

JAN GIEROBA, KAZIMIERZ A. DRESZER
Akademia Rolnicza w Lublinie

OCENA WYBRANYCH TYPÓW KOMBAJNÓW ZBOŻOWYCH W ASPEKCIE STRAT ZIARNA I ZUŻYCIA PALIWA

Wprowadzenie

Producenci zbóż mają do dyspozycji szereg różnych typów kombajnów zbożowych. Produkowane przez firmy: Claas, Deutz-Fahr, Massey Ferguson, John Deere i inne, kombajny zbożowe różnią się między sobą budową zespołów roboczych, a niektóre z nich posiadają dodatkowe urządzenia wspomagające pracę wytrząsaczy klawiszowych. Polski przemysł maszyn rolniczych produkuje znane i powszechnie użytkowane kombajny zbożowe typu „Bizon”. Nasuwa się zatem pytanie, czy jakość pracy kombajnów zbożowych krajowej produkcji jest porównywalna z kombajnami wymienionych firm zagranicznych? O jakości pracy kombajnu zbożowego decyduje szereg czynników technicznych i technologicznych. Prezentowany materiał jest próbą oceny wybranych typów kombajnów w aspekcie ich wydajności i strat ziarna. Ponadto poruszono problem zużycia oleju napędowego przez silniki poszczególnych typów kombajnów.

Ogólna charakterystyka kombajnów

W wyniku prac i badań nad doskonaleniem kombajnu zbożowego powstało szereg oryginalnych rozwiązań konstrukcyjnych tych maszyn. W praktyce zastosowanie znalazły styczny i osiowy system zasilania zespołu młocącego masę zbożową. Amerykańskie firmy Spery New Holland i International Harvester w latach siedemdziesiątych opracowały modele kombajnów o osiowym przepływie masy zbożowej [4, 7, 11, 14, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 32], które ostatnio cieszą się mniejszą popularnością.

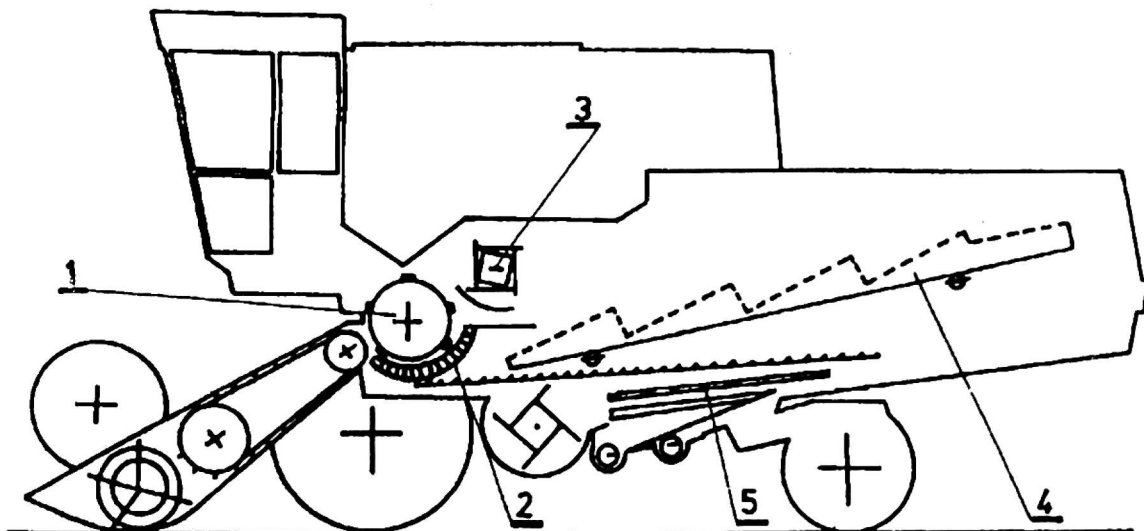
Stycznie zasilane zespoły młocące występują jako jedno- lub wielobębnowe. Najczęściej jednak stosowane są jednobębnowe zespoły młocące z wytrząsaczami klawiszowymi. Spotyka się też rozwiązania, w których praca wytrząsaczy klawiszowych wspomagana jest dodatkowymi urządzeniami zwiększającymi ich przepustowość, rys. 4 i 5. Ponieważ wydajność kombajnu oraz jakość jego pracy determinowane są przepustowością wytrząsaczy, powstało szereg rozwiązań konstrukcyjnych, w których wytrząsacze klawiszowe zastąpiono separatorami rotacyjnymi, rys. 13, 14, 15 i 17.

W budowie i rozwoju omawianych konstrukcji aktywnie uczestniczyli polscy naukowcy i konstruktorzy. Ważniejsze dane techniczne analizowanych kombajnów oraz charakterystykę warunków zamieszczono w tabeli 1.

Lp.	Parametry	Jednostki	Bizon ZO62	Claas Dominator		John Deere		Massey Ferguson 40RS	Ford New Holland TX 34	Bizon Z110/N	Sperry New Holland TF 42	Claas Com-mandor 116 CS	Bizon Z110	Case International Harvester AF 1680
				118 SL Maxi	98 SL 3-D	1055	1177 Hydro/4							
1.	Szerokość cięcia	m	5,800	6,700	4,500	3,04	4,25	6,180	5,15	5,000	4,670	6,00	5,000	6,180
2.	Szerokość (długość) bębna młócającego	m	1,580	1,320	1,020	1,280	0,610	0,600	1,290	1,250	1,300	1,580	1,250	-
3.	Średnica bębna młócającego	m	0,600	0,450	0,610	0,610	0,760	1,060	0,603	0,600	0,600	0,450	0,600	0,762
4.	Powierzchnia klepiska	m ²	1,02	0,950	0,640	0,610	0,760	1,060	0,730	-	-	-	-	1,144
5.	Kąt opasania bębna klepiskiem	°	110	117	101	103	-	117	-	-	101	95	-	360
6.	Powierzchnia wytrząsaczy	m ²	7,46	7,00	5,79	3,64	4,92	6,68	4,26	3,10	-	-	-	-
7.	Powierzchnia sit	m ²	4,81	5,100	3,58	2,87	4,18	5,400	4,33	3,90	5,400	5,650	3,90	5,600
8.	Pojemność zbiornika ziarna	m ³	5,0	7,5	5,01	2,87	5,43	7,9	6,87	5,00	6,3	8,00	5,00	7,3
9.	Moc silnika	kW	162	191	132	77	132	195	151	132	132	203	132	173
10.	Pojemność zbiornika paliwa	l	300	500	295	175	351	400	450	300	343	496	300	465
11.	Całkowita masa kombajnu	kg	10 500	12 310	9580	6900	10 870	13 800	12 890	10 510	10 800	13 380	10 510	11 280
12.	Gatunek zbieranego zboża	-	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica	pszenica
13.	Odmiana	-	Salwa	Astron	Arina	Arina	Arina	Astron	Arina	Parada	Salwa	Jawa	Parada	Astron
14.	Plon ziarna	t/ha	5,90	7,440	6,80	6,80	8,63	7,44	8,63	5,55	5,90	7,80	5,55	7,440
15.	Wilgotność ziarna	%	13,4	12,6	15,6	15,70	12,9	12,6	12,6	14,5	13,4	13,0	13,8	12,6
16.	Wilgotność słomy	%	17,3	10,7	16,0	16,0	25,1	10,7	25,1	19,0	17,3	12,3	16,0	10,7
17.	Stosunek ziarna do słomy	-	1:1,19	1:0,94	1:0,74	1:0,74	1:1,16	1:0,94	1:1,16	1:0,79	1:1,19	1:0,54	1:0,78	1:0,94

Wyniki badań i ocena konstrukcji

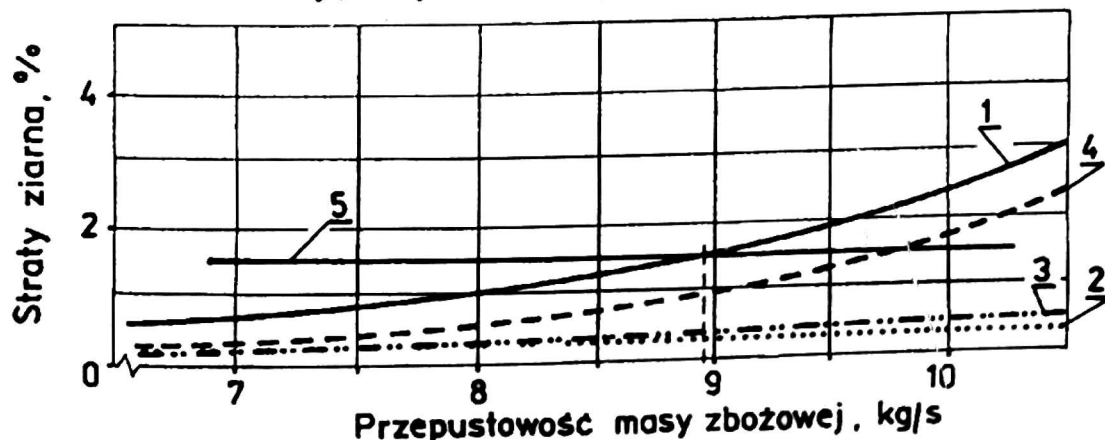
Najbardziej rozpowszechnioną i najprostszą budowę posiada kombajn wyposażony w jeden, stycznie zasilany zespół młócający i wytrząsacze klawiszowe, rys. 1.



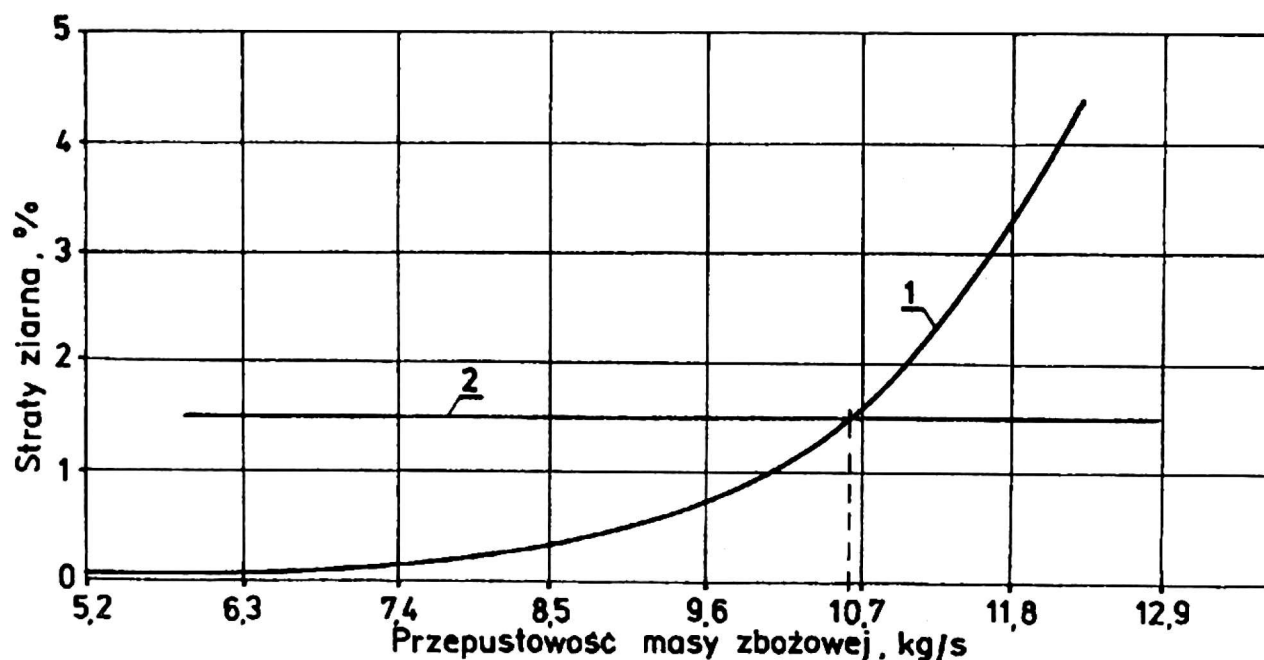
Rys. 1. Schemat kombajnu zbożowego o tradycyjnej konstrukcji zespołu młócacego: 1 – bęben młócający, 2 – klepisko, 3 – odrzutnik słomy, 4 – wytrząsacz klawiszowy, 5 – zespół czyszczący

Kombajny zbożowe z jednobębnowym zespołem młócającym stanowią podstawowy profil produkcji takich firm jak: Claas, Deutz-Fahr, John Deere, FMŻ w Płocku i innych. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 1, jednobębnowe kombajny różnią się między sobą wielkością poszczególnych zespołów roboczych. Modele Dominator 118 SL Maxi i Bizon ZO62, których schemat przedstawiono na rys. 1, są największymi kombajnami w tej grupie maszyn i charakteryzują się odpowiednio dużą wydajnością i wymiarami gabarytowymi.

Wysoką przepustowość, przy niewielkich stratach ziarna, kombajny te osiągają w wyniku zastosowania zwiększonej powierzchni układów separującego i czyszczącego. Badania przeprowadzone przez Fąfarę, Miłosza i Rademachera [3, 15, 16] wykazały, że straty ziarna powodowane przez młocarnie tych kombajnów są funkcją przepustowości i zmieniają swoje wartości jak na rys. 2 i 3.



Rys. 2. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Salwa w funkcji przepustowości kombajnu Bizon ZO62 wg Fąfary i Miłosza [3, 15, 16]: 1 – straty całkowite, 2 – straty w zespole czyszczącym, 3 – straty niedomłotu, 4 – straty na wytrząsaczach, 5 – straty dopuszczalne przez SMRiL



Rys. 3. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Astron w funkcji przepustowości kombajnu Claas Dominator 118 SL Maxi wg Rademachera [21]: 1 – straty całkowite, 2 – straty dopuszczalne przez SMRiL

Analiza wykresów zamieszczonych na rys. 2 i 3 pozwala stwierdzić, że straty ziarna powodowane przez młocarnię kombajnów Bizon ZO62 i Do 118 SL Maxi są niemal identyczne i porównywalne. Natomiast nieco gorsze wskaźniki osiągnął kombajn ZO62 w zużyciu oleju napędowego, tabela 2.

Tabela 2

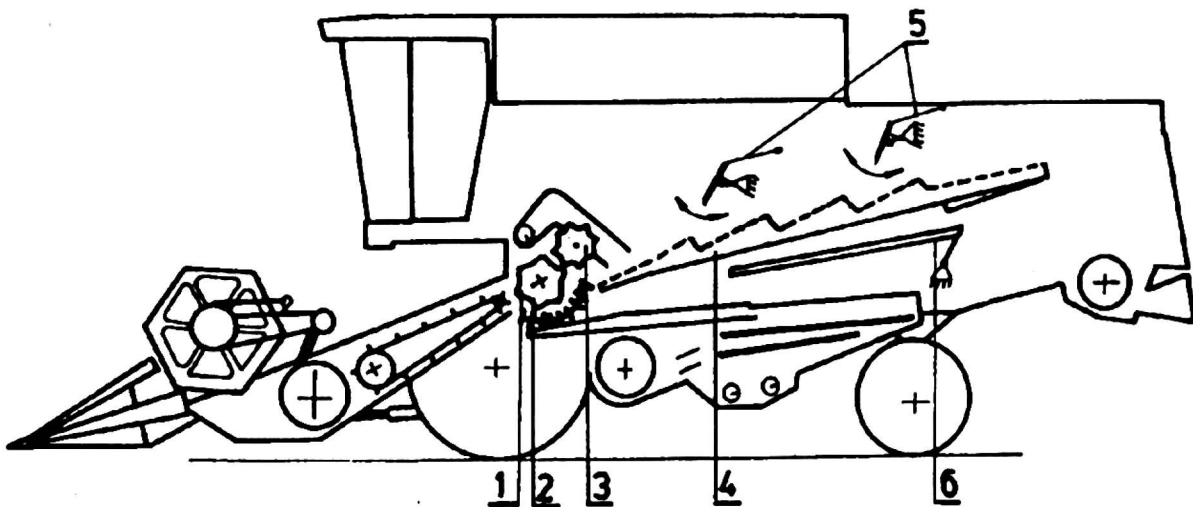
*Jednostkowe zużycie oleju napędowego
wg [12, 13, 16, 17, 18, 21, 26, 27, 28, 29]*

Model kombajnu zbożowego	Zużycie oleju napędowego		
	l/h	l/ha	l/t
Bizon ZO62	bd	20,70	5,04
Dominator 118 SL Maxi	28,50	16,20	2,10
Dominator 98 SL 3-D	27,50	10,50	0,88
John Deere 1055	17,80	8,90	0,75
John Deere 1177 Hydro/4	27,50	22,60	1,15
Massey Ferguson 40 RS	29,40	14,20	1,90
Ford New Holland TX 34	26,50	18,50	1,11
Bizon Z110/N	bd	23,92	7,09
Sperry New Holland TF 42	bd	21,41	5,73
Commandor 116 CS	bd	18,86	3,29
Bizon Z110	bd	12,03	2,02
International Harvester AF 1680	44,30	19,20	2,70

bd – brak danych

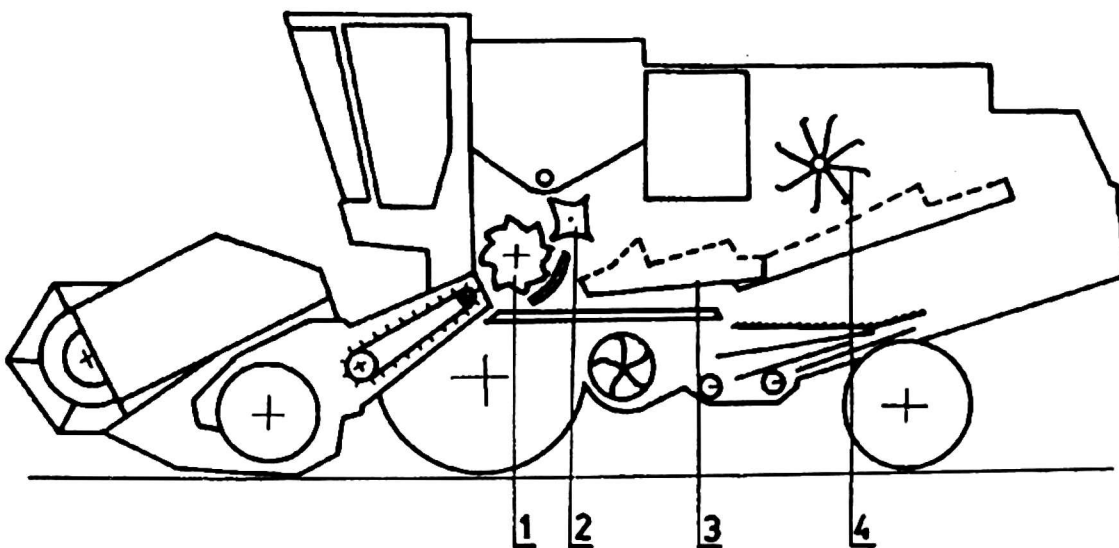
Niewątpliwie jedną z przyczyn zwiększonego zużycia oleju napędowego przez silnik kombajnu ZO62 było to, że maszyna pracowała na plantacjach o znacznie niższym plonie ziarna, tabela 1.

Wysoką przepustowość, przy jednoczesnym zmniejszeniu masy i gabarytów kombajnu, niektóre firmy starają się osiągnąć dzięki zastosowaniu dodatkowych urządzeń wspomagających pracę wytrząsaczy klawiszowych. Firma Claas, w wielu modelach kombajnów, stosuje urządzenia wspomagające pracę wytrząsaczy klawiszowych, działające na zasadzie przetrząsacza widłowego, rys. 4.



Rys. 4. Schemat kombajnu zbożowego Claas Dominator 98 SL 3-D: 1 – bęben młócający, 2 – klepisko, 3 – odrzutnik słomy, 4 – wytrząsacz klawiszowy, 5 – przetrząsacz widłowy, 6 – drgający pomost

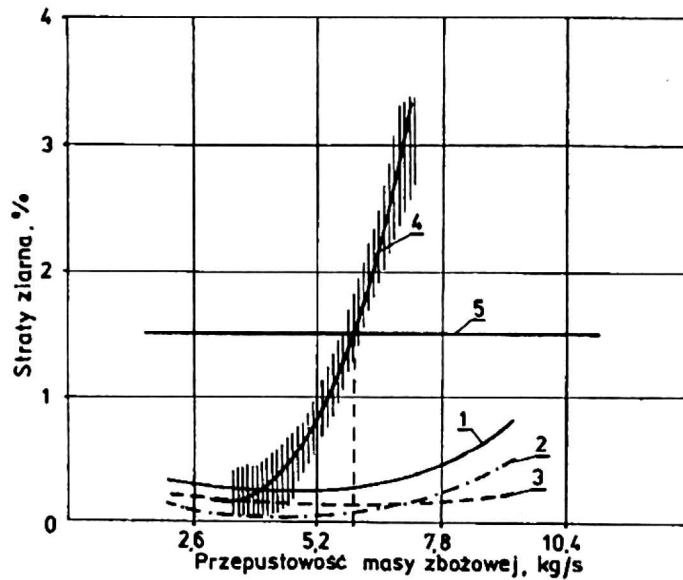
Natomiast amerykańska firma John Deere w modelach swoich kombajnów tradycyjnie stosuje rotacyjne przetrząsacze gwiazdowe, rys. 5.



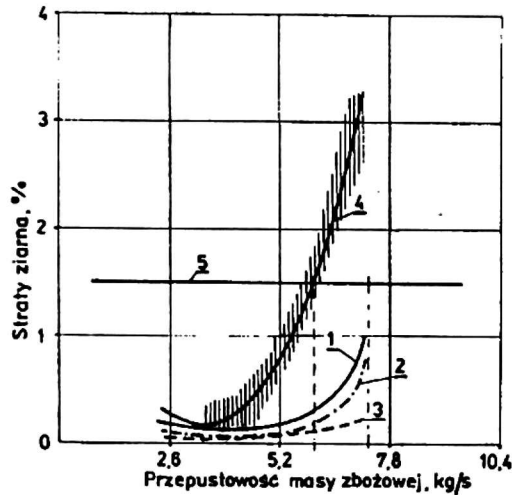
Rys. 5. Schemat kombajnu zbożowego firmy John Deere 1055 i 1177/Hydro 4: 1 – bęben młócający, 2 – odrzutnik słomy, 3 – wytrząsacz klawiszowy, 4 – gwiazdowy przetrząsacz wspomagający pracę wytrząsaczy

Budowa i zasada działania przedstawionych na rys. 4 i 5 zespołów wspomagających pracę wytrząsaczy klawiszowych została przedstawiona w publikacjach opracowanych przez Gierobę, Dreszera, Niedziółkę i Roszkowskiego [5, 6, 7, 22].

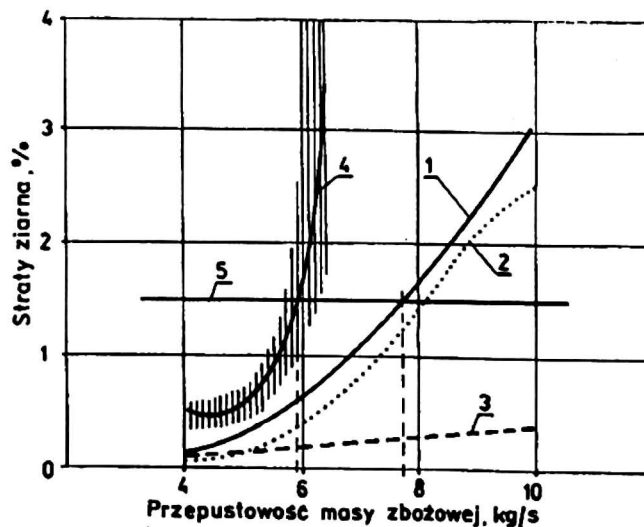
Wyniki badań kombajnów Do 98 SL 3-D, JD 1055 i JD 1177 Hydro/4 z wyżej omówionymi urządzeniami wspomagającymi pracę wytrząsaczy zamieszczono na rys. 6, 7 i 8.



Rys. 6. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Arina w funkcji przepustowości kombajnu Claas Dominator 98 SL 3-D wg Spiessa i Heussera [27]: 1 – straty całkowite wg badań firmy Claas, 2 – straty na wytrząsaczach, 3 – straty zespołu czyszczącego, 4 – straty całkowite wg badań FAT, 5 – straty dopuszczalne przez SMRiL



Rys. 7. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Arina w funkcji przepustowości kombajnu John Deere 1055 wg Spiessa, Heussera i Schöni [26]: 1 – straty całkowite wg badań firmy John Deere, 2 – straty na wytrząsaczach, 3 – straty w zespole czyszczącym, 4 – straty całkowite wg badań FAT, 5 – straty dopuszczalne przez SMRiL



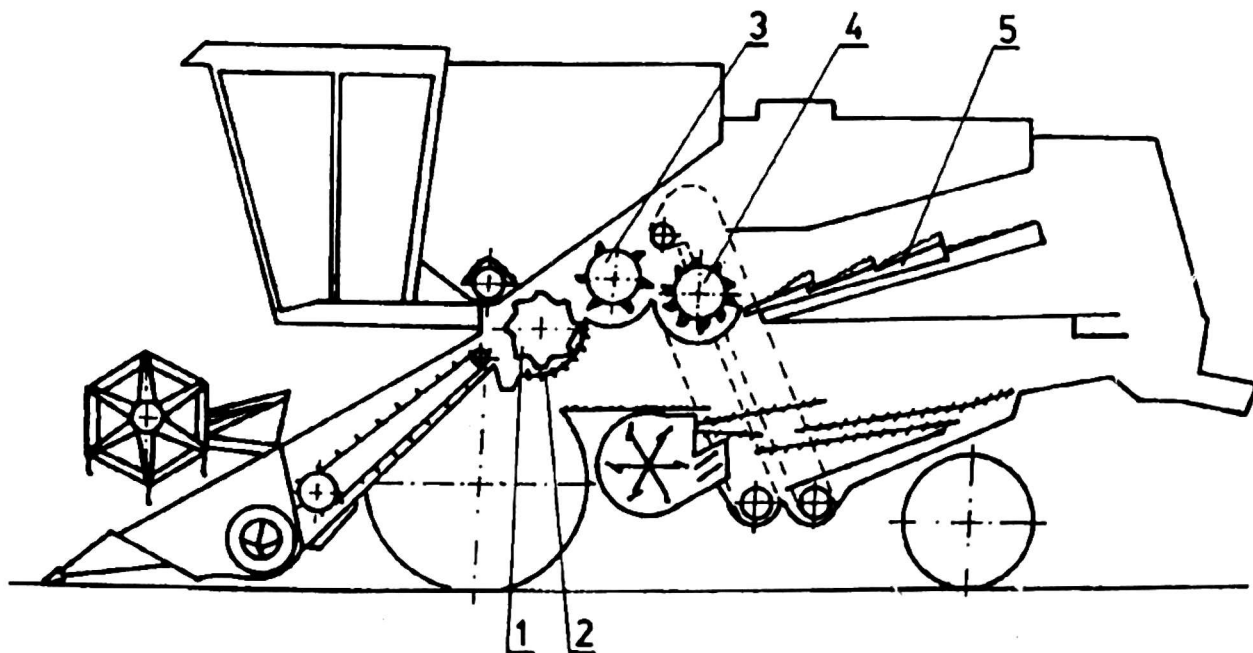
Rys. 8. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Arina w funkcji przepustowości kombajnu John Deere 1177 Hydro/4 wg Spiessa i Heussera [28]: 1 – straty całkowite wg badań firmy John Deere, 2 – straty na wytrząsaczach, 3 – straty w zespole czyszczącym, 4 – straty całkowite wg badań FAT, 5 – straty dopuszczalne przez SMRiL

Analizując wykresy zamieszczone na rys. 6, 7 i 8 można stwierdzić, że uzyskane w poszczególnych ośrodkach badawczych wyniki różnią się istotnie i nie są w żadnym stopniu porównywalne. Fakt ten można jedynie skomentować tym, że zestawione wyniki pochodzą z badań o odmiennych warunkach siedliskowych. Przyjmując zatem za wiarygodne wyniki badań uzyskane w firmowych ośrodkach badawczych można uznać, że kombajn Do 98 SL 3-D przy przepustowości dochodzącej do 10 kg/s nie powodował strat ziarna przekraczających 1,5%. Natomiast w kombajnie JD 1055 straty ziarna wynoszące 1,5% występowały przy przepustowości około 8 kg/s. Dobre efekty, jakie osiągnięto w wyniku zastosowania urządzeń wspomagających w kombajnach Claas i John Deere, rys. 6 i 7, nasuwają pytanie, czy celowa jest budowa dużych kombajnów zbożowych, w których znacznie rozbudowane są zespoły wydzielające i czyszczące.

Pracę kombajnu JD 1177 Hydro/4 charakteryzował progresywny wzrost strat ziarna w funkcji przepustowości, rys. 8. Dlatego też realizacja zbioru zbóż kombajnami JD 1177 Hydro/4 przy wyższych przepustowościach masy zbożowej niż 7 kg/s nie jest wskazana.

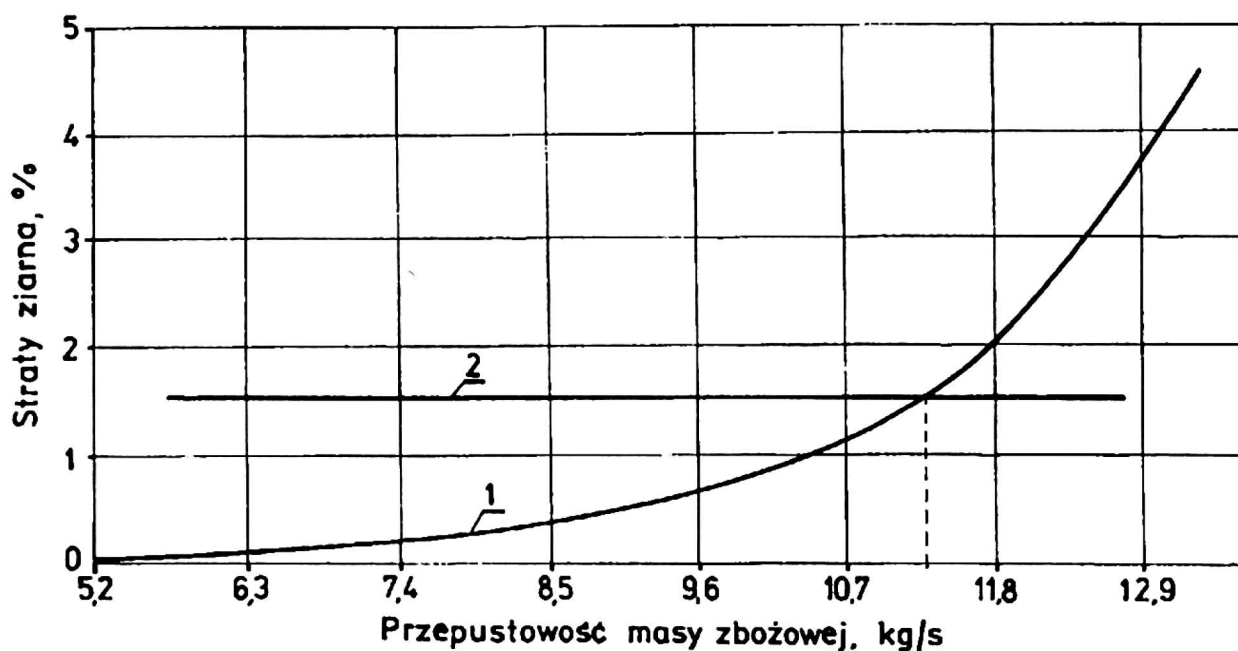
Bardzo korzystnie przedstawia się zużycie oleju napędowego przez silniki kombajnów Do 98 SL 3-D i JD 1055, w porównaniu z kombajnami większymi, tabela 2.

Firmy Massey Ferguson, Ford New Holland i FMŻ w Płocku w celu zwiększenia wydajności i efektywności wydzielania ziarna w niektórych typach kombajnów zastosowały rotacyjne separatory współpracujące ze skróconym wytrząszaczem klawiszowym, rys. 9.



Rys. 9. Schemat kombajnu zbożowego z separatorem rotacyjnym i skróconymi wytrząszaczami klawiszowymi: 1 – bęben młócający, 2 – klepisko, 3 – bęben rozluźniający słomę, 4 – separator rotacyjny, 5 – wytrząszacz klawiszowy

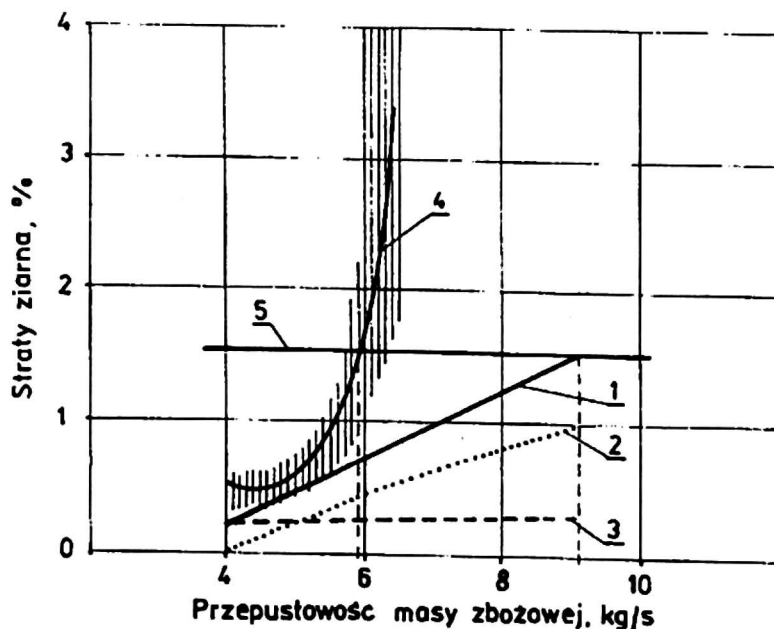
Największym kombajnem w grupie konstrukcji, w których zastosowano jednobębnowy separator rotacyjny, jest kombajn Massey Ferguson 40 RS [21]. Badania polowe tego kombajnu wykazały, że maszyna ta przy przepustowości masy zbożowej poniżej 11 kg/s nie powoduje nadmiernych strat ziarna, natomiast przekroczenie tej przepustowości powoduje szybki wzrost strat, rys. 10.



Rys. 10. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Astron w funkcji przepustowości kombajnu Massey Ferguson 40 RS według Rademachera [21]: 1 – straty całkowite, 2 – straty dopuszczalne przez SMRiL

Jednostkowe zużycie oleju napędowego przez silnik kombajnu MF 40 RS, w porównaniu z kombajnami zestawionymi w tabeli 2, nie należy do najniższych. Uzyskane w czasie badań kombajnu MF 40 RS wskaźniki jakości pracy są porównywalne z wynikami, jakie rejestrowano w czasie badań kombajnu Claas Do 118 SL Maxi, rys. 3 i tabela 2. Należy nadmienić, że kombajn MF 40 RS jest około 1,5 tony cięższy w porównaniu z kombajnem Claas Do 118 SL Maxi.

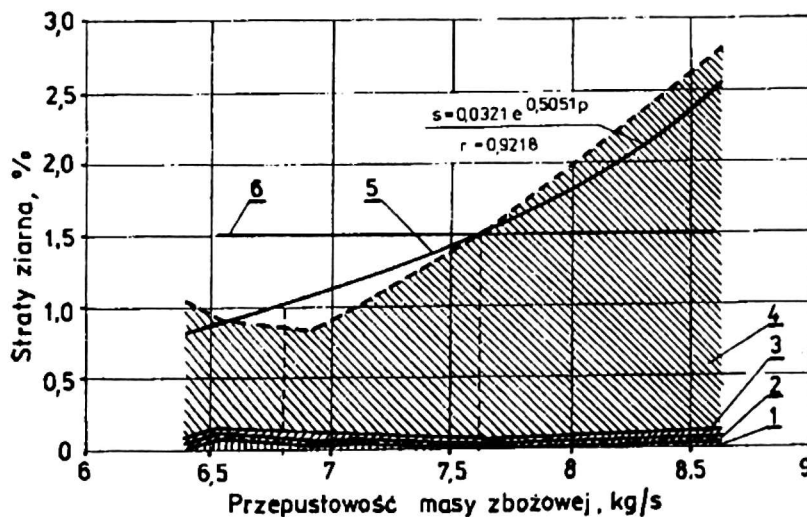
Jednobębnowy separator rotacyjny przedstawiony na rys. 9 zastosowała również firma Ford New Holland w modelu kombajnu TX 34. Wybrane wyniki badań tego kombajnu zamieszczono na rys. 11. Przedstawione na rys. 11 wykresy są wynikiem badań przeprowadzonych w FAT w Szwajcarii oraz w ośrodku badawczym fabryki. Analizując wykresy zamieszczone na rys. 11 można stwierdzić, że wyniki obu wspo-



Rys. 11. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Arina w funkcji przepustowości kombajnu Ford New Holland TX 34 wg Spiessa, Heussera i Schenka [29]: 1 – straty całkowite wg badań firmy Ford New Holland, 2 – straty na wytrząsaczach, 3 – straty w zespole czyszczącym, 4 – straty całkowite wg badań FAT, 5 – straty dopuszczalne przez SMRiL

mnianych ośrodków są w niewielkim stopniu porównywalne. Wyższy stopień porównywalności wyników zaobserwowano jedynie przy przepustowości 4–5 kg/s. Według FAT racjonalnie uzasadniony przedział przepustowości dla kombajnu Ford New Holland zawarty jest w granicach 4–6 kg/s. Natomiast wg badań ośrodka fabrycznego kombajn TX 34 może pracować przy przepustowościach do 9 kg/s nie powodując nadmiernych strat ziarna, rys. 11.

Na tle wcześniej omówionych konstrukcji korzystnie przedstawia się jednostkowe zużycie oleju napędowego przez silnik kombajnu TX 34, tabela 2. Zużycie oleju napędowego na 1 tonę zebranego ziarna należy do najniższych, natomiast pozostałe wskaźniki dotyczące zużycia paliwa klasyfikują się w zakresie wartości średnich, tabela 2.

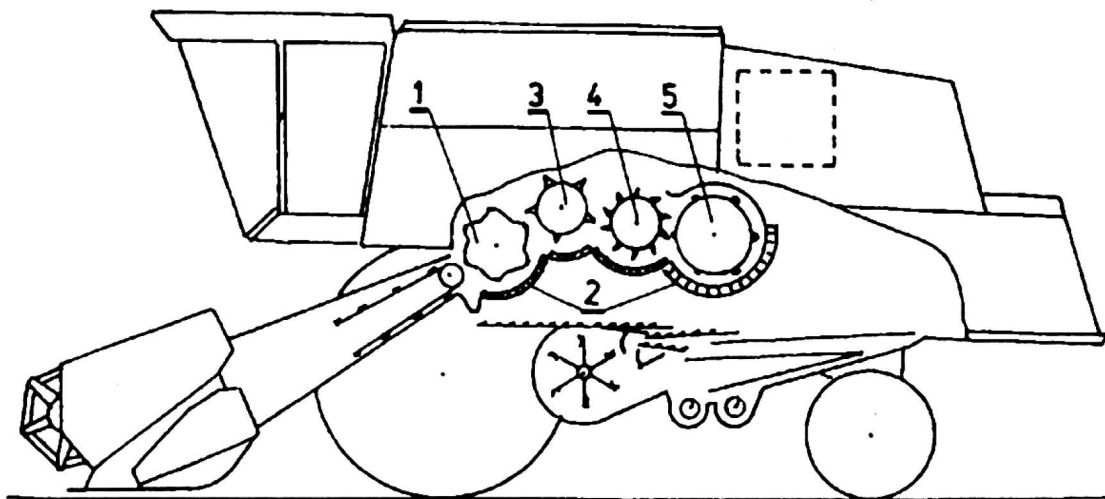


Rys. 12. Zależność strat ziarna pszenicy odmiany Parada od przepustowości masy w kombajnie Bizon Z110/N wg Miłosza i Królikowskiego [12, 17]: 1 – niedomłot w słomie, 2 – niedomłot w plewach, 3 – ziarno luzem w plewach i zgoninach, 4 – ziarno luzem w słomie, 5 – straty całkowite, 6 – straty dopuszczalne przez SMRiL, s – straty ziarna, p – przepustowość, e – podstawa logarytmu naturalnego, r – współczynnik korelacji

Wykorzystując badania krajowe oraz zagraniczne, w Fabryce Maszyn Żniwnych w Płocku na bazie konstrukcji Bizon Z 110, opracowano model kombajnu Z 110/N z separatorem rotacyjnym i skróconymi wytrząsaczami klawiszowymi [12, 17], rys. 9. Przeprowadzone w IBMiER badania polowe [17] wykazały, że pracę kombajnu Bizon Z 110/N charakteryzują korzystne wskaźniki przepustowości i strat ziarna, rys. 12. Ponadto z badań tych wynika, że jakość pracy kombajnu Bizon Z 110/N jest porównywalna, w wielu przypadkach lepsza w stosunku do modeli MF 40 RS i NH TX 34, w których zastosowano jednobębnowy separator rotacyjny [12, 17, 21].

Natomiast niekorzystnie przedstawia się zużycie oleju napędowego przez silnik kombajnu Bizon Z 110/N. Należy ono do najwyższych wśród omawianych kombajnów, tabela 2. Przyczyn tak znacznego zużycia paliwa należy dopatrywać się w niezbyt trafnym doborze mocy silnika służącego do napędu zespołów roboczych kombajnu Bizon Z 110/N. Moc silnika wynosząca 132 kW wydaje się zbyt mała. Kombajny o podobnej konstrukcji i parametrach roboczych wyposażone są w silniki o znacznie wyższych mocach, tabela 1.

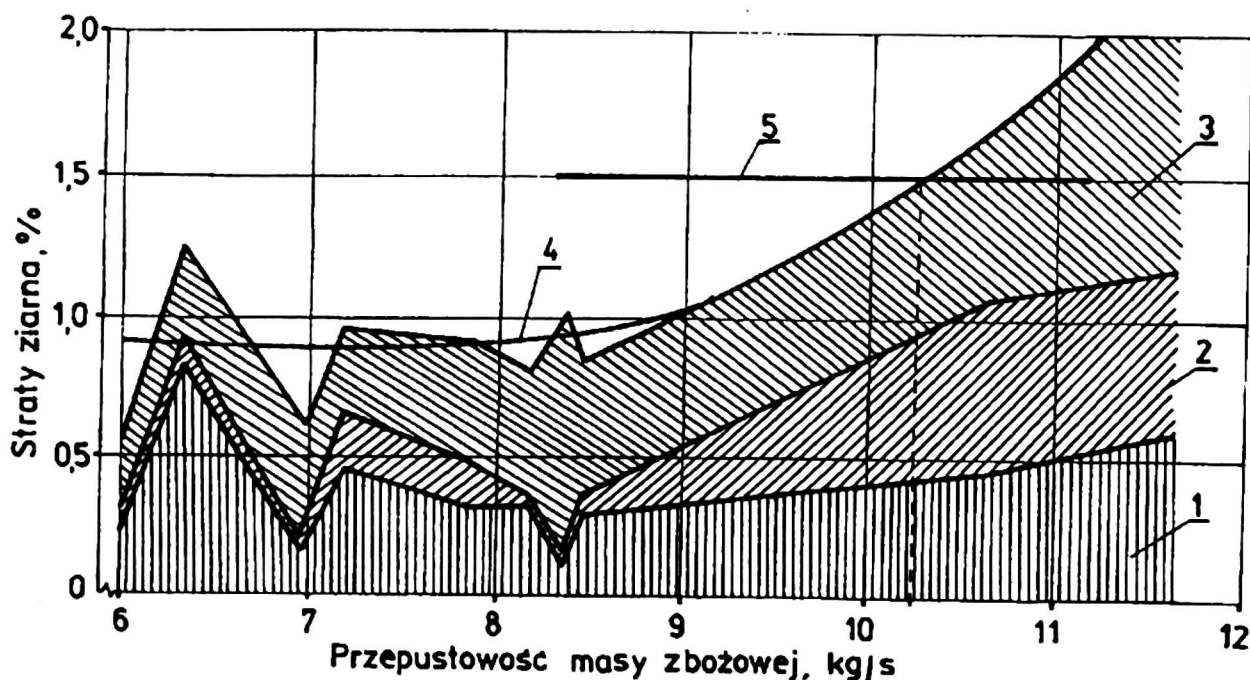
Prace inżynierów i konstruktorów z firmy Sperry New Holland doprowadziły do opracowania modelu kombajnu, w którym wyeliminowano wytrząsacze klawiszowe,



Rys. 13. Schemat kombajnu zbożowego firmy Sperry New Holland modele TF 42, 44, 46: 1 – bęben młócający, 2 – klepiska i ruszty wydzielające, 3 – bęben rozluźniający – odrzutnik, 4 – pierwszy bęben separujący, 5 – bęben rozdzielająco-separujący ziarno ze słomy

a ich funkcję spełnia wielobębnowy separator rotacyjny, rys. 13. W przedstawionym na rys. 13 kombajnie zastosowano bardzo oryginalne rozwiązanie zespołu separującego. Istota działania tego zespołu polega na tym, że wylatująca z zespołu młócacego słoma dostaje się w strefę działania bębna rozluźniającego, spełniającego jednocześnie funkcję odrzutnika, a następnie trafia do pierwszego bębna separującego. Po opuszczeniu pierwszego separatora masa omlotowa przechwytywana jest przez cylindryczny separator – 5, w którym słoma rozdzielona jest na dwa strumienie o mniejszym zagęszczeniu. Taki przebieg separacji gwarantuje intensywniejsze wydzielanie resztek ziarna i efektywniejszą pracę [1, 4, 8, 9, 22].

Przeprowadzone w IBMiER badania polowe [16] wykazały wysoką efektywność pracy tego kombajnu. Wyniki badań dotyczące strat ziarna pszenicy zamieszczono na rys. 14.



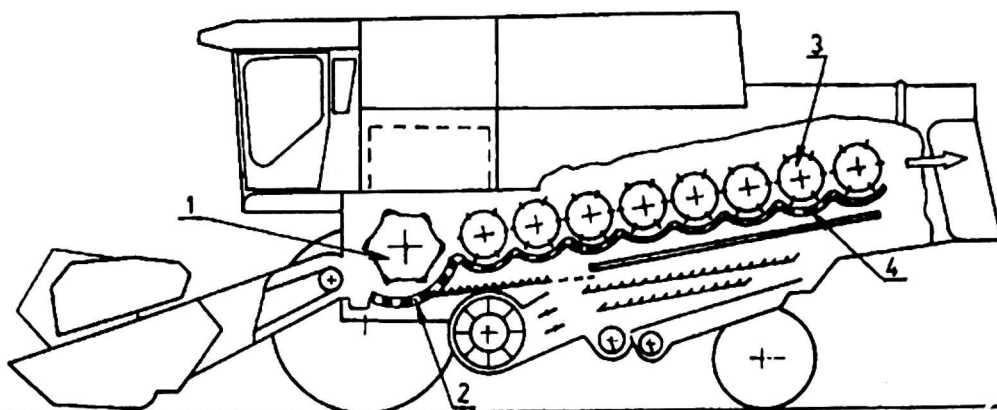
Rys. 14. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Salwa w funkcji przepustowości kombajnu Sperry New Holland TF 42 wg Miłósza [16]: 1 – niedomłot, 2 – ziarno w plewach, 3 – ziarno luzem w słomie, 4 – straty całkowite, 5 – straty dopuszczalne przez SMRiL

Z badań tych wynika, że kombajn TF 42 może realizować zbiór pszenicy przy przepustowości przekraczającej 10 kg/s nie powodując strat ziarna większych niż 1,5% uznanych przez SMRiL za dopuszczalne. Porównywalną z tym kombajnem jakość i wydajność pracy osiągał jedynie kombajn Claas Do 118 SL Maxi. Należy jednak nadmienić, że kombajn TF 42 jest o 1,5 tony lżejszy od kombajnu Claas, tabela 1. Masa kombajnu jest również ważnym wskaźnikiem jego charakterystyki, między innymi ze względu na problem ugniatania gleby.

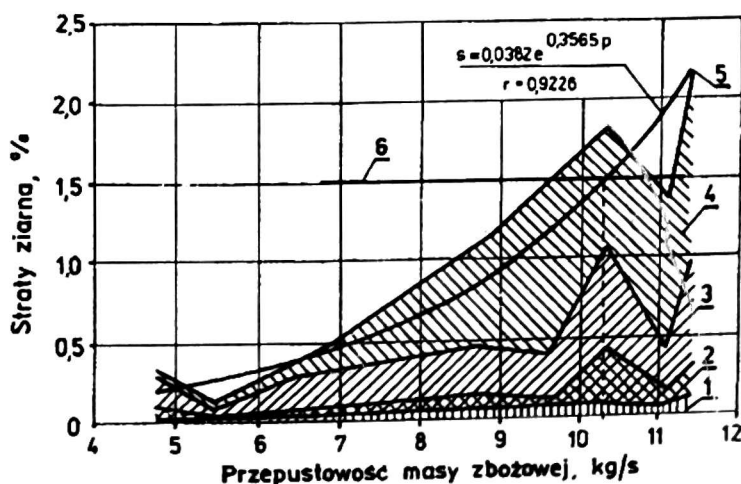
Jednostkowe zużycie oleju napędowego przez silnik kombajnu TF 42 należy uznać za znaczne, tabela 2. Przyczyn tego stanu rzeczy, podobnie jak w przypadku kombajnu Bizon Z 110/N, należy dopatrywać się w niezbyt trafnym doborze mocy silnika, tabela 1.

Prace zmierzające do zastąpienia w kombajnie wytrząsaczy klawiszowych separatorem rotacyjnym prowadzone są w wielu ośrodkach [2, 4, 7, 20, 22, 33]. Jako pierwsza firma Claas opracowała i wprowadziła do seryjnej produkcji model kombajnu, w którym wytrząsacze klawiszowe zastąpiono wielobębnowym separatorem rotacyjnym, rys. 15. Badania polowe kombajnu Claas Commandor 116 CS przeprowadzono również w Polsce [18]. Badania wykazały, że wraz ze wzrostem przepustowości wykładniczo wzrastają straty ziarna, rys. 16.

Podczas zbioru pszenicy dopuszczalny poziom strat ziarna wynoszący 1,5%



Rys. 15. Schemat kombajnu Claas Commandor 116 CS: 1 – bęben młócający, 2 – klepisko, 3 – bębny wydzielające separatora rotacyjnego, 4 – ruszty wydzielające

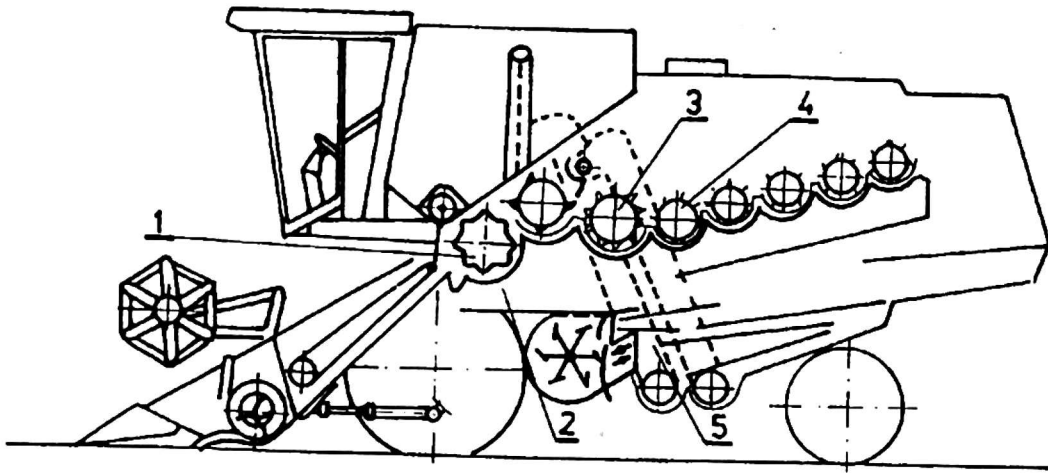


Rys. 16. Zależność strat ziarna pszenicy odmiany Jawa od przepustowości masy w kombajnie Claas Commandor 116 CS wg Miłosza [18]: 1 – straty niedomłotu w słomie, 2 – niedomłot w plewach, 3 – ziarno luzem w plewach i zgoninach, 4 – ziarno w słomie, 5 – straty całkowite, 6 – straty dopuszczalne przez SMRiL, s – straty całkowite, p – przepustowość, e – podstawa logarytmu naturalnego, r – współczynnik korelacji

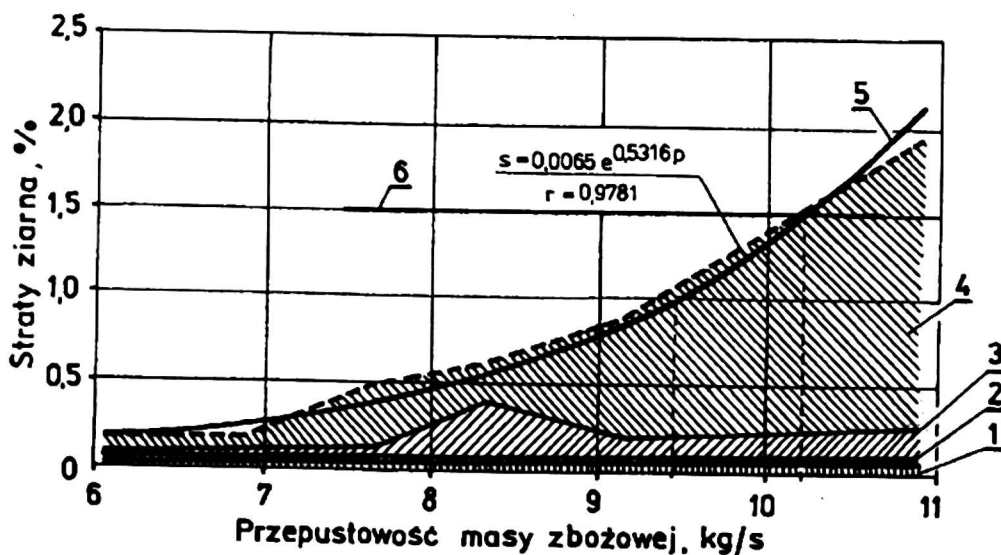
kombajn ten osiągnął przy przepustowości 10,3 kg/s masy zbożowej. Porównując wydajność i straty ziarna kombajnów Claas Do 116 CS z modelem New Holland TF 42 nie stwierdzono większych różnic między tymi kombajnami. Nasuwa się zatem pytanie, czy racjonalne jest stosowanie aż ośmiu bębnow separatorujących. Wniosek taki wyciągnięto również w czasie własnych badań stanowiskowych procesu wydzielania ziarna w wielobębnowym separatorze [2]. Tendencja ograniczenia liczby bębnow separatorujących występuje obecnie w wielu firmach produkujących kombajny zbożowe [4, 11, 12, 17, 21, 22, 29].

Długoletnie badania i prace dotyczące kombajnu Claas Do 116 CS doprowadziły do tego, że maszyna ta charakteryzuje się stosunkowo niewielkim jednostkowym zużyciem oleju napędowego, tabela 2. Należy też uznać, że moc silnika wynosząca 203 kW, dla tej masy i przepustowości kombajnu, zbliżona jest do optymalnej. Niewątpliwą wadą tego kombajnu jest jego znaczna masa wynosząca ok. 13 400 kg.

W Fabryce Maszyn Żniwnych w Płocku opracowano model kombajnu Bizon Z 110, w którym wytrząsacze klawiszowe zastąpiono wielobębnowym separatorem rotacyjnym, rys. 17.



Rys. 17. Schemat kombajnu Bizon Z 110: 1 – bęben młócający, 2 – klepisko, 3 – bęben domłacająco-separatorujący, 4 – pięciobębnowy separator rotacyjny, 5 – zmodyfikowany układ czyszczenia

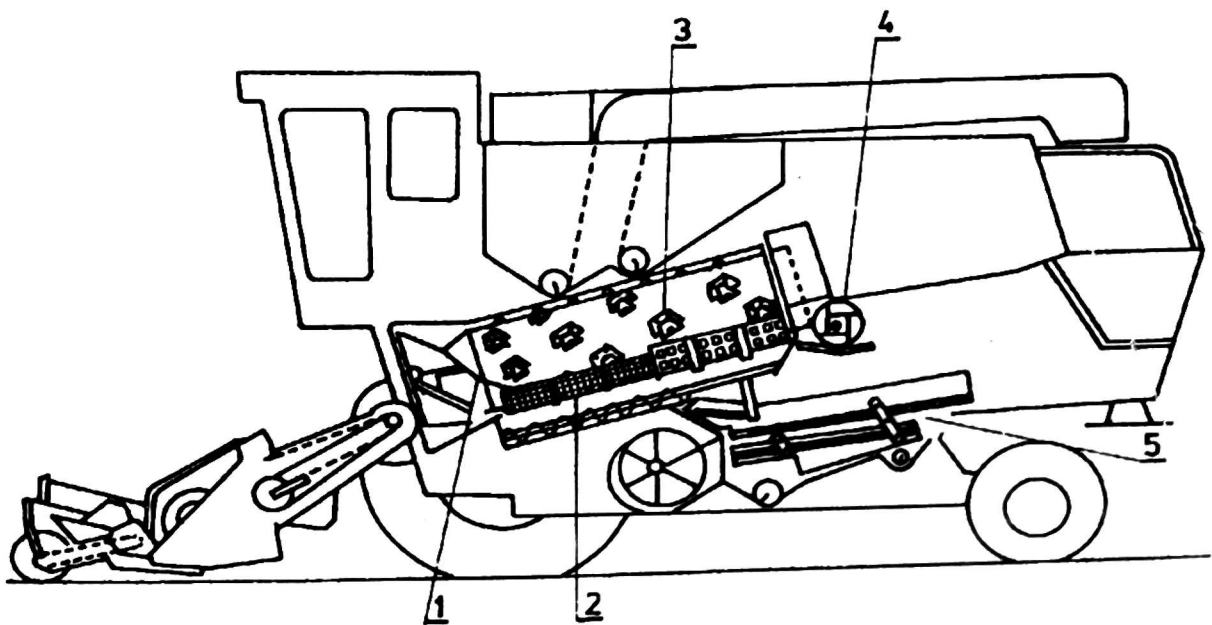


Rys. 18. Zależność strat ziarna pszenicy odmiany Parada od przepustowości masy w kombajnie Bizon Z 110 wg Kudły i Zębika [13]: 1 – straty niedomłotu w słomie, 2 – straty niedomłotu w plewach, 3 – ziarno luzem w plewach i zgoninach, 4 – ziarno luzem w słomie, 5 – straty całkowite, 6 – straty dopuszczalne przez SMRiL, s – straty całkowite, p – przepustowość, e – podstawa logarytmu naturalnego, r – współczynnik korelacji

Badania strat ziarna w czasie zbioru kombajnem Bizon Z 110 przeprowadzono w Instytucie Mechanizacji Rolnictwa AR w Lublinie przez Gierobę, Dudkowskiego i Dreszera [10] oraz w IBMiER przez Kudłę i Zębika [13]. Wyniki badań upoważniają do stwierdzenia, że wielkość strat ziarna pszenicy zbieranej kombajnami Bizon Z 110 jest porównywalna ze stratami kombajnu Claas Do 116 CS, rys. 18. Korzystnie również przedstawia się masa kombajnu Bizon Z 110 oraz jednostkowe zużycie oleju napędowego, tabela 2. O korzystnych wynikach badań kombajnu Bizon Z 110 zdecydowały też niewątpliwie sprzyjające warunki zbioru, tabela 1.

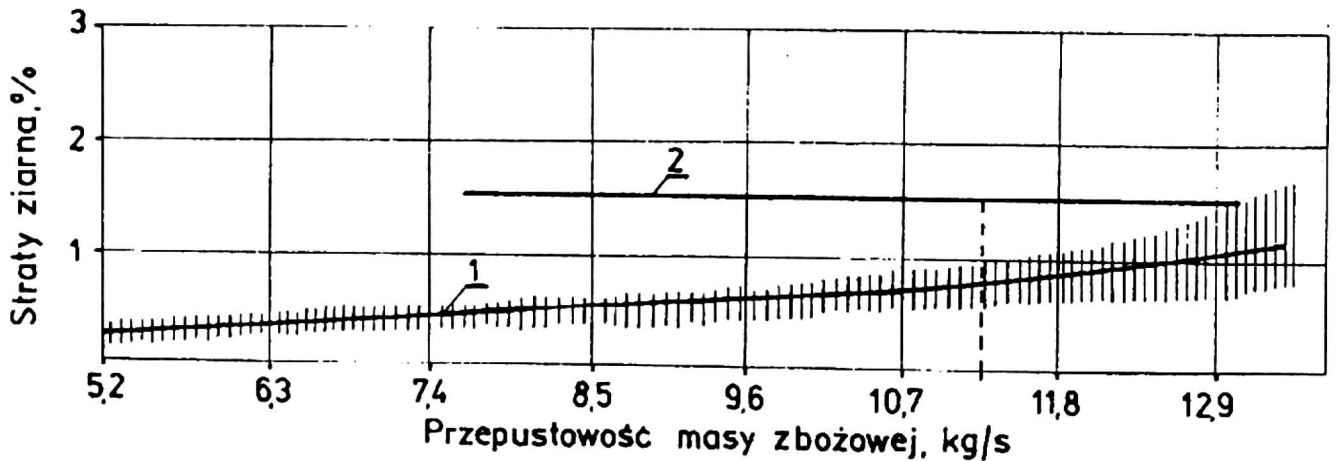
Niekorzystnym zjawiskiem, jakie towarzyszy procesowi zbioru kombajnami wyposażonymi w wielobębnowe separatory, jest znaczne rozdrobnienie słomy. Zjawisko to nasila się w przypadku zbioru suchych zbóż [2, 10, 12, 13, 16, 33]. Rozdrobniona słoma jest jedną z głównych przyczyn utrudniających proces czyszczenia ziarna. Ponadto rozdrabnianie słomy przez separator rotacyjny podnosi energochłonność procesu.

Szereg firm amerykańskich takich jak: International Harvester, New Holland czy Allis Chalmers opracowało modele kombajnów o osiowym przepływie masy zbożowej [4, 7, 9, 11, 14, 19, 20, 25, 30, 31]. Zdaniem inżynierów i konstruktorów wymienionych firm kombajny o osiowym przepływie masy zbożowej pozwalają na osiągnięcie wyższych wydajności niż tradycyjne konstrukcje [19, 20, 32]. Opracowany przez firmę Case International Harvester model kombajnu zbożowego AF 1680 jest największą tego typu maszyną o osiowym przepływie masy, rys. 19. Kombajn AF 1680 został zbudowany na bazie modelu IH 1460. Różnice pomiędzy wspomnianymi modelami polegają między innymi na tym, że w kombajnie AF 1680 funkcję listew młócająco-prowadzących bębna – 1 spełniają krótkie elementy młócające – 3, rys. 19. Ponadto w modelu AF 1680 o 15% zwiększono powierzchnię wydzielająco-separującą płaszcz osłaniającego bębna – 2, rys. 19.



Rys. 19. Schemat kombajnu o osiowym przepływie masy zbożowej firmy Case International Harvester AF 1680: 1 – bęben (rotor), 2 – klepisko wydzielająco-separujące (ruszt), 3 – krótkie elementy młócające, 4 – łopaty przechwytyjące masę zbożową

Przeprowadzone przez Rademachera [21] badania polowe wykazały możliwość zwiększania przepustowości kombajnu AF 1680 przy dopuszczalnych stratach ziarna, rys. 20.



Rys. 20. Zmienność strat ziarna pszenicy odmiany Astron w funkcji przepustowości kombajnu Case International Harvester AF 1680 wg Rademachera [21]: 1 – straty całkowite, 2 – straty dopuszczalne przez SMRiL

Analiza wykresu zamieszczonego na rys. 20 pozwala stwierdzić, że kombajn AF 1680 może pracować nawet przy przepustowości masy zbożowej przekraczającej 13 kg/s, nie powodując nadmiernych strat ziarna. Zacytowane wyniki należą do nielicznych, z których wynika, że kombajn o osiowym przepływie masy zbożowej przy zbiorze pszenicy osiągnął tak korzystne wskaźniki. W piśmiennictwie nie ma jednoznacznej opinii, że kombajny o osiowym przepływie masy osiągają wyższą przepustowość i lepszą jakość pracy w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami. Szereg autorów twierdzi, że kombajny zasilane osiowo nie pozwalają na osiągnięcie wysokich przepustowości przy omłocie zbóż, a wysoką sprawność osiągają jedynie przy omłocie kukurydzy [4, 14, 19, 20, 23, 24, 30, 31].

Podsumowanie

Prace i badania nad opracowaniem efektywniejszej, w stosunku do kombajnowania, metody zbioru zbóż nie dały dotychczas zadowalających wyników. Dopracowana przez lata organizacja kombajnowego zbioru jest dodatkowym czynnikiem, który decyduje o tym, że przez najbliższe lata kombajnowanie pozostanie podstawową metodą zbioru zbóż. W związku z tym nasuwa się pytanie, w jakim kierunku będzie zmierzał dalszy rozwój kombajnów zbożowych.

Przeprowadzona analiza piśmiennictwa wykazała, że w najbliższym okresie dominować będą kombajny średniej wielkości o przepustowości 6–8 kg/s. Należy przypuszczać, że będą to jednobębnowe stycznie zasilane kombajny wyposażone w wytrząsacze klawiszowe z możliwością wbudowania dodatkowych urządzeń wspomagających ich pracę.

Równolegle z rozwojem tradycyjnych konstrukcji duże nadzieje należy łączyć z kilkubębnowymi kombajnami typu TF 42 czy Bizon Z 110/N. Kombajny takie posiadają szereg niewątpliwych zalet, jak znaczna wydajność przy niewielkich stratach ziarna, niewielkie zużycie oleju napędowego oraz stosunkowo niewielką masę.

Przeprowadzona analiza literatury nie wykazała, że proporcjonalnie do wzrostu gabarytów i masy kombajnu wzrasta jego wydajność. Stąd też zapotrzebowanie na kombajny takie jak: Claas Do 116 CS, Case Af 1680, Bizon ZO62 o dużej przepustowości i znacznej masie, a w konsekwencji drogie, może być ograniczone.

Produkowane przez Fabrykę Maszyn Żniwnych w Płocku kombajny charakteryzuje dobra jakość pracy, co potwierdzają badania tych kombajnów. Godny podkreślenia jest fakt, że kombajny krajowej produkcji są znacznie tańsze od importowanych i nie ustępują im pod względem jakości pracy.

Niezależnie od trudności gospodarczych celowe jest prowadzenie badań zmierzających do doskonalenia i rozwoju kombajnów rodziny Bizonów. W badaniach tych należałoby skoncentrować się szczególnie na jakości i niezawodności konstrukcji.

LITERATURA

- [1] Dreszer K.: Wpływ zespołów wydzielających na straty i uszkodzenia nasion w kombajnach zbożowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 321, s. 21–32, 1987.
- [2] Dreszer K.: Proces wydzielania ziarna w wielobębnowym zespole młócająco-wydzielającym kombajnu zbożowego. Sr. Wyd. Rozprawy Naukowe, nr 137, Wyd. AR, Lublin 1991.
- [3] Fąfara R.: Czy istnieje możliwość pracy kombajnów zbożowych w gospodarstwach indywidualnych? Mech. Roln., nr 14, s. 3–5, 1981.
- [4] Gasparetto E., Pessina D.: Mietitrebbiatrici convenzionali e rotanti: confronto ed evoluzione. L'Informatore Agraria, Verona XL/11/, s. 41–49, 1984.
- [5] Gieroba J., Niedziółka I.: Urządzenia młócająco-separujące stosowane w kombajnach zbożowych. Post. Nauk Roln., nr 1, s. 77–88, 1977.
- [6] Gieroba J.; Dreszer K.: Przegląd konstrukcji zespołów wydzielających ziarno w kombajnach zbożowych. Masz. i Ciągn. Roln., nr 2, s. 5–8, 1983.
- [7] Gieroba J., Dreszer K.: Urządzenia wspomagające pracę wytrząsaczy klawiszowych w kombajnach zbożowych. Masz. i Ciągn. Roln., nr 3, s. 7–9, 1983.
- [8] Gieroba J., Dreszer K.: Wpływ konstrukcji kombajnów zbożowych na straty i uszkodzenia ziarna. Masz. i Ciągn. Roln., nr 1, s. 9–12, 1983.
- [9] Gieroba J., Dreszer K.: Problemy strat i uszkodzeń ziarna podczas kombajnowego zbioru. Problemy Agrofizyki, nr 50, Wyd. Ossolińskich PAN, Wrocław 1986.
- [10] Gieroba J., Dudkowski J., Dreszer K.: Technologia kombajnowego zbioru i przechowywania zbóż nasiennych. Maszynopis IBMiER, Warszawa 1990 (sprawozdanie z badań), str. 61, tab. 13, rys. 13, lit. 110.
- [11] Herbsthofer F.J.: Wo stehen wir im Mähdrescherbau und wie geht es weiter? Grundl. Landtechnik, Bd. 24, nr 3, s. 94–102, 1974.
- [12] Królikowski M.: Model kombajnu zbożowego z krótkimi wytrząsaczami. V Sympozjum „Problemy budowy oraz eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych”. Wyd. Politechniki Warszawskiej, Płock, s. 155–157, 1991.
- [13] Kudła J., Zębik M.: Wyniki badań kwalifikacyjnych kombajnu zbożowego Bizon BS Z 110. Sprawozdanie z badań, symbol dok. IBMiER XVI/547, Płock 1990, s. 34, tab. 17, rys. 3.
- [14] Lo A., Seitz W., Stroppel A.: Vergleichende Untersuchungen eines Tangential- und eines Axialdreschwerkes für Körnermais. Grundl. Landtechnik, Bd 29, nr 4, s. 119–124, 1979.

- [15] Miłosz T.: Mechanizacja zbioru zbóż i słomy w gospodarstwach indywidualnych. *Mech. Roln.*, nr 13, s. 3–5, 1981.
- [16] Miłosz T.: Badania laboratoryjno-polowe i eksploatacyjne kombajnów TF 42, ZO56 N i ZO62 oraz badania laboratoryjno-polowe kombajnów ZO56/3 i ZO58. Sprawozdanie z badań. Symbol dok. IBMiER XVI/450, Kłudzienko 1986, str. 46, tab. 24, rys. 30, lit. 9.
- [17] Miłosz T.: Model kombajnu młócaço-wycierającego. Sprawozdanie z badań. Symbol dok. IBMiER XVI/553, Kłudzienko 1990, str. 28, tab. 18, rys. 11.
- [18] Miłosz T.: Ocena przydatności wzorca kombajnu Commandor 116 CS firmy Claas. Sprawozdanie z badań. Symbol dok. IBMiER XVI/544, Kłudzienko 1990, str. 31, tab. 15, rys. 5, fot. 4.
- [19] Newbery R. S., Paulsen M. R., Nave W. R.: Soybean Quality with Rotary and Conventional Threshing. *Trans ASAE*, vol. 23, nr 3, s. 303–308, 1980.
- [20] Quick G. R.: Development of Rotary and Axial Thresher Separators. The Proceedings of the International Grain and Forage Harvesting Conference American ASAE, 1977, s. 151–164.
- [21] Rademacher T.: Drei Mähdrusch – Systeme im Vergleich. *Profi test*, nr 2, s. 30–37, 1992.
- [22] Roszkowski A.: Kierunki rozwoju konstrukcji kombajnów zbożowych. *Mechan. Rolnictwa*, nr 10, s. 15–19, 1980.
- [23] Spiess E.: Axialmähreschererste Vergleichsversuche. *Blätter für Landtechnik*, nr 167, s. 1–11, 1980.
- [24] Spiess E.: Haben Axialmährescher Zukunft? *DLZ* nr 7, s. 1004–1008, 1980.
- [25] Spiess E.: Körnerverluste bei bisherigen und neuen Mährescher – Systemen. *Schweizer Landtechnik* nr 8, s. 531–536, 1981.
- [26] Spiess E., Heusser J., Schöni K.: Testbericht Mährescher John Deere 1055. *FAT – Berichte* nr 313, Juni 1987.
- [27] Spiess E., Heusser J.: Testbericht Mährescher Claas Dominator 98 SL 3–d. *FAT – Berichte* nr 314, Juni 1987.
- [28] Spiess E., Heusser J.: Testbericht Mährescher John Deere 1177 Hydro/4. *FAT – Berichte*, nr 404, Juli 1991.
- [29] Spiess E., Heusser J., Schenk Ch.: Testbericht Mährescher Ford New Holland TX 34. *FAT – Berichte*, nr 405, August 1991.
- [30] Wrubleski P. D., Smith L. G.: Separation Characteristics of Conventional and Non-Conventional Grain Combines. *Trans ASAE*, vol. 23, nr 4, s. 530–543, 1980.
- [31] Otczjot ob ispitanija samochodnogo kombajna modiel IH 1460 firmy International Harvester (USA). Sprawozdanie z badań, WNIIMŻ, Moskwa 1980.
- [32] Evaluation Report No 3078 A, May 1979, Prairie Agricultural Machinery Institute, Humboldt Saskatchewan, Lathbridge, Alberta.
- [33] Maskinprovningarna, Meddelande 3039, Grupp 25, Skördetröska Claas Dominator 116 CS, Lantmännens Maskin AB, 201 21 Malmö 1985.