

# ANALIZA PARAMETRÓW TECHNICZNYCH ROZRZUTNIKÓW OBORNIKA (WARIANT 10-TONOWY)

## Streszczenie

Analiza parametrów technicznych rozrzutników obornika to obszar badawczy podjęty w niniejszym opracowaniu. Fundamentalnym celem pracy jest zaprezentowanie właściwości technicznych, które z jednej strony są charakterystyczne dla maszyn o wskazanym przedziale ładowności (przystosowanych do prac rolniczych prowadzonych w małych oraz średnich gospodarstwach), z drugiej zaś mogą decydować o wyborze produktu określonego producenta. Osiągnięcie celu głównego wymagało sformułowania i zrealizowania celów cząstkowych, do których zaliczono: a) wykorzystując metodę rekonstrukcji i interpretacji wybranych dokumentów (kart technologicznych, dyrektyw, norm, itp.) wyselekcjonowanie - istotnych z perspektywy klienta i dostawcy - parametrów technicznych rozrzutników obornika; b) skompilowanie listy parametrów technicznych stanowiących fundament narzędzia badawczego. Skonkretyzowane eksplikacje stały się substratem definiującym właściwy kierunek dalszych prac badawczych (porównanie parametrów technicznych rozrzutników obornika wybranych producentów), których wyniki zostaną zaprezentowane w przedłożonej części opracowania. Przystępując do badań przyjęto koncepcyjny wzorzec tezy: Parametry techniczne rozrzutników obornika o wskazanym przedziale ładowności, ze względu na wymogi rynku oraz konieczność dostosowania wyrobu do przepisów, są do siebie bardzo zbliżone niezależnie od producenta. Tym samym, na podstawie wybranych parametrów, trudno jest wskazać na wyrób, który w największym stopniu spełnia wymagania rynku. Postuluje się zatem, że źródłem przewagi konkurencyjnej będą parametry nietechnologiczne.

**Słowa kluczowe:** rozrzutnik obornika, specyfikacja techniczna, analiza parametrów technicznych

## Wprowadzenie

Na przełomie września i października bieżącego roku Polska Izba Gospodarcza Maszyn i Urządzeń Rolniczych przeprowadziła badanie dotyczące aktualnej i przewidywanej koniunktury w branży [1]. Badanie potwierdziło, że wśród przedsiębiorców nadal panują dobre nastroje dotyczące tak obecnej, jak i przyszłej koniunktury. O niepewności i obawach związanych z pandemią covid-19, które bardzo mocno odbiły się na wyniku indeksu wiosną 2020 roku można już zapomnieć. Dobra sprzedaż maszyn w 2020 roku i jej kontynuacja w roku 2021 znacznie poprawiła nastroje wśród przedsiębiorców. Już w pierwszym półroczu 2021 roku w przeprowadzonym w marcu badaniu przeważały odpowiedzi, które potwierdzały, że przedsiębiorcy oczekują dobrych wyników i optymistycznie patrzą na najbliższe miesiące. Kryzys spowodowany przez pandemię covid-19 nie wpłynął negatywnie na rynek maszyn rolniczych. W Polsce dominują większe gospodarstwa, co za tym idzie rolnicy potrzebują mocniejszych ciągników, ale również wymieniają park maszynowy, żeby móc szybciej i sprawniej obsługiwać posiadany areał upraw [2].

Reasumując, branża maszyn rolniczych w Polsce w stosunkowo niewielkim stopniu odczuła negatywne skutki pandemii. Przyspieszenie tempa realizacji działań inwestycyjnych w ramach PROW przyczyniło się do wzrostu popytu na rozrzutniki obornika. Perspektywy dla dalszego wzrostu ich sprzedaży w Polsce są raczej optymistyczne. Nadal w ramach PROW do wykorzystania jest jeszcze sporo środków finansowych na modernizację gospodarstw rolnych. A właśnie te działania mają istotny wpływ na kształtowanie decyzji zakupowych rolników. Poza tym modernizacja parku maszynowego przebiega

również w sposób naturalny. Mniej wydajne i wyeksploatowane maszyny zastępowane są nowoczesnym, wydajnym sprzętem, bardzo często przystosowanym do wymagań rolnictwa precyzyjnego. Poprawia to zdolność konkurencyjną gospodarstw i możliwości dalszego rozwoju [3].

