PROGNOZA ROZWOJU KONSTRUKCJI KOMBAJNÓW ZBOŻOWYCH NA PODSTAWIE BADAŃ ANKIETOWYCH

Sławomir Francik, Zbigniew Ślipek

Katedra Podstaw Budowy Maszyn
Akademia Rolnicza im.H.Kołłątaja w Krakowie

Synopsis: W pracy przedstawione zostały tendencje rozwojowe w konstrukcji kombajnów zbożowych. Tendencje te zostały wyznaczone na podstawie badań opinii ekspertów.

Słowa kluczowe: kombajn zbożowy, tendencja rozwojowa, metody analizy opinii ekspertów.

Wstęp

Niniejsze opracowanie zawiera wyniki badań dotyczących kombajnów zbożowych. Badania te zostały przeprowadzone przy użyciu intuicyjnych metod prognozowania [4].

Kombajn zbożowy został wybrany do badań, ponieważ: z jednej strony jest on często krytykowany ze względu na swoje wady i uważa się, że jest -zwłaszcza w obecnej postaci -przeżytkiem. Z drugiej zaś strony są prowadzone szeroko zakrojone prace obejmujące optymalizację elementów roboczych kombajnów zbożowych ze względu na straty i uszkodzenia ziarna. W tej sytuacji trudno rozstrzygnąć, jaki będzie dalszy los kombajnu? Przeprowadzona prognoza miała udzielić odpowiedzi na to pytanie.

W badaniach pod pojęciem "kombajn zbożowy" rozumiano maszynę do jednoetapowego zbioru (koszenie, młócenie, wstępne czyszczenie), niezależnie od rozwiązań konstrukcyjnych zespołów wykonujących te czynności. Ekspertami byli pracownicy naukowi z większości polskich placówek naukowych.

Metoda

Sposób przeprowadzenia badań został przedstawiony schematycznie na rys.1.

Część 1 -dotyczyła przyszłości kombajnu jako maszyny do zbioru zbóż (perspektywiczności) -ta część badań została zrealizowana przy użyciu metodydelfickiej [1,6,9].

Część 2 -dotyczyła kierunków prac badawczych, które należy przeprowadzić w celu udoskonalenia kombajnu -ta część badań została zrealizowana przy wykorzystaniu metody drzewa celów [1,3,5,6].

Część 3 -obejmowała wyznaczenie rozwiązania konstrukcyjnego, które będzie dominowało w przyszłości (trendu rozwojowego kombajnów zbożowych) -wykorzystana tu została metoda morfologiczna [1,2,6,7,8].

W celu sprawdzenia, czy uwzględnienie współczynników samooceny wpływa na zbiorcze wyniki badań, eksperci zostali poproszeni o ocenę ich kompetencji w zagadnieniach, których dotyczyły poszczególne pytania.

Część 1 badań ankietowych zawierała pytania:

1.1. -Do którego roku kombajn będzie podstawową maszyną do zbioru zbóż?

1.2. -W którym roku wprowadzona zostanie do seryjnej produkcji nowa maszyna do zbioru zbóż (konkurencyjna dla kombajnu)?

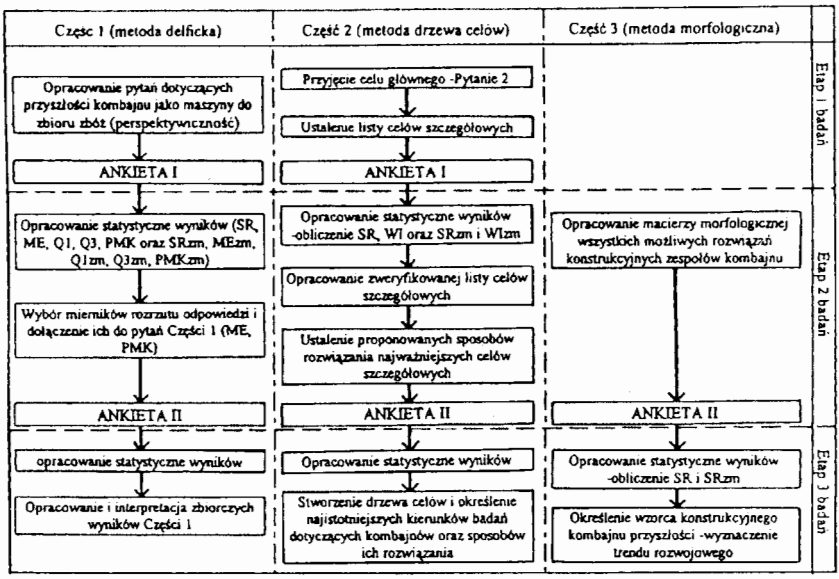
1.3. -W którym roku seryjnie produkowane kombajny zostaną wyposażone w układy zapewniające całkowitą automatyzację ich pracy -komputer pokładowy, który na podstawie informacji o stanie zbieranego zboża, stratach, obciążeniu zespołów roboczych, stanie powierzchni, będzie sterował pracą (prędkość jazdy, nastawienie zespołów roboczych) ograniczając rolę operatora do nadzoru i kierowania kombajnem?

1.4. -Jaką przepustowość powinny osiągać największe kombajny w latach 2000 do 2005?

Pytania 1.1. i 1.2. wymagały podania osobnej odpowiedzi dla Polski i Europy Zachodniej (tzn. państw europejskich o najwyższym poziomie techniki rolniczej).

Opracowanie wyników części 1 polegało na obliczeniu wartości: średnich arytmetycznych (SR), median (ME), oraz pierwszych (Q1) i trzecich (Q3) kwartyli, a także przedziały pomiędzy Q1 a Q3 -tzw.przedziały międzykwartylowe (PMK). Wykorzystując współczynniki samooceny ekspertów, obliczono wartości zmodyfikowane tych wielkości (SRzm, MEzm, Q1zm, Q3zm, PMKzm).

W tabeli 1 zostały przedstawione elementy drzewa celów (cel główny, cele szczegółowe oraz sposoby ich rozwiązania). Celem głównym była odpowiedź na Pytanie 2: w jakim kierunku powinny zmierzać prace badawczo -rozwojowe dotyczące kombajnów zbożowych?



Rys.1 Schemat przeprowadzanych badań ankietowych.
Fig.1 Schematic diagram of conducted inquiry studies.

W celu odzwierciedlenia wag poszczególnych elementów drzewa, w osiągnięciu celu głównego, dla każdego z tych elementów obliczono tzw. współczynniki istotności (WI) oraz współczynniki istotności zmodyfikowane (WIzm) -uwzględniające samoocenę ekspertów:

$$WI = SR*WI_{EN}/100 \; ; \; WIzm = SRzm*WIzm_{EN}/100$$

gdzie: WI_{EN} -wsp.istotności elementu nadrzędnego

$WIzm_{EN}$ -zmodyfikowany wsp. istotn. elementu nadrzędnego.

W tabeli 2 została przedstawiona macierz morfologiczna (będąca postawą części 3 badań).

Tabela 1

Elementy drzewa celów

Table 1

Elements of objective tree.

CELE SZCZEGÓŁOWE	SPOSOBY REALIZACJI CELÓW SZCZEGÓŁOWYCH
P.2.1. -zwiększenie przepustowości	2.1.a -wprowadzenie nowych koncepcji konstrukcyjnych zesp. roboczych 2.1.b. -udoskonalenie istniejących postaci konstrukcyjnych zesp. roboczych 2.1.c. -wprowadzenie nowych materiałów 2.1.d. -wprowadzenie automatyki i elektroniki 2.1.e -inne działania
P.2.2. -uproszczenie i ułatwienie pracy kombajnisty	2.2.a. -wprowadzenie automatycznej regulacji zespołów roboczych 2.2.b. -uproszczenie konstrukcji kombajnu 2.2.c -inne działania
P.2.3. -zmniejszenie strat i uszkodzeń ziarna	2.3.a. -wprowadzenie nowych koncepcji konst. zesp. roboczych 2.3.b. -udoskonalenie istniejących postaci konstrukcyjnych zesp. roboczych 2.3.c. -wprowadzenie nowych materiałów konstrukcyjnych 2.3.d -wprowadzenie automatycznej regulacji zespołów roboczych 2.3.e. -inne działania
P.2.4. -zmniejszenie ugniatania gleby	2.4.a -zmniejszenie masy przez wprowadzenie nowych materiałów 2.4.b. -zmniejszenie masy przez zmianę konstrukcji kombajnu 2.4.c. -dokonanie zmian w konstrukcji układu jezdnego 2.4.d. -inne działania
P.2.5. -poprawa trwałości i niezawodności	2.5.a. -dokonanie zmian konstrukcyjnych poszczególnych zespołów 2.5.b. -wprowadzenie nowych materiałów konstrukcyjnych 2.5.c -inne działania
P.2.6. -polepszenie ergonomii i estetyki kombajnu	
P.2.7. -zmniejszenie energochłonności procesu zbioru	
P.2.8. -dostosowanie do zbioru różnych roślin	
P.2.9. -inne działania	

Wyniki badań

Na podstawie analizy części I badań (tabela 3) można stwierdzić że:
- do roku 2050 kombajn zbożowy będzie podstawową maszyną do zbioru zbóż, zarówno w Polsce jak i w Europie Zachodniej,
- do roku 2020 w Europie, a 2025 w Polsce, nie zostanie wprowadzona do seryjnej produkcji nowa (konkurencyjna dla kombajnu) maszyna do zbioru zbóż,
- około roku 2005 pojawią się w seryjnej produkcji kombajny wyposażone w układy zapewniające całkowitą automatyzację ich pracy,
- w latach 2000 -2005 największe kombajny zbożowe będą osiągały przepustowość 16-17 [kg masy zbożowej/s].

Tabela 2

Macierz morfologiczna dla kombajnów zbożowych

Table 2

Morphological matrix for combine harvesters

POZIOM INFORMACJI	ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE
P 3.1 typ kombajnu	3.1.1 -samobieżny, 3.1.2 -przyczepiany, 3.1.3.-półzawieszany, 3.1.4 -nabudowywany na ciągnik, 3.1.5.-inne rozwiązania
P 3.2 -rodzaj zesp. jezdnego	3.2.1 -kołowy, 3.2.2 -gąsienicowy, 3.2.3 -półgąsienicowy, 3.2.4 -inne
P 3.3 -rodzaj zespołu żniwnego	3.3.1 -palcowo -nożycowy 3.3.2 -ślimakowy, 3.3.3.-wyczesujący, 3.3.4 -inne rozwiązania
P 3.4 rodzaj zespołu młócącego	3.4.1 jednobębnowy poprzeczny 3.4.2 -dwubębnowy poprzeczny, 3.4.3 -wielobębnowy, 3.4.4.-bębnowy wzdłużny, 3.4.5.-inne
P 3.5 -rodzaj urządzenia separującego	3.5.1.-klawiszowe tradycyjne, 3.5.2 -klawiszowe z układami wspomagającymi pracę, 3.5.3.-widłowe, 3.5.4.-rotacyjne, 3.5.5 -inne
P 3.6 -rodzaj zespołu czyszczącego	3.6.1 z sitami płaskimi regulowanymi, 3.6.2 -z sitami płaskimi stałymi, 3.6.3 -z sitami odśrodkowo -bębnowymi, 3.6.4 -inne
P 3.7 elementy wspomag. pracę zesp. czyszczącego	3.7.1 -elementy domłacające, 3.7.2 -przenośnik z taśmą sitową 3.7.3 -inne rozwiązania, 3.7.4 -brak
P 3.8 postać wydzielonej słomy	3.8.1 -rząd, 3.8.2.-kopa 3.8.3.-sprasowana, 3.8.4 -rozrzucona po polu (z rozdrobnieniem), 3.8.5 rozrzucona po polu (bez rozdrobnienia), 3.8.6 -załadowana na środek transportu, 3.8.7 -inne rozwiązania
P 3.9 -wyposażenie dodatkowe kombajnu	3.9.1 adapter do kukurydzy, 3.9.2 -podbieracz, 3.9.3 -inne rozwiązania, 3.9.4 -brak
P 3.10 -sterowanie zespołami roboczymi kombajnu	3.10.1 -automatyczne wszystkimi zespołami roboczymi, 3.10.2 -automatyczne niektórymi zespołami roboczymi, 3.10.3.-ręczne wszystkimi zespołami roboczymi
P 3.11. -parametry regulowane automatycznie	3.11.1 -prędkość jazdy, 3.11.2 -wysokość koszenia, 3.11.3 obciążenie zespołu młócącego, 3.11.4.-wielkość szczeliny roboczej, 3.11.5 -inne rozwiązania

Zastosowanie metody delfickiej pozwoliło na zwiększenie zgodności opinii ekspertów (zmniejszenie przedziałów międzykwartylowych Ankiety II w porównaniu z Ankietą I)

Na rysunku 2 przedstawione zostało drzewo celów oraz zestawienie oceny istotności jego elementów. Można stwierdzić, że prace badawczo -rozwojowe dotyczące kombajnów zbożowych powinny zmierzać w kierunku:

- zwiększenia przepustowości; przez wprowadzenie nowych koncepcji konstrukcyjnych ,
- zmniejszenia strat i uszkodzeń ziarna; przez wprowadzenie nowych koncepcji konstrukcyjnych i udoskonalenie istniejących postaci konstrukcyjnych zespołów roboczych, a także przez wprowadzenie automatycznej regulacji parametrów pracy tych zespołów,
- poprawy trwałości i niezawodności kombajnu; przez zmiany konstrukcyjne poszczególnych zespołów i wprowadzenie nowych materiałów konstrukcyjnych.

Tabela 3

Wyniki Części 1 badań ankietowanych - metoda delficka

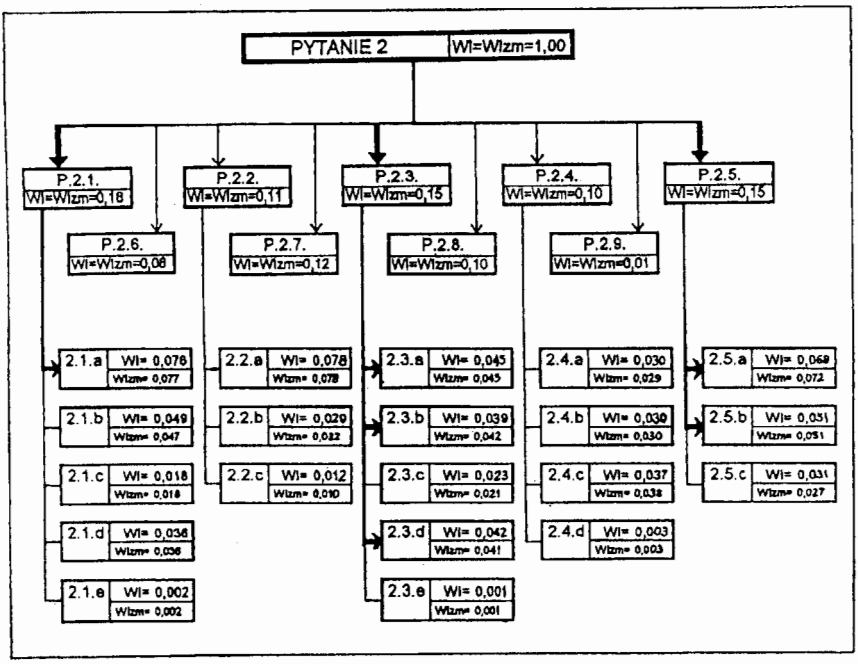
Table 3

Results of inquiry studies (part 1st) - delphic method

PYTANIE		Wyniki Części 1 Ankiety I				Wyniki Części 1 Ankiety II			
		SR	ME	Q1	Q3	SR	ME	Q1	Q3
[jednostka]		{SRzm}	{MEzm}	{Q1zm}	{Q3zm}	{SRzm}	{MEzm}	{Q1zm}	{Q3zm}
P.1.1.	Europa	2039 {2037}	2040 {2030}	2010 {2010}	2050 {2050}	2038 {2037}	2050 {2050}	2020 {2020}	2050 {2050}
[rok]	Polska	2055 {2052}	2050 {2050}	2025 {2025}	2080 {2080}	2049 {2048}	2050 {2050}	2025 {2025}	2050 {2050}
P.1.2.	Europa	2015 {2015}	2010 {2010}	2001 {2000}	2020 {2020}	2016 {2016}	2020 {2020}	2010 {2010}	2020 {2020}
[rok]	Polska	2025 {2025}	2025 {2025}	2010 {2010}	2038 {2040}	2024 {2024}	2025 {2025}	2020 {2020}	2030 {2030}
P.1.3. [rok]		2011 {2012}	2005 {2010}	2000 {2000}	2011 {2013}	2005 {2005}	2005 {2005}	2000 {2000}	2010 {2010}
P.1.4. [kg/s]		17 {17}	15 {15}	12 {12}	20 {20}	16 {16}	16 {17}	12 {12}	19 {19}

Na rysunku 3 przedstawiony został wzorzec konstrukcyjny kombajnu zbożowego do roku 2005. Wzorzec ten (zaznaczony linią ciągłą) został utworzony przez połączenie rozwiązań, które w poszczególnych rzędach macierzy uzyskały najwyższe oceny.

Dominujący (najczęściej produkowany) będzie kombajn: samobieżny, kołowy, z palcowo -nożowym zespołem żniwnym, jednobębnowym poprzecznym zespołem młócącym (będą również produkowane kombajny z wielobębnowym i wzdłużnym zespołem młócącym), klawiszowym zespołem separującym (tradycyjnym lub wyposażonym w układy wspomagające pracę), zespołem czyszczącym z sitami płaskimi regulowanymi i wspomagającymi elementami domłacającymi. Kombajn będzie wydzielał słomę w postaci rzędu lub rozrzucał po polu z rozdrobnieniem. Dodatkowym wyposażeniem kombajnu będzie podbieracz lub adapter do zbioru kukurydzy. W kombajnie będą regulowane automatycznie niektóre parametry pracy (głównie prędkość jazdy i obciążenie zespołu młócącego).

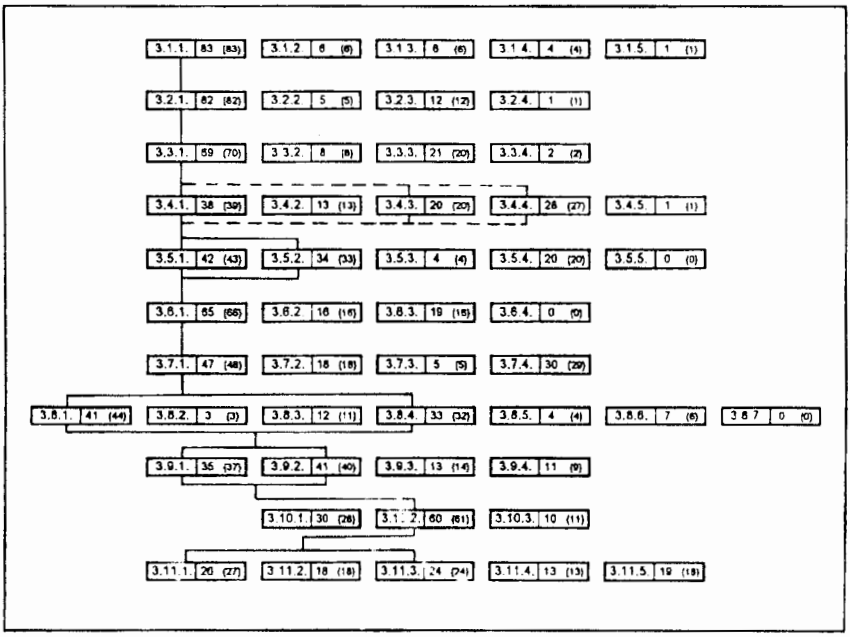


Rys.2 Wyniki Części 2 badań ankietowych - drzewo celów.
Fig.2. Results of inquiry studies (part 2nd) - objective tree.

Wnioski

Podsumowując uzyskane oceny można stwierdzić że:

1. Kombajn zbożowy będzie dominował jako maszyna do zbioru zbóż do połowy XXI wieku, a stosowane w nim rozwiązania konstrukcyjne nie ulegną zasadniczym zmianom w ciągu najbliższych 10-ciu lat.
2. Prace badawczo -rozwojowe dotyczące kombajnu zbożowego będą się koncentrowały na zmianach konstrukcyjnych zespołów roboczych (głównie zespołu młócącego i czyszczącego) w celu zwiększenia przepustowości oraz zmniejszenia strat i uszkodzeń ziarna. Badania będą również dotyczyły automatycznej regulacji pracy kombajnu.
3. Wprowadzona samoocena kompetencji ekspertów nie wpłynęła na znaczącą zmianę uzyskanych wyników badań, a zatem jej stosowanie nie jest uzasadnione.



Rys.3 Wyniki Części 3 - średnie arytmetyczne {średnie zmodyfikowane} ocen ekspertów

Fig.3. Results of inquiry studies (part 3rd) - arithmetic means {modified means} of experts' opinions

Literatura

1. Baworowski J. -Ewolucja prognozowania nauki i techniki. Prace Naukoznawcze i Prognostyczne, 1974, nr 10, ss.43-63.
2. Francik S., Ślipek Z. -Analiza stanu wynalazczości i trendów rozwojowych w konstrukcji maszyn do nawożenia. Zesz. Nauk. A.R. w Krakowie Z.12 Nr 284, 1993.
3. Habakuk Madis -Problemy budowy i stosowania metody celów. Przegląd Organizacyjny, 1975, nr 4.
4. Kierczyński T., Malinowska U. -Centralne kierowanie postępem technicznym. W-wa PWE 1981.
5. Mikuś J. -Statystyczna metoda oceny elementów "drzewa celów" w systemie PATTERN. Prace Naukoznawcze i Prognostyczne, 1975, nr 3.
6. Pelc K. -Przegląd metod prognozowania technicznego. Prognostyka, 1973, nr8.
7. Ślipek Z. -Próba oceny stanu wynalazczości w grupie czynnych maszyn do uprawy gleby. Masz. i Ciągn. Roln. i Leśne nr 11, 1990.

8. Ślipek Z., Francik S. -Analiza stanu wynalazczości i trendów rozwojowych w konstrukcji pras zbierających. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. Z.403,1992.
9. Trocki M. -Technika delficka. Przegląd Organizacyjny, 1975, nr7.

Prognosis of development tendencies in combine harvester construction based on inquiry studies

Sławomir Francik, Zbigniew Ślipek

Summary

On the basis of inquiry and expert opinion analysis the prognosis for development of combine harvester construction was determined. System self-evaluating the competence of combine harvester experts was also tested in the inquiry. It was stated that combine harvester will dominate as a basic machine for grain harvesting until the middle of 21st century. Basic solutions of actual construction should not be significantly changed within the coming decade. However, the research and development will be concentrated on changes improving construction and functional features of combine working assemblies, mostly threshing and cleaning ones.