

## SYSTEMATIZATION OF COEFFICIENTS OF QUALITY OF WORK OF AGRICULTURAL MACHINES

### *S u m m a r y*

*The aim of this work was an analysis of coefficients of quality of work of selected groups of agricultural machines, which are used in vegetable production. On the basis of inquiry held among immediate users of these machines from Wielkopolska region was made the systematization. The analysis of the results of the inquiry will allow to estimate the knowledge of the farmers in this field as well it will verify legitimacy of usage of parameters describing the quality of work of agricultural machines and tools, which are contained in Polish Norms. Agricultural machines, which are the most often used in agriculture are the object of the researches, and namely: cereal sowing-machines, planters to potatoes, combine cereal harvesters and combine harvesters to gathering potatoes.*

## SYSTEMATYZACJA WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI PRACY MASZYN ROLNICZYCH

### *S t r e s z c z e n i e*

*Celem opracowania była analiza wskaźników jakości pracy wybranych grup maszyn rolniczych znajdujących zastosowanie w produkcji roślinnej. Na podstawie badań ankietowych, przeprowadzonych wśród bezpośrednich użytkowników tych maszyn z terenu Wielkopolski dokonano ich systematyzacji. Analiza wyników badań pozwoli określić stan wiedzy rolników w tym zakresie jak również zweryfikuje zasadność stosowania parametrów określających jakość pracy maszyn i narzędzi rolniczych zawartych w Polskich Normach. Przedmiotem badań są maszyny rolnicze najczęściej stosowane i spotykane w rolnictwie, a mianowicie: siewniki zbożowe, sadzarki do ziemniaków, kombajny zbożowe i kombajny do zbioru ziemniaków.*

### **Wprowadzenie**

Mechanizacja rolnictwa to proces wprowadzania do produkcji rolnej coraz to nowszych maszyn i urządzeń technicznych. Zgodnie ze światowymi trendami przewiduje się dalsze zwiększanie wydajności maszyn oraz zmniejszanie nakładów na obsługę techniczną, konserwację i naprawę. Terminowe wykonywanie prac polowych jest korzystniejsze ze względów agrotechnicznych i wyraźnie wpływa na uzyskanie większych plonów oraz zmniejszenie ich strat.

Agregaty maszynowe wykonują określone zabiegi agrotechniczne (operacje), których ciągi składają się na procesy technologiczne maszynowe uprawy danej rośliny [4, 5, 6]. Aby efekt końcowy produkcji roślinnej, w postaci wysokiego plonu, był zadawalający dla rolnika, poszczególne prace polowe, wykonywane okresowo, powinny być bardzo starannie zaplanowane i wykonane. Zatem maszyny i narzędzia je realizujące winny podlegać stałej lub okresowej kontroli wg określonych kryteriów.

Według Kraszewskiego i in. [3] kryteria jakości, to wielkości lub wyrażenia przyjęte jako miara efektów uzyskanych przy określonym przebiegu procesu sterowanego. Dla maszyn i narzędzi rolniczych najważniejszym takim kryterium jakości jest ich wykonana praca, którą można opisywać za pomocą odpowiednich wskaźników (parametrów). Od każdej z grup maszyn rolniczych wymaga się, aby spełniały od kilku do kilkunastu wskaźników jakości pracy. Wskaźniki te określone są w Polskich Normach (PN) – Ogólne wymagania i badania oraz w kartach wymagań zamieszczonych w Systemie Maszyn Rolniczych (SMR). Wskaźniki jakości pracy maszyn odnoszą się do tzw. „normalnych warunków pracy”, które szczegółowo opisuje każda norma. Oprócz ponumerowanych wskaźników jakości pracy maszyn, wymienione rozporządzenia prawne zawierają również wskaźniki techniczne, eksploatacyjno-ekonomiczne, ergonomiczne, przepisy bhp i ochrony śro-

dowiska. W celu określenia wartości poszczególnych wskaźników jakości pracy maszyn i narzędzi rolniczych należy skorzystać ze szczegółowych procedur zawartych w metodach badań (wg PN) i ściśle przestrzegać warunków, w jakich mają być przeprowadzone te badania.

W literaturze można spotkać wiele opracowań na temat wyników badań urządzeń rolniczych zarówno krajowej jak i zagranicznej produkcji. Takie opracowania pozwalają na porównanie maszyn tego samego typu różnych producentów, a tym samym są narzędziem walki konkurencyjnej na rynku maszyn rolniczych. Przyczyniają się również do nagradzania za wybitne wskaźniki na różnego rodzaju pokazach i targach rolniczych. Nagłaśniane są jedne parametry, inne natomiast są przemilczane lub mało eksponowane. Brak jest jednak informacji, które by usystematyzowały wszystkie wskaźniki jakości pracy maszyn, należące do danej grupy, wg ich ważności. Pozwoliłoby to na ustalenie, które z parametrów są pierwszoplanowe i mają priorytet na jakość wykonanej pracy maszyny (zabiegu agrotechnicznego), które odgrywają pośrednie znaczenie, a także ustalenie takich, które mogłyby zostać pominięte bez istotnego wpływu na wykonywaną operację. Aby uzyskać tak istotne informacje należało zwrócić się do bezpośrednich użytkowników tego sprzętu technicznego, czyli do rolników prowadzących gospodarstwa rolne.

### **Cel pracy**

Celem pracy jest racjonalna ocena celowości korzystania z podanych przez Polskie Normy wskaźników jakości pracy maszyn rolniczych. Podstawowe informacje zostaną zebrane z badań ankietowych, przeprowadzonych wśród rolników indywidualnych. Ze względu na mnogość grup maszyn stosowanych w produkcji rolnej do badań wytypowano tylko podstawowe z nich. Analiza wyników pozwoli dokonać gradacji parametrów jakości ich pracy według ważności.

## Metodyka badań

Badania zostały przeprowadzone, na przełomie 2004/2005 roku, metodą ankiety bezpośredniej wśród 50 towarowych gospodarstw indywidualnych z terenu Wielkopolski, zajmujących się produkcją zbóż i ziemniaków [2]. Kwestionariusz ankietowy zawierał pytania otwarte oraz typu zamkniętego. Pytania otwarte dotyczyły wskaźników jakości pracy maszyn rolniczych (siewniki i kombajny zbożowe oraz sadzarki i kombajny do ziemniaków), natomiast szereg pytań zamkniętych dotyczyło charakterystyki respondentów (wiek, staż pracy na roli, wykształcenie itd.).

Anonimowo ankietowanym rolnikom przedstawiono

zbiory wskaźników jakości pracy tych maszyn w celu wykonania ich rankingu. Ze względu na niewielkie rozbieżności, co do liczby wskaźników jakości pracy jak i ich wartości, między PN i SMR (np. SMR wyodrębnia dodatkowo wśród siewników zbożowych te, które posiadają zbiornik centralny i zbiornik wzdłużny) pytania oparte są na aktualnych Polskich Normach. Wskaźniki jakości pracy wybranych grup maszyn rolniczych, przedłożone rolnikom do oceny ze względu na ich ważność dla uzyskania wysokiego plonu, zamieszczono w tabeli 1.

Uszeregowane zdaniem ankietowanych wskaźniki jakości pracy maszyn rolniczych zostały następnie przeliczone arbitralnie na punkty, wg klucza (tab. 2).