W kontekście powyższego podjęto analizę tych właściwości technicznych, które z jednej strony są charakterystyczne dla 10-tonowych rozrzutników obornika, z drugiej zaś mogą decydować o wyborze produktu określonego producenta. Osiągnięcie celu głównego wymagało sformułowania i zrealizowania celów cząstkowych, do których zaliczono: a) wykorzystując metodę rekonstrukcji i interpretacji wybranych dokumentów (kart technologicznych, dyrektyw, norm, itp.) wyselekcjonowanie - istotnych z perspektywy klienta i dostawcy - parametrów technicznych rozrzutników obornika; b) skompilowanie listy parametrów technicznych stanowiących fundament narzędzia badawczego. Skonkretyzowane eksplikacje stały się substratem definiującym właściwy kierunek dalszych prac badawczych (porównanie parametrów technicznych rozrzutników obornika wybranych producentów), których wyniki zostaną zaprezentowane w przedłożonej części opracowania. Dla celów badawczych przyjęto, że parametry techniczne rozrzutników obornika o wskazanym przedziale ładowności, ze względu na wymogi rynku oraz konieczność dostosowania wyrobu do przepisów, są do siebie bardzo zbliżone niezależnie od producenta. Tym samym, na podstawie wybranych parametrów, trudno wskazać na wyrób, który w największym stopniu spełnia wymagania rynku. Postuluje się zatem, że źródłem przewagi konkurencyjnej będą parametry nietechnologiczne, które starano się wyartykułować w dalszej części opracowania.

## Rozrzutnik obornika - wstęp do badań

Dostępne na polskim rynku rozrzutniki obornika to uniwersalne maszyny rolnicze przeznaczone do roztrząsania obornika, wapna, torfu, oraz kompostu (rys. 1). (Tematyka dotycząca rozrzutników obornika jest przedmiotem wielu prac badawczych, m.in. [6, 7, 8, 9]).

Po zamontowaniu nadstaw oraz doposażeniu w przystawkę objętościową maszyny te z powodzeniem mogą być wykorzystywane jako samowyładowcze przyczepy objętościowe (rys. 2) podczas zbioru zielonki [4].



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 1. Rozrzutnik obornika Fortschritt  
Fig. 1. Fortschritt manure spreader



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 2. Przyczepa objętościowa Fortschritt  
Fig. 2. Fortschritt bulk trailer

Rozrzutniki w wersji standardowej wyposażone są głównie w adaptery z pionowymi wałkami rozrzucającymi (rys. 3).



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 3. Adapter rozrzucający - rozrzutnik obornika Fortschritt  
Fig. 3. Spreading adapter - Fortschritt manure spreader

Każdy adapter ma standardowo zamontowany stół poprawiający jakość i równomierność rozrzutu materiałów sypkich. Najczęściej są to adaptory o giętych zwojach, zapewniających dokładne rozdrabnianie oraz dużą szerokość rozrzutu. Użyta wysokogatunkowa stal do produkcji adapterów zapewnia bardzo dużą ich wytrzymałość. Zwoje zakończone są wymiennymi nożami (najczęściej ze stali Hardox® o grubości 10-12 mm). Adapter wyposażony jest w centralne smarowanie łożysk górnych.

Skrzynia ładunkowa rozrzutnika ma konstrukcję zapewniającą dużą ładowność. Zależnie od modelu, np. przy wysokości skrzyni w zakresie od 1100 do 1600 mm, może ona pomieścić ładunek o objętości od 8 do 16 m<sup>3</sup> w wersji podstawowej (bez nadstaw), istnieje też możliwość dołożenia nadstaw o wysokości nawet do 500 mm. Rozrzutnik to maszyna stosunkowo wytrzymała. Wynika to z materiału zastosowanego na poszycie ścian oraz sposobu ich wyprofilowania. Wskazuje się tutaj m.in. na grubość użytej blachy do budowy skrzyni ładunkowej. Najczęściej ma ona 2-3 mm w przypadku ścian i 3-4 mm dla podłogi.

Aktualnie istnieje też możliwość zamontowania nadstawek z siatki lub pełnych - z blachy [5]. W wielu modelach można również swobodnie regulować i zamykać jedną z osłon adaptera, która jednocześnie będzie służyła jako deflektor - ekran kontroli rozrzutu. Do budowy rozrzutnika wykorzystuje się trwałe przenośniki podłogowe z wytrzymałym łańcuchem, dzięki czemu może on przenosić większe siły w trakcie pchania materiału (rys. 4). Maszynę cechuje także płynność posuwu podłogi w szerokim zakresie. Rozrzutnik może być połączony z ciągnikiem za pomocą dolnego zaczepu. W tym celu najczęściej wykorzystywany jest wałek przekładnika mocy ze sprężyną przeciążeniową kołkową. Dla zwiększenia wygody użytkownika, wielu producentów wprowadza hydrauliczne podnoszenie tylnej kłapy, której dolna krawędź jest dodatkowo uszczelniona gumowym piórem zabezpieczającym przed wysypywaniem.

Sterowanie maszyną odbywa się, w zależności od wybranego modelu, za pomocą hydrauliki dwu lub jednosekcyjnej.



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 4. Taśma przenośnika podłogowego - rozrzutnik obornika Fortschritt  
Fig. 4. Belt of the floor conveyor - Fortschritt manure spreader

## Rozrzutnik obornika - konstrukcja i montaż

Jedną z kluczowych kwestii branych pod uwagę przy wyborze rozrzutnika obornika jest jego trwałość. Wpływ na nią mają głównie podstawowe elementy takie, jak: rama, skrzynia ładunkowa, aparat rozrzucający czy układ jezdny. (Przegląd rozwiązań stosowanych przez producentów rozrzutników



obornika przedstawiono m.in. w następujących opracowaniach: [10, 11, 12, 13]). W ostatnich latach sporym zmianom uległa koncepcja budowy tych elementów.

Przyglądając się konstrukcjom maszyn wskazać należy, że elementem scalającym rozrzutnik jest rama (rys. 5).



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 5. Rama główna - rozrzutnik obornika Fortschritt  
Fig. 5. Main frame - Fortschritt manure spreader

Przymocowane są do niej elementy układu jezdnego i skrzynia ładunkowa, dlatego jej trwałość pozwala na ewentualny remont rozrzutnika i wymianę różnych części przymocowanych do niej. Rama zwykle jest wykonana ze stalowych profili prostokątnych. Taka konstrukcja upraszcza budowę maszyny, co teoretycznie powinno wpłynąć na jej niższą masę i cenę. Warto podkreślić, że producenci rozrzutników obornika stosują trzy typy adapterów, tj. adaptery z bębniami poziomymi, pionowymi i adaptery talerzowe z przystawką rozdrabniającą [6]. Adaptery, w których bębny rozrzucające ustawione są w położeniu poziomym, nazywane są adapterami wąskopasmowymi, a ich szerokość robocza wynosi 2,0-2,5 m i jest równa szerokości rozrzutnika obornika. Zastosowanie takiego adaptera wąskopasmowego powoduje, że różnica między szerokością roboczą rozrzutnika a szerokością pasa rozrzutu jest niewielka i wynosi nie więcej niż 1,0 m [7]. Adaptery z bębniami pionowymi i adaptery talerzowe z przystawką rozdrabniającą zaliczane są do grupy adapterów szerokopasmowych i najczęściej są stosowane w rozrzutnikach o ładowności ponad 6 ton. Rozrzutniki z tego typu adapterami uzyskują szerokość roboczą do kilku, a nawet kilkunastu metrów, a szerokość pasa rozrzutu jest dużo większa niż szerokość robocza. Aby zachować zalecaną równomierność pokrycia nawożonej powierzchni na obrzeżach pola, należałoby przetrzącać obornik poza jego granice, co koliduje z wymaganiami ochrony środowiska.

