 00

Spis treści

WPROWADZENIE	5
I. ZASADY RACJONALNEJ MECHANIZACJI GOSPODARSTW ROLNYCH	7
1. Racjonalna mechanizacja gospodarstw rolnych	7
2. Czynniki doboru maszyn	8
3. Czynniki wpływające na wydajność prac maszynowych	9
4. Podział maszyn ze względu na zastosowanie w gospodarstwie	11
II. METODA OCENY RACJONALNOŚCI WYPOSAŻANIA GOSPODARSTW W ŚRODKI MECHANIZACJI	13
1. Założenia oceny	13
2. Algorytmy oceny	14
3. Dobór maszyn a terminowość zabiegów agrotechnicznych	17
3.1. Terminowość zabiegów agrotechnicznych	17
3.2. Kryterium agrotechniczne	18
3.3. Zasady doboru kombajnów zbożowych – kryterium agrotechniczne	19
III. METODY I WSKAŹNIKI OCENY DOBORU WYBRANYCH ŚRODKÓW TRANSPORTOWYCH	23
1. Ciągniki rolnicze	23
1.1. Technologiczna metoda doboru ciągników do gospodarstwa rolnego	23
1.2. Wskaźnikowa metoda doboru ciągników do gospodarstwa rolnego	24
1.3. Kryteria oceny doboru ciągników rolniczych.....	25
1.3.1. Wskaźniki doboru ciągników rolniczych	25
1.3.2. Tolerancja oceny.....	27
1.3.3. Przykłady szacowania wartości wskaźników	28
1.3.4. Uwagi dodatkowe	30
1.4. Ciągniki sadownicze.....	31
1.5. Ciągniki na terenach górzystych.....	32
2. Przyczepy rolnicze.....	33
2.1. Użytkowanie przyczep w gospodarstwach rolnych	33
2.2. Zasady doboru przyczep rolniczych	34
2.3. Kryteria oceny doboru przyczep rolniczych	36
3. Ładowacze i ładowarki rolnicze	37
3.1. Ładowacze ciągnikowe.....	37
3.2. Ładowarki samobieżne	39
4. Podnośniki widłowe	43
4.1. Podnośniki widłowe ciągnikowe	43
4.2. Wózki widłowe podnośnikowe.....	43
IV. WSKAŹNIKI OCENY DOBORU I WYKORZYSTANIA WYBRANYCH MASZYN, NARZĘDZI I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH	45
1. Maszyny, narzędzia i urządzenia stosowane w uprawach polowych	45
1.1. Uwagi do metody oceny racjonalności zakupu maszyn	45
1.2. Pługi.....	47
1.3. Brony talerzowe.....	48
1.4. Agregaty podorywkowe	48
1.5. Aktywne maszyny uprawowe.....	49
1.6. Agregaty do uprawy przedsiewnej	51
1.7. Rozsiewacze nawozów mineralnych	52
1.8. Rozrzutniki obornika	53
1.9. Wozy asenizacyjne	56
1.10. Aplikatory gnojowicy	58
1.11. Siewniki zbożowe.....	62
1.12. Agregaty uprawowo-siewne	63

1.13. Siewniki punktowe	66
1.14. Opryskiwacze polowe.....	66
1.15. Kosiarki rotacyjne.....	67
1.16. Przetrzaskarki i zgrabiarki karuzelowe	69
1.17. Prasy zbierające	70
1.18. Platformy do bel siana i słomy	70
1.19. Przyczepy zbierające (zbieracze) do siana i słomy	73
1.20. Przyczepy zbierające silosowe	74
1.21. Kombajny do zbioru zbóż.....	75
1.22. Sieczkarnie polowe.....	79
1.23. Maszyny do zbioru ziemniaków	80
1.24. Maszyny do zbioru buraków cukrowych.....	80
2. Suszarnie ziarna.....	81
3. System GPS - rolnictwo precyzyjne	83
4. Maszyny i urządzenia do uprawy i zbioru roślin energetycznych	85
5. Maszyny stosowane w warzywnictwie.....	87
6. Maszyny i urządzenia stosowane w sadownictwie	89
6.1. Maszyny do zbioru i obróbki owoców	89
6.2. Zasady doboru opryskiwaczy sadowniczych.....	90
6.3. Platformy sadownicze.....	93
7. Maszyny i urządzenia stosowane w produkcji zwierzęcej.....	95
7.1. Ocena racjonalności doboru urządzeń udojowych	95
7.2. Ocena racjonalności doboru schładzarek mleka	98
7.3. Maszyny i urządzenia do przygotowania i zadawania pasz.....	99
7.4. Wozy paszowe.....	100
7.5. Stacje paszowe.....	102
ZAKOŃCZENIE.....	104
ZAŁĄCZNIKI.....	105
Załącznik 1 - Wyposażenie rolnictwa w ciągniki, przyczepy i ładowacze.....	106
Załącznik 2 - Wskaźniki wyposażenia gospodarstw w ciągniki w układzie powiatowym.....	109
Załącznik 3 - Wybrane wyniki badań IBMER/ITP z lat 1992-2010	111
Załącznik 4 - Zwięzłość gleby.....	114
Załącznik 5 - Nakłady pracy ciągników w technologiach produkcji roślinnej	115
Załącznik 6 - Tolerancja oceny doboru maszyn do gospodarstw rolnych	117
Załącznik 7 - Tolerancja oceny doboru kombajnów zbożowych	119
LITERATURA	122

Wprowadzenie

Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 (PROW 2014-2020) stwarza kolejną szansę na rozwój i unowocześnienie gospodarstw rolnych przez dofinansowanie projektów obejmujących między innymi modernizację parku ciągnikowo-maszynowego. W zależności od rodzaju poddziałań i operacji, realizowane w ramach tego programu projekty inwestycyjne powinny przyczynić się do poprawy ogólnych wyników gospodarstw rolnych, tj. poprawy konkurencyjności i zwiększenia ich rentowności, w tym między innymi poprzez podjęcie nowych kierunków lub zmianę organizacji produkcji, wprowadzenie nowych technologii, w tym służących ochronie środowiska lub zapobieganiu zmianie klimatu. Realizacja powyższych celów zwykle wiąże się z koniecznością modernizacji posiadanych zasobów, w tym np. poprzez zakup nowoczesnych maszyn, ciągników i urządzeń rolniczych.

Składane przez rolników do Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) wnioski o dofinansowanie inwestycji w ramach poddziałań i operacji obejmujących zakup sprzętu rolniczego podlegają weryfikacji, między innymi pod względem zakresu rzeczowego i kryterium ekonomicznego. W pierwszym przypadku weryfikowana jest przydatność maszyny do wymagań stosowanych w gospodarstwie technologii produkcji rolniczej. W przypadku kryterium ekonomicznego sprawdzane jest dostosowanie wydajności maszyny lub mocy ciągnika do skali i intensywności prowadzonej działalności produkcyjnej. Spełnienie obu tych wymagań może świadczyć o racjonalności doboru sprzętu rolniczego do gospodarstwa i jest jedną z przesłanek pozytywnej oceny projektu.

Wprowadzenie do gospodarstwa nowej maszyny, ciągnika bądź urządzenia powinno przyczynić się między innymi do poprawy: organizacji produkcji, w tym związanej ze zmianą jej profilu, terminowości realizacji zabiegów polowych, jakości wykonania prac maszynowych, jak również do polepszenia warunków i bezpieczeństwa pracy rolników, a także do zmniejszenia niekorzystnego oddziaływania techniki rolniczej na środowisko i klimat. Suma powyższych wymiernych i bezpośrednio niewymiernych efektów nowoczesnej mechanizacji powinna przeważać nad kosztami jej stosowania. Możemy wtedy stwierdzić, że zakup maszyny jest racjonalny. Tę racjonalność należy pojmować jako efektywne użytkowanie technicznych środków pracy generujące określone korzyści dla gospodarstwa.

Powyższe założenia były podstawą opracowania zasad doboru maszyn i ciągników do gospodarstw rolnych. W niniejszej publikacji przedstawiono wytyczne dotyczące wyposażania gospodarstw w sprzęt rolniczy, w tym algorytmy i kryteria oceny racjonalności doboru oraz wykorzystania wybranych maszyn i urządzeń rolniczych przede wszystkim pod kątem inwestycji realizowanych w poddziałaniach:

- a) *Wsparcie inwestycji w gospodarstwach rolnych, w tym w operacjach typu:*
 - *Modernizacja gospodarstw rolnych,*
 - *Inwestycje w gospodarstwach położonych na obszarach Natura 2000,*
 - *Inwestycje w gospodarstwach położonych na obszarach OSN,*
 - b) *Wsparcie inwestycji w odtwarzanie gruntów rolnych i przywracanie potencjału produkcji rolnej zniszczonego w wyniku klęsk żywiołowych, niekorzystnych zjawisk klimatycznych i katastrof, operacja typu:*
 - *Inwestycje odtwarzające potencjał produkcji rolnej.*
- Opracowane wytyczne i wskaźniki doboru maszyn mogą być także użyteczne na etapie przygotowywania i oceny wniosków w ramach poddziałania:
- c) *Pomoc na rozpoczęcie działalności gospodarczej na rzecz rozwoju małych gospodarstw, operacja typu:*
 - *Restrukturyzacja małych gospodarstw,*
 - d) *Pomoc w rozpoczęciu działalności gospodarczej na rzecz młodych rolników, operacja typu:*
 - *Premie dla młodych rolników.*

Publikacja zawiera wskaźniki eksploatacyjne i/lub wskaźniki racjonalnego wykorzystania, względnie wskaźniki doboru sprzętu do gospodarstw w zależności od skali produkcji, w tym od arealu poszczególnych upraw, obsady zwierząt lub wielkości produkcji rolniczej. Powyższe wskaźniki opracowano dla ciągników i innych środków transportowych oraz dla maszyn, narzędzi i urządzeń stosowanych w typowych pracach polowych, w produkcji roślin „energetycznych”, w warzywnictwie i sadownictwie, a także w produkcji zwierzęcej, w tym urządzeń i maszyn stosowanych do doju i schładzania mleka oraz wybranych maszyn i urządzeń do przygotowania i zadawania pasz.

Zaproponowane wartości wskaźników doboru poszczególnych rodzajów oraz typów sprzętu rolniczego ustalono na podstawie specjalistycznej literatury krajowej i zagranicznej, wyników badań własnych Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego (ITP) (poprzednia nazwa: Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa (IBMER)), a także na podstawie doświadczeń ekspertów z innych placówek naukowych oraz producentów, przedstawicieli handlowych i użytkowników sprzętu rolniczego. Przy określaniu wartości wskaźników racjonalnego doboru maszyn do gospodarstw rolnych uwzględniono zarówno możliwość zapewnienia dostępu w miarę szerokiej grupy rolników do zmechanizowanych, nowoczesnych technologii produkcji rolniczej, jak również wzięto pod uwagę brak praktycznej możliwości intensywnego użytkowania większości rodzajów środków mechanizacji w warunkach znacznego rozdrobnienia polskiego rolnictwa.

Niniejsza publikacja została opracowana na podstawie materiału zawartego w: ekspertyzie wykonanej w IBMER [MUZALEWSKI i in. 2007a], publikacji pt. Zasady doboru maszyn rolniczych [MUZALEWSKI 2008] oraz jej aktualizacji [MUZALEWSKI 2014]. Powyższe opracowania są dostępne między innymi na stronach internetowych ARiMR. W przygotowaniu wytycznych i wskaźników doboru maszyn wykorzystano także:

- merytoryczne sugestie i pytania kierowane do ITP/IBMER przez rolników, pracowników ARiMR, a także grono pozostałych zainteresowanych,
- wyniki analiz danych z Powszechnych Spisów Rolnych z 2002 i 2010 roku,
- doświadczenia z realizacji działań inwestycyjnych w ramach PROW 2007–2013,
- a także aktualne wyniki badań oraz analizy autorów (ekspertów) z innych ośrodków badawczych z kraju i z zagranicy.

Opracowanie adresowane jest do potencjalnych beneficjentów poddziałań inwestycyjnych w ramach PROW 2014-2020 obejmujących zakup sprzętu rolniczego oraz do pracowników ARiMR oceniających wnioski o przyznanie pomocy w tych poddziałaniach. Mamy nadzieję, że zawarte w publikacji praktyczne wskaźniki, parametry i zalecenia będą przydatne na etapie przygotowywania wniosków o przyznanie pomocy do planowanych inwestycji oraz przy ocenie prawidłowości doboru maszyn do gospodarstw. Opracowanie może być także przydatne w praktyce rolniczej, jako narzędzie ułatwiające wprowadzanie racjonalnego postępu technicznego w polskim rolnictwie.

UWAGA: Dla wybranych, wysokowydajnych rodzajów środków mechanizacji produkcji rolniczej opracowano wskaźniki ich doboru do gospodarstw lub odpowiednich upraw o powierzchni powyżej 300 ha. Realizacja tego rodzaju inwestycji w ramach operacji typu np. *Modernizacja gospodarstw rolnych* lub *Premie dla młodych rolników*, w których maksymalna powierzchnia gospodarstwa nie może przekraczać właśnie 300 ha, będzie możliwa jedynie przez osoby wspólnie wnioskujące o przyznanie pomocy. W tym przypadku, jedną z przesłanek pozytywnej oceny wniosku będzie zapewnienie przez grupę wspólnie wnioskujących rolników racjonalnego wykorzystania maszyn, zgodnego z odpowiednimi dla tych wysokowydajnych maszyn kryteriami doboru.

I. Zasady racjonalnej mechanizacji gospodarstw rolnych

1. Racjonalna mechanizacja gospodarstw rolnych

Racjonalnie dobrany i użytkowany park ciągnikowo-maszynowy powinien usprawnić realizację zabiegów produkcyjnych zgodnie z wymaganiami agrotechnicznymi (okresy agrotechniczne i jakość wykonania zabiegów), natomiast koszty jego posiadania nie mogą obciążać gospodarstwa ponad możliwości bieżącego odtwarzania sprzętu. Powyższe stwierdzenie zawiera kilka istotnych elementów, na które należy zwrócić uwagę przy wyposażaniu gospodarstw w środki mechanizacji.

Okresy agrotechniczne. W produkcji roślinnej charakteryzującej się naturalnym procesem wegetacji, w tym kolejnymi fazami rozwoju roślin, niezmiernie ważne jest dostosowanie terminu i czasu wykonania poszczególnych prac maszynowych do wymagań roślin. Każdą z uprawianych roślin cechuje optymalny termin wykonania kolejnych zabiegów, którego przekroczenie powoduje obniżkę plonu lub jakości, a także może być powodem innych strat lub nadzwyczajnych kosztów (np. konieczność dosuszania wilgotnego ziarna). Dotyczy to głównie zbiorów i siewów, ale też innych zabiegów agrotechnicznych.

Jakość wykonania zabiegów. Dla plonowania roślin i zapewnienia odpowiedniej jakości zebranych płodów rolnych konieczne jest wykonanie wszystkich prac z jak najwyższą starannością, poczynając od uprawy gleby przed siewem, poprzez siew, nawożenie, pielęgnację i zbiór, a kończąc na transporcie i odpowiednim przechowywaniu płodów rolnych.

Koszty wykonania prac maszynowych są pochodną ilości i wartości znajdującego się na wyposażeniu gospodarstwa sprzętu rolniczego oraz bieżących kosztów jego użytkowania. W przeliczeniu na jednostkę pracy (godz., ha, t, szt.) tzw. koszty utrzymania maszyn, tj. koszty ich posiadania, są tym mniejsze, im bardziej jest wykorzystany potencjał eksploatacyjny poszczególnych maszyn, a więc im bardziej intensywnie są one w ciągu roku użytkowane. Realizacja tego celu zależy między innymi od właściwego doboru maszyn, dostosowanego do skali produkcji.

Możliwość odtwarzania posiadanego przez gospodarstwo parku ciągnikowo-maszynowego zależy od relacji pomiędzy wartością produkcji a ponoszonymi na tę działalność nakładami. Wypracowany w gospodarstwie dochód powinien z jednej strony zapewnić byt rodzinie, a z drugiej powinien umożliwić inwestowanie w nowy sprzęt rolniczy i inne środki trwałe, zarówno w celu odtwarzania zużytych zasobów, jak i rozwoju gospodarstwa. Ograniczone możliwości inwestycyjne oraz konieczność obniżania kosztów produkcji wskazują na potrzebę zachowania umiaru przy planowaniu wyposażania gospodarstwa w zbyt liczny i wydajny, ale kosztowny sprzęt rolniczy.

Z powyższego wynika, że przy doborze maszyn do gospodarstwa należy przede wszystkim pamiętać o **zasadzie dostosowania inwestycji do skali produkcji** – maszyny i ciągniki powinny z jednej strony umożliwić wykonanie prac polowych w optymalnych terminach agrotechnicznych, w możliwie krótkim okresie czasu, a z drugiej strony liczba i wydajność posiadanych zestawów ciągnikowo-maszynowych nie może być zbyt duża, z uwagi na ryzyko przeinwestowania gospodarstwa ponad jego możliwości akumulacji i odtwarzania posiadanych zasobów. Wyrazem tego przeinwestowania jest także brak możliwości racjonalnego wykorzystania maszyny, co przekłada się na wzrost kosztów mechanizacji i spadek opłacalności produkcji.

Powyższe uwagi wskazują na to, że inwestować w maszyny należy tak dużo, jak to jest niezbędne z uwagi na wymagania agrotechniki roślin i organizacji produkcji, a równocześnie

tak mało, aby koszty związane z utrzymaniem posiadanego sprzętu rolniczego, w tym wynikające ze spłaty kredytów i odsetek, nie obciążały nadmiernie gospodarstwa i nie podważały ekonomicznej sensowności prowadzonej działalności. **Konieczny jest zatem kompromis pomiędzy potrzebą spełnienia wymagań agrotechnicznych poszczególnych zabiegów produkcyjnych a wydajnością i kosztami eksploatacji zastosowanych maszyn.** Pochopne inwestowanie w sprzęt rolniczy może doprowadzić do nadmiernego zadłużenia gospodarstwa, a w konsekwencji do utraty płynności finansowej i zdolności finansowania bieżących wydatków produkcyjnych. Zakup maszyn jest wtedy uzasadniony, gdy maszyna ma zapewniony odpowiedni front pracy (skala produkcji i świadczonych usług) w działalności przynoszącej dochód, czyli jest niezbędna dla efektywnej realizacji produkcji.

2. Czynniki doboru maszyn

Jak wykazują liczne badania, wyposażenie gospodarstw w sprzęt rolniczy, w tym liczba, rodzaje, wartość i wydajności maszyn oraz liczba i moc stosowanych ciągników są bardzo zróżnicowane pomiędzy poszczególnymi gospodarstwami, nawet o podobnym profilu produkcji. Czynnikiem najbardziej różnicującym gospodarstwa pod względem wyposażenia w środki mechanizacji jest niewątpliwie **wielkość (areal) gospodarstwa**. Jest on głównym wyróżnikiem **skali produkcji**. Obserwowane w ramach poszczególnych grup obszarowych gospodarstw zróżnicowanie wyposażenia technicznego jest natomiast pochodną struktury produkcji, w tym udziałem upraw pracochłonnych (np. okopowe), a także jej specjalizacji.

Różnice w poziomie wyposażenia w ciągniki i maszyny rolnicze to także, a może przede wszystkim, rezultat dysproporcji w rozwoju i w **sile ekonomicznej** poszczególnych jednostek. Gospodarstwa o utrwalonej pozycji na rynku, dochodowe, które stosunkowo wcześniej osiągnęły etap zaawansowanej mechanizacji, wyróżniają się dzisiaj bogatym zestawem sprzętu rolniczego, zwłaszcza w odniesieniu do producentów rolnych z regionów o rozdrobnionej strukturze agrarnej. Ta pierwsza grupa, zdecydowanie większych i rozwiniętych gospodarstw, zgłasza dzisiaj popyt na wydajne maszyny nowej generacji, podczas gdy mniejsze i słabsze ekonomicznie gospodarstwa znajdują się na etapie wyposażania w sprzęt podstawowy.

Gospodarstwo o niewielkiej skali produkcji zwykle nie jest w stanie wypracować dochodów umożliwiających sfinansowanie bogatego zestawu maszyn. Mała skala produkcji ogranicza także możliwości racjonalnego wykorzystania maszyn, czego wyrazem są nadmiernie wysokie koszty ich eksploatacji oraz niska opłacalność prowadzonej działalności. Z powyższych względów mniejsze gospodarstwa, a takie dominują w polskim rolnictwie, wybierają prostsze, mniej wydajne, ale stosunkowo tanie maszyny. Jeśli już decydują się na zakup maszyn specjalistycznych, to jest to najczęściej sprzęt używany, a więc tańszy. Na „luksus” dysponowania pełnym i wydajnym zestawem maszyn mogą sobie pozwolić jedynie bardzo duże, kilkusethektarowe jednostki, chociaż i one w wielu przypadkach wybierają tańszą usługę zamiast inwestować w drogą specjalistyczną maszynę, która nie ma zapewnionego dostatecznego frontu pracy w gospodarstwie.

Innym czynnikiem, który oddziałuje na poziom umaszynowania gospodarstw jest **forma mechanizacji** prac polowych (indywidualna, usługowa lub zespołowa). Gospodarstwo korzystające z usług mechanizacyjnych nie musi posiadać kompletnego zestawu maszyn. Rolnicy dążą jednak do samowystarczalności pod względem wyposażenia w sprzęt rolniczy i korzystają z usług najczęściej tylko przy zbiorze plonów. Argumentem uzasadniającym posiadanie własnych maszyn może być np. niedostępność usług, względnie ich wysoki koszt lub zawodność. Swoboda dysponowania własną maszyną jest gwarancją szybkiego jej zastosowania, w odpowiednim momencie, co jest istotne w niesprzyjających warunkach pogodowych oraz w krótkich okresach agrotechnicznych.

Szczególne, specyficzne potrzeby gospodarstw, ze względu na liczbę i wydajność maszyn oraz moc ciągników determinowane są indywidualnymi warunkami gospodarowania. Są one charakteryzowane między innymi przez:

- **Czynniki przyrodnicze**, w tym: **typ gleb** – głównie ze względu na ich zwięzłość wpływającą na opór stawiany narzędziom uprawowym i wymaganą klasę uciążu współpracujących z tymi narzędziami ciągników oraz **warunki klimatyczne**, a zwłaszcza poziom i częstotliwość opadów deszczu w okresach prac polowych.
- **Czynniki topograficzne**: ukształtowanie (rzeźba) terenu, liczba działek wchodzących w skład gospodarstwa oraz ich odległość od siedliska (rozłóg), stan dróg dojazdowych, wielkość i kształt pól, przeszkody terenowe.
- **Czynniki ekonomiczne**: stan dotychczasowego wyposażenia gospodarstwa w środki mechanizacji oraz możliwość realizacji inwestycji maszynowych, opłacalność wprowadzania postępu technicznego zależna między innymi od relacji kosztu mechanizacji do zasobów i kosztu robocizny, spodziewane wymierne i niewymierne efekty modernizacji.

Ogół tych czynników, a można by wymienić jeszcze inne, wpływa na racjonalność doboru środków mechanizacji do poszczególnych gospodarstw rolnych, w tym na wydajność agregatów ciągnikowo-maszynowych niezbędną do sprawnej realizacji prac. Trzeba przy tym podkreślić, że podstawowe znaczenie z punktu widzenia racjonalnego doboru i wykorzystania sprzętu rolniczego, w tym minimalizacji kosztów prac maszynowych, ma **skala produkcji**, związana z powierzchnią gospodarstwa (arealem użytków rolnych (UR)) oraz strukturą i intensywnością produkcji (udział upraw pracochłonnych oraz poziom nakładów czynników produkcji).

3. Czynniki wpływające na wydajność prac maszynowych

Poszczególne rodzaje i typy maszyn charakteryzują się określoną wydajnością pracy zależną między innymi od szerokości i prędkości roboczej. Na tzw. wydajność efektywną, czyli osiąganą podczas nieprzerwanej pracy maszyny na polu, największy wpływ wywiera: rodzaj i wilgotność gleby oraz jej zakamienienie, rzeźba terenu, stan i masa zbieranego plonu, stopień zachwaszczenia uprawy, dawki stosowanych środków (nawozy, chemikalia, materiał siewny), a także odpowiednia regulacja i stan techniczny maszyny. Z tego powodu np. orka gleby zwięzłej trwa dłużej niż gleby piaszczystej, a kombajnowy zbiór zboża o plonie 6 t/ha zajmuje więcej czasu niż zbiór zboża o plonie 3 t/ha.

Jednak przy określaniu potrzeb w zakresie umaszynowania gospodarstwa celowe jest uwzględnienie tzw. **wydajności eksploatacyjnej** (praktycznej) poszczególnych maszyn. Oznacza ona zdolność do wykonania określonej ilości pracy w ciągu dnia roboczego, w warunkach konkretnego gospodarstwa. Jest ona zdecydowanie niższa od wydajności efektywnej (czasami nawet o połowę), gdyż dodatkowo zależy między innymi od: wielkości i kształtu pól (straty czasu na uwrociach), rozłogu gospodarstwa, w tym liczby działek oraz ich odległości od siedliska (czas przejazdów jałowych), sprawnej organizacji odbioru płodów rolnych, np. od kombajnu, względnie transportu na pole środków produkcji (nawozy, woda, sadzeniaki), przerw w pracy (awarie i usterki, czynniki losowe), czasu niezbędnego do przygotowania maszyny do pracy oraz na obsługę po zakończeniu dnia roboczego.

Rzeźba – ukształtowanie terenu. Podczas zabiegów uprawowych na zboczach o pochyleniu do 8°, a szczególnie orki, trzeba się liczyć z nieuniknionym spadkiem wydajności o 11-38% w stosunku do warunków pracy agregatów ciągnikowo-uprawowych na terenie płaskim.

Liczba i odległość działek rolnych. Rolnictwo polskie charakteryzuje się nie tylko małą średnią powierzchnią gospodarstw, ale także niekorzystnym rozłogiem wielu z nich (liczba działek oraz ich odległość od siedziska). Według danych Powszechnego Spisu Rolnego (PSR) z 2010 r., w grupie gospodarstw o powierzchni ponad 1 ha, aż 24,9% posiada więcej niż 5 działek rolnych, a 9,4% gospodarstw w Polsce ma przynajmniej jedną działkę położoną w odległości co najmniej 5 km od gospodarstwa, a 8,2% w odległości 10 km i więcej [GUS 2013]. Wpływ rozproszenia działek na obniżenie dziennej i sezonowej wydajności agregatów maszynowych jest tym większy, im mniejsza jest powierzchnia poszczególnych pól (działek) oraz im bardziej są one oddalone od gospodarstwa.

Zwiększenie odległości dojazdu do pola z 0,5 do 5 km, wydłuża czas pracy maszyn o ok. 32 minuty (przejazdy tam i z powrotem). Przy 10-godzinnym dniu pracy oznacza to spadek wydajności eksploatacyjnej o około 5,3%. W przypadku orki z wydajnością 0,33 ha/godz. zaorana w ciągu dnia powierzchnia jest mniejsza tylko o 0,17 ha, ale już w przypadku pracy kombajnu zbożowego o wydajności roboczej 2 ha/godz., ta powierzchnia zmniejsza się aż o 1,07 ha/dzień.

Z uwagi na sprawną realizację prac należy przyjąć, że gospodarstwo o rozproszonej strukturze, z działkami (polami) położonymi w znacznej odległości od siedziska, powinno dysponować zestawem maszyn i ciągników o około 10-15% wydajniejszym w stosunku do gospodarstwa o zwartej strukturze obszarowej.

Zwięzłość gleby. Zwięzłość gleby jest tym czynnikiem, który w największym stopniu wpływa na wydajność maszyn do uprawy gleby oraz klasę uciążu współpracującego z maszyną ciągnika. Różnice w wydajności orki różnych rodzajów gleb (ciężkie, lekkie) mogą wynosić nawet 50%. Podczas doboru ciągników do gospodarstwa należy zwrócić uwagę na to, że podstawowy ciągnik w gospodarstwie powinien zapewnić możliwość pracy w najtrudniejszych warunkach glebowych z dostatecznie dużymi narzędziami uprawowymi dostosowanymi do skali produkcji.

Wielkość pola. Warunki naturalne gospodarstwa, w tym powierzchnia i topografia pól, na których pracują maszyny, wpływają z jednej strony na wydajność, a z drugiej na koszty. Wydajność maszyn istotnie maleje na powierzchniach mniejszych niż 1,0 ha, szczególnie gdy obrys pola jest nieregularny. Agregaty ciągnikowo-maszynowe i samobieżne kombajny osiągają mniejszą wydajność na polach małych z uwagi na większy udział czasu nawrotów i innych przejazdów jałowych w czasie roboczym maszyny. Dlatego np. orka pola o powierzchni 20 ha jest o 25 do 40% wydajniejsza niż pola 1 ha, w zależności od zwięzłości gleby i szerokości roboczej pługa. Podobnie zbiór zboża kombajnem z pola o powierzchni 20 ha jest o około 15-45% wydajniejszy niż z pola 1 ha.

Ogół tych czynników rzutuje na ilość pracy możliwej do wykonania w ciągu dnia roboczego, a razem z liczbą dni dyspozycyjnych w okresie agrotechnicznym - na zdolność maszyny do wykonania określonej pracy w tym okresie. Układ tych czynników determinuje tzw. „**łatwe**” bądź „**trudne**” warunki gospodarstwa, z uwagi na wydajność prac maszynowych, co obrazuje tabela 1. W gospodarstwie o niekorzystnym układzie tych czynników wydajność zestawów maszynowych powinna być odpowiednio wyższa, aby zagwarantować wykonanie wszystkich prac w zalecanym terminie. Również w przypadku nakładania się terminów wykonania zabiegów agrotechnicznych (w okresie spiętrzenia prac polowych) moce wykonawcze posiadanych środków mechanizacji powinny być odpowiednio wyższe, względnie należy skorzystać z dodatkowego najmu usług.

Tabela 1. Wybrane czynniki określające warunki gospodarstwa (łatwe, trudne) z uwagi na wydajność prac zmechanizowanych

Czynniki doboru maszyn	Łatwe	Trudne
Rodzaj gleby	Lekkie	Ciężkie
Wilgotność gleby w trakcie wykonywania zabiegów	Optymalna	Za duża/mała
Zakamienianie pola	Brak	Duże
Rzeźba terenu	Płaska	Pofałdowana
Stan zachwaszczenia upraw	Mały	Duży
Plony płodów rolnych	Niskie	Wysokie
Dawki środków produkcji, np. nawozów	Niskie	Wysokie
Wielkość pól	Ponad 2 ha	Do 1 ha
Kształt pól	Prostokątny	Nieregularny
Liczba działek	Do 3	Powyżej 3
Odległość dojazdu do pól	Mała	Duża
Stan dróg dojazdowych do pól	Dobry	Zły
Opady deszczu w okresach prac polowych	Brak	Częste
Stan techniczny maszyny	Dobry	Zły

Źródło: Opracowanie własne

4. Podział maszyn ze względu na zastosowanie w gospodarstwie

Do **maszyn podstawowych** lub **ogólnouprawowych** zaliczamy te, których głównym zadaniem jest odtworzenie zdolności produkcyjnych gleby i zapewnienie warunków do rozwoju roślin, a ich użycie jest niezbędne w większości rodzajów upraw. Są to więc maszyny o potencjalnie dużej rocznej wydajności, gdyż mogą być wykorzystywane na całym areale gruntów ornych, względnie użytków rolnych gospodarstwa. Znajdują one zastosowanie w następujących rodzajach prac polowych:

- podstawowa uprawa roli (orka oraz zabiegi późniejszej i przedwiosennej uprawy roli),
- nawożenie mineralne i organiczne,
- siewy zbóż i roślin technologicznie podobnych siewnikami uniwersalnymi.

Nazwa tej grupy maszyn wywodzi się również stąd, że zwykle stanowią one podstawę wyposażenia ogółu gospodarstw rolnych.

Zastosowanie **maszyn specjalistycznych** jest zwykle ograniczone do uprawy jednej lub wąskiej grupy roślin, bądź chowu określonego gatunku zwierząt. Są to więc maszyny o wąskiej specjalizacji i najczęściej o stosunkowo niewielkim **wykorzystaniu** w ciągu roku. Zalicza się do nich przede wszystkim większość maszyn do zbioru płodów rolnych, a także wybrane maszyny związane z uprawą pewnych grup roślin (np. siewniki punktowe, sadzarki). W tej grupie należy także wymienić maszyny o bardzo specyficznym, względnie rzadkim zastosowaniu, w tym również maszyny o nietypowej konstrukcji (np. głębosze, zgarniacze i zbieracze kamieni). Zdaniem autora sprzętem specjalistycznym są także opryskiwacze, z uwagi na specyfikę wykonywanych nimi zabiegów chemicznej ochrony roślin.

Najważniejszą grupę wśród maszyn specjalistycznych stanowią maszyny do zbioru roślin (zbóż i roślin technologicznie podobnych, buraków, ziemniaków, zielonek i siana). Charakteryzują się one dużym zróżnicowaniem funkcjonalnym i konstrukcyjnym. Ich zastosowanie ogranicza się zwykle do zbioru jednego rodzaju roślin. Maszyny te są zazwyczaj najdroższe (np. kombajny do zbioru zbóż, zielonek, okopowych) i z tego powodu

najbardziej obciążają gospodarstwo kosztami stałymi. Nieracjonalne wykorzystanie tych maszyn powoduje zwiększenie kosztów produkcji. Decyzja o ich zakupie powinna być poprzedzona szczególnie wnikliwą analizą możliwości efektywnego wykorzystania, w tym także w usługach lub w ramach zespołowego użytkowania maszyn.

Maszyny uzupełniające służą głównie do transportu oraz przeładunków środków produkcji i płodów rolnych oraz różnego rodzaju obróbki uzyskanych płodów rolnych.

W prawie każdej z tych grup maszyn (podstawowe, specjalistyczne, uzupełniające) znaleźć można relatywnie tanie, ale proste lub mało wydajne konstrukcje, jak również rozwiązania nowoczesne i wydajne, ale kosztowne. Od możliwości finansowych i warunków gospodarstwa oraz wymogów prowadzonej działalności zależy wybór określonego typu maszyny.

Odrębną i bardzo zróżnicowaną grupę sprzętu rolniczego stanowią maszyny mające zastosowanie w produkcji zwierzęcej oraz cała gama maszyn, narzędzi i urządzeń przeznaczonych do mechanizacji prac w warzywnictwie i sadownictwie.

II. Metoda oceny racjonalności wyposażania gospodarstw w środki mechanizacji

1. Założenia oceny

Zasadniczym sposobem oceny racjonalności zakupu maszyn i ciągników rolniczych w ramach projektów inwestycyjnych realizowanych w ramach PROW 2014-2020 jest porównanie intensywności użytkowania tych środków mechanizacji z przyjętą wartością kryterialną. Miarą tego kryterium jest roczne wykorzystanie, np. w godz./rok, ha/rok itp., sprzętu rolniczego przy założonym okresie jego eksploatacji.

W przypadku wybranych grup środków mechanizacji bardziej użytecznym sposobem oceny racjonalności ich doboru do gospodarstw jest zastosowanie metody wskaźnikowej. Polega ona między innymi na porównaniu poziomu wyposażenia gospodarstwa w powyższe środki mechanizacji, z określonymi dla podobnej grupy gospodarstw wskaźnikami stanowiącymi kryterium tej oceny. Takie podejście pozwala na pośrednią ocenę intensywności użytkowania maszyn przy założeniu, że przyjęte do porównań wskaźniki opracowano z należytą dokładnością oraz że zachowano warunek porównywalności gospodarstw.

Należy zauważyć, że w ocenie racjonalności wyposażania gospodarstw w sprzęt rolniczy i jego użytkowania równie istotne, z punktu widzenia ekonomiki gospodarowania, są także inne aspekty procesu produkcyjnego, takie np. jak spełnienie podstawowych wymagań agrotechnicznych, w tym zwłaszcza dotyczących terminowości prac i ich jakości.

Natomiast z punktu widzenia założonych celów programu rozwoju i modernizacji rolnictwa ważne jest także umożliwienie dostępu szerszej grupy rolników (beneficjentów działań inwestycyjnych PROW) do zmechanizowanych, nowoczesnych technologii produkcji rolniczej.

Przy określaniu wskaźników racjonalnego doboru maszyn rolniczych do gospodarstw, w tym minimalnego (normatywnego) wykorzystania maszyn, wzięto pod uwagę:

- liczbę dni dyspozycyjnych w sezonie wyznaczających nieprzekraczalny, ze względów agrotechnicznych, okres czasu na wykonanie poszczególnych prac polowych,
- potrzebę wykonania wybranych prac w bardzo krótkim czasie, czasami w ciągu jednego dnia, np. z uwagi na uniknięcie ryzyka zarażenia upraw polowych lub sadowniczych chorobami grzybowymi,
- zapewnienie, z uwagi na minimalizację kosztów mechanizacji, możliwie wysokiego wykorzystania potencjału eksploatacyjnego maszyn i urządzeń w gospodarstwie rolnym¹, a z drugiej strony, celem zwiększenia dostępności rolników do techniki rolniczej i nowoczesnych rozwiązań w tym zakresie założono, że potencjał ten może być wykorzystany w 50-75% wartości normatywnych, a w szczególnych przypadkach nawet mniej.

Ponadto dla większości rodzajów maszyn i urządzeń rolniczych przyjęto stosunkowo długi okres ich eksploatacji wynoszący 20-25 lat.

¹ W ocenie doboru maszyn i ciągników rolniczych do gospodarstw rolnych, w działaniu „Modernizacja ...”, nie uwzględnia się możliwości dodatkowego ich wykorzystania w usługach sąsiedzkich, gdyż nie przewidują tego warunki przyznawania pomocy w ramach tego działania. Możliwe jest natomiast złożenie wniosku o dofinansowanie zakupu maszyny przez grupę rolników w celu wspólnego używania maszyny.

W wyniku powyższych założeń określono minimalne wykorzystanie większości rodzajów środków mechanizacji na niższym od normatywnego poziomie. Uzasadnieniem dla takiego podejścia jest potwierdzony między innymi wynikami badań IBMER/ITP brak praktycznej możliwości pełnego wykorzystania potencjału eksploatacyjnego większości rodzajów środków mechanizacji w warunkach znacznego rozdrobnienia polskiego rolnictwa [MUZALEWSKI 2007a]. W innym przypadku pomoc oferowana w ramach programu PROW 2014-2020 trafi wyłącznie do gospodarstw największych, gdyż pozostałe nie będą mogły zagwarantować odpowiedniego wykorzystania maszyn.

Zaproponowane wartości wskaźników racjonalnego (minimalnego) wykorzystania poszczególnych rodzajów oraz typów maszyn i urządzeń rolniczych, zostały ustalone na podstawie:

- danych literaturowych krajowych [MUZALEWSKI 2007a, 2010; LORENCOWICZ 2012; BANASIAK 1999] i zagranicznych [KTBL 1994, 2005, 2012; AMMANN 2005; GAZZARIN 2014; KOGLER i in. 2006],
- badań własnych IBMER/ITP,
- opinii ekspertów z instytutów naukowych, a także producentów, dealerów i użytkowników sprzętu rolniczego,
- a także doświadczeń płynących z dotychczasowej realizacji działań inwestycyjnych w ramach PROW 2007-2013.

Ustalone wartości wykorzystania rocznego lub wykorzystania w okresie eksploatacji maszyn są najczęściej kompromisem pomiędzy terminowością wykonania prac a pożądaną, z uwagi na poziom kosztów maszynowych, intensywnością użytkowania sprzętu.

2. Algorytmy oceny

Do oceny racjonalności zakupu i użytkowania maszyn w gospodarstwach rolnych zaproponowano dwa algorytmy.

- I). W podstawowym algorytmie (**Algorytm I**) do oceny racjonalności zakupu maszyny/urządzenia wykorzystuje się opracowane dla konkretnych rodzajów oraz typów środków mechanizacji wartości wskaźników stanowiących kryterium oceny. Zadaniem oceniającego jest oszacowanie potencjalnego wykorzystania maszyny W_R w gospodarstwie, względnie ustalenie np. obsady zwierząt lub np. liczby i mocy ciągników użytkowanych w gospodarstwie, a następnie porównanie tych wielkości z wartością kryterialną.
- II). W drugim, uniwersalnym algorytmie (**Algorytm II**) oceny racjonalności zakupu sprzętu rolniczego konieczne jest zarówno oszacowanie potencjalnej ilości wykonanej maszyną pracy W_R , jak również obliczenie wartości wskaźnika będącego kryterium oceny. W celu obliczenia wartości kryterialnej wykorzystuje się typowe wskaźniki eksploatacyjne maszyn zawarte np. w opracowaniach IBMER/ITP [MUZALEWSKI 2007a, 2010], LORENCOWICZA [2012], względnie w publikacjach zagranicznych.

Algorytm I

Algorytm I opracowano dla wybranych, ważniejszych grup środków mechanizacji i urządzeń stosowanych w produkcji roślinnej, obejmującej także warzywnictwo i sadownictwo, oraz w produkcji zwierzęcej. Istotą tego algorytmu jest zastosowanie do powyższej oceny wskaźników minimalnego wykorzystania, bądź wyposażenia gospodarstwa w sprzęt rolniczy, dla konkretnych rodzajów oraz typów maszyn i urządzeń. W niniejszej publikacji takie wskaźniki opracowano dla ponad 500 rodzajów i typów sprzętu rolniczego, w tym ciągników,

maszyn i urządzeń rolniczych. Rodzaj maszyny jest określony przez jej nazwę, a typ przez podstawowe parametry robocze, np.: szerokość robocza, moc, pojemność, ładowność lub wydajność.

Do oceny racjonalności zakupu i użytkowania tej grupy maszyn zaproponowano kryteria podstawowe, a w części przypadków także kryteria dodatkowe (uzupełniające).

Kryteria podstawowe:

- **minimalne wykorzystanie maszyny W_R^N** wyrażane najczęściej w ha/rok, a w części przypadków w godz./rok lub t/rok, względnie
- **minimalna liczba zwierząt** (obsada, stan średnioroczny) przypadająca na 1 maszynę lub urządzenie.

Kryterium dodatkowe:

- **minimalna powierzchnia A** (w ha) odpowiednich upraw lub użytków zielonych.

Dla kilku specyficznych grup maszyn i urządzeń zamieszczono oddzielny komentarz dotyczący zasad doboru tego sprzętu, w tym zawierający uzasadnienie dla przyjętych wskaźników wykorzystania lub wyposażenia.

Do oceny racjonalności doboru do gospodarstwa środków transportu rolniczego zastosowano metodę wskaźnikową. Kryteriami oceny doboru tej grupy środków mechanizacji są np. wskaźniki:

- wyposażenia w ciągniki, przyczepy lub ładowacze w zależności od powierzchni gospodarstwa,
- nasycenia gospodarstwa mocą ciągników.

Szersze omówienie wskaźnikowej metody doboru sprzętu do gospodarstw rolnych oraz stosowanych kryteriów oceny tego doboru zawiera rozdział II pt. „Metody i wskaźniki oceny doboru wybranych środków transportowych”.

Algorytm II

Algorytm II stosuje się do oceny doboru pozostałych środków mechanizacji (innych niż wymienione w tej publikacji 38 rodzajów i/lub grup maszyn i urządzeń rolniczych). W tym algorytmie w celu oceny racjonalności zakupu i użytkowania maszyn należy:

- określić potencjalną ilość pracy A (np. w ha), jaką można wykonać w gospodarstwie danym rodzajem maszyny,
- ustalić wydajność eksploatacyjną maszyny W_{07} (np. w ha/godz.), zależną nie tylko od parametrów roboczych (typu) maszyny, ale także np. od warunków pracy, plonu itp.,
- a z ilorazu tych dwóch wielkości należy obliczyć potencjalne roczne wykorzystanie maszyny W_R (np. w godz./rok),

$$W_R = \frac{A}{W_{07}} \text{ (godz./rok),}$$

gdzie:

- A - ilość pracy w gospodarstwie – najczęściej wyrażana w ha/rok, a w określonych przypadkach w t/rok, szt./rok itp.,
- W_{07} - wydajność eksploatacyjna maszyny, odpowiednio w ha/godz., t/godz., szt./godz.,

Tak obliczone wykorzystanie maszyny W_R należy następnie porównać z wartością graniczną W_R^N , stanowiącą eksploatacyjne kryterium oceny racjonalności zakupu i użytkowania maszyny.

Godzinowe wykorzystanie kryterialne (minimalne wykorzystanie w roku) W_R^N oblicza się według poniższego wzoru:

$$W_R^N = \frac{k \cdot T_H}{T} \text{ (godz./rok)}$$

gdzie:

- W_R^N - minimalne wykorzystanie maszyny w roku, godz./rok,
- T_H - potencjał eksploatacyjny maszyny w okresie trwania, godz.,
- T - zalecany (nie dłuższy niż) okres eksploatacji maszyny, lata,
- k - współczynnik korekcyjny.

W celu obliczenia wartości kryterialnej W_R^N wykorzystuje się typowe wskaźniki eksploatacyjne maszyn (np. W_{07} i T_H) zawarte np. w opracowaniach IBMER/ITP [MUZALEWSKI 2007a, 2010], LORENCOWICZA [2012], względnie w publikacjach zagranicznych.

Procedura oceny

W przypadku obu algorytmów warunkiem pozytywnej oceny wniosku o dofinansowanie maszyny jest zagwarantowanie wykorzystania maszyny w gospodarstwie na poziomie nie niższym od podanego jako kryterium oceny.

Należy jednak zauważyć, że zarówno **wartości przyjętych** lub **obliczonych kryteriów**, jak również szacunek np. **wykorzystania maszyny** są ustalone z pewnym przybliżeniem dla przeciętnych warunków gospodarowania. Można założyć, że margines błędu oszacowania tych wielkości zawiera się w granicach +/- 20%.

Wyjaśnienia terminów:

- **wartości przyjętych kryteriów** – to podane w niniejszym opracowaniu wartości wskaźników np. minimalnego wykorzystania maszyn w roku W_R^N (ha/rok),
- **wartości obliczonych kryteriów** – to obliczane (wg algorytmu II) wartości wskaźników minimalnego wykorzystania maszyn,
- **wykorzystanie maszyny** – to szacunek potencjalnego wykorzystania maszyny w gospodarstwie W_R (w ha/rok).

Zgodnie z powyższą uwagą podane w opracowaniu wartości wskaźników minimalnego wykorzystania maszyn W_R^N są wielkościami przeciętnymi dla ogółu gospodarstw i typowych warunków pracy oraz dla standardowych rozwiązań konstrukcyjnych i właściwości eksploatacyjnych maszyn. Należy je więc traktować z 20% marginesem tolerancji, a nie jako „sztywne” kryteria opiniowania wniosków.

Dlatego uważamy, że w podziałaniach inwestycyjnych PROW 2014-2020 należy uznawać za zasadne dofinansowanie zakupów tych środków mechanizacji, których wykorzystanie w gospodarstwie W_R nie różni się od wykorzystania kryterialnego (minimalnego) W_R^N bardziej jak o 20%. Z praktycznego punktu widzenia oznacza to, że należy akceptować zakupy tych maszyn, których potencjalne wykorzystanie W_R jest nawet o 20% niższe od wykorzystania kryterialnego (minimalnego) W_R^N .

Uważamy, że ten 20% margines tolerancji obejmuje typową zmienność szeregu czynników wpływających na racjonalności doboru sprzętu rolniczego do gospodarstw rolnych oraz na ocenę tego doboru². W związku z tym podstawą do pozytywnej oceny racjonalności wyposażenia gospodarstwa w określony rodzaj sprzętu rolniczego powinno być spełnienie warunku:

$$W_R \geq 0,8 \cdot W_R^N$$

W przypadku, gdy dofinansowanie zakupu maszyny nie może być udzielone ze względu na zbyt niskie jej wykorzystanie, w stosunku do zalecanego (W_R^N), możliwe są kolejne dwa rozwiązania:

- a) Szczegółowa analiza danych zawartych we wniosku z uwzględnieniem specyficznych warunków gospodarstwa, wpływających na wydajność pracy maszyny lub na moc ciągnika, w tym np. takich czynników jak wymienione w tabeli 1 (s. 11). W tym przypadku podstawą oceny mogą być zarówno dane zawarte we wniosku, jak również dodatkowe wyjaśnienia rolnika. Decyzja o podjęciu szczegółowej analizy wniosku jest tym bardziej uzasadniona im mniejsza jest różnica pomiędzy potencjalnym wykorzystaniem W_R maszyny w gospodarstwie, a wykorzystaniem minimalnym W_R^N .
- b) Propozycja zakupu mniejszej, a zarazem tańszej maszyny, której wydajność i potencjał eksploatacyjny bardziej będą odpowiadały potrzebom gospodarstwa.