Tab. 1. Wskaźniki jakości pracy wybranych grup maszyn rolniczych uszeregowane wg PN

Tab. 1. *Coefficients of quality of work of selected groups of agricultural machines drawn up according to Polish Norms*

| Lp. | Grupy maszyn rolniczych       | Polska Norma                                                            | Oceniane wskaźniki jakości pracy maszyn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Siewniki zbożowe              | PN-87/R-36540<br>wraz ze zmianami<br>(91.07.04)                         | a) przykrycie nasion<br>b) uszkodzenie nasion<br>c) nierównomierność siewu nasion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.  | Kombajny zbożowe              | PN-89/R-36585                                                           | a) równomierne cięcie<br>b) straty ziarna powodowane przez zniwiarkę, podbieracz i młocarnię<br>c) dopuszczalne uszkodzenia ziarna<br>d) czystość ziarna i nasion w zbiorniku                                                                                                                                                                                                                    |
| 3.  | Sadzarki do ziemniaków        | PN-88/R-36571                                                           | a) głębokość sadzenia<br>b) przykrycie ziemniaków<br>c) dopuszczalne odchylenie boczne ziemniaków od osi rzędu<br>d) rozstaw ziemniaków wzdłuż rzędu<br>e) dopuszczalna liczba gniazd pustych i wielokrotnych<br>f) dopuszczalne średnie uszkodzenie ziemniaków<br>g) dopuszczalna liczba obłamanych kielków w stosunku do kielków ogółem przy sadzeniu sadzarkami do ziemniaków podkielkowanych |
| 4.  | Kombajny do zbioru ziemniaków | PN-86/R-36500<br>wraz ze zmianami<br>„1” (88.06.13) i „2”<br>(90.12.12) | a) straty ziemniaków<br>b) zanieczyszczenie zbieranego plonu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Tab. 2. Zastosowane kryterium punktowe

Tab. 2. *Used point criterion*

| Liczba wskaźników jakości pracy w danym zbiorze (grupie maszyn rolniczych) | Miejsce w rankingu oraz przyznana liczba punktów                                                                                                | Łączna liczba przyznanych punktów dla danej grupy |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 3                                                                          | 1 miejsce – 2 pkt<br>2 miejsce – 1 pkt<br>3 miejsce – 0 pkt                                                                                     | 3 pkt                                             |
| 4                                                                          | 1 miejsce – 3 pkt<br>2 miejsce – 2 pkt<br>3 miejsce – 1 pkt<br>4 miejsce – 0 pkt                                                                | 6 pkt                                             |
| 7                                                                          | 1 miejsce – 6 pkt<br>2 miejsce – 5 pkt<br>3 miejsce – 4 pkt<br>4 miejsce – 3 pkt<br>5 miejsce – 2 pkt<br>6 miejsce – 1 pkt<br>7 miejsce – 0 pkt | 21 pkt                                            |

Wynik badań ankietowych zostały przedstawione na wykresie Pareto wraz z krzywą Lorenz'a – skumulowanego udziału procentowego poszczególnych wskaźników jakości pracy badanych maszyn rolniczych. Wykorzystana metoda Pareto-Lorenz'a należy do technik prowadzących do zidentyfikowania najważniejszych cech, mających najistotniejszy wpływ na jakość, a przez to umożliwiających określenie działań zmierzających do poprawy poziomu jakości procesów wybranych cech jakościowych wyrobów materialnych i usług [1]. Opracowana dla potrzeb zarządzania jakością metoda polega na określeniu procentowego udziału (częstotliwości) każdej cechy w danym zbiorze, a następnie uporządkowaniu tych cech w kolejności od cechy (wskaźnika) o udziale największym do cechy o udziale najmniejszym. Graficznym obrazem jest wykres słupkowy (Pareto) wraz z tzw. krzywą Lorenz'a, która pokazuje wzrost skumulowanego udziału procentowego wyróżnionych kategorii (wskaźników jakości pracy maszyn rolniczych).

### Charakterystyka respondentów

Wśród ankietowanych rolników indywidualnych byli przedstawiciele wszystkich grup wiekowych, które uwzględniono w ankiecie (rys. 1).

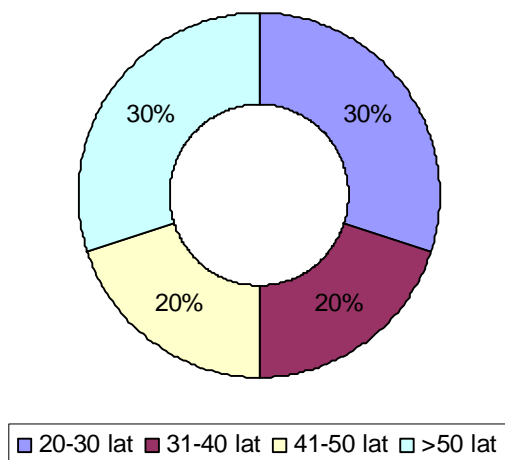
Większość, bo aż 31 badanych rolników posiada wykształcenie rolnicze (zawodowe i średnie – rys. 2).

Dwadzieścia cztery osoby mogły się wykazać ponad piętnastoletnim stażem pracy na roli (rys. 3).

W grupie pięćdziesięciu respondentów, zdecydowana większość posiada średnie (5-20 ha) lub duże (ponad 20 ha) gospodarstwa rolne (rys. 4).

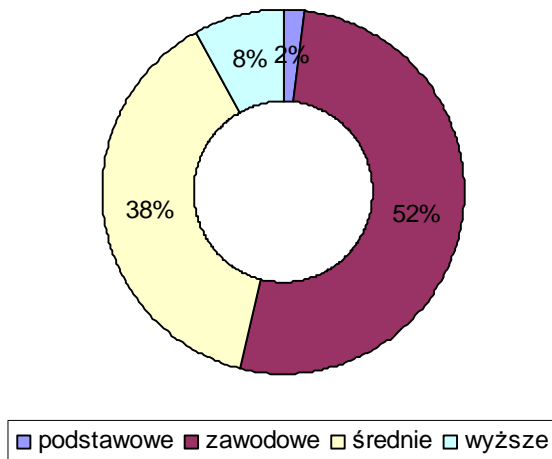
Zdecydowana większość ankietowanych rolników posiada własny siewnik zbożowy i sadzarkę do ziemniaków, natomiast prace związane ze zbiorem ziemniaków, w tym przypadku zbóż i ziemniaków, wykonywane są w formie usług maszynowych, świadczonych przez wyspecjalizowane zakłady lub rolnicy wypożyczają kombajny od sąsiadów.

### Wiek respondentów



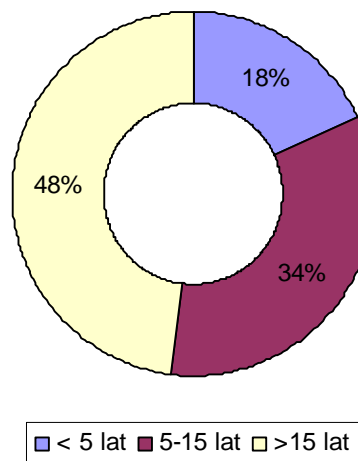
Rys. 1. Procentowy udział poszczególnych grup wiekowych w ogólnej liczbie ankietowanych rolników  
Fig. 1. Proportional participation of each group, according to the age, in general number of inquired farmers

### Wykształcenie rolników



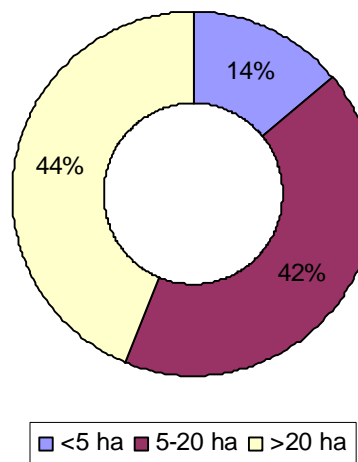
Rys. 2. Kwalifikacje badanych rolników  
Fig. 2. Qualifications of inquired farmers

### Doświadczenie zawodowe



Rys. 3. Staż pracy na roli  
Fig. 3. Time of agricultural work

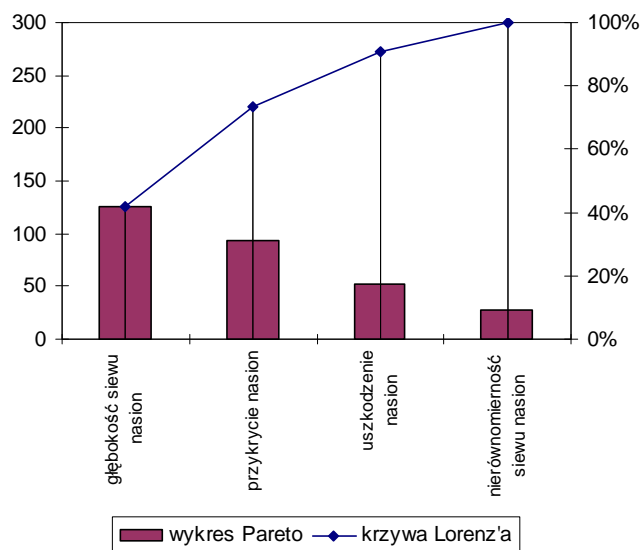
### Powierzchnia gospodarstw rolnych



Rys. 4. Wielkości badanych gospodarstw rolnych  
Fig. 4. Size of examined farms

## Analiza wskaźników jakości pracy wybranych grup maszyn rolniczych

Badana grupa respondentów uważa, że najistotniejszym wskaźnikiem jakości pracy siewnika zbożowego jest głębokość wysiewu nasion, który to parametr (zmiana 1 z 91.07.04) został wykreślony z PN-87/R-36540 „Maszyny rolnicze. Siewniki zbożowe. Ogólne wymagania i badania”. Parametr ten uzyskał aż 128 pkt na 300 (100%) przyznanych dla badanej liczby respondentów i tej grupy maszyn (rys. 5).

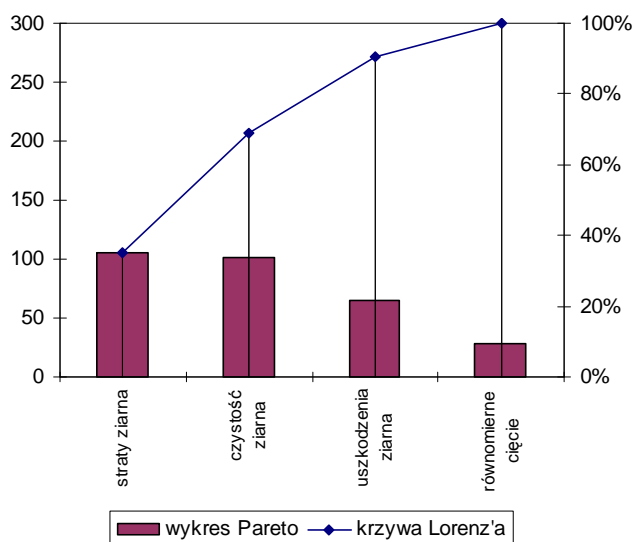


Rys. 5. Wykres Pareto wraz z krzywą Lorenz'a skumulowanego udziału procentowego wskaźników jakości pracy siewnika zbożowego

Fig. 5. Graph Pareto together with curved Lorenz' line and accumulated participation of proportional coefficients of quality of work of cereal sowing-machine

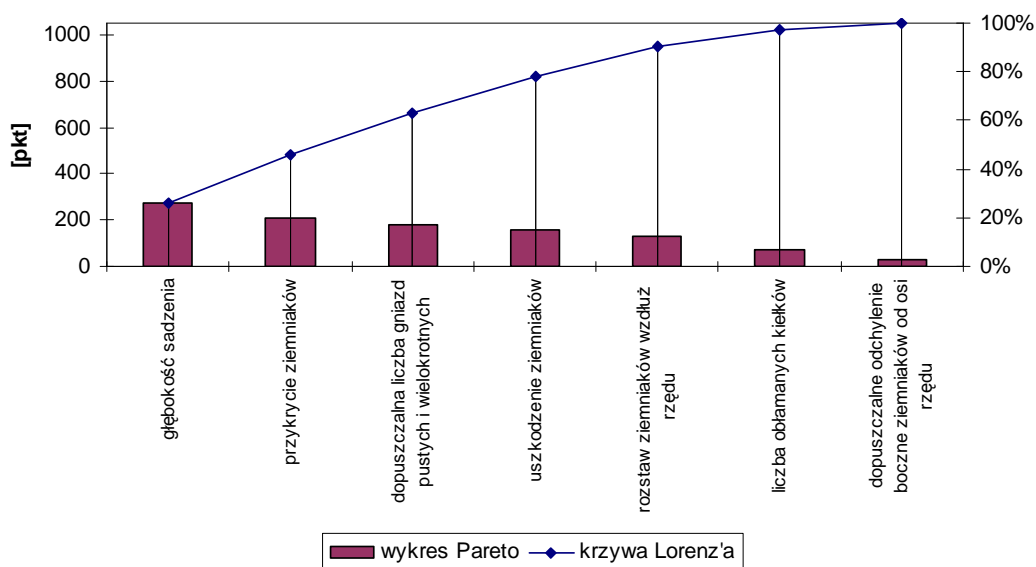
Do wyboru tego parametru najczęściej skłaniali się rolnicy z wykształceniem zawodowym, posiadający średnie gospodarstwo rolne i z ponad piętnastoletnim doświadczeniem zawodowym. Na kolejnych miejscach rankingowych rolnicy wskazywali dopiero stopień przykrycia wysianych nasion i wielkość ich uszkodzeń. Najmniejszą wagę rolnicy przywiązują do nierównomierności wysiewu nasion przez zespoły wysiewające siewnika zbożowego.

Podczas zbioru zbóż kombajnem zbożowym kluczową rolę odgrywa wg respondentów wielkość strat ziarna powodowana przez żniwiarkę, podbieracz i młocarnię kombajnu, a następnie czystość oraz wielkość uszkodzeń ziarna (rys. 6). Najmniej uwagi rolnicy przykładają do równomierności cięcia zboża (28 pkt na 300 możliwych).



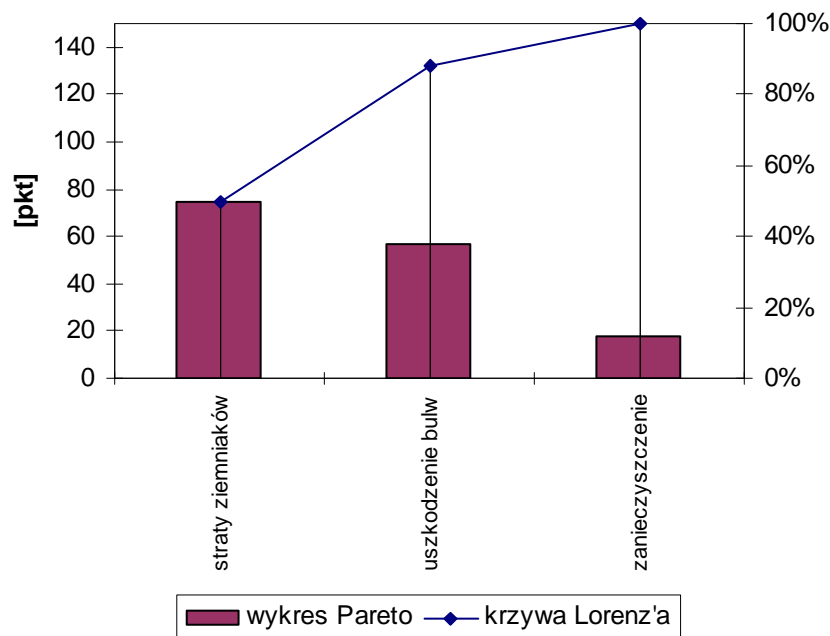
Rys. 6. Wykres Pareto wraz z krzywą Lorenz'a skumulowanego udziału procentowego wskaźników jakości pracy kombajnu zbożowego

Fig. 6. Graph Pareto together with curved Lorenz' line and accumulated participation of proportional coefficients of quality of work of cereal combine harvester



Rys. 7. Wykres Pareto wraz z krzywą Lorenz'a skumulowanego udziału procentowego wskaźników jakości pracy sadzarki do ziemniaków

Fig. 7. Graph Pareto together with curved Lorenz' line and accumulated participation of proportional coefficients of quality of work of planters of potatoes



Rys. 8. Wykres Pareto wraz z krzywą Lorenz'a skumulowanego udziału procentowego wskaźników jakości pracy kombajnu do zbioru ziemniaków

Fig. 8. Graph Pareto together with curved Lorenz' line and accumulated participation of proportional coefficients of quality of work of combine harvester to gathering potatoes

Za najważniejszy parametr jakości pracy sadzarki do ziemniaków uważają rolnicy głębokość sadzenia, stopień przykrycia sadzeniaków oraz liczbę pustych i wielokrotnych gniazd pozostających po przejściu maszyny (rys. 7). Mniej ważne jest uszkodzenie wysadzanych ziemniaków i rozmieszczenie ich w rzędzie. Zaledwie 30 pkt na 1050 możliwych do uzyskania, ze względu na liczbę wskaźników i ankietowanych rolników, uzyskał parametr informujący o odchyleniu bocznym ziemniaków od osi rzędów.

Ankietowanym rolnikom zależy przede wszystkim, aby podczas zbioru ziemniaków ponieść jak najmniejsze straty masy (75 pkt na 150 możliwych do uzyskania – rys. 8). Na drugim miejscu wymieniają wskaźnik wielkości uszkodzeń bulw, który nie jest uwzględniony w PN (zob. tab. 1). Ankietowani stwierdzili, że jest on równie istotny przy ocenie jakości pracy kombajnu, jak w przypadku kopaczki do zbioru ziemniaków (PN-89/R-36581), ponieważ decyduje w głównej mierze o zdolności bulw do długiego przechowywania. Zaledwie 18 pkt uzyskał parametr informujący o wielkości zanieczyszczeń zbieranego plonu ziemią, kamieniami i resztkami roślinnymi.

## Podsumowanie i wnioski

Eksploatacja maszyny to etap, w którym urzeczywistnia się faktyczna jakość wyrobu [7]. W tym okresie użytkownik ma możliwość oceny jakości jej wykonania i przydatności do wykonywania określonej pracy. Szczególnie jest to ważne podczas eksploatacji maszyn i narzędzi rolniczych, ponieważ od starannie wykonanych zabiegów agrotechnicznych, takich jak: orka, siew, prace pielęgnacyjne czy zbiór zależy przyszły plon, a tym samym dobrobyt rolnika i jego rodziny. W związku z tym powstał system przepisów prawnych ustalających dla poszczególnych grup maszyn rolniczych odpowiednie wskaźniki, które muszą być spełnione, aby prace przez nie wykonane uznać za właściwe.

Szczegółowe zbiory wskaźników jakości pracy poszczególnych grup maszyn rolniczych zostały określone w Polskich Normach i Systemie Maszyn Rolniczych w latach osiemdziesiątych XX wieku. Od tego czasu w przemyśle maszyn rolniczych dokonana się rewolucja przemysłowa, która zaowocowała wprowadzeniem nowych, lepszych rozwiązań konstrukcyjnych, materiałów i przyrządów pomocniczych, jak chociażby system lokalizacji GPS. O aktualnej przydatności PN w badaniach jakości pracy maszyn rolniczych powinni wypowiedzieć się ich bezpośredni użytkownicy. W związku z tym przeprowadzono badania ankietowe wśród wielkopolskich rolników indywidualnych, dotyczące gradacji wskaźników jakości pracy wybranych grup maszyn rolniczych takich jak: siewniki zbożowe, kombajny zbożowe, sadzarki do ziemniaków i kombajny do zbioru ziemniaków. Za pomocą pytań, typu otwartego, zamieszczonych w ankiecie mogli wypowiedzieć się o słuszności stosowania poszczególnych wskaźników jakości pracy maszyn rolniczych zawartych w Polskich Normach, jak również uzupełnić listy o swoje, własne i istotne parametry. Analiza wyników badań pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków:

1. Badani rolnicy uwzględniali wszystkie wskaźniki jakości pracy maszyn rolniczych zawarte w ankiecie, rozróżniają je i trafnie interpretują, co może oznaczać, że posiadają odpowiednie wykształcenie rolnicze, a doświadczenie zawodowe odegrało tu znacznie mniejszą rolę.
2. Gradacja wskaźników, dokonana dla poszczególnych grup maszyn rolniczych, nie zawsze jest zgodna z uszeregowaniem ich w Polskich Normach. Powstałe rankingi parametrów jakości pracy maszyn sugerują, które ze wskazanych wskaźników są najważniejsze zdaniem ankietowanych, a które odgrywają uboczne znaczenie w uzyskaniu wysokiego plonu, który jest głównym miernikiem efektywności podejmowanych upraw. Zweryfikowanie i uszeregowanie zbiorów wskaźników jakości pracy maszyn mogą być przydatne przy wdrażaniu Sys-

temów Zarządzania Jakością w zakładach świadczących usługi maszynowe jak również podczas konstruowaniu nowych maszyn i narzędzi rolniczych.

3. Rolnicy dostrzegają potrzebę dodania nowych (czasem już wykreślonych z PN) wskaźników jakości pracy badanych grup maszyn. Na przykład usunięty wskaźnik jakości pracy siewników zbożowych, który ustalał głębokość siewu nasion redlicami stopkowymi i tarczowymi jest dla rolników najważniejszym ze wskaźników jakości pracy siewników polowych rzędowych uniwersalnych. Natomiast w przypadku kombajnów do zbioru ziemniaków, rolnicy dostrzegają potrzebę rozpatrywania przy ocenie jakości ich pracy parametru, który będzie uwzględniał także uszkodzenia zbieranych bulw. Parametr ten nie występuje w Polskich Normach, co może oznaczać, że nowoczesne kombajny do zbioru ziemniaków nie powinny absolutnie uszkadzać zbieranego plonu.
4. Wartości poszczególnych wskaźników jakości pracy maszyn rolniczych zawarte w Polskich Normach są ustanawiane przez organizacje normalizacyjne danego kraju – w Polsce przez Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości. Na temat narzuconych wartości dopuszczalnych tych wskaźników mogliby wypowiedzieć się także rolnicy. W tym celu należy prowadzić kolejne badania w tym zakresie, którymi należy objąć kolejne grupy maszyn rolniczych.

## Literatura

- [1] Giera K., Werpachowski W. (1995): Księga jakości. Instytut Technologii Eksploatacji, Radom
- [2] Klewicz B. (2005): Analiza wybranych kryteriów jakości pracy maszyn rolniczych. Praca magisterska, Wydział Rolniczy – kierunek TRiL, AR, Poznań.
- [3] Kraszewski W i in. (1982): Encyklopedia Popularna PWN, wydanie piąte, PWN, Warszawa.
- [4] Rzeźnik C. (2005): Wprowadzenie do metodyki prac magisterskich i projektów w technice rolniczej. Wyd. AR w Poznaniu.
- [5] Rzeźnik C., Durczak K. (1998): Projektowanie procesów technologicznych w rolnictwie. Prace Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych. Poznań, Vol. 43, Nr 3.
- [6] Rzeźnik C., Durczak K. (2000): Modelowanie procesów dyskretnych w inżynierii rolniczej. Wydawnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn. III Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Rozwój Teorii i Technologii w Technicznej Modernizacji Rolnictwa”.
- [7] Szkoda J. (2002): Zarządzanie jakością w procesach realizacji maszyn i urządzeń technicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko Mazurskiego w Olsztynie.