Podkreśla się jakość pracy rozrzutników obornika, wyposażonych w adaptery szerokopasmowe. Szerokość robocza rozrzutników z tego typu adapterami wynosi 8-13 m, a szerokość pasa rozrzutu obornika najczęściej jest 2-krotnie większa. Gdy różnica między szerokością roboczą a szerokością pasa rozrzutu wynosi tyle, niezbędne jest wyposażenie rozrzutników w urządzenia umożliwiające równomierne rozrzucać obornik przy granicy pola, a jego brak stanowi zagrożenie dla stref ochronnych źródeł i ujęć wody, brzegów zbiorników oraz cieków wodnych itp. Ponadto w rolnictwie ekologicznym, w którym zaleca się stosowanie tylko nawozów organicznych, może nastąpić nagromadzenie organicznych związków azotu, które są zagrożeniem dla środowiska przyrodniczego. Dostępne na rynku rozrzutniki obornika umożliwiają przestrzeganie wymagań ochrony środowiska. Ich producenci oferują modele, gdzie wartość wskaźnika nierównomierności pokrycia pola obornikiem nie przekracza 30%.

## Parametry techniczne wybranych rozrzutników obornika - podobieństwa i różnice

W tej części pracy podjęto się analizy charakterystycznych dla rozrzutników obornika 10-tonowych - właściwości technicznych maszyn oferowanych przez polskich producentów. Zwracano uwagę na to, czy wskazane parametry mogą decydować o wyborze modelu określonego producenta. Analizie poddano wyłącznie wybrane modele, jakkolwiek badania odniesiono do wiodących polskich producentów. Do badań włączono rozrzutniki obornika marki: Pronar, Unia, Fortschritt, Alima-Bis, Metal-Fach, Mechanika Maszyn i Urządzeń Rolniczych - Pinkowscy Wągrowiec, Cynkomet oraz Roltrans.

Z uwagi na oszczędność zużycia paliwa [14], poprawę efektywności nawożenia [15], rozwój rolnictwa zrównoważonego [16] oraz krótki okres agrotechniczny nawożenia obornikiem, rozrzutniki obornika, jako maszyny złożone i drogie, powinny być wykorzystywane do innych operacji technologicznych w produkcji rolniczej, co zdają się zauważać wskazani producenci. Dlatego oferowane przez nich rozrzutniki mają wyposażenie dodatkowe, tj. podwyższone burty i uchylną burtę tylną, przystosowujące maszynę do transportu materiałów luzem oraz w belach, np. słomy, siana, okopowych. W większości konstrukcji zasuwa jest wysuwana do góry - dzięki temu można zastosować nadstawki. Aktualnie istnieje też możliwość zamontowania nadstawek z siatki lub pełnych z blachy. Producenci oferują także rozwiązania pozwalające swobodnie regulować i zamykać jedną z osłon adaptera, która jednocześnie może służyć jako deflektor - ekran kontroli rozrzutu (np. Metal-Fach).

Dogłębna analiza dokumentacji technologicznej pozwala stwierdzić, że badane rozrzutniki obornika spełniają wiele wymagań pod względem funkcjonalnym i eksploatacyjno-ekonomicznym oraz bezpieczeństwa [9]. Maszyny cechują się: 1) dobrą jakością pracy, 2) dużą ładownością skrzyni, 3) zoptymalizowanym zapotrzebowaniem na moc ciągnika, 4) możliwością łatwej i pewnej regulacji poszczególnych zespołów (zwłaszcza dozujących), 5) trwałością i niezawodnością, 6) możliwością wielostronnego wykorzystania, 7) łatwością łączenia z typowymi ciągnikami rolniczymi, 8) dużą wydajnością i małymi kosztami użytkowania [17, 18]. Uwagę zwraca przystosowanie maszyn do aplikacji kompostów o różnych właściwościach fizykomechanicznych [19, 20, 21, 22, 23]. Szczegółowe dane zobrazowano w tabeli 1.

Na uwagę zasługuje rozrzutnik obornika N221/3-8, który jest produktem firmy Cynkomet skonstruowanym z myślą o gospodarstwach wyspecjalizowanych w produkcji drobiu, trzody oraz bydła. Jest to uniwersalna maszyna rolnicza przeznaczona do roztrząsania obornika każdego rodzaju, wapna, torfu, oraz kompostu, po zamontowaniu nadstaw oraz zastąpieniu adaptera tylną ścianą może być z powodzeniem wykorzystywana jako samowyładowca przyczepa objętościowa (23 m<sup>3</sup>) podczas zbioru zielonki [24].

Wysoko wydajna i prosta w obsłudze maszyna to rozrzutnik obornika Fortschritt. Jedną z jego najważniejszych zalet jest łatwa dostępność i niski koszt części zamiennych, co zweryfikowano w dodatkowych badaniach. (Wyniki badań dotyczące kosztów eksploatacji wybranych rozrzutników obornika ukażą się w kolejnym wydaniu czasopisma). Podobnie jak w przypadku innych maszyn, po zdemontowaniu adaptera i instalacji podnoszonej hydraulicznie kłapy oraz bocznych nadstawek na burty, dostępna jest opcja pracy jako przyczepa o wyjątkowo dużej ładowności.

Warto zwrócić uwagę na rozrzutnik PRONAR N162/2 na zawieszaniu tandem o ładowności 10 ton, wyposażony w czte-

rowalcowy pionowy adapter rozrzucający, pozwalający na roztrzásanie wszystkich rodzajów obornika, torfu czy kompostu. Doskonale nadaje się dla średnich i dużych gospodarstw. Standardowo maszyna jest wyposażona w adapter z czterema pionowymi bębnami rozdrabniającymi, jednak opcjonalnie można założyć adapter z dwoma pionowymi bębnami. W badanym modelu zaproponowano zawieszenie typu tandem z ogumieniem 550/50-22.5, co zapewnia minimalne zagłębienie w glebie. W tym miejscu warto również zwrócić uwagę na rozwiązanie wprowadzone przez firmę Alima-Bis, polegające na tym, że koła i opony do rozrzutnika są właściwie tymi samymi produktami, które są wykorzystywane w ciągnikach. Pozwala to na skuteczną i wydajną pracę w niemal każdym terenie. Producent wskazuje na zmniejszenie oporów podczas jazdy, co przyczynia się do wzrostu bezpieczeństwa jazdy. W modelu położono nacisk na energooszczędność, dlatego rozrzutnik ES10 charakteryzuje się zdolnością zmniejszania zużycia paliwa oraz długim okresem przydatności kół do użytku. Nowoczesne, zastosowane przez producenta, opony do rozrzutnika ES10 zmniejszają natężenie trakcji oraz gwarantują zmniejszenie ryzyka poślizgu na wilgotnej nawierzchni.

Warto wskazać też rozrzutnik obornika RMW 16.02. Jest to dwuosiowa przyczepa typu tandem wykonana z blachy żłobkowej o długości 7,3 m oraz wysokości 3,1 m, która została wyposażona w pneumatyczny układ hamulcowy na przednią i tylną oś. Producent wykorzystuje technologię dźwigara centralnego, co gwarantuje łatwe i proste sprzężenie oraz najazd do przodu. Maksymalna ładowność wynosi 11 ton (jakkolwiek maszyna jest planowana w przedziale rozrzutników 10-tonowych) jest możliwa dzięki zastosowaniu podwyższenia skrzyni nadwozia. Rozrzutnik obornika RMW 16.02 został zaopatrzony w dwa, pionowo ustawione, adaptory bębnów roztrzásających zasilane napędem mechanicznym. Bębny roztrzásające składają się rury z przyspawanymi spiralami, do których mocowane są zęby wyrywająco-rozrzucające, wykonane metodą cięcia mechanicznego, wyprodukowane z wysokiej jakości blachy trudnościeralnej. Dolna część bębnów zaopatrzona została w zabieraki, obracające się po stole rozdzielającym. Dodatkowym atutem maszyny jest sprzęgło zapadkowe, skutecznie chroniące napęd mechaniczny przed przeciążeniem. Opisana konstrukcja rozrzutnika zapewnia: niższe zużycie paliwa na hektar, równomierne roztrzásanie na odległość 8 metrów, równomierne rozdrobnienie nawozu oraz przepustowość 160 t/h.

