

**Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie**

Aleksander Muzalewski

## **Zasady doboru maszyn rolniczych**

*Kryteria oceny racjonalności doboru oraz wykorzystania  
wybranych maszyn i urządzeń rolniczych w ramach  
Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW 2007-2013)  
pod kątem działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”*

Warszawa 2008

*Dyrektor Instytutu*

prof. dr hab. inż. Andrzej Myczko

*Autor p. 7.1 w rozdziale IV*

mgr inż. Tadeusz Domasiewicz – kierownik Zakładu Mechanizacji  
Chowu Zwierząt IBMER

*Recenzenci wydania I*

doc. dr hab. inż. Edmund Lorencowicz – AR Lublin

prof. dr hab. inż. Jan Pawlak – IBMER, UW-M Olsztyn

ISBN 978-83-89806-21-5

*Wydanie II poprawione*

*Opracowanie redakcyjne*

mgr inż. Elżbieta Bień

*Druk*

Zakład Promocji IBMER

02-532 Warszawa, ul. Rakowiecka 32

tel. 0-25 542 11 70

Copyright by Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa

## Treść

<b>WPROWADZENIE .....</b>	<b>5</b>
<b>I. ZASADY RACJONALNEJ MECHANIZACJI GOSPODARSTW ROLNYCH .....</b>	<b>7</b>
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
<b>II. METODA OCENY RACJONALNOŚCI WYPOSAŻANIA GOSPODARSTW W ŚRODKI MECHANIZACJI .....</b>	<b>13</b>
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
<b>III. METODY I WSKAŹNIKI OCENY DOBORU WYBRANYCH ŚRODKÓW TRANSPORTOWYCH .....</b>	<b>23</b>
1. Ciągniki rolnicze .....	23
1.1. Technologiczna metoda doboru ciągników do gospodarstwa rolnego .....	23
1.2. Wskaźnikowa metoda oceny doboru ciągników do gospodarstwa rolnego .....	24
1.3. Kryteria oceny doboru ciągników rolniczych .....	25
1.4. Ciągniki sadownicze .....	27
1.5. Ciągniki na tereny górskie .....	28
2. Przyczepy rolnicze .....	29
2.1. Użytkowanie przyczep w gospodarstwach rolnych .....	29
2.2. Zasady doboru przyczep rolniczych oraz metoda i kryteria oceny .....	30
3. Ładowacze i ładowarki rolnicze .....	34
3.1. Ładowacze ciągnikowe .....	34
3.2. Ładowarki samobieżne .....	35
4. Podnośniki widłowe .....	38
4.1. Podnośniki widłowe ciągnikowe .....	38
4.2. Wózki widłowe podnośnikowe .....	38
<b>IV. WSKAŹNIKI OCENY DOBORU I WYKORZYSTANIA WYBRANYCH MASZYN, NARZĘDZI I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH .....</b>	<b>40</b>
1. Maszyny, narzędzia i urządzenia stosowane w uprawach polowych .....	40
1.1. Uwagi do metody oceny racjonalności zakupu maszyn .....	40
1.2. Pługi .....	42
1.3. Brony talerzowe .....	43
1.4. Agregaty podorywkowe .....	43
1.5. Aktywne maszyny uprawowe .....	44
1.6. Agregaty do uprawy przedsiewnej .....	45
1.7. Rozsiewacze nawozów mineralnych .....	46
1.8. Rozrzutniki obornika .....	46

1.9. Wozy asenizacyjne .....	47
1.10. Siewniki zbożowe .....	49
1.11. Siewniki punktowe.....	50
1.12. Opryskiwacze polowe.....	50
1.13. Kosiarki rotacyjne oraz przetrząsarki i zgrabiarki karuzelowe .....	51
1.14. Prasy zbierające.....	52
1.15. Przyczepy zbierające (zbieracze) do siana i słomy.....	53
1.16. Przyczepy zbierające silosowe.....	54
1.17. Kombajny zbożowe.....	54
1.18. Sieczkarnie polowe.....	55
1.19. Maszyny do zbioru ziemniaków .....	56
1.20. Maszyny do zbioru buraków cukrowych .....	56
2. Suszarnie ziarna.....	57
3. System GPS - rolnictwo precyzyjne .....	59
4. Maszyny i urządzenia do uprawy i zbioru roślin energetycznych.....	61
5. Maszyny stosowane w warzywnictwie .....	63
6. Maszyny i urządzenia stosowane w sadownictwie.....	65
6.1. Maszyny do zbioru i obróbki owoców.....	65
6.2. Zasady doboru opryskiwaczy sadowniczych .....	66
7. Maszyny i urządzenia stosowane w produkcji zwierzęcej.....	69
7.1. Ocena racjonalności doboru dojarek i schładzarek mleka .....	69
7.2. Maszyny i urządzenia do przygotowania i zadawania pasz.....	73
7.3. Wozy paszowe .....	74
7.4. Stacje paszowe .....	76
<b>ZAKOŃCZENIE .....</b>	<b>77</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>78</b>
<b>ZAŁĄCZNIKI .....</b>	<b>79</b>
Wyposażenie rolnictwa w ciągniki, przyczepy i ładowacze .....	80
Wybrane wyniki badań IBMER .....	82
Zwięzłość gleby.....	84
Nakłady pracy ciągników w technologiach produkcji roślinnej .....	85
Tolerancja oceny doboru maszyn do gospodarstw rolnych .....	87
Tolerancja oceny doboru kombajnów zbożowych .....	89

## **Wprowadzenie**

W listopadzie 2007 r. uruchomiono działanie „Modernizacja gospodarstw rolnych” w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) 2007-2013. Celem tego działania jest wsparcie finansowe inwestycji mających na celu poprawę konkurencyjności gospodarstw rolnych poprzez modernizację technicznej infrastruktury produkcyjnej, dostosowanie profilu, skali i jakości produkcji do potrzeb rynku, poprawę bezpieczeństwa żywności, poprawę warunków utrzymania zwierząt, ochrony środowiska lub bezpieczeństwa pracy. Pomoc przyznaje się na przedsięwzięcia modernizacyjne uzasadnione ekonomicznie, w tym pod względem ich kosztów, oraz zapewniające osiągnięcie i zachowanie powyższych celów. Realizacja projektu w gospodarstwie powinna przyczynić się do poprawy ogólnych wyników gospodarstwa, w tym między innymi do wzrostu wartości dodanej brutto. Projekty modernizacyjne będą także obejmowały zakup ciągników, maszyn i urządzeń rolniczych.

Składane przez rolników do Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) wnioski o dofinansowanie inwestycji w ramach działania „Modernizacja gospodarstw rolnych” 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 podstawowych przesłanek pozytywnej oceny projektu.

Wprowadzenie do gospodarstwa nowej maszyny, ciągnika bądź urządzenia powinno przyczynić się na przykład do poprawy: organizacji produkcji, 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. 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 sprzętu 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 pod kątem działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”. Publikacja zawiera wskaźniki eksploatacyjne i/lub wskaźniki racjonalnego wykorzystania, względnie wskaźniki doboru sprzętu do gospodarstw w zależności od skali produkcji, w tym od areалу 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 do doju i schładzania mleka oraz 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 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.

Niniejsze publikacja została opracowana na bazie materiału zawartego w ekspertyzie wykonanej w IBMER, której wyciąg jest dostępny między innymi na stronach internetowych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW) oraz ARiMR [Muzalewski 2007a]. W przygotowaniu materiału wykorzystano także merytoryczne sugestie i pytania kierowane do IBMER przez rolników, pracowników ARiMR, a także grono pozostałych zainteresowanych. W porównaniu z wersją internetową w obecnej publikacji zamieszczono wskaźniki racjonalnego wyposażenia gospodarstw dla szerszej grupy maszyn i urządzeń, obejmującej także wybrane środki stosowane w transporcie rolniczym. Zaproponowano również zmodyfikowaną i uszczegółowioną metodykę oceny doboru ciągników do gospodarstw rolnych.

Niniejsze opracowanie adresowane jest do potencjalnych beneficjentów działania „Modernizacja gospodarstw rolnych” oraz do pracowników ARiMR oceniających wnioski o przyznanie pomocy w tym działaniu. Mamy nadzieję, że zawarte w publikacji praktyczne wskaźniki, parametry i zalecenia będą przydatne przy ocenie prawidłowości doboru maszyn, ocenie możliwości skorzystania z funduszy unijnych oraz na etapie przygotowywania wniosków. Opracowanie może być także przydatne w praktyce rolniczej jako narzędzie ułatwiające wprowadzanie racjonalnego postępu technicznego w polskim rolnictwie.

# **I. Zasady racjonalnej mechanizacji gospodarstw rolnych**

## **1. Racjonalna mechanizacja gospodarstw rolnych**

Racjonalnie dobrany i użytkowany park ciągnikowo-maszynowy usprawnia realizację zabiegów produkcyjnych zgodnie z wymaganiami agrotechnicznymi - **okresy agrotechniczne i jakość wykonania zabiegów**, a jego **koszty** nie obciążają gospodarstwa ponad możliwości bieżącego **odtworzenia** posiadanego 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.) koszty utrzymania maszyn 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 odtworzenia** 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 odtworzenia 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. Obecnie te możliwości znacznie się poprawiły wskutek dopłat bezpośrednich oraz wsparcia modernizacji rolnictwa z programów unijnych.

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 odtworzenia 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** ważniejszych 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 rolniczych (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, 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 obsłudze 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.

**Odległość pola 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.

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. Należy w tym miejscu zauważyć, że 8,6% gospodarstw w Polsce ma przynajmniej jedną działkę położoną w odległości co najmniej 5 km od gospodarstwa, a 3,5% w odległości 10 km i więcej. Z uwagi na sprawną realizację prac należy przyjąć, że gospodarstwo o rozproszonej strukturze, z działkami (polami) położonymi w znacznej odległości od siedliska, 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/miała
Zakamienianie pola	Brak	Duże
Rzeźba terenu	Płaska	Pofalowana
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	Miała	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 przedsiwnej 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 realizowanych w działaniu „Modernizacja gospodarstw rolnych” (PROW 2007-2013) jest porównanie intensywności użytkowania tych środków mechanizacji z przyjętą wartością kryterialną. Miarą tego kryterium jest roczne wykorzystanie (w godz./rok względnie 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 programów pomocowych UE) 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 rolnym<sup>1</sup>, a z drugiej strony, celem zwiększenia dostępności rolników do techniki rolniczej i nowoczesnych rozwiązań w tym zakresie założono, że potencjał ten może być wykorzystany tylko 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.

W wyniku powyższych założeń określono normatywne (minimalne) wykorzystanie większości rodzajów środków mechanizacji na stosunkowo niskim poziomie, w porównaniu do dotychczas zalecanego. Uzasadnieniem dla takiego podejścia jest potwierdzony między innymi wynikami badań IBMER brak praktycznej możliwości pełnego wykorzystania

---

<sup>1</sup> 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.

potencjału eksploatacyjnego większości rodzajów środków mechanizacji w warunkach znacznego rozdrobnienia polskiego rolnictwa [Muzalewski 2007a]. W innym przypadku pomoc oferowana w ramach programu PROW 2007-2013 trafi wyłącznie do gospodarstw największych, gdyż pozostałe nie będą mogły zagwarantować odpowiedniego wykorzystania maszyn.

Zaproponowane wartości wskaźników racjonalnego (minimalnego) wykorzystania poszczególnych rodzajów, a w części przypadków także typów maszyn i urządzeń rolniczych, zostały ustalone na podstawie:

- danych literaturowych krajowych [Muzalewski 2007b], [Lorencowicz 2007], [Banasiak 1999] i zagranicznych [KTBL 1994, 2005], [Ammann 2005], [Kogler i in. 2006]
- badań własnych IBMER
- doświadczenia ekspertów z instytutów naukowych, a także producentów, dealerów i użytkowników sprzętu rolniczego.

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 obliczenie wartości wskaźnika będącego kryterium oceny (np.  $W_R^N$ ), jak również oszacowanie potencjalnej ilości wykonanej maszyną pracy. Do obliczenia wartości kryterialnej (granicznej) wykorzystuje się typowe wskaźniki eksploatacyjne maszyn zawarte np. w opracowaniach IBMER [Muzalewski 2007b] i Lorencowicza [2007].

### 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 380 rodzajów i typów ciągników, maszyn i urządzeń rolniczych. Rodzaj maszyny jest określony przez jej nazwę, a typ przez podstawowe parametry robocze, np.: szerokość robocza, moc, pojemność 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** odpowiednich upraw lub użytków zielonych (w ha).

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,
- liczby przyczep do liczby ciągników, itp.

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 380 rodzajów i typów 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.

### 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 działaniu „Modernizacja gospodarstw rolnych” 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 doboru<sup>2</sup>. W związku z tym podstawą do pozytywnej oceny racjonalności wyposażenia gospodarstwa w określony rodzaj sprzętu rolniczego powinno być spełnienie warunku:

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

---

<sup>2</sup> Szersze uzasadnienie tego stanowiska zamieszczono w załączniku 5



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, lata,
- T<sub>H</sub>** - potencjał eksploatacyjny maszyny w okresie trwania, godz.,
- k** - współczynnik korekcyjny,

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 płodów rolnych. Ryzyko obniżki plonu może powstać na skutek opóźnienia siewu, czy sadzenia w okresie przekraczającym termin 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. 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 ciągu 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 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:

- $W_{07}$  - 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 zlecniodawców, 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. 9-10<sup>00</sup>, a należy je zakończyć przed rosą wieczorną około 18-19<sup>00</sup>. W rezultacie jest to około 8-10 (9) godzin pracy kombajnu w ciągu dnia roboczego.

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

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

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 arealu  $A$  w sezonie agrotechnicznym liczącym 10-12 dni:

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

gdzie:

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

$A$  – powierzchnia zasiewów zboża 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 zbyt długim 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.

### **Jak ocenić racjonalność ?**

Jak podejść do oceny racjonalności zakupu kombajnów i innych maszyn w programie PROW 2007-2013?

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  $\pm 10\%$  areалу uprawy w kolejnych latach (w stosunku do podanej we wniosku), co wynika z zasady stosowania płodozmianu 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 jakości wykonania, producenta, a więc marki. Potencjał eksploatacyjny kombajnów zbożowych wynosi  $T_H = 3000$  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:

$$W_R \geq W_R^N,$$

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

#### Wniosek – ocena

Z porównania potencjalnego wykorzystania  $W_R$  kombajnu z zalecanym dla tego rodzaju maszyn wykorzystaniem normatywnym  $W_R^N$  wynika, że kombajn nie będzie dostatecznie intensywnie wykorzystany ( $W_R$  mniejsze od  $W_R^N$  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  $W_R \geq W_R^N$ . W tym celu należy wyznaczyć tę wydajność według poniższego wzoru:

$$W_{07} = \frac{A \cdot T}{T_H}$$

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

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

dla  $T = 30$  lat  $\Rightarrow$   $W_{07} = 80 \cdot 30 / 3000 = 0,80$  ha/godz.;  $W_R = 100$  godz./rok = 80 ha/rok

Z powyższych obliczeń wynika, że w zależności od przyjętego okresu eksploatacji  $T$  (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]. 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 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.

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 płodów 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 działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”. 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 oceny doboru ciągników do gospodarstwa rolnego

Z powyższych względów 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.

Przyjęte do porównań i oceny kryterialne wskaźniki wyposażenia gospodarstw w ciągniki rolnicze opracowano na podstawie analizy danych Powszechnego Spisu Rolnego (PSR) 2002, z uwzględnieniem wyników badań IBMER<sup>3</sup> oraz ocen ekspertów [PSR 2003a], [Muzalewski 2003, 2004], [Pawlak 2005], [Kruczkowski 2005], [Szeptycki i in. 2005].

Z analizy statystycznych danych PSR 2002 oraz badań IBMER 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. Można więc stwierdzić, 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 są dodatnio skorelowane z arealem gospodarstw. Poziom tych nakładów jest wypadkową liczby ciągników oraz ich mocy i stopnia zaangażowania w działalności rolniczej. Zaznacza się także logiczna tendencja wzrostu średniej mocy ciągników (**kW/ciągnik**) oraz łącznej ich mocy (**kW/gospodarstwo**) wraz ze zwiększeniem areálu gospodarstw. 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 rolniczych proponuje się następujący zestaw wskaźników:

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

Wartości wskaźników wyposażenia rolnictwa krajowego w ciągniki rolnicze, w ramach grup obszarowych gospodarstw posiadających ten rodzaj środka energetycznego, prezentuje tabela I (załącznik), a gospodarstw objętych badaniami IBMER – tabela III i IV (załącznik). 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, 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 rozwoju, w tym poziomem mechanizacji prac rolnych, preferowaną formą mechanizacji, kierunkiem 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.

<sup>3</sup> Badania działalności mechanizacyjnej grupy 43-80 gospodarstw w latach 1992-2002



Dokonując doboru ciągników do gospodarstwa i oceniając ten dobór w ramach działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”, 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 plany przyszłego rozwoju 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 działaniu „Modernizacja gospodarstw rolnych” uwzględnić około 20% nadwyżkę mocy ciągników w stosunku do aktualnych potrzeb gospodarstwa.

### 1.3. Kryteria oceny doboru ciągników rolniczych

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

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

Grupy gospodarstw	Liczba ciągników	Maksymalna moc ciągnika	Wskaźniki nasycenia gospodarstwa mocą ciągników	
			ha UR	szt./gospod.
5-10	1	30-45	30-45	4,3-5,9
10-20	1-2	34-51	45-70	3,4-4,6
20-35	2-3	38-58	80-120	3,1-4,2
35-50	3-4	44-66	112-168	2,8-3,8
50-75	3-4	52-78	144-216	2,5-3,3
75-100	4-5	63-94	172-258	2,1-2,8
100-150	4-5	78-117	210-310	1,7-2,3
150-300	5-6	90-135	286-430	1,4-1,9
300-500	6-7	104-156	400-600	1,1-1,5
500-750	7-8	126-190	510-765	0,9-1,2
750-1000	9-10	140-210	660-990	0,8-1,1

Źródło: Obliczenia własne

W ocenie doboru ciągników do gospodarstw o powierzchni do 100 ha nie należy uwzględniać pojazdów w wieku 20 i więcej lat, a dokładniej - ciągników o dużym stopniu zużycia. W przypadku gospodarstw bardzo dużych, do 500 ha, powyższą granicę proponujemy obniżyć do 15 lat, a w przypadku gospodarstw wielkoobszarowych, powyżej 1000 ha - do 12 lat.

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 błędu (około 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 późnym 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 przyzmowanie obornika itp.

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. Różnice w klasie uciążu podstawowego ciągnika pomiędzy gospodarstwami dysponującymi skrajnie różnymi glebami mogą być nawet dwukrotne.

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 uciążu. 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 bardzo wnikliwej analizy danych zawartych w „Planie rozwoju gospodarstwa” stanowiącym załącznik do wniosku o udzielenie dofinansowania projektu w ramach działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”.

#### **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. 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. 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. Należy również pamiętać, że ciągniki zwężone są mniej stabilne i nie nadają się do celów transportowych na drogach publicznych, szczególnie z bardzo obciążonymi przyczepami.

## 1.5. Ciągniki na tereny górskie

Największe obszary na terenach górzystych zajmowane są przez gospodarstwa rolnicze w województwach: małopolskim (53% powierzchni użytków rolnych), dolnośląskim (19,5%) i podkarpackim (19,0%). W 2002 r. na obszarach górskich znajdowało się ponad 188 tys. gospodarstw, z których blisko 54 tys. (29%) posiadało ciągniki [PSR 2003b]. Powierzchnia przeciętnego gospodarstwa górskiego wynosi zaledwie 2,74 ha UR. Gospodarstw o powierzchni powyżej 10 ha jest tylko 8,5 tys., tj. 4,5% gospodarstw położonych na terenach górskich. Na tych terenach gospodarstwa posiadające grunty na 6 i więcej działkach stanowią blisko 1/4 ogółu (24,7%), podczas gdy w całym rolnictwie o połowę mniej (12,4%).

Ciągnik przeznaczony do pracy w terenach górskich powinien dysponować mocą o 30-35% większą niż ciągnik w analogicznym gospodarstwie położonym na terenach nizinnych. 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 35-50 kW (48-68 KM) [Szeptycki i in. 2005]. 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.

Tradycyjny ciągnik powinien zachować stateczność na stoku o nachyleniu do 12°. Zadowalającą jakością 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 samobieżnym środkom 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. 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 siewczarnie polowe - to środki bardzo drogie, a koszty ich eksploatacji stosunkowo wysokie. Przystoje tych maszyn, powodowane 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 do zbioru pracowała bez przestojów. Liczba ta zależy między innymi od wydajności maszyny do zbioru, ładowności środków przewozowych, rodzaju zbieranego i transportowanego ładunku, wydajności urządzeń przeładunkowych w miejscu składowania oraz od odległości przejazdów [Pawlak 2006].

Przyczepy posiadało w 2002 r. tylko 465 tys. gospodarstw w liczbie 676 tys. przyczep ciągnikowych i 50 tys. samochodowych. Wskaźnik liczby przyczep przypadających na każde gospodarstwo posiadające ten rodzaj środka transportowego wynosi przeciętnie 1,53, przy czym w gospodarstwach z grupy 15-20 ha - 2,12, 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 dalszym ciągu niewystarczająca. Pewne uzupełnienie niedoboru przyczep transportowych w Polsce stanowią rozrzutniki obornika. Znajdują one zastosowanie zwłaszcza w mniejszych gospodarstwach do transportu np. beł słomy i siana, zielonek, okopowych. Liczba tych środków w przeliczeniu na 100 ciągników wyniosła w 2002 r. 37, a razem z przyczepami rolniczymi - 90.

W rozwiniętych, dobrze zmechanizowanych gospodarstwach prawie na każdy użytkowany w nich ciągnik przypada 1 przyczepa rolnicza - uniwersalna lub wywrotka. Te gospodarstwa należą do grupy gospodarstw silniejszych ekonomicznie, w tym zwłaszcza o większym areale użytków rolnych. Z danych GUS [PSR 2003c] wynika, że są to przeważnie gospodarstwa o powierzchni ponad 20 ha, w których wskaźnik liczby przyczep do liczby ciągników wynosi przeciętnie 0,92. W gospodarstwach większych (powyżej 50 ha) na każdy ciągnik przypada 1 przyczepa rolnicza, a łącznie z przyczepami samochodowymi wskaźnik ten osiąga wartość 1,06 przyczepy na 1 ciągnik. W małych gospodarstwach (do 5 ha) wartość powyższego wskaźnika wynosi 0,30 przyczepy/ciągnik.

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 handlem 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 wskazują, że w 41 gospodarstwach rodzinnych o areale od 8 do 150 ha przeciętne wykorzystanie przyczep rolniczych kształtuje się na poziomie 125 godz./rok i tylko w nielicznych przypadkach przekracza 250 godz./rok. Dotyczy to zwłaszcza tych jednostek, które samodzielnie zajmują się dostawą buraków cukrowych lub ziemniaków do punktu skupu. Badane gospodarstwa posiadały średnio po 2,4 przyczepy (od 1 do 6) o przeciętnej ładowności 4,7 t, w liczbie 0,93 przyczepy na każdy użytkowany ciągnik (od 0,33 do 2 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 oraz metoda i kryteria oceny

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 działania „Modernizacja gospodarstw rolnych”. 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 oceny jest weryfikacja dostosowania wielkości przyczepy do potrzeb przewozowych gospodarstwa, z uwzględnieniem indywidualnych uwarunkowań rolniczo-produkcyjnych i topograficznych. Przy powyższej ocenie proponujemy kierować się trzema zasadami 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** – tabela 3.

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 m<sup>3</sup>. Znajdują one zastosowanie głównie w firmach transportowych i w bardzo dużych gospodarstwach rolnych do przewozu roślin okopowych oraz zbóż i kukurydzy.

Tabela 3. Wskaźniki doboru przyczep rolniczych (cz.I)

Grupy gospodarstw	Liczba ciągników	Liczba przyczep	Wskaźnik liczby przyczep do liczby ciągników
ha UR	szt./gospod.	szt./gospod.	-
5-10	1	1	1,0-2,0
10-20	1-2	1-2	1,5-2,0
20-35	2-3	1-3	1,0-1,5
35-50	3-4	2-4	1,0-1,3
50-75	3-4	3-5	1,0-1,3
75-100	4-5	4-6	1,0-1,3
100-150	4-5	4-6	1,0-1,3
150-300	5-6	5-6	1,0-1,3
300-500	6-7	6-8	1,0-1,3
500-750	7-8	8-9	1,0-1,3
750-1000	9-10	10-12	1,0-1,3

Źródło: Obliczenia własne

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 tych przypadkach wartość powyższego wskaźnika wyniesie odpowiednio  $2/1 = 2$  lub  $3/2 = 1,5$ . 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 wyższa jak 1,1 do 1,33.

Największe z podanych w tabeli 3 wartości wskaźnika liczby przyczep dotyczą gospodarstw: wysokotowarowych, w tym gospodarstw specjalistycznych (np. sadowniczych, warzywniczych), z dużą liczbą zadań przewozowych i masy przewozowej, z dużym udziałem okopowych, o rozproszonej strukturze – z dużą liczbą odrębnych działek, o wyższych od przeciętnych odległościach transportowych, zarówno w transporcie wewnętrznym (pole-gospodarstwo-pole), jak i zewnętrznym (gospodarstwo-rynek).

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.

Kluczowe znaczenie ma także odpowiedni dobór zestawów przewozowych oraz organizacja ich pracy przy dostawie buraków do cukrowni. Zwykle cukrownia uzgadnia z plantatorem określony termin oraz tonaż dostawy buraków, np. 7 dni po 75 t/dzień. Do takiego planu dostaw, z uwzględnieniem odległości przejazdów, należy dostosować wydajność (w tonokilometrach na dzień) zestawów transportowych oraz wydajność maszyn do załadunku. Kwestia sprostania tym wymaganiom urasta obecnie do rangi problemu, w związku z likwidacją poszczególnych cukrowni, w tym punktów odbioru buraków. Dla sporej grupy plantatorów oznacza to konieczność przewozu buraków do cukrowni oddalonej o kilkadziesiąt, a nawet o 100 kilometrów, co praktycznie jest możliwe tylko z wykorzystaniem samochodów ciężarowych. Przy niedostatku środków transportowych w poszczególnych gospodarstwach, niektóre cukrownie zapewniają odpłatny odbiór buraków, obejmujący ich załadunek wraz z oczyszczeniem korzeni oraz transport.

Do prac wymagających wyjątkowo licznych i wydajnych zestawów transportowych zalicza się także zbiór zielonek, w tym kukurydzy na kiszonkę, przy użyciu siewczarni samobieżnych. Podmioty świadczące usługi tymi wydajnymi maszynami najczęściej oferują równoczesny odbiór od siewczarni i przewóz zebranego materiału do gospodarstwa (na przyrząd) własnymi przyczepami technologicznymi, przystosowanymi do przewozu materiałów objętościowych. Zwykle do współpracy z samobieżną siewczarnią potrzeba od 2 do 3 zestawów transportowych (ciągnik z przyczepą technologiczną) 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 (klasę) współpracującego ciągnika nie powinny być większe niż siła uciągu największego z użytkowanych w gospodarstwie ciągników. Dopuszcza się około 30% nadwyżkę wielkości przyczepy w stosunku do mocy posiadanych ciągników, z uwagi na fakt niepełnego wykorzystywania jej ładowności przy przewożeniu płodów rolnych – tabela 4.

Moc ciągnika jest w dużym stopniu skorelowana z jego siłą uciągu. W praktyce ciągniki o podanych w tabeli 4 zakresach mocy silnika charakteryzują się siłą uciągu niezbędną do pokonania oporów przetaczania w pełni obciążonej przyczepy. Podany w tabeli szeroki zakres mocy ciągników do współpracy z przyczepami o określonej ładowności wynika z różnych warunków pracy zestawów transportowych (pochylenie terenu, rodzaj podłoża), rodzaju ogumienia przyczepy, a także stopnia jej obciążenia.

#### **c) Dostosowanie ładowności przyczepy do powierzchni użytków rolnych gospodarstwa**

Pomocniczym kryterium oceny zasadności doboru przyczepy do konkretnego gospodarstwa rolnego jest powierzchnia użytkowanych gruntów rolnych – tabela 4. Naturalne jest, że wraz ze wzrostem powierzchni gospodarstwa zwiększa się ilość masy (ton) i pracy przewozowej (tonokilometry), a w konsekwencji zwiększa także się zapotrzebowanie gospodarstwa na bardziej liczne i o wyższej ładowności zestawy transportowe.



Kryterium dostosowania wielkości przyczepy do areálu 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.

Tabela 4. Wskaźniki doboru przyczep rolniczych (cz.II)

Ładowność	Objętość **	Moc ciągnika	Areał gospodarstwa
t	m <sup>3</sup>	kW	ha
do 2	1,0-2,5 (3,0)	16-22	każde gospodarstwo posiadające ciągnik
2-4	1,6-3,2 (5,1)	24-32	
4-6	2,7-4,2 (8,0)	35-45	powyżej 35
6-8	3,9-5,9 (9,2)	45-60	powyżej 100
8-10	8-12,5 (17,9)	55-75	powyżej 200
10-12	5,1-12 (18,0)	65-85	powyżej 500
12-14	10-14,5 (18,5)	73-95	
14-16	14-16 (22)	80-110	
16-18	15 (21)	90-120	powyżej 1000
18-20	18 (25)	95-130	
20-22	20 (28)	105-140	
22-24	22 (31)	110-150	

\*\* w nawiasach podano objętość przyczepy z nadstawkami

Źródło: Obliczenia własne

Zamieszczone w tabeli zakresy ładowności przyczep i areálu gospodarstw powinny ułatwić rolnikom wstępny dobór tych środków przewozowych do gospodarstwa, jak również mogą stanowić pomocnicze, ale nie przesądzające kryterium oceny tego doboru. Niemniej raczej nie należy się spodziewać, aby przyczepa o ładowności np. 14-16 ton znalazła racjonalne zastosowanie w gospodarstwie o powierzchni 20 lub 50 ha.

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. Warunek jest jeden – gospodarstwo musi posiadać ciągnik. 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 usuwanie obornika z obory lub chlewni z głęboką ściółką, do formowania przyzmy 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 najprostszymi rozwiązaniach tych urządzeń, duży wybór oraz uniwersalność zastosowań - możliwość wykorzystania zarówno w obojsciu, 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 5.

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.

Tabela 5. Wskaźniki doboru ładowaczy ciągnikowych

Udźwig	Wysokość podnoszenia	Rodzaj	Moc ciągnika	Minimalna obsada zwierząt lub areał gospodarstwa *
kg	m	-	kW	SD, ha
350	2,9	zawieszany	22-35	10-15 SD
500	4,0	zaczepiany	45	
350-400	2,5-3,0	czołowy	20-37	
500-550	2,5-3,0		28-55	20-50 ha
500-850	3,0-3,5		35-50	40-100 ha
1000-1400	3,0-3,5		44-60 (90)	75-150 ha
1500-1650	3,3-3,9		70-120(180)	100-250 ha
2200-2400	3,9-4,3		60-125	200 ha

\* Wartości orientacyjne; SD – sztuki duże

Źródło: Szacunki własne

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

W badanych w latach 1992-2002 przez IBMER 41 gospodarstwach o areale 8-150 ha UR przeciętne wykorzystanie ładowaczy ciągnikowych wynosiło 65 godz./rok (załącznik, tab. V). 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].

### 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 samobieżnych 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. Są to narzędzia pracy do szybkiego wykonywania najcięższych prac w obejściu. Ich podstawowym zastosowaniem jest usuwanie obornika z korytarzy gnojowych. Równie często są one wykorzystywane do dostarczania pokarmu zwierzętom, w tym dowożenia i rozwijania bel 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. Duża 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. Maksymalna 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, rozrutnika, 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 samobieżnych jest porównywalna z ceną ciągników. Potencjał pracy tych maszyn wynosi około 9000 godzin. Z ekonomicznego punktu widzenia powinny być użytkowane równie intensywnie jak ciągniki. Jest to możliwe np. przy codziennej obsłudze stada zwierząt. Ładowarka samobieżna 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 25-30 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, 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 bardzo dużych gospodarstwach i firmach usługowych. W polskim rolnictwie stosowane są najczęściej w gospodarstwach wielkoobszarowych o powierzchni powyżej 800-1000 ha. Typowy zakres zastosowań tej grupy maszyn obejmuje:

- stertowanie oraz transport, załadunek i rozładunek dużych bel słomy,
- załadunek obornika oraz formowanie przyzmy 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.

Tabela 6. Wskaźniki doboru ładowarek samobieżnych

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	25-30	-
	25-35	700-1000	1,0-3,0	50-75	-
	30-40	1500-2100	2,9-3,2	150-200	-
kołowe	35-45	2000-2400	3,2-3,4	-	75
	45-55	2400-2600	3,4-3,6	-	200
	55-75	2600-3200	3,4-3,8	-	500
teleskopowe	55-75	2000-3000	2,8-5,0	-	500
	75-95	3600-4100	6,0-7,0	-	1000
	95-115	3000-4000	5,0-8,0	-	1000

\* Wartości orientacyjne; SD – sztuki duże

Źródło: Szacunki własne

## **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 stosy, 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 1.2-1.14 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 2007-2013, 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 5 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 7. Wskaźniki wykorzystania pługów

Typy pługów		Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Minimalny areał gruntów ornych*	Okres eksploatacji $T$	Potencjał eksploatacyjny $T_{HA}$	Współczynnik korekcyjny $k$
		kW	ha/rok	ha	lata	ha	-
Zagonowe	2-skib.	22-30	8	5	25	700	0,3
	3-skib.	33-45	21	14	25	1050	0,5
	4-skib.	44-60	39	26	25	1400	0,7
	5-skib.	60-81	56	37	25	1750	0,8
Obracalne	2-skib.	37-52	16	10	25	1000	0,4
	3-skib.	59-66	45	30	20	1500	0,6
	4-skib.	66-81	80	53	20	2000	0,8
Obracalne półzawieszane	5-skib.	103-125	133	88	15	2500	0,8
	6-skib.	125-140	160	107	15	3000	0,8
	7-skib.	155-200	187	125	15	3500	0,8

\* 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  $W_R^N$ , ha/rok  
- Dodatkowe – minimalny areał gruntów ornych, ha

Dla dwu- i trzyskibowego pługa obracalnego wartość współczynnika  $k$  obniżono odpowiednio do 0,4 i 0,6. 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 8. 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 8. 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]

### 1.3. Brony talerzowe

Tabela 9. Wskaźniki wykorzystania bron talerzowych

Szerokość robocza	Typ brony	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Minimalna powierzchnia zasiewów*	Okres eksploatacji <b>T</b>	Potencjał eksploatacyjny <b>T<sub>HA</sub></b>	Współczynnik korekcyjny <b>k</b>
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

\* Areał gruntów ornych przy 1,5-krotnym zabiegu. W zależności od rodzaju brony talerzowe są najczęściej wykorzystywane do uprawy ściernisk, zwłaszcza po zbiorze rzepaku i kukurydzy oraz do doprawiania roli po orce.

### 1.4. Agregaty podorywkowe

Tabela 10. Wskaźniki wykorzystania agregatów podorywkowych

Szerokość robocza	Liczba zębów	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Minimalna powierzchnia zasiewów*	Okres eksploatacji <b>T</b>	Potencjał eksploatacyjny <b>T<sub>HA</sub></b>	Współczynnik korekcyjny <b>k</b>
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.

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).

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 brony talerzowe.

### 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 11. 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 12. Elementami roboczymi tych maszyn są zęby (noże, dłuta, stopki) zamontowane na poziomo obracającym się wale.

Tabela 11. Wskaźniki wykorzystania bron i kultywatorów wirnikowych

Szerokość robocza	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku		Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T <sub>HA</sub>	Współczynnik korekc. k	Wydajność eksploat. W <sub>07</sub>
		W <sub>R</sub> <sup>N</sup>					
m	kW	ha/rok	godz./rok	lata	ha	-	ha/godz.
2,0	60-80	40	56	20	2000	0,4	0,72
2,5	70-95	63	68	20	2500	0,5	0,92
3,0	80-110	90	82	20	3000	0,6	1,10
3,5	90-125	123	94	20	3500	0,7	1,30
4,0	100-140	140	90	20	4000	0,7	1,55
4,5	120-170	210	120	15	4500	0,7	1,75
6,0	140-200	280	114	15	6000	0,7	2,45

Tabela 12. Wskaźniki wykorzystania bron rotacyjnych

Szerokość robocza	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku		Okres eksploatacji T	Potencjał eksploatacyjny T <sub>HA</sub>	Współczynnik korekc. k	Wydajność eksploat. W <sub>07</sub>
		W <sub>R</sub> <sup>N</sup>					
m	kW	ha/rok	godz./rok	lata	ha	-	ha/godz.
1,8	60-95	36	51	20	1800	0,4	0,70
2,0	65-100	40	53	20	2000	0,4	0,75
2,25	65-105	45	54	20	2250	0,4	0,84
2,5	70-110	63	68	20	2500	0,5	0,92
3,0	100-120	90	84	20	3000	0,6	1,07
3,5	115-125	163	129	15	3500	0,7	1,27
4,0	115-130	187	127	15	4000	0,7	1,47

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 brony. Aktywne brony 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 arealy 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.

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 późniejszej, a w ograniczonym zakresie - wiosenną uprawę przesuszonych ciężkich gleb, w tym również wyrównanie niestarannie wykonanej orki.

## 1.6. Agregaty do uprawy przedsiewnej

Tabela 13. Wskaźniki wykorzystania agregatów do uprawy przedsiewnej

Szerokość robocza	Zestaw narzędzi	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Minimalny areal gruntów ornych*	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 przeciętnym 1,5-krotnym przedsiewnym zastosowaniu agregatu

## 1.7. Rozsiewacze nawozów mineralnych

Tabela 14. Wskaźniki wykorzystania rozsiewaczy nawozów mineralnych

Pojemność zbiornika	Liczba tarcz	Szerokość robocza	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Minimalny areał użytków rolnych*	Okres eksploatacji <b>T</b>	Potencjał eksploatacyjny <b>T<sub>H</sub></b>	Współczynnik korekcyjny <b>k</b>	Wydajność eksploatacyjna <b>W<sub>07</sub></b>
l	szt.	m	kW	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
300	1	8-12	18-22	24	<b>8</b>	25		0,50	1,2
400	1	8-12	18-22	29	<b>10</b>	25		0,50	1,5
400	2	10-15	33-37	37	<b>12</b>	20		0,60	1,2
600	2	10-15	37-48	70	<b>23</b>	15		0,70	1,5
800	2	12-18	51-59	91	<b>30</b>	15		0,70	1,9
1000	2	12-18	55-63	124	<b>41</b>	12	1000	0,70	2,1
1200	2	12-18	59-66	158	<b>53</b>	12		0,80	2,4
1500	2	15-21	74-103	196	<b>65</b>	10		0,80	2,4
2000	2	15-21	96-103	227	<b>76</b>	10		0,80	2,8
2500	2	18-24	118-132	296	<b>99</b>	10		0,90	3,3
3000	2	18-24	132-147	324	<b>108</b>	10		0,90	3,6

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

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, gdyż według danych GUS w 2006 r. wynosił tylko 122 kg NPK/ha w czystym składniku, w tym w poszczególnych województwach od 71 do 171 kg NPK/ha.

## 1.8. Rozrzutniki obornika

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 kilkadziesiąt 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.

Tabela 15. Wskaźniki wykorzystania rozrzutników obornika

Typ	Ładow- ność	Moc ciagnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$		Okres eksplo- atacji T	Potencjał eksploa- tacyjny $T_H$	Współ- czynnik korek- cyjny k	Wydajność eksploata- cyjna $W_{07}$
	t	kW	ha/rok	t/rok	lata	godz.	-	ha/godz.
1-osiowy	2,5	22	<b>3,3</b>	<b>68</b>	25	1250	0,60	0,11
1-osiowy	3,5	35	<b>4,9</b>	<b>110</b>	25		0,70	0,14
2-osiowy	4,0	37	<b>7,4</b>	<b>166</b>	20		0,70	0,17
Tandem	6,0	40	<b>10,3</b>	<b>267</b>	20		0,75	0,22
Tandem, 4- bębnowy	8,0	74	<b>14,1</b>	<b>356</b>	20		0,75	0,30

Najprostszą metodą oceny racjonalności wykorzystania rozrzutników obornika jest porównanie ilości wyprodukowanego w gospodarstwie obornika ze wskaźnikiem  $W_R^N$  wykorzystania minimalnego wyrażonego w t/rok.

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

- Dodatkowe – produkcja obornika, t/rok

### 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. Minimalne wykorzystanie tych maszyn w roku ( $W_R^N$ ) można więc określić zarówno liczbą wozów wywiezionej w roku gnojowicy/gnojówki (wozów/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  $W_R^N$  ( $m^3$ /rok). Można też posłużyć się wskaźnikami pomocniczymi.

Jednym z tych wskaźników jest **liczba krów mlecznych** (według stanu średniorocznego) w stadzie bydła chowanego w cyklu zamkniętym<sup>4</sup>. W tym przypadku danej liczbie krów i strukturze całego stada odpowiada określona liczebność poszczególnych grup wiekowych zwierząt w stadzie oraz łączna produkcja gnojówki lub gnojowicy przez to stado zwierząt. Przy zastosowaniu tego podejścia na jedną krowę mleczną (według stanu średniorocznego) 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 stada trzody chlewnej w zamkniętym cyklu produkcyjnym<sup>5</sup> wynoszą:

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

<sup>4</sup> Przeciętna struktura stada bydła mlecznego w cyklu zamkniętym: 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%

<sup>5</sup> 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%

Tabela 16. Wskaźniki wykorzystania wozów asenizacyjnych

Objętość zbiornika	Moc ciągnika	Okres eksploatacji <b>T</b>	Potencjał eksploatacyjny	Współczynnik korekcyjny <b>k</b>	Minimalne wykorzystanie w roku <b>W<sub>R</sub><sup>N</sup></b>		Liczba krów w stadzie bydła mlecznego*		Liczba tuczników w stadzie trzody chlewnej*	
					Liczba wozów gnojowicy/gnojówki	Ilość gnojowicy/gnojówki	System utrzymania zwierząt			
							beźściółkowy	plytka ściółka	beźściółkowy	plytka ściółka
m <sup>3</sup>	kW	lat	szt.	-	szt./rok	m <sup>3</sup> /rok	szt.	szt.	szt.	szt.
2,5	22	15	8000	0,5	267	667	14	71	90	119
3	25	15		0,6	320	960	20	102	130	171
4	32	12		0,7	467	1867	39	199	252	333
5	38	12		0,7	467	2333	49	248	315	417
7	52	12		0,8	533	3733	78	397	505	667
8	59	12		0,8	533	4267	89	454	577	762
10	73	10		0,8	640	6400	133	681	865	1143
12	87	10		0,8	640	7680	160	817	1038	1371
16	114	10		0,8	640	10240	213	1089	1384	1829

\* Struktura stada według cyklu zamkniętego

Wywóz gnojowicy, podobnie jak obornika, jest czynnością bardzo czasochłonną, z uwagi na stosowane dawki (15-30 m<sup>3</sup>/ha) i konieczną do wywiezienia na pole znaczną ilość ciepłego nawozu. Dla określonej dawki (w m<sup>3</sup>/ha) wydajność nawożenia gnojowicą limitowana jest przede wszystkim pojemnością wozu i odległością pola od gospodarstwa (tabela 17). W przypadku wozu o pojemności 2,5 m<sup>3</sup> wzrost odległości gospodarstwo-pole z 1 km do 4 km ogranicza wydajność tego zabiegu ponad dwukrotnie (z 7,9 m<sup>3</sup>/godz. do 3,49 m<sup>3</sup>/godz., tj. z 0,39 ha/godz. do 0,17 ha/godz.), a dla wozu o pojemności 5 m<sup>3</sup> blisko dwukrotnie. Zastosowanie wozu o pojemności 5 m<sup>3</sup>, zamiast 2,5 m<sup>3</sup>, zapewnia skrócenie czasu pracy o 34-43%, a więc wzrost wydajności o 57-66%, w zależności od odległości pola względem gospodarstwa.

Tabela 17. Wpływ odległości transportowej i pojemności wozu asenizacyjnego na wydajność nawożenia gnojowicą pola o powierzchni 2 ha w dawce 20 m<sup>3</sup>/ha

Pojemność wozu	Odległość gospodarstwo - pole						<b>4 km</b>	
	<b>1 km</b>			<b>4 km</b>			<b>1 km</b>	
	Czas pracy	Wydajność		Czas pracy	Wydajność		Wzrost czasu pracy	Spadek wydajności
m <sup>3</sup>	godz.	m <sup>3</sup> /godz.	ha/godz.	godz.	m <sup>3</sup> /godz.	ha/godz.	%	%
<b>2,5</b>	2,53	7,9	0,39	5,73	3,5	0,17	226	56
<b>5,0</b>	1,67	12,0	0,60	3,27	6,1	0,31	196	49
$\frac{5,0 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m}^3}$	Skrócenie o 34 %	Zwiększenie o 66%		Skrócenie o 43 %	Zwiększenie o 57%		×	×

Źródło: Obliczenia własne



Z powyższych względów gospodarstwo z działkami znacznie oddalonymi od siedliska (zbiornika gnojowicy) powinno dysponować wozem asenizacyjnym o większej pojemności, niż to wynika ze wskaźników zawartych w tabeli 16.

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

### 1.10. Siewniki zbożowe

Tabela 18. Wskaźniki wykorzystania siewników zbożowych

Szerokość robocza	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Minimalna powierzchnia zasiewów*	Okres eksploatacji <b>T</b>	Potencjał eksploatacyjny $T_H$	Współczynnik korekcyjny <b>k</b>	Wydajność eksploatacyjna $W_{07}$
m	kW	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
2,5	28	<b>13</b>	<b>10</b>	25	1400	0,40	0,60
2,7	28-35	<b>16</b>	<b>14</b>	25		0,45	0,65
3,0	35-44	<b>20</b>	<b>20</b>	25		0,50	0,70
4,0	55-60	<b>39</b>	<b>45</b>	25		0,60	1,15
4,5	55-60	<b>49</b>	<b>60</b>	25		0,70	1,25
6,0	75-90	<b>80</b>	<b>100</b>	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, ha

### 1.11. Siewniki punktowe

Tabela 19. Wskaźniki wykorzystania siewników punktowych

Szerokość robocza	Liczba sekcji	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Minimalny areal buraków, kukurydzy	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	<b>14,4</b>	<b>7</b>	25		0,60	0,75
3	6	35	<b>25,2</b>	<b>20</b>	20	800	0,70	0,90
6	12	55	<b>46,2</b>	<b>40</b>	20		0,70	1,65
Siewniki do kukurydzy								
3	4	33	<b>18,2</b>	<b>8</b>	25		0,60	0,95
4,2	6	45	<b>36,4</b>	<b>30</b>	20	800	0,70	1,30
6	8	60	<b>49,0</b>	<b>45</b>	20		0,70	1,75

\* Siewnik mechaniczny

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku  $W_R^N$ , ha/rok  
 - Dodatkowe – areal zasiewów buraków cukrowych lub kukurydzy, ha

Wartości kryterium dodatkowego - areal zasiewów buraków cukrowych lub kukurydzy - przyjęto arbitralnie, z uwzględnieniem ocen ekspertów.

### 1.12. 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:

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

gdzie:

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

$A_Z$  – 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  $A_Z$  (ha) będzie odpowiednio niższa od podanej w tabeli.

Tabela 20. Wskaźniki wykorzystania opryskiwaczy polowych

Pojemność zbiornika	Szerokość robocza	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Minimalna powierzchnia zasiewów * $A_Z$	Okres eksploatacji $T$	Potencjał eksploatacyjny $T_H$	Współczynnik korekcyjny $k$	Wydajność eksploatacyjna $W_{07}$
l	m	ha/rok	ha	lata	godz.	-	ha/godz.
300	10	<b>27</b>	<b>9</b>	20	1000	0,50	1,10
400	12	<b>33</b>	<b>11</b>	20		0,55	1,20
600	15	<b>51</b>	<b>17</b>	18		0,60	1,54
800	15	<b>69</b>	<b>23</b>	17		0,65	1,80
1000	18	<b>90</b>	<b>30</b>	16		0,65	2,22
1500	18	<b>142</b>	<b>47</b>	15		0,70	3,05
2000	21	<b>168</b>	<b>56</b>	15		0,70	3,60
3000	24	<b>210</b>	<b>70</b>	15		0,70	4,50
4000	24	<b>243</b>	<b>81</b>	15		0,70	5,20

\* 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  $W_R^N$  (ha/rok)  
- Dodatkowe – powierzchnia zasiewów  $A_Z$  (ha)

### 1.13. Kosiarki rotacyjne oraz przetrząsarki i zgrabiarki karuzelowe

Tabela 21. Wskaźniki wykorzystania kosiarek rotacyjnych

Szerokość robocza	Moc ciągnika	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Powierzchnia łąk 3-kośnych	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	<b>11</b>	<b>3,6</b>	25	1200	0,50	0,45
1,5	30	<b>17</b>	<b>5,7</b>	24		0,60	0,57
1,65	37	<b>22</b>	<b>7,3</b>	23		0,60	0,70
1,9	45	<b>36</b>	<b>12</b>	22		0,70	0,90
2,1	45	<b>39</b>	<b>13</b>	21		0,70	1,00
2,4	50	<b>48</b>	<b>16</b>	20		0,70	1,15
3	54	<b>63</b>	<b>21</b>	20		0,75	1,40
4,5	83	<b>96</b>	<b>33</b>	20		0,75	2,15
8,5 (3-sekc.)	140	<b>180</b>	<b>60</b>	20		0,75	3,90

Rotacyjne kosiarki bębnowe (górnonapędowe) zaleca się stosować na łąkach o niskiej kulturze, zakamienionych, z dużą liczbą kretowisk. Są one wyraźnie tańsze od kosiarek dyskowych (dolnonapędowych) 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.

Natomiast kosiarki dyskowe wyróżnia mniejsza masa (w odniesieniu do 1 m szerokości roboczej) oraz mniejsze zapotrzebowanie na moc współpracującego ciągnika. Prędkość pracy tych maszyn może osiągać nawet 15-20 km/h, a szerokość robocza 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.

Tabela 22. Wskaźniki wykorzystania przetrząsarek i zgrabiarek karuzelowych

Szerokość robocza	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Powierzchnia łąk 3-kośnych*	Okres eksploatacji $T$	Potencjał eksploatacyjny $T_{HA}$	Współczynnik korekcyjny $k$	Wydajność eksploatacyjna $W_{07}$
m	ha/rok	ha	lata	ha	-	ha/godz.
3	<b>30</b>	<b>3,3</b>	25	1500	0,50	0,95
4	<b>44</b>	<b>4,9</b>	25	2000	0,55	1,33
5	<b>60</b>	<b>6,7</b>	25	2500	0,60	1,67
6	<b>78</b>	<b>8,7</b>	25	3000	0,65	2,22
7	<b>123</b>	<b>13,6</b>	20	3500	0,70	2,63
8	<b>140</b>	<b>15,6</b>	20	4000	0,70	3,33
10	<b>188</b>	<b>20,8</b>	20	5000	0,75	4,35

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

Kryteria oceny: - Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku  $W_R^N$ , ha/rok  
 - Dodatkowe – powierzchnia łąk 3-kośnych, ha

#### 1.14. Prasy zbierające

Tabela 23. Wskaźniki wykorzystania pras zbierających

Rodzaj prasy	Wymiary beli	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Okres użytkowania $T$	Potencjał eksploatacyjny $T_H$	Współczynnik korekcyjny $k$	Wydajność eksploatacyjna $W_{07}$
	m	ha/rok	lata	godz.	-	ha/godz.
Wysokiego stopnia zgniotu	0,45×0,36×1,0	<b>20</b>	25	1300	0,6	0,65
Zwijające	1,2 × 1,2	<b>31</b>	25	1300	0,6	1
	1,5 × 1,2	<b>39</b>	25		0,65	1,15
	1,8 × 1,2	<b>44</b>	25		0,65	1,3
Wielkogabarytowe	0,8×0,5×1,25	<b>68</b>	20	1300	0,65	1,6
	0,8×0,7×1,5	<b>116</b>	20	1500	0,7	2,2
	1,2×0,7×2,2	<b>168</b>	20	1500	0,7	3,2

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

### Kryteria oceny:

- Podstawowe – minimalne wykorzystanie w roku  $W_R^N$ , ha/rok
- Dodatkowe – suma powierzchni łąk 2 lub 3-kośnych, powierzchni uprawy zbóż oraz np. powierzchni zbioru miscantusa

### **1.15. Przyczepy zbierające (zbieracze) do siana i słomy**

Tabela 24. Wskaźniki wykorzystania przyczep zbierających

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

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

gdzie:

$\mathbf{\mathbb{L}}$  – 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 2

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  $m^3$ .

## 1.16. Przyczepy zbierające silosowe

Tabela 25. 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	<b>54</b>	<b>18</b>	25	1600	0,60	1,40
25	75	<b>64</b>	<b>21</b>			0,65	1,55
28	90	<b>74</b>	<b>25</b>			0,70	1,65
35	130	<b>85</b>	<b>28</b>			0,70	1,90
40	150	<b>92</b>	<b>31</b>			0,70	2,06

\* Przyczepy z rotorem ładującym i nożami docinającymi do zbioru podwiedniętych zielonek na sianokiszonkę; \*\* wydajności dla plonu jednego pokosu 5,5 t/ha podwiedniętej zielonki

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

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.

## 1.17. Kombajny zbożowe

Tabela 26. Wskaźniki wykorzystania kombajnów zbożowych

Moc silnika	Zespół żniwny (heder)	Minimalne wykorzystanie w roku, $W_R^N$					Okres eksploatacji $T$	Potencjał eksploatacyjny $T_H$	Współcz. korekcyjny $k$	Wydajność eksploatac. $W_{07}$
		podstawowe	- 20%	- 25%	- 30%	- 35%				
kW	m	ha/rok					lata	h	-	ha/h
75	3,4	<b>54,6</b>	43,7	41,0	38,2	35,5	25	3000	0,70	0,65
80	3,5	<b>58,0</b>	46,4	43,5	40,6	37,7	25			0,69
90	4,0	<b>64,7</b>	51,7	48,5	45,3	42,0	25			0,77
100	4,2	<b>71,4</b>	57,1	53,6	50,0	46,4	25			0,85
125	4,5	<b>88,2</b>	70,6	66,2	61,7	57,3	25			1,05
150	5,0	<b>105,0</b>	84,0	78,8	73,5	68,3	24			1,2
175	5,6	<b>123,3</b>	98,6	92,4	86,3	80,1	23			1,35
220	6,0	<b>152,7</b>	122,2	114,5	106,9	99,3	22			1,6
250	7,0	<b>170,0</b>	136,0	127,5	119,0	110,5	21			1,7
300	7,5	<b>199,5</b>	159,6	149,6	139,7	129,7	20			1,9

\* Szerokość zespołu żniwnego podano jako wielkość orientacyjną;

\*\* Wydajności podano dla plonów zbóż 4-4,5 t/ha

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 20-35% tolerancji oceny – wyjaśnienia wg załącznika 6.

Tolerancja oceny: 20% - standardowa, 25% - kombajn z szarpaczem słomy, 30-35% - praca w terenie pofałdowanym lub podgórskim.

Wydajności kombajnu zbożowego podano jako średnią 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 wydajności eksploatacyjne są o około 5% wyższe, od podanych w tabeli, rzepaku i kukurydzy na ziarno o około 5% niższe, a grochu i łubinu o około 40% niższe.

Wydajności dla większych od wymienionych plonów roślin są wyraźnie niższe, 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.

Szczegółowe zestawienie wydajności eksploatacyjnych kombajnów o różnej mocy, w zależności od rodzaju zbieranych roślin, ich plonu i wielkości pól zamieszczono w publikacji „Ekspertyza – racjonalność zakupu maszyn” (Załącznik 4, Kombajny do zbioru zbóż, s. 94).

### 1.18. Sieczkarnie polowe

Tabela 27. 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 $W_{07}$
<b>Ciągnikowe*</b>	kW	ha/rok	lata	ha	-	ha/godz.
1-rz.	50	<b>2,9</b>	25	150	0,65	0,25
2-rz.	70	<b>5,3</b>	25	250	0,70	0,50
3-rz.	90	<b>8,4</b>	25	375	0,75	0,58
2,25 m **	90	<b>6,8</b>	25	300	0,75	0,65
<b>Samobieżne*</b>	kW	ha/rok	lata	godz.	-	ha/godz.
4-rz.	150	<b>63</b>	25	3000	0,75	0,70
4-rz.	200	<b>87</b>	20			0,77
6-rz.	250	<b>119</b>	20			1,06
6-rz.	300	<b>126</b>	20			1,12
8-rz.	350	<b>151</b>	20			1,34

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

\*\* Sieczkarnia z hederem bezrzędowym

W ocenie wykorzystania sieczkarni należy uwzględnić areal 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:

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

gdzie:

$\mathbf{\mathbb{L}}$  – powierzchnia łąk, ha

$\mathbf{A_K}$  – powierzchnia kukurydzy na kiszonkę, ha

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

### 1.19. Maszyny do zbioru ziemniaków

Tabela 28. 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	<b>4,5</b>	20	400	0,5	0,45
	4-rz.	70	<b>12,6</b>			0,7	0,9
Kopaczka przenośnikowa	1-rz.	22	<b>2,2</b>	25	800	0,4	0,17
	2-rz.	40-45	<b>4,0</b>			0,5	0,25
Kopaczka ładująca	2-rz.	60	<b>12,6</b>	20	1800	0,7	0,2
	4-rz.	110	<b>22,1</b>				0,35
Kombajn do ziemniaków	1-rz., 1,25 t	30-35	<b>6,3</b>	20	1800	0,7	0,1
	1-rz., 2,2 t	45-50	<b>7,6</b>				0,12
	1-rz., 3-3,5 t	60	<b>8,2</b>				0,13
	2-rz., 6 t	90	<b>10,7</b>				0,17
Kombajn do ziemniaków samobieżny	2-rz., 6 t	180-200	<b>25</b>	15	2000	0,8	0,22
	4-rz., 15 t	330	<b>50</b>				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.

### 1.20. Maszyny do zbioru buraków cukrowych

Tabela 29. 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	<b>5,3</b>	25	2000	0,6	0,11
	1-rz., 3,5 t	40-50	<b>7,3</b>	25		0,7	0,13
	2-rz., 7 t	55-65	<b>14,0</b>	20		0,7	0,20
Ogławiacz	3-rz.	25	<b>18</b>	20	1600	0,7	0,32
Ogławiacz	6-rz.	70	<b>38</b>			0,7	0,67
Wyorywacz	3-rz.	35	<b>17</b>			0,7	0,30
Wyorywacz	6-rz.	90-100	<b>36</b>			0,7	0,65
Kopaczka ładująca	3-rz.	70	<b>11</b>			0,7	0,20
Kombajn do buraków samobieżny	6-rz., 16 m <sup>3</sup>	205	<b>103</b>	15	4000	0,7	0,55
	6-rz., 24 m <sup>3</sup>	300	<b>131</b>			0,7	0,70
	6-rz., 32 m <sup>3</sup>	350	<b>187</b>			0,7	1,00



## 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 (przeptywowa, porcjowa), pojemności jej komory suszącej, mocy cieplnej układu wymaganego obniżenia wilgotności od wartości początkowej do końcowej, rodzaju suszonego materiału (wielkości ziaren) i in.

Tabela 30. 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 przeptywowa	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 31 i 32) 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 30 (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 31. Przepustowości suszarni porcjowych (producent A),  $P_s$  (t/godz.)

Rodzaj ziarna	Obniżenie wilgotności	Objętość komory suszarniczej (m <sup>3</sup> )				
		7	12	17	23	29
Pszennica	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 32. Przepustowości suszarni porcjowych (producent B),  $P_s$  (t/godz.)

Rodzaj ziarna	Obniżenie wilgotności	Objętość komory suszarniczej (m <sup>3</sup> )			
		5	9,5	11	17,5
Pszennica	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 31 i 32), 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 30.

### 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 odczynie (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 „omijaków”. 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 33. 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
<b>Wierzba</b>			
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 samobieźnych	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
<b>Miskantus</b>			
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 samobieźne		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 m<sup>3</sup>/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 łądyg) 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 łądygi trawy ułatwia jej zbiór i prasowanie. Do zbioru miskantusa wykorzystuje się typowe prasy zwijające lub formujące duże bele prostopadłościennego przekroju. 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 34. Wskaźniki wykorzystania maszyn stosowanych w warzywnictwie, cz.I

Rodzaj maszyny	Parametry robocze	Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$	Uwagi	Okres eksploatacji $T$	Wydajność eksploatacyjna $W_{07}$
		ha/rok		-	lata
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	3-4		20	2,5 t/h
	1,1 kW	10-15			5,0 t/h
	1,5 kW	15			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 35. 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 36. 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 37. Wskaźniki wykorzystania maszyn do zbioru i obróbki owoców

Nazwa, typ maszyny		Minimalne wykorzystanie w roku $W_R^N$		Okres eksploatacji <b>T</b>	Wydajność eksploatacyjna $W_{07}$
		ha/rok	uwagi	lata	ha/dzień
Kombajn zaczepiany do: - porzeczek i aroni - do agrestu	8-10	a) terminy dojrzewania odmian zbliżone	15	1-1,5	
	10-12	b) terminy dojrzewania odmian dalekie			
	6,5-9,5				0,8-1,2
Kombajn samobieżny do: - porzeczek i aroni - do agrestu	30-40	a) jw.	15	2,5-4	
	40-50	b) jw.			
	25-40				2-3
Kombajn do wiśni zaczepiany		6,5-11 11-16	a) jw. b) jw.	15	1,0
Kombajn do wiśni samobieżny		25-32 32-40	a) jw. b) jw.	15	0,25-0,45 ha/godz.
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	zabieg wykonywany 5-6 krotnie w ciągu roku w międzyrzędziach	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	
Sortownik jabłek o wydajności (t/godz.)	1-1,5	100 t	od ok. 3 do 15 ha sadu	20	1-1,5 t/godz. 1,5-2 t/godz. 2 t/godz.
	1,5-2	500 t	od ok. 15 do 30 ha sadu		
	od 2	1000 t	powyżej 30 ha sadu		
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.38).

Tabela 38. 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 <sup>3</sup>	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 3

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 skarłale 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. 39).

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 39. 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]

## **7. Maszyny i urządzenia stosowane w produkcji zwierzęcej**

### **7.1. Ocena racjonalności doboru dojarek i schładzarek mleka**

Przy doborze urządzeń do doju i przechowywania mleka należy uwzględnić przede wszystkim: system utrzymania, wielkość stada, wydajność mleczną 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 dojarnią.

Do doju krów w oborze uwięziowej stosuje się dojarki bańkowe 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 baniek do schładzarki oraz trudne warunki higienicznego pozyskiwania mleka. Z powyższych względów dojarki bańkowe zalecane są tylko dla gospodarstw o liczbie krów mlecznych nie większej niż 30 sztuk.

Dojarki rurociągowie umożliwiają znaczne ograniczenie robocizny podczas pozyskiwania mleka. Ich instalacja wymaga niewielkich przeróbek w oborze. Jednak nie zapewniają one pełnej higieny mleka (zasysanie brudnego powietrza z obory) i pracując przy najwyższym dopuszczalnym podciśnieniu wywołują największe jego wahania pod strzykami. Jest to jedna z przyczyn mastitis. Tego typu dojarki są powszechnie stosowane w oborach o obsadzie od 20 do 100 krów mlecznych.

Dój krów w oborze wolnostanowiskowej odbywa się w dojarniach. 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 40.

Tabela 40. 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 najdłużej dojącej się	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
Zalecana wielkość stada	dowolna	dowolna	maks. 100	min. 120	min. 180

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 41. Dobór urządzeń udojowych w zależności od wielkości stada w systemie stanowiskowym

Rodzaj dojarki	Liczba krów					
	1 – 9	10 - 19	20 - 29	30 - 49	50 - 70	70 – 100
Dojarka bańkowa	1 lub 2 bańkowa	2 lub 3 bańkowa	2, 3 lub 4 bańkowa	niezalecana	niezalecana	niezalecana
Dojarka rurociągową	niezalecana	niezalecana	2 – 3 aparaty udojowe	3 – 6 aparatów udojowych	4 – 6 aparatów udojowych	6 – 8 aparatów udojowych

Tabela 42. Dobór dojarni w zależności od wielkości stada w systemie wolnostanowiskowym

Rodzaj dojarni	Liczba krów					
	1 - 19	20 - 39	40 - 59	60 - 79	80 - 99	100 - 119
	Liczba stanowisk udojowych *					
Rybia ość tradycyjna	1 × 3	2 × 3	2 × 4	2 × 6	2 × 8	2 × 10
Rybia ość z wyjściem jednoczesnym	niezalecana	niezalecana	2 × 4	2 × 5	2 × 6	2 × 8
Równoległa	niezalecana	niezalecana	1 × 8	1 × 10	2 × 6	2 × 8
Tandem	1 × 3	2 × 3	2 × 4	2 × 5	2 × 5	niezalecana

\* Liczby w kratkach 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.

Tabela 43. Dobór dojarni w zależności od wielkości stada w systemie wolnostanowiskowym

Rodzaj dojarni	Liczba krów					
	120 -139	140 - 159	160 - 179	180 -199	200 - 249	250 -300
	Liczba stanowisk udojowych *					
Rybia ość tradycyjna	2 × 12**	niezalecana	niezalecana	niezalecana	niezalecana	niezalecana
Rybia ość z wyjściem jednoczesnym	2 × 10	2 × 12	2 × 16**	2 × 20**	2 × 24**	nie zalecana
Równoległa	2 × 10	2 × 12	2 × 16**	2 × 20**	2 × 24**	2 × 30***
Karuzelowa dojarz wewnątrz	16	18	20	24**	32**	40**
Karuzelowa dojarz zewnątrz	niezalecana	niezalecana	niezalecana	24**	32**	40**

\* Objaśnienie jak pod tabelą 42.

\*\* Dojarnię obsługują 2 osoby.

\*\*\* Dojarnię obsługują 3 osoby.

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 mniejszą dojarnię.

## Schładzarki 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. Nadal wiele mleczarni odbiera mleko raz dziennie, a tylko w niewielu przypadkach mleko odbierane jest po każdym doju lub co trzy dni. 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:

- $V_S$  – pojemność nominalna schładzarki, l,
- $n$  – liczba krów przy pełnej obsadzie,
- $q$  – 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 odpowiednio większy).

Obecnie zaleca się schładzarki zbiornikowe o chłodzeniu bezpośrednim otwarte lub zamknięte. Schładzarki zamknięte nie mają pokrywy, a tylko otwór kontrolny i wyposażone są obowiązkowo w myjnię.

Zaleca się schładzarki wyposażone w instalacje do odzysku ciepła. Zaleca się również stosowanie dodatkowo płytowych wymienników ciepła do wstępnego chłodzenia mleka. Zaletą wymienników jest to, że po pierwsze bardzo szybko obniżają temperaturę mleka i po drugie tak ochłodzone mleko, wpływając do zbiornika magazynującego, nie podwyższa temperatury mleka w nim znajdującego się, a ponadto, jeżeli jako czynnik chłodzący stosowana jest zimna woda z wodociągu, to odzyskane ciepło od mleka możemy wykorzystać w gospodarstwie.

Tabela 44. Dobór pojemności schładzarki mleka w zależności od mleczności i wielkości stada krów oraz liczby dni przechowywania mleka

Średnia mleczność krów	Liczba dni przechowywania mleka	Obsada krów mlecznych				
		20	40	60	80	100
l/rok	dni	Pojemność schładzarki (l)				
7000	2	1010	2030	3040	4050	5060
	1	510	1010	1520	2030	2530
6000	2	870	1740	2610	3470	4340
	1	440	870	1300	1740	2170



## 7.2. Maszyny i urządzenia do przygotowania i zadawania pasz

Tabela 45. 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 <b>T</b>
	m <sup>3</sup>	2 krotnym	3 krotnym	lata
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 46. 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. <b>T</b>	Potencjał eksploat. $0,7 \times T_H$
	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 <b>liczbą tuczników</b> 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		

### 7.3. Wozy paszowe

Wozy paszowe stosuje się w żywieniu bydła w systemie TMR. Jest to pełnoporcjowa mieszana 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.

**Wariant A** (tab. 47) - 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). Przy tym założeniu pojemność wozu mieszającego do zadawania TMR powinna wynosić od 0,12 m<sup>3</sup> do 0,16 m<sup>3</sup> 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<sub>WP</sub>** - pojemność wozu paszowego mieszającego, m<sup>3</sup>,

**L<sub>KG</sub>** - liczba krów w grupie żywieniowej,

**dP** - objętość pełnoporcjowej dawki paszy (TMR), która wynosi średnio 0,14 +/-0,02 m<sup>3</sup>/krowę, co odpowiada około 40 do 55 kg TMR na 1 krowę wysokomleczną,

**a** - współczynnik uwzględniający 20-30% naddatek nominalnej pojemności wozu; dla wozów ze ślimakowym systemem mieszającym **a = 0,8**; dla wozów łopatowych **a = 0,7**,

**k** - współczynnik korekcyjny PROW; **k = 0,85**.

Ten 20-30% naddatek spowodowany jest tym, że 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 = 0,85** uwzględnia zdolności rozwojowe gospodarstwa, w tym możliwy wzrost liczebności stada krów.

Przykładowo, dla grupy 50 krów wysokomlecznych żywionych taką samą ilością i rodzajem paszy zasadne jest zastosowanie wozu paszowego o pojemności 7,5÷11,4 m<sup>3</sup>, zależnie od ilości skarmianej paszy i systemu mieszającego. Natomiast po uwzględnieniu współczynnika **k = 0,85** pojemność tego wozu może wynosić 8,8-13,4 m<sup>3</sup>. Gdy stosowany jest system dwukrotnego zadawania TMR w ciągu dnia, wówczas wystarczy wóz o połowę mniejszy.

**Wariant B** (tab. 47) - W mniejszych i średnich stadach o obsadzie do 50-70 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, młodzież, 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, wielkość wrót i 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 C** (tab. 47) - 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 (6) grup żywieniowych:

- okres zasuszenia właściwego i okres przejściowy (razem około 15% krów w stadzie),
- 2 (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 obu grup jest przygotowywana i zadawana oddzielnie. W tym przypadku do obsługi całego stada wystarczy wóz o mniejszej pojemności niżby to wynikało z liczebności całego stada.

W przypadku stada krów o zróżnicowanych wymaganiach pokarmowych (kilka mniejszych grup żywieniowych) 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 m<sup>3</sup>/krowę), a krowy o wyższych wymaganiach otrzymują indywidualnie brakującą ilość paszy, zwłaszcza treściwej (ręcznie lub z komputerowych stacji paszowych).

Tabela 47. Dobór wozu paszowego (mieszającego lub mieszająco-rozdrabniającego) do grup żywieniowych i stada krów (liczby krów +/- 15%)

Wyszczególnienie		Pojemność wozu (m <sup>3</sup> )									
		3	5	7	8	9	10	12	14	16	20
Liczba krów mlecznych w grupie żywieniowej	<b>A</b>	15	25	35	40	45	50	60	70	80	100
Minimalna obsada krów, według stanu średniorocznego*	<b>B</b>	16	27	37	43	48	54	64	-	-	-
	<b>C</b>	-	-	74	86	96	108	128	150	172	214

\* struktura stada: 85% - krowy mleczne, 15% - krowy zasuszone i w okresie przejściowym; A – grupa żywieniowa krów mlecznych; B - jednokrotne zadanie paszy w stadach o obsadzie do 65 krów; C - jednokrotne zadanie paszy w średnich i dużych stadach krów – dla dwóch oddzielnych grup żywieniowych; +/-15% zależnie od wielkości i objętości dawki (0,14 +/- 0,02 m<sup>3</sup>/krowę); w przypadku wozów paszowych o poziomym mieszadle łopatomym minimalna liczba krów przypadająca na 1 wóz paszowy powinna być o około 13% mniejsza.

## 7.4. 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 kojach (na 6-10 sztuk), co uniemożliwia racjonalne stosowanie stacji paszowych.

Tabela 48. 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

PROW 2007-2013 stwarza szansę na rozwój gospodarstw rolnych przez dofinansowanie projektów obejmujących między innymi modernizację parku ciągnikowo-maszynowego. Uzyskany w ramach działania „Modernizacja gospodarstw rolnych” zwrot części kosztów zakupu środków mechanizacji ułatwi producentom rolnym dostęp do najnowszych osiągnięć z zakresu techniki rolniczej i umożliwi wprowadzanie nowoczesnych technologii.

Celem podejmowanych przedsięwzięć modernizacyjnych 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 eksploatacyjnego. W tym ostatnim przypadku należy mieć na uwadze przede wszystkim dostosowanie 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 w działaniu „Modernizacja gospodarstw rolnych” 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 około 20%. 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 mechanicznego 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 PROW 2007-2013, ale także pozostali producenci rolni planujący inwestycje mechanizacyjne. Podane w opracowaniu praktyczne wytyczne i wskaźniki doboru stanowią bowiem uniwersalne narzędzie do racjonalnego, ekonomicznie uzasadnionego wyposażania gospodarstw rolnych w ciągniki, maszyny, narzędzia i urządzenia rolnicze.

## Literatura

- Ammann H. 2005. Maschinenkosten 2006. FAT-Berichte nr 643
- Banasiak J. 1999. Agrotechnologia. PWN, Wrocław
- Budzyński W. 2006. Efektywność wybranych czynników produkcji nasion rzepaku ozimego. Poradnik dla producentów - Rzepak, wyd. II, Biznes-Press
- Dreszer K., Gieroba J., Roszkowski A. 1998. Kombajnowy zbiór zbóż. IBMER, Warszawa
- Karwowski T. 1998. Podstawy zespołowego użytkowania maszyn. IBMER, Warszawa
- Klukowski J. 2007. Samobieżne ładowarki rolnicze. Atr express nr 23
- Kogler F. i in. 2006. ÖKL - Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2006. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung ÖKL
- Kowalik I., Grześ Z. 2006. Wpływ wykorzystania maszyn rolniczych na koszty mechanizacji w gospodarstwach rolniczych o różnej powierzchni. Inżynieria Rolnicza nr 13
- Kruczkowski M. 2005. Analiza rynku i parku ciągnikowego krajowego rolnictwa - 2004. IBMER, Warszawa (s.dok. I/787)
- KTBL 1994. KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft. KTBL, Darmstadt
- KTBL 2004. Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/2005. KTBL, Darmstadt
- Lorencowicz E. 2007. Poradnik użytkowania techniki rolniczej w tabelach. APRA, Bydgoszcz.
- Muzalewski A. 2003. Wyposażenie w ciągniki według PSR 2002. Technika Rolnicza nr 6
- Muzalewski A. 2004. Analiza i ocena wyposażenia gospodarstw w ciągniki oraz ich użytkowania, Inżynieria Rolnicza nr 4(59)
- Muzalewski 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
- Muzalewski A. 2007b. Koszty eksploatacji maszyn (nr 22). IBMER, Warszawa
- Pawlak J. 1997. Ekonomika mechanizacji i energetyzacji rolnictwa. IBMER, Warszawa
- Pawlak J. 2005. Wykorzystanie ciągników i maszyn samojezdnych w rolnictwie polskim. Problemy Inżynierii Rolniczej nr 4(50)
- Pawlak J. 2006. Środki transportowe w rolnictwie polskim. Atr express nr 16
- Praca zbiorowa. 1999. Katalog norm i normatywów, SGGW, Warszawa
- PSR 2003a. Ciągniki, maszyny i inne środki transportu w gospodarstwach rolnych. GUS, Warszawa
- PSR 2003b. Rolnictwo na terenach górskich i terenach o słabszych warunkach glebowych 2002. GUS, Warszawa
- PSR 2003c. Systematyka i charakterystyka gospodarstw rolnych 2002. GUS, Warszawa
- Rabaciewicz J. 2000. Środki techniczne do zbioru i transportu jabłek. Hasło Ogrodnicze nr 9
- SGGW Praca zbiorowa 1999. Katalog norm i normatywów. SGGW, Warszawa
- Sørensen C.G. 2003. Workability and machinery sizing for combine harvesting. Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research and Development, Vol. V
- Stachura W. 2006. Rośliny sadownicze [w] Pruszek P. Poradnik PROW. CODR, Brwinów
- Szeptycki A. i zespół 2005. Stan i kierunki rozwoju techniki oraz infrastruktury rolniczej w Polsce. IBMER, Warszawa
- Wawrzyńczak P. 2000. Wybór ciągnika dla gospodarstwa sadowniczego. Hasło Ogrodnicze nr 8

# Załączniki

### Wyposażenie rolnictwa w ciągniki, przyczepy i ładowacze

Tabela I. Wyposażenie rolnictwa polskiego w ciągniki rolnicze w 2002 r.

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		szt./gosp.	kW/ciagn	kW/ha UR	kW/gosp
<b>Ogółem</b>	<b>1364,6</b>	<b>1062,2</b>	<b>1,27</b>	<b>32,2</b>	<b>3,15</b>	<b>41,4</b>
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 GUS [PSR 2003a, 2003c]



Tabela II. Przyczepy i ładowacze w polskim rolnictwie w 2002 r.

Wyszczególnienie	Ogółem	w tym w grupach gospodarstw według ha UR							
		1-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-50	50-100	> 100
Liczba przyczep, tys. szt.	<b>726</b>	108	155	137	92	94	63	33	45
Liczba gospodarstw posiadających przyczepy, tys.	<b>465</b>	94	125	96	56	49	26	11	6
Liczba przyczep na 1 gospodarstwo *	<b>1,56</b>	1,20	1,23	1,42	1,63	1,90	2,36	3,13	7,36
Wskaźnik liczby przyczep do liczby ciągników	<b>0,53</b>	0,30	0,44	0,63	0,74	0,82	0,91	1,05	1,07
Liczba ładowaczy, tys. szt.	<b>209</b>	17,7	40,6	44,4	33,0	34,6	21,3	8,9	9,0
Liczba gospodarstw posiadających ładowacze, tys.	<b>200</b>	17,5	40,3	43,9	32,3	33,4	19,9	8,0	5,0
Liczba ładowaczy na 1 gospodarstwo **	<b>1,04</b>	1,01	1,01	1,01	1,02	1,03	1,07	1,12	1,80
Wskaźnik liczby ładowaczy do liczby ciągników	<b>0,15</b>	0,03	0,11	0,21	0,27	0,30	0,31	0,28	0,21

\* wskaźnik liczby przyczep na każde gospodarstwo posiadające przyczepy

\*\* wskaźnik liczby ładowaczy na każde gospodarstwo posiadające ładowacz

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

## Wybrane wyniki badań IBMER

Tabela III. Charakterystyka wyposażenia oraz użytkowania ciągników w 41 gospodarstwach rolnych – wyniki badań IBMER z lat 1992-2002

Wyszczególnienie		1992	1993	1999	2002
Średnia powierzchnia gospodarstw	ha UR	27,9	28,9	40,6	46,2
Liczba ciągników	szt.	96	96	106	109
	szt./gosp.	2,34	2,34	2,59	2,66
	szt./100 ha	8,40	8,09	6,37	5,75
Średnia moc ciągnika	kW	39,1	39,5	41,9	45,4
Nasylenie mocą	kW/gosp.	91	92	109	121
Nasylenie mocą	kW/ha UR	3,3	3,2	2,7	2,6
Nakłady pracy ciągników	godz./ha UR	30,7	30,9	27,4	21,0
Średnie wykorzystanie,	godz./rok	<b>366</b>	<b>382</b>	<b>429</b>	<b>366</b>
w tym w usługach	%	2,6	3,2	1,6	1,1
Wiek w 2002 r.	lata	16,5			
Przewidywany dalszy okres eksploatacji <sup>a)</sup>		10,3			
Łączny okres eksploatacji T <sup>b)</sup>		26,8			
Teoretyczny okres eksploatacji <sup>c)</sup>		31,0			
Wykorzystanie zdolności przerobowej w okresie T <sup>d)</sup>	86,3 %				

Źródło: Badania własne z lat 1992-2002

- a) Przewidywany dalszy okres eksploatacji = deklarowany przez rolnika dalszy okres użytkownika
- b) Łączny okres eksploatacji (T) = wiek maszyny + przewidywany dalszy okres eksploatacji
- c) Teoretyczny okres eksploatacji = okres czasu, w którym przy określonym wykorzystaniu rocznym maszyny zostanie wykorzystana jej pełna zdolność przerobowa (potencjał eksploatacyjny)
- d) Wykorzystanie zdolności przerobowej w okresie T = określa przewidywane zużycie potencjału eksploatacyjnego maszyny w przewidywanym okresie jej 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/gospodarstwo) jest po części rezultatem użytkowania starych i mocno wyeksploatowanych jednostek. W badanych gospodarstwach 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 nowszych 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, np. 20 letnich

i starszych jednostek, gdyż wykonując pomocnicze zadania w gospodarstwie, nie konkurują one o podstawowe prace z nowymi.

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

Grupy gospodarstw	Liczba ciągników	Średnia moc	Wiek	Łączny okres eksploatacji <b>T</b>	Wykorzystanie roczne <b>W<sub>R</sub></b>	Wykorzystanie zdolności prze-robowej	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
<b>Razem/średnio</b>	<b>403</b>	<b>42</b>	<b>16,5</b>	<b>27</b>	<b>387</b>	<b>86</b>	<b>31</b>

Źródło: Obliczenia własne

Tabela V. Charakterystyka wyposażenia oraz użytkowania wybranych maszyn w gospodarstwach rolnych

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
rozzutniki 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

### 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 VI.

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 VI. 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
Glebogryzarka	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]

### 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 VII. 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 VII. 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, peluszka, 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 2007], [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 VIII. 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 VIII. 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+zbiernacz pokosów)	3,5	36	10	320

Źródło: Wyniki badań IBMER z lat 1992-2002

### Tolerancja oceny doboru maszyn do gospodarstw rolnych

Konieczność 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 „Ekspertyza – racjonalność zakupu maszyn” (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 2007-2013 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.

#### **e). 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.



### Tolerancja oceny doboru kombajnów zbożowych

Oceniając dobór do gospodarstwa kombajnu zbożowego porównuje się jego minimalne wykorzystanie w roku  $W_R^N$  (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 „Eksperytyza – racjonalność zakupu maszyn” (Załącznik 4, Kombajny do zbioru zbóż, s. 94).

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 kombajnów<sup>6</sup>.

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 zgodnych z wymaganiami normy Tier IIIa, celem ograniczenia emisji szkodliwych składników spalin do atmosfery. Wymogi tej normy 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 obniżającym moc przekazywaną na zespoły młócająco-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) uzasadnia stosowanie 20% tolerancji w ocenie racjonalności doboru kombajnu do gospodarstwa i do określonego areału zbóż.

<sup>6</sup> 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.

### **Szerokość zespołu żniwnego (hedera)**

Podane w tabeli 26 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 osiąganych 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 26) 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.

### **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 nachyleniu 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).

### Wyznaczenie minimalnego wykorzystania kombajnu o określonej mocy silnika

Wartość wskaźnika minimalnego wykorzystania  $W_R^N$  kombajnu o niewymienionej w tabeli 29 mocy silnika można interpolować graficznie (rys. 1) na podstawie zawartych w tabeli danych lub można obliczyć na podstawie tych danych według wzoru:

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

gdzie:

$W_R^N$  – minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy  $N$ , ha/rok,

$N$  – moc silnika kombajnu, dla którego wyznaczane jest  $W_R^N$ , kW,

$W_R^{N(1)}$  – minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy bezpośrednio niższej od  $N$ , ha/rok,

$W_R^{N(2)}$  – minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy bezpośrednio wyższej od  $N$ , ha/rok,

$N_{(1)}$  – moc silnika kombajnu o mocy bezpośrednio niższej od  $N$ , kW,

$N_{(2)}$  – moc silnika kombajnu o mocy bezpośrednio wyższej od  $N$ , kW.

#### Przykład:

Wyznaczyć minimalne wykorzystanie  $W_R^N$  kombajnu o mocy silnika  $N = 200$  kW.

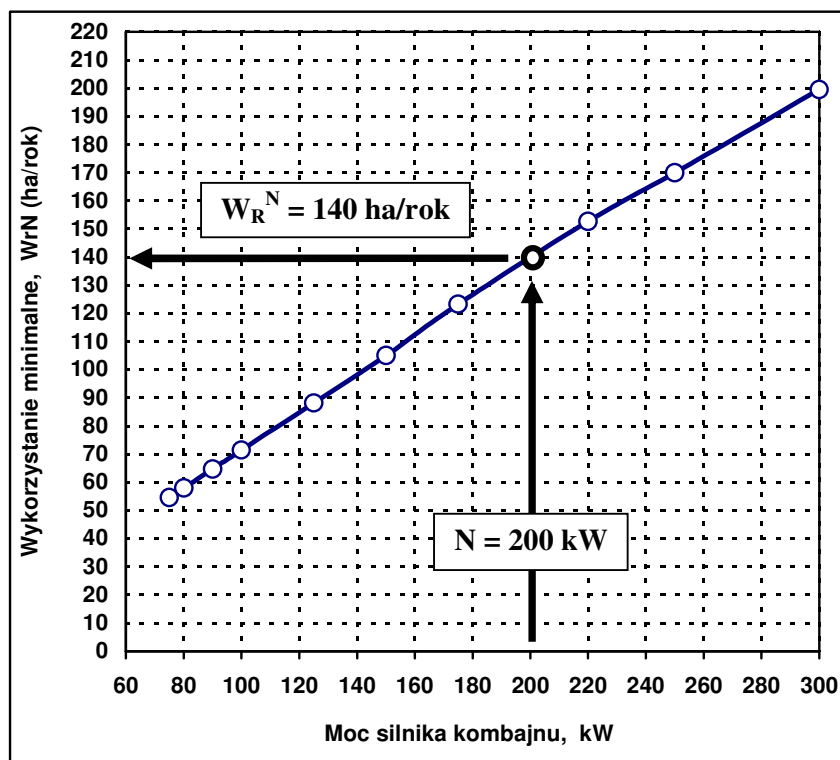
Według tabeli 29 kombajn o mocy bezpośrednio niższej od  $N = 200$  kW ma moc  $N_{(1)} = 175$  kW, a o mocy bezpośrednio wyższej  $N_{(2)} = 220$  kW. Minimalne wykorzystanie kombajnu (1) wynosi  $W_R^{N(1)} = 123,3$  ha/rok, a kombajnu (2)  $W_R^{N(2)} = 152,7$  ha/rok.

$$W_R^N = 123,3 + \frac{[200 - 175] \cdot [152,7 - 123,3]}{220 - 175} = 139,6 \text{ ha/rok}$$

Minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy silnika 200 kW wynosi w przybliżeniu 140 ha/rok.

Minimalne wykorzystanie kombajnu o mocy silnika 200 kW z uwzględnieniem tolerancji oceny:

- 20% (tolerancja standardowa)  $W_R^N(-20\%) = 139,6 \times 0,80 = 111,7$  ha/rok
- 25% (dla kombajnów z szarpaczem słomy)  $W_R^N(-25\%) = 139,6 \times 0,75 = 104,7$  ha/rok
- 30% (praca kombajnu w terenie pofałdowanym)  $W_R^N(-30\%) = 139,6 \times 0,70 = 97,7$  ha/rok
- 35% (praca kombajnu w terenie podgórskim)  $W_R^N(-35\%) = 139,6 \times 0,65 = 90,7$  ha/rok



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