Wydajność eksploatacyjną W_{07} tej maszyny wyznaczamy ze wzoru:

$$W_{07} = \frac{k \cdot A \cdot T}{T_H} \text{ (ha/godz.)}$$

gdzie:

- A** – ilość pracy w gospodarstwie – najczęściej wyrażana w ha/rok, a w określonych przypadkach w t/rok, szt./rok itp.,
- T** – zalecany (nie dłuższy niż) okres eksploatacji maszyny (do 20 ÷ 25 lat),
- T_H** – potencjał eksploatacyjny maszyny w okresie trwania, godz.,
- k** – współczynnik korekcyjny (0,5 ÷ 0,75).

W tym przypadku należy jednak sprawdzić, czy wydajność tak dobranej maszyny jest wystarczająca z uwagi na długość okresu agrotechnicznego (liczbę dni/godzin dyspozycyjnych) na wykonanie określonych zabiegów (kryterium agrotechniczne).

3. Dobór maszyn a terminowość zabiegów agrotechnicznych

3.1. Terminowość zabiegów agrotechnicznych

Park maszynowy gospodarstwa powinien zapewnić terminowe i zgodne z wymaganiami agrotechnicznymi wykonanie prac, z gwarancją możliwie wysokiej ich jakości i niskich strat. Powyższe czynniki współdecydują o racjonalności zakupu maszyn, a ostatecznie o opłacalności prowadzonej działalności produkcyjnej. Opóźnienie wykonania poszczególnych zabiegów w stosunku do ich optymalnego terminu powoduje obniżkę plonu roślin uprawnych lub jest przyczyną jego strat. Dotyczy to zwłaszcza przedsięwzięcia uprawy gleby i siewu, zabiegów chemicznej ochrony roślin, a także zbioru plodów rolnych. Ryzyko obniżki plonu może powstać na skutek opóźnienia siewu, czy sadzenia w okresie przekraczającym termin

² Szersze uzasadnienie tego stanowiska zamieszczono w załączniku 6

agrotechniczny. Według różnych autorów [KARWOWSKI 1998; DRESZER i in.1998, BUDZYŃSKI 2006] straty te mogą wynosić od 0,5% do nawet 2% na każdy dzień opóźnienia:

- dla żyta – ok. 0,5%, dla pszenicy – ok. 0,3-0,5%, dla pszenżyta 0,5-0,8%, dla rzepaku nawet do 2%, dla ziemniaków – ok. 0,7%, a dla buraków cukrowych – ok. 0,6-1,1%.

Do roślin szczególnie wrażliwych na niewłaściwe warunki i termin siewu zalicza się kukurydzę i buraki cukrowe. Opóźnienie ich siewu o 10-14 dni, w stosunku do optymalnego terminu, zmniejsza plon o 7-16% w wyniku mniej korzystnych warunków wilgotnościowych gleby i skrócenia okresu wegetacyjnego.

Duże straty, ze względu na nieterminowość zabiegu, mogą powstać podczas zbioru zbóż [SØRENSEN 2003]. Przekroczenie optymalnego okresu zbioru zbóż, w wyniku np. zastosowania kombajnu o zbyt małej wydajności lub zbyt długiego oczekiwania na usługę, zwiększa straty plonu na skutek osypywania się dojrzałego ziarna. Opóźnienie żniw w latach o niekorzystnym przebiegu warunków atmosferycznych wpływa na pogorszenie parametrów jakościowych ziarna, w tym na wzrost jego wilgotności i porażenie grzybami, co wydatnie obniża dochodowość uprawy. W skrajnie niekorzystnych warunkach pogodowych, niezebrane wystarczająco szybko zboże wylega i przerasta chwastami, a wilgotne i kiepskiej jakości ziarno nadaje się co najwyżej na paszę. W deszczowe żniwa 2006 r. na niektórych polach w ogóle zrezygnowano ze zbioru. Z powyższych względów decydując się na zakup maszyny nie należy kierować się wyłącznie ekonomiką jej użytkowania, tj. wzajemną zależnością pomiędzy wydajnością a wykorzystaniem maszyny i kosztami jej eksploatacji, ale trzeba też pamiętać o wspomnianych powyżej produkcyjnych konsekwencjach wyboru maszyny.

Warto zauważyć, że nieterminowy zbiór zbóż skraca także czas niezbędny na uprawę późniejszą i na prawidłowe przygotowanie pola do siewu ozimin. W wyniku źle doprawionej gleby i opóźnionego siewu, rzepak oraz zboża ozime wykształcają słabszy system korzeniowy i są mniej rozkrzewione, co wpływa negatywnie na ich przetrwanie i plon ziarna [SZULC 2015]. Szacuje się, że w zależności od rodzaju uprawianych roślin, warunków glebowych i przebiegu pogody opóźnienie terminu siewu o 10-14 dni powoduje obniżkę plonu o 6-15%, a czasami więcej.

Mniejsze ryzyko strat z uwagi na nieterminowość występuje przy zbiorze buraków. Jednak opady deszczu w okresie jesiennych zbiorów ziemniaków, buraków i kukurydzy uniemożliwiają wjazd ciężkich maszyn na pole, czasami przez kilka dni, a mokra gleba utrudnia prawidłowe odsiewanie ziemniaków lub oczyszczenie korzeni buraków.

3.2. Kryterium agrotechniczne

W przypadku określonych rodzajów prac i stosowanych w nich maszyn, do oceny racjonalności zakupu i użytkowania sprzętu rolniczego zaleca się także zastosować kryterium agrotechniczne. Określa ono liczbę dni w sezonie agrotechnicznym, w których poszczególne zabiegi w produkcji roślinnej powinny zostać wykonane bez ryzyka obniżenia plonu roślin lub jego start w trakcie zbioru. Do tej długości okresu agrotechnicznego należy dostosować liczbę i wydajność stosowanych maszyn. Tę metodę można polecić przy ocenie racjonalności użytkowania zwłaszcza kombajnów zbożowych, a także opryskiwaczy polowych i sadowniczych, siewników i maszyn do przedsięwziętej uprawy gleby.

Z powyższych względów minimalna wydajność maszyny powinna być na tyle wysoka, aby można było zdążyć z wykonaniem określonej ilości prac w nieprzekraczalnym okresie:

$$W_{07} \geq \frac{A}{L_Z} = \frac{A}{L_D \cdot L_G} \text{ (ha/godz.)},$$

gdzie:

W₀₇ - wydajność eksploatacyjna maszyny, ha/godz.,

A - ilość pracy dla określonego rodzaju maszyny, ha/sezon lub ha/rok,

L_Z - maksymalna liczba godzin pracy maszyny w okresie agrotechnicznym, godz./rok,

L_G - liczba godzin pracy maszyny w ciągu dnia roboczego, godz./dzień,

L_D - liczba dni dyspozycyjnych w sezonie, dni/sezon lub dni/rok.

Przykładem podejścia do oceny racjonalności zakupu i użytkowania sprzętu rolniczego z wykorzystaniem kryterium agrotechnicznego jest analiza doboru kombajnu zbożowego.

3.3. Zasady doboru kombajnów zbożowych – kryterium agrotechniczne

Kombajn zbożowy powinien być kupiony na najtrudniejszy sezon żniwny. Niemieccy specjaliści na podstawie wieloletnich statystyk doszli do wniosku, że wydajność kombajnu powinna być tak dobrana, aby podstawowe zboża zostały zebrane w ciągu 10-12 dni. Podobne zalecenia stosowane są także w polskich warunkach. Unika się wtedy ryzyka strat ziarna i pogorszenia jego jakości z powodu opadów deszczu. Nawet w trudnym, wilgotnym roku z dużą ilością opadów, zwykle około 10-12 dni jest korzystnych do sprawnego zbioru podstawowych zbóż, w ciągu których zebrane ziarno nie wymaga dosuszania. Do tej długości okresu agrotechnicznego powinna być dostosowana wydajność i liczba kombajnów w gospodarstwie – na najtrudniejszy okres żniwny. Raczej nie można w tym okresie liczyć na terminową i pewną usługę, gdyż przy dużej liczbie klientów każdy z nich chce w tych warunkach mieć jak najszybciej zebrane zboże. Natomiast usługodawca, chcąc zaspokoić potrzeby zleciodawców, dąży do jak najszybszego zebrania zboża z poszczególnych pól, nie zawsze czyniąc to z należytą starannością i jakością, gdyż liczy się jego czas i zysk.

Sposób doboru kombajnu zbożowego

Liczba dni dyspozycyjnych w sezonie, w których ziarno może być zebrane bez większego ryzyka strat ziarna z tytułu opadu deszczu - **L_D** = 11 (10÷12) dni.

Liczba godzin pracy kombajnu w ciągu dnia roboczego - **L_G** = 9 (8÷10) godzin.

Zboże można zacząć kosić dopiero po obeschnięciu porannej rosy, czyli około godz. 9-10⁰⁰, a należy je zakończyć przed rosą wieczorną około 18-19⁰⁰. W rezultacie jest to około 9 (8-10) godzin pracy kombajnu w ciągu dnia roboczego.

Łączna liczba godzin pracy kombajnu w sezonie agrotechnicznym (11 dni) wynosi więc:

$$\mathbf{L_z = L_D \times L_G = 11 \times 9 = \text{ok. } 100 \text{ godzin/sezon.}}$$

W czasie tych 100 godzin zboże powinno być zebrane, aby uniknąć nadzwyczajnych strat ziarna lub dodatkowych kosztów spowodowanych opadami deszczu (konieczność dosuszania ziarna, pogorszenia jakości na skutek porażenia grzybami, porastanie w kłosach itp.). Nie zebrane na czas ziarno traci na wartości, co nie gwarantuje opłacalności uprawy.

Z powyższych względów minimalna wydajność kombajnu powinna być na tyle wysoka, aby można było zdążyć ze zbiorem zbóż z areалу **A** w sezonie agrotechnicznym liczącym 10-12 dni:

$$\mathbf{W_{07} \geq \frac{A}{L_z} \text{ (ha/godz.)},}$$

gdzie:

W₀₇ – wydajność eksploatacyjna kombajnu, ha/godz.,

A – powierzchnia zasiewów zbóż i rzepaku, ha/sezon,

L_z – maksymalna liczba godzin pracy kombajnu w okresie agrotechnicznym, godz./sezon.

Przy czym L_z określa także wykorzystanie kombajnu W_R (godz./rok) w okresie L_D okresu agrotechnicznego. Jeśli przyjmiemy wyższą wydajność kombajnu, wówczas skróci się czas zbioru zboża z powierzchni A , ale równocześnie kombajn będzie mniej wykorzystany.

PRZYKŁAD nr 1:

Wyznaczenie racjonalnego wykorzystania kombajnu o określonej wydajności eksploatacyjnej W_{07} (ha/godz.).

Wydajność godzinowa kombajnu wynosi 0,8-1,0 ha/godz. (średnio 0,9 ha/godz.), w zależności od plonu ziarna (6-7 t/ha). Tak więc minimalna powierzchnia wykorzystania kombajnu zbożowego, która zapewnia opłacalność zbioru zboża wyniesie:

$$\begin{aligned} W_{R[HA]} &= A = L_z \times W_{07} \\ &= 100 \text{ godz.} \times 0,9 \text{ ha/godz.} = 90 \text{ ha/rok,} \end{aligned}$$

gdzie:

$W_{R[HA]}$ – powierzchnia wykorzystania kombajnu, ha/rok.

Oznacza to wykorzystanie kombajnu przez około 100 godz./rok. Aby przy powyższej intensywności użytkowania zapewnić pełne wykorzystanie zdolności przerobowej kombajnu powinien być użytkowany przez okres:

$$T = \frac{T_H}{W_R} = \frac{3000}{100} = 30 \text{ (lat),}$$

gdzie:

T_H – potencjał eksploatacyjny, który dla kombajnów zbożowych wynosi 3000 godzin.

Z drugiej strony, z uwagi na tempo postępu technicznego, za racjonalne uznaje się takie użytkowanie kombajnu, aby jego zdolność przerobowa została wykorzystana w możliwie krótkim okresie, np. 10-15 lat, dla którego roczne wykorzystanie maszyny powinno wynosić 200-300 godz./rok. W firmach usługowych przyjmuje się nawet szybsze tempo amortyzowania (8-10 lat), przy wykorzystaniu 300-375 godz./rok, a często nawet więcej.

W świetle powyższej analizy możemy stwierdzić, że przy zakupie kombajnu do gospodarstwa należy tak dobrać wydajność tej maszyny, aby czas zbioru zbóż i rzepaku nie przekroczył 10-12 dni. Jedyne straty z jakimi można się wówczas liczyć to straty ziarna spowodowane osypywaniem się dojrzałego ziarna przy zbytnim przedłużaniu żniw.

Agrotechnicznym kryterium doboru kombajnu jest więc graniczny, nieprzekraczalny okres żniw, który powinien zamknąć się w 10-12 dniach. Podobne kryteria zostały przyjęte także dla pozostałych ważniejszych rodzajów prac polowych w uprawie innych roślin, chociaż w ich przypadku ewentualne konsekwencje przekroczenia terminu wykonania prac nie są aż tak znaczące jak dla kombajnów zbożowych.

Sposób oceny racjonalności, czyli: Jakie zastosować podejście do oceny racjonalności zakupu kombajnów i innych maszyn w programie PROW 2014-2020?

Zadaniem pracownika ARiMR jest ocena, na podstawie dostępnych danych (wniosek, normatywy, wskaźniki) i przeprowadzonej analizy (metoda oceny), czy maszyna, o której dofinansowanie występuje beneficjent programu, będzie racjonalnie użytkowana. Racjonalnie, oznacza z jednej strony intensywne wykorzystanie maszyny, które jest gwarantem jej użytkowania przy możliwie niskich kosztach eksploatacji. Z drugiej strony

należy pamiętać, że eksploatacyjna racjonalność użytkowania maszyny, nie zawsze pokrywa się z racjonalnością procesu produkcyjnego, w którym ta maszyna ma zastosowanie. Dążąc do możliwie pełnego wykorzystania zdolności przerobowej maszyny, nie można zapomnieć, że istotnym czynnikiem wpływającym na zasadność zakupu maszyny o określonej wydajności i potencjale eksploatacyjnym są także wymagania (długość okresów agrotechnicznych) poszczególnych technologii produkcji roślinnej. O racjonalności zakupu i użytkowania maszyny przesądza więc bilans kosztów zastosowanej maszyny oraz jej wpływu na efekt produkcyjny.

A. Dane do oceny

- **Typ maszyny i jej podstawowe parametry eksploatacyjne** (moc, szerokość robocza, wydajność), np. kombajn zbożowy o wydajności $W_{07} = 0,9$ ha/godz. Wydajność kombajnu należy przyjąć w miarę możliwości odpowiednio do wielkości pola, plonu i rodzaju zbieranej kombajnem rośliny.
- **Powierzchnia upraw zbóż i roślin** technologicznie podobnych (np. rzepak) w gospodarstwie beneficjenta programu. Należy wziąć pod uwagę aktualną i docelową powierzchnię uprawy, a do obliczeń przyjąć wartość średnią lub maksymalną z podanych, z uwzględnieniem pewnej zmienności +/-10% areалу uprawy w kolejnych latach (w stosunku do podanej we wniosku), co wynika z zasady stosowania płodozmienu i różnej wielkości pól w obrębie gospodarstwa.

B. Tok postępowania

1) *Ocena potencjalnego wykorzystania kombajnu w gospodarstwie na podstawie danych zawartych we wniosku:*

- powierzchnia wykorzystania kombajnu w sezonie (roku) równa powierzchni zasiewów zbóż, rzepaku i roślin o podobnej technice zbioru:

$$W_{R[HA]} = A = 80 \text{ ha/rok}$$

- wykorzystanie (ilość pracy) kombajnu w godz.:

$$W_R = \frac{A}{W_{07}} = \frac{80}{0,9} = 89 \text{ godz./rok}$$

2) *Obliczenie wykorzystania normatywnego W_R^N*

Dane do obliczeń:

- **potencjał eksploatacyjny nowej maszyny**, wyrażony w godzinach – T_H (godz.) lub w hektarach pracy - T_{HA} (ha). Jest to parametr charakterystyczny dla danego rodzaju maszyn. Jego wartość jest także zależna od rozwiązań konstrukcyjnych, jakości wykonania, producenta, a więc marki. Potencjał eksploatacyjny kombajnów zbożowych wynosi około 3000 godz.
- zalecany (nie dłuższy niż) **okres eksploatacji maszyny T** od momentu zakupu aż do pełnego jej zużycia, tzn. wyczerpania potencjału (technicznego zasobu pracy) - około 20-25 lat.

Obliczenia:

$$W_R^N = \frac{T_H}{T} = \frac{3000}{20} = 150 \text{ godz./rok,}$$

$$W_{R[HA]}^N = W_R^N \cdot W_{07} = 150 \cdot 0,9 = 135 \text{ ha/rok.}$$

Sprawdzenie warunku intensywności użytkowania:

$$\mathbf{W}_R \geq \mathbf{W}_R^N,$$

czyli porównanie potencjalnego wykorzystania kombajnu $\mathbf{W}_R = 89$ godz./rok z wykorzystaniem normatywnym $\mathbf{W}_R^N = 150$ godz./rok. Z powyższych przykładowych danych wynika, że wykorzystanie kombajnu w gospodarstwie \mathbf{W}_R jest mniejsze od wykorzystania normatywnego \mathbf{W}_R^N aż o 61 godz./rok, tj. o 41%.

Wniosek – ocena

Z porównania potencjalnego wykorzystania \mathbf{W}_R kombajnu z zalecanym dla tego rodzaju maszyn wykorzystaniem normatywnym \mathbf{W}_R^N wynika, że kombajn nie będzie dostatecznie intensywnie wykorzystany (\mathbf{W}_R jest mniejsze od \mathbf{W}_R^N o 41%), w związku z czym należy negatywnie zaopiniować wniosek o dofinansowanie jego zakupu.

W tym przypadku można zaproponować wnioskodawcy (rolnikowi) rozwiązanie alternatywne – zakup mniej wydajnego kombajnu.

3) Dobór kombajnu zbożowego o wydajności dostosowanej do skali produkcji

Jeżeli wnioskodawca zdecydowałby się na zakup kombajnu o mniejszej wydajności, miałby wówczas, możliwość spełnienia warunku $\mathbf{W}_R \geq \mathbf{W}_R^N$. W tym celu należy wyznaczyć tę wydajność według poniższego wzoru:

$$\mathbf{W}_{07} = \frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{T}}{\mathbf{T}_H}$$

dla $\mathbf{T} = 20$ lat $\Rightarrow \mathbf{W}_{07} = 80 \cdot 20 / 3000 = 0,53$ ha/godz.; $\mathbf{W}_R = 150$ godz./rok = 80 ha/rok

dla $\mathbf{T} = 25$ lat $\Rightarrow \mathbf{W}_{07} = 80 \cdot 25 / 3000 = 0,67$ ha/godz.; $\mathbf{W}_R = 120$ godz./rok = 80 ha/rok

dla $\mathbf{T} = 30$ lat $\Rightarrow \mathbf{W}_{07} = 80 \cdot 30 / 3000 = 0,80$ ha/godz.; $\mathbf{W}_R = 100$ godz./rok = 80 ha/rok

Z powyższych obliczeń wynika, że w zależności od przyjętego okresu eksploatacji \mathbf{T} (20, 25 lub 30 lat) wydajność kombajnu powinna wynosić odpowiednio 0,53, 0,67 lub 0,80 ha/godz.

III. Metody i wskaźniki oceny doboru wybranych środków transportowych

1. Ciągniki rolnicze

1.1. Technologiczna metoda doboru ciągników do gospodarstwa rolnego

Dokładne zaplanowanie liczby i mocy ciągników do gospodarstwa rolnego, o określonym areale użytków rolnych oraz kierunku i strukturze produkcji, wymaga szczegółowej analizy prowadzonych w gospodarstwie działalności produkcyjnych. Jest to metoda polegająca na opracowaniu szczegółowych kart technologicznych dla każdej z działalności, z uwzględnieniem wszystkich realizowanych czynności [PAWLAK 1997, 2011]. W karcie podaje się między innymi sposoby wykonania poszczególnych czynności, liczbę dni i godzin dyspozycyjnych zależną od wymagań poszczególnych roślin uprawnych, liczbę i rodzaj zastosowanych agregatów ciągnikowo-maszynowych, ich wydajność itp. Na podstawie tak szczegółowych danych określa się nakłady pracy osób, ciągników i maszyn w kolejnych dekadach. Z zestawienia nakładów pracy z każdej działalności ustala się zapotrzebowanie na łączną liczbę ciągników według kategorii mocy (lub klas siły uciągu) oraz liczbę poszczególnych rodzajów maszyn i narzędzi. W przypadku spiętrzenia prac, powodującego wystąpienie nadmiernego zapotrzebowania na ciągniki oraz siłę roboczą w krótkich przedziałach czasu, konieczna jest dodatkowa korekta projektu. Polega ona na zamianie wybranych maszyn na bardziej wydajne oraz na zastosowaniu ciągników o większej mocy lub w większej ich liczbie. Pozostaje także możliwość usługowego wykonania wybranych prac maszynowych bądź skorzystanie z pomocy sąsiedzkiej.

Oprócz produkcji roślinnej, karty takie należy także sporządzić dla działalności związanej z obsługą produkcji zwierzęcej. Konieczne jest także uwzględnienie zaangażowania ciągników w pracach ogólnogospodarczych, obejmujących między innymi zaopatrzenie w środki produkcji i zbyt produktów rolnych oraz prace podwórzowe. Istotny wpływ na racjonalność doboru ciągników do gospodarstwa ma również wspomniany wyżej najem usług maszynowych oraz zakres usług świadczonych przez gospodarstwo własnymi środkami mechanizacji. Należy ponadto pamiętać o cyklicznej, corocznej zmienności zapotrzebowania gospodarstwa na pracę środków mechanizacji. Jest ono powodowane pewnym zróżnicowaniem struktury upraw w poszczególnych latach. To zróżnicowanie najczęściej wynika z zasady stosowania płodozmianu i związanej z nią rotacją upraw poszczególnych roślin pomiędzy polami o niejednakowej wielkości, względnie jest powodowane czynnikami koniunkturalnymi

W końcowym etapie planowania wyposażenia gospodarstwa w środki mechanizacji celowe jest także przyjęcie 5-10% ich nadwyżki, w tym również mocy i liczby ciągników, po to, aby zapewnić terminową realizację prac polowych w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków atmosferycznych.

Zastosowanie powyższej, technologicznej metody doboru ciągników do gospodarstwa daje możliwość precyzyjnego określenia nie tylko potrzebnej ich liczby i mocy, ale także oszacowania przybliżonego ich wykorzystania w warunkach konkretnego gospodarstwa. Taki sposób doboru środków mechanizacji jest przydatny zwłaszcza przy urządzaniu nowych gospodarstw (od podstaw). Bywa on również stosowany przy planowaniu modernizacji gospodarstw, w tym związanej ze zmianą profilu lub skali produkcji.

Pomimo swej dokładności, powyższa metoda nie wydaje się jednak właściwa do zastosowania przez pracowników ARiMR przy ocenie wniosków o dofinansowanie zakupu ciągników i maszyn w ramach poszczególnych poddziałań i operacji PROW 2014-2020. Jest ona zbyt pracochłonna, a dodatkowo wymaga dużego doświadczenia z zakresu organizacji

gospodarstw i technologii produkcji rolniczej oraz dobrej znajomości miejscowych warunków.

1.2. Wskaźnikowa metoda doboru ciągników do gospodarstwa rolnego

Z powyższych względów w ramach poszczególnych poddziałań i operacji PROW 2014-2020 do oceny racjonalności zakupu i użytkowania ciągników rolniczych proponuje się metodę wskaźnikową. Polega ona na porównaniu osiągniętego w ramach modernizacji gospodarstwa poziomu wyposażenia w ciągniki z określonymi, dla danej grupy obszarowej gospodarstw, wskaźnikami stanowiącymi kryterium tej oceny [PAWLAK 1997, 2011].

Przyjęte w niniejszym opracowaniu do porównań i oceny wskaźniki wyposażenia gospodarstw w ciągniki rolnicze opracowano na podstawie analizy danych Powszechnych Spisów Rolnych (PSR) z 2002 r. [GUS 2003a, b] oraz z 2010 r. [GUS 2011, 2012], z uwzględnieniem wyników badań IBMER/ITP³, a także analiz i ocen ekspertów [KRUCZKOWSKI 2005; MUZALEWSKI 2003, 2004, 2014; PAWLAK 2005, 2006, 2010, 2013a, b; SZEPTYCKI i in. 2005].

Z analizy statystycznych danych PSR'2002 i PSR'2010 oraz badań IBMER/ITP wynika, że w polskim rolnictwie istnieje duże zróżnicowanie w wyposażeniu w ciągniki i to zarówno w przeliczeniu na 100 gospodarstw, jak i na 100 ha użytków rolnych. Ta zmienność ma wyraźny związek z terytorialnym rozkładem gospodarstw według ich średniego areалу [PAWLAK 2010; MUZALEWSKI 2014]. Powyższe analizy wskazują, że liczba ciągników znajdujących się na wyposażeniu poszczególnych gospodarstw zależy przede wszystkim od areálu posiadanych przez te gospodarstwa użytków rolnych. Również wyrażone w kilowatogodzinach (kWh) nakłady pracy ciągników (kWh/gospodarstwo) są dodatnio skorelowane z arealem gospodarstw [MUZALEWSKI 2004; MUZALEWSKI i in. 2007; WÓJCICKI, KUREK 2011a, b]. Poziom tych nakładów jest wypadkową liczby ciągników oraz ich mocy i stopnia zaangażowania w działalność rolniczej.

Zaznacza się także bardzo tendencja wzrostu średniej mocy ciągników (kW/ciągnik) oraz ich łącznej mocy (kW/gospodarstwo) wraz ze zwiększeniem areálu gospodarstw [MUZALEWSKI 2014]. Natomiast wyrażone w kW/ha nasycenie mocą ciągników wyraźnie maleje w miarę wzrostu powierzchni poszczególnych gospodarstw.

Spośród wyżej wymienionych, do oceny racjonalności doboru ciągników do gospodarstw rolnych, proponuje się następujące rodzaje wskaźników:

- nasycenie gospodarstwa mocą ciągników, kW/ha UR,
- łączna moc ciągników w gospodarstwie, kW/gospodarstwo,
- liczba ciągników, sztuk/gospodarstwo,
- maksymalna moc pojedynczego ciągnika w gospodarstwie, kW/ciągnik.

Wartości wskaźników wyposażenia rolnictwa krajowego w ciągniki rolnicze w latach 2002 i 2010, w ramach grup obszarowych gospodarstw posiadających ten rodzaj środka energetycznego, prezentuje tabela I i II (załącznik 1), a gospodarstw objętych badaniami IBMER/ITP w latach 1992-2002 oraz w latach 2009-2010 – tabela V, VI i VII (załącznik 2). Zmienność i rozrzut wartości tych wskaźników, według średniego areálu gospodarstw w 314 powiatach ziemskich w 2010 r., przedstawiono na rysunkach: A, B, C, D i E (załącznik 2).

³ Badania działalności mechanizacyjnej grupy 43-80 gospodarstw w latach 1992-2002 oraz grupy 45 – 53 gospodarstw w latach 2009 i 2010 [WÓJCICKI i in. 2009–2013]

Należy jednak podkreślić, że są to wielkości przeciętne, które nie odzwierciedlają rzeczywistego rozrzutu wartości tych wskaźników w poszczególnych grupach gospodarstw. Potwierdzają to między innymi badania IBMER/ITP, z których wynika, że w gospodarstwach o podobnym areale użytków rolnych występuje dość duże zróżnicowanie zarówno liczby posiadanych ciągników, jak również ich mocy. Jest to spowodowane między innymi różną siłą ekonomiczną poszczególnych gospodarstw, poziomem ich rozwoju, w tym poziomem mechanizacji prac rolnych, preferowaną formą mechanizacji (np. najem lub świadczenie usług maszynowych), kierunkiem i intensywnością produkcji itp.

Pomimo tych zastrzeżeń, zaproponowana wyżej grupa wskaźników wydaje się najbardziej użyteczna, a zarazem prosta w zastosowaniu do oceny racjonalności projektów obejmujących zakup ciągników. Przyjęcie tego rodzaju wskaźników do oceny wyposażenia gospodarstw w ciągniki powinno umożliwić pracownikom ARiRM identyfikację tych przypadków, które znacząco odstają od przeciętnych w danej grupie obszarowej gospodarstw, czy też w danym regionie.

Dokonując doboru ciągników do gospodarstwa i oceniając ten dobór, należy mieć także na uwadze możliwości jego dalszego rozwoju. Dla większości producentów rolnych zakup ciągnika to inwestycja, którą trudno będzie powtórzyć za kilka lat, z uwagi na kwotę zaangażowanych w to przedsięwzięcie środków finansowych. Jest to więc inwestycja perspektywiczna, która musi uwzględniać dalszy rozwój gospodarstwa. Przewidywana modernizacja gospodarstwa, obejmująca na przykład: powiększenie obszaru gospodarstwa, względnie zmianę profilu produkcji lub zwiększenie jej intensywności, nie będzie najczęściej możliwa bez posiadania odpowiednio liczego i wydajnego parku ciągnikowego. Z powyższych względów proponuje się, aby przy ocenie doboru ciągników w poszczególnych poddziałaniach i operacjach PROW 2014-2020 uwzględnić około 10-20% nadwyżkę mocy ciągników w stosunku do aktualnych potrzeb gospodarstwa.

1.3. Kryteria oceny doboru ciągników rolniczych

1.3.1. Wskaźniki doboru ciągników rolniczych

Na podstawie przeprowadzonej analizy i wyników badań proponujemy, aby do podstawowej oceny wniosków o dofinansowanie zakupu ciągników zamieszczony w tabeli 2 zestaw wskaźników racjonalnego wyposażenia gospodarstw w ciągniki rolnicze. Wartości tych wskaźników powinny stanowić punkt odniesienia do oceny racjonalności zakupu ciągników w projektach realizowanych w określonym regionie kraju.

Uwaga:

W ocenie wyposażenia i doboru ciągników do gospodarstw o powierzchni do 100 ha, w tym w ocenie wartości wskaźników nasycenia gospodarstwa mocą ciągników, nie należy uwzględniać pojazdów w wieku 20 i więcej lat (z uwagi na stopień ich zużycia). W przypadku gospodarstw bardzo dużych, do 250 ha, powyższą granicę proponujemy obniżyć do 15 lat, a w przypadku gospodarstw największych, powyżej 250 ha - do 12 lat.

Tabela 2. Wskaźniki wyposażenia gospodarstw w ciągniki w zależności od areалу użytków rolnych (UR)

Grupy gospodarstw	Wskaźniki podstawowe		Wskaźniki pomocnicze**	
	Wskaźniki nasycenia gospodarstwa mocą ciągników *		Liczba ciągników w gospodarstwie	Maksymalna moc podstawowego ciągnika *
ha UR	kW/ha UR	kW/gosp.	szt./gosp.	kW
5	7,75	38,8	1	38,8
7,5	6,45	48,4	1	48,4
10	5,95	59,5	1-2	59,5
15	5,45	81,8	1-2	61
20	5,15	103,0	1-2	63
25	4,85	121,3	2-3	65
30	4,55	136,5	2-3	67
35	4,3	150,5	2-3	69
40	4,07	162,8	2-3	72
45	3,82	171,9	3-4	76
50	3,6	180,0	3-4	80
60	3,29	197,4	3-4	86
70	3,03	214,9	3-4	93
80	2,84	227,2	3-5	100
90	2,62	235,8	4-5	106
100	2,42	242,0	4-5	112
125	2,14	267,5	4-5	128
150	1,96	294,0	4-6	140
200	1,72	344,0	5-6	160
300	1,48	444,0	5-6	195
400	1,33	532,0	5-6	> 200
500	1,18	590,0	5-7	
600	1,09	654,0	7-8	
700	1,05	735,0	7-8	
800	1,01	808,0	9-10	
900	0,97	873,0	9-10	
1000	0,9	900,0	9-10	

* wg mocy znamionowej ciągników, ** wielkości orientacyjne

Kryterium oceny: Podstawowym kryterium oceny doboru ciągników do gospodarstwa jest wskaźnik nasycenia gospodarstwa mocą ciągników, wyrażony w **kW/haUR** lub w **kW/gospodarstwo**, z uwzględnieniem tolerancji oceny (pkt. 1.3.2).

Wskaźnik maksymalnej mocy jednego ciągnika (**kW/ciągnik**) stanowi kryterium pomocnicze, nieprzesądzające o racjonalności doboru tych pojazdów do gospodarstwa.

Natomiast wskaźnik liczby ciągników w gospodarstwie (**szt./gosp.**) pełni rolę informacyjną, wskazując na przeciętną liczbę ciągników w typowym, w danej grupie obszarowej, gospodarstwie rolnym.

Odstępstwa od w/w kryteriów oceny, w tym dotyczące mocy lub liczby ciągników, powinny być uzasadnione specyficznymi wymaganiami realizowanej produkcji. Przykładem mogą być technologie produkcji o wysokich wymaganiach dotyczących terminowości zbioru, które w konsekwencji mogą powodować konieczność zastosowania agregatów ciągnikowo-maszynowych o dużej wydajności lub większej liczby ciągników i zestawów transportowych (np. szybki zbiór i dostawa dużej partii młodych ziemniaków, warzyw lub innych produktów do odbiorcy hurtowego). W tych przypadkach racjonalność zakupu ciągnika powinna być uzasadniona wysokością potencjalnych strat z tytułu nieterminowego wykonania prac maszynowych lub potencjalną dochodowością uprawy danej rośliny.

Podczas analizy i oceny doboru ciągników do gospodarstwa, w tym zwłaszcza przy stosowaniu tolerancji oceny, należy zastosować podejście indywidualne, biorąc pod uwagę specyficzne uwarunkowania prowadzonej działalności rolniczej. Należy zwrócić uwagę, że podstawowy ciągnik w gospodarstwie powinien zapewnić możliwość pracy w najtrudniejszych warunkach glebowych z dostatecznie dużymi narzędziami uprawowymi, o wydajności dostosowanej do skali produkcji. Różnice w klasie uciągu podstawowego ciągnika pomiędzy gospodarstwami dysponującymi skrajnie różnymi glebami mogą być nawet dwukrotne.

1.3.2. Tolerancja oceny

Przy doborze ciągników do gospodarstwa stosuje się trzy rodzaje tolerancji oceny:

a. Tolerancja standardowa – do 20% (tabela 2),

która uwzględnia między innymi zróżnicowane warunki gospodarowania pomiędzy poszczególnymi jednostkami produkcyjnymi (głównie rodzaj gleb i ukształtowanie terenu, rzutujące na moc i siłę uciągu ciągników współpracujących zwłaszcza z narzędziami uprawowymi). Wartość standardowej tolerancji jest zróżnicowana w zależności od areалу gospodarstwa. Największą tolerancję oceny ($t = 20\%$) stosujemy w grupach gospodarstw do 30 ha UR, a najmniejszą ($t = 10\%$) w gospodarstwach o powierzchni powyżej 150 ha.

Tabela 2. Wartości tolerancji standardowej

Grupy gospodarstw ha UR	Tolerancja (t) %	Mnożnik wskaźnika doboru
< 30	20	1,20
30 ÷ 70	17	1,17
70 ÷ 150	15	1,15
> 150	10	1,10

b. Tolerancja dodatkowa – do 10% (tabela 3),

uwzględnia wpływ średniej odległości działek rolnych od siedliska gospodarstwa na wydajność eksploatacyjną agregatów ciągnikowo-maszynowych, a w konsekwencji na niezbędną moc ciągników.

Tabela 3. Wartości tolerancji dodatkowej

	Średnia odległość działek od siedliska*	Tolerancja (t)	Mnożnik wskaźnika doboru
	km	%	
Powyżej	3	2	1,02
	4	4	1,04
	5	5	1,05
	6	6	1,06
	7	7	1,07
	8	8	1,08
	9	9	1,09
	10	10	1,10

* Średnia ważona odległość działek rolnych od siedliska

c. Tolerancja ze względu na obsadę zwierząt – do 10% (tabela 4),

Tabela 4. Wartości tolerancji „zwierzęcej”

Obsada zwierząt	Tolerancja (t)	Mnożnik wskaźnika doboru
SD*	%	
< 10	0	1,00
10 ÷ 15	2	1,02
15 ÷ 20	3	1,03
20 ÷ 25	4	1,04
25 ÷ 30	5	1,05
30 ÷ 35	6	1,06
35 ÷ 40	7	1,07
40 ÷ 45	8	1,08
45 ÷ 50	9	1,09
> 50	10	1,10

Uwaga: Ta tolerancja oceny jest stosowana jedynie w przypadku gospodarstw, które nie posiadają samobieżnej ładowarki

* SD – sztuki duże zwierząt gospodarskich

1.3.3. Przykłady szacowania wartości wskaźników

PRZYKŁAD nr 2:

Oszacowanie wartości wskaźników wyposażenia gospodarstwa w ciągniki rolnicze, dla poniższych danych:

- areal użytków rolnych = 40 ha UR,
- średnia odległość działek rolnych od siedliska gospodarstwa = 7,2 km,
- obsada zwierząt gospodarskich = 25 SD,
- gospodarstwo nie posiada samobieżnej ładowarki.

Tolerancja oceny doboru ciągników:

Rodzaj tolerancji oceny	Wartość tolerancji, t (%)	Mnożnik wskaźnika doboru
Standardowa (dla 40 ha UR)	17%	1,17
Dodatkowa (dla 7,2 km)	7%	1,07
„Zwierzęca” (dla 25 SD)	5%	1,05
Łączna	29%	1,29

Wskaźniki doboru ciągników:

Rodzaj wskaźnika		Podstawowa wartość wskaźnika (wg tab. 2)	Mnożnik wskaźnika (tolerancja)	Wartość wskaźnika z uwzględnieniem tolerancji
Nasylenie gospodarstwa mocą ciągników	kW/ha UR	4,07	1,29	5,25
	kW/gospod.	162,8		210,0

PRZYKŁAD nr 3:

Obliczenie wartości wskaźników W_X (w kW/ha UR oraz w kW/gospod.) dla gospodarstwa o areale $A_X = 66$ ha UR.

W celu wyznaczenia wartości wskaźników wyposażenia w ciągniki dla gospodarstwa o innym, niż podany w tabeli 2, areale UR należy zastosować interpolację danych, np. według poniższego równania:

$$W_X = \frac{(W_1 - W_2)}{(A_2 - A_1)} \times (A_2 - A_X) + W_2$$

gdzie:

W_X – poszukiwana wartość wskaźnika dla arealu A_X ,

A_X – areal użytków rolnych posiadanych przez wnioskodawcę, ha UR,

A_1 – najbliższa, względem A_X , mniejsza wartość arealu, ha UR,

A_2 – najbliższa, względem A_X , większa wartość arealu, ha UR,

W_1 – wartość wskaźnika odpowiadająca arealowi A_1 ,

W_2 – wartość wskaźnika odpowiadająca arealowi A_2 .

- Wyznaczenie wartości wskaźnika W_X w **kW/ha UR**

Według tabeli 2:

– dla $A_1 = 60$ ha UR $\rightarrow W_1 = 3,29$ kW/ha UR,

– dla $A_2 = 70$ ha UR $\rightarrow W_2 = 3,03$ kW/ha UR,

Według powyższego równania i danych wartość wskaźnika W_X wynosi:

$$W_X = \frac{(3,29 - 3,03)}{(70 - 60)} \times (70 - 66) + 3,03 = \mathbf{3,13 \text{ kW/ha UR.}}$$

- Wyznaczenie wartości wskaźnika W_X w **kW/gospodarstwo**

Wartość tego wskaźnika wyniesie:

$$W_X = 66 \text{ ha} \times 3,13 \text{ kW/ha} = \mathbf{206,6 \text{ kW/gospodarstwo.}}$$

1.3.4. Uwagi dodatkowe

W gospodarstwach do 300 ha, które w dużej części są gospodarstwami rodzinnymi, korzystającymi z pomocy pracowników najemnych w ograniczonym zakresie, liczba ciągników nie powinna w większości przypadków przekraczać wartości podanych w tabeli 2. W gospodarstwach o powierzchni powyżej 300 (500) ha wartości wskaźników wyposażenia w ciągniki rolnicze należy traktować z dużym marginesem tolerancji. Wynika to między innymi z istotnego związku pomiędzy kierunkiem i stosowanymi technologiami produkcji, organizacją gospodarstw i formą ich własności, a poziomem zmechanizowania, w tym z liczbą i mocą użytkowanych ciągników. Gospodarstwa o typowo zbożowym kierunku produkcji, stosujące uproszczone technologie uprawy i siewu, zwykle są wyposażone w mniejszą liczbę ciągników, ale o dużej mocy. W wielokierunkowych przedsiębiorstwach rolnych, w tym z produkcją zwierzęcą, liczba ciągników jest odpowiednio większa, z uwagi na zakres wykonywanych czynności produkcyjnych.

Zaproponowana metoda wskaźnikowej oceny doboru ciągników do gospodarstw jest znacznie łatwiejsza w zastosowaniu, ale też mniej dokładna, niż metoda z wykorzystaniem kart technologicznych, a wynik tak przeprowadzonej oceny należy traktować z pewnym marginesem tolerancji (około 10-20%). Dlatego w przypadkach dyskusyjnych konieczne jest przeprowadzenie bardziej wnikliwej analizy wniosku o dofinansowanie zakupu ciągnika. W ramach tej analizy należy uwzględnić specyficzne potrzeby gospodarstw, z uwagi na liczbę i wydajności maszyn oraz moc współpracujących z nimi ciągników. Jak wcześniej stwierdzono (patrz pkt. I.2 i I.3), potrzeby te determinowane są indywidualnymi warunkami gospodarowania i specyfiką prowadzonej działalności, w tym przede wszystkim: zwięzłością gleby, rzeźbą terenu, warunkami agroklimatycznymi, rozłogiem gospodarstwa oraz strukturą upraw i specjalizacją produkcji.

Na tym etapie szczegółowej analizy i oceny doboru ciągników do gospodarstw pomocne mogą być informacje zawarte w załączniku do niniejszego opracowania, w tym dotyczące zapotrzebowania na moc ciągników w ważniejszych pracach uprawowych w zależności od zwięzłości gleby (załącznik - tabela VI) oraz nakładów pracy ciągników w uprawie poszczególnych rodzajów roślin (załącznik - tabela VII i VIII).

W trakcie oceny doboru ciągników do gospodarstwa należy między innymi zwrócić uwagę na strukturę użytków rolnych gospodarstwa oraz na strukturę zasiewów. Gospodarowanie na trwałych użytkach zielonych (łąki i pastwiska) zwykle nie wymaga znacznego nakładu pracy i mocy posiadanych ciągników. Natomiast duży udział okopowych w strukturze gruntów ornych oznacza, że w okresie jesiennych zbiorów gospodarstwo potrzebuje znacznego potencjału ciągników. Również gospodarstwa z dominującym udziałem zbóż, zwłaszcza ozimych, będą często wymagały ciągników o wyższej mocy, do współpracy z wydajnymi maszynami uprawowymi i agregatami uprawowo-siewnymi, po to, aby zdążyć na czas z późniejszym przygotowaniem roli do siewu i siewem ozimin.

Gospodarstwa hodowlane, a zwłaszcza prowadzące chów bydła mlecznego, o średniej lub dużej skali produkcji, wymagają najczęściej dodatkowego ciągnika o małej lub średniej mocy do prac związanych z codzienną obsługą stada – zbiór i transport zielonki, przygotowanie i zadawanie pasz objętościowych oraz słomy, usuwanie i przyzbowanie obornika itp.

Przy tym nie znajdzie uzasadnienia dofinansowanie zakupu bardzo dużego ciągnika (np. o mocy 100 kW) przez gospodarstwo o małym lub średnim areale (np. do 30 ha), gdyż w większości typowych przypadków nie wymaga ono maszyn o tak znacznym zapotrzebowaniu na siłę uciągu. Oczywiście, że zawsze mogą być przypadki szczególne i odstępstwa od reguły, ale powinny one być uzasadnione specyficznymi wymaganiami realizowanej produkcji. Dotyczy to zwłaszcza produkcji nietypowej, niszowej, o wysokich wymaganiach na przykład

co do czasu zbioru, które w konsekwencji mogą powodować konieczność zastosowania agregatów ciągnikowo-maszynowych o dużej wydajności (np. szybki zbiór i dostawa dużej partii ziemniaków jadalnych, warzyw lub innych produktów do odbiorcy hurtowego). W tych przypadkach racjonalność zakupu ciągnika powinna być uzasadniona wysokością potencjalnych strat z tytułu nieterminowego wykonania prac maszynowych lub potencjalną dochodowością uprawy danej rośliny.

Takie podejście do oceny projektów inwestycyjnych będzie wymagało od pracowników ARiMR wnikliwej analizy danych zawartych we wniosku o dofinansowanie zakupu ciągnika.

1.4. Ciągniki sadownicze

W przypadku gospodarstw sadowniczych lub warzywniczych liczbę, moc i typ ciągników należy dobrać do wykonywanych w tych gospodarstwach specyficznych prac i wysokich wymagań co do terminowości zabiegów agrotechnicznych. Dotyczy to zwłaszcza zabiegu chemicznej ochrony. Zwykle w sezonie agrotechnicznym opryskiwacze są na stałe zagregowane z ciągnikami, aby w razie wystąpienia zagrożenia natychmiast wykonać opryskiwanie drzew, bez konieczności pracochłonnego podłączania maszyny do ciągnika. Z uwagi na konieczność wykonania oprysku jednego gatunku w ciągu jednego dnia, liczbę niezbędnych zestawów (ciągnik + opryskiwacz) dobiera się do powierzchni sadu i wydajności oprysku. Najczęściej 1 zestaw wystarcza na 10-12 ha jednego gatunku drzew lub krzewów. Liczbę potrzebnych ciągników może także determinować znaczna odległość (4-5 km) sadu lub kilku odrębnych sadów. W takim gospodarstwie drugi ciągnik jest zwykle niezbędny do szybkiej zwózki zebranych owoców w warunkach ryzyka wystąpienia przymrozków.

Do podstawowych zabiegów w produkcji owoców, przy których niezbędny jest ciągnik, należy pielęgnacja roślin i gleby, zabiegi ochrony przed chorobami i szkodnikami, nawożenie, zbiory i transport owoców. Najbardziej energochłonne maszyny w sadownictwie to opryskiwacze i kosiarko-rozdrabniacze, więc to one determinują dobór mocy ciągnika [WAWRZYŃCZAK 2000].

Do współpracy z opryskiwaczami zwieszanymi o pojemności 300-400 l konieczny jest ciągnik o mocy 35-45 kW, a do maszyn o pojemności 600-800 l - ciągnik o mocy 60-75 kW. Opryskiwacze zaczepiane (1000-2000 l) wymagają relatywnie mniejszych ciągników (35-45 kW). Do kosiarko-rozdrabniaczy sadowniczych o szerokości roboczej 1,6-3,0 m niezbędny jest ciągnik o mocy 20-40 kW, a do sadowniczych rozdrabniaczy gałęzi o szerokości 1,5-1,8 m – ciągnik o mocy 30-45 kW.

Ścieżki przejazdowe w sadach intensywnych i na plantacjach towarowych krzewów jagodowych narzucają konieczność użycia wąskich ciągników sadowniczych o szerokości 1,2-1,5 m z małym promieniem skrętu [GAWORSKI 2010]. Do pracy w młodych sadach, bez trawiastej okrywy ścieżek przejazdowych, a także w sadach położonych na wzniesieniach, niezbędny jest ciągnik z przednim napędem. Zapotrzebowanie na moc do przetaczania agregatów na terenach pochyłych jest znacznie zwiększone podczas jazdy pod górę. Należy o tym pamiętać przy doborze ciągnika do sadów położonych na zboczach. Większe ciągniki mogą być potrzebne sadownikom prowadzącym uprawy na zboczach i wzniesieniach, oraz tym, którzy transportują owoce podczas zbiorów przyczepami na większe odległości [GWARA 2014]. Ponadto konieczność wykonywania częstych zabiegów opryskiwania skłania sadowników do zakupu ciągników z klimatyzowaną, szczelną kabiną z filtrami powietrza.

Gospodarstwa z plantacjami krzewów i wiśni, na których planowany jest kombajnowy zbiór owoców, powinny mieć do dyspozycji ciągnik wyposażony w przekładnię z biegami pełzającymi, umożliwiającą mu ruch z prędkością około 1 km/godz. Podobne wymagania stawiane są także ciągnikom stosowanym w uprawach warzywniczych i ogrodniczych

[SKUDLARSKI 2014]. Należy również pamiętać, że ciągniki zwięzione są mniej stabilne i nie nadają się do celów transportowych na drogach publicznych, szczególnie z bardzo obciążonymi przyczepami.

1.5. Ciągniki na terenach górzystych

Gospodarka rolna na obszarach górskich i pogórskich różni się znacznie od tej prowadzonej na obszarach nizinnych. Występują tu liczne utrudnienia naturalne wpływające na rozwój rolnictwa, takie jak: znaczne deniwelacje terenu utrudniające uprawę oraz wywołujące procesy erozji, niekorzystne warunki klimatyczne, oraz ograniczenia natury organizacyjnej jak np. silne rozdrobnienie gospodarstw i działek, duży udział użytków zielonych w strukturze upraw [GUS 2013]. Nachylenie terenu oraz znaczna zawartość w glebie części szkieletowych (odłamków skał, kamieni) sprawia, że występują także znaczące ograniczenia w uprawie mechanicznej gleby oraz w stosowanych technologiach produkcji roślinnej i zwierzęcej.

Największe obszary na terenach górzystych zajmowane są przez gospodarstwa rolnicze w paśmie Karpat i Sudetów, a także w Górach Świętokrzyskich, w tym według danych PSR'2002, w województwie małopolskim (53% powierzchni użytków rolnych), dolnośląskim (19,5%) i podkarpackim (19,0%) [GUS 2003b]. W 2010 r. powierzchnia ogólna przeciętnego gospodarstwa górskiego wynosiła zaledwie 5,63 ha, w tym powierzchnia użytków rolnych ok. 5,15 ha UR. Niemal na całym terytorium tych pasm górskich udział gospodarstw o powierzchni ogółem 20 ha i więcej jest mniejszy aniżeli 2,0% [GUS 2013]. Wyjątki w tym zakresie dotyczą głównie Beskidów Niskich i Bieszczad. Na tych terenach gospodarstwa posiadające grunty na 6 i więcej działkach stanowią ponad 1/4 ogółu (26,7%). W 2002 r. na obszarach górskich znajdowało się ponad 188 tys. gospodarstw, z których blisko 54 tys. (29%) posiadało ciągniki.

Ciągnik przeznaczony do pracy w terenach górskich powinien dysponować mocą o 30-35% większą niż ciągnik w analogicznym gospodarstwie położonym na terenach nizinnych [JUCHERSKI 2008]. Podyktowane jest to koniecznością posiadania nadwyżki mocy z tytułu pracy w pochyłym terenie, a również ze względu na częstsze, niż w pozostałych regionach kraju, występowanie gleb zwięzłych i zakamienionych, stawiających większy opór podczas wykonywania prac uprawowych.

Do zrealizowania pełnego zakresu prac wymaganych w typowym gospodarstwie górskim o areale do 50 ha wystarczają ciągniki o mocy silnika w zakresie 35-60 kW (48-82 KM) [SZEPTYCKI i in. 2005], [JUCHERSKI, KRÓL 2011]. W tym miejscu należy podkreślić, że na terenach górskich rolnicy coraz częściej rezygnują z typowej uprawy gleby i roślin polowych na rzecz użytkowania łąk i pastwisk oraz hodowli zwierząt.

Na uciążliwość gospodarowania na terenach górskich wpływa także strukturalne rozdrobnienie i rozproszenie działek oraz utrudniona dostępność do nich. Powyższe czynniki ograniczają możliwości efektywnego i wydajnego użytkowania sprzętu rolniczego. Nadrzędnym kryterium wyboru maszynowego wyposażenia górskich technologii jest jednak bezpieczeństwo operatorów użytkowanego sprzętu. Eksploatowane w warunkach górskich ciągniki powinny charakteryzować się obniżonym środkiem ciężkości, niezawodnym sprzęgłem i układem hamulcowym oraz odpowiednio dobranym zapasem energii napędu. Stateczność tradycyjnych ciągników można poprawić, mocując dodatkowe obciążniki i zwiększając rozstaw kół. Na polskim rynku dostępne są także nieliczne modele ciągników o obniżonym środku ciężkości i o większym od standardowego rozstawie kół oraz osi [FRANCIK i in. 2008].

Tradycyjny ciągnik powinien zachować stateczność na stoku o nachyleniu do 12°. Zadowalającą jakość zabiegów uprawowych, a zwłaszcza orki, można osiągnąć na polach leżących na zboczach o pochyleniu do 8°. Podczas tych prac trzeba się liczyć ze spadkiem wydajności o 11-38% w porównaniu z warunkami pracy agregatów ciągnikowo-uprawowych w terenie płaskim, a także ze wzrostem zużycia paliwa. Do pracy na bardziej stromych zboczach należy wybrać specjalistyczne ciągniki górskie, zwane samojezdnymi nośnikami góorskimi lub wielozadaniowymi transporterami rolniczymi. Umożliwiają one pracę na użytkach rolnych usytuowanych na zboczach o nachyleniu do 25-30°.

Podstawowym wymogiem trakcyjnym, stawianym ciągnikom i samobieźnym środkiem energetycznym pracującym w terenach górzystych, jest napęd na dwie osie. Włączenie napędu przedniej osi zwiększa sprawność uciągu ciągników nawet powyżej 20%. Radykalnie skraca się też droga jego hamowania (nawet o 50%) i zwiększa manewrowość agregatów dzięki mniejszej średnicy zawracania [JUCHERSKI 2009]. Agregaty z napędem na dwie osie poruszają się po stokach trawiastych ze zmniejszonym poślizgiem kół, dzięki czemu zwiększa się przyczepność ciągnika do podłoża i zmniejsza ryzyko utraty przyczepności. Przedni napęd wpływa też znacząco na poprawę bezpieczeństwa pracy, zmniejszając ryzyko wywrotki ciągnika, zwłaszcza podczas jazdy z przyczepą w dół stoku.

2. Przyczepy rolnicze

2.1. Użytkowanie przyczep w gospodarstwach rolnych

Do sprawnego funkcjonowania rozwojowego gospodarstwa rolnego niezbędny jest nie tylko nowoczesny i wydajny park ciągnikowo-maszynowy, ale także odpowiednio dobrany zestaw środków przewozowych. Jest to szczególnie istotne np. w okresie żniw, a także zbioru okopowych i zielonek na kiszonkę, kiedy liczy się każda przyczepa do przewozu płodów rolnych z pola do gospodarstwa. Stosowane do tych prac maszyny, jak kombajny, samojezdne siewczkarnie polowe - to środki bardzo drogie, a koszty ich eksploatacji stosunkowo wysokie. Przewożenie tych maszyn, spowodowane brakiem odpowiedniej liczby środków przewozowych do odbioru zebranego materiału, wydłużają czas zbioru i zwiększają jego koszty. Konieczne jest zatem zapewnienie takiej liczby środków przewozowych, by droga maszyna zbierająca pracowała bez przestojów. Liczba ta zależy między innymi od wydajności zbioru, ładowności środków przewozowych, rodzaju zbieranego i transportowanego ładunku, wydajności urządzeń przeładunkowych w miejscu składowania oraz od odległości przejazdów [PAWLAK 2006].

W 2010 r. przyczepy rolnicze (ciągnikowe) posiadało tylko 340 tys. gospodarstw w liczbie 547 tys. szt.⁴ Wskaźnik liczby przyczep przypadających na każde gospodarstwo posiadające ten rodzaj środka transportowego wynosił przeciętnie 1,61, przy czym w gospodarstwach z grupy 20-30 ha – 1,99, a w grupie gospodarstw powyżej 100 ha - średnio 6,9 przyczep na gospodarstwo – tabela II (załącznik).

Mimo zauważalnego na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat postępu w zakresie wyposażenia gospodarstw w środki przewozowe, ich liczba jest w wielu gospodarstwach niewystarczająca, względnie są to przyczepy o znacznym stopniu zużycia, liczące 20 i więcej lat (tabela IX i X, załącznik 3). Pewne uzupełnienie niedoboru przyczep transportowych w Polsce stanowią rozrzutniki obornika. Znajdują one zastosowanie zwłaszcza w mniejszych gospodarstwach do transportu np. bel słomy i siana, zielonek, okopowych. Liczba tych środków w przeliczeniu na 100 ciągników wynosiła w 2010 r. 33, a razem z przyczepami rolniczymi - 70.

⁴ Wg danych PSR'2002 na wyposażeniu 465 tys. gospodarstw znajdowało się 676 tys. przyczep ciągnikowych.

W rozwiniętych, dobrze zmechanizowanych gospodarstwach prawie na każdy użytkowany w nich ciągnik powinna przypadać 1 przyczepa rolnicza - uniwersalna lub wywrotka. Te gospodarstwa należą do grupy gospodarstw silniejszych ekonomicznie, w tym zwłaszcza o większym areale użytków rolnych.

W przypadku gospodarstw małoobszarowych zapewnienie we własnym zakresie odpowiedniej liczby przyczep transportowych jest z reguły niemożliwe. Pewnym rozwiązaniem jest powszechna współpraca sąsiedzka, obejmująca wzajemne wypożyczanie przyczep lub nawet zestawów transportowych (ciągnik z przyczepą) w okresach spiętrzenia prac przewozowych.

Współcześnie coraz większy zakres prac przewozowych związanych z zaopatrzeniem gospodarstwa w środki produkcji oraz z odbiorem zwierząt, mleka, ziarna, sadzeniaków, warzyw i owoców przejmują firmy zajmujące się skupem lub przetwórstwem produktów rolnych. W tych jednostkach przyczepy są wykorzystywane nawet powyżej tysiąca godzin rocznie. Natomiast dla gospodarstw rolnych przyczepy ciągnikowe są ważnymi, ale tylko uzupełniającymi środkami produkcji. Z tego względu możliwość intensywnego ich wykorzystania w typowym gospodarstwie jest znacznie ograniczona.

Wyniki badań IBMER/ITP z lat 2009-2010 (badania własna na podstawie WÓJCICKIEGO i in. [2009-2013]) wskazują, że w 45 gospodarstwach rodzinnych o areale od 8,6 do 150 ha przeciętne wykorzystanie przyczep rolniczych kształtowało się na poziomie 103 godz./rok i tylko w nielicznych przypadkach przekracza 200 godz./rok. Badane gospodarstwa posiadały średnio po 2,4 przyczepy (od 1 do 8), w liczbie 0,79 przyczepy na każdy użytkowany ciągnik (od 0,50 do 2,66 przyczep/ciągnik).

W większych gospodarstwach przyczepy są użytkowane znacznie intensywniej. W grupie gospodarstw o powierzchni 200-1000 ha średnie wykorzystanie tych środków przewozowych wynosi 490 (150-640) godz./rok, a w grupie powyżej 1000 ha - 660 (580-800) godz./rok [KOWALIK, GRZEŚ 2006].

2.2. Zasady doboru przyczep rolniczych

W typowym rodzinnym gospodarstwie rolnym zakup pierwszej lub kolejnej przyczepy dokonywany jest na podstawie praktycznej wiedzy i doświadczenia rolnika, z uwzględnieniem indywidualnych warunków rolniczo-produkcyjnych oraz możliwości finansowych. Jak wcześniej wspomniano, głównymi czynnikami determinującymi dobór rodzaju i wielkości przyczepy są: masa i rodzaj przewożonych ziemiopłodów oraz innych materiałów, krotność zadań przewozowych, wydajność maszyn zbierających, odległość przewozów. Natomiast czynnikami ograniczającymi ten dobór jest liczba i siła uciągu (a pośrednio moc) posiadanych ciągników oraz możliwości finansowe gospodarstwa.

Przyjmuje się, że w warunkach rolnictwa polskiego potencjał pracy typowej przyczepy rolniczej wynosi około 6000 godzin, co przy założeniu jej eksploatacji przez okres 20 lat oznacza normatywne wykorzystanie przez 300 godzin w roku, a dla 25 lat – 240 godzin. Tak zdefiniowane graniczne (minimalne) wykorzystanie przyczep rolniczych mogłoby stanowić punkt odniesienia do oceny racjonalności ich doboru i użytkowania, w tym również w ramach poszczególnych poddziałań i operacji PROW 2014-2020. Trudność pojawia się jednak przy próbie oszacowania tego wykorzystania w warunkach konkretnego gospodarstwa. Konieczność zastosowania do tego celu szczegółowych **kart technologicznych** wyklucza praktyczną możliwość tego sposobu weryfikacji wniosków przez pracowników ARiMR.

Dlatego, podobnie jak w przypadku ciągników, również przy ocenie doboru przyczep do gospodarstw rolnych uznajemy za zasadne zastosowanie **metody wskaźnikowej**. Celem tej

oceny jest weryfikacja dostosowania wielkości przyczepy do potrzeb przewozowych gospodarstwa, z uwzględnieniem indywidualnych uwarunkowań rolniczo-produkcyjnych i topograficznych. Przy powyższej ocenie należy kierować się między innymi poniższymi kryteriami weryfikującymi dostosowanie:

- liczby przyczep do liczby użytkowanych w gospodarstwie ciągników,
- ładowności przyczepy do siły uciągu, a pośrednio do mocy użytkowanych ciągników,
- ładowności przyczepy do powierzchni gospodarstwa.

a) Zakładamy, że w modernizujących się gospodarstwach rolnych o przeciętnych warunkach oraz strukturze i poziomie produkcji, a więc o typowych zadaniach przewozowych, **na każdy użytkowany w nich ciągnik powinna przypadać co najmniej 1 przyczepa rolnicza.**

Najczęściej będzie to wywrotka (najlepiej trójstronna), względnie uniwersalna przyczepa skrzyniowa, jedno- lub dwuosiowa. Obecnie na rynku dostępna jest również szeroka oferta specjalistycznych przyczep skorupowych o ładowności 7-24 ton i pojemności 6-31 m³. Znajdują one zastosowanie głównie w firmach transportowych i w bardzo dużych gospodarstwach rolnych do przewozu roślin okopowych oraz zbóż i kukurydzy.

W uzasadnionych przypadkach wskaźnik liczby przyczep do liczby ciągników może mieć wartości wyższe od 1. Dotyczy to przede wszystkim mniejszych gospodarstw, o powierzchni do 20-30 ha, użytkujących tylko 1 lub 2 ciągniki, podczas gdy np. do sprawnego odbioru ziarna od kombajnu niezbędne są 2 lub 3 przyczepy. W dużych gospodarstwach rolnych, dysponujących większą liczbą ciągników, a najczęściej i przyczep, łatwiej jest zapewnić niezbędną liczbę zestawów transportowych. W zależności od indywidualnych uwarunkowań rolniczo-produkcyjnych i topograficznych, relacja liczby posiadanych przez te gospodarstwa przyczep do liczby ciągników nie powinna być zwykle wyższa jak 1,1 do 1,33.

Do sprawnego odbioru od kombajnu ziarna zbóż, rzepaku i kukurydzy z pól oddalonych od gospodarstwa o 2 do 3 km, najczęściej wystarczą 2 lub 3 przyczepy, o ładowności dostosowanej do wydajności kombajnu, plonu roślin i sposobu rozładunku. Przy zbiorze zboża z dalej położonych pól liczba niezbędnych zestawów transportowych wzrasta do 3-4, względnie powinny to być przyczepy o większej ładowności. Warto zwrócić uwagę, że w sprzyjających warunkach zbioru i przy dużych plonach ziarna, nowoczesne kombajny osiągają wydajność wynoszącą nawet 30 i więcej ton ziarna w ciągu 1 godziny. W tym przypadku gwarancją efektywnej pracy kombajnu jest organizacja sprawnego odbioru i transportu ziarna, z zastosowaniem przyczep o dużej ładowności.

Do prac wymagających wyjątkowo licznych i wydajnych zestawów transportowych zalicza się także zbiór zielonek, w tym kukurydzy na kiszonkę, przy użyciu siewkarni samobieżnych. Podmioty świadczące usługi tymi wydajnymi maszynami najczęściej oferują równoczesny odbiór od siewkarni i przewóz zebranego materiału do gospodarstwa (na przymę) własnymi przyczepami technologicznymi, przystosowanymi do przewozu materiałów objętościowych. Zwykle do współpracy z samobieżną siewkarnią potrzeba od 2 do 3 zestawów transportowych (ciągnik z przyczepą objętościową) a nawet więcej, gdy odległość pomiędzy polem a gospodarstwem przekracza 4 do 5 kilometrów.

b) Dostosowanie ładowności przyczepy do siły uciągu, a pośrednio do mocy użytkowanych ciągników

Ładowność oraz objętość skrzyni ładunkowej to podstawowe cechy, według których dokonuje się doboru środków przewozowych do transportu różnych materiałów. Ładowność

przyczepy i wynikające z niej zapotrzebowanie na siłę uciągu i moc współpracującego ciągnika nie powinny być większe niż siła uciągu największego z użytkowanych w gospodarstwie ciągników. Dopuszcza się około 30% nadwyżkę ładowności technicznej przyczepy w stosunku do mocy posiadanych ciągników, z uwagi na fakt niepełnego wykorzystywania jej ładowności przy przewożeniu płodów rolnych.

c) Dostosowanie ładowności przyczepy do powierzchni użytków rolnych gospodarstwa

Stosunkowo najprostszym sposobem weryfikacji zasadności doboru przyczepy do konkretnego gospodarstwa rolnego jest ocena dostosowania jej ładowności do powierzchni użytkowanych gruntów rolnych. W pewnym uproszczeniu można stwierdzić, że wraz ze wzrostem powierzchni gospodarstwa zwiększa się ilość masy (ton) i pracy przewozowej (tonokilometry), a w konsekwencji zwiększa się także zapotrzebowanie gospodarstwa na bardziej liczne i o wyższej ładowności zestawy transportowe.

Kryterium dostosowania wielkości przyczepy do arealu gospodarstwa wskazuje te grupy obszarowe gospodarstw, w których użytkowanie poszczególnych typów przyczep jest najbardziej powszechne i uzasadnione, z uwagi np. na wielkość zadań przewozowych oraz moc posiadanych ciągników.

2.3. Kryteria oceny doboru przyczep rolniczych

Kryteria oceny doboru przyczep do gospodarstw o określonej powierzchni użytków rolnych zamieszczono w tabeli 5. Natomiast w tabeli 6 zestawiono zapotrzebowanie przyczep o różnej ładowności na moc współpracujących ciągników.

Tabela 5. Wskaźniki doboru przyczep rolniczych

Areal gospodarstwa	Maksymalna ładowność 1 przyczepy	Liczba przyczep *
ha UR	ton	szt./gosp.
< 10	do 5	1
10-20	do 6	1 ÷ 2
20-30		2 ÷ 3
30-40	6 ÷ 7	3 ÷ 4
40-50	7 ÷ 8	3 ÷ 5
50-60	8 ÷ 10	3 ÷ 5
60-70		4 ÷ 6
60-80	10 ÷ 12	4 ÷ 6
80-100		5 ÷ 7
100-150	12 ÷ 14	5 ÷ 7
150-200		6 ÷ 8
200-500	14 ÷ 16	7 ÷ 9
500-700	> 16	9 ÷ 11
> 700		9 ÷ 12

* wielkości orientacyjne

Tabela 6. Zapotrzebowanie przyczep na moc ciągnika

Ładowność przyczepy (od – do)	Moc ciągnika
ton	kW
< 3	16 ÷ 20
3 ÷ 4	19 ÷ 23
4 ÷ 5	24 ÷ 29
5 ÷ 6	30 ÷ 36
6 ÷ 7	35 ÷ 42
7 ÷ 8	40 ÷ 49
8 ÷ 9	45 ÷ 55
9 ÷ 10	51 ÷ 61
10 ÷ 12	56 ÷ 74
12 ÷ 14	67 ÷ 87
14 ÷ 16	77 ÷ 100
16 ÷ 18	88 ÷ 113
18 ÷ 20	98 ÷ 126
20 ÷ 22	109 ÷ 138
22 ÷ 24	120 ÷ 151

Kryteria doboru:

- (1) Podstawowe – Wskaźnik dostosowanie ładowności przyczepy do powierzchni użytków rolnych. Podane w tabeli 5 powierzchnie (ha UR) wskazują na grupy obszarowe gospodarstw, w których użytkowanie przyczep o określonej ładowności jest najbardziej powszechne i uzasadnione, z uwagi np. na wielkość zadań przewozowych oraz moc posiadanych ciągników.
- (2) Dodatkowe – Oceniając dobór przyczepy do gospodarstwa bierzemy pod uwagę dostosowanie jej ładowności do mocy nabywanych i/lub użytkowanych w gospodarstwie ciągników.

Tolerancja oceny: – standardowa do 20%,

- dodatkowa, od 2 do 10%, w zależności od średniej odległości działek rolnych od siedliska gospodarstwa, analogicznie jak w przypadku oceny doboru ciągników rolniczych (tabela 3).

Celem oceny jest weryfikacja dostosowania wielkości przyczepy do potrzeb przewozowych gospodarstwa i mocy ciągników, z uwzględnieniem indywidualnych uwarunkowań rolniczo-produkcyjnych i topograficznych.

W praktyce rolniczej ciągniki o podanych w tabeli 6 zakresach mocy charakteryzują się siłą uciągu niezbędną do pokonania oporów przetaczania w pełni obciążonej przyczepy. Te dość szerokie zakresy zapotrzebowania przyczep na moc współpracujących ciągników wynikają z różnych warunków pracy zestawów transportowych (pochylenie terenu, rodzaj podłoża), konstrukcji skrzyni ładunkowej (burtowa, skorupowa), rodzaju układu jezdnego i ogumienia, a także stopnia obciążenia przyczepy.

Nadrzędną miarą oceny racjonalności doboru i organizacji użytkowania przyczep rolniczych jest sprawność realizacji zadań przewozowych gospodarstwa rolnego, które wynikają z wymagań procesów technologicznych oraz powiązań gospodarstwa z rynkiem. Zadania te obejmują zarówno transport wewnętrzny (pole-gospodarstwo-pole), jak i transport zewnętrzny, związany z zaopatrzeniem gospodarstwa w środki produkcji oraz ze zbytem płodów rolnych.

Trzeba jednak podkreślić, że uniwersalnym kryterium oceny racjonalności doboru zestawów transportowych do gospodarstwa i poszczególnych technologii jest wzajemna relacja pomiędzy korzyściami wynikającymi z faktu zastosowania wydajnych zestawów transportowych a kosztami ich posiadania i bieżącego użytkowania. Mamy więc tutaj na uwadze efektywność całego procesu produkcyjnego, o czym należy pamiętać przy doborze zestawów transportowych gospodarstwa.

3. Ładowacze i ładowarki rolnicze

3.1. Ładowacze ciągnikowe

Ładowacz ciągnikowy to niezastąpione urządzenie dla prawie każdego gospodarstwa rolnego. Ładowacz uwalnia rolnika od większości ciężkich prac za- i rozładunkowych, wykonywanych wcześniej ręcznie przy użyciu wideł, łopaty lub szufli. Nieporównywalnie zwiększa się także wydajność tych prac. Trudno w związku z tym odmówić rolnikowi zasadności zakupu ładowacza, mając na względzie uciążliwość i pracochłonność wykonywanych prac, zwłaszcza w gospodarstwie prowadzącym chów zwierząt.

Zakres zastosowań tych urządzeń jest bardzo szeroki. Służą one do codziennego usuwania odchodów zwierzęcych z korytarzy gnojowych, jak i do okresowego usuwania obornika z obory lub chlewni z głęboką ściółką, do formowania pryzmy na gnojowni i załadunku

obornika na rozrzutnik. Ponadto są one stosowane do załadunku rozsiewaczy wapna i nawozów, do różnych prac związanych z przemieszczaniem słomy, kiszonki i siana, w pracach remontowo-budowlanych, do zbioru kamieni z pola, załadunku buraków z przyzmy na przyczepy, czy też do przegarniania ziarna w magazynach płaskich.

Ładowacze ciągnikowe mogą pracować jako przyczepiane lub zawieszane. Największą popularnością w Polsce cieszą się ładowacze czołowe, a ich oferta jest bardzo szeroka, dostosowana do większości typów ciągników stosowanych w polskim rolnictwie. Do najważniejszych zalet ładowaczy czołowych należy zaliczyć ich niewygórowaną cenę, przynajmniej w najprostszych rozwiązaniach tych urządzeń, duży wybór oraz uniwersalność zastosowań - możliwość wykorzystania zarówno w obojętności, jak i na polu.

Intensywna eksploatacja ładowaczy czołowych może powodować przyspieszone zużycie przedniej osi (duże obciążenia w trakcie pracy z ładowaczem), a także sprzęgła ciągnika, w wyniku częstej zmiany kierunku jazdy podczas prac załadunkowych. W większości rozwiązań ładowacz czołowy jest na stałe zamontowany na ciągniku. Istnieją także ładowacze z ramą wsporczą i mechanizmem pozwalającym na łatwy demontaż ładowacza, a także z tłumikiem drgań wysięgnika, dzięki czemu zmniejszone zostają dynamiczne obciążenia przedniej osi. Ze względu na wymiary ładowacza z ciągnikiem, manewrowanie tym zestawem jest mocno ograniczone wewnątrz budynków gospodarczych, a w wielu przypadkach nie jest nawet możliwy wjazd do tych budynków.

Ładowacze zaczepiane oraz zawieszane na trójpunktowym układzie zawieszenia ciągnika predysponowane są głównie do prac stacjonarnych, w tym np. do załadunku obornika na rozrzutniki, korzeni buraków z przyzmy na przyczepy. Stosunkowo duża wydajność tych urządzeń wynika z możliwości swobodnego operowania chwytakiem zamontowanym na końcu obrotowego wysięgnika, bez konieczności manewrowania samym ciągnikiem. W przypadku prac załadunkowych wymagających równoczesnego manewrowania ciągnikiem, np. pobranie beli słomy i jej transport do obory, lepszym rozwiązaniem jest ładowacz czołowy.

Ładowacze ciągnikowe wyposaża się w różnego rodzaju osprzęt, w tym np. w łyżki do materiałów sypkich, widły do obornika i do palet, widły i chwytaki do bel słomy i sianokiszonki, wybieraki kiszonki. W zależności od typu ładowacza i wielkości ciągnika mogą one operować ładunkami o masie od 300 do 2500 kg – tabela 7.

Z uwagi na stateczność układu ciągnik – ładowacz czołowy, urządzenia o dużym udźwigu i wysokości podnoszenia wymagają ciągników o większej mocy, a więc cięższych i stabilniejszych, z odpowiednio wydajnym układem hydrauliki zewnętrznej. Mniejsze ciągniki wyposaża się w dodatkowy przeciwcieżar.

Kryteria doboru ładowaczy ciągnikowych

Zasadność zakupu ładowacza ciągnikowego determinowana jest ilością prac za- i rozładunkowych w gospodarstwie. Uważa się, że gospodarstwa utrzymujące powyżej 10-15 SD zwierząt powinny być wyposażone w jeden z prostszych i tańszych typów ładowaczy. W przypadku gospodarstwa z jednym ciągnikiem będzie to ładowacz zawieszany, z uwagi na możliwość odłączenia od ciągnika. W gospodarstwach z dwoma lub większą liczbą ciągników może to być bardziej uniwersalny ładowacz czołowy. Jest on najczęściej montowany na drugim, z reguły mniejszym ciągniku, przeznaczonym do pomocniczych prac w gospodarstwie. Zakup ładowacza powinien być racjonalnie uzasadniony potrzebami danego gospodarstwa.

Wybór typu ładowacza, charakteryzowanego maksymalnym udźwigiem i wysokością podnoszenia ładunków, zależy z jednej strony od dominującego w gospodarstwie rodzaju prac za- i rozładunkowych, a z drugiej – od typu posiadanego ciągnika.

W badanych w latach 1992–2002 przez IBMER 41 gospodarstwach o areale 8–150 ha UR przeciętne wykorzystanie ładowaczy ciągnikowych wynosiło 65 godz./rok, a w 45 gospodarstwach o średnim areale 44,6–46,0 ha UR badanych w latach 2009–2010 – 103 godz./rok (załącznik 3, tab. IX i X). W większych gospodarstwach ładowacze użytkowane są znacznie intensywniej. W grupie 200–1000 ha wykorzystanie tych urządzeń wynosiło 400–1000 godz./rok, a w grupie powyżej 1000 ha 400–800 godz./rok [KOWALIK, GRZEŚ 2006].

Zamieszczone w tabeli 7 wskaźniki doboru ładowaczy ciągnikowych prezentujemy jako materiał pomocniczy, wskazujący na typową wielkość gospodarstw (ha UR) lub obsadę zwierząt (SD) w jednostkach produkcyjnych wyposażonych w ten rodzaj sprzętu. W związku powyższym, wartości tych wskaźników nie należy traktować jako bezwzględnych kryteriów doboru ładowaczy ciągnikowych. Powinny one być natomiast użyteczne dla identyfikacji przypadków szczególnych, wyraźnie odbiegających od warunków przeciętnych.

Tabela 7. Wskaźniki doboru ładowaczy ciągnikowych

Udźwig*	Wysokość podnoszenia	Rodzaj ładowacza	Moc ciągnika	Minimalna obsada zwierząt lub areal gospodarstwa **	
kg	m	-	kW	SD	ha
350	2,9	zawieszany	22-35	do 10-15 SD	do 10 ha
500	4,0	zaczepiany	45		
350-400	2,5-3,0	czołowy	20-37	do 10-15 SD	do 10 ha
500-550	2,5-3,0		28-50		
500-850	3,0-3,5		35-55	10-20	>10
1000-1400	3,0-3,5		44-70	20-25	> 25
1500-1650	3,3-3,9		60-100	25-30	> 40
1800-2200	3,5-3,9		65-110	30-35	> 60
2200-2400	4,0-4,3		90-150	>35	> 100

* Udźwig max w górnym punkcie obrotu szufli; ** Wartości orientacyjne, SD – sztuki duże.

Źródło: *Materiały firmowe i szacunki własne*

Kryterium oceny:

- Przy doborze ładowaczy ciągnikowych wychodzimy z założenia, że każde gospodarstwo posiadające ciągnik rolniczy powinno być wyposażone w ten rodzaj sprzętu o ile uzasadnione jest to ilością i rodzajem prac przeładunkowych. W ocenie doboru ładowaczy należy zastosować podejście indywidualne.
- Głównym kryterium weryfikacji doboru będzie komplementarność z posiadanym lub nabywanym ciągnikiem, tj. dostosowanie ładowacza do określonego typu i mocy ciągnika. Dodatkowym kryterium będzie rodzaj, skala i warunki prowadzonej produkcji rolniczej, determinujące ilość i rodzaj prac przeładunkowych.

3.2. Ładowarki samobieżne

Samobieżne ładowarki rolnicze stanowią bardzo urozmaiconą gamę maszyn, o różnorodnych zastosowaniach, mocach silników i parametrach roboczych. Należą do nich niewielkie ładowarki podwórzowe, uniwersalne ładowarki kołowe oraz ładowarki teleskopowe.

Z eksploatacyjnego punktu widzenia kryteriami wyboru ładowarek samobieźnych są:

- zakres zastosowań,
- przestrzeń w miejscu dokonywania prac przeładunkowych
- wymiary wjazdów i korytarzy w budynkach inwentarskich, magazynach,
- parametry maszyny, w tym udźwig, wysokość podnoszenia, zasięg ramienia roboczego,
- wykorzystanie roczne.

Ładowarki podwórzowe

Ładowarki podwórzowe to niewielkie czterokołowe maszyny zwane „Hoftrakami” (z niem. ciągniki podwórzowe), wyróżniające się kompaktowymi wymiarami i zwrotnością. Wysięgnik ładowarki można wyposażać w kilkanaście łatwo wymienialnych przystawek do różnego rodzaju prac w gospodarstwie rolnym. Podstawowym zastosowaniem tych maszyn jest usuwanie obornika z korytarzy gnojowych. Równie często są one wykorzystywane do dostarczania pokarmu zwierzętom, w tym dowożenia i rozwijania beł słomy i siana, wycinania i przewożenia bloków kiszonki, a także do prac remontowo-budowlanych oraz porządkowych na terenie gospodarstwa.

Podstawowe zalety ładowarek podwórzowych to duża zwrotność, a przez to możliwość prowadzenia prac na wąskim obszarze. Zwrotność tych maszyn wynika nie tylko z małych rozmiarów, ale także z przegubowej ramy, łamanej pod dużym kątem. Hydrauliczny napęd wszystkich kół pozwala na bezstopniową regulację prędkości jazdy oraz na błyskawiczną zmianę jej kierunku. Dzięki tym cechom, maszyny tego typu mogą swobodnie poruszać się w ciasnych chlewniach, oborach, stajniach, a nawet mogą wjeżdżać do poszczególnych boksów. Wykorzystywane są głównie w budynkach inwentarskich, gdzie ze względu na swe gabaryty nie może pracować ciągnik z ładowaczem.

Najmniejsze modele tych maszyn mają szerokość zaledwie 0,8-0,9 m, a wysokość 1,7-1,9 m. Mogą unosić ładunki o masie do 500-900 kg na wysokość ok. 1,8 m. Napędzane są silnikami o mocy 15-20 kW. Większe modele wyposażone są w silniki o mocy do 35-45 kW i podnoszą ładunki o masie 1500-2100 kg na wysokość do ok. 3,2 m. Szerokość typowych ładowarek podwórzowych przeznaczonych do prac wewnątrz budynków inwentarskich nie przekracza 1,15 m.

Podstawowe kryteria doboru ładowarki podwórzowej do gospodarstwa, to przede wszystkim przestrzeń w miejscu dokonywania prac przeładunkowych, wymiary bram i korytarzy w budynkach inwentarskich, magazynach oraz rodzaj i ilość wykonywanej pracy.

Istotnym kryterium doboru ładowarki do gospodarstwa jest jej budowa i parametry techniczne. Ma tu znaczenie zarówno szerokość maszyny - z uwagi na szerokość przejazdów, ganków w pomieszczeniach gospodarskich, jej wysokość - z uwagi na wymiary bram i wjazdów do budynków oraz wysokość podnoszenia (załadunek wozu paszowego, rozrzutnika, przyczepy). Te czynniki wpływają na wielkość maszyny. Ważnym parametrem jest szerokość maszyny, wpływająca na jej stabilność. Stabilność tych maszyn zmienia się wraz ze stopniem skrętu i wysokością unoszonego ciężaru. Natomiast masa podnoszonych ładunków i rodzaj pracy determinują rodzaj napędu (stosowane są trzy rozwiązania z zakresu hydrauliki jazdy) i moc maszyny [KLUKOWSKI 2007].

Są to maszyny drogie. Cena najmniejszych ładowarek samobieźnych jest porównywalna z ceną ciągników. Potencjał pracy tych maszyn wynosi około 9000 godzin [KTBL 2012]. Z ekonomicznego punktu widzenia powinny być użytkowane równie intensywnie jak ciągniki. Jest to możliwe np. przy codziennej obsłudze stada zwierząt. Ładowarka samobieźna

zastępuje w tym przypadku ciągnik przy wszelkich pracach w obejściu, poczynając od usuwania obornika i dowożenia paszy, a kończąc na pracach porządkowych.

Najmniejsze modele ładowarek podwórzowych (15-25 kW) mogą być efektywnie użytkowane w gospodarstwach z obsadą 20-25 SD. Przy obsłudze takiego stada zwierząt ładowarka będzie codziennie wykorzystywana przez około 1 godzinę, w roku przez 365 godzin, a w okresie 20 lat przez 7300 godzin.

Ładowarki kołowe

Grupę ładowarek o większych wymiarach, mocy i wydajności pracy stanowią typowe ładowarki kołowe. Moc ich silników zawiera się zwykle w przedziale 35-75 kW, a masa wywrotu 2100-3200 kg, przy wysokości podnoszenia (wysypu) do 3,2 m. Są to maszyny szersze 1,4-1,8 m i wyższe 2,0-2,6 m. Mogą być także wyposażone w wysięgnik teleskopowy. Z uwagi na rozmiary, ta grupa ładowarek wykonuje prace głównie poza budynkami gospodarczymi. W ograniczonym zakresie mogą być także stosowane do prac przeładunkowych na polu.

Ładowarki teleskopowe

Są to maszyny o mocy silnika najczęściej 70-110 kW, o dużym udźwigu i zasięgu teleskopowego ramienia, ze sztywnym podwoziem i kierowanymi wszystkimi kołami. W wersjach rolniczych mogą one unosić ładunki najczęściej o masie 2-4 ton, na wysokość 4-8 m. W zależności od modelu maszyny maksymalny poziomy zasięg teleskopowego ramienia wynosi 5-13 m.

Z uwagi na wysoką cenę i potencjał pracy (ok. 10000 godzin), te wysokowydajne maszyny są przeznaczone do wykonywania regularnie przeprowadzanych i powtarzających się prac. Znajdują zastosowanie przede wszystkim w przedsiębiorstwach rolnych zajmujących się obrotem towarowym, w magazynach zbożowych, przy zaopatrywaniu dużych instalacji do produkcji biogazu, a także przy przeładunku materiałów w firmach usługowych i bardzo dużych gospodarstwach (> 250 ha). Obecnie ładowarki teleskopowe są coraz częściej nabywane przez znacznie mniejsze gospodarstwa, nawet o areale poniżej 50 ha, w tym z dużą obsadą bydła mlecznego. Znajdują one także zastosowanie w niewielkich gospodarstwach o specyficznych kierunkach produkcji (np. pieczarkarnie, fermy drobiu). Typowy zakres zastosowań tej grupy maszyn obejmuje:

- załadunek, transport, rozładunek i stertowanie dużych bel słomy,
- załadunek obornika oraz formowanie pryzmy kiszonki,
- załadunek i magazynowanie płodów rolnych oraz np. nawozów, pasz, ziarna itp.,
- prace remontowo-budowlane w gospodarstwie rolnym.

Dobierając tę maszynę do gospodarstwa zwraca się uwagę głównie na udźwig wysięgnika teleskopowego i jego zasięg oraz moc silnika. Dobór tych parametrów zależy od charakteru wykonywanych prac. Według badań KOWALIKA I GRZESIA [2006] w gospodarstwach powyżej 1000 ha ta grupa maszyn jest wykorzystywana przez 800-1330 godzin w roku.

Kryteria doboru ładowarek samobieźnych

Zasadniczym kryterium oceny doboru ładowarek samobieźnych do gospodarstw rolnych jest dostosowanie tych maszyn do skali produkcji charakteryzowanej obsadą zwierząt (SD) i/lub arealem użytków rolnych (ha UR), a także rodzajem prowadzonej działalności rolniczej. Zalecane minimalne wartości wskaźników doboru ładowarek w zależności od skali produkcji zamieszczono w tabeli 8. W ocenie doboru należy także poddać analizie technologiczną i

organizacyjną zasadność użytkowania tych maszyn, w zależności od rodzaju i warunków produkcji.

Tabela 8. Wskaźniki doboru ładowarek samobieźnych

Rodzaj ładowarki	Moc silnika	Maksymalny udźwig	Wysokość podnoszenia	Minimalna obsada zwierząt lub areał gospodarstwa *		
	kW	kg	m	SD	-	ha
Podwórzowe	15-25	500-900	1,7-1,9	20-25	lub	-
	25-35	700-1000	1,0-3,0	25-35		-
	30-40	1500-2100	2,9-3,2	35		-
Kołowe	35-45	2000-2400	3,2-3,4	40		50
	45-55	2400-2600	3,4-3,6	50		75
	55-75	2600-3200	3,4-3,8			100
Teleskopowe	55-75	2000-3000	2,8-5,0	65		100
	75-95	3600-4100	6,0-7,0	100	200	
	95-115	3000-4000	5,0-8,0	150	300	

* Wartości orientacyjne; SD – sztuki duże

Źródło: Szacunki własne

Kryterium oceny: Minimalna obsada zwierząt (SD) lub areał gospodarstwa (ha UR).

Alternatywną metodą oceny racjonalności doboru do gospodarstw i użytkowania ładowarek jest zastosowanie metody technologicznej. Polega ona na analizie nakładów pracy ładowarek w poszczególnych rodzajach działalności w produkcji roślinnej, zwierzęcej i pracach ogólnogospodarczych. Wynikiem tej analizy powinno być oszacowania rocznego wykorzystania tych maszyn. W tej metodzie kryterium oceny doboru jest minimalne roczne wykorzystanie tych maszyn.

Według źródeł zagranicznych (KTBL - Niemcy, FAT - Szwajcaria) i krajowych (ITP Warszawa) potencjał eksploatacyjny samobieźnych ładowarek rolniczych wynosi 9000 - 10000 h (analogicznie jak w przypadku ciągników). Przy zakładanym 15–20-letnim okresie eksploatacji normatywne roczne wykorzystanie tych maszyn powinno wynosić $W_{NORM} = 500 \div 670$ h/rok. Taką intensywność użytkowania ładowarek można uznać za optymalną z punktu widzenia minimalizacji kosztów ich eksploatacji i okresu amortyzowania. W warunkach polskiego rolnictwa tak wysoki poziom wykorzystania ładowarek zapewniają przede wszystkim duże gospodarstwa. Według aktualnych szacunków, intensywne wykorzystanie ładowarek jest także możliwe w gospodarstwach o mniejszym areale, ale o specyficznych kierunkach produkcji.

Natomiast zgodnie z założeniami metody oceny racjonalności wyposażenia gospodarstw w środki mechanizacji kryterium oceny doboru ładowarki do gospodarstwa będzie jej minimalne wykorzystanie w roku W_R^N wynoszące:

$$W_R^N = W_{NORM} \times 0,75 = 500 \div 670 \text{ h/rok} \times 0,75 = 375 \div 500 \text{ h/rok}.$$

W związku z powyższym taki poziom wykorzystania ładowarek należy uznać jako racjonalny z punktu widzenia wymagań poszczególnych poddziałań i operacji PROW 2014-2020.

4. Podnośniki widłowe

4.1. Podnośniki widłowe ciągnikowe

Ciągnikowe podnośniki (ładowacze) widłowe przeznaczone są do prac załadunkowo-rozładunkowych przede wszystkim w sadownictwie i warzywnictwie, a w ograniczonym zakresie także w klasycznych gospodarstwach rolnych. Umożliwiają podnoszenie ładunków umieszczonych w skrzyniopaletach, na paletach i w pojemnikach, przemieszczanie ich na niewielkie odległości, a następnie składowanie tych ładunków na niskich przyczepach sadowniczych lub na typowych przyczepach rolniczych. Udźwig tych urządzeń zawiera się w przedziale od 600 kg do nawet 1400 kg, a wysokości podnoszenia - od 1,8 m do 2,7 m. Podnośniki czołowe są podwieszane na wsporniku osi przedniej ciągnika, a podnośniki tylne – na trójpunktowym układzie zawieszenia ciągnika. Zwykle są one montowane na ciągnikach małej i średniej mocy (od 22 kW do 45 kW), powszechnie użytkowanych w gospodarstwach sadowniczych i warzywniczych. Często w celu zwiększenia ładowności zestawu transportowego na ciągnikach o większej masie i mocy montowane są jednocześnie oba te urządzenia. Ciągnikowe podnośniki widłowe są powszechnie wykorzystywanym środkiem transportu do podwożenia skrzyniopalet w czasie zbioru jabłek, a także wiśni lub malin na soki i wywożenia ich z uliczek przejazdowych oraz do ich załadunku na przyczepy [RABACEWICZ 2000].

Zasadniczą zaletą tych urządzeń jest relatywnie niska cena, zwłaszcza w porównaniu z ceną ładowarek samobieżnych i terenowych wózków podnośnikowych oraz możliwość wykorzystania posiadanego ciągnika do specjalistycznych prac za- i rozładunkowych. Z uwagi na ograniczoną wydajność, użytkowanie podnośników widłowych jest uzasadnione w mniejszych gospodarstwach sadowniczych. Urządzenia te znacząco zmniejszają uciążliwość pracy ludzkiej i zwiększają jej wydajność przy za- i rozładunku oraz przemieszczaniu zebranych owoców i warzyw.

Ciągnikowe podnośniki widłowe mogą być racjonalnie wykorzystywane w każdym gospodarstwie sadowniczym (głównie sady jabłoniowe) i warzywniczym, które użytkuje ciągnik rolniczy oraz stosuje technologię zbioru owoców lub warzyw do skrzyniopalet lub do innych pojemników przystosowanych do przemieszczania na zębach podnośnika.

Kryteria oceny racjonalności doboru:

- a) użytkowanie ciągnika,
- b) technologia zbioru owoców lub warzyw, względnie innych płodów rolnych do skrzyniopalet lub do innych pojemników przystosowanych do transportu na podnośniku widłowym.

4.2. Wózki widłowe podnośnikowe

Wózki widłowe podnośnikowe to urządzenia przeznaczone do podnoszenia ładunków na znaczną wysokość (od 2,5 do kilkunastu metrów), a także do ich przemieszczania na nieduże odległości w obrębie magazynów, budynków produkcyjnych i w bezpośrednim ich otoczeniu.

Na zakup wózka widłowego powinni decydować się wyłącznie użytkownicy gospodarstw specjalistycznych, prowadzący działalność związaną z posiadaniem sporego magazynu, w którym produkty są składowane na paletach, w skrzyniopaletach lub kontenerach. Cechą wózków widłowych podnośnikowych jest ich zdolność do przemieszczania „standaryzowanych” ładunków w pionie, w tym zestawiania ich jeden na drugim w stopy, względnie ustawiania ich na półkach kilkukondygnacyjnych regałów, a także do załadunku i rozładunku przyczep oraz samochodów ciężarowych. Znajdują one zastosowanie w

sortowniach i przechowalniach owoców, warzyw, ziemniaków, mieszalniach pasz, a nawet do obsługi gospodarstw drobiarskich.

Przykładowe zastosowania:

- dowożenie i odbieranie skrzyniopalet z linii sortującej jabłka oraz składowanie jabłek w chłodniach,
- przewożenie ustawionych na paletach skrzynek pomidorów i innych warzyw pomiędzy szklarniami a sortownią, a następnie układanie palet w przechowalni lub ich załadunek na środki transportowe,
- transport i ustawianie palet skrzyniowych jedna na drugiej w przechowalni ziemniaków (jadalnych lub sadzeniaków),
- odbiór palet ze skrzynkami kalafiorów z linii sortującej i załadunek na samochody ciężarowe.

Do pracy w pomieszczeniach zamkniętych przeznaczone są przede wszystkim wózki z napędem elektrycznym, tzw. wózki akumulatorowe. W dobrze przewietrzanych magazynach można także stosować wózki spalinowe zasilane gazem propan-butan. Wózki elektryczne to maszyny o bardzo zwartej konstrukcji. Kompaktowe rozmiary oraz ogromna zwrotność tych wózków (mogą zawracać prawie w miejscu) predysponują je do pracy w wąskich korytarzach i ciasnych magazynach. Natomiast z uwagi na niewielki prześwit oraz małą średnicę kół jezdnych wózki elektryczne powinny się poruszać prawie wyłącznie po równym i utwardzonym podłożu, np. po betonowej posadzce magazynu. Do pracy na zewnątrz pomieszczeń produkcyjnych, na nierównym podłożu, lepiej nadają się nieco większe wózki spalinowe (na gaz lub olej napędowy) wyposażone w ogumienie terenowe.

Pewną niedogodnością związaną z użytkowaniem wózków elektrycznych jest konieczność zakupu wydajnego prostownika do ładowania baterii akumulatorów oraz stała ich konserwacja. Typowe wózki podnośnikowe podnoszą ładunki na wysokość 2,5-6 m, a wózki specjalizowane nawet wyżej. W zastosowaniach rolniczych najczęściej stosuje się wózki o udźwigu 1,0-1,5 tony.

Z uwagi na wysoki koszt zakupu oraz znaczny potencjał eksploatacyjny (około 9000 godzin), samojezdne czołowe wózki podnośnikowe, czyli tzw. „widlaki”, przeznaczone są prawie wyłącznie do gospodarstw wysokoprodukcyjnych.

IV. Wskaźniki oceny doboru i wykorzystania wybranych maszyn, narzędzi i urządzeń rolniczych

1. Maszyny, narzędzia i urządzenia stosowane w uprawach polowych

1.1. Uwagi do metody oceny racjonalności zakupu maszyn

Ocenę racjonalności zakupu i użytkowania maszyny dokonuje się przez porównanie potencjalnego wykorzystania maszyny w gospodarstwie W_R z ustaloną dla danego rodzaju i typu maszyny wartością wskaźnika stanowiącego kryterium oceny – kryterium podstawowe lub dodatkowe.

Potencjalne wykorzystanie maszyny - W_R

Potencjalne wykorzystanie maszyny W_R (ha/rok) szacuje się na podstawie struktury i powierzchni poszczególnych upraw w gospodarstwie, z uwzględnieniem krotności wykonywania zabiegów agrotechnicznych.

Podstawowe kryterium oceny

Dla wymienionych w punktach 1.2 – 1.24 maszyn i narzędzi stosowanych w produkcji roślinnej podstawową wartością kryterialną jest **minimalne wykorzystanie w roku W_R^N** , wyrażone w hektarach wykonanej w ciągu roku pracy. To wykorzystanie zostało określone dla poszczególnych rodzajów i typów maszyn według poniższej formuły:

$$W_R^N = \frac{k \cdot T_H \cdot W_{07}}{T} \text{ (ha/rok),}$$

gdzie:

T_H – potencjał eksploatacyjny maszyny wyrażany najczęściej liczbą godzin pracy, rzadziej liczbą hektarów wykonanej pracy, godz. lub ha,

W_{07} – wydajność eksploatacyjna, ha/godz.,

T – zalecany okres eksploatacji, lata,

k – współczynnik korekcyjny.

Potencjał eksploatacyjny - T_H , T_{HA}

Potencjał eksploatacyjny maszyny to miara jej zdolności do wykonania określonej ilości pracy (godz., ha, t, szt. itp.) w typowych warunkach oraz przy prawidłowej obsłudze i przeprowadzaniu bieżących napraw. Jest to całkowity zasób pracy, jaki ma fabrycznie nowa maszyna do momentu jej pełnego eksploatacyjnego zużycia (kasacji). Jest to parametr charakterystyczny dla danego rodzaju maszyn, ale jego wartość jest także zależna od jakości wykonania, a więc marki producenta. Potencjał eksploatacyjny maszyny nazywany jest w różnych publikacjach: zdolnością przerobową, potencjałem użytkowym, technicznym zasobem pracy, resursem lub normatywnym wykorzystaniem w okresie trwania. Normatywne potencjały eksploatacyjne poszczególnych rodzajów i typów maszyn oraz urządzeń rolniczych są publikowane w specjalistycznych wydawnictwach krajowych i zagranicznych.

Dla wybranych maszyn ich potencjał pracy został podany w jednostkach powierzchni wykonanej pracy – T_{HA} (ha). W tym przypadku wykorzystanie minimalne tych maszyn W_R^N zależy tylko od założonego okresu eksploatacji maszyny T oraz od przyjętej wartości współczynnika korekcyjnego k . Trzeba jednak zwrócić uwagę, że wartość T_{HA} została określona dla przeciętnych warunków pracy. W przypadku maszyn i narzędzi stosowanych do uprawy gleb ciężkich lub zakamienionych wartość potencjału pracy T_{HA} będzie mniejsza od wartości przeciętnej o około 25%, z uwagi na szybsze tempo zużywania się elementów roboczych.

Wydajność eksploatacyjna - W_{07}

Wydajność eksploatacyjna określa ilość wykonanej pracy w czasie obejmującym: pracę efektywną, nawroty i przejazdy jałowe na polu, obsługę codzienną i przygotowanie maszyny do pracy, regulacje maszyny, usuwanie usterek technologicznych i technicznych na polu, przejazdy transportowe z gospodarstwa na pole i z pola na pole oraz czas niezbędnych przerw pracy operatora maszyny. W rezultacie wydajność eksploatacyjna większości rodzajów maszyn rolniczych wynosi 60-70% wydajności efektywnej i jest zależna m.in. od właściwej organizacji pracy maszyny oraz od rozmiarów pól i ich odległości od gospodarstwa.

Zalecany okres eksploatacji - T

Do obliczeń minimalnego wykorzystania większości rodzajów maszyn przyjęto okres eksploatacji wynoszący od 20 do 25 lat. W nielicznych przypadkach, dotyczących wybranych rodzajów i typów maszyn, okres ten ograniczono do 15 lat. Z reguły dłuższe okresy trwania, w podanym zakresie zmienności, przewidziano dla maszyn o mniejszej wydajności, mających zastosowanie w niezbyt dużych gospodarstwach rolnych. Należy zauważyć, że w warunkach rozdrobnionego rolnictwa polskiego większość środków mechanizacji jest użytkowana nawet powyżej 30 lat.

Współczynnik korekcyjny - k

Uwzględnienie w obliczeniach współczynnika korekcyjnego powoduje adekwatne do jego wartości ($0,5 \div 0,75$) obniżenie progu minimalnego wykorzystania maszyny W_R^N w stosunku do wymagań normatywnych. Wprowadzenie tego współczynnika ma na celu zwiększenie dostępności maszyn dla szerszej grupy potencjalnych beneficjentów programu PROW 2014-2020, aniżeli tylko dla użytkowników gospodarstw o bardzo dużej skali produkcji. Najniższe wartości tego współczynnika przyjęto dla modeli maszyn o wydajności najmniejszej w danej grupie, co w wielu przypadkach stwarza możliwość uznania za zasadny zakup tych maszyn nawet przez stosunkowo niewielkie gospodarstwa rolne.

Dodatkowe kryterium oceny

W celu uproszczenia procesu oceny zasadności zakupu maszyn, w tym oceny stopnia jej wykorzystania, zaproponowano także **kryterium dodatkowe** (uzupełniające). Miarą tego kryterium jest odpowiadający wartości kryterium podstawowego np. areał gruntów ornych, względnie areał uprawy odpowiednich do rodzaju maszyny roślin lub powierzchnia łąk itp. Należy zauważyć, że w celu oszacowania wartości kryterium dodatkowego przyjęto określone założenia dotyczące np. zakresu zastosowania poszczególnych rodzajów maszyn, względnie krotności wykonywanych nimi zabiegów agrotechnicznych. Z powyższych względów wartość tego kryterium należy traktować jako „orientacyjną”, wskazującą tylko z pewnym przybliżeniem na powierzchniowe (w ha) wykorzystanie maszyny w gospodarstwach.

Tolerancja oceny

Zgodnie z wcześniejszymi uwagami oraz wyjaśnieniami zawartymi w załączniku 6 w ocenie doboru maszyn do gospodarstw rolnych należy uwzględnić 20% tolerancję oceny. W związku z tym podstawą pozytywnej oceny racjonalności wyposażenia gospodarstwa w określony rodzaj sprzętu rolniczego powinno być spełnienie warunku:

$$W_R \geq 0,8 \cdot W_R^N$$

Uwagi dodatkowe:

W ocenie wyposażenia gospodarstwa w środki mechanizacji nie należy uwzględniać maszyn i urządzeń starszych niż 20 lat.

1.2. Pługi

Tabela 9. Wskaźniki wykorzystania pługów do orki średniej i głębokiej

Rodzaje i typy pługów		Szerokość robocza ^{a)}	Moc ciągnika ^{b)}	Minimalne wykorzystanie w roku WR^N	Minimalny areal gruntów ornych ^{c)} A	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}	Współczynnik korekcyjny k
		m	kW	ha/rok	ha	lata	ha	-
Zagonowe zawieszane	2-sk.	0,64-0,88	28	6	4	25	700	0,2
	3-sk.	0,95-1,20	46	13	8	25	1050	0,3
	4-sk.	1,40-1,60	57	28	19	25	1400	0,5
	5-sk.	1,75-2,00	70	49	33	25	1750	0,7
Obracalne zawieszane	2-sk.	0,64-0,84	44	14	9	25	1000	0,35
	3-sk.	0,96-1,44	70	41	28	20	1500	0,55
	4-sk.	1,28-2,00	92	65	43	20	2000	0,65
	5-sk.	1,75-2,00	110	133	89	15	2500	0,8
Obracalne półzawieszane	4-sk.	1,40-1,92	100	107	71	15	2000	0,8
	5-sk.	1,75-2,40	115	133	89	15	2500	0,8
	6-sk.	2,10-2,88	130	160	107	15	3000	0,8
	7-sk.	2,45-3,36	165	187	124	15	3500	0,8

a) Szerokość robocza, zależna od modelu (producenta) pługa, w tym szerokości korpusów pługowych i ustawień pługa.

b) Przeciętne zapotrzebowanie pługa na moc współpracującego ciągnika, zależne od rodzaju i typu pługa, szerokości roboczej, głębokości orki oraz warunków glebowych.

c) Minimalna powierzchnia gruntów ornych przy założeniu, że orkę łącznie z podorywką i orką przykrywająca obornik wykonuje się przeciętnie 1,5-krotnie w ciągu roku.

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku **WR^N**, ha/rok
- Dodatkowe – minimalny areal gruntów ornych **A**, ha

Tolerancja oceny: Do 20% zależnie od lokalnych uwarunkowań produkcyjnych.

W tabeli 9 podano przeciętne zapotrzebowanie poszczególnych rodzajów i typów pługów (o określonej liczbie korpusów pługowych) na moc współpracującego ciągnika. Dla określonej głębokości orki i warunków glebowych niezbędna moc ciągnika może różnić się od wartości przeciętnej o +/- 15÷25% zależnie od: rodzaju i rozwiązań konstrukcyjnych poszczególnych pługów, w tym np. rodzaju, szerokości i stosowanych zabezpieczeń korpusów pługowych, a także możliwości zmiany ustawień szerokości roboczej całego pługa, itp.

Dla dwu- i trzyskibowego pługa obracalnego wartość współczynnika **k** obniżono odpowiednio do 0,35 i 0,55. Tego rodzaju pługi są zalecane m.in. do stosowania na terenach zagrożonych erozją wodną. Takie tereny występują w Polsce południowej (tereny faliste), gdzie rozdrobnienie gospodarstw jest szczególnie duże. W tych warunkach możliwości odpowiednio wysokiego wykorzystania środków mechanizacji rolnictwa są ograniczone. Należy ponadto zwrócić uwagę na zróżnicowanie wydajności orki w zależności np. od wielkości pola, rodzaju gleby i mocy ciągnika - tabela 10. Potencjał eksploatacyjny pługów i pozostałych narzędzi stosowanych do uprawy gleb ciężkich i zakamienionych jest o około 25% niższy, co także należy uwzględnić przy ocenie ich wykorzystania.

Tabela 10. Wydajność orki 5-skibowym pługiem zagonowym zawieszanym gleb średnich i ciężkich, w zależności od wielkości pola i mocy współpracującego ciągnika

Rodzaj gleb	Ciągnik kW	Wydajność eksploatacyjna W_{07} (ha/godz.) na polu:				
		1 ha	2 ha	5 ha	10 ha	20 ha
Średnie	83	0,57	0,66	0,74	0,75	0,76
	105	0,59	0,68	0,76	0,77	0,79
	120	0,61	0,70	0,77	0,79	0,80
Ciężkie	160	0,57	0,66	0,72	0,73	0,76
	175	0,59	0,68	0,76	0,76	0,79
	200	0,61	0,71	0,79	0,80	0,83

Źródło: Obliczenia własne na podstawie [KTBL 2004, 2012]

1.3. Brony talerzowe

Tabela 11. Wskaźniki wykorzystania bron talerzowych

Szerokość robocza	Typ bron	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Minimalny areal gruntów orných * A	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}	Współczynnik korekcyjny k
m	-	kW	ha/rok	ha	lata	ha	-
1,8	2-sekc. „V”	26	15	10	30	1800	0,25
2,3	4-sekc. „X”	44-60	21	14	27	2300	0,25
2,8		52-74	34	22	25	2800	0,3
3,2		62-81	64	43	25	3200	0,5
3,9		81-105	98	65	20	3900	0,5
4,5		105-115	135	90	20	4500	0,6

* Areal gruntów orných przy 1,5-krotnym zabiegu. W zależności od rodzaju bron talerzowe są najczęściej wykorzystywane do uprawy ściernisk, zwłaszcza po zbiorze rzepaku i kukurydzy, do doprowadzania roli po orce, a także do wymieszania obornika z glebą.

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku W_R^N , ha/rok
- Dodatkowe – minimalny areal gruntów orných A , ha

Tolerancja oceny: Do 20% zależnie od lokalnych uwarunkowań produkcyjnych.

1.4. Agregaty podorywkowe

Agregaty podorywkowe są szczególnie polecane do uprawy ściernisk na glebach lekkich i średniozwięzłych, na których bardzo dobrze mieszają resztki poźniwne z glebą i spulchniają jej wierzchnią warstwę. Na glebach zwięzłych bardziej odpowiednie do uprawy ścierniska są ciężkie bron talerzowe.

Właściwe efekty pracy kultywatorów podorywkowych uzyskuje się przy pracy z prędkością 10-12 km/godz., co wraz ze znaczną szerokością roboczą (nawet 6 m i więcej) daje bardzo dużą wydajność powierzchniową. Uzyskanie tak dużych wydajności wymaga zastosowania

ciągnika o odpowiednio wysokiej sile uciągu i mocy. Średnie zapotrzebowanie na moc współpracującego ciągnika wynosi od 20-25 kW do 32-37 kW na 1 m szerokości roboczej, w zależności od warunków pracy (zwięzłość gleby, głębokość pracy).

Tabela 12. Wskaźniki wykorzystania agregatów podorywkowych

Szerokość robocza	Liczba zębów	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Minimalna powierzchnia zasiewów*	Okres eksploatacji	Potencjał eksploatacyjny	Współczynnik korekcyjny k
m	szt.	kW	ha/rok	ha	lata	ha	-
2,1	5	48-75	21	14	20	1050	0,4
2,6	6	59-88	33	22	20	1300	0,5
3,0	7	75-110	45	30	20	1500	0,6
3,7	9	105-135	99	66	15	1850	0,8
4,5	11	105-162	135	90	15	2250	0,9
5,4	13	118-191	162	108	15	2700	0,9
6,0	13	118-191	180	120	15	3000	0,9

* Powierzchnia zasiewów zbóż, rzepaku i kukurydzy, a więc roślin po zbiorze których wymagana jest uprawa ścierniska; zakłada się 1-2-krotne (średnio 1,5-krotne) wykonanie zabiegu w ciągu roku.

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku W_R^N , ha/rok
- Dodatkowe – minimalny areal gruntów ornych A , ha

Tolerancja oceny: Do 20% zależnie od lokalnych uwarunkowań produkcyjnych.

1.5. Aktywne maszyny uprawowe

Brony z aktywnymi elementami roboczymi są przeznaczone głównie do uprawy gleb ciężkich, rzadziej średnich. W warunkach, w których praca narzędziami biernymi jest niemożliwa lub utrudniona, obrotowe elementy robocze bron zapewniają dobre kruszenie i mieszanie gleby. Brony aktywne nie są natomiast zalecane do pracy na glebach lekkich z uwagi na ryzyko zniszczenia jej struktury.

Najpopularniejszą grupę wśród aktywnych maszyn uprawowych stanowią **bronny wirnikowe** – tabela 13. Ich elementami roboczymi są noże zamontowane na wirnikach obracających się wokół osi pionowej. Cięższe odmiany tych maszyn, z zębami zagiętymi do przodu, nazywa się również kultywatorami wirnikowymi. Rzadziej stosowaną grupą aktywnych maszyn uprawowych są **bronny rotacyjne**, czyli tzw. *rototilery* – tabela 14. Elementami roboczymi tych maszyn są zęby (noże, dłuta, stopki) zamontowane na poziomo obracającym się wale.

Podstawowym obszarem zastosowania bron aktywnych jest przedsięwzięta uprawa gleby. W tym zabiegu są one równie często stosowane jako maszyny pracujące samodzielnie, jak również w zestawie z nabudowanym siewnikiem, jako agregaty uprawowo-siewne. Maszyny te wyposażone są także w wały (strunowe, rurowe, typu *Crosskill* i inne), których zadaniem jest przede wszystkim wyrównanie i zagęszczenie spulchnionej wirnikami gleby przed siewem oraz utrzymywanie zadanej głębokości pracy bron. Aktywne bronny uprawowe ułatwiają i przyspieszają przygotowanie pola do siewu, zwłaszcza na glebach cięższych, których nie da się odpowiednio doprawić narzędziami biernymi. Obecnie są one coraz częściej stosowane w gospodarstwach posiadających duże areale zbóż i rzepaku, z uwagi na

krótki czas między zbiorem przedplonu i siewem rośliny następczej. W celu zapewnienia terminowego siewu, maszyny te pracują nawet po 20 godzin na dobę (w systemie zmianowym). W gospodarstwach wielkoobszarowych jedna 4 lub 4,5 metrowa maszyna potrafi w sezonie wykonać pracę na kilkuset hektarach.

Tabela 13. Wskaźniki wykorzystania bron (kultywatorów) wirnikowych

Szerokość robocza	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_{R^N}		Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}	Współczynnik korekc. k	Wydajność eksploat. W_{07}
		ha/rok	godz./rok				
m	kW	ha/rok	godz./rok	lata	ha	-	ha/godz.
2	60-80	32	44	25	2000	0,4	0,72
2,5	70-95	40	43	25	2500	0,4	0,92
3	80-110	60	55	25	3000	0,5	1,1
3,5	90-125	105	81	20	3500	0,6	1,3
4	100-140	140	90	20	4000	0,7	1,55
4,5	120-170	240	137	15	4500	0,8	1,75
6	140-200	320	131	15	6000	0,8	2,45

Kryterium oceny: Minimalne wykorzystanie w roku W_{R^N} (ha/rok)
= Areal gruntów ornych (ha).

Tolerancja oceny: Do 20% zależnie od specyficznych uwarunkowań gospodarstwa.

Tabela 14. Wskaźniki wykorzystania bron rotacyjnych

Szerokość robocza	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_{R^N}		Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}	Współczynnik korekc. k	Wydajność eksploat. W_{07}
		ha/rok	godz./rok				
m	kW	ha/rok	godz./rok	lata	ha	-	ha/godz.
1,8	60-95	29	41	25	1800	0,4	0,7
2	65-100	32	43	25	2000	0,4	0,75
2,25	65-105	36	43	25	2250	0,4	0,84
2,5	70-110	40	43	25	2500	0,4	0,92
3	100-120	60	56	25	3000	0,5	1,07
3,5	115-125	163	129	15	3500	0,7	1,27
4	115-130	187	127	15	4000	0,7	1,47

Kryterium oceny: Minimalne wykorzystanie w roku W_{R^N} (ha/rok)
= Areal gruntów ornych (ha).

Tolerancja oceny: Do 20% zależnie od specyficznych uwarunkowań gospodarstwa.

W porównaniu z biernymi agregatami uprawowymi, napędzane od WOM maszyny aktywne wymagają mocniejszych i większych (cięższych i stabilniejszych) ciągników. W zależności od typu maszyny, głębokości pracy i warunków glebowych współpracujący ciągnik powinien dysponować mocą od 25 do nawet 45 kW na każdy metr szerokości roboczej maszyny. Średnia masa bron wirnikowych wynosi ok. 400 (340-640) kg na metr szerokości, a *rototilerów* ok. 520 (440-650) kg/m w zależności od rodzaju zastosowanego wału

ugniatającego. Do napędu tych maszyn pożądanym jest zatem ciągnik o mocy od co najmniej 60-200 kW, z podnośnikiem o udźwigu od ok. 2000 kG do ponad 3000 kG, najlepiej z napędem na obie osie.

Z uwagi na wymaganą moc współpracującego ciągnika i poziom cen aktywnych maszyn uprawowych są one przeznaczone głównie dla dużych gospodarstw rolnych, gwarantujących sezonowe wykorzystanie na obszarze co najmniej 100 ha. Zakup najmniejszych około 2-metrowych modeli aktywnych maszyn uprawowych przez średnie i małe gospodarstwa limitowany jest przede wszystkim mocą posiadanych ciągników (nie mniej niż 60 kW). Alternatywnym rozwiązaniem może być zespołowy zakup i użytkowanie maszyny.

W ocenie potencjalnego wykorzystania aktywnych bron uprawowych należy przede wszystkim uwzględnić areal zasiewów rzepaku i zbóż ozimych. Dodatkowo można także wziąć pod uwagę zastosowanie *rototilerów* w uprawie późniowej, a w ograniczonym zakresie - wiosenną uprawę przesuszonych ciężkich gleb, w tym również wyrównanie niestarannie wykonanej orki.

1.6. Agregaty do uprawy przedsięwziętej

Tabela 15. Wskaźniki wykorzystania agregatów do uprawy przedsięwziętej

Szerokość robocza	Zestaw narzędzi	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Minimalny areal gruntów ornych* A	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}	Współczynnik korekcyjny k
m	-	kW	ha/rok	ha	lata	ha	-
1,8	kultywator +2 wały	25-33	12	8	30	900	0,4
2,1		30-35	18	12	30	1050	0,5
2,5		35-45	21	14	30	1250	0,5
2,8	wał +kultywator +2 wały	40-59	28	19	25	1400	0,5
3,3		60-63	46	31	25	1650	0,7
3,6		60-74	63	42	20	1800	0,7
4,2		70-88	74	49	20	2100	0,7
4,9		88-103	131	87	15	2450	0,8
5,6		100-118	149	100	15	2800	0,8

* Powierzchnia gruntów ornych przy przeciętnie 1,5-krotnym przedsięwziętym zastosowaniu agregatu

Kryterium oceny: Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N (ha/rok)
= Areal gruntów ornych (ha).

Tolerancja oceny: Do 20% zależnie od specyficznych uwarunkowań gospodarstwa.

1.7. Rozsiewacze nawozów mineralnych

Tabela 16. Wskaźniki wykorzystania rozsiewaczy nawozów mineralnych

Pojemność zbiornika	Liczba tarcz	Szerokość robocza*	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku WR^N	Minimalny areał użytków rolnych** A	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W₀₇
1	szt.	m	kW	ha/rok	ha	lata	h	-	ha/godz.
300	1	8-12	18-22	19	6	25	1000	0,4	1,2
400		8-12	18-22	22	7	25	1000	0,4	1,35
400	2	10-15	33-37	37	12	20	1000	0,55	1,35
600		10-15	37-48	55	18	15	1000	0,55	1,5
800		12-18	51-59	76	25	15	1000	0,6	1,9
1000		12-18	55-63	105	35	12	1000	0,6	2,1
1200		12-18	59-66	134	45	12	1000	0,7	2,3
1500		15-21	74-103	152	51	12	1000	0,7	2,6
2000		15-21	96-103	203	68	12	1000	0,7	2,9
2500		18-24	118-132	256	85	12	1000	0,8	3,2
3000	18-24	132-147	288	96	12	1000	0,85	3,6	

* Parametr szerokości roboczej rozsiewacza nie stanowi kryterium oceny doboru;

** Powierzchnia użytków rolnych w gospodarstwie nawożonych nawozami mineralnymi przeciętnie 3-krotnie w ciągu roku.

Kryterium oceny: Minimalne wykorzystanie w roku **WR^N** (ha/rok) lub minimalny areał użytków rolnych **A** (ha).

Tolerancja oceny: Do 20% w zależności od specyficznych uwarunkowań prowadzonej produkcji rolniczej.

Wydajność pracy rozsiewaczy określono dla jednorazowego wysiewu nawozów mineralnych w ilości 200-300 kg/ha masy nawozu, tj. w dawce ok. 60-120 kg NPK/ha w czystym składniku. Łączny poziom nawożenia mineralnego w gospodarstwach prowadzących intensywną produkcję roślinną może wynosić nawet 350-450 kg NPK/ha w czystym składniku, tj. około 700-900 kg/ha wysianego nawozu. Tę ilość nawozu rozsiewa się przeciętnie 3-4 krotnie w ciągu sezonu.

Należy jednak zauważyć, że w statystycznym polskim gospodarstwie rolnym poziom nawożenia mineralnego jest zdecydowanie niższy. Według danych GUS [2015] w latach gospodarczych 2004/05–2013/14 przeciętne zużycie nawozów mineralnych w Polsce wynosiło w czystym składniku 123,8 kg/ha, w tym nawozów azotowych 69,3 kg/ha, a nawozów fosforowo-potasowych odpowiednio 25,0 i 29,5 kg/ha. Pomiedzy rokiem gospodarczym 2005/06 a 2012/2013 łączne zużycie NPK zwiększyło się ze 123,3 kg/ha do 132,9 kg/ha, tj. o 7,8%.

Zauważa się wyraźne zróżnicowanie poziomu nawożenia mineralnego pomiędzy poszczególnymi województwami. W roku gospodarczym 2013/14 najmniejsze dawki NPK w przeliczeniu na hektar użytków rolnych stosowali rolnicy z woj. podkarpackiego (80,1 kg) i małopolskiego (84,6 kg), a największe z woj. opolskiego (188,0 kg) i dolnośląskiego (168,9 kg).

1.8. Rozrzutniki obornika

Potencjał eksploatacyjny (T_H) rozrzutników obornika można wyrazić liczbą godzin pracy podczas wywożenia na pola i rozrzucania obornika. W warunkach rolnictwa polskiego potencjał ten szacuje się na ok. 1250 h. Minimalne wykorzystanie tych maszyn określa się zarówno liczbą godzin pracy w roku (h/rok), jak również ilością wywiezionego w roku obornika (ton/rok). Do oceny racjonalności doboru rozrzutników obornika do gospodarstwa proponujemy zastosować jedną z dwóch omówionych poniżej metod, biorąc za podstawę oceny ilość wywiezionego w roku obornika (ton/rok).

• Metoda 1

Kryterium oceny: Minimalna roczna produkcja obornika **K1** (t/rok)

Przy ocenie racjonalności zakupu rozrzutnika o określonej ładowności należy oszacować ilość wyprodukowanego w gospodarstwie w ciągu roku obornika **PO** (t/rok), a następnie porównać tę ilość z ustaloną dla danego typu rozrzutnika wartością kryterialną **K1** (t/rok). W celu określenia rocznej produkcji obornika przez poszczególne rodzaje zwierząt gospodarskich, w zależności od systemu ich utrzymania (na głębokiej lub płytkiej ściółce), należy posłużyć się odpowiednimi wskaźnikami (ton obornika/zwierzę) zamieszczonymi między innymi w Dz.U. 2005, Nr 93, p. 780⁵ (wskaźniki dla bydła i trzody chlewnej zamieszczono w tabeli 19).

Oszacowaną z wykorzystaniem tych wskaźników roczną produkcję obornika w gospodarstwie **PO** należy porównać z wartością kryterialną **K1** – tab. 17.

• Metoda 2

Kryterium oceny: Minimalna liczba krów lub tuczników w typowym stadzie zwierząt chowanych w cyklu zamkniętym **K2** (szt.)

Zastosować można także uproszczoną metodę szacowania rocznej produkcji obornika. W tej metodzie roczną produkcję obornika szacujemy pośrednio na podstawie liczby krów mlecznych (według stanu średniorocznego) w stadzie bydła. Zastosowane w tej metodzie uproszczenie polega na przyjęciu do obliczeń typowej struktury stada bydła mlecznego⁶. W tym przypadku danej liczbie krów w stadzie o typowej strukturze (liczebność poszczególnych grup wiekowych zwierząt) odpowiada określona łączna produkcja obornika przez to stado zwierząt. Przy zastosowaniu tego podejścia na jedną krowę mleczną przypada około **32 ton** obornika wyprodukowanego przez całe stado (chów na głębokiej ściółce), względnie **17 ton** obornika (chów na płytkiej ściółce).

Analogiczne wskaźniki dla typowego stada trzody chlewnej⁷ chowanej w zamkniętym cyklu produkcyjnym wynoszą:

- chów na głębokiej ściółce – **10,5 ton obornika** na 1 tuczniaka według stanu średniorocznego,
- chów na płytkiej ściółce - **5,0 ton obornika** na 1 tuczniaka według stanu średniorocznego.

Ocena doboru rozrzutnika obornika o określonym rodzaju adaptera roztrzaskającego (szerokości roboczej) i ładowności sprowadza się do porównania liczby krów lub tuczników w utrzymywanym w gospodarstwie stadzie zwierząt z wartością kryterialną, którą jest

⁵ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 maja 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej objętej planem rozwoju obszarów wiejskich (Dz.U. 2005, Nr 93, p. 780)

⁶ Przeciętna struktura stada bydła mlecznego: krowy mleczne 45%, jałówki w wieku od 1 do 2 lat 22%, jałówki w wieku od 0,5 do 1 roku 22%, cielęta w wieku do 0,5 roku 10%

⁷ Przeciętna struktura stada trzody chlewnej w cyklu zamkniętym: knury – 0,6%, maciory – 8,4 %, tuczniaki od 5 do 6 m-ca życia – 28,1%, warchlaki od 2 do 4 miesięcy życia – 29,8%, prosięta do 2 miesięcy życia – 33,1%

wskaźnik minimalnej liczby odpowiednich zwierząt **K2** (szt.), w zależności od systemu utrzymania – tab. 17.

W tabeli 17 zamieszczono minimalne wartości wskaźników doboru (**K1** i **K2**) dwóch rodzajów rozrzutników (z adapterem roztrzaskującym poziomym o szerokości roboczej 2-3m, i adapterem pionowym 4-walcowym o szerokości roboczej 8-12 m), o ładowności obornika od 3,5 do 14 ton, w zależności od systemu utrzymania zwierząt. Przy wyznaczaniu wartości wskaźników przyjęto dawkę obornika = 30 t/ha oraz odległość pola od gospodarstwa (pryzmy obornika) = 1,5 km.

Tabela 17. Wskaźniki wykorzystania rozrzutników obornika

Ładow- ność	Moc cią- nika	Mini- malna roczna produ- kcja obor- nika ** K1	Minimalna liczba (K2):				Okres ekspla- tacji T	Poten- cjał eks- ploata- cyjny T_H	Współ- czynnik korek- cyjny k	Wydaj- ność ekspla- tacyjna W₀₇
			Krów w stadzie bydła mlecznego*		Tuczników w stadzie trzody chlewnej*					
			System utrzymania – na ściółce:							
			głęb- kiej	płytkiej	głęb- kiej	płytkiej				
t	kW	t/rok	szt.				lata	h	-	ha/h
Rozrzutniki z poziomym bębnowym adapterem roztrzaskującym										
3,5	35	107	3	6	10	21	20	1250	0,3	0,19
4	37	158	5	9	15	32	20		0,4	0,21
4,5	40	216	7	13	21	43	20		0,5	0,23
5	45	234	7	14	22	47	20		0,5	0,25
5,5	45-55	298	9	18	28	60	20		0,6	0,27
6	55-60	315	10	19	30	63	20		0,6	0,28
Rozrzutniki z adapterem pionowym 2 lub 4-walcowym oraz rozrzutniki obornika z adapterem rozdrabniającym poziomym i tarczami rozrzucającymi										
5,5	45-55	300	9	18	29	60	20	1250	0,5	0,32
6,5	55-60	345	11	20	33	69	20		0,5	0,37
8	65-75	383	12	23	36	77	20		0,5	0,41
10	75-90	714	22	42	68	143	15		0,6	0,48
12	80-100	893	28	53	85	179	15		0,7	0,51
14	90-110	945	30	56	90	189	15		0,7	0,54

* Dla przeciętnej struktury stada bydła lub trzody chlewnej; ** W wartości rocznej produkcji obornika można również uwzględnić masę rozrzucającego kompostu.

Źródło: Obliczenia własne

Kryterium oceny: Minimalna roczna produkcja obornika **K1** (t/rok) lub minimalna liczba krów lub tuczników w typowym stadzie zwierząt chowanych w cyklu zamkniętym **K2** (szt.).

Tolerancja oceny: 20÷30% zależnie od średniej odległości pól od siedliska (pryzmy obornika) wg tabeli 18.

W przypadku rozrzutników obornika warto zwrócić uwagę na to, że zwłaszcza w mniejszych gospodarstwach są one stosowane - poza głównym przeznaczeniem - jak uniwersalny środek transportu (zwózka bel słomy, okopowych, zielonek itp.). Daje to możliwość zwiększenia ich rocznego wykorzystania.

Przy sprawnym, zmechanizowanym załadunku obornika na rozrzutnik głównym czynnikiem limitującym wydajność pracy tej maszyny jest odległość pola od gospodarstwa (przemy obornika). Dojazd z gospodarstwa na pole i z powrotem zajmuje od kilku do kilkudziesięciu minut, podczas gdy załadunek maszyny i rozrzucanie obornika na polu – około 20-30 minut. Z tego względu eksploatacyjna wydajność rozrzutnika podczas nawożenia pola oddalonego o 4-5 km może być nawet 2-krotnie niższa, aniżeli pola oddalonego tylko o 1 km. Na ten aspekt użytkowania rozrzutnika należy także zwrócić uwagę podczas doboru maszyny do gospodarstwa i oceny wniosku.

W powyższych przypadkach należy skorygować zawarte w tabeli 17 wskaźniki doboru o odpowiedni współczynnik tolerancji, zależnie od odległości gruntów ornych od siedliska gospodarstwa. W wyniku tej korekty wskaźników uzyskuje się możliwość powiększenia ustalonej, dla określonej minimalnej produkcji obornika (kryterium **K1**) lub obsady zwierząt (kryterium **K2**), ładowności rozrzutnika o określony współczynnik tolerancji wg tabeli 18.

Tabela 18. Tolerancja oceny doboru rozrzutników obornika

Odległość gruntów ornych od siedliska – powyżej:	3 km	4 km	5 km
Współczynnik tolerancji	20%	25%	30%

Przy doborze rozrzutnika obornika należy także wziąć pod uwagę warunki terenowe (nachylenie terenu) oraz siłę uciągu i moc przeznaczonego do współpracy ciągnika. Transport załadowanego rozrzutnika w pofałdowanym terenie i roztrząsania obornika na pochyłych polach, wymaga zastosowania odpowiednio dużego ciągnika.

Tabela 19. Produkcja nawozów naturalnych w zależności od systemu utrzymania poszczególnych rodzajów zwierząt.

Gatunek i rodzaj zwierząt	System utrzymania zwierząt			
	Głęboka ściółka	Płytką ściółką		Bezściółowo
	Obornik	Obornik	Gnojówka	Gnojowica
	t/rok	t/rok	m ³ /rok	m ³ /rok
Bydło				
Buhaje	19	10,5	5,8	22
Krowy	18	10	6,2	25
Jałówki cielne	16	8,5	5,4	23
Jałówki powyżej 1 roku życia	14	7,5	2,8	21
Jałówki od 1/2 do 1 roku życia	12	6	1,8	18
Cielęta do 1/2 roku życia	4	2	0,9	15
Bydło opasowe od 1/2 do 1 roku życia	12	6	1,9	18
Bydło opasowe powyżej 1 roku życia	16	8	2,9	21
Trzoda chlewna				
Knury	6,5	3,2	2,9	4,6
Maciory	7,0	3,7	3,6	4,6
Tuczniaki	4,5	2,5	2,2	3,5
Warchlaki od 2 do 4 miesięcy życia	2,5	1	1,1	1,7
Prosięta do 2 miesięcy życia	1	0,4	0,9	0,5

Źródło: Dz.U. 2005, Nr 93, p. 780

1.9. Wozy asenizacyjne

Potencjał eksploatacyjny (T_H) wozów asenizacyjnych wyraża się liczbą wozów wywiezionej na pola gnojowicy lub gnojówki. W warunkach rolnictwa polskiego potencjał ten szacuje się na 8000 wozów w całym okresie użytkowania maszyny. Minimalne wykorzystanie tych maszyn można określić zarówno liczbą wozów wywiezionej w roku gnojowicy/gnojówki (szt./rok), jak również jej ilością (m^3/rok). Przy ocenie racjonalności zakupu wozu asenizacyjnego o określonej pojemności należy oszacować ilość wyprodukowanych w gospodarstwie w ciągu roku ciekłych nawozów naturalnych, a następnie porównać z ustaloną dla danego typu wozu wartością kryterialną.

Do oceny racjonalności doboru wozów asenizacyjnych do gospodarstwa proponujemy, analogicznie jak w przypadku rozrzutników obornika, zastosować jedną z dwóch omówionych poniżej metod, biorąc za podstawę oceny ilość wyprodukowanej w ciągu roku gospodarstwie gnojowicy/gnojówki (m^3/rok).

• Metoda 1

Kryterium oceny: Minimalna roczna produkcja gnojowicy/gnojówki - **K1** (t/rok)

Przy ocenie racjonalności zakupu wozu asenizacyjnego o określonej pojemności należy oszacować ilość wyprodukowanych w gospodarstwie w ciągu roku płynnych nawozów naturalnych **PG** (m^3/rok), a następnie porównać tę ilość z ustaloną dla danego typu wozu wartością kryterialną **K1** (m^3/rok). W celu określenia rocznej produkcji gnojówki/gnojowicy przez poszczególne rodzaje zwierząt gospodarskich, w zależności od systemu ich utrzymania (bezsćiołowo lub na płytkiej ściółce), należy posłużyć się wskaźnikami zamieszczonymi w tabeli 19 [Dz.U. 2005].

Oszacowaną z wykorzystaniem tych wskaźników roczną produkcję gnojówki/gnojowicy **PG** w gospodarstwie należy porównać z wartością kryterialną **K1** – tab. 20.

• Metoda 2

Kryterium oceny: Minimalna liczba krów lub tuczników w typowym stadzie zwierząt chowanych w cyklu zamkniętym - **K2** (szt.)

W tej metodzie roczną produkcję płynnych nawozów naturalnych szacujemy pośrednio, z pewnym uproszczeniem, na podstawie liczby krów mlecznych (według stanu średniorocznego) w stadzie bydła. Zastosowane w tej metodzie uproszczenie polega na przyjęciu do obliczeń typowej struktury stada bydła mlecznego⁸. W tym przypadku danej liczbie krów w stadzie o typowej strukturze (liczebność poszczególnych grup wiekowych zwierząt) odpowiada określona łączna produkcja gnojówki/gnojowicy przez to stado zwierząt. Przy zastosowaniu tego podejścia na jedną krowę mleczną przypada około 48,5 m^3 gnojowicy wyprodukowanej przez całe stado w cyklu zamkniętym (chów bezściółkowy), względnie 9,4 m^3 gnojówki (chów na płytkiej ściółce).

Analogiczne wskaźniki dla typowego stada trzody chlewnej⁹ chowanej w zamkniętym cyklu produkcyjnym wynoszą:

- chów bezściółkowy - 7,4 m^3 gnojowicy na 1 tuczniaka według stanu średniorocznego,
- chów na płytkiej ściółce - 5,6 m^3 gnojówki na 1 tuczniaka według stanu średniorocznego.

⁸ Przeciętna struktura stada bydła mlecznego: krowy mleczne 45%, jałówki w wieku od 1 do 2 lat 22%, jałówki w wieku od 0,5 do 1 roku 22%, cielęta w wieku do 0,5 roku 10%

⁹ Przeciętna struktura stada trzody chlewnej w cyklu zamkniętym: knury – 0,6%, maciory – 8,4 %, tuczniki od 5 do 6 m-ca życia – 28,1%, warchlaki od 2 do 4 miesięcy życia – 29,8%, prosięta do 2 miesięcy życia – 33,1%

Ocena doboru wozu asenizacyjnego o określonej ładowności sprowadza się do porównania liczby krów lub tuczników w utrzymywanym w gospodarstwie stadzie zwierząt z wartością kryterialną, którą jest wskaźnik minimalnej liczby odpowiednich zwierząt **K2** (szt.), w zależności od systemu utrzymania – tabela 20.

W tabeli 20 zamieszczono minimalne wartości wskaźników doboru (**K1** i **K2**) wozów asenizacyjnych, w zależności od systemu utrzymania bydła i trzody chlewnej. Przy wyznaczaniu wartości wskaźników przyjęto dawkę gnojowicy = 22,5 m³/ha oraz odległość pola od gospodarstwa (zbiornika gnojowicy) = 1,5 km.

Tabela 20. Wskaźniki wykorzystania wozów asenizacyjnych

Objętość zbiornika	Moc ciągnika	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny	Współczynnik korekcyjny k	Minimalna:		Minimalna liczba (K2):			
					Liczba wozów gnojowicy, gnojówki	Produkcja gnojowicy, gnojówki (K1)	Krów w stadzie bydła mlecznego*		Tuczników w stadzie trzody chlewnej*	
							System utrzymania zwierząt:			
							bezściółkowy	płytką ściółką	bezściółkowy	płytką ściółką
m ³	kW	lata	szt.	-	szt./rok	m ³ /rok	szt.			
3	25	20	8000	0,3	120	360	7	38	49	64
4	35	20	8000	0,3	120	480	10	51	65	86
5	40	20	8000	0,3	120	600	12	64	81	107
6	45-50	20	8000	0,3	120	720	15	77	97	129
7	50-60	20	8000	0,35	140	980	20	104	132	175
8	60-70	20	8000	0,35	140	1120	23	119	151	200
10	70-90	20	8000	0,35	140	1400	29	149	189	250
12	80-100	20	8000	0,4	160	1920	40	204	259	343
16	100-120	20	8000	0,45	180	2880	59	306	389	514
18	105-135	20	8000	0,45	180	3240	67	345	438	579
20	130-150	20	8000	0,45	180	3600	74	383	486	643

* Struktura stada według cyklu zamkniętego

Kryterium oceny: Minimalna roczna produkcja gnojowicy/gnojówki - **K1** (t/rok), względnie minimalna liczba krów lub tuczników w typowym stadzie zwierząt chowanych w cyklu zamkniętym - **K2** (szt.).

Tolerancja oceny: 20÷30% zależnie od średniej odległości pól od siedliska (zbiornika gnojowicy/gnojówki) wg tabeli 22.

Wywóz gnojowicy, podobnie jak obornika, jest czynnością bardzo czasochłonną, z uwagi na stosowane dawki (15-30 m³/ha) i konieczną do wywiezienia na pole znaczną ilość ciekłego nawozu. Dla określonej dawki (w m³/ha) wydajność nawożenia gnojowicą limitowana jest przede wszystkim pojemnością wozu i odległością pola od gospodarstwa (tabela 21). Zastosowanie wozu o pojemności 10 m³, zamiast 5 m³, zwiększa wydajność wywozu i aplikacji gnojowicy o 50-62%, zależnie od odległości transportowej (1-5 km). Tym samym czas tego zabiegu skraca się o 34-37%. W przypadku wozów o pojemności 3÷10 m³ wzrost odległości gospodarstwo-pole z 1 km do 5 km ogranicza wydajność i wydłuża czas tego zabiegu ponad dwukrotnie.

Tabela. 21. Wpływ odległości transportowej i pojemności wozu asenizacyjnego na wydajność nawożenia gnojowicą w dawce 20 m³/ha

Pojemność wozu	Odległość gospodarstwo – pole				5km	
	1 km		5 km		1 km	
	Czas pracy	Wydajność	Czas pracy	Wydajność	Wzrost czasu pracy	Spadek wydajności
m ³	godz.	ha/godz.	godz.	ha/godz.	%	%
3	2,07	0,48	5,18	0,19	250	60
5	1,12	0,89	2,68	0,37	239	58
10	0,74	1,34	1,68	0,60	227	55

Źródło: Obliczenia własne

Z powyższych względów, mając na uwadze konieczność aplikacji gnojowicy w ograniczonej liczbie dni dyspozycyjnych, gospodarstwo z działkami znacznie oddalonymi od siedliska (zbiornika gnojowicy) powinno dysponować wozem asenizacyjnym o większej pojemności, niż to wynika ze wskaźników zawartych w tabeli 20. Tym samym, przy ocenie doboru wozu asenizacyjnego należy zastosować odpowiednią modyfikację tych wskaźników, zależnie od odległości, zwłaszcza gruntów ornych, od siedliska gospodarstwa. Modyfikacja polega na możliwości powiększenia ustalonej, dla określonej minimalnej produkcji gnojowicy/gnojówki (kryterium **K1**) lub obsady zwierząt (kryterium **K2**) pojemności wozu o określony współczynnik tolerancji – tabela 22.

Przy doborze wozu asenizacyjnego do gospodarstwa należy także wziąć pod uwagę warunki terenowe (nachylenie terenu) oraz siłę uciągu i moc przeznaczoną do współpracy ciągnika. Transport ciężkiego, wypełnionego wozu w pofałdowanym terenie i rozlewanie gnojowicy na pochyłych polach, wymaga zastosowania odpowiednio dużego ciągnika.

Tabela 22. Tolerancja oceny doboru wozów asenizacyjnych

Odległość gruntów ornych od siedliska – powyżej:	3 km	4 km	5 km
Współczynnik tolerancji	20%	25%	30%

PRZYKŁAD nr 4:

Roczna produkcja gnojowicy w gospodarstwie wynosi 720 m³. Średnia odległość nawożonych gnojowicą gruntów ornych od siedliska wynosi 4,2 km. Wg tabeli 20 dla tej ilości gnojowicy uzasadnionym jest zastosowanie wozu asenizacyjnego o pojemności 6 m³. Natomiast uwzględniając odległość transportową, celem będzie zakup wozu o pojemności:

$$6 \text{ m}^3 \times 1,25 = 7,5 \text{ m}^3.$$

1.10. Aplikatory gnojowicy

Podczas stosowania (aplikacji) gnojowicy i gnojówki, zawarta w nich amonowa forma azotu łatwo przekształca się w amoniak, który następnie ulatnia się do atmosfery. Skutkuje to zarówno emisją uciążliwych odorów do otoczenia, jak również startami zawartego w gnojowicy azotu, a ponadto przyczynia się do skażenia środowiska. Emisje amoniaku

występują głównie w trakcie i po aplikacji gnojowicy. Najbardziej efektywnym sposobem ograniczenia emisji amoniaku jest zastosowanie odpowiedniej techniki aplikacyjnej (szybkie wymieszanie z glebą, aplikacja doglebowa). Ponadto wybór odpowiedniego terminu aplikacji¹⁰, a także ograniczenie zawartości suchej masy, są skutecznymi sposobami na zmniejszenie emisji amoniaku podczas zagospodarowania nawozu [PIETRZAK 2012].

Za najlepsze praktyki gospodarowania w zakresie ograniczania strat amoniaku w wyniku stosowania (aplikacji) gnojowicy uznaje się obecnie:

- bezpośrednie wprowadzenie płynnego nawozu do gleby – stosowanie aplikatorów zmniejszających emisję amoniaku przez bezpośrednie wprowadzenie nawozu pod powierzchnię gleby, zmniejszając w ten sposób powierzchnię nawozu narażoną na działanie powietrza i ułatwiając przenikanie gnojowicy do gleby;
- rozlewanie gnojowicy na powierzchni gleby, ale bezpośrednio w łan roślin z zastosowaniem ciągniętych węży i ciągniętych płóz (redlic) – zmniejszenie strat amoniaku dzięki bezpośredniej absorpcji amoniaku przez liście roślin i korzenie (mniejsza powierzchnia ekspozycji gnojowicy i zmieniony mikroklimat wewnątrz łanu, nie są korzystne dla procesu ulatniania amoniaku);
- natychmiastowe wymieszanie gnojowicy z glebą po nawożeniu (przez orkę, bronowanie lub kultywatorowanie);
- rozcieńczanie gnojowicy lub jej mechaniczne frakcjonowanie - rozcieńczona gnojowica łatwiej infiltrowuje do gleby niż naturalna (z powodu mniejszej lepkości) - rozcieńczenie gnojowicy wodą może zmniejszyć straty amoniaku od 44 do 91%; podobny efekt można uzyskać przez aplikację płynnej frakcji odseparowanej gnojowicy.

Największe straty amoniaku zachodzą w pierwszych godzinach po zastosowaniu gnojowicy. Zatem powierzchniowa aplikacja nawozu winna być połączona z natychmiastowym jego wymieszaniem z glebą. Skutecznym sposobem ograniczenia emisji amoniaku podczas aplikacji gnojowicy na polach jest jej bezpośrednie wprowadzenie do gleby (redukcja emisji o 10-80% w zależności od techniki aplikacji i warunków), a także zaoranie w ciągu 1 godziny po rozlaniu na polu – tabela 23 i 24.

Tabela 23. Zmniejszenia strat amoniaku po zastosowaniu gnojowicy na użytkach rolnych w zależności od techniki aplikacji

Techniki aplikacji	Rodzaj użytku		Redukcja emisji [%]	
			Gnojowica	
			Gęsta	Rzadka
Węże wleczone (aplikacja powierzchniowa)	Grunty orne	Bez okrywy roślinnej	8	30
		Rośliny > 30 cm	30	50
Płozы wleczone (aplikacja powierzchniowa, gł. 0-3 cm)	Użytki zielone	Rośliny do 10 cm	10	30
		Rośliny > 30 cm	30	50
Aplikator doglebowy szczelinowy (tarczowy, gł. 6-10/15 cm)	Użytki zielone		60	80
Aplikator doglebowy (kultywatorowy, talerzowy, gł. 10-20 cm)	Grunty orne		> 80	> 80
Przyoranie w ciągu 1 godziny	Grunty orne		90	90

Źródło: FNR 2010

¹⁰ Emisja amoniaku jest największa w dni upalne, suche i wietrzne, dlatego stosowanie nawozów w okresie chłodnym, bezwietrznym i wilgotnym sprzyja jej zmniejszeniu

Tabela 24. Redukcja emisji amoniaku w zależności od sposobu aplikacji gnojowicy

Metoda aplikacji	Gnojowica bydłęca	Gnojowica świńska
Wężę wleczone	20	30
Płozy wleczone	40	50
Aplikatory szczelinowe (tarcze)	60	60
Kultywator	90	90
Przykrycie w ciągu 1 godz.	90	90
Przykrycie w ciągu 4 godz.	50	70
Rozcieńczenie woda (1:1)	50	-

Źródło: FE/MZ [2015]

Wężę wleczone. Wężę rozlewające gnojowicę zamocowane są na poprzecznej rampie, a ich końce wleczone są po powierzchni gruntu. Jest to tzw. aplikacja pasowa, w rozstawie co 0,4-0,5 m. Wężę mogą być dodatkowo zakończone płozami i/lub specjalnymi końcówkami umożliwiającymi rozprowadzanie gnojowicy u podstawy roślin, co ogranicza ich zanieczyszczenie. Szerokość robocza od 3 do 24-30 m.

Płozy wleczone (głębokość pracy 0-3 cm). Wleczone po powierzchni płozy (inne określenia elementu roboczego: lemiesz, stopka, łyżwa, redlica) tworzą w glebie niewielkie bruzdy o głębokości do 3 cm, w które precyzyjnie i równomiernie wprowadzana jest gnojowica. Dociskana sprężyną do podłoża płoza rozgarnia na boki łodygi trawy, co ogranicza jej zanieczyszczenie gnojowicą. Ten sposób aplikacji gnojowicy jest zalecany do nawożenia użytków zielonych a zwłaszcza pastwisk. Szerokości robocze od 3 do ok. 9 m.

Aplikator doglebowy szczelinowy (tarczowy). Elementami roboczymi aplikatora są płaskie gładkie tarcze wycinające w glebie szczeliny (nacięcia) o głębokości 6-10(15) cm, w które aplikowany jest nawóz. W niektórych rozwiązaniach stosuje się dodatkowe rolki dociskowe zamykające wytworzoną szczelinę. Tego rodzaju aplikatory stosowane są przede wszystkim na użytkach zielonych, ale także na ścierniskach. Szerokość robocza od 3 do ok. 7,5-8,5 m.

Aplikator doglebowy kultywatorowy lub talerzowy. Są to aplikatory budowane na bazie kultywatorów o zębach sztywnych lub sprężynowych lub na bazie bron talerzowych. Umożliwiają one wprowadzenie gnojowicy na głębokość 10 do 20 cm, z jednoczesną uprawą ścierniska, zapewniając prawie maksymalne ograniczenie emisji odoru i amoniaku. Szerokość robocza od 3 do ok. 7,5 m, zależnie od rodzaju i liczby elementów roboczych.

W tabeli 25 zamieszczono porównanie nazw poszczególnych rodzajów aplikatorów gnojowicy wg niniejszego opracowania oraz odpowiadających im nazw rodzajów aplikatorów wg wykazu rodzajów inwestycji opublikowanych w dokumentach wykonawczych PROW 2014-2020, w tym np. wg [Dz.U. 2015, poz. 1371].

Tabela 25. Porównanie nazw rodzajów aplikatorów gnojowicy wg niniejszego opracowania oraz odpowiadających im rodzajów aplikatorów wg wykazu rodzajów inwestycji służących ochronie środowiska lub zapobieganiu zmianie klimatu

Rodzaje aplikatorów wg niniejszego opracowania	Rodzaje aplikatorów wg wykazu rodzajów inwestycji służących ochronie środowiska lub zapobieganiu zmianie klimatu
Aplikatory typu:	
Wężę wleczone	Wężę wleczone
Płozy wleczone (lemieszowe, stopkowe, łyżwowe)	Stopkowe, łyżwowe
Doglebowe szczelinowe (tarczowe)	Brak właściwego odpowiednika. W związku z tym przy ocenie punktowej inwestycji aplikatory doglebowe szczelinowe należy identyfikować, jako aplikatory doglebowe talerzowe
Doglebowe kultywatorowe lub talerzowe	Doglebowe redlicowe Doglebowe talerzowe

Zasady doboru aplikatorów

Wychodzimy z założenia, że każdy rolnik, który użytkuje wóz asenizacyjny, powinien także posiadać aplikator gnojowicy, w tym albo do rozlewu powierzchniowego lub do aplikacji dogłębowej. Dobór rodzaju i typu oraz szerokości roboczej aplikatora zależy jest od różnych czynników, w tym przede wszystkim od rodzaju użytków rolnych, na których rozlewana będzie gnojowica (użytki zielone, ściernisko, grunty orne), a także od pojemności wozu asenizacyjnego i możliwości zamocowania oraz transportu odpowiedniego aplikatora, a także od mocy współpracującego z tym zestawem (wóz + aplikator) ciągnika. Przyjmuje się, że na każdy 1 m³ pojemności wozu potrzeba około 10 KM (7,35 kW) mocy ciągnika. Ponadto należy uwzględnić nadwyżkę mocy i siły uciągu ciągnika niezbędne do pokonania siły oporu zagregatowanego z wozem aplikatora. Najmniejsze dodatkowe zapotrzebowanie na moc współpracującego ciągnika występuje w przypadku wężów walcowych, a największe przy aplikowaniu gnojowicy za pomocą aplikatorów kultywatorowych i talerzowych. Siła oporu aplikatorów dogłębowych zależy od liczby i rodzaju elementów roboczych oraz głębokość ich pracy.

W niniejszym opracowaniu zaproponowano wskaźnikową metodę doboru aplikatorów gnojowicy. Zasadą jest dobór aplikatora do wielkości (pojemności) posiadanego lub nabywanego wozu¹¹. Typowe wskaźniki doboru szerokości roboczych poszczególnych rodzajów aplikatorów w zależności od pojemności wozów asenizacyjnych zamieszczono w tabeli 26. Są to wartości orientacyjne, najczęściej spotykane w praktyce rolniczej. Należy je przyjmować z dużym marginesem tolerancji. W szczególności należy kierować się zaleceniami producentów i dystrybutorów w zakresie dostosowania szerokości roboczych poszczególnych rodzajów aplikatorów do konkretnego modelu i wyposażenia wozu asenizacyjnego.

W ofercie rynkowej wężów wleczonych znajdują się zarówno najprostsze i najtańsze rozwiązania o szerokości 3 m oraz składane na czas transportu rampy o szerokościach roboczych od 9 m do 30 m. Warto zauważyć, że szerokie rampy z wężami wleczonymi muszą być złożone na czas przejazdu po drogach. Wymaga to zastosowania odpowiednio długich, a więc i pojemnych wozów asenizacyjnych tak, aby po złożeniu rampy wzdłuż zbiornika wozu nie utrudniała ona manewrowania agregatem.

Tabela 26. Orientacyjne wskaźniki doboru aplikatorów gnojowicy, cz. I

Węż wleczony		Plozy wleczony	
Szerokość robocza, m	Pojemność wozu asenizacyjnego, m ³	Szerokość robocza, m	Pojemność wozu asenizacyjnego, m ³
3	każdy	3	5 do 9
9	7 do 12	4	7 do 12
12	10 do 15	5	10 do 15
15	12 do 17	6	12 do 17
18	15 do 20	7	15 do 20
21	18 do 24	8	18 do 24
24	21 do 30	9	21 do 30

¹¹ Wytyczne dotyczące doboru wozów asenizacyjnych wyjaśniono poprzednio – rozdz. IV, pkt. 1.9

Tabela 26. Orientacyjne wskaźniki doboru aplikatorów gnojowicy, cz. II

Aplikatory szczelinowe (tarczowe)		Aplikatory doglebowe kultywatorowe i talerzowe	
Szerokość robocza, m	Pojemność wozu asenizacyjnego, m ³	Szerokość robocza, m	Pojemność wozu asenizacyjnego, m ³
3	5 do 8	2,5	5 do 8
4	6 do 9	3	6 do 10
5	7 do 10	4	9 do 14
6	8 do 12	5	12 do 18
7	10 do 14	6	15 do 25
8,5	12 do 17		

Źródło: Szacunki własne na podstawie danych rynkowych i materiałów firmowych

Kryterium oceny: Dostosowanie szerokości roboczej aplikatora do pojemności posiadanego lub nabywanego wozu asenizacyjnego – są to zależności (wskaźniki) orientacyjne, najczęściej spotykane w praktyce rolniczej, ustalone na podstawie analizy ofert rynkowych i zaleceń producentów sprzętu.

1.11. Siewniki zbożowe

Tabela 27. Wskaźniki wykorzystania siewników zbożowych

Szerokość robocza	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Minimalna powierzchnia za- siewów* A	Okres eksplo- atacji T	Potencjał eksploa- tacyjny T_H	Współ- czynnik korek- cyjny k	Wydajność eksploata- cyjna W₀₇
m	kW	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
2,5	28	13	10	25	1400	0,40	0,60
2,7	28-35	16	14	25		0,45	0,65
3,0	35-44	20	20	25		0,50	0,70
4,0	55-60	39	45	25		0,60	1,15
4,5	55-60	49	60	25		0,70	1,25
6,0	75-90	80	100	20		0,75	1,55

* Minimalna powierzchnia zasiewów bez uwzględnienia powierzchni zasiewów poplonów

W przypadku siewników zbożowych dodatkowym kryterium oceny racjonalności zakupu i użytkowania sprzętu jest ustalona arbitralnie, na podstawie obserwacji i wyników badań własnych oraz opinii ekspertów, minimalna powierzchnia zasiewów zbóż, rzepaku i motylkowych. W szacunku potencjalnego wykorzystaniu siewników zbożowych należy także uwzględnić możliwość zastosowania tych maszyn do siewu poplonów. Przyjmuje się, że zasiewy poplonów mogą stanowić około 33% łącznej powierzchni gruntów ornych gospodarstwa.

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku **W_R^N**, ha/rok.
- Dodatkowe – powierzchnia zasiewów zbóż, rzepaku i roślin o podobnej technice siewu **A**, ha.

Tolerancja oceny: 20%

1.12. Agregaty uprawowo-siewne

Agregaty uprawowo-siewne to zestawy składające się z narzędzia doprawiającego glebę oraz siewnika. Umożliwiają one wykonanie przedsięwziętej uprawy gleby oraz siewu nasion w jednym przejeździe. Wymiernymi efektami jednoczesnego doprawienia gleby i siewu jest oszczędność czasu i paliwa, pełniejsze wykorzystanie mocy i siły uciążu ciągnika, a także zmniejszenie ugniatania gleby kołami ciągnika. W porównaniu do uprawy rozdzielnej ograniczone zostają również straty wilgocci gleby. Stosowanie agregatów uprawowo-siewnych jest optymalnym rozwiązaniem w okresie napiętych terminów agrotechnicznych oraz przy niekorzystnym przebiegu pogody, zarówno przy uprawie zbóż jarych, jak i ozimych oraz rzepaku, rzadziej kukurydzy.

W zależności od zastosowanego narzędzia uprawowego rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje agregatów uprawowo-siewnych: bierne i aktywne.

Bierne agregaty uprawowo-siewne są wystarczająco skuteczne na glebach lekkich i średnich, które zwykle dobrze się kruszą. Właściwy efekt doprawienia pola przed siewem uzyskuje się poprzez dobór odpowiedniego do rodzaju i aktualnego stanu gleby narzędzia uprawowego oraz poprzez zmianę prędkości roboczej agregatu. Większa prędkość przejazdu sprzyja lepszemu kruszeniu brył ziemi, pozostawiając wyrównaną powierzchnię przed redlicami siewnika. Najbardziej popularne są agregaty zawieszane, złożone z 2 lub 3 rzędów kultywatora, umieszczonych pomiędzy dwoma wałami ustalającymi głębokość uprawy. Innym typowym narzędziem stosowanym w agregatach uprawowo-siewnych są krótkie brony z talerzami zębatymi. Doprawiają one glebę na mniejszą głębokość niż agregaty kultywatorowe, ale mogą pracować z większą prędkością, w tym na glebach zbrylonych.

Na gleby ciężkie i suche lepszym rozwiązaniem są agregaty aktywne o napędzanych od WOM ciągnika elementach roboczych. Najczęściej są to brony wirnikowe, które dobrze kruszą i wyrównują wierzchnią warstwę gleby. Rzadziej stosowane są brony rotacyjne lub wahadłowe. Intensywność oddziaływania brony na glebę można regulować poprzez zmianę prędkości obrotowej wirników (ok. 200÷400 rpm) oraz prędkości roboczej agregatu, a także poprzez dobór odpowiednich zębów brony. Brony wirnikowe pracują w zestawie z wałem, który ustala głębokość uprawy, zagęszcza spulchnioną glebę oraz pozostawia na głębokości siewu strukturę drobnogruzelkową. Na tak przygotowane podłoże następuje wysiew nasion z zamontowanego na agregacie siewnika.

Agregaty uprawowo-siewne o mniejszych szerokościach roboczych (do 3÷4 m) wyposaża się zwykle w typowe siewniki mechaniczne. W szerszych zestawach są to siewniki pneumatyczne, w tym mechaniczne z pneumatycznym transportem ziarna do redlic, i zbiornikami nasion o pojemności nawet do 4000 dm³. Lżejsze i węższe agregaty są maszynami zawieszanymi na ciągniku, w których siewnik może być nbudowany na narzędziu uprawowym, względnie łączony z tym narzędziem za pomocą sprzęgu. Agregaty o większej masie to zestawy półzawieszane lub przyczepiane do ciągnika.

Wskaźniki wykorzystania biernych agregatów uprawowo-siewnych zamieszczono w tabeli 28. Wymienione w tej grupie agregaty na gleby lekkie i średnie (tab. 28, pkt. 1.a) to zestawy złożone z dostępnych na rynku dwóch oddzielnych narzędzi: (1) lekkich kultywatorów 2-rzędowych z dwoma wałami strunowymi oraz (2) siewników mechanicznych z redlicami stopkowymi łączonych z narzędziem uprawowym za pomocą sprzęgu. Oba te narzędzia można także wykorzystać indywidualnie, w zależności od potrzeb.

Na gleby średnie i ciężkie (tab. 28, pkt. 1.b) przeznaczone są agregaty intensywniej oddziałujące na glebę, w których narzędziem uprawowym może być np. 3-rzędowy kultywator z dwoma wałami lub krótka 2-rzędowa brona talerzowa z wałem. Siewniki tych agregatów wyposażone są w redlice stopkowe lub talerzowe.

Tabela 28. Wskaźniki wykorzystania biernych agregatów uprawowo-siewnych

Szerokość robocza	Pojemność siewnika*	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku WR^N	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}	Współczynnik korekcyjny k
m	dm ³	kW	ha/rok	lat	ha	-
1. Agregaty bierne zawieszane, z siewnikiem mechanicznym						
1.a. Na gleby lekkie i średnie **						
2,5	330	50-65	20	25	1625	0,3
2,7	370	55-70	21	25	1755	0,3
3	410	60-75	23	25	1950	0,3
1.b. Na gleby średnie i ciężkie ***						
3	350-500	60-90	27	25	1950	0,35
3	700	85-100	40	25	1950	0,5
3	1100	90-105	78	20	1950	0,8
4	1100	120-135	139	15	2600	0,8
2. Agregaty bierne zawieszane z siewnikiem pneumatycznym						
3	700	80-105	47	25	1950	0,6
3	1000	95-120	78	20	1950	0,8
3	2000	110-135	117	15	1950	0,9
4	1000	135-150	156	15	2600	0,9
3. Agregaty bierne półzawieszane z siewnikiem pneumatycznym						
3	1000	75-90	68	20	1950	0,7
4	1000	105-120	91	20	2600	0,7
5	1500	120-140	152	15	3250	0,7
6	3000	140-160	208	15	3900	0,8

* Pojemność zbiornika ziarna - wielkość szacunkowa nie stanowiąca zasadniczego kryterium oceny.

** Kultywator 2-rzędowy + 2 wały strunowe; siewnik mechaniczny z redlicami stopkowymi.

*** Kultywator 3-rzędowy + 2 wały lub 2-rzędowa brona talerzowa z wałem; siewnik mechaniczny z redlicami stopkowymi lub talerzowymi.

Kryterium oceny: Minimalne wykorzystanie w roku WR^N , ha/rok.

= Areal zasiewów zbóż i roślin technologicznie podobnych, ha.

Tolerancja oceny: Do 20% zależnie od specyficznych uwarunkowań gospodarstwa.

Wskaźniki wykorzystania aktywnych agregatów uprawowo-siewnych zamieszczono w tabeli 29.

Tabela 29. Wskaźniki wykorzystania aktywnych agregatów uprawowo-siewnych

Szerokość robocza	Pojemność siewnika*	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}	Współczynnik korekcyjny k
m	dm ³	kW	ha/rok	lat	ha	-
Agregaty aktywne zawieszane z siewnikiem mechanicznym						
2,5	400	60-75	30	22	1625	0,4
3	500	80-95	50	22	1950	0,5
3	700	105-120	60	20	1950	0,6
4	1000	135-150	156	15	2600	0,9
Agregaty aktywne zawieszane z siewnikiem pneumatycznym						
3	700	90-105	73	20	1950	0,75
3	1000	105-120	104	15	1950	0,8
4	1000	135-150	156	15	2600	0,9
Agregaty aktywne półzawieszane z siewnikiem pneumatycznym						
3	1000-1500	90-105	91	15	1950	0,7
4	1500-2000	120-140	139	15	2600	0,8
5	2500-3000	150-175	195	15	3250	0,9
6	3000-3500	180-210	234	15	3900	0,9

* Pojemność zbiornika ziarna - wielkość szacunkowa niestanowiąca zasadniczego kryterium oceny.

Kryterium oceny: Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N , ha/rok.

= Areal zasiewów zbóż i roślin technologicznie podobnych, ha.

Tolerancja oceny: Do 20% zależnie od specyficznych uwarunkowań gospodarstwa.

1.13. Siewniki punktowe

Tabela 30. Wskaźniki wykorzystania siewników punktowych

Szerokość robocza	Liczba sekcji	Moc ** ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Minimalny areal buraków, kukurydzy A	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W_{07}
m	szt.	kW	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
Siewniki do buraków								
3 *	6	35	12,8	4	25	800	0,5	0,80
3	6	35-40	16,9	6	25		0,55	0,96
4	8	40-55	32,4	15	20		0,6	1,35
6	12	60-75	48,0	25	20		0,65	2,00
9	18	80-100	67,6	40	20		0,7	2,60
Siewniki do kukurydzy								
3*	4	35	14,4	4	25	800	0,5	0,90
3	4	35-40	16,8	6	25		0,5	1,05
4,5	6	40-55	36,3	15	20		0,55	1,65
6	8	60-75	50,4	25	20		0,6	2,10
9	12	80-110	70,2	40	20		0,65	2,70

* Siewnik mechaniczny; ** Zapotrzebowanie mocy zależne od modelu siewnika, w tym pojemności zbiorników na nasiona i opcji wyposażenia, np. dogłębowa aplikacja nawozów mineralnych.

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku W_R^N , ha/rok.

- Dodatkowe – areal **A** zasiewów buraków cukrowych lub kukurydzy, ha.

Wartości kryterium dodatkowego **A** (areal zasiewów buraków cukrowych lub kukurydzy) przyjęto arbitralnie, z uwzględnieniem ocen ekspertów.

1.14. Opryskiwacze polowe

Zwykle wydajność (pojemność i szerokość robocza) opryskiwacza powinna umożliwić wykonanie zabiegu chemicznej ochrony roślin największej z upraw w ciągu 1 dnia (ok. 7,5 godz.), a ogółu pól w ciągu 3-4 dni. W związku z powyższym minimalna wydajność opryskiwacza dla gospodarstwa powinna wynosić co najmniej:

$$W_{07} = 0,33 \cdot \frac{Az}{7,5} \text{ (ha/godz.)},$$

gdzie:

W_{07} – wydajność eksploatacyjna opryskiwacza, ha/godz.,

Az – powierzchnia zasiewów, ha,

0,33 – założony udział największej plantacji w strukturze zasiewów,

7,5 – graniczny czas oprysku jednego gatunku roślin uprawnych, godz.

Dla innej od założonej struktury zasiewów wydajność opryskiwacza należy dobrać pod kątem największej z upraw. Intensywna uprawa roślin polowych często wymaga większej od wyżej przyjętej liczby zabiegów chemicznej ochrony. Przy założeniu wyższych od przeciętnych

plonów, co wiąże się zwykle z koniecznością stosowania większej niż przeciętna liczba oprysków, np. 4-5, minimalna powierzchnia zasiewów **Az** (ha) będzie odpowiednio niższa od podanej w tabeli 31.

Tabela 31. Wskaźniki wykorzystania opryskiwaczy polowych

Pojemność zbiornika	Szerokość robocza*	Minimalne wykorzystanie w roku ** WR^N	Minimalna powierzchnia zasiewów ** Az	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W₀₇
l	m	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
400	12÷15	27	9	20	1000	0,4	1,35
600	12÷15	42	14	20		0,45	1,85
800	12÷15	62	21	20		0,55	2,25
1000	15÷18	81	27	18		0,55	2,65
1500	18÷21	115	38	18		0,6	3,45
2000	18÷24	152	51	16		0,6	4,05
3000	21÷24	208	69	15		0,6	5,2
4000	24÷27	236	79	15		0,6	5,9

* Szerokość robocza nie stanowi kryterium oceny doboru. Jest to orientacyjny zakres szerokości belek polowych poszczególnych opryskiwaczy. ** Założenie: Zabieg chemicznej ochrony każdej z roślin uprawnych jest wykonywany przeciętnie 3-krotnie w ciągu sezonu agrotechnicznego. Największa jednorodna uprawa zajmuje do 33% powierzchni zasiewów (gruntów ornych) gospodarstwa.

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku **WR^N** (ha/rok).
- Dodatkowe – powierzchnia zasiewów (gruntów ornych) **Az** (ha).

Tolerancja oceny:

- (1) Do 10% z uwagi na specyfikę technologii produkcji i zakres wykorzystania opryskiwacza (np. większa niż 3 liczba zabiegów opryskiwania upraw, w tym nawożenie dolistne).
- (2) Zmniejszenie wartości wskaźników **WR^N** (ha/rok) i **Az** (ha) w zależności od średniej odległości gruntów ornych od siedliska: powyżej 3 km o 10%, powyżej 4 km o 12%, powyżej 5 km o 15%.

1.15. Kosiarki rotacyjne

Kosiarki to maszyny służące do koszenia zarówno traw łąkowych na siano i sianokiszonkę, jak również do koszenia przeznaczonych do bezpośredniego skarmiania zielonek uprawianych na gruntach ornych. W rolnictwie od lat dominują kosiarki rotacyjne. W małych i średnich gospodarstwach zwykle użytkowane są kosiarki bębnowe. Duże gospodarstwa preferują wydajniejsze kosiarki dyskowe (tarczowe). Najczęstsze konstrukcje kosiarek to maszyny montowane z tyłu ciągnika z bocznym lub centralnym zawieszeniem, o szerokościach roboczych od 1,35 do ok. 3 m. Na rynku dostępne są także zawieszane przed ciągnikiem kosiarki czołowe (do 3 m), a także kosiarki zaczepiane (do 5 m). Stosowane są także wysokowydajne ciągnikowe zestawy 2 lub 3 kosiarek oraz kosiarki samojezdne (do 14 m).

Rotacyjne kosiarki bębnowe (tzw. górnapędowe) zaleca się stosować na łąkach o niskiej kulturze, zakamienionych, z dużą liczbą kretowisk. Są one wyraźnie tańsze od kosiarek dyskowych i bardziej trwałe. Cechuje je duża odporność na zapychanie ciętym materiałem

nawet w trudnych warunkach zbioru. Są one przeznaczone do pracy głównie w mniejszych gospodarstwach.

Tabela 32. Wskaźniki wykorzystania kosiarek rotacyjnych

Szerokość robocza	Moc ciągnika *	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Powierzchnia 3-kośnych łąk i innych uż. ziel. A^{**}	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W_{07}
m	kW	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
1,35	25	9,6	3,2	25	1000	0,4	0,60
1,65	40	13,6	4,5	25		0,4	0,85
1,85	50	20,2	6,7	25		0,4	1,05
2,1	60	25,0	8,3	25		0,4	1,30
2,2	60	26,3	8,8	25		0,4	1,37
2,4	65	29,8	9,9	25		0,4	1,55
2,6	72	32,6	10,9	25		0,4	1,70
2,8	75	44,4	14,8	25	1200	0,5	1,85
3	80	57,6	19,2	25		0,6	2,00
3,4	85	74	25	22		0,6	2,25
4,5	100	114	38	20		0,65	2,93
5	105	127	42	20		0,65	3,25
6 (2-sekc.)	115	164	55	20		0,7	3,90
8,5 (3-sekc.)	130	231	77	20		0,7	5,50

* Szacunkowa moc ciągnika; ** Powierzchnia 3-kośnych (typowe 3-krotne koszenie w ciągu roku) łąk oraz wybranych roślin motylkowatych na gruntach ornych (np. koniczyna, lucerna).

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku W_R^N , ha/rok.
- Dodatkowe – powierzchnia 3-kośnych łąk oraz wybranych roślin motylkowatych na gruntach ornych (np. koniczyna, lucerna) A , ha.

Tolerancja oceny: Do 10% w zależności od specyficznych uwarunkowań prowadzonej działalności rolniczej.

Kosiarki dyskowe (tzw. dolnonapędowe) wyróżnia mniejsza masa (w odniesieniu do 1 m szerokości roboczej) oraz mniejsze zapotrzebowanie na moc współpracującego ciągnika. Prędkość pracy tych maszyn może osiągać w sprzyjających warunkach zbioru nawet 10-17 km/h [RPT 2009], a szerokość robocza pojedynczej maszyny dochodzi do 3,5 m. Dlatego ich podstawową zaletą jest możliwość uzyskiwania wyższych wydajności pracy niż kosiarek bębnowych, zwłaszcza na równych i dobrze utrzymanych łąkach.

W gospodarstwach dysponujących dużymi arealami łąk oraz innych zielonek (np. koniczyna, lucerna), do koszenia tych użytków stosuje się coraz częściej ciągnikowe zestawy kosiarek dyskowych o szerokościach roboczych od ok. 6 do ponad 9 m. Zestawy 2-segmentowe (do ok. 6 m) składają się z zawieszanej z przodu ciągnika kosiarki czołowej oraz kosiarki tylnej. Typowy zestaw 3-segmentowy (9-12 m) tworzą dwie kosiarki tylne (lewa i prawa) oraz kosiarka czołowa. Wysoka wydajność efektywna tych zestawów ($3 \div 6(10)$ ha/h) predysponuje je głównie do pracy w bardzo dużych gospodarstwach rolnych. Możliwość zastosowania tego typu zestawów kosiarek limitowana jest mocą posiadanego ciągnika. W

ciągniku niezbędny jest także przedni TUZ (trójpunktowy układ zawierzenia narzędzi) oraz przedni WOM (wałek odbioru mocy).

Większość obecnie produkowanych kosiarek może być wyposażona w spulchniacze lub zgniatacze pokosu, które znacznie przyspieszają przesychanie ściętej trawy, a w rezultacie ograniczają częstość lub eliminują konieczność przetrząsania zielonej masy przed jej zbiorem z pola.

Podane w tabeli 32 moce współpracujących z kosiarkami ciągników są wartościami szacunkowymi, zależnymi od specyficznych rozwiązań konstrukcyjnych maszyn oraz ich wyposażenia.

1.16. Przetrzaskarki i zgrabiarki karuzelowe

Tabela 33. Wskaźniki wykorzystania przetrzaskarek i zgrabiarek karuzelowych

Szerokość robocza	Minimalne wykorzystanie w roku WR^N	Powierzchnia łąk 3-kośnych* A	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W₀₇
m	ha/rok	ha	lata	ha	-	ha/godz.
3	27	3,0	25	1500	0,3	1,5
4	44	4,9	25	2000	0,3	1,85
5	84	9,3	25	2500	0,35	2,4
6	167	18,6	25	3000	0,45	3,1
7,5	413	46	20	3750	0,55	4
9	675	75	20	4500	0,6	5
11	990	110	20	5500	0,6	6

* Założono 3-krotny zbiór siana w ciągu roku, w tym 3-krotne przetrząsanie i zgrabianie siana podczas każdego zбору

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku **WR^N**, ha/rok.
- Dodatkowe – powierzchnia łąk 3-kośnych **A**, ha.

Tolerancja oceny: Do 10% w zależności od specyficznych uwarunkowań prowadzonej działalności rolniczej.

Zbiór skoszonej zielonki na siano lub sianokiszonkę wymaga uprzedniego jej przesuszenia do wilgotności odpowiednio 15÷20% lub 30÷40%. Do tego celu stosuje się maszyny do przetrząsania i spulchniania skoszonego pokosu oraz do późniejszego jego zgrabiania w wałki. W przeciętnych warunkach pogodowych zabiegi przetrząsania i zgrabiania wykonuje się 2–3-krotnie.

Obecnie, w tej grupie sprzętu zielonkowego najbardziej popularne są maszyny karuzelowe, tj. z napędzanymi od ciągnika i obracającymi się w płaszczyźnie poziomej wirnikami. Przetrzaskacze to maszyny 2, 4, 6, 8 lub 10 wirnikowe. Zgrabiarki występują najczęściej w konfiguracjach 1, 2 lub 4 wirnikowych. Szerokości robocze obu rodzajów maszyn wynoszą od kilku do kilkunastu metrów. Mniejsze oferowane są jako sprzęt zawieszany na ciągniku, a o większych szerokościach roboczych - jako przyczepiany.

1.17. Prasy zbierające

Na potencjalne wykorzystanie pras zbierających składa się zarówno zbiór słomy pokombajnowej jak również zbiór siana z 2-3 pokosów. W przypadku zwłaszcza pras wielkogabarytowych należy także uwzględnić wykorzystanie tych maszyn do zbioru miskantusa uprawianego na cele energetyczne.

Tabela 34. Wskaźniki wykorzystania pras zbierających

Rodzaj prasy	Wymiary beli	Minimalne wykorzystanie w roku WR^N	Areal zbóż	Areal łąk 2,5-kośnych	Okres użytkowania T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W₀₇
	m							
„Mała kostka”	0,46×0,36-0,4×1,0	15	15	6,1	25	1300	0,45	0,65
Zwijająca	1,2 × 1,2	26	26	10,4	25	1300	0,5	1
	1,5 × 1,2	33	33	13,2	25		0,55	1,15
	1,65-1,85 × 1,2*	44	44	17,6	25		0,65	1,3
Wielkogabarytowa	0,8×0,5×1,25	68	68	27,0	20	1300	0,65	1,6
	0,8×0,7×1,5	116	116	46,2	20	1500	0,7	2,2
	1,2×0,7×2,2	168	168	67,2	20	1500	0,7	3,2

* prasy zwijające zmiennokomorowe

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku WR^N , ha/rok.

- Dodatkowe – powierzchnia uprawy zbóż lub powierzchnia łąk 2 lub 3-kośnych (przyjęto średnio 2,5) oraz np. powierzchni zbioru miskantusa (dot. pras wielkogabarytowych), ha.

Tolerancja oceny: Do 20% w zależności od specyficznych uwarunkowań prowadzonej działalności rolniczej.

1.18. Platformy do bel siana i słomy

Platformy do bel siana i słomy to specjalistyczne przyczepy rolnicze wykorzystywane do przewozu sprasowanej słomy i siana, w tym powiędnętej zielonki (na sianokiszonkę) w postaci cylindrycznych bel lub prostopadłościennych kostek (balotów). Przystosowane są one również do transportowania ładunków umieszczonych na paletach lub w skrzyniopaletach. Cechą charakterystyczną tych przyczep jest duża powierzchnia ładunkowa (od 15 do 30 m²) oraz niskie położenie podłogi (od 1,0 do ok. 1,35 m), a także brak burt bocznych, co ułatwia załadunek bel na przyczepę. Platformy wyposażone są w ażurowe ściany (ramy) oporowe umieszczone w przedniej i tylnej części przyczepy, które zabezpieczają przewożone bele przed stoczeniem się z przyczepy. W większości modeli platform tylna rama oporowa może być wysuwana o około 1 m celem zwiększenia powierzchni ładunkowej i dostosowania pojemności przyczepy do liczby i rozmiarów przewożonych bel.

Typowe cylindryczne bele (o wymiarach 1,2×1,2 m) układa się na platformie w dwóch rzędach obok siebie i najczęściej w dwóch warstwach jedna na drugiej, a sporadycznie w 3

warstwach, zależnie od rodzaju i masy przewożonych bel i ładowności przyczepy oraz warunków drogowych. Trzeba zwrócić uwagę, że łączna wysokość platformy z trzema warstwami typowych bel wynosi od 4,3 do 4,5 m. Jazda tak załadowanej przyczepy po drogach publicznych jest zabroniona, gdyż według przepisów o ruchu drogowym wysokość pojazdu z ładunkiem nie może przekraczać 4 m. W związku z powyższym przewożenie bel w 3 warstwach możliwe jest tylko podczas transportu po drogach wewnętrznych gospodarstwa pod warunkiem, że masa bel nie przekracza dopuszczalnej ładowności technicznej przyczepy, a trasa przejazdu jest wolna od przeszkód terenowych (konary drzew, linie energetyczne itp.).

Dobór do gospodarstwa platform do przewozu bel, w tym ich pojemność i ładowność oraz liczba, determinowany jest liczbą, rozmiarami i masą bel pozostawionych na polu/łące po zbiorze słomy/siana, odległością transportową (pole/łąka – siedlisko gospodarstwa) oraz czasem, w jakim te bele należy zwieźć z pola/łąki do gospodarstwa.

Łączna potencjalna masa bel, jaką należy zwieźć z pola/łąki do miejsca składowania jest pochodną plonu i arealu uprawy poszczególnych gatunków zbóż i ewentualnie rzepaku oraz plonu traw i arealu łąk, czy też plonu i arealu motylkowych na gruntach ornym. Masa pojedynczej beli zależy od jej rozmiarów, rodzaju i wilgotności zebranego materiału, zanieczyszczeń (np. ziemią, chwastami) oraz rodzaju prasy i stopnia sprasowania beli. Ciężar typowej cylindrycznej beli słomy o wymiarach 1,2×1,2m wynosi od 100 do 220 kg (średnio 150 kg). Bela podwędniętej zielonki (na sianokiszonkę) waży od 300 do 800 kg (przeciętnie około 450 kg), a bela siana (wilgotność 20%) około 150-250 kg, średnio 200 kg.

Okres czasu, w jakim należy zwieźć z poszczególnych pól bele sprasowanej słomy wynosi zwykle 1 lub 2 dni, z uwagi na konieczność wykonania szybkiej uprawy rżyska po zbiorze zbóż, względnie aby uniknąć zawilgocenia słomy w przypadku opadu deszczu. Zwózka bel siana lub zielonki na sianokiszonkę powinna być wykonana bezpośrednio po uformowaniu bel prasą, a więc tego samego dnia lub nawet tej samej godziny. Wynika to z ryzyka zamoknięcia bel w przypadku pogorszenia pogody i opadów deszczu, a ponadto, aby nie dopuścić do pogorszenia jakości sprasowanej paszy (gnicie beli na styku z podłożem, niekontrolowana fermentacja beli przy swobodnym dostępie powietrza).

Odległość przewozów jest tym czynnikiem, który bezpośrednio wpływa na czas i wydajność transportu zebranych bel, a w konsekwencji, przy ograniczonym czasie na wykonanie tego zadania, determinuje niezbędną pojemność i ładowność środków przewozowych. Zwiększenie odległości pomiędzy polem (miejscem załadunku bel na platformę) a miejscem składowania bel z 0,5 km do 6 km, wydłuża czas transportu (tam i z powrotem) o 35-40 minut. Natomiast czas jednego cyklu transportowego (załadunek bel na platformę, dojazd do gospodarstwa, rozładunek bel, powrót na pole) platformy o ładowności 24 bel zwiększa się blisko 2-krotnie, z 55-60 minut do 95-100 minut. W tej sytuacji, przy określonej liczbie godzin lub dni na zwózkę bel, liczba lub wydajność (pojemność) platform do transportu bel z pól/łąk oddalonych od siedliska o 6 km powinna być dwukrotnie większa, niż z pól/łąk oddalonych o 0,5 km.

Ponadto ważnym zagadnieniem jest dostosowanie liczby i masy przewożonych bel do określonej ładowności platformy. Platformą o długości powierzchni ładunkowej wynoszącej 7 m i ładowności 9 ton można przewieźć w 2 warstwach 24-26 bel słomy o wymiarach 1,2×1,2 m. Łączna masa tych bel wyniesie przeciętnie 3,9 ton (26*150 kg), a w skrajnych przypadkach nawet 5,2 ton, a więc w zakresie dopuszczalnej ładowności przyczepy. Natomiast w przypadku załadunku na platformę cięższych bel sianokiszonki (średnio 450 kg/belę) ich maksymalna liczba nie powinna być większa niż 20 szt. (20 bel*450 kg = 9 ton).

Na podstawie powyższych danych i założeń można precyzyjnie wyznaczyć łączną liczbę i masę bel określonego rozmiaru, jaką należy przewieźć do miejsca składowania w warunkach

danego gospodarstwa, w tym również w podziale na poszczególne dni lub dekady. Takie *quasi* technologiczne podejście umożliwia precyzyjny dobór platformy o określonej pojemności (liczba bel) i ładowności (masa bel). Z uwagi na dużą pracochłonność powyższej metody, a także oczywistą zmienność i rozrzut wartości przyjmowanych do obliczeń danych (rodzaj i wilgotność zbieranego materiału, kształt, rozmiary i masa bel, odległości przejazdów itp.), a także zróżnicowanie struktury upraw w kolejnych latach, proponujemy podejście uproszczone, według metody wskaźnikowej.

Wskaźnikowa metoda doboru platform do przewozu bele słomy i siana

Metoda ta polega na porównaniu areálu uprawy zbóż i ewentualnie rzepaku, a także areálu łąk oraz roślin motylkowych uprawianych na gruntach ornych, z długością powierzchni ładunkowej platformy. Areál powyższych użytków pozwala w pewnym przybliżeniu na określenie potencjalnej masy i liczby bel słomy lub siana, które należy zwieźć do miejsca ich magazynowania. Natomiast długość powierzchni ładunkowej przyczepy decyduje o maksymalnej liczbie ułożonych na platformie bel.

Założenia:

- a) Zgodnie z wcześniejszymi wyjaśnieniami założono ułożenie typowych bel (1,2×1,2 m) w dwóch rzędach i tylko w 2 warstwach.
- b) Przy ustalaniu długości platformy ładunkowej należy określić podstawową długość powierzchni ładunkowej przyczepy (według specyfikacji technicznej), bez uwzględnienia możliwości wysuwu tylnej rampy oporowej¹².
- c) Założono, że w gospodarstwie uprawia się co najmniej 2 gatunki zbóż, których słoma zwożona jest w oddzielnych terminach.
- d) Przyjęto, że stosowanie platform do bel siana/słomy jest uzasadnione w gospodarstwach dysponujących co najmniej 10 ha odpowiednich upraw i łąk kośnych. W mniejszych gospodarstwach (przy mniejszym areale zbóż i łąk) do przewozu bel można wykorzystać typowe przyczepy rolnicze. Jest to rozwiązanie mniej wygodne i wydajne, niż zastosowanie specjalistycznych platform transportowych, ale za to bardziej opłacalne biorąc pod uwagę skalę produkcji i możliwości wykorzystania przyczepy.

W rezultacie powyższych założeń przyjęto, że kryterium doboru przyczepy o określonej długości powierzchni ładunkowej jest areál uprawy w/w roślin oraz areál łąk. Wskaźniki doboru platform do transportu bel słomy i siana zamieszczono w tabeli 35.

Tabela 35. Wskaźniki doboru platform do bel słomy i siana

Długość powierzchni ładunkowej platformy		Areál odpowiednich upraw* i łąk, ha
kategoria	m	
A	6 do 7	10 ÷ 15
B	7 do 8	15 ÷ 25
C	8 do 9	25 ÷ 35
D	9 do 10	35 ÷ 45
E	10 do 11	45 ÷ 65
F	11 do 12	> 65

¹² Możliwość poruszenia się po drogach publicznych platform z wysuniętą tylną rampą zależy od homologacji konkretnego modelu przyczepy. Istotna jest w tym przypadku zarówno łączna długość przyczepy (maksymalnie 12 m), jak również widoczność oświetlenia.

Kryterium doboru: kryterium doboru przyczepy o określonej długości powierzchni ładunkowej (kategorii) jest areał odpowiednich upraw łącznie z powierzchnią łąk.

Tolerancja oceny:

- Standardowa 20%
- Możliwość wyboru platformy o 1 kategorię większą (np. platforma kategorii C zamiast B) w przypadku, gdy średnia odległość pola/łąki od siedliska gospodarstwa wynosi co najmniej 3 km, lub o 2 kategorie większą (np. platformę D zamiast B), gdy ta odległość wynosi co najmniej 5 km.
- Możliwość wyboru platformy o 1 kategorię większą, gdy udział łąk i roślin motylkowych na gruntach ornych przekracza 40% ogółu powierzchni zbóż, rzepaku, łąk i roślin motylkowych na gruntach ornych, względnie o 2 kategorie większą, gdy udział ten wynosi 60%.

1.19. Przyczepy zbierające (zbieracze) do siana i słomy

Tabela 36. Wskaźniki wykorzystania przyczep zbierających

Objętość skrzyni ładunkowej	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Powierzchnia łąk przy zbiorze siana z 3 pokosów L	Okres użytkowania T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna * W_{07}
m^3	kW	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
10	22	17	5,8	25	1600	0,60	0,45
12	25	21	7,0				0,55
15	30	26	8,7				0,68
20	38	38	13	25	1600	0,70	0,85
25	45	46	15				1,03
28	52	50	17				1,12
40	70	63	21				1,40

* Średni plon siana z trzech pokosów 2,64 t/ha

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku W_R^N , ha/rok,
- Dodatkowe – powierzchnia łąk 3-kośnych L (ha) oraz areał zbioru słomy pokombajnowej, ha.

Najczęściej przyczepy zbierające są wykorzystywane do zbioru siana z 2-3 pokosów. Coraz rzadziej maszyny te wykorzystuje się także do zbioru słomy po zbiorze zbóż.

Obliczenie powierzchni potencjalnego wykorzystania przyczepy zbierającej:

$$W_R = L \times 3 + A_{ZB} \text{ (ha)},$$

gdzie:

L – powierzchnia łąk, ha,

A_{ZB} – powierzchnia zbóż, ha,

3 – liczba pokosów - krotność zbioru siana w ciągu roku.

Przy zastosowaniu przyczepy wyłącznie do zbioru siana kryterium racjonalności jej zakupu będzie powierzchnia łąk koszonych 3-krotnie.

PRZYKŁAD nr 5:

W gospodarstwie posiadającym 5 ha łąk koszonych 3-krotnie w ciągu roku oraz 10 ha zbóż, z których słoma jest zbierana przyczepą zbierającą, łączna powierzchnia jej wykorzystania w ciągu roku wynosi: $W_R = 3 \times 5 \text{ ha} + 10 \text{ ha} = 15 + 10 = 25 \text{ ha}$.

W tym gospodarstwie zasadne jest stosowanie przyczepy zbierającej o pojemności 12-15 m³.

1.20. Przyczepy zbierające silosowe

Tabela 37. Wskaźniki wykorzystania przyczep zbierających silosowych*

Objętość skrzyni ładunkowej **	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Powierzchnia łąk przy zbiorze siana z 3 pokosów	Okres użytkowania T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współcz. korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna *** W_{07}
m ³	kW	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
21	70	54	18	25	1600	0,60	1,40
25	75	64	21			0,65	1,55
28	90	74	25			0,70	1,65
35	130	85	28			0,70	1,90
40	150	92	31			0,70	2,06

* Przyczepy z rotorem ładującym i nożami docinającymi do zbioru podwładniętych zielonek na sianokiszonkę; ** objętość konstrukcyjna przyczepy zgodnie z normą DIN 11741; *** wydajności dla plonu jednego pokosu 5,5 t/ha podwładnietej zielonki

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku W_R^N , ha/rok,
- Dodatkowe – powierzchnia łąk przy założeniu zbioru zielonki z 3 pokosów, ha.

Tolerancja oceny: 20-30% w zależności od odległości transportu

W ocenie wykorzystania przyczep (zbieraczy) silosowych należy także uwzględnić możliwość ich zastosowania do zbioru innych zielonek, np. do 3-4 krotnego zbioru lucerny, a także jako wydajne przyczepy objętościowe podczas zbioru kukurydzy na kiszonkę.

1.21. Kombajny do zbioru zbóż

Tabela 38. Wskaźniki wykorzystania kombajnów do zbioru zbóż

Moc silnika	Zespół żniwny (heder)*	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W_{07}
kW	m	ha/rok	lata	h	-	ha/h
115	4,1-5,0	71	25	3000	0,6	0,98
125	4,1-5,0	78	25			1,08
150	4,6-5,6	94	25			1,31
175	5,0-6,3	112	25		0,61-0,63	1,53
200	5,4-6,9	130	25			1,74
225	5,9-7,5	150	24			1,89
250	6,3-8,2	180	22		0,65-0,70	2,03
275	6,8-8,8	233	22			2,50
300	7,2-9,5	300	21			3,00
325	7,7-10,1	366	20			3,50
350	8,1-10,7	433	20		0,72-0,75	4,00
375	8,5-11,4	500	20			4,50
400	9,0-12,0	566	20			5,00

* Wielkości orientacyjne - szerokość zespołu żniwnego nie stanowi kryterium oceny doboru kombajnów do zbioru zbóż.

Kryterium oceny: Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N (ha/rok) równe powierzchni zbioru zbóż i roślin technologicznie podobnych (rzepak, kukurydza na ziarno itp.), z uwzględnieniem tolerancji oceny.

Tolerancja oceny: Przy doborze kombajnów do zbioru zbóż stosuje się jeden z czterech niżej wymienionych rodzajów tolerancji oceny:

- 20% - tolerancja standardowa,
- 25% - kombajn z szarpaczem (rozdrabniaczem) słomy,
- 30% - zbiór zbóż w terenie pofałdowanym,
- 35% - zbiór zbóż w terenie podgórskim.

Ponadto, każdą z ww. tolerancji należy zwiększyć o dodatkowe 5 p.p. (5 punktów procentowych) w przypadku, gdy udział uprawy kukurydzy na ziarno, w strukturze ogółu zasiewów zbóż i roślin technologicznie podobnych, wynosi co najmniej 20%.

Szersze uzasadnienie stosowania poszczególnych rodzajów tolerancji oceny doboru kombajnów do zbioru zbóż zamieszczono w załączniku 7.

Wydajność pracy kombajnu o określonej mocy silnika i rozwiązaniach zespołów roboczych jest wielkością zmienną, zależną od szeregu różnych czynników, w tym między innymi od: gatunku i plonu zbieranych zbóż i roślin technologicznie podobnych oraz od wielkości pól (*vide* informacje zawarte w załącznikach 6 i 7). Wpływ typowej zmienności powyższych i innych czynników na wydajność eksploatacyjną kombajnów, a w konsekwencji na wskaźniki W_R^N minimalnego wykorzystania tych maszyn, uwzględnia standardowa 20% tolerancja oceny doboru kombajnu do gospodarstwa o określonym areale zbóż i roślin technologicznie podobnych.

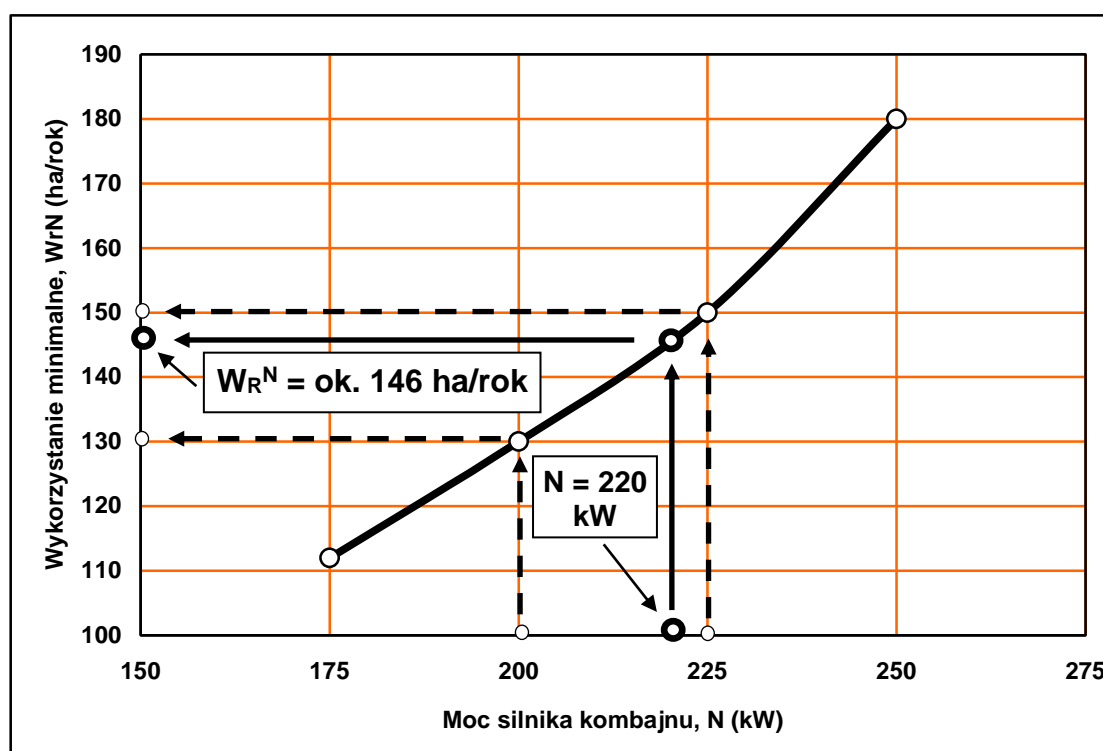
PRZYKŁAD nr 6:

Rolnik zamierza nabyć kombajn o mocy silnika $N = 220$ kW. Należy wyznaczyć takie minimalne wykorzystanie W_R^N (ha/rok) tego kombajnu, aby jego użytkowanie było uzasadnione z punktu widzenia kryteriów np. działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”.

a. Metoda przybliżona (szacunkowa)

W przypadku, gdy w tabeli 38 nie znajdujemy wskaźników doboru kombajnu o określonej mocy silnika N (kW), wówczas orientacyjną wartość minimalnego wykorzystania W_R^N (ha/rok) tego kombajnu szacujemy na podstawie wskaźników doboru kombajnów o mocy bezpośrednio niższej i wyższej. Z tabeli 38 wynika, że będą to maszyny z silnikami o mocy $N_{(1)} = 200$ kW i $N_{(2)} = 225$ kW, o wykorzystaniu odpowiednio $W_{R(1)}^N = 130$ ha/rok oraz $W_{R(2)}^N = 150$ ha/rok. W związku z powyższym minimalne wykorzystanie W_R^N kombajnu o mocy silnika $N = 220$ kW będzie się zawierało pomiędzy tymi wartościami (130 ÷ 150 ha/rok) i będzie zbliżone do większej z podanych wartości.

W celu oszacowania przybliżonej wartości minimalnego wykorzystania kombajnu możemy się także posłużyć metodą graficzną – rys.1.



Rys. 1. Graficzne wyznaczenie minimalnego wykorzystania W_R^N kombajnu w zależności od mocy silnika

b. Metoda obliczeniowa

Aby wyznaczyć dokładną wartość minimalnego wykorzystania W_R^N (ha/rok) kombajnu o mocy silnika $N = 220$ kW stosujemy poniższe równanie:

$$W_R^N = W_{R(1)}^N + \frac{[N - N_{(1)}] \cdot [W_{R(2)}^N - W_{R(1)}^N]}{N_{(2)} - N_{(1)}} \quad (1)$$

gdzie:

- W_R^N – minimalne wykorzystanie nabywanego kombajnu, ha/rok,
 N – moc silnika kombajnu, dla którego wyznaczane jest W_R^N , kW,
 $N_{(1)}$ – moc silnika kombajnu z tabeli 38 o najbliższej mniejszej wartości niż moc N , kW,
 $N_{(2)}$ – moc silnika kombajnu z tabeli 38 o najbliższej większej wartości niż moc N , kW,
 $W_R^{N_{(1)}}$ – minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy $N_{(1)}$, ha/rok,
 $W_R^{N_{(2)}}$ – minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy $N_{(2)}$, ha/rok.

Według tabeli 38 dla kombajnu o mocy $N = 220$ kW powyższe wielkości mają wartość:

- $N_{(1)} = 200$ kW,
- $N_{(2)} = 225$ kW,
- $W_R^{N_{(1)}} = 133$ ha/rok,
- $W_R^{N_{(2)}} = 150$ ha/rok.

Podstawiając powyższe wartości do wzoru (1) otrzymujemy:

$$W_R^N = 130 + \frac{[220 - 200] \cdot [150 - 130]}{225 - 200} = 146 \text{ ha/rok.}$$

Obliczone, tzw. „podstawowe” minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy silnika 220 kW powinno wynosić $W_R^N = 146$ ha/rok. Natomiast po uwzględnieniu standardowej 20% tolerancji to wykorzystanie będzie wynosiło:

$$W_{R(-20\%)}^N = W_R^N \cdot \left[\frac{100\% - 20\%}{100\%} \right] = 146 \times 0,8 = 116,8 \text{ ha/rok}$$

W przypadku kombajnu wyposażonego w szarpacz słomy (łączna tolerancja = 25%) jego minimalne wykorzystanie będzie wynosiło:

$$W_{R(-25\%)}^N = W_R^N \cdot \left[\frac{100\% - 25\%}{100\%} \right] = 146 \times 0,75 = 109,5 \text{ ha/rok}$$

Natomiast w przypadku gospodarstwa z 20-procentowym lub większym udziałem kukurydzy na ziarno w strukturze ogółu zasiewów zbóż i roślin technologicznie podobnych (tolerancja dodatkowa = 5%) i użytkowania kombajnu z szarpaczem słomy (tolerancja = 25%), łączna tolerancja oceny doboru wyniesie 30%, a minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy silnika $N = 220$ kW będzie wynosiło:

$$W_{R(-30\%)}^N = W_R^N \cdot \left[\frac{100\% - 30\%}{100\%} \right] = 146 \times 0,70 = 102,2 \text{ ha/rok}$$

PRZYKŁAD nr 7:

Gospodarstwo dysponuje 95 ha zbóż i zamierza dokonać zakupu kombajnu w ramach działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”. Podczas zbioru zbóż większość wymłacanej słomy będzie rozdrabniana zamontowanym w kombajnie szarpaczem i pozostawiana na polu celem jej przyorania.

Należy uzyskać odpowiedź na pytanie:

Jaka może być maksymalna moc N (kW) tego kombajnu, aby jego zakup był uzasadniony z punktu widzenia kryteriów działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”?

a. Rozwiązanie - krok 1

Posiadany w gospodarstwie areal $A = 95$ ha zbóż wyznacza minimalną powierzchnię wykorzystania nabywanego kombajnu o szukanej mocy N . Ponieważ kombajn jest wyposażony w szarpacz słomy, dlatego przy jego doborze uwzględniamy łączną 25% korektę wykorzystania (korekta wynikająca z zastosowania szarpacza słomy). To wykorzystanie oznaczamy jako $W_{R(-25\%)}^N$ i przyjmujemy, że powinno ono być równe powierzchni zbioru zbóż $A = 95$ ha. Wykorzystanie $W_{R(-25\%)}^N$ jest o 25% mniejsze od wykorzystania podstawowego W_R^N , którego wartość obliczamy z poniższego równania:

$$W_R^N = \frac{W_{R(-25\%)}^N}{\frac{100\% - 25\%}{100\%}} = \frac{95}{0,75} = 126,7 \text{ ha/rok}$$

W związku z powyższym dla kombajnu o mocy N (kW) wartość podstawowego wykorzystania minimalnego (bez uwzględnienia 25% tolerancji) powinna wynosić $W_R^N = 126,7$ ha/rok.

b. Rozwiązanie - Krok 2

Dla wyznaczonego powyżej wykorzystania minimalnego $W_R^N = 126,7$ ha/rok określamy, na podstawie tabeli 38, analogiczne wielkości jak w przykładzie nr 6, tj.:

$W_{R(1)}^N$ – minimalne wykorzystanie kombajnu o najbliższej mniejszej wartości niż wyznaczona powyżej wartość W_R^N , ha/rok,

$W_{R(2)}^N$ – minimalne wykorzystanie kombajnu o najbliższej większej wartości od wyznaczonej powyżej wartości W_R^N , ha/rok,

$N_{(1)}$ – moc silnika kombajnu odpowiadająca wykorzystaniu $W_{R(1)}^N$, kW,

$N_{(2)}$ – moc silnika kombajnu odpowiadająca wykorzystaniu $W_{R(2)}^N$, kW.

Z tabeli 38 wynika, że dla $W_R^N = 126,67$ ha/rok powyższe wielkości mają wartość:

- $W_{R(1)}^N = 112$ ha /rok,

- $W_{R(2)}^N = 130$ ha/rok,

- $N_{(1)} = 175$ kW,

- $N_{(2)} = 200$ kW.

W celu określenia maksymalnej mocy N (kW) kombajnu, którego podstawowe minimalne wykorzystanie wynosi $W_R^N = 126,7$ (ha/rok), a wykorzystanie z 25% tolerancją jest równe $W_{R(-25\%)}^N = 95$ ha/rok, stosujemy poniższe równanie:

$$N = N_{(1)} + \frac{[W_R^N - W_{R(1)}^N] \cdot [N_{(2)} - N_{(1)}]}{W_{R(2)}^N - W_{R(1)}^N} \quad (2)$$

Podstawiając odpowiednie wartości do wzoru (2) otrzymujemy:

$$N = 175 + \frac{[126,7 - 112] \cdot [200 - 175]}{130 - 112} = 195,4 \text{ kW.}$$

1.22. Sieczkarnie polowe

Tabela 39. Wskaźniki wykorzystania sieczkarni polowych

Rodzaj sieczkarni*	Moc ciągnika (silnika)	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_{HA}, T_H	Współczynnik korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W_{07}
Ciągnikowe	kW	ha/rok	lata	ha	-	ha/godz.
1-rz.	50	2,9	25	150	0,65	0,25
2-rz.	70	5,3	25	250	0,70	0,50
3-rz.	90	8,4	25	375	0,75	0,58
2,25 m **	90	6,8	25	300	0,75	0,65
Samobieżne	kW	ha/rok	lata	godz.	-	ha/godz.
4-rz.	150	63	25	3000	0,75	0,70
4-rz.	200	87	20			0,77
6-rz.	250	119	20			1,06
6-rz.	300	126	20			1,12
8-rz.	350	151	20			1,34

* Sieczkarnie ciągnikowe - potencjał eksploatacyjny podany w ha, samobieżne - w godzinach.

** Sieczkarnia z hederem bezrzędowym

Kryterium oceny: W ocenie wykorzystania sieczkarni należy uwzględnić areał uprawy kukurydzy na kiszonkę oraz możliwość najczęściej 2-krotnego zbioru traw łąkowych na sianokiszonkę (w tym przypadku sieczkarnia musi być dodatkowo wyposażona w podbieracz). Łączne potencjalne wykorzystanie sieczkarni wynosi:

$$W_R = 2 \times L + A_K \text{ (ha)},$$

gdzie:

L – powierzchnia łąk, ha,

A_K – powierzchnia kukurydzy na kiszonkę, ha,

2 – liczba pokosów - krotność zbioru trawa łąkowych na kiszonkę.

Tolerancja oceny: 20%

1.23. Maszyny do zbioru ziemniaków

Tabela 40. Wskaźniki wykorzystania maszyn do zbioru ziemniaków

Rodzaje i typy maszyn	Parametry robocze (liczba rzędów, zbiornik)	Moc ciągnika (silnika)	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współcz. korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W_{07}
		kW	ha/rok	lata	godz.	-	ha/godz.
Rozdrabniacz łęcin	2-rz.	45	4,5	20	400	0,5	0,45
	4-rz.	70	12,6			0,7	0,9
Kopaczka przenośnikowa	1-rz.	22	2,2	25	800	0,4	0,17
	2-rz.	40-45	4,0			0,5	0,25
Kopaczka ładująca	2-rz.	60	12,6	20	1800	0,7	0,2
	4-rz.	110	22,1				0,35
Kombajn do ziemniaków	1-rz., 1,25 t	30-35	6,3	20	1800	0,7	0,1
	1-rz., 2,2 t	45-50	7,6				0,12
	1-rz., 3-3,5 t	60	8,2				0,13
	2-rz., 6 t	90	10,7				0,17
Kombajn do ziemniaków samobieżny	2-rz., 6 t	180-200	25	15	2000	0,8	0,22
	4-rz., 15 t	330	50				0,45

Kryterium oceny: Powierzchnia uprawy ziemniaków, a w szczególnych przypadkach dodatkowo powierzchnia uprawy cebuli lub warzyw korzeniowych, jeżeli maszyna jest wyposażona w przystawki do zbioru wymienionych warzyw.

Tolerancja oceny: 20%

1.24. Maszyny do zbioru buraków cukrowych

Tabela 41. Wskaźniki wykorzystania maszyn do zbioru buraków cukrowych

Rodzaje i typy maszyn	Parametry robocze (liczba rzędów, zbiornik)	Moc * ciągnika (silnika)	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T_H	Współcz. korekcyjny k	Wydajność eksploatacyjna W_{07}
		kW	ha/rok	lata	godz.	-	ha/godz.
Kombajn do buraków	1-rz., 2,5-3 t	35-40	5,3	25	2000	0,6	0,11
	1-rz., 3,5 t	40-50	7,3	25		0,7	0,13
	2-rz., 7 t	55-65	14,0	20		0,7	0,20
Ogławiacz	3-rz.	25	18	20	1600	0,7	0,32
Ogławiacz	6-rz.	70	38			0,7	0,67
Wyorywacz	3-rz.	35	17			0,7	0,30
Wyorywacz	6-rz.	90-100	36			0,7	0,65
Kopaczka ładująca	3-rz.	70	11			0,7	0,20
Kombajn do buraków samobieżny	6-rz., 16 m ³	205	103	15	4000	0,7	0,55
	6-rz., 24 m ³	300	131			0,7	0,70
	6-rz., 32 m ³	350	187			0,7	1,00

* wartości orientacyjne

Kryterium oceny: Powierzchnia uprawy buraków cukrowych i pastewnych, ha.

Tolerancja oceny: 20%

2. Suszarnie ziarna

Przy zakupie suszarni do gospodarstwa należy uwzględnić konieczność szybkiego wysuszenia, czasami z dnia na dzień, zwiezionej z pola partii wilgotnego ziarna. Mokre ziarno łatwo się zagrzewa, a w rezultacie psuje i traci na wartości, zwłaszcza przy podwyższonej temperaturze otoczenia. Przechowywane w silosach ziarno zbóż i kukurydzy nie może mieć większej wilgotności jak 14%, a nasiona rzepaku 6%. Tymczasem wilgotność zebranej z pola np. kukurydzy może wynosić nawet 30-35%. Dlatego przepustowość suszarni musi być dostosowana do wydajności zbioru i stopnia jego zawilgocenia.

Dobowa wydajność procesu suszenia ziarna i nasion zależy między innymi od: typu suszarni (przepływowa, porcjowa), pojemności jej komory suszącej, mocy cieplnej układu wymaganego obniżenia wilgotności od wartości początkowej do końcowej, rodzaju suszonego materiału (wielkości ziaren) i in.

Tabela 42. Wskaźniki eksploatacyjne suszarni ziarna

Typ suszarni ziarna	Przepustowość suszarni P_s	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N		Okres eksploatacji T	Współczynnik korekcyjny k	Potencjał eksploatacyjny T_H
	t/godz.	godz./rok	t/rok	lata	-	godz.
Suszarnia ziarna przepływowa	0,5	210	105	20	0,7	6000
	1,0		210			
	2,0		420			
	4,0		840			
	6,0		1260			
Suszarnia ziarna porcjowa	0,5	115	58	20	0,7	3300
	1,0		115			
	1,5		173			
	2,0		230			
	4,0		460			
	6,0		690			

Źródło: Obliczenia własne na podstawie [KTBL 1994]

Ocena racjonalności zakupu suszarni

Metoda 1 (szczegółowa - obliczenie czasu suszenia poszczególnych rodzajów ziarna)

W celu oceny racjonalności zakupu suszarni o określonych parametrach technicznych i roboczych (objętość, ładowność, przepustowość) należy:

- oszacować ilość ziarna wyprodukowanego w gospodarstwie, które potencjalnie może wymagać dosuszenia Z (t/rok),
- przyjąć możliwie niską przepustowość P_s (t/godz.) suszarni (najlepiej według specyfikacji technicznej lub według tabel 43 i 44) zakładając, że ziarno będzie miało stosunkowo wysoką wilgotność początkową (w pewnym przybliżeniu przepustowość suszarni jest wprost proporcjonalna do jej pojemności),
- obliczyć czas suszenia ziarna, czyli wykorzystanie suszarni w roku:

$$W_R = \frac{Z}{P_s} \text{ (godz./rok),}$$

z uwagi na kilkakrotną różnicę przepustowości (t/godz.) w zależności od rodzaju suszonego ziarna i jego wilgotności początkowej oraz wymaganej wilgotności końcowej, łączne wykorzystanie suszarni należy obliczyć jako sumę czasów suszenia poszczególnych rodzajów ziarna,

- porównać obliczoną sumę W_R (t/rok) z wartością normatywną (kryterium oceny) W_R^N według tabeli 42 (115 godz./rok lub 210 godz./rok zależnie od typu suszarni). Warunkiem zakwalifikowania zakupu suszarni do dofinansowania z programu PROW jest spełnienie warunku:

$$W_R \geq W_R^N.$$

Przepustowości przykładowych suszarni porcjowych dwóch producentów (A i B) dla różnych rodzajów suszonego ziarna i jego wilgotności, w zależności od pojemności suszarni przedstawiono w poniższych tabelach.

Tabela 43. Przepustowości suszarni porcjowych (producent A), P_S (t/godz.)

Rodzaj ziarna	Obniżenie wilgotności	Objętość komory suszarniczej (m ³)				
		7	12	17	23	29
Pszemica	z 18% do 14%	2,1	4,0	5,8	7,1	8,3
Rzepak	z 12% do 6%	1,5	2,7	4,0	4,8	5,8
Kukurydza	z 28% do 14%	1,0	1,8	2,5	2,9	3,6
Kukurydza	z 35% do 14%	0,7	1,3	1,9	2,3	2,8

Źródło: Materiały firmowe

Tabela 44. Przepustowości suszarni porcjowych (producent B), P_S (t/godz.)

Rodzaj ziarna	Obniżenie wilgotności	Objętość komory suszarniczej (m ³)			
		5	9,5	11	17,5
Pszemica	z 19% do 15%	2,3	3,3	4,9	6,2
Rzepak	z 13% do 7%	1,7	2,4	3,7	4,8
Kukurydza	z 30% do 15%	0,6	1,0	1,7	2,4

Źródło: Materiały firmowe

Metoda 2 (szacunkowa - obliczenie przeciętnego czasu suszenia ziarna)

- oszacowanie łącznego poziomu produkcji ziarna zbóż i kukurydzy oraz nasion rzepaku niezależnie od struktury zasiewów tych roślin – razem Z (ton/rok),
- przyjęcie przeciętnej dla danego typu suszarni przepustowości W (t/godz.) (wg specyfikacji technicznej, danych podanych przez beneficjenta lub w oparciu o przykładowe dane zawarte w tabelach 43 i 44), niezależnie od wilgotności początkowej i końcowej oraz od rodzaju suszonego ziarna i nasion,
- obliczenie rzeczywistego wykorzystania suszarni:

$$W_R = \frac{Z}{P_S} \text{ (godz./rok),}$$

i porównanie z wykorzystaniem normatywnym W_R^N według tabeli 42.

3. System GPS - rolnictwo precyzyjne

W praktycznym rolniczym zastosowaniu system GPS (satelitarny system geograficznego pozycjonowania) jest obecnie wykorzystywany głównie do precyzyjnego nawożenia mineralnego (w tym na uwrociach pól) i wapnowania oraz do równoległego prowadzenia maszyn podczas prac polowych. Inne obszary zastosowań GPS w rolnictwie mają jak dotychczas ograniczony zasięg, względnie znajdują się na etapie badań. Ponadto system GPS z odpowiednim oprogramowaniem wykorzystuje się powszechnie do tworzenia dokładnych map pól.

Nawożenie precyzyjne GPS

Zasadą nawożenia precyzyjnego jest dostosowanie ilości rozsiewanych nawozów do rozpoznanej lokalnej zmienności glebowej (lub roślinnej) w obrębie pola. Ta zmienność objawia się zróżnicowaniem zawartości gleby np. w fosfor (P) lub potas (K), a także niejednakowym jej odczynem (pH) lub wilgotnością.

System precyzyjnego nawożenia jest zalecany głównie dla bardzo dużych gospodarstw, posiadających pola o wyraźnej zmienności glebowej. Najpierw należy określić kształt i wielkość pola przy użyciu systemu GPS oraz wyznaczyć za pomocą tego systemu miejsca pobrania próbek gleby. Glebę z poszczególnych fragmentów pola należy zbadać na zawartość P, K a także pod kątem odczynu pH.

Na podstawie wyników tych badań sporządzana jest cyfrowa mapa pola z zaznaczoną zmiennością właściwości gleby. Te dane zostają następnie przetworzone do postaci mapy aplikacyjnej z zalecanymi dawkami nawozu lub wapna na poszczególnych fragmentach pola. Na polach bardzo dużych, o mniejszej zmienności warunków glebowych, zwykle pobiera się po jednej próbce z każdego hektara. Na polach mniejszych, a także o większym zróżnicowaniu gleby, można pobierać większą liczbę próbek.

Uważa się, że systemy satelitarnego sterowania maszyn rolniczych mogą być racjonalnie stosowane w gospodarstwach o powierzchni minimum 100 ha. Wynika to z kosztu systemu i oprzyrządowania oraz konieczności stosowania maszyn przystosowanych do zmiennego dozowania nawozów w trakcie pracy maszyny. Jednak sama powierzchnia nie może być wyłącznym kryterium zasadności stosowania systemu GPS. Zwiększenie precyzji pracy maszyn rolniczych daje największe efekty w uprawach intensywnych, w których stosuje się wysokie dawki nawozów mineralnych.

Zwiększenie precyzji pracy podczas nawożenia mineralnego, przez zastosowanie nowoczesnych rozsiewaczy współpracujących z systemem GPS, umożliwia efektywniejsze wykorzystanie nawozu, poprzez dostosowanie jego ilości do zasobności gleby i potrzeb roślin. Oszczędności z tego tytułu szacuje się nawet na 15-25% przy równoczesnym wyrównaniu plonu roślin. Taka technika aplikacji nawozów ogranicza także szkodliwe oddziaływanie jego nadmiaru na środowisko, gdyż rośliny otrzymują tylko tyle nawozu ile są w stanie pobrać z gleby, w związku z czym jego nadmiar nie przedostaje się do wód gruntowych i powierzchniowych.

Progi wykorzystania W_R^N (w ha) systemu GPS do nawożenia precyzyjnego w uprawie wybranych roślin wynoszą:

- **Buraki cukrowe** (P 140 kg/ha, K 200 kg/ha) $\rightarrow (80-102 \text{ ha}) \times 0,75 = \mathbf{60-76 \text{ ha}}$
- **Ziemniaki** (100 kg/ha P i 180 kg/ha K) $\rightarrow (152-167 \text{ ha}) \times 0,75 = \mathbf{114-125 \text{ ha}}$
- **Rzepak** (P 115 kg/ha, K 180 kg/ha) $\rightarrow (128-134 \text{ ha}) \times 0,75 = \mathbf{96-100 \text{ ha}}$
- **Kukurydza na ziarno** (P 120 kg/ha, K 160 kg/ha) $\rightarrow (144-149 \text{ ha}) \times 0,75 = \mathbf{108-112 \text{ ha}}$
- **Warzywa w uprawie polowej** $\rightarrow (80-120 \text{ ha}) \times 0,75 = \mathbf{60-90 \text{ ha}}$

gdzie:

0,75 – współczynnik korekcyjny uwzględniający między innymi korzystne efekty środowiskowe.

Przeciętny, minimalny próg wykorzystania systemu nawożenia precyzyjnego GPS wynosi około **90 ha** (60-125 ha w zależności od rodzaju uprawy, w tym poziomu nawożenia mineralnego).

Prowadzenie równoległe z wykorzystaniem GPS

System oparty na GPS umożliwia równoległe prowadzenie ciągnika z maszyną, względem poprzedniego przejazdu agregatu, w odległości równej wprowadzonej do sterownika szerokości roboczej maszyny. Dokładność prowadzenia wynosi od +/-15-20 cm (dla systemu podstawowego) do +/-5-10 cm, w stosunku do optymalnej linii jazdy, względnie dla bardziej zaawansowanych technicznie i droższych systemów nawet +/- 2-3 cm.

Prostsze rozwiązania jedynie informują traktorzystę o wielkości odchylenia względem optymalnego toru jazdy (wspomaganie prowadzenia), a nowocześniejsze systemy automatycznie utrzymują tor jazdy (sterowanie automatyczne). Te ostatnie rozwiązania muszą współpracować z odpowiednio nowoczesnymi ciągnikami lub kombajnami.

Podstawową zaletą systemu jazdy równoległej jest unikanie nakładania się szerokości roboczych kolejnych przejazdów, względnie pozostawiania „omijków”. Jest to szczególnie istotne podczas pracy maszyn o dużych szerokościach roboczych, poruszających się po polu przy braku ścieżek technologicznych. System ma zwłaszcza zastosowanie podczas rozsiewania nawozów mineralnych (szerokość robocza wynosi nawet 40 m), rozlewania gnojowicy i rozrzucania obornika, a także podczas pracy szerokimi narzędziami uprawowymi, np. agregatami ścierniskowymi. Precyzyjne systemy automatycznego prowadzenia są wykorzystywane dodatkowo podczas siewu zbóż, rzepaku i kukurydzy oraz w warzywnictwie i szkółkarstwie.

Według doniesień literaturowych i materiałów firmowych, oszczędności z tytułu dokładnego prowadzenia agregatu ciągnikowo-maszynowego podczas powyższych zabiegów wynoszą około 5-7% wartości nakładów. Korzyścią jest także bardziej wyrównane plonowanie roślin, zwiększenie prędkości przejazdów, wykorzystanie szerokości roboczej maszyny, a w rezultacie wzrost wydajności pracy. Ponadto, automatyczne sterowanie ruchem pozwala operatorowi ciągnika lub kombajnu na większe skupienie się na kontroli jakości pracy maszyny.

Podstawowa, najprostsza wersja systemu (wspomaganie prowadzenia) może być z powodzeniem stosowana w intensywnych gospodarstwach gwarantujących jego wykorzystanie w ilości 70-90 ha/rok. Jest to już możliwe w jednostkach produkcyjnych posiadających np. 35-45 ha użytków zielonych nawożonych 2-3 krotnie gnojowicą.

Minimalny próg rocznego wykorzystania (W_R^N) systemu prowadzenia równoległego GPS wynosi około: $(70-90 \text{ ha}) \times 0,75 = \mathbf{50-67 \text{ ha}}$.

4. Maszyny i urządzenia do uprawy i zbioru roślin energetycznych

Tabela 45. Minimalna powierzchnia wykorzystania maszyn i narzędzi do uprawy oraz zbioru roślin energetycznych

Maszyny i urządzenia do uprawy, zbioru i obróbki roślin energetycznych	Parametry robocze (liczba rzędów, wydajność)	Moc ciągnika/silnika	Minimalna powierzchnia wykorzystania W_R^N
		kW	ha/rok
Wierzba			
Sadzarki chwytakowe	2-rzęd.	20-25	4
	4-rzęd.	35-45	10
Specjalistyczne sadzarki do wierzby	2-rzęd.	45-60	40
	4-rzęd.	50-90	80
Wykaszarki spalinowe, łańcuchowe piły spalinowe		2-3	1
Kosiarki do wierzby z tarczą tnącą	0,1-0,15 ha/h	25-40	1
Sieczkarnie do kukurydzy ciągnikowe	1-rzęd.	40-50	3
	2-rzęd.	90	5
Przystawki do cięcia wierzby montowane do sieczkarni samobieżnych	0,35-0,60 ha/godz.	250	70
	0,45-0,75 ha/godz.	350	100
Specjalistyczne ciągnikowe maszyny do zbioru wierzby w postaci zrębków lub całych łodyg		90	35
		120	50
Przyczepy objętościowe do zwózki zrębków			5
Miskantus			
Sadzarki półautomatyczne	2-rzęd.	20-25	4
	4-rzęd.	35-45	10
Kosiarki rotacyjne ze spulchniaczem pokosu		45-50	2
Prasy zwijające		40-50	20
Prasy do dużych bel prostopadłościennych		75-90	40
Sieczkarnie do kukurydzy ciągnikowe	1-rzęd.	40-50	5
	2-rzęd.	90	10
Sieczkarnie samobieżne		150	50
		250	90
		300	100
Przyczepy objętościowe			5

Źródło: Szacunki własne

W ocenie powierzchni wykorzystania powyższych maszyn należy także uwzględnić możliwość ich użycia w uprawie typowych roślin polowych.

Maszyny i narzędzia do uprawy i zbioru wierzby energetycznej

Sadzenie najczęściej wykonuje się ręcznie (nawet na bardzo dużych plantacjach) lub mechanicznie, za pomocą sadzarek chwytakowych, względnie specjalnych sadzarek, które tną 2-3 m pędy wierzby na 20 cm odcinki (zrzezy) bezpośrednio przed ich wysadzeniem. Chwytakowe sadzarki do wierzby 2 i 4-rzędowe były do niedawna produkowane w Polsce.

Prace uprawowo-pielęgnacyjne wykonuje się typowym sprzętem do prac polowych. W Polsce brakuje natomiast specjalistycznych maszyn do zbioru wierzby.

Zbiór można przeprowadzać corocznie (wysokość pędów 2-3 m, grubość ok. 2 cm), co 2 lata (5-6 m; 3-4 cm) lub co 3 lata (5-7 m; 5 cm). W ciągu pierwszych dwóch lat zbiór powinien

być wykonywany co roku, aby uzyskać rozkrzewienie się wierzby. Pędy jednoroczne zbiera się także w celu pozyskania materiału rozmnożeniowego do nowych nasadzeń.

- **Do zbioru wierzby jednorocznej**, o średnicy pędów do 2 cm, wykorzystuje się najczęściej narzędzia ręczne lub maszyny ciągnikowe (sieczkarnie i kosiarki).

Narzędzia ręczne - Kosy spalinowe (wykaszarki) wyposażone w tarcze tnące, w tym kosy plecakowe, względnie pilarki spalinowe. Ścięte pędy zbiera się lub wiąże się w wiązki, a później rozdrabnia za pomocą rozdrabniarki (rębarki) do gałęzi.

Maszyny ciągnikowe - Obecnie na rynku pojawiły się proste konstrukcje kosiarek do wierzby z tarczowym zespołem tnącym. Sporadycznie wykorzystuje się także stare modele zmodernizowanych kosiarek listwowych (nożycowych).

W ograniczonym zakresie wierzbę 1-2 roczną można także zbierać sieczkarniami do kukurydzy (ciągnikowe lub samojezdne), które ścinają i rozdrabniają (zrębkują) pędy wierzby oraz wyrzucają zrębki na przyczepę objętościową.

- **Do zbioru wierzby 2–3-letniej** (średnica pędów 6-7 cm) zwykle wykorzystuje się w Polsce proste narzędzia ręczne, coraz częściej ww. kosiarki tarczowe oraz w formie usługowej ciągnikowe ścinarki zrębkujące lub sieczkarnie samobieżne ze specjalistycznymi przystawkami ścinającymi.

Zbiór ręczny – W Polsce dominują nieduże plantacje wierzby, której zbiór wykonywany jest najczęściej przy użyciu wykaszarek lub pilarek spalinowych. Ścięte pędy wierzby (o długości 5-7 m) są układane ręcznie oraz ładowaczami ciągnikowymi w stertach, a po przeschnięciu są zwożone do gospodarstwa lub odbiorcy zewnętrznego. Do załadunku gałęzi wierzby na środki transportowe używane są typowe ładowacze chwytakowe. Do rozdrabniania pędów na zrębki stosuje się rębarki (rozdrabniacze gałęzi ciągnikowe, spalinowe lub elektryczne) o wydajności > 4-5 do 20 m³/h.

Zbiór maszynowy – Najbardziej znaną maszyną do zmechanizowanego zbioru wierzby jest przystawka (heder) HS-2 montowana do sieczkarni samobieżnej firmy Claas. Ta maszyna jest w zasadzie przeznaczona tylko do użytkowania usługowego. Osiąga ona wydajność zbioru od 0,3 do 0,6 (0,75) ha/godz. Według przybliżonych szacunków roczne wykorzystanie tej sieczkarni powinno wynosić co najmniej 200-300 ha. Dostęp do innych stosowanych w Europie specjalistycznych maszyn do zbioru 2–3-letniej wierzby (w postaci zrębków lub całych łądy) jest ograniczony, głównie z uwagi na ich jednostkową (na zamówienie) lub prototypową produkcję, względnie bardzo wysoką cenę.

Maszyny i urządzenia do uprawy i zbioru miskantusa oraz ślazuca pensylwańskiego

Sadzenie rizomów miscantusa przeprowadza się półautomatyczną sadzarką do ziemniaków lub ręcznie, a rozsady ślazuca sadzarką chwytakową tarczową.

Zbiór miskantusa najczęściej przeprowadza się dwuetapowo z wykorzystaniem kosiarki oraz prasy zbierającej. Kosiarka powinna być wyposażona w spulchniacz pokosu (kondycjoner), który łamiąc sztywne łądy trawy ułatwia jej zbiór i prasowanie. Do zbioru miskantusa wykorzystuje się typowe prasy zwijające lub formujące duże bele prostopadłościennych. Do załadunku bel sprasowanego miskantusa na środki transportowe stosuje się ładowacze ciągnikowe lub samojezdne (teleskopowe). Zbiór miskantusa i ślazuca można także wykonać jednoetapowo, z wykorzystaniem ciągnikowej lub samojezdnej sieczkarni do kukurydzy (0,5-0,7 ha/godz.). Wadą tego sposobu zbioru jest duża objętość rozdrobnionej na sieczkę masy roślinnej, a w związku z tym konieczność zastosowania wielu przyczep objętościowych do transportu zebranego materiału z pola do gospodarstwa (kotłowni).

5. Maszyny stosowane w warzywnictwie

Tabela 46. Wskaźniki wykorzystania maszyn stosowanych w warzywnictwie, cz. I

Rodzaj maszyny	Parametry robocze	Minimalne wykorzystanie w roku	Uwagi	Okres eksploatacji	Wydajność eksploatacyjna
		W_R^N ha/rok		T lata	W_{07} ha/godz.
Siewnik pneumatyczny	2-sekc.	3-7,5 7,5-10	a) jeden lub dwa główne gatunki wysiewu b) więcej gatunków do wysiewu w różnych terminach	15	0,50
Siewnik pneumatyczny	4-sekc.	6-13 13-20	a) jw. b) jw.	15	1,00
Siewnik mechaniczny	2-sekc.	3-5 5-7	a) jw. b) jw.	15	0,33
Siewnik mechaniczny	4-sekc.	7-10 10-14	a) jw. b) jw.	15	0,66
Sadzarka karuzelowa do rozsady; rozsada z tac wielokomórkowych (multiplatów)	2-rzęd.	3-5 5-7	a) uprawy gęsto nasadzone b) uprawy rosnące w dużych rozstawach	15	0,30-0,60
Sadzarka karuzelowa do rozsady (multiplaty)	4-rzęd.	7-10 10-14	a) jw. b) jw.	15	0,55-1,10
Sadzarka chwytakowa/tarczowa; korzenie sadzonek bez ziemi (rozsada rwana)	2-sekc.	2,5-3,5 3,5-5	a) jw. b) jw.	15	0,17-0,30
Sadzarka chwytakowa/tarczowa; rozsada rwana	4-sekc.	5-8 8-11	a) jw. b) jw.	15	0,30-0,60
Sadzarka chwytakowa/tarczowa; rozsada rwana	6-sekc.	12-16	-	15	0,45-0,90
Agregat do formowania redlin i zagonów	2-rzęd.	5-10	wykorzystanie zależne od stanu gleby	20	0,33
	4-rzęd.	10-20		20	0,80
Kombajn do zbioru marchwi	1-rzęd.	4-8 8-12	zbiór na świeży rynek, mniejsze ilości jednorazowo; dużo dni pracy zbiór na dłuższe przechowywanie	20	0,10 (1,5 ha/dzień)
Niszcarka naci	2-rzęd.	4-8		20	0,50
Ogławiarka marchwi	2-rzęd.	4-8		20	0,40
Niszcarko-ogławiarka naci	2-rzęd.	4-8		20	0,35-0,45
	3-rzęd.	10-15		20	0,50-0,60
Kombajn do zbioru kapusty	1-rzęd.	5		20	0,08-0,10
	2-rzęd.	25		20	0,15-0,20
Sortownik do marchwi	0,75 kW 1,1 kW 1,5 kW	3-4 10-15 15		20	2,5 t/h 5,0 t/h 7,5 t/h
Myjka szczotkowa do warzyw	0,5 kW 1,5 kW	50 t 100 t		15	
Wywrotnica skrzyniopalet	1,5-2,5 kW	100 t		15	

Tabela 46. Wskaźniki wykorzystania maszyn stosowanych w warzywnictwie, cz. II

Rodzaj maszyny	Parametry robocze	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Potencjał eksploatacyjny T_H	Wsp. korekcyjny k	Okres eksploatacji T	Wydajność eksploatacyjna
		ha/rok	ha	-	lata	ha/godz.
Platforma jezdna do zbioru kalafiorów z przenośnikiem	12-rzęd.	18	600	0,6	20	
Kombajn do zb. kalafiorów	1-rzęd.	18	600	0,6	20	
Kombajn do zbioru fasoli	1-rzęd., zb. 0,6 t	12	500	0,6	25	0,07-0,09
Kombajn do zbioru fasoli	2-rzęd., zb. 1,2 t	24	1000	0,6	25	0,17-0,19
Kombajn do zbioru kapusty ze zbiornikiem lub przenośni	1-rzęd.	14	600	0,6	25	
Maszyna do cięcia i układania kapusty w wałach		14	600	0,6	25	
Kopaczka marchwi ze zbiornikiem	1-rzęd.	7	300	0,6	25	
Pakowaczka do marchwi	1, 2,5 i 5 kg	6-7 (320 t)	5000 h	0,8	15	1,2 t/h
Wyorywacz porów		2	200		25	
Maszyna do obrywania brukselki	1-rzęd.	12	400	0,6	20	
Kosiarko-ładowacz do warzyw liściastych z przenośnikiem rozładunkowym		24	600	0,8	20	
Maszyna do układania folii pod sadzonki		2-3	500	0,5	20	
Maszyna do układania folii i sadzenia	2-rzęd.	30	1200	0,5	20	
Maszyna do układania folii i sadzenia	4-rzęd.	60	2400	0,5	20	

Tabela 47. Wskaźniki wykorzystania maszyn stosowanych w produkcji cebuli

Maszyny do cebuli	Parametry robocze	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N	Wydajność eksploatacyjna W_{07}
		ha/rok	ha/godz.
Sadzarka dymki automatyczna (+ 1 osoba)	5, 6, 7 rzęd.	2-3	0,28-0,35 *
Obcinacz szczypioru ciągnikowy	1,5-1,8 m	2	0,5
Kopaczka cebuli ciągnikowa	1,2 m	2	0,5
	1,5 m	3	0,7
	1,8 m	5	0,9
Zbieracz cebuli z przenośnik. ładującym	0,85 m	5	0,3
Stół selekcyjny z obcinarką szczypioru, stacjonarny	8-wałkowy	1-2	3,5 (4,5) t/h
	12-wałkowy	4	4 (5,2) t/h

* w zależności od średnicy dymki

Uzasadnieniem zakupu stołu selekcyjnego z obcinarką szczypioru jest duża pracochłonność tego zabiegu, zwłaszcza przy bardzo wysokich plonach cebuli, wynoszących na nawadnianych plantacjach nawet 60 t/ha.

Do zbioru cebuli można także wykorzystać kopaczki i kombajny do ziemniaków po odpowiedniej modyfikacji zespołu kopiącego. Tego typu rozwiązania są oferowane przez producentów sprzętu do zbioru ziemniaków. Niemniej na większych plantacjach cebuli (już od 2-3 ha) zaleca się stosowanie maszyn specjalistycznych.

6. Maszyny i urządzenia stosowane w sadownictwie

6.1. Maszyny do zbioru i obróbki owoców

Tabela 48. Wskaźniki wykorzystania maszyn do zbioru i obróbki owoców

Rodzaj, typ maszyny	Minimalne wykorzystanie w roku W_R^N		Okres eksploatacji T	Wydajność eksploatacyjna W_{07}
	ha/rok	uwagi	lata	ha/dzień
Kombajn zaczepiany do: - porzeczek i aronii - do agrestu	8-10	a) terminy dojrzewania odmian zbliżone	15	1-1,5
	10-12	b) terminy dojrzewania odmian dalekie		0,8-1,2
	6,5-9,5			
Kombajn samobieżny do: - porzeczek i aronii - do agrestu	30-40	a) jw.	15	2,5-4
	40-50	b) jw.		2-3
	25-40			
Kombajn do wiśni zaczepiany	6,5-11	a) jw.	15	1,0
	11-16	b) jw.		
Kombajn do wiśni samobieżny	25-32	a) jw.	15	0,25-0,45 ha/godz.
	32-40	b) jw.		
Kombajn do malin	4-8	wielkość plantacji w ha w zależności od uprawianych gatunków **	15	0,2-0,3 km/godz.
Kosiarka sadownicza, szerokość rob.	1,6 m	5-15	15	0,8 ha/godz. 1 ha/godz.
	2,0 m	7-20		
Otrząsarka linowa	1	do owoców dużych	25	
Otrząsarka hydrauliczna	2	do wiśni, śliwek	25	
	t/rok			
Sortownik jabłek o wydajności (t/godz.)	1-1,5	100 t	20	1-1,5 t/godz.
	1,5-2	500 t		1,5-2 t/godz.
	od 2	1000 t		2 t/godz.
Wywrotnica skrzyniopalet		100 t	20	
Zbieracz opadłych jabłek, 6 kW		100 -200 t	20	2-5 t/godz.

** Zbiór wielokrotny, nawet do kilkunastu razy w czasie jednego sezonu.

6.2. Zasady doboru opryskiwaczy sadowniczych

W sadownictwie stosuje się opryskiwacze zawieszane o pojemności zbiornika 300-400 l oraz opryskiwacze zaczepiane o pojemności 1000, 1500 i 2000 l. Obecnie w użyciu dominują opryskiwacze 1000 l. Opryskiwacze zwieszane (300-400 l) są przeznaczone do niewielkich sadów o powierzchni do 2-3 ha. Większe, pojemne opryskiwacze (1000 l) zaleca się stosować w gospodarstwach posiadających co najmniej 4 ha sadu, a opryskiwacze 1500 i 2000 l od około 10 ha jednego gatunku (tab. 49).

Tabela 49. Wydajność eksploatacyjna opryskiwaczy sadowniczych i zalecana minimalna powierzchnia sadu

Pojemność opryskiwacza	Zalecana powierzchnia sadu*	Dawka oprysku 500 l/ha		Dawka oprysku 1000 l/ha	
		Wydajność eksploatacyjna W_{07}	Powierzchnia oprysku w czasie 8 godzin	Wydajność eksploatacyjna W_{07}	Powierzchnia oprysku w czasie 8 godzin
dm ³	ha	ha/godz.	ha	ha/godz.	ha
300-400	do 3	0,85	6,8	0,55	4,4
1000	od 3	1,35	10,8	0,95	7,6
1500	od 8	1,45	11,6	1,05	8,4
2000	od 10	1,50	12,0	1,15	9,2

* Powierzchnia gatunku drzew wymagających oprysku w ciągu jednego dnia

Źródło: Obliczenia własne

Wydajność eksploatacyjna zabiegu opryskiwania = ilość pracy (w ha) wykonana w czasie eksploatacyjnym (np. 8 godzin w ciągu dnia), na który składają się czasy: efektywnego oprysku sadu, nawrotów, przejazdów pomiędzy gospodarstwem a sadem, napełniania zbiornika i przygotowania środka chemicznego, regulacji maszyny itp.

Terminowość i czas oprysku

Sadownik musi mieć możliwość opryskania jednego gatunku drzew w ciągu dnia (ok. 8-9 godzin pracy, do południa i wieczorem), co wynika z agrotechniki zapobiegania określonych chorób (np. parch jabłoni, gruszy). Ta liczba godzin pracy opryskiwacza może jeszcze ulec ograniczeniu z uwagi np. na pojawienia się wiatru, który utrudnia przeprowadzenie skutecznego zabiegu. W dużym, specjalistycznym gospodarstwie sadowniczym wielkość i liczbę opryskiwaczy dobiera się pod kątem gatunku zajmującego największą powierzchnię. Te gospodarstwa dysponują często zapasowym zestawem do oprysku na wypadek awarii posiadanego sprzętu.

Liczba opryskiwaczy niezbędnych do terminowego oprysku sadu zależy od jego powierzchni i struktury gatunkowej oraz stosowanych dawek oprysku. W uproszczeniu tę liczbę opryskiwaczy można wyznaczyć ze wzoru:

$$L_0 = \frac{A_s}{t_0 \cdot W_{07}},$$

gdzie:

L_0 – liczba opryskiwaczy o określonej pojemności (wydajności),

A_s – powierzchnia jednorodnego gatunku drzew, krzewów, ha,

W_{07} – wydajność eksploatacyjna opryskiwacza, ha/godz.,

t_0 – czas oprysku w ciągu dnia (do 8-9 godzin), godz.

PRZYKŁAD nr 8:

Powierzchnia sadu jabłoniowego 20 ha, opryskiwacz 1000 l, dawka 500 l/ha, wydajność eksploatacyjna oprysku 1,35 ha/godz., czas zabiegu do 8 godzin. Niezbędna liczba opryskiwaczy wynosi:

$$L_O = \frac{20}{8 \cdot 1,35} = 1,85 \Rightarrow \mathbf{2 \text{ opryskiwacze.}}$$

W dużych sadach (kilkadziesiąt hektarów) wyznaczona niezbędna liczba opryskiwaczy powinna być zwiększona o 1, w celu zapewnienia przeprowadzenia terminowego zabiegu w przypadku awarii jednej z maszyn. Przy doborze opryskiwacza należy także mieć na uwadze możliwości rozwojowe gospodarstwa.

Na wydajność eksploatacyjną opryskiwacza wpływa szereg czynników, wśród których do najważniejszych zalicza się:

- stosowana dawka oprysku, l/ha,
- pojemność zbiornika opryskiwacza, l,
- wydatek pompy, l/min,
- odległość sadu od źródła wody, km,
- moc współpracującego ciągnika, kW.

Powierzchnia sadu, jaką w ciągu dnia można opryskać przy użyciu jednego opryskiwacza, jest tym mniejsza, im wyższa jest dawka oprysku oraz mniejsza pojemność zbiornika maszyny. Wzrost odległości pomiędzy sadem a miejscem napełniania zbiornika wodą wydłuża czas przejazdów transportowych, a w konsekwencji zmniejsza dzienną (eksploatacyjną) wydajność oprysku, co zwłaszcza w bardzo dużych sadach wymaga zastosowania większej liczby lub bardziej wydajnych opryskiwaczy.

Czas oprysku zależy też od mocy współpracującego ciągnika, gdyż dużo mocy wymaga napęd przystawki wentylatorowej. Użycie zbyt słabego ciągnika ogranicza wydajność opryskiwania.

Dawka oprysku

Dawniej stosowano duże dawki cieczy, nawet 1500 i 2000 l/ha, co jednak wiązało się z koniecznością częstego napełniania zbiornika i ograniczało wydajność powierzchniową oprysku (ha/godz.). Obecnie zaleca się dawki kilkusetlitrowe (250-750 i sporadycznie 1000 l/ha). Stosowane dawki, a w konsekwencjiienne wydajności oprysku zależą między innymi od gatunku i wielkości drzew.

Wysokie i rozgałęzione drzewa wymagają wyższych dawek, niż pozostałe gatunki. W jabłoniach 4-letnich i starszych zwykle stosuje się dawkę 500 l/ha. W młodszych jabłoniach 1-3-letnich, o mniejszym rozkrzewieniu potrzeba mniejszych dawek.

Do gatunków wymagających dużych dawek oprysku należą między innymi: jabłonie, grusze, czereśnie lub np. gęsta leszczyna, stąd opryskiwanie tych drzew zajmuje więcej czasu i wymaga zastosowania wydajnych opryskiwaczy o pojemności 1000-2000 l.

Mniejsze dawki cieczy roboczej stosuje się do oprysku niskich drzew, o słabo rozwiniętej koronie, do których zaliczamy między innymi skarłate odmiany jabłoni o wysokości do 2,5 m oraz wiśnie.

Pojemność opryskiwacza

W sadach nie można zastosować dużego ciągnika, który mógłby współpracować z pojemnym i wydajnym opryskiwaczem, tak jak to ma miejsce w uprawach polowych. Pojemność i

wydajność eksploatacyjną opryskiwacza ogranicza moc i gabaryty współpracującego ciągnika oraz możliwość poruszania się agregatu w wąskich międzyrzędziach. Obecnie sadownicy stosują przede wszystkim ciągniki o mocy do 60-65 kW. Do wąskich sadów zaleca się ciągniki o mocy do 45 kW i z konieczności nieco mniejsze, mniej wydajne opryskiwacze.

W małych sadach 2-3 ha powinno się stosować opryskiwacze zawieszane, o pojemności 300-400 l. Przemawia za tym zarówno rachunek ekonomiczny użytkowania tych maszyn, jak również fakt, że mają one wystarczającą pojemność i wydajność do terminowego oprysku drzew. Ale te opryskiwacze są mało popularne wśród rolników, z uwagi na uciążliwość zawieszania maszyny na ciągniku i konieczność zaangażowania do tej czynności 2 osób. Z informacji uzyskanych od producentów i dealerów opryskiwaczy oraz od sadowników wynika, że obecnie ten typ sprzętu wychodzi praktycznie z użycia, a ogół sadowników wybiera opryskiwacze zaczepiane.

Wykorzystanie opryskiwaczy sadowniczych

Towarowa produkcja sadownicza wymaga dużej liczby zabiegów chemicznej ochrony drzew. W jabłoniach znaczną część zabiegów wykonuje się prewencyjnie: na parcha 12-15 oprysków i dodatkowo na szkodniki, razem do 20 i więcej zabiegów. W pozostałych gatunkach wykonuje się od 5-6 do ok. 10 zabiegów chemicznej ochrony drzew i krzewów (tab. 50).

W rezultacie w 20-hektarowym sadzie jabłoniowym roczne nakłady pracy opryskiwaczy 1000 l mogą wynosić od 300 do 500 godzin pracy czasu eksploatacyjnego, w zależności od dawki oprysku, a nawet więcej przy znacznym rozproszeniu i odległości sadu od siedliska gospodarstwa. Do terminowego oprysku 20 ha sadu zaleca się zastosowanie 2 opryskiwaczy.

Tabela 50. Przeciętna liczba oprysków i nakładów pracy ciągników w uprawach sadowniczych

Gatunek	Plon (t/ha)	Liczba oprysków	Nakłady pracy ciągników
	t/ha	-	godzin
Jabłka	30-35	20	41-58
Grusza	15-20	10	35-46
Śliwa	15-20	8	26-33
Wiśnia	10-20	10	70-72
Czereśnia	10-25	10	100
Brzoskwinia	10-20	10	36
Malina	6-10	10	42
Agrest	5-9	6	51
Porzeczka	6-15	5-7	28-38
Borówka	4-10	5	38
Truskawka	do 10	10	40
Leszczyna	1-4	5	10

Źródło: Opracowania własne na podstawie [STACHURA 2006; SKÓRNICKI i in. 2010]

6.3. Platformy sadownicze

Platformy sadownicze to maszyny wykorzystywane w sadach do:

- zbioru owoców,
- zimowego i letniego cięcia gałęzi (formowanie i prześwietlanie koron),
- przeredzania zawiązków owocowych,
- montażu sieci przeciwwgradowych i przeciwdeszczowych,
- rozwijania drutów, podwiązywania drzewek, ustawiania podpór itp.

Zastosowanie platformy podczas zbioru owoców oraz do pracach pielęgnacyjnych w sadach zwiększa wydajność pracy oraz redukuje czas potrzebny na wykonanie poszczególnych zabiegów technologicznych. Użycie platform eliminuje przestoje spowodowane koniecznością przestawiania drabinek lub sanek sadowniczych, odciąża zbieraczy od dźwigania wypełnionych owocami pojemników, a w efekcie ułatwia pracę i zwiększa jej wydajność. Umieszczeni na platformie pracownicy mają ułatwiony dostęp do owoców, co także skutkuje większą wydajnością zbioru. Według różnych źródeł danych zastosowanie platform zwiększa wydajność zbioru owoców nawet o 30÷60%, co znacznie obniża koszty pracy. Dodatkowym efektem jest ograniczenie uszkodzeń przy przesyrywaniu jabłek.

Tańsze platformy to urządzenia zaczepiane do ciągnika (jedno- lub dwuosiowe). Droższe są maszynami samojezdnymi, z możliwością ich transportu do i z sadu za pomocą ciągnika. Ich wspólną cechą jest unoszona na wysokości do ok. 2,6 m platforma. Może ona zwykle pomieścić od 1 do 4 skrzyniopalet oraz kilku pracowników (4÷6 osób). Platforma jest wyposażona w wysuwane podesty boczne celem dostosowania do rozstawy rzędów drzew i ułatwienia dostępu pracowników do koron drzew i owoców.

Producenci krajowi i zagraniczni oferują szeroką gamę platform o zróżnicowanych parametrach technicznych i właściwościach funkcjonalnych. Podstawowe parametry charakteryzujące platformy to: rodzaj napędu (ciągnikowe, samojezdne), masa i wymiary (długość, szerokość, wysokość podnoszenia), udźwig, zastosowany układ jezdny (1 lub 2 osie). Maszyny samojezdne wyposażone są w napęd na przednią lub tylną oś bądź na obie osie, często z możliwością skrętu obu osi.

W standardzie lub jako opcja mogą być montowane windy przednie i tylne do podnoszenia i opuszczania skrzyniopalet, suwnice rolkowe do swobodnego przesuwania skrzyniopalet po powierzchni platformy, kompresor z przewodami na sprężone powietrze, co pozwala na podłączenie sekatorów i pił pneumatycznych podczas cięcia zimowego i letniego. Niektóre platformy posiadają funkcję poziomowania wzdłużnego i bocznego, w celu umożliwienia ich pracy w sadach położonych na terenie pochyłym. Wymienione i inne cechy poszczególnych modeli platform wpływają na możliwości ich zastosowań oraz osiągi eksploatacyjne, w tym na wydajność zbioru owoców oraz innych prac w sadzie.

W tabeli 51 zamieszczono wskaźniki (minimalne powierzchnie sadów jabłoniowych) doboru platform sadowniczych w zależności od kosztu netto zakupu nowej maszyny. Przy ustalaniu wartości tych wskaźników przyjęto upraszczające założenie, że cena zakupu poszczególnych modeli platform sadowniczych jest dodatnio skorelowana z ich rozwiązaniami konstrukcyjno-funkcjonalnymi, wyposażeniem i właściwościami eksploatacyjnymi, które to czynniki oddziałują na potencjalny wzrost wydajność zaangażowanych pracowników. Założono, że wynikająca z tego wzrostu wydajności oszczędność nakładów pracy mieści się w przedziale od 20% do 40% zależnie od ceny (parametrów i właściwości eksploatacyjnych) platformy. Przy szacowaniu wartości (w zł) powyższych oszczędności przyjęto typowy poziom wynagrodzeń zatrudnianych w sadach pracowników oraz przeciętne nakłady siły roboczej na

1 ha sadu jabłoniowego/gruszonego w okresie owocowania przy następujących rodzajach prac: cięcie zimowe i letnie, przerzedzanie zawiązków, zbiór owoców¹³.

Tabela 51. Wskaźniki doboru platform sadowniczych w zależności od kosztu zakupu (ceny netto) nowej maszyny

Cena netto platformy, zł	Minimalna powierzchnia sadu, ha		Cena netto platformy, zł	Minimalna powierzchnia sadu, ha	
	Jabłonie	Grusze		Jabłonie	Grusze
15 000	2,0	2,6	70 000	6,0	7,8
20 000	2,6	3,4	80 000	6,6	8,6
25 000	3,0	3,8	90 000	7,2	9,4
30 000	3,3	4,3	100 000	7,7	10,1
35 000	3,7	4,7	110 000	8,3	10,7
40 000	4,1	5,3	120 000	8,8	11,4
45 000	4,4	5,7	130 000	9,4	12,2
50 000	4,7	6,1	140 000	10,0	13,0
55 000	5,0	6,6	150 000	10,4	13,5
60 000	5,4	7,0	160 000	11,1	14,4

Kryterium oceny: Minimalna powierzchnia sadu jabłoniowego/gruszonego, ha.

Tolerancja oceny: Do 10% zależnie od specyficznych uwarunkowań produkcji sadowniczej i potencjału rozwojowego gospodarstwa.

¹³ Szacunki własne na podstawie: PRUSZEK P. 2006. Poradnik PROW. Przepisy ochrony środowiska, normatywy i wskaźniki funkcjonujące w produkcji rolniczej. Red. Pruszek P. Wydanie I. CDR Brwinów.

7. Maszyny i urządzenia stosowane w produkcji zwierzęcej

7.1. Ocena racjonalności doboru urządzeń udojowych

Przy doborze urządzeń do doju i przechowywania mleka należy uwzględnić przede wszystkim: system utrzymania, wielkość stada, wydajność mleczna krów, częstotliwość i system odbioru mleka. Rozróżniamy dwa główne systemy utrzymania krów mlecznych: stanowiskowy (uwięziowy) i wolnostanowiskowy.

W systemie stanowiskowym każda krowa ma wydzielone stanowisko, na którym pobiera paszę, pije wodę a także wypoczywa. Dój krów odbywa się również na stanowisku.

W systemie wolnostanowiskowym krowy pobierają paszę przebywając na korytarzu, zwanym obszarem paszowym, a wypoczywają albo w wydzielonych boksach, służących wyłącznie do wypoczynku albo w kojcach grupowych wypełnionych ściółką. Dój krów odbywa się w wydzielonych pomieszczeniach, wyposażonych w urządzenia do doju, zwanych dojarnia.

Do doju krów w oborze uwięziowej stosuje się dojarki bankowe lub dojarki rurociągowie (przewodowe). W dojarkach bańkowych udojone mleko gromadzone jest w bańce, a następnie z bańki jest przelewane do schładzarki. W dojarkach rurociągowych udojone mleko transportowane jest do schładzarki rurociągami.

Zaletą dojarek bańkowych jest ich niski koszt zakupu, montażu i eksploatacji. Ich wadą jest konieczność transportu ciężkich baniek do schładzarki. Z powyższych względów są one zalecane tylko dla gospodarstw o liczbie krów mlecznych – nie większej niż 30 sztuk. Tego rodzaju dojarki stosowane są w stadach krów o średniej rocznej wydajności do 5000 litrów mleka/krowę.

Dojarki rurociągowie umożliwiają znaczne ograniczanie robocizny podczas pozyskiwania mleka. Ich instalacja wymaga niewielkich przeróbek w oborze. Wadą tych urządzeń jest to, że pracując przy najwyższym dopuszczalnym podciśnieniu (w porównaniu do innych rodzajów dojarek) wywołują największe jego wahania pod strzykami. Jest to jedna z przyczyn *mastitis*. Tego typu dojarki są powszechnie stosowane w oborach o obsadzie od 10 do 100 krów.

Dój krów w oborze wolnostanowiskowej odbywa się w dojarniach (halach udojowych). Dojarnie różnią się ilością i usytuowaniem stanowisk udojowych. Ze względu na usytuowanie stanowisk udojowych rozróżniamy następujące podstawowe typy dojarni: rybia ość, tandem, równoległa oraz karuzelowa. Zwięźłą charakterystykę różnych typów dojarni przedstawiono w tabeli 52.

Najbardziej zaawansowanym technologicznie systemem pozyskiwania mleka są roboty udojowe [BONSELS, SCHMITZ 2013; HARMS, WENDL 2009; KAUFMAN 2001]. Podstawową ich zaletą jest automatyzacja doju, która praktycznie uwalnia rolników od codziennego obowiązku dwukrotnego doju krów. W tej uciążliwej pracy wyręcza ich ramię robota. Obecnie na rynku oferowane są roboty 1, 2 i wielostanowiskowe (od 3 do 5). W każdym z tych rozwiązań stosuje się tylko jedno ramię robota, a zasadnicze różnice polegają na wzajemnym usytuowaniu stanowisk. Stosowanie robotów udojowych, wraz z systemem automatyzacji żywienia i komputerową kontrolą całego stada umożliwia uzyskanie wzrostu wydajności mlecznej krów, między innymi dzięki zwiększeniu częstotliwości doju (średnio 2,4-2,8 dojów/dzień).

Według prof. ST. WINNICKIEGO [2013] robot udojowy można stosować w stadzie o wysokim potencjale produkcyjnym. Stado musi być żywione intensywnie. Tylko wtedy mogą być zrealizowane teoretyczne możliwości wzrostu wydajności mlecznej, w wyniku zwiększenia częstotliwości doju. Przyjmuje się, że ekonomicznym uzasadnieniem użytkowania robota jest roczny dój minimum 500 tys. litrów mleka na każdym stanowisku. W przypadku krów

wysokomlecznych (powyżej 8000 l/rok) daje to liczbę od 60 do 70 krów na stanowisko, a przy większych wydajnościach nawet nieco mniej, np. 55 krów. W badanych przez ITP w latach 2009-2012 gospodarstwach mlecznych każdym z robotów zdajano w ciągu roku aż 560-700 litrów mleka.

Tabela 52. Charakterystyka różnych typów dojarni

Typ dojarni → Opis ↓	Rybia ość	Równoległa	Tandem	Karuzelowa – dojarz wewnątrz	Karuzelowa – dojarz zewnątrz
Możliwość obserwacji krów na stanowiskach udojowych	średnia	mała	duża	średnia lub duża	mała
Zakładanie aparatu udojowego	z boku	między zadnimi nogami	z boku	z boku	między zadnimi nogami
Odległość jaką pokonuje dojarz przy zakładaniu aparatu udojowego	średnia	mała	duża	dojarz stoi w miejscu a platforma z krowami się przesuwa	dojarz stoi w miejscu a platforma z krowami się przesuwa
Wchodzenie krów na stanowisko udojowe	grupowe	grupowe	pojedyncze	pojedyncze	pojedyncze
Wychodzenie krów ze stanowisk udojowych	grupowe lub grupowe jednocześnie	grupowe lub grupowe jednocześnie	pojedyncze	pojedyncze	pojedyncze
Czas przebywania grupy krów na stanowiskach udojowych zależy od krowy najdłuższej dojonej	tak	tak	nie	nie	nie
Możliwość obserwacji krów wchodzących na stanowiska udojowe i wychodzących z nich	tak	tak	tak	nie	tak
Koszt zakupu, montażu i eksploatacji jednego stanowiska udojowego	mały	mały	średni	duży	duży

Każdy z typów dojarni może się różnić między sobą m. in. liczbą stanowisk udojowych oraz wyposażeniem. Poniżej przedstawiono dobór urządzeń udojowych w zależności od wielkości stada dla stanowiskowego (uwięziowego) i wolnostanowiskowego systemu utrzymania krów.

Tabela 53. Dobór urządzeń udojowych w zależności od wielkości stada w systemie stanowiskowym

Rodzaj dojarki	Liczba krów			
	1÷9	10÷29	30÷69	70÷100
Dojarka bańkowa	1÷2 bańkowa	2÷4 bańkowa	nie zalecana	
Dojarka rurociągową	nie zalecana	2÷3 aparaty udojowe	3÷6 aparatów udojowych	6÷8 aparatów udojowych

Tabela 54. Dobór dojarni w zależności od wielkości stada w systemie wolnostanowiskowym

Rodzaj dojarni	Liczba krów										
	20 – 39	40 – 59	60 – 79	80 – 99	100 – 119	120 – 139	140 – 159	160 – 179	180 – 199	200 – 249	250 – 300
	Liczba stanowisk udojowych*										
Rybia ość tradycyjna	2×3	2×4; 1×4÷5	2×6	2×8	2×10	2×12**	nie zalecana				
Rybia ość z wyjściem jednoczesnym	nie zalecana	2×4	2×5	2×6	2×8	2×10	2×12	2×16**	2×20**	2×24**	nie zalecana
Równoległa	nie zalecana	1×8	1×10	2×6	2×8	2×10	2×12	2×16**	2×20**	2×24**	2×30***
Tandem	2×3	2×4	2×5	2×5	nie zalecana						
Karuzelowa, dojarz wewnątrz	nie zalecana					16	18	20	24**	32**	40**
Karuzelowa, dojarz zewnątrz	nie zalecana								24**	32**	40**
<p>Dobierając dojarki i dojarnie zgodnie z wytycznymi zawartymi w tabelach powodujemy, że czas doju wszystkich krów w stadzie nie będzie dłuższy niż półtorej godziny. Jest to o tyle ważne, że czas przebywania krów w poczekalni w oczekiwaniu na dój nie powinien być dłuższy niż jedną godzinę. Tam gdzie stado można podzielić na grupy i organizacja pracy na to pozwala można dobrać mniejsza dojarnie.</p>											
<p>* Liczby w komórkach oznaczają liczbę stanowisk udojowych np.: dojarnia tandem 2×4 to dojarnia z 8 stanowiskami udojowymi usytuowanymi po 4 stanowiska z dwóch stron kanału dojarza a dojarnia równoległa 1×8 to dojarnia z 8 stanowiskami udojowymi usytuowanymi tylko po jednej stronie kanału dojarza. ** Dojarnię obsługują 2 osoby. *** Dojarnię obsługują 3 osoby.</p>											

Tabela 55. Dobór robotów udojowych

Roboty stanowiskowe		Automatyczna dojarka karuzelowa
Rodzaj	Liczba krów	Dojarka karuzelowa z 24 stanowiskami obsługiwanymi przez 1 robot udojowy z 3 lub 5 manipulatorami. Jest to nowe urządzenie zainstalowane w gospodarstwie produkcyjnym w Niemczech w 2013 r. Według wstępnych szacunków minimalna liczba dojonych krów powinna wynosi 700÷900 szt.
1–stanowiskowy	(55) 60÷80	
2–stanowiskowy	110÷150	
3÷5–stanowiskowy	200÷350	

7.2. Ocena racjonalności doboru schładzarek mleka

Dobierając schładzarkę należy uwzględnić częstotliwość odbioru mleka z gospodarstwa. Aktualnie najpowszechniejszy jest odbiór co drugi dzień a więc przy dwukrotnym doju w ciągu doby schładzarka powinna pomieścić mleko z czterech dojów. Schładzarek o takiej samej pojemności, ale przeznaczonych do chłodzenia mleka z większej liczby dojów, np. czterech, nie można stosować do chłodzenia mleka z mniejszej liczby dojów, np. dwóch, gdyż wyposażone są w agregat chłodniczy o mniejszej wydajności, niezapewniający schłodzenia mleka w wymaganym czasie.

Pojemność schładzarki dobieramy odpowiednio do maksymalnego jedno- lub dwudobowego udoju w ciągu roku, dodając ok. 10% rezerwy. Tak postępujemy w przypadku posiadania pełnej obsady i ustabilizowanej wydajności krów. Najczęściej jednak zakupu schładzarki dokonujemy nie mając pełnej obsady, a ponadto zamierzamy podnieść średnią wydajność mleczną krów. Jeżeli planujemy, że nastąpi to nie później niż w ciągu roku, wówczas możemy posłużyć się następującym wzorem

$$V_s = 1,1 \cdot \frac{n \cdot q}{365} \cdot D \cdot W_s ,$$

gdzie:

- V_s** – nominalna pojemność schładzarki, l,
- n** – liczba krów przy pełnej obsadzie, szt.
- q** – średnia roczna wydajność krowy w stadzie, l/szt.,
- D** – liczba dni przechowywania mleka, dni,
- W_s** – wskaźnik sezonowości udojów (dla stad powyżej 50 krów można przyjąć 1,2 a dla mniejszych stad 1,4).

Tabela 56. Dobór pojemności schładzarki mleka w zależności od mleczności i wielkości stada krów oraz liczby dni przechowywania mleka

Średnia mleczność krów, l/rok	Liczba dni przechowywania mleka	Obsada krów mlecznych					
		20	40	60	80	100	120
		Pojemność schładzarki (l)					
8000	2	1350	2510	3470	4630	5790	6950
	1	680	1250	1740	2320	2900	3470
7000	2	1180	2200	3040	4050	5060	6080
	1	590	1100	1520	2030	2530	3040
6000	2	1020	1880	2600	3470	4340	5210
	1	510	940	1300	1740	2170	2600
5000	2	850	1570	2170	2900	3620	4340
	1	420	790	1090	1450	1810	2170

7.3. Maszyny i urządzenia do przygotowania i zadawania pasz

Tabela 57. Wskaźniki minimalnej obsady zwierząt dla maszyn i urządzeń do przygotowania i zadawania pasz

Rodzaj maszyny, urządzenia	Pojemność	Minimalna wielkość stada krów przy zadaniu paszy w ciągu dnia:		Okres eksploatacji T lata
	m ³	2 krotnym	3 krotnym	
Wycinak kiszonki nożowy	1,5	20	55	15
	2,0	50	70	15
	2,5	60	90	12
	3,0	70	110	10
	4,0	100	150	10
Wybierak kiszonki szczękowy	2,0	20	65	15
	2,5	50	80	15
	3,0	65	95	12
	4,0	85	125	10
	5,0	105	160	10
Wybierak kiszonki ze skrzynią ładunkową i podajnikiem do zadawania paszy	1,2	28	42	15
	1,6	38	57	15
	2,3	55	81	15
	3,0	72	108	15
Wóz do załadunku i rozdrabniania bel oraz zadawania paszy	2,0	32	48	15
	4,0	64	96	15
	6,0	100	150	15
Wóz do rozdrabniania bel i zadawania siana lub słomy	3,0	50	75	15
	5,5	80	120	15

Tabela 58. Wskaźniki minimalnej obsady zwierząt dla maszyn i urządzeń do przygotowania i zadawania pasz

Rodzaj maszyny, urządzenia	Moc	Minimalna obsada zwierząt	Wykorzystanie roczne W_R^N	Okres eksploat. T	Potencjał eksploat. 0,7×T_H
	kW	SD	godz./rok	lata	godz.
Elektryczny przecinak bel	1,5	25	50	15	700
Stacjonarny rozdrabniacz bel	5	25	60	20	1200
Ciągnikowy rozcinacz bel słomy, siana	40	25	60	20	1200
Rozwijacz i rozrzutnik słomy ciągnik	40	45	60	20	1200
Rozdrab. bel słomy z rzutnikiem, elektr.	5	25	50	14	700
Śrutownik tłoczący bijakowy ssąco-tłoczący o wydajności (t/h)	0,6-0,9	7,5	25	Minimalną obsadę zwierząt przypadających na 1 śrutownik lub mieszalnik wyrażono liczbą tuczników w wieku od 5-6 m-cy, według stanu średniorocznego, w stadzie trzody chlewnej chowanej w cyklu zamkniętym.	
	0,8-1,2	11	80		
	1,0-1,6	15	100		
	1,5-2,0	18	300		
Mieszalnik pionowy o ładowności (kg)	500	2,2	25		
	750	2,2	60		
	1000	2,2	100		
	1500	2,2	150		
	2000	3	200		

7.4. Wozy paszowe

Wozy paszowe stosuje się w żywieniu bydła w systemie TMR. Jest to pełnoporcjowa zmieszana dawka żywieniowa, składająca się przykładowo z następujących komponentów: kiszonka z kukurydzy, sianokiszonka z traw, słoma, pasza treściwa i dodatki paszowe, w łącznej ilości od około 40 do ponad 50 kg/krowę wysokomleczną.

Dobór wozu paszowego do grupy żywieniowej zwierząt

Najczęściej wóz paszowy należy dobrać pod kątem jednokrotnego zadania całodniowej dawki paszy TMR dla największej grupy żywieniowej (grupa krów żywionych taką samą ilością i rodzajem paszy) w stadzie zwierząt. Przy tym założeniu pojemność wozu mieszającego do zadawania TMR powinna wynosić od 0,12 m³ do 0,16 m³ na krowę w grupie żywieniowej, w zależności od wydajności mlecznej krów i składu mieszanki.

Pojemność wozu paszowego obliczamy według wzoru:

$$V_{WP} = \frac{L_{KG} \cdot dP}{a \cdot k} \text{ (m}^3\text{)},$$

gdzie:

V_{WP} – pojemność wozu paszowego mieszającego, m³,

L_{KG} – liczba krów w grupie żywieniowej,

dP – objętość pełnoporcjowej dawki paszy (TMR), która wynosi średnio 0,14 +/-0,02 m³/krowę, co odpowiada około 40 do 55 kg TMR na 1 krowę wysokomleczną,

a – współczynnik uwzględniający 10÷30% naddatek nominalnej pojemności wozu; dla wozów ze ślimakowym systemem mieszającym **a = 0,80÷0,90**; dla wozów łopatowych **a = 0,70**,

k – współczynnik korekcyjny PROW; **k = 0,35÷0,70** zależnie od pojemności wozu.

Ten 10-30% naddatek wynika z faktu, iż większość wozów napelnia się tylko częściowo (nie wykorzystując w pełni ich pojemności nominalnej), aby możliwe było skuteczne rozdrobnienie i wymieszanie paszy. Jest to zwłaszcza istotne podczas sporządzania mieszanek o dużym udziale suchej masy (siano, sucha sianokiszonka, słoma). Współczynnik korekcyjny **k = 0,35÷0,70** uwzględnia potencjał rozwojowy gospodarstwa, w tym możliwy wzrost liczebności stada krów.

Przykładowo, dla grupy żywieniowej liczącej 39 krów wysokomlecznych, żywionych taką samą ilością i rodzajem paszy, zasadne jest zastosowanie wozu paszowego o pojemności 10 m³. Gdy stosowany jest system dwukrotnego sporządzania i zadawania TMR w ciągu dnia, wówczas wystarczy wóz o połowę mniejszy.

Wariant A – Dobór wozu paszowego do stad o małej i średniej obsadzie krów (tab. 59)

W mniejszych i średnich stadach o obsadzie do ok. 50÷60 krów wóz paszowy dobiera się zwykle pod kątem jednokrotnego przygotowania i zadania paszy dla całego stada krów, bez wyróżniania oddzielnych grup żywieniowych. Taka organizacja żywienia usprawnia obsługę zwierząt i oszczędza czas pracy rolnika. Ponadto jest to szczególnie istotne w gospodarstwach, w których stado krów zgrupowane jest w jednej oborze, gdyż oddzielne zadawanie paszy dla dwóch mniejszych grup, wywołuje niepotrzebny stres u zwierząt oczekujących na przygotowanie i zadanie drugiej porcji mieszanki.

Objętość wozu może także uwzględniać potrzeby pokarmowe krów zasuszonych oraz w okresie przejściowym. Zadawanie paszy tym krowom wykonuje się tym samym wozem – końcówką pozostałej w zbiorniku mieszanki, po jej uzupełnieniu o odpowiednie komponenty.

W rezultacie do obsługi mniejszych i średnich stad krów konieczny jest wóz paszowy o objętości dostosowanej do jednokrotnego przygotowania i zadania paszy całemu stadu krów. Mieszanka dla pozostałego bydła (jałówki, młodzię, bydło opasowe) powinna być przygotowana i zadana oddzielnie.

Trzeba jednak zauważyć, że pomiędzy gospodarstwami o zbliżonej liczbie krów mlecznych, mogą występować spore różnice w doborze optymalnej wielkości i rodzaju wozu paszowego. Powodowane jest to między innymi takimi czynnikami jak: potrzeby pokarmowe (wydajność mleczna) i struktura stada krów, rodzaj i postać komponentów mieszanki paszowej, wymiary obory (wysokość wrót, szerokość ganków przejazdowych), odległość silosu, sposób załadunku wozu itp. Ogół powyższych czynników wpływa na dobór wozu paszowego do określonego stada krów z punktu widzenia efektywnej organizacja pracy podczas przygotowania i zadawania paszy.

Wariant B – Dobór wozu paszowego do stad o dużej obsadzie zwierząt (tab. 59)

W dużych stadach krów jeden wóz paszowy wykorzystuje się do obsługi kilku grup żywieniowych, przy czym dla każdej grupy należy sporządzić oddzielną mieszankę. Pojemność wozu powinna być dostosowana do grupy zwierząt o największych wymaganiach żywieniowych. Na dużych fermach bydła mlecznego najbardziej efektywnym systemem żywienia krów jest podzielenie ich na 4 (5) grup żywieniowych:

- 1 grupa krów w okresie zasuszenia właściwego i okresu przejściowego (razem około 15% krów w stadzie),
- 3 (4) grupy krów w laktacji.

W ocenie wniosków o dofinansowanie zakupu wozów paszowych należy przyjąć upraszczające założenie, że w dużych stadach krów mlecznych znajdują się co najmniej 2 grupy żywieniowe, stanowiące ok. 85% średniorocznej obsady krów. Mieszanka TMR dla poszczególnych grup powinna być przygotowywana i zadawana oddzielnie. W tym przypadku do obsługi całego stada wystarczy wóz o mniejszej pojemności niżby to wynikało z liczebności całego stada.

Tabela 59. Dobór wozu paszowego (mieszającego lub mieszająco-rozdrabniającego) do grup żywieniowych i stada krów

Wyszczególnienie		Pojemność wozu (m ³)											
		5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20
Współczynnik korekcyjny k		0,35	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Liczba krów w grupie żywieniowej*		10	15	20	25	33	39	43	51	60	72	81	90
Minimalna obsada krów w stadzie, w zależności od liczby grup żywieniowych**	1 grupa (A)	12	18	24	30	39	46	51	60	×	×	×	×
	2 grupy (B)	×	×	×	60	77	93	102	120	140	169	191	212

* Liczba krów w jednej grupie żywieniowej przy założeniu jednokrotnego zadania paszy w ciągu dnia.

** Struktura stada: 85% - krowy w laktacji, 15% - krowy zasuszone i w okresie przejściowym.

A – Minimalna obsada krów wg stanu średniorocznego w stadach do 60 krów, z wyróżnioną tylko jedną grupą żywieniową liczącą do 51 krów (51=60·0,85). **B** - Minimalna obsada krów wg stanu średniorocznego w stadach od 60 krów podzielonych na 2 oddzielne grupy żywieniowe po 25 krów. W przypadku wozów paszowych z poziomym mieszadłem łopatomym minimalna liczba krów przypadająca na 1 wóz powinna być o około 13% mniejsza.

Kryterium oceny: **Minimalna obsada krów** mlecznych w stadzie wg stanu średniorocznego, w zależności od liczby grup żywieniowych w stadzie:
A – jedna grupa, **B** – dwie grupy.

Tolerancja oceny: +20% uwzględniająca między innymi zróżnicowanie ilości i objętości pełnoporcjowej dawki TMR (0,14 +/- 0,02 m³/krowę).

PRZYKŁAD nr 9:

Rolnik wnioskuje o dofinansowanie zakupu wozu paszowego o pojemności 12 m³. Stado liczy 46 szt. krów mlecznych, w którym wydzielono tylko 1 grupę żywieniową w liczbie 39 krów. Mieszanka paszowa TMR zadawana jest jednokrotnie w ciągu dnia. Według tabeli 59 dla powyższej obsady krów maksymalna objętość wozu paszowego nie powinna przekraczać 10 m³, a uwzględniając 20% tolerancję oceny: $10 \times 1,2 = 12 \text{ m}^3$. Kalkulacja ta potwierdza zasadność zakupu wozu paszowego o pojemności 12 m³ do stada 46 krów mlecznych.

W przypadku dwukrotnego zadawania paszy w ciągu dnia, względnie wydzielenia w stadzie dwóch odrębnych grup żywieniowych, wówczas do przygotowania i zadawania paszy wystarczy wóz paszowy o połowę mniejszy.

W stadach krów o zróżnicowanych wymaganiach pokarmowych poszczególnych grup zwierząt, można także zastosować żywienie w systemie **PMR** (dawka częściowa). W tym przypadku ogół krów otrzymuje mniejszą, podstawową dawkę paszy (np. 25-30 kg/sztukę lub mniej; 0,08-0,09 m³/krowę), a krowy o wyższych wymaganiach otrzymują indywidualnie brakującą ilość paszy, zwłaszcza treściwej (ręcznie lub z komputerowych stacji paszowych).

Wśród rozwiązań konstrukcyjnych wozów do mieszania, rozdrabniania i zadawania paszy wyróżnia się wozy ciągnikowe i samobieżne oraz z różnymi rozwiązaniami ślimaków (poziome, pionowe) lub łopat mieszających. Wozy samobieżne z frezem do pobierania kiszonki z przemy i jej załadunku do zbiornika znajdują zastosowanie głównie na dużych fermach bydła.

Planując zakup wozu paszowego należy mieć także na uwadze możliwości rozwojowe gospodarstwa, w tym przewidywany wzrost liczebności stada krów.

7.5. Stacje paszowe

Komputerowe stacje paszowe stosuje się do automatycznego żywienia krów, a także cielaków i loch paszą treściwą. Istotą tego sposobu żywienia jest dostosowanie ilości skarmianej paszy treściwej do wydajności (potrzeb) poszczególnych zwierząt. Zwierzęta muszą być wyposażone w transpondery (elektroniczne *czipy*), dzięki którym są one identyfikowane przez czytnik stacji paszowej. W zależności od np. wydajności mlecznej krowa otrzymuje dokładnie odmierzoną ilość paszy (w kilku porcjach w ciągu dnia). Zwierzę nie dostanie więcej paszy niż to wynika z jego indywidualnych potrzeb. Pracą systemu zarządza program zainstalowany w przenośnym lub stacjonarnym komputerze. Stosując stacje paszowe rolnik ma możliwość kontroli, za pośrednictwem komputerowego programu, czy cała zadana dawka paszy została spożyta. Użytkowanie stacji pozwala na zmniejszenie czasochłonności pracy podczas zadawania paszy.

Dostępne na rynku stacje paszowe są przystosowane do obsługi:

- 25-50 krów, ale praktycznie zaleca się **25-30 krów na 1 stację** (krowy są utrzymywane w systemie wolnostanowiskowym); zwykle 1 program zarządzający steruje pracą 4 stacji,
- 25 cieląt (stacja pojenia cieląt i zadawania paszy),

- 40-50 (60) loch w boksie, a to może oznaczać 100-120 loch stanu średniorocznego (w cyklu zamkniętym).

Stacje paszowe dla loch są stosowane w Polsce sporadycznie i to wyłącznie na dużych fermach. W większości krajowych gospodarstw zajmujących się chowem trzody chlewnej lochy są utrzymywane w niewielkich kojcach (na 6-10 sztuk), co uniemożliwia racjonalne stosowanie stacji paszowych.

Tabela 60. Dobór komputerowych stacji paszowych do grup zwierząt

Gatunek zwierząt ⇒	Krowy	Cielęta	Lochy
Liczba zwierząt przypadająca na 1 stację paszową	30 (+/-5)	25	50* (+/-10)

* Liczba loch w boksie, co oznacza, że cyklu zamkniętym na 1 stację przypada około 100 loch.

- **Stacje paszowe dla krów mlecznych:**

$$P_K = \frac{L_K}{s_K},$$

gdzie: P_K – liczba komputerowych stacji paszowych dla krów,
 L_K – liczba krów mlecznych według stanu średniorocznego utrzymywanych w systemie wolnostanowiskowym,
 s_K – liczba krów na 1 stację; $s_K = 30 (+/-5)$.

- **Stacje paszowe dla loch:**

$$P_L = \frac{L_L}{2 \cdot s_L},$$

gdzie: P_L – liczba komputerowych stacji paszowych dla loch,
 L_L – liczba loch według stanu średniorocznego,
 s_L – liczba loch na 1 stację; $s_L = 50 (+/-10)$.

Zakończenie

Inwestycje realizowane w ramach PROW 2014 – 2020 obejmują między innymi zakup środków mechanizacji produkcji rolniczej. Uzyskany w ramach poszczególnych poddziałań i operacji zwrot części kosztów tych zakupów ułatwi producentom rolnym dostęp do najnowszych osiągnięć z zakresu techniki rolniczej i umożliwi wprowadzanie nowoczesnych technologii.

Celem podejmowanych przedsięwzięć inwestycyjnych, w tym dotyczących modernizacji parku ciągnikowo-maszynowego jest poprawa opłacalności działalności rolniczej oraz zwiększenie dochodowości poszczególnych gospodarstw, a w szerszej skali - wzrost konkurencyjności polskiego rolnictwa. Powyższe cele będą mogły być zrealizowane pod warunkiem, że dobór maszyn do gospodarstw będzie dokonywany w sposób przemyślany, racjonalny, z uwzględnieniem zarówno wymagań procesu technologicznego, jak również kryterium kosztowo-eksploatacyjnego. W tym ostatnim przypadku należy mieć na uwadze przede wszystkim kryterium dostosowania wyposażenia gospodarstw w techniczne środki pracy do skali produkcji.

Opracowanie zawiera zarówno wytyczne i zasady racjonalnego doboru ciągników, maszyn, narzędzi oraz urządzeń do gospodarstw rolnych, jak również kryteria i wskaźniki oceny tego doboru. Jest ono kierowane do rolników przygotowujących wnioski o dofinansowanie projektów inwestycyjnych realizowanych w ramach poszczególnych poddziałań i typów operacji obejmujących zakup sprzętu rolniczego oraz do pracowników ARiMR weryfikujących te wnioski pod kątem dostosowania planowanych inwestycji maszynowych do profilu i skali produkcji. Opracowanie stanowić może materiał pomocniczy zwłaszcza przy ocenie wniosków budzących kontrowersje co do zasadności planowanych zakupów środków mechanizacji w warunkach konkretnego gospodarstwa rolnego.

Zawarte w pracy wskaźniki i parametry doboru środków mechanizacji do gospodarstw rolnych oraz kryteria oceny tego doboru zostały ustalone dla przeciętnych warunków gospodarowania i dla typowego przebiegu poszczególnych procesów produkcyjnych. Zgodnie z założeniem, wartości tych wskaźników i kryteriów należy traktować z pewnym marginesem tolerancji, w przekonaniu autora maksymalnie 20%, w zależności od tolerancji wykazanych dla poszczególnych rodzajów maszyn. Tam, gdzie to było możliwe, wartości wskaźników zostały podane dla przypadków szczególnych, względnie wskazano na czynniki wpływające na racjonalność doboru i użytkowania maszyn.

Uważamy, że kompetentna i umiejętna ocena wniosków w zakresie racjonalności doboru sprzętu rolniczego do gospodarstw nie może ograniczać się do automatycznego stosowania zawartych w tej publikacji wskaźników. Powinna ona natomiast polegać na przyjęciu tych wskaźników jako wielkości orientacyjnych, stanowiących punkt wyjścia do właściwej oceny zasadności zakupu maszyn. W trakcie tej oceny zawsze trzeba dodatkowo zwrócić uwagę na uwarunkowania lokalne i specyfikę poszczególnych gospodarstw.

Z opracowania skorzystać mogą nie tylko rolnicy starający się o dofinansowanie projektów modernizacyjnych w ramach działań inwestycyjnych PROW 2014-2020, ale także pozostali producenci rolni planujący inwestycje mechanizacyjne. Podane w opracowaniu praktyczne wytyczne i wskaźniki doboru stanowią uniwersalne narzędzie do racjonalnego, ekonomicznie uzasadnionego wyposażania gospodarstw rolnych w ciągniki, maszyny, narzędzia i urządzenia rolnicze.

Załączniki

Załącznik 1 - Wyposażenie rolnictwa w ciągniki, przyczepy i ładowacze

W niniejszym załączniku zamieszczono wskaźniki wyposażenia rolnictwa w ciągniki rolnicze, przyczepy i ładowacze rolnicze w 2010 r., według grup obszarowych gospodarstw, opracowane na podstawie wyników Powszechnego Spisu Rolnego (PSR) z 2010 roku (tabela I, III i IV). W celach porównawczych, w tabeli II przedstawiono analogiczne wartości wskaźników wyposażenia w ciągniki rolnicze według danych PSR z 2002 r.

Tabela I. Wyposażenie rolnictwa w ciągniki rolnicze w 2010 r. według grup obszarowych gospodarstw

Grupy obszarowe gospodarstw	Liczba ciągników	Liczba gospodarstw posiadających ciągniki	Liczba ciągników na gospodarstwo**	Średnia moc ciągnika	Nasylenie mocą ciągników **	Nasylenie mocą ciągników**
ha UR	tys. szt	tys.	szt./gosp.	kW/ciągnik	kW/ha UR	kW/gosp.
Ogółem	1466,3	1015,1	1,44	37,5	6,81	54,1
do 1	54,1	49,7	1,09	26,4	63,14	28,7
1 ÷ 2	94,1	87,4	1,08	26,5	19,43	28,5
2 ÷ 3	104,4	95,9	1,09	27,6	12,26	30,1
3 ÷ 5	193,0	172,9	1,12	29,1	8,32	32,4
5 ÷ 7	160,7	135,8	1,18	30,9	6,19	36,6
7 ÷ 10	194,9	148,5	1,31	33,3	5,23	43,7
10 ÷ 15	219,2	139,5	1,57	37,2	4,82	58,5
15 ÷ 20	129,6	68,1	1,90	42,0	4,64	79,9
20 ÷ 30	131,7	58,4	2,25	47,1	4,39	106,0
30 ÷ 50	91,4	34,1	2,68	53,7	3,81	143,7
50 ÷ 100	47,2	15,7	3,01	62,8	2,78	189,2
100 ÷ 200	16,7	4,9	3,43	71,4	1,80	244,5
200 ÷ 500	13,9	2,8	5,00	75,2	1,23	375,9
500 ÷ 1000	8,1	0,9	9,24	75,5	1,02	698,0
> 1000	7,5	0,4	19,44	76,0	0,56	1476,8

** w gospodarstwach posiadających ciągniki

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych PSR 2010 [GUS 2011, 2012]

Tabela II. Wyposażenie rolnictwa w ciągniki rolnicze w 2002 r. według grup obszarowych gospodarstw

Grupy obszarowe gospodarstw	Liczba ciągników	Liczba gospodarstw posiadających ciągniki	Liczba ciągników na 1 gospodarstwo**	Średnia moc ciągnika	Nasylenie mocą ciągników **	Nasylenie mocą ciągników**
ha UR	tys. szt	tys.	szt./gosp.	kW/ciągnik	kW/ha UR	kW/gosp.
Ogółem	1364,6	1062,2	1,27	32,2	3,15	41,4
do 1	53,3	49,4	1,05	26,3	63,68	28,4
1 - 2	91,4	86,9	1,02	25,3	17,26	26,6
2 - 3	92,0	87,9	1,03	26,4	10,32	27,7
3 - 5	180,1	170,7	1,04	27,7	6,84	29,2
5 - 7	158,1	146,0	1,07	28,6	4,77	30,9
7 - 10	194,7	169,6	1,14	29,8	3,73	34,2
10 - 15	216,1	163,9	1,31	32,0	3,16	42,2
15 - 20	123,1	78,7	1,56	34,7	3,01	54,2
20 - 30	113,6	61,2	1,85	38,0	2,86	70,6
30 - 50	68,5	30,0	2,27	42,9	2,50	97,9
50 - 100	31,3	11,4	2,73	50,1	1,96	137,6
100 - 200	10,3	2,9	3,47	56,3	1,38	198,8
200 - 500	12,2	2,1	5,71	58,0	0,99	336,1
500 - 1000	9,4	1,0	9,41	59,5	0,77	561,0
1000 ha i >	10,5	0,5	21,12	59,2	0,46	1258,6

** w gospodarstwach posiadających ciągniki

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych PSR 2002 [GUS 2003a, c, d]

Tabela III. Przyczepy rolnicze w rolnictwie w 2010 r.

Grupy obszarowe gospodarstw, ha UR	Liczba przyczep, tys. szt.	Liczba gospodarstw posiadających przyczepy*, tys.	Liczba przyczep na gospodarstwo **	Wskaźnik liczby przyczep do liczby ciągników
Ogółem	547,4	340,0	1,61	0,37
1 ÷ 2	14,6	14,8	0,98	0,15
2 ÷ 3	16,8	16,3	1,03	0,16
3 ÷ 5	37,2	33,6	1,11	0,19
5 ÷ 7	40,6	34,2	1,19	0,25
7 ÷ 10	67,6	51,9	1,30	0,35
10 ÷ 15	96,5	65,4	1,48	0,44
15 ÷ 20	65,8	38,8	1,69	0,51
20 ÷ 30	73,4	36,9	1,99	0,56
30 ÷ 50	57,8	23,4	2,47	0,63
50 ÷ 100	34,1	10,6	3,23	0,72
100 ÷ 200	12,6	3,0	4,13	0,75
200 ÷ 500	9,9	1,5	6,51	0,71
500 ÷ 1000	5,5	0,4	13,29	0,68
> 1000 ha	6,0	0,1	48,52	0,80

* szacunkowa; ** wskaźnik liczby przyczep na gospodarstwo posiadające przyczepę(-y)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS [2011, 2012]

Tabela IV. Ładowacze rolnicze* w rolnictwie w 2010 r.

Grupy obszarowe gospodarstw, ha UR	Liczba ładowaczy, tys. szt.	Liczba gospodarstw posiadających ładowacze, tys.	Liczba ładowaczy na gospodarstwo **	Wskaźnik liczby ładowaczy do liczby ciągników
Ogółem	242,0	216,9	1,12	0,17
1 ÷ 2	1,8	1,7	1,06	0,02
2 ÷ 3	2,9	2,8	1,04	0,03
3 ÷ 5	9,1	8,8	1,04	0,05
5 ÷ 7	13,6	13,3	1,02	0,08
7 ÷ 10	28,5	27,7	1,03	0,15
10 ÷ 15	50,4	47,7	1,05	0,23
15 ÷ 20	38,3	35,0	1,09	0,30
20 ÷ 30	42,6	37,2	1,14	0,32
30 ÷ 50	29,9	24,6	1,22	0,33
50 ÷ 100	14,1	11,1	1,27	0,30
100 ÷ 200	4,1	3,1	1,32	0,25
200 ÷ 500	2,9	1,9	1,56	0,21
500 ÷ 1000	1,4	0,6	2,14	0,17
> 1000 ha	1,3	0,3	4,14	0,17

* ładowacze rolnicze, w tym chwytakowe i czołowe, zawieszane i zaczepiane oraz samojezdne

** wskaźnik liczby ładowaczy na każde gospodarstwo posiadające ładowacz

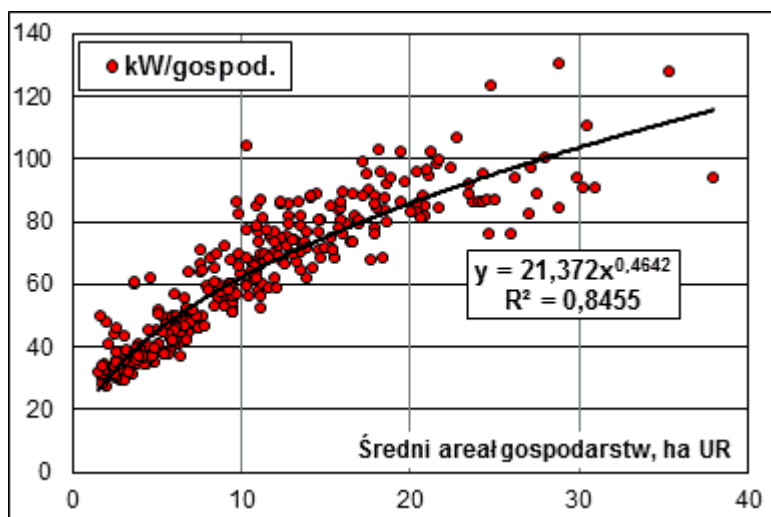
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS [2011, 2012]

Załącznik 2 - Wskaźniki wyposażenia gospodarstw w ciągniki w układzie powiatowym

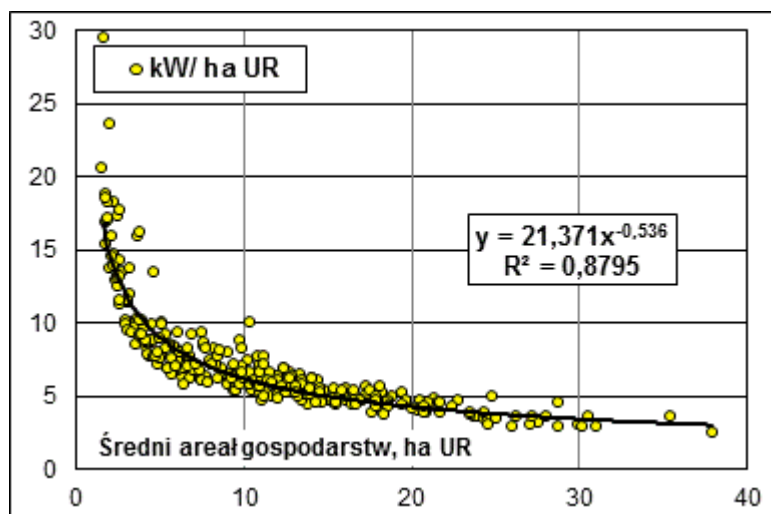
Rysunki A, B, C, D i E przedstawiają wyniki analizy wyposażenia rolnictwa w ciągniki, według średniego areálu gospodarstw w 314 powiatach „ziemskich” (bez 66 miast na prawach powiatów), opracowane na podstawie danych PSR’2010 [MUZALEWSKI 2014]. W badaniach zastosowano wskaźniki:

- nasycenia gospodarstw mocą ciągników, kW/gosp.,
- nasycenia użytków rolnych mocą ciągników, kW/ha UR,
- liczby ciągników w przeliczeniu na 1 gospodarstwo, szt./gosp.,
- liczby ciągników w przeliczeniu na 100 ha UR, szt./100 ha UR,
- przeciętnej mocy ciągnika, kW/ciągnik.

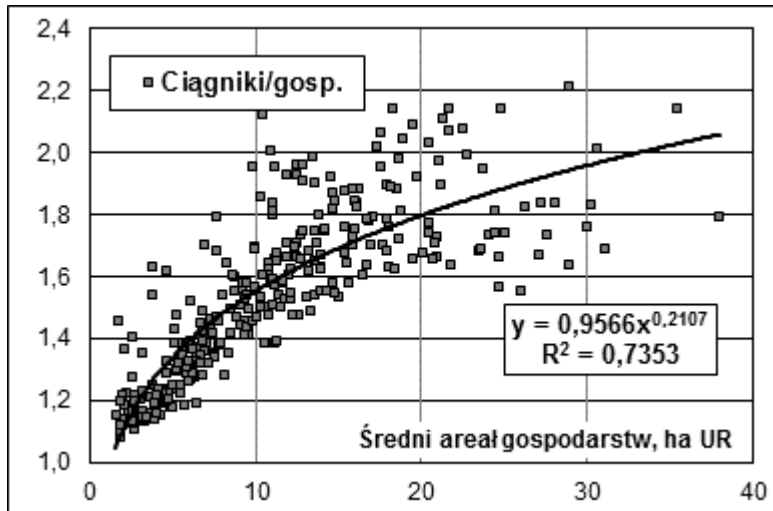
Wartości powyższych wskaźników oszacowano dla 1015 tys. gospodarstw wyposażonych w ciągniki. Analiza przeprowadzona w układzie powiatowym potwierdza powszechnie znaną prawidłowość, iż podstawowym czynnikiem różnicującym wyposażenie gospodarstw w ciągniki rolnicze jest areál posiadanych przez te gospodarstwa użytków rolnych (UR). Podkreślić należy silnie zdeterminowane zależności pomiędzy średnim areálem gospodarstw a wymienionymi powyżej wskaźnikami charakteryzującymi poziom wyposażenia tych gospodarstw w ciągniki – rys. A - E.



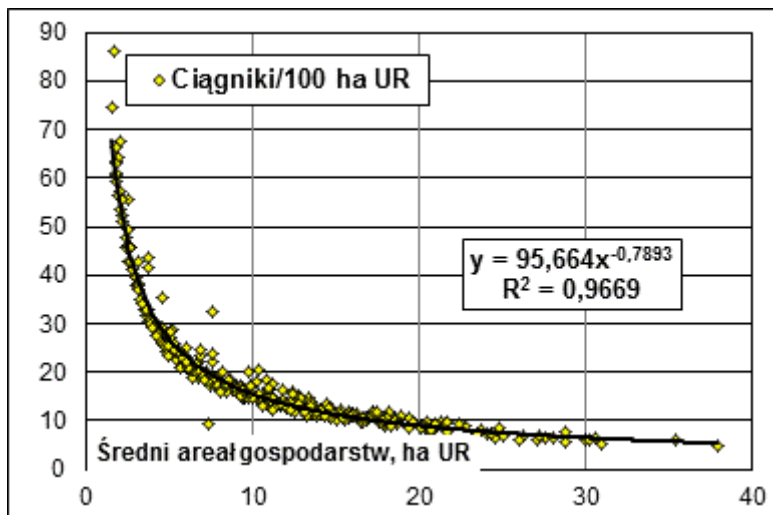
Rys. A
Areál gospodarstwa a nasycenie gospodarstwa mocą ciągników, kW/gospodarstwo



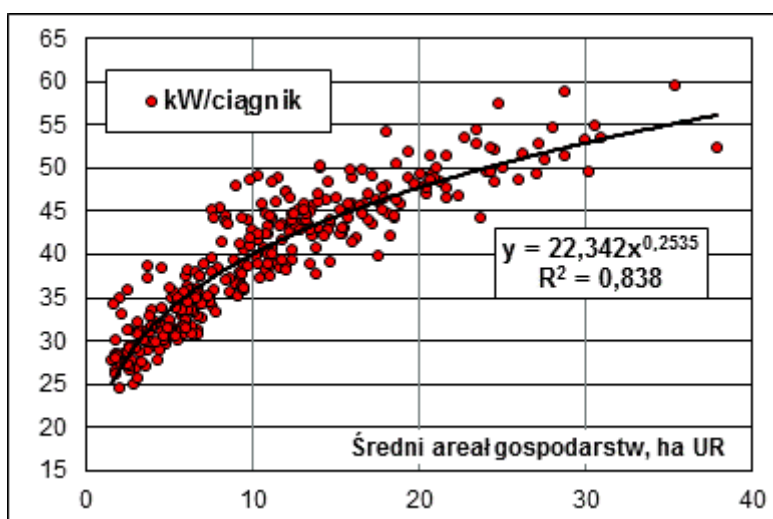
Rys. B
Areál gospodarstwa a nasycenie użytków rolnych mocą ciągników, kW/ha UR



Rys. C
 Areal gospodarstwa a liczba ciągników w gospodarstwie, szt./gospodarstwo



Rys. D
 Areal gospodarstwa a liczba ciągników na 100 ha UR, szt./100 ha UR



Rys. E
 Areal gospodarstwa a średnia moc ciągnika, kW/ciągnik

Załącznik 3 - Wybrane wyniki badań IBMER/ITP z lat 1992-2010

Tabela V. Charakterystyka wyposażenia oraz użytkowania ciągników w gospodarstwach rodzinnych – wyniki badań IBMER/ITP z lat 1992-2010

Wyszczególnienie		1992	1993	1999	2002	2009	2010
Liczba gospodarstw	szt.	41				45	
Średnia powierzchnia gospodarstw	ha UR	27,9	28,9	40,6	46,2	44,6	46,0
Liczba ciągników	szt.	96	96	106	109	134	134
	szt./gosp.	2,34	2,34	2,59	2,66	2,98	2,98
	szt./100 ha	8,40	8,09	6,37	5,75	6,67	6,48
Średnia moc ciągnika	kW	39,1	39,5	41,9	45,4	49,3	50,4
Nasylenie mocą	kW/gosp.	91	92	109	121	146,9	150,0
Nasylenie mocą	kW/ha UR	3,3	3,2	2,7	2,6	3,29	3,26
Nakłady pracy ciągników	godz./ha UR	30,7	30,9	27,4	21,0	21,7	21,4
Średnie wykorzystanie,	godz./rok	366	382	429	366	325	331
w tym w usługach	%	2,6	3,2	1,6	1,1	3,9	4,5
Wiek w 2002 r.	lata	16,5				×	×
Wiek		×				20,0	20,1
Przewidywany dalszy okres eksploatacji ^{a)}		10,3				12,8	12,1
		łącznie eksploatacji T ^{b)}				32,8	32,2
Teoretyczny okres eksploatacji ^{c)}		31,0				36,9	36,3
Wykorzystanie potencjału eksploatacyjnego w okresie T ^{d)}	%	86,3				88,8	88,8

Źródło: Badania własne z lat 1992-2002 i 2009-2010

a) Przewidywany dalszy okres eksploatacji = deklarowany przez rolnika dalszy okres użytkownika

b) Łączny okres eksploatacji (T) = wiek ciągnika + przewidywany dalszy okres eksploatacji

c) Teoretyczny okres eksploatacji = okres czasu, w którym przy określonym wykorzystaniu rocznym ciągnika zostanie wykorzystany jego potencjał eksploatacyjny (zdolność przerobowa)

d) Wykorzystanie potencjału eksploatacyjnego w okresie T = określa zużycie potencjału eksploatacyjnego ciągnika w przewidywanym okresie jego użytkowania.

Należy zwrócić uwagę, że stosunkowo duża, a mogłoby się wydawać nawet nadmierna w stosunku skali produkcji, liczba ciągników w poszczególnych gospodarstwach (w 2002 r. średnio 2,66 szt./gospodarstwo, a w 2010 r. – 2,98 szt./gospodarstwo) jest po części rezultatem użytkowania starych i mocno wyeksploatowanych jednostek. Przeciętny wiek ciągników wynosił w 2010 r. już ponad 20 lat, a niektóre ciągniki miały nawet po 35-40 lat. Kupując nowy ciągnik rolnik nie pozbywa się starego i mocno wysłużonego, gdyż zwykle ma on zastosowanie do różnych prac pomocniczych w gospodarstwie, względnie przy obsłudze produkcji zwierzęcej, a także w okresach spiętrzenia prac polowych. W okresie żniw lub

zbioru okopowych liczy się każdy ciągnik z przyczepą, w celu usprawnienia zbioru i transport płodów rolnych z pola do gospodarstwa. Pomimo znacznego zużycia stare ciągniki nie są złomowane, gdyż są też potencjalnym źródłem części wymiennych dla innych jednostek podobnego typu.

Z powyższych względów w analizie i ocenie wyposażenia gospodarstwa w ciągniki rolnicze i ocenie racjonalności zakupu nowego ciągnika, nie należy uwzględniać starych, zużytych jednostek, gdyż wykonując pomocnicze zadania w gospodarstwie, nie konkurują one o podstawowe prace z nowymi.

W związku z powyższym w ocenie doboru ciągników do gospodarstw o powierzchni do 100 ha, w tym podczas szacowania wartości wskaźników nasycenia gospodarstwa mocą ciągników, nie należy uwzględniać pojazdów w wieku 20 i więcej lat. W przypadku gospodarstw bardzo dużych, do 250 ha, powyższą granicę proponujemy obniżyć do 15 lat, a w przypadku gospodarstw największych, powyżej 250 ha - do 12 lat.

Tabela VI. Ciągniki w gospodarstwach rolnych - wyniki badań IBMER z lat 1992-2002

Grupy gospodarstw	Liczba ciągników	Średnia moc	Wiek	Łączny okres eksploatacji T	Wykorzystanie roczne W _R	Wykorzystanie zdolności przerobowej	Teoretyczny okres eksploatacji
ha UR	szt.	kW	lata	lata	godz./rok	%	lata
7,7 - 10	18	30	17,0	27	319	72	38
10 - 20	65	34	20,7	30	335	84	36
20 - 30	98	39	18,8	29	388	93	31
30 - 40	72	44	16,6	26	428	92	28
40 - 50	52	43	15,6	29	344	82	35
50 - 75	55	45	14,4	24	362	71	33
75 - 100	18	54	12,2	25	566	119	21
100 - 157	29	56	14,0	25	473	97	25
Razem/średnio	403	42	16,5	27	387	86	31

Źródło: Badania własne z lat 1992-2002

Tabela VII. Ciągniki w gospodarstwach rolnych - wyniki badań IBMER/ITP z lat 2009-2010

Grupy gospodarstw	Średnia liczba ciągników	Średnia moc	Wiek w 2010 r.	Łączny okres eksploatacji T	Średnie wykorzystanie roczne W _R	Wykorzystanie potencjału eksploatacji	Teoretyczny okres eksploatacji
ha UR	szt.	kW	lata	lata	godz./rok	%	lata
8,6 - 20	18,5	41,6	19,6	32,4	212	57,2	56,6
20 - 30	29,5	43,8	21,4	33,9	300	84,8	40,0
30 - 40	19,5	48,8	18,6	30,8	372	95,5	32,3
40 - 60	27,5	48,0	21,1	32,2	396	106,3	30,3
60 - 80	18	52,5	19,8	30,1	356	89,3	33,7
80 - 150	21	66,7	19,5	33,3	314	87,1	38,2
Razem/średnio	134	49,8	20,1	32,2	328	88,0	36,6

Źródło: Obliczenia własne na podstawie projektu badawczego NCBiR nr NR 12 0043 06/2009 pt. „Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych”

Tabela VIII. Struktura nakładów pracy ciągników w 53 gospodarstwach w latach 2009 i 2010

Wyszczególnienie	2009		2010	
	godz./ha UR	%	godz./ha UR	%
Średni areal gospodarstw [ha UR]	46,99		45,88	
Ciągniki własne razem, w tym:	27,10	100,0	26,89	100,0
- produkcja roślinna	15,29	56,4	14,75	54,9
- produkcja zwierzęca	7,66	28,3	8,14	30,3
- prace ogólnoprodukcyjne i inwestycyjne	2,67	9,9	2,49	9,3
- działalność pozaprodukcyjna	0,59	2,2	0,55	2,0
- usługi i odrobek	0,89	3,3	0,96	3,6
Ciągniki obce (usługi rolnicze)	0,80	×	0,82	×
Razem ciągniki własne i obce	27,90	×	27,71	×

Źródło: opracowanie własne na podstawie [WÓJCICKI, KUREK 2011a, b; WÓJCICKI, RUDEŃSKA 2014]

Tabela IX. Charakterystyka wyposażenia oraz użytkowania wybranych maszyn w 41 gospodarstwach rolnych w latach 1992 – 2002

Wyszczególnienie	Średnia liczba maszyn	Wiek (w 2002 r.)	Przewidywany okres eksploatacji	Średnie wykorzystanie
	szt.	lata	lata	godz./rok
kombajny zbożowe	26	18,0	26	63
kombajny do zbioru ziemniaków i buraków	19	14,0	22	39
prasy zbierające	24	11,6	23	31
siewniki zbożowe	43	18,1	26	26
opryskiwacze ciągnikowe	37	9,3	20	39
rozrzutniki obornika	19	14,6	25	35
przyczepy rolnicze	94	17,9	26	122
ładowacze ciągnikowe	37	14,6	25	65

Źródło: Badania własne z lat 1992-2002

Tabela X. Charakterystyka wyposażenia oraz użytkowania wybranych maszyn w 45 gospodarstwach rolnych w latach 2009 – 2010

Wyszczególnienie	Średnia liczba maszyn	Wiek (w 2010 r.)	Przewidywany okres eksploatacji	Średnie wykorzystanie
	szt.	lata	lata	godz./rok
kombajny zbożowe	30,5	22,8	34,1	54,4
kombajny do zbioru ziemniaków, buraków i warzyw	19,5	18,0	28,1	37,6
prasy zbierające	36,5	9,7	23,3	70,4
siewniki ciągnikowe	49	17,5	29,4	24,3
opryskiwacze ciągnikowe	42	10,7	20,5	45,6
rozrzutniki obornika	44,5	20,3	30,0	49,5
przyczepy rolnicze	106	22,4	35,0	81,2
ładowacze ciągnikowe	43	12,3	26,1	103

Źródło: Badania własne z lat 2009-2010 (średni areal gospodarstw: 44,6 i 46,0 ha UR)

Załącznik 4 - Zwięzłość gleby

Zwięzłość gleby jest tym czynnikiem, od którego zależy wydajność prac uprawowych, klasa uciążu (masa i moc) współpracującego z maszyną ciągnika, zużycie paliwa, a także tempo zużywania się elementów roboczych maszyn. Zapotrzebowanie na moc współpracującego z maszyną (narzędziem) ciągnika w poszczególnych rodzajach prac polowych, w zależności od typu gleby prezentuje tabela XI.

Podczas doboru ciągników do gospodarstwa, i oceny tego doboru, należy zwrócić uwagę, że podstawowy ciągnik w gospodarstwie powinien zapewnić możliwość pracy w najtrudniejszych warunkach glebowych z dostatecznie dużymi narzędziami uprawowymi, o wydajności dostosowanej do skali produkcji. W zależności od wymaganej wydajności prac uprawowych różnice w klasie uciążu i mocy podstawowego ciągnika pomiędzy gospodarstwami dysponującymi skrajnie różnymi glebami mogą być nawet dwukrotne.

Tabela XI. Zapotrzebowanie mocy ciągnika przy pracach uprawowych i siewie (w kW na 1 metr szerokości roboczej lub na 1 rząd)

Rodzaj pracy/maszyna/narzędzie	Prędkość robocza	Głębokość pracy	Rodzaj gleby		
			lekka	średnia	ciężka
	km/godz.	cm	kW/m		
Pług	5-9	20-30	18-30	27-55	50-110
Kultywator	5-7	15-25	10-23	18-42	32-73
Podorywka	7-9	10-15	12-25	20-38	40-75
Brona talerzowa	7-9	7-10	4-9	8-18	17-37
Brona łopatkowa	7-11	7-9	7-12	10-20	19-36
Brona zębowa	6-10	2,5-3,5	2-4	4-6	5-10
Glebożyzarka	5-7	7-11	14-21	19-33	32-50
Brona aktywna wirnikowa	5-7	7-11	10-17	15-27	26-44
Brona aktywna rotacyjna	4,5-7	7-11	8-15	12-25	23-43
Siewnik rzędowy	4-8	2-7	7-8	8-10	10-11
Siewnik rzędowy pneumatyczny	5-10	2-7	10-11	11-13	13-16
Siew bezpośredni	9-15	3-7	5-13	9-26	13-39
			kW/rząd		
Siewnik punktowy mechaniczny	5-10	2-5	0,75-1,2	1,2-1,7	1,7-2,2
Siewnik punktowy pneumatyczny	5-10	2-5	1,5-1,9	1,9-2,7	2,7-3,2

Źródło: [KTBL 2004, 2012]

Załącznik 5 - Nakłady pracy ciągników w technologiach produkcji roślinnej

Nakłady pracy ludzi, maszyn i ciągników w produkcji roślinnej są zróżnicowane w zależności od rodzaju uprawianej rośliny, a także od poziomu nakładów środków plonotwórczych (nawozy, środki chemicznej ochrony roślin), których pochodną jest plon roślin uprawnych. Typowe czasy pracy ciągników na realizację czynności maszynowych w poszczególnych technologiach produkcji roślinnej przedstawia tabela XII. Do upraw, które charakteryzują się stosunkowo niskim zaangażowaniem pracy ciągników zaliczają się zwłaszcza zboża i rośliny technologicznie podobne, a także produkcja siana łąkowego. Produkcja okopowych wymaga 2–3-krotnie większego nakładu pracy ciągników i maszyn.

Tabela XII. Normatywne nakłady czasu pracy ciągników w uprawie poszczególnych rodzajów roślin

Rodzaj uprawy	Plon	Nakłady pracy ciągników
	t/ha	godz./ha
Pszenica ozima	3-6	12-14
Żyto i pszenżyto	3-6	12-14
Zboża jare	3-6	11-13
Rzepak	2-4	13-15
Groch, peluszką, bobik	2-4	12-16
Ziemniaki (zbiór kopaczką)	20-35	43-52
Ziemniaki (zbiór kombajnem 1-rzęd.)	20-35	52-58
Buraki cukrowe (zbiór ogławiaczem i wyorywaczem)	30-45	55-70
Buraki cukrowe (zbiór kombajnem 10-rzęd.)	30-45	32-38
Buraki cukrowe (zbiór kombajnem 6-rzęd.)	30-45	14-15
Kukurydza na kiszonkę (zbiór sieczkarnią samobieżną)	40-70	21-26
Sianokiszonka z traw (zbiór zbieraczem pokosów)	20-50	25-47
Siano (zbiór zbieraczem pokosów)	5-8	15-30

Źródło: [LORENCOWICZ 2012; SGGW 1999]

Wyniki badań prowadzonych przez IBMER w latach 1992 -2002 wskazują, że rzeczywisty poziom nakładów czasu (h) i pracy (kWh) ciągników w poszczególnych technologiach produkcji polowej często znacznie odbiega od wielkości normatywnych - tabela XIII. Do czynników wpływających na poziom tych nakładów należy zaliczyć także wielkości poszczególnych pól, ich odległość względem siedziby gospodarstwa, zwięzłość gleby, ukształtowanie terenu, sposób zmechanizowania zabiegów oraz, co niezmiernie ważne, organizację prac polowych i wzajemny dobór ciągnika i maszyny. W gospodarstwie, które dysponuje jednym lub dwoma ciągnikami, nie zawsze jest możliwe optymalne zestawienie ciągnika i maszyny, zwłaszcza w okresach spiętrzenia prac polowych. W części przypadków ciągnik o dużej mocy współpracuje z maszyną lub przyczepą o znacznie mniejszym zapotrzebowaniu na siłę uciągu.

Tabela XIII. Nakłady pracy ciągników w uprawie poszczególnych rodzajów roślin w wybranych gospodarstwach o areale 30-55 ha UR

Rodzaj uprawy	Powierzchnia pola	Średnia moc użytych ciągników	Nakłady pracy ciągników	
	ha		kW	godz./ha
Buraki (kombajn 1-rzęd.)	3,7	48	53	2870
Ziemniaki (kombajn 1-rzęd.)	6,5	39	46	1876
Ziemniaki (kombajn 1-rzęd.)	5,5	47	44	2013
Kukurydza na kiszonkę (sieczkarnia ciągnikowa)	1,2	41	41	1692
Sianokiszonka (sieczkarnia samobieźna)	17	27	35	954
Kukurydza na kiszonkę (sieczkarnia samobieźna)	9	26	32	864
Mieszanka jara	9	23	29	722
Pszenica jara	8,3	50	24	1203
Pszenica ozima	10	48	21	1042
Zboża jare	13,8	38	19	767
Kukurydza ziarno	14,5	51	17	841
Zboża ozime	7	38	16	636
Pszenżyto ozime	7,0	47	14	669
Siano (kosiarka + zbieracz pokosów)	3,5	36	10	320

Źródło: Wyniki badań IBMER z lat 1992-2002

Załącznik 6 - Tolerancja oceny doboru maszyn do gospodarstw rolnych

Możliwość uwzględnienia 20% marginesu tolerancji, w ocenie racjonalności doboru maszyn do gospodarstw, wynika z kilku podstawowych przyczyn:

- a). Trudność w precyzyjnym oszacowaniu potencjalnego wykorzystania maszyny w gospodarstwie wyłącznie na podstawie danych zawartych we wniosku o przyznanie pomocy.
- b). Zróżnicowanie warunków pracy maszyn w poszczególnych gospodarstwach.
- c). Zróżnicowanie właściwości eksploatacyjnych podobnych typów maszyn i urządzeń rolniczych.

a). Potencjalne wykorzystanie maszyny w gospodarstwie

Sposób oszacowania potencjalnego wykorzystania maszyny w gospodarstwie omówiono w publikacji A. MUZALEWSKIEGO i in [2007a] (str. 39-40). Trzeba w tym miejscu podkreślić, że oszacowana wartość potencjalnego wykorzystania maszyny W_R jest wielkością przybliżoną, która przy określonej strukturze zasiewów zależy między innymi od stosowanej technologii produkcji, w tym poziomu zmechanizowania oraz krotności wykonywania zabiegów itp.

Należy ponadto pamiętać o cyklicznej, corocznej zmienności zapotrzebowania gospodarstwa na pracę środków mechanizacji. Jest ono powodowane pewnym zróżnicowaniem struktury zasiewów w poszczególnych latach. To zróżnicowanie najczęściej wynika z zasady stosowania płodozmianu i związanej z nią rotacją upraw poszczególnych roślin pomiędzy polami o niejednakowej wielkości, względnie jest powodowane czynnikami koniunkturalnymi. W rezultacie gospodarstwo zwykle dysponuje pewną nadwyżką potencjału maszyn (ich liczby lub wydajności) w stosunku do potrzeb wynikających z przeciętnej struktury i powierzchni upraw.

b). Zróżnicowanie warunków pracy maszyn w poszczególnych gospodarstwach

Specyficzne potrzeby gospodarstw, ze względu na liczbę i wydajności maszyn oraz moce ciągników determinowane są indywidualnymi warunkami gospodarowania. Te warunki wpływają na racjonalność doboru środków mechanizacji do poszczególnych gospodarstw, a dalej na ocenę tego doboru, w tym na wartość wskaźników tzw. minimalnego wykorzystania maszyny. Wykorzystanie minimalne maszyny W_R^N obliczamy wg wzoru:

$$W_R^N = \frac{k \cdot T_H \cdot W_{07}}{T} \text{ (ha/rok)}$$

gdzie:

T_H – potencjał eksploatacyjny maszyny wyrażany najczęściej liczbą godzin pracy, h,

W_{07} – wydajność eksploatacyjna, ha/h,

T – okres eksploatacji, lata,

k – współczynnik korekcyjny (przyjęty dla PROW 2014-2020 na poziomie 0,5-0,75 wartości normatywnych).

Przyjmujemy, że wyrażony w godzinach pracy potencjał pracy maszyny T_H ma wartość stałą. Wielkością zmienną jest natomiast wydajność maszyny, zależna nie tylko od jej parametrów technicznych (np. szerokość robocza, moc silnika), ale również od warunków pracy. Te

warunki pracy maszyn rolniczych charakteryzowane są między innymi następującymi czynnikami:

- przyrodniczymi (rodzaj/zwięzłość gleby, jej wilgotność i zakamienienie, opady deszczu w okresie prac polowych, wilgotność roślin w czasie zbioru),
- topograficznymi (rzeźba/pofałdowanie terenu, kształt i wielkość pól, liczba i odległość działek),
- produkcyjnymi (plony płodów rolnych, dawki środków produkcji, głębokość prac uprawowych, stan i zachwaszczenie upraw)
- organizacyjnymi (np. dostępność środków transportowych do odbioru płodów rolnych od kombajnów).

Ogół tych czynników rzutuje na ilość pracy możliwą do wykonania w ciągu dnia roboczego, a razem z liczbą dni dyspozycyjnych w okresie agrotechnicznym - na zdolność maszyny do wykonania określonej pracy w tym okresie. Zróżnicowanie powyższych warunków pomiędzy poszczególnymi gospodarstwami wpływa więc na wydajność prac maszynowych, a pośrednio na zmienną wartość wskaźników minimalnego wykorzystania określonego typu maszyny.

c). Zróżnicowanie właściwości eksploatacyjnych podobnych typów maszyn rolniczych

Jednym z pierwszych kroków podczas weryfikacji wniosku i oceny racjonalności zakupu maszyny jest identyfikacja jej rodzaju i typu (modelu), umożliwiająca określenie parametrów technicznych (np. szerokość robocza, liczba elementów roboczych, pojemność zbiornika, moc silnika itp.) oraz eksploatacyjnych, w tym zwłaszcza wydajności maszyny. Należy jednak zauważyć, że maszyny o podobnej specyfikacji ww. podstawowych parametrów technicznych, mogą różnić się np. wydajnością pracy, z uwagi na specyficzne rozwiązania konstrukcyjne, wyposażenie opcjonalne, moc współpracującego ciągnika itp.

Ponadto, taki parametr jak moc silnika ciągnika lub kombajnu zbożowego, nie zawsze jest jednoznacznym wyróżnikiem właściwości eksploatacyjnych danego sprzętu. Ta niejednoznaczność wynika ze stosowania przez poszczególnych producentów niejednakowych norm pomiaru mocy silników, określania różnych kategorii mocy (maksymalna, znamionowa), a także z braku szczegółowych informacji o zastosowanej normie pomiaru lub kategorii mocy. W rezultacie różnice mocy użytecznej poszczególnych pojazdów rolniczych mogą wynosić nawet kilkanaście procent pomimo deklarowanej w ich specyfikacji technicznej identycznej mocy silników. Powyższe różnice ograniczają możliwość precyzyjnego określenia zarówno wydajności środków mechanizacji, jak i wskaźników ich racjonalnego doboru do gospodarstw rolnych.

Zasadę uwzględnienia 20% marginesu tolerancji należy stosować przy ocenie racjonalności doboru wszystkich rodzajów środków mechanizacji, w tym ciągników, kombajnów, maszyn i urządzeń rolniczych.

Załącznik 7 - Tolerancja oceny doboru kombajnów zbożowych

Oceniając dobór do gospodarstwa kombajnu zbożowego porównuje się jego minimalne wykorzystanie w roku WR^N (ha/rok), będące pochodną mocy silnika i wydajności eksploatacyjnej W_{07} (ha/h), z potencjalną powierzchnią wykorzystania maszyny w gospodarstwie.

Szczegółowe zestawienie wydajności eksploatacyjnych dla kombajnów o różnej mocy, w zależności od rodzaju zbieranych roślin, ich plonu i wielkości pól zamieszczono w publikacji A.MUZALEWSKIEGO i in. [2007a] (Załącznik 4, Kombajny do zbioru zbóż).

Podane w tabeli 38 wydajności eksploatacyjne kombajnów zbożowych są wartościami średnimi dla stosunkowo dobrych plonów zbóż i roślin technologicznie podobnych (zboża 4-4,5 t/ha, rzepak 3-3,5 t/ha, kukurydza na ziarno 6-7 t/ha), uwzględniając krajową strukturę zasiewów tych roślin. Przy zbiorze zbóż podstawowych wydajności eksploatacyjne są o około 1,5% wyższe, od podanych w tabeli 38, a rzepaku i kukurydzy na ziarno - o około 8,5% niższe, natomiast grochu i łubinu - o około 40% niższe.

Wydajności dla większych od powyżej podanych plonów roślin są mniejsze, z uwagi na ograniczoną przepustowość zespołu młócająco-separującego oraz konieczność częstszego opróżniania zbiornika maszyny na środki transportowe. Należy przyjąć, że przy wzroście plonów zbóż z 4-4,5 t/ha do 6 t/ha wydajność pracy kombajnu zmniejszy się o około 5-7%.

Wydajności uzyskiwane na polach 10-20 ha i większych są o około 5-10% wyższe niż na polach o powierzchni 4-5 ha. Na małych 1-2 ha polach wydajność zbioru zbóż jest o około 10-20% niższa od podanych w tabeli. W przypadku kombajnów o dużej szerokości roboczej spadki wydajności podczas pracy na małych polach mogą być znacznie większe.

Głównym parametrem determinującym wydajność efektywną kombajnu zbożowego jest jego przepustowość, zależna od rozwiązań konstrukcyjnych i parametrów techniczno-eksploatacyjnych zespołów: młócającego, separującego i czyszczącego. Przepustowość kombajnu wyrażana jest w kg/s. Określa ona zdolność kombajnu do wymłócenia określonej masy zboża (słomy i ziarna) w jednostce czasu przy dopuszczalnym (minimalnym) poziomie strat, uszkodzeń i zanieczyszczeń ziarna. Jednak producenci najczęściej nie podają wartości tego parametru w specyfikacji technicznej kombajnów¹⁴.

W tej sytuacji o przepustowości i wydajności kombajnu wnioskujemy pośrednio, z pewnym przybliżeniem, głównie na podstawie mocy silnika, czasami na podstawie szerokości roboczej zespołu żniwnego.

Trzeba jednak zauważyć, że z początkiem 2008 roku wprowadzono w Polsce obowiązek stosowania silników w pojazdach rolniczych zgodnych z wymaganiami normy Stage IIb celem ograniczenia emisji szkodliwych składników spalin do atmosfery. Obecnie emisje z tych silników muszą być zgodne z normą Stage IV (Final Tier 4). Wymogi tych norm mogą być dotrzymane między innymi przez intensywne schładzanie powietrza doładowującego. Wiąże się to jednak z obniżeniem mocy użytecznej silnika, z uwagi np. na konieczność zastosowania wydajnego wentylatora chłodzącego.

Poza tym większość nowoczesnych kombajnów jest sprzedawana z napędem hydrostatycznym, który pobiera więcej mocy niż maszyny z napędem mechanicznym. Ponadto oferowane obecnie kombajny wyposażone są w standardzie w klimatyzację, która również ma określone zapotrzebowanie na moc silnika. Dodatkowym czynnikiem

¹⁴ Jest to zresztą wielkość zmienna zależna np. od rodzaju zbieranego zboża (łatwość wymłacania oraz stosunek masy ziarna do słomy), wilgotności w trakcie zbioru, zachwaszczenia łąki zboża, oraz zależy ona także od warunków terenowych, a zwłaszcza od poprzecznego nachylenia terenu.

obniżającym moc przekazywaną na zespoły młócaço-separujące jest powszechne stosowanie opon radialnych. Zmniejszają one co prawda jednostkowe naciski na glebę, ale podnoszą o kilka procent opory przetaczania kombajnu po polu, a tym samym zwiększają także zapotrzebowanie na moc silnika.

W rezultacie, celem zapewnienia określonej wydajności zbioru, współczesny kombajn musi obecnie dysponować wyraźnie mocniejszym silnikiem, niż jeszcze kilka lat temu.

Ogół powyższych czynników (zróżnicowanie warunków zbioru, wzrost mocy silników itp.) uzasadnia stosowanie tolerancji w ocenie racjonalności doboru kombajnu do gospodarstwa i do określonego arealu zbóż. Wartości tych tolerancji zostały zamieszczone pod tabelą 38 i należy je stosować niezależnie od osiągniętych w gospodarstwie plonów zbóż.

Szerokość zespołu żniwnego (hedera)

Podane w tabeli 38 szerokości zespołów żniwnych są wielkościami orientacyjnymi, przeciętnymi dla danej mocy kombajnu.

Należy zwrócić uwagę, że kombajn o określonej mocy silnika i przepustowości może być wyposażony w hedery o różnej szerokości. Szerokość zespołu żniwnego dobiera się głównie w zależności od wysokości osiągniętych plonów zbóż. Zasadniczym ograniczeniem jest w tym przypadku określona przepustowość (i moc) kombajnu oraz fakt, że jego prędkość robocza nie powinna przekraczać 6-8 km/h. Dlatego węższe z oferowanych do danego modelu kombajnu hedery stosowane są przez rolników uzyskujących wyższe od przeciętnych plony zbóż. A trzeba przy tym dodać, że nowe kombajny są kupowane nie przez rolników uzyskujących przeciętne, a więc stosunkowo niskie plony zbóż, a przez czołowych producentów rolnych gospodarujących na lepszych glebach i/lub stosujących zaawansowane, intensywne technologie uprawy zbóż o plonie rzędu 5-8 t/ha. Przy tak wysokich plonach zbiór zbóż wykonywany jest z mniejszą wydajnością powierzchniową, z uwagi na ograniczoną przepustowość kombajnu. W tym przypadku zapewnienie optymalnej przepustowości kombajnu, przy danej prędkości roboczej, jest możliwe przy mniejszej szerokości zespołu żniwnego.

Z powyższych względów mniejsza od typowej (jak w tabeli 38) szerokość zespołu żniwnego może być jedynym z argumentów uzasadniających zastosowanie obniżonych kryteriów w ocenie racjonalności doboru kombajnu do gospodarstwa. Trzeba jednak dodać, że w większości przypadków różnica pomiędzy minimalną powierzchnią wykorzystania, wyznaczoną według mocy silnika lub według szerokości roboczej zespołu żniwnego, powinna się zawierać w standardowym 20% marginesie tolerancji oceny.

Heder do zbioru kukurydzy na ziarno

Przy zbiorze kukurydzy na ziarno konieczna jest wymiana tradycyjnego zespołu żniwnego do zbioru zbóż na adapter (heder) rzędowy przystosowany do zbioru kolb kukurydzy. Jego zadaniem, oprócz oberwania kolb, jest także rozdrobnienie i rozrzucenie ściętych łodyg. Wiąże się to z dużym nakładem energii z uwagi na twardość i znaczną masę łodyg (kilkakrotnie większą niż przy zbiorze zbóż). W rezultacie do napędu takich adapterów potrzeba około 2,5–3-krotnie więcej mocy niż w przypadku tradycyjnych hederów do zbioru zbóż i zastosowania kombajnów o większej mocy silnika.

Warto przy tym podkreślić, że w 2007 r. kukurydza na ziarno uprawiana była na powierzchni 263 tys. ha, co stanowiło zaledwie 3,1% zasiewów ogółu zbóż, a w 2014 r. już na powierzchni 678,3 tys. ha, z 9,1% udziałem w strukturze zasiewów ogółu zbóż.

Powyższe dane i argumenty uzasadniają zastosowanie dodatkowej tolerancji oceny przy doborze kombajnów do gospodarstw rolnych w przypadku istotnego udziału kukurydzy na ziarno w strukturze upraw zbóż i roślin technologicznie podobnych.

Rozdrabniacz (szarpacz) słomy

Obecnie większość kombajnów jest standardowo wyposażona w rozdrabniacz słomy, a opcjonalnie w dodatkowy rozrzutnik słomy i plew. Zapotrzebowanie mocy na rozdrabnianie słomy wynosi 10-16 (20) kW w zależności od typu kombajnu i rozdrabniacza. Napęd tego urządzenia pochłania w dużych kombajnach 7-10%, a w mniejszych około 10-13% mocy generowanej przez silnik. Taką nadwyżką mocy powinien dysponować silnik kombajnu, aby utrzymać założoną wydajność zbioru. W przeciwnym przypadku efektywna wydajność zbioru zbóż zmniejsza się o 15-20%, a wydajność eksploatacyjna o 10-15%.

Biorąc pod uwagę powyższe argumenty należy obniżyć kryterium oceny doboru kombajnów zbożowych wyposażonych w rozdrabniacz słomy łącznie o 25%, zamiast standardowego 20% marginesu tolerancji oceny wykorzystania w roku.

Zbiór zbóż w terenie pofałdowanym

W terenie pofałdowanym, a zwłaszcza na zboczach o pochyleniu powyżej 10-15% jakość pracy kombajnów zbożowych ulega znacznemu pogorszeniu. Wzrastają straty i zanieczyszczenia ziarna wynikające z nierównomiernego obciążenia zespołów wydzielających i czyszczących, powodowane przesuwaniem się masy słomy i ziarna w kierunku pochylenia kombajnu. Obniża się również stabilność oraz przepustowość i wydajność kombajnów, zwiększa natomiast zapotrzebowanie na moc.

Kombajn zbożowy osiąga niższe wydajności pracy w terenie pochyłym z uwagi na:

- ograniczoną mocą silnika prędkość jazdy podczas ruchu pod górę,
- konieczność cięcia zboża niepełną szerokością hedera, względnie zbiór z mniejszą prędkością, aby minimalizować straty ziarna na wytrząsaczach oraz sitach czyszczących,
- konieczność częstszego zatrzymywania maszyny i rozładunku nie do końca wypełnionego ziarnem zbiornika, aby zmniejszyć obciążenie silnika i mechanizmów napędowych.

Dodatkowo w warunkach rolnictwa podgórskiego i górskiego zmniejszenie wydajności eksploatacyjnej kombajnów zbożowych powodowane jest ponadto:

- stratami czasu, z uwagi na wolniejsze i ostrożniejsze wykonywanie nawrotów na krańcach pola w celu zachowania stabilności kombajnu,
- małą powierzchnią pól, a w związku z tym większą liczbą nawrotów oraz trudniejszymi warunkami dojazdu do pól.

Tereny podgórskie charakteryzują się również większą częstotliwością i poziomem opadów deszczu, co zmniejsza liczbę dni dyspozycyjnych w okresie żniw. W tych trudnych warunkach potrzebne są maszyny o wyższej od typowej mocy i wydajności, w celu zapewnienia zbioru zbóż w stosunkowo krótkim okresie agrotechnicznym.

Ogół powyższych czynników przemawia za tym, aby dla kombajnów użytkowanych w terenach pofałdowanych i podgórskich stosować specjalne kryteria oceny ich doboru. Proponujemy, aby w tym przypadku stosować 30-35% tolerancję oceny wykorzystania kombajnów, w zależności od lokalnych warunków pracy (np. stopień nachylenia zboczy, rozdrobnienie pól, warunki i odległość dojazdu).

Literatura

1. AMMANN H. 2005. Maschinenkosten 2006. FAT-Berichte Nr 643
2. BANASIAK J. 1999. Agrotechnologia. PWN. Wrocław. ISBN 83-01-12697-3 ss. 482
3. BONSELS T., SCHMITZ H. 2013. Roboter: Zu viel Leerlauf. top agrar (de), Nr 1, R22-24
4. BUDZYŃSKI W. 2006. Efektywność wybranych czynników produkcji nasion rzepaku ozimego. Poradnik dla producentów - Rzepak, wyd. II, Biznes-Press
5. DRESZER K., GIEROBA J., ROSZKOWSKI A. 1998. Kombajnowy zbiór zbóż. IBMER. Warszawa. ISBN 83-86264-48-9 ss. 212
6. FE/MZ 2015. Gnojowica jest warta więcej niż myślisz. Bez pługa. Nr 1, s. 20-24
7. FNR 2010. Leitfaden Biogas. Von der Gewinnung zur Nutzung (Przewodnik biogazu. Pozyskiwanie i wykorzystanie). Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR). ISBN 3-00-014333-5 s. 274.
8. FRANCİK S., ŚLIPEK Z., HEBDA T., GRECZEK T. 2008. Wskaźniki charakteryzujące przydatność ciągników rolniczych do pracy w terenach górskich. Inżynieria Rolnicza Nr 9(107), s. 75-82
9. GAWORSKI M. 2010. Kryteria doboru ciągnika. Agrotechnika Nr 10, s. 42-45
10. GAZZARIN CH. 2014. Maschinenkosten 2014. Technik Agroscope Transfer Nr 37, ss. 52
11. GWARA M. 2014. Jakiego ciągnika oczekuje sadownik? Technika Sadownicza i Warzywnicza Nr 1, s. 26-35
12. GUS 2003a. Ciągniki, maszyny i inne środki transportu w gospodarstwach rolnych. Powszechny Spis Rolny 2002. Zakład Wydawnictw Statystycznych GUS. Warszawa, ss. 72
13. GUS 2003b. Rolnictwo na terenach górskich i terenach o słabszych warunkach glebowych 2002. Powszechny Spis Rolny 2002. Zakład Wydawnictw Statystycznych GUS. Warszawa, ss. 91
14. GUS 2003c. Systematyka i charakterystyka gospodarstw rolnych 2002. Powszechny Spis Rolny 2002. Zakład Wydawnictw Statystycznych GUS. Warszawa, ss. 308
15. GUS 2003d. Użytkowanie gruntów i ich jakość 2002. Powszechny Spis Rolny 2002. Zakład Wydawnictw Statystycznych GUS. Warszawa, ss. 85
16. GUS 2011. Środki produkcji w rolnictwie. Powszechny Spis Rolny 2010. Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, ISBN: 978-83-7027-487-0 ss. 112
17. GUS 2012. Charakterystyka gospodarstw rolnych. Powszechny Spis Rolny 2010. GUS Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, ISBN: 978-83-7027-505-1 ss. 468
18. GUS 2013. Rolnictwo na terenach specyficznych. Powszechny Spis Rolny 2010 (red. Matyka M.). GUS Warszawa. Zakład Wydawnictw Statystycznych, ISBN: 978-83-7027-541-9 ss. 153
19. GUS 2015. Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2013/2014. Zakład Wydawnictw Statystycznych GUS. ISSN 1507-1154 ss. 43
20. HARMS J., WENDL G. 2009. Analyse von Kapazitätsreserven bei automatischen Melksystemen. Landtechnik, Nr 6, s. 432-435
21. JUCHERSKI A. 2008. Problemy rozwoju górskiej techniki rolniczej. IBMER. Warszawa. ISBN 978-83-89806-24-8 ss.153
22. JUCHERSKI A. 2009. Postęp technologiczny w mechanizacji produkcji pasz na górskich użytkach zielonych. IBMER – GCBiW w Tyliczu. ISBN 978-83-89806-34-7 ss. 153

23. JUCHERSKI A., KRÓL K. 2011. Możliwości i uwarunkowania rozwoju technologiczno-ekonomicznego górskich towarowych gospodarstw rolnych. Inżynieria w Rolnictwie. Monografie. Nr 2. Falenty. ITP. ss. 200
24. KARWOWSKI T. 1998. Podstawy zespołowego użytkowania maszyn. IBMER. Warszawa. ISBN 8386264551, ss. 183
25. KAUFMAN R. i in. 2001. Automatisches Melken. FAT-Berichte, Nr 579, ss. 16
26. KLUKOWSKI J. 2007. Samobieżne ładowarki rolnicze. Atr express Nr 23
27. KOGLER F. i in. 2006. ÖKL - Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2006. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung ÖKL
28. KOWALIK I., GRZEŚ Z. 2006. Wpływ wykorzystania maszyn rolniczych na koszty mechanizacji w gospodarstwach rolniczych o różnej powierzchni. Inżynieria Rolnicza Nr 13, s. 201-208
29. KRUCZKOWSKI M. 2005. Analiza rynku i parku ciągnikowego krajowego rolnictwa - 2004. IBMER, Warszawa (s.dok. I/787)
30. KTBL 1994. KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft 1994/95. KTBL, Darmstadt. ISBN 3-7843-1900-9 ss. 290
31. KTBL 2004. Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/2005. KTBL, Darmstadt. ISBN 3-7843-2178-X ss. 573
32. KTBL 2012. Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/13. KTBL, Darmstad. ISBN 978-3-941583-64-1 ss. 824
33. LORENCOWICZ E. 2012. Poradnik użytkowania techniki rolniczej w tabelach. APRA, Bydgoszcz, ss. 132
34. MUZALEWSKI A. 2003. Wyposażenie w ciągniki według PSR 2002. Technika Rolnicza Nr 6
35. MUZALEWSKI A. 2004. Analiza i ocena wyposażenia gospodarstw w ciągniki oraz ich użytkowania, Inżynieria Rolnicza Nr 4(59), s. 121-129
36. MUZALEWSKI A. 2007a. Przygotowanie sposobów oceny racjonalności zakupu maszyn, urządzeń i ciągników rolniczych w ramach oceny ekonomiczno-technicznej dokonywanej w Działaniu „Inwestycje w gospodarstwach rolnych” Sektorowego Programu Operacyjnego „Restrukturyzacja i modernizacja sektora żywnościowego oraz rozwój obszarów wiejskich 2004-2006” oraz „Modernizacja gospodarstw rolnych” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2007-2013. Ekspertyza. IBMER. Warszawa, ss. 112
37. MUZALEWSKI A. 2007b. Koszty eksploatacji maszyn Nr 22. IBMER. Warszawa. ISBN 978-83-806-31-4 ss. 52
38. MUZALEWSKI A. 2010. Koszty eksploatacji maszyn Nr 25. ITP. Falenty-Warszawa. ISBN 978-83-62416-05-9 ss. 56
39. MUZALEWSKI A. 2013. Wyposażenie w kombajny do zbioru zbóż oraz ich użytkowanie w wybranych gospodarstwach rolnych. Problemy Inżynierii Rolniczej, z. 1 (79), s. 51-59.
40. MUZALEWSKI A. 2014. Wskaźniki wyposażenia rolnictwa w ciągniki w układzie regionalnym. Poster. XIX Międzynarodowa Konferencja Naukowo Techniczna nt. „Rolnictwo w warunkach wyzwań klimatycznych i środowiskowych”. Kielce 6.03.2014 r.
41. PAWLAK J. 1997. Ekonomia mechanizacji i energetyzacji rolnictwa. IBMER. Warszawa. ISBN 83-86264-42-X ss. 204
42. PAWLAK J. 2005. Wykorzystanie ciągników i maszyn samojezdnych w rolnictwie polskim. Problemy Inżynierii Rolniczej Nr 4(50), s. 51-56
43. PAWLAK J. 2006. Środki transportowe w rolnictwie polskim. Atr express Nr 16

44. PAWLAK J. 2010. Zakupy ciągników rolniczych w Polsce w ujęciu regionalnym. Problemy Inżynierii Rolniczej Nr 3 (77), s. 35-44
45. PAWLAK J. 2011. Sposoby i możliwości poprawy efektywności nakładów na mechanizację rolnictwa. Inżynieria w Rolnictwie. Monografie. Nr 1. ITP Falenty, ss. 119
46. PAWLAK J. 2013a. Powierzchnia gospodarstw rolnych a stan parku ciągnikowego. Problemy Inżynierii Rolniczej Nr 79, s. 13-22.
47. PAWLAK J. 2013b. Modernizacja parku ciągnikowego w Polsce w świetle wyników powszechnego spisu rolnego z 2010 r. Problemy Inżynierii Rolniczej Nr 81, s. 17-27.
48. PIETRZAK S. 2012. Priorytetowe środki zaradcze w zakresie ograniczania strat azotu i fosforu z rolnictwa w aspekcie ochrony jakości wody. ITP. Falenty. ISBN 978-83-62416-42-4 ss. 34
49. SGGW 1999. Praca zbiorowa. Katalog norm i normatywów. SGGW, Warszawa
50. PRUSZEK P. 2006. Poradnik PROW. Przepisy ochrony środowiska, normatywy i wskaźniki funkcjonujące w produkcji rolniczej. Red. P.Pruszek Wydanie I. CDR Brwinów, ss. 206
51. RABACEWICZ J. 2000. Środki techniczne do zbioru i transportu jabłek. Hasło Ogrodnicze Nr 9
52. RPT 2009. Test RPT/PIMR. Wielki test kosiarek dyskowych. Rolniczy Przegląd Techniczny, Nr 2, s. 52-76
53. SKÓRNICKI H. i in. 2010. Skrócone normatywy produkcji rolnej. MRiRW. Radom. ISBN 978-83-60185-67-4 ss. 132
54. SKUDLARSKI J. 2014. Ciągniki do warzyw. Technika Sadownicza i Warzywnicza Nr 1, s. 52-59
55. SØRENSEN C.G. 2003. Workability and machinery sizing for combine harvesting. Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research and Development, Vol. V
56. STACHURA W. 2006. Rośliny sadownicze [w] PRUSZEK P. Poradnik PROW. CODR, Brwinów
57. SZEPTYCKI A. i in. 2005. Stan i kierunki rozwoju techniki oraz infrastruktury rolniczej w Polsce. IBMER. Warszawa. ISBN 83-89-806096 ss. 237
58. SZULC K. 2015. Opóźniony termin siewu pszenicy ozimej. Farmer Nr 9, s. 64-71
59. WAWRZYŃCZAK P. 2000. Wybór ciągnika dla gospodarstwa sadowniczego. Hasło Ogrodnicze Nr 8
60. WINNICKI ST. 2013. Materiał niepublikowany. ITP O/Strzeszyn
61. WÓJCICKI Z. i in. 2009–2013. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. Cz. I–VI. ITP O/Warszawa.
62. WÓJCICKI Z., KUREK J. 2011a. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. Część III. ITP. Falenty – Warszawa. ISBN 978-83-62416-18-9, ss. 122
63. WÓJCICKI Z., KUREK J. 2011b. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. Część IV. ITP. Falenty – Warszawa. ISBN 978-83-62416-28-8, ss. 128
64. WÓJCICKI Z., RUDEŃSKA B. 2014. Wykorzystanie ciągników i nakłady siły pociągowej w badanych gospodarstwach rodzinnych. Mat.konf. Rolnictwo w warunkach wyzwań klimatycznych i środowiskowych. Kielce, 06-07.03.2014 r.

65. Dz.U. 2005. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 maja 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej objętej planem rozwoju obszarów wiejskich (Dz.U. 2005, Nr 93, p. 780)
66. Dz.U. 2015. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 sierpnia 2015 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania oraz wypłaty pomocy finansowej na operacje typu „Modernizacja gospodarstw rolnych” w ramach poddziałania „Wsparcie inwestycji w gospodarstwach rolnych” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020 (Dz.U. 2015, poz. 1371)