Należy zauważyć też, że istnieje możliwość zastosowania technologii poziomych adapterów, co pozwala na rozrzut obornika nawet do 24 metrów szerokości. Producent zakłada możliwość wykorzystania poziomych bębnów do precyzyjnego rozdrobnienia obornika, przy czym technologię rozrzutu można regulować w zależności od potrzeb. Adaptory mogą osiągnąć prędkość nawet 1000 obrotów na minutę. Uwagę przykuwa możliwość regulacji ilości rozrzuconego obornika, zęby wyrywająco-rozrzucające wykonane z najwyższej jakości blachy trudnościeralnej oraz możliwość regulacji szerokości rozrzutu obornika za pomocą zabieraków umieszczonych na talerzach dolnych. Producent zapewnia, że w zależności od zwiększenia kąta zabieraków uzyskuje się większy zasięg rozrzuconego obornika.

Rozrzutnik RMW 16.02, oprócz napędu mechanicznego, który zasilą bębny adaptera, jest wyposażony w hydrostatyczny napęd zasilający taśmę zgrzeblową rozrzutnika. Taśma zgrzeblowa służy jako element zagarniający ładunek do tyłu. Składa się ona z dwóch równoległych biegnących łańcuchów „bez końca”, które poruszają się wzdłuż powierzchni ładunkowej rozrzutnika. Łańcuch taśmy zgrzeblowej składa się z dwóch

cięgien łańcuchowych. Napęd hydrostatyczny w rozrzutniku RMW 16.02 odpowiada również za funkcjonowanie ściany tylnej. Gwarantuje ona komfort podczas użytkowania, rozdzielenie bębnów od zawartości obornika, regulację przepustowości obornika podczas rozrzutu oraz zabezpieczenie rozrzutnika przed przeciążeniem. Wskazane rozwiązania są bardzo zbliżone do rozwiązań zastosowanych w rozrzutniku Fortschritt T088. Uwagę przykuwa również podobieństwo innych parametrów, które zostały poddane analizie.

Wyposażona w czterowirnikowy adapter pionowy nachylony do przodu, gwarantujący szeroki i równomierny rozrzut obornika to maszyna N280/2 producenta Metal-Fach. Zastosowane wirniki obracają się przeciwbieżnie parami. Każdy z wirników jest wyważony w celu minimalizowania drgań maszyny podczas pracy. Zastosowane, podobnie jak u innych producentów, wymienne i przykręcane zęby wykonane są z wysokogatunkowej stali. Otwierane i zdejmowane burty wpływają na łatwiejszy załadunek oraz szerszy wachlarz możliwych zastosowań, co lokuje rozrzutnik na równi z innymi producentami. Odmiennym elementem jest zastosowana przez producenta podłoga z drewna, które nie ulega procesom niszczenia przy kontakcie z obornikiem. To swego rodzaju odstępstwo w porównaniu z innymi wytwórcami, oferującymi z reguły podłogę wykonaną z blachy ocynkowanej.

Rozrzutnik obornika N250/5 marki Roltrans ma podwozie w formie zestawu kołowego z zawieszeniem typu tandem, skrzynią ładunkową o pojemności 9,7 m<sup>3</sup> z przenośnikiem o wzmocnionej konstrukcji oraz pneumatyczny układ hamulcowy, który może występować w wersji jedno- lub dwuprzewodowej. Współpraca rozrzutnika z ciągnikiem jest możliwa dzięki przystosowanej do tego celu podporze dyszla. Ponadto, standardowe wyposażenie maszyny obejmuje hydraulicznie unoszoną tylną ścianę, ochronną siatkę, którą można zdemontować ręcznie oraz gumową wykładzinę na tylnej pokrywie. Aby zwiększyć uniwersalność i wszechstronność zastosowań maszyny, można ją dodatkowo doposażyć w nadstawki (pełne lub siatkowe) przeznaczone do przewozu różnego rodzaju materiałów objętościowych - podobnie jak produkty pozostałych wytwórców. Ciekawostką jