

SPECYFIKACJA OGÓLNYCH WYMAGAŃ PROJEKTOWYCH DLA MASZYN ROLNICZYCH. CZ.II. MASZyny DO ZBIORU

Zbigniew Ślipek, Jarosław Frączek, Bogusław Cieślukowski
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Przeprowadzono analizę wymagań projektowych dla maszyn do zbioru ziemiopłodów. Wydzielone zostały grupy jednorodne pod względem stopnia ważności, oddzielnie dla założeń i dla kryteriów konstrukcyjnych. Nastąpił wzrost znaczenia wymagań projektowych w ciągu ostatnich 16 lat. Dotyczy to szczególnie wymagań funkcjonalnych i ergonomicznych.

Słowa kluczowe: maszyna rolnicza, założenie, kryterium, wymaganie projektowe

Wprowadzenie

W procesie projektowania i konstruowania środków technicznych, specyfikacja merytorycznie jednoznacznego, spójnego i kompletnego zbioru wymagań jest jednym z istotnych warunków powodzenia nowo tworzonej oferty produkcyjnej [Osiński, Wróbel 1995]. Praktycznie trudno jest utworzyć, bez dokładnych analiz i działań wstępnych, dobry zbiór wymagań [Dietrych 1978].

Początkujący projektanci mogą preferować tylko jeden z wielu modułów wymagań, których łączne spełnienie pozwala ocenić, czy konstrukcja jest technologiczna. Pojęcie technologiczności konstrukcji należy bowiem interpretować, jako spełnienie wszystkich wymagań odnoszących się do realizacji zakładanej funkcji celu maszyny a także spełnienie wymagań dotyczących jej wytwarzania oraz eksploatacji. Z kolei doświadczeni specjaliści, poprzez swoje rutynowe podejście do toku projektowania, mogą niektóre wymagania pomijać podczas tworzenia specyfikacji, jako oczywiste z ich punktu widzenia.

Wymaganie powinno być cechą systemu technicznego lub opisem tego, co projektowany środek techniczny powinien realizować, aby osiągnąć założony cel. Natomiast jak to ma realizować jest przedmiotem projektu [Ślipek, Frączek 2007]. Przy tak postawionym zagadnieniu widać, jak istotne jest wyspecyfikowanie wymagań we wstępnej fazie projektowania. Podkreślić przy tym należy, że z punktu widzenia odpowiedzialności projektanta, korzystniejsza jest sytuacja, w której zaprojektowana maszyna tylko częściowo spełnia racjonalnie dobrane kryteria, aniżeli taka w której konstrukcja maszyny całkowicie spełnia niewłaściwie dobrane kryteria. Zagadnieniem tym zajmuje się szczegółowo inżynieria wymagań.

Wymagania stawiane środkom technicznym można dzielić na rozmaite kategorie. Najbardziej ogólny układ można sformułować następująco:

- wymagania, które muszą zostać bezwzględnie spełnione (np. bezpieczeństwo),
- wymagania, które są pożądane, ale nie niezbędne,
- wymagania o znaczeniu podrzędnym, które mogłyby zostać pominięte.

Nie ma jednoznacznie określonych i w sposób uzasadniony zróżnicowanych wymagań projektowych dla maszyn rolniczych. Wymagania takie, ze względu na szeroki asortyment maszyn rolniczych trudno jest uogólnić. Nie ulega wątpliwości, że powinny one wynikać z racji istnienia: technicznej, technologicznej, ekonomicznej.

Wyniki analizy wymagań projektowych dla maszyn uprawowych zostały opublikowane przez autorów jako część pierwsza (pod tym samym tytułem).

Niniejsze opracowanie dotyczy wymagań dla grupy maszyn do zbioru ziemiopłodów. Może ono posłużyć do specyfikacji szczegółowych założeń oraz kryteriów konstrukcyjnych dla konkretnych maszyn rolniczych, przeznaczonych do zbioru. Wyniki mogą być także pomocne przy nauczaniu projektowania inżynierskiego na kierunkach studiów, na których standardy kształcenia obejmują takie treści programowe.

Metodyka badań

Badania zostały wykonane metodą ankietowania respondentów (66 osób) w trzech grupach:

- ekspertów (zaliczono tu projektantów i przedstawicieli producentów maszyn rolniczych),
- naukowców (profesorowie inżynierii rolniczej)
- rolników (posiadających gospodarstwa powyżej 5 ha na terenie Małopolski).

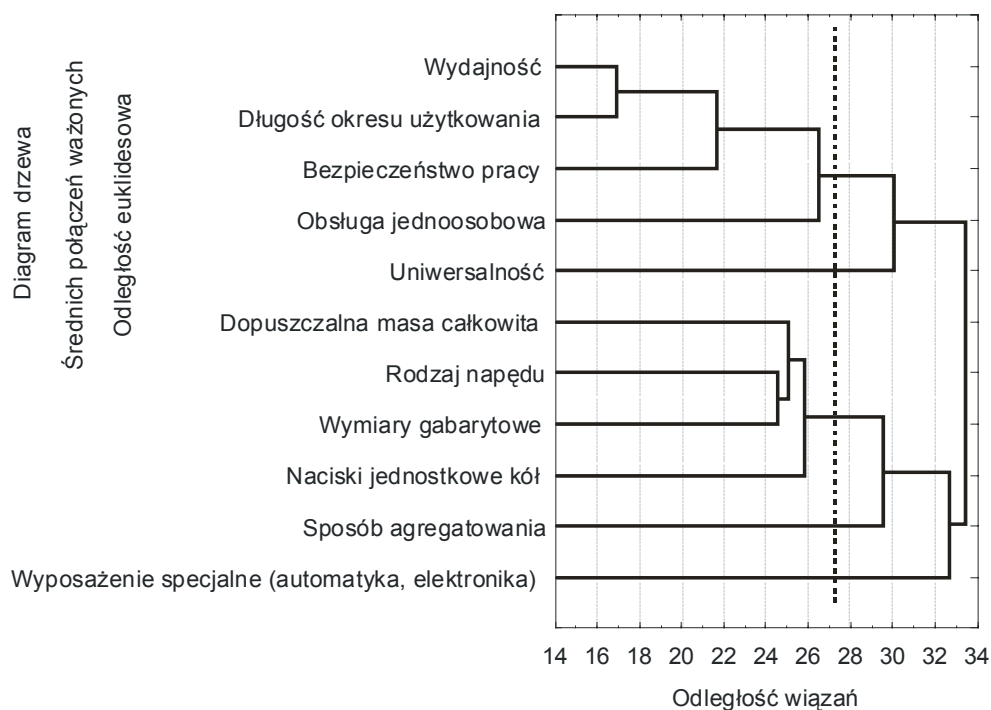
Respondenci przypisali wagi (1-10) dla wyszczególnionych w ankiecie założeń oraz kryteriów. Do określenia podzbiorów założeń oraz kryteriów, które można uznać za jednorodne zastosowano metodę analizy skupień. Jako miarę podobieństwa elementów zastosowano odległość euklidesową [www.statsoft.pl]. Analizowano oddzielnie założenia oraz kryteria na poziomie podziału na pięć grup jednorodnych, każda o innym znaczeniu (wadze).

Wyniki

Wstępna analiza zebranego materiału wskazała na tendencję do eksponowania przez poszczególne grupy ankietowanych swego, preferującego własne racje zawodowe, „punktu widzenia” w ocenie wymagań projektowych. Łączna analiza ocen wszystkich respondentów (ekspertów, naukowców, rolników) niweluje skutecznie te preferencje. Analogiczna tendencja została wykazana w opracowaniu dotyczącym maszyn uprawowych. Biorąc powyższe pod uwagę, w dalszej części rozdziału przedstawiono analizę wymagań dla zbiorczego (wszyscy ankietowani) materiału badawczego.

Ocena stopnia ważności założeń projektowych

Dane uzyskane w wyniku analizy skupień dla założeń projektowych ocenianych przez wszystkich ankietowanych przedstawiono na rys. 1. Specyfikacja tych założeń w grupach, określających ich stopień ważności wskazuje, że podstawowe znaczenie mają: wydajność, obsługa jednoosobowa, bezpieczeństwo pracy oraz długość okresu użytkowania. Do założeń o znaczeniu ważnym respondenci zaliczyli wymóg wyposażenia specjalnego maszyn w układy automatyki. W części otwartej ankiety wskazywano na konieczność pełnej mechatronizacji tych maszyn. Takie formułowanie wymagań wydaje się uzasadnione, biorąc pod uwagę aktualny rozwój zastosowań cyfrowych do sterowania pracą maszyn roboczych (komputery pokładowe). Za wymaganie o znaczeniu podrzędnym uznano sposób agregatowania. Wydaje się, że taka ocena wynika z ogólnej tendencji do projektowania maszyn, w zasadzie jako przyczepianych.



Rys.1. Podział założeń projektowych dla maszyn do zbioru na grupy (skupienia) jednorodne – wszyscy ankietowani
 Fig. 1. Division of design assumptions for harvesting machines into homogeneous groups (concentrations) – all respondents

Tabela 1. Podział założeń projektowych dla maszyn do zbioru na grupy (skupienia) jednorodne według ważności – wszyscy ankietowani
 Table 1. Division of design assumptions for harvesting machines into homogeneous groups (concentrations) according to their importance – all respondents

Stopień ważności	Treść założenia projektowego	Średnia grupowa punktów
Założenia o znaczeniu podstawowym	Wydajność Obsługa jednoosobowa Bezpieczeństwo pracy Długość okresu użytkowania	8,52
Założenia ważne	Wyposażenie specjalne (automatyka, elektronika)	7,09
Założenia średnio ważne	Uniwersalność	7,02
Założenia mało ważne	Dopuszczalna masa całkowita Rodzaj napędu Naciski jednostkowe kół Wymiary gabarytowe	6,46
Założenia o znaczeniu podrzędnym	Sposób agregatowania	6,21

Źródło: obliczenia własne autorów

Ocena stopnia ważności kryteriów konstrukcyjnych

Specyfikację poszczególnych kryteriów konstrukcyjnych, uwzględniającą grupy jednorodne zobrazowano na rys. 2. Zestawienie tych grup z podziałem według stopnia ważności, przedstawione w tab. 2. wskazuje, że przeważająca część kryteriów ma znaczenie podstawowe. Są to kryteria obejmujące cechy techniczno-eksploatacyjne maszyn a także wymagania ergonomiczne. Na uwagę zasługuje zakwalifikowanie do kryteriów mniej ważnych wymagania dotyczącego wielofunkcyjności. Wydaje się to uzasadnione ogólną tendencją do konstruowania maszyn wyspecjalizowanych, których osiągi są z reguły o wiele lepsze w porównaniu z maszynami uniwersalnymi.

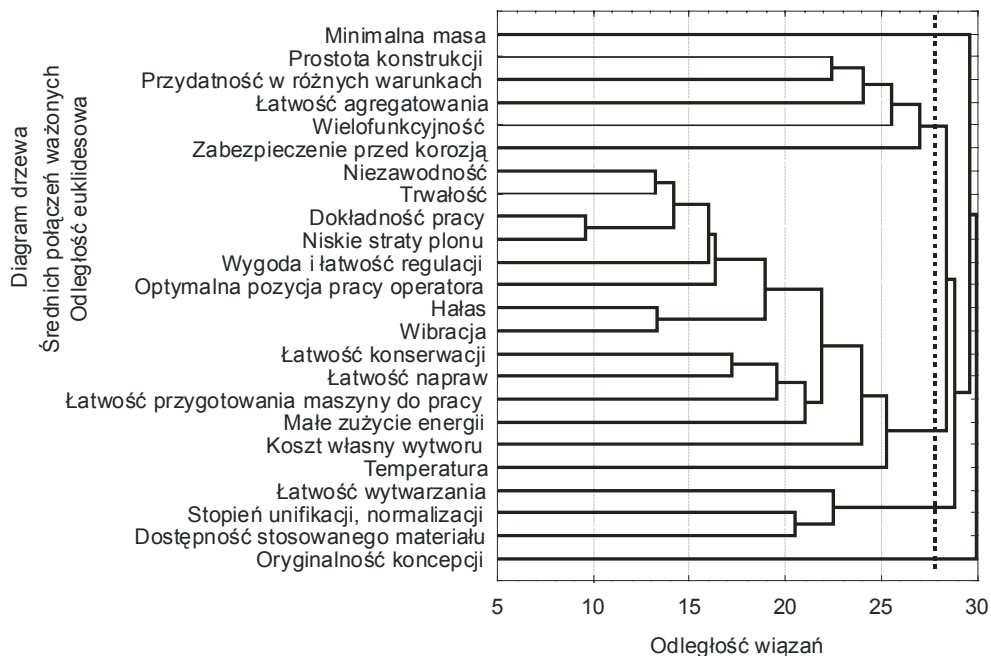
Porównanie rezultatów badań aktualnych z badaniami opublikowanymi w 1993 r.

Porównanie danych historycznych (podobne badania ankietowe przeprowadzono w 1991 r.) pozwoliło wskazać, jak zmieniły się wymagania projektowe w ciągu ostatnich 16 lat [Ślipek 1993].

W przypadku założeń zasadniczy wzrost wymagań w porównaniu z rokiem 1991 wystąpił dla następujących kategorii: długość okresu użytkowania, obsługa jednoosobowa, wyposażenie specjalne (mechatronizacja maszyn). Obrazuje to porównanie, przedstawione na rys. 3.

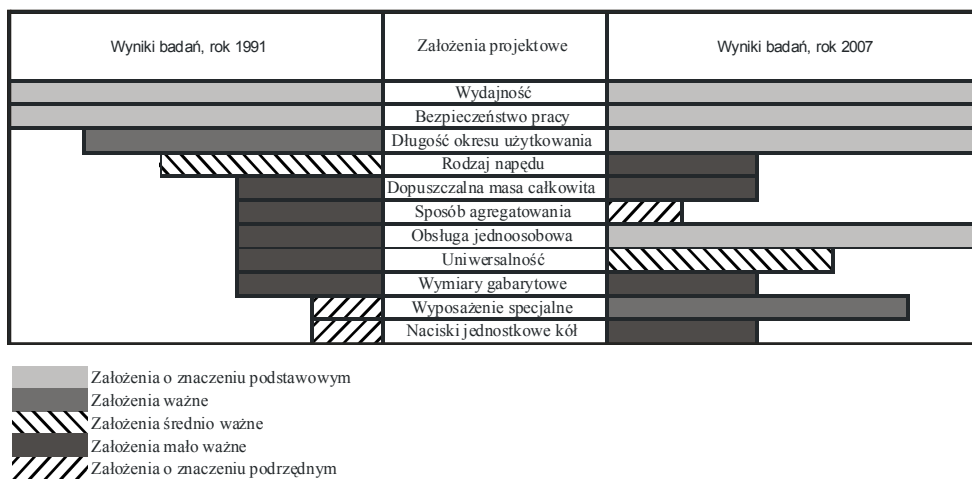
Dla kryteriów konstrukcyjnych mniejsze znaczenie aniżeli w roku 1991 stwierdzono dla następujących kategorii: minimalna masa, prostota konstrukcji, przydatność w różnych warunkach, łatwość agregatowania. Wymaga podkreślenia aktualny wzrost wymagań dla kryteriów związanych z ergonomią, obejmujących wibrację i temperaturę. Wydaje się to uzasadnione postępowaniem technicznym oraz dbałością o komfort pracy użytkownika.

Specyfikacja ogólnych wymagań...



Rys. 2. Podział kryteriów konstrukcyjnych dla maszyn do zbioru na grupy (skupienia) jednorodne – wszyscy ankietowani

Fig. 2. Division of constructional criteria for harvesting machines into homogeneous groups (concentrations) - all respondents



Rys. 3. Porównanie założeń projektowych dla maszyn do zbioru

Fig. 3. Comparison of design assumptions for harvesting machines

Tabela 2. Podział kryteriów konstrukcyjnych dla maszyn do zbioru na grupy (skupienia) jednorodne według ważności – wszyscy ankietowani
 Table 2. Division of constructional criteria for harvesting machines into homogeneous groups (concentrations) according to their importance – all respondents

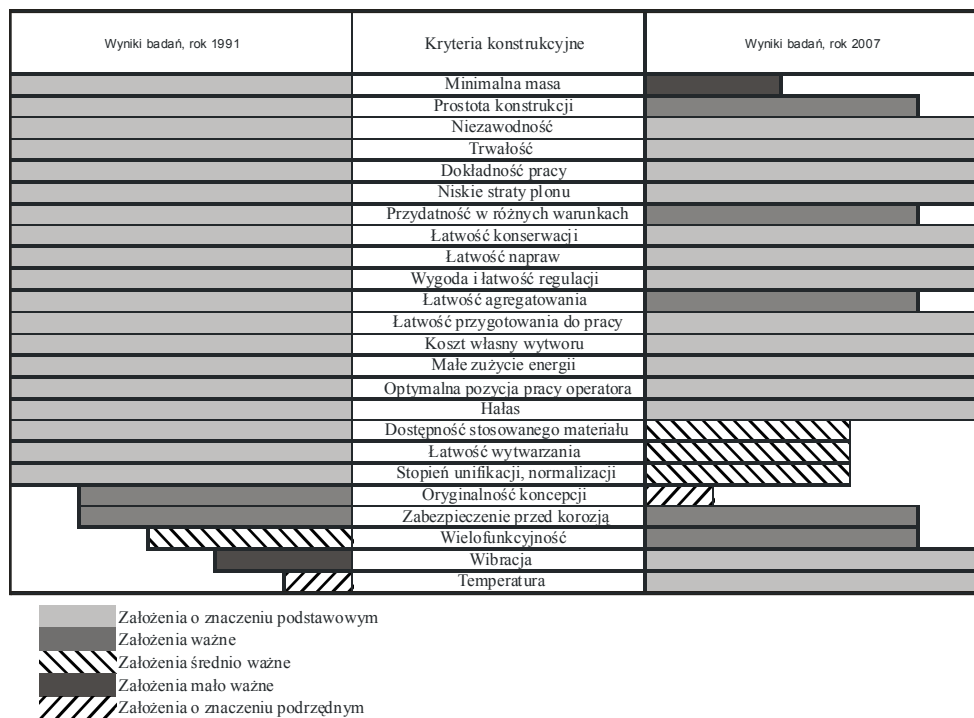
Stopień ważności	Treść kryterium konstrukcyjnego	Średnia grupowa punktów
Kryteria o znaczeniu podstawowym	Niezawodność Trwałość Dokładność pracy Niskie straty plonu Łatwość konserwacji Łatwość napraw Wygoda i łatwość regulacji Łatwość przygotowania maszyny do pracy Koszt własny wytworu Małe zużycie energii Optymalna pozycja pracy operatora Hałas Temperatura Wibracja	8,41
Kryteria ważne	Prostota konstrukcji Wielofunkcyjność Przydatność w różnych warunkach Zabezpieczenie przed korozją Łatwość agregatowania	7,32
Kryteria średnio ważne	Łatwość wytwarzania Stopień unifikacji, normalizacji Dostępność stosowanego materiału	7,13
Kryteria mało ważne	Minimalna masa	6,73
Kryteria o znaczeniu podrzędnym	Oryginalność koncepcji	6,41

Źródło: obliczenia własne autorów

Wnioski

1. Zastosowana metoda analizy wymagań projektowych wykazała zróżnicowanie pod względem ważności, zarówno założeń jak i kryteriów konstrukcyjnych dla maszyn do zbioru ziemiopłodów.
2. Wymagania projektowe zostały zakwalifikowane do grup jednorodnych. Utworzono w ten sposób hierarchiczny układ ważności dla analizowanego zbioru wymagań.
3. Nastąpił wzrost ważności wymagań w ciągu ostatnich 16 lat. Dotyczy to szczególnie wymagań funkcjonalnych oraz ergonomicznych.

Specyfikacja ogólnych wymagań...



Rys. 4. Porównanie kryteriów konstrukcyjnych dla maszyn do zbioru
 Fig. 4. Comparison of constructional criteria for harvesting machines

Bibliografia

- Dietrych J.** 1978. System i konstrukcja. WNT. Warszawa. s. 167-202.
- Osiński Z., Wróbel J.** 1995. Teoria konstrukcji. Wydawnictwo Naukowe PWN. ISBN 83-01-11840-7.
- Ślipek Z.** 1993. Ocena stopnia ważności wymagań konstrukcyjnych dla maszyn rolniczych. Część I i II. Roczniki Nauk Rolniczych T.79 – C4, s. 54-58. s. 60-66.
- Ślipek Z., Frączek J.** 2007. Kształcenie w zakresie projektowania inżynierskiego na kierunkach niemechanicznych. XXIII Sympozjon Podstaw Konstrukcji Maszyn. T. III. s. 335-343.

SPECIFICATION OF GENERAL DESIGN REQUIREMENTS FOR FARM MACHINES. PART II. HARVEST MACHINES

Abstract. The researchers carried out an analysis of design requirements for agricultural produce harvesting machines. The research allowed to separate homogeneous groups as regards importance level, individually for the assumptions and for constructional criteria. The importance of design requirements has increased over the last 16 years. This particularly applies to functional and ergonomic requirements.

Key words: farm machine, assumption, criterion, design requirement

Adres do korespondencji:

Zbigniew Ślipek; e-mail: slipek@ar.krakow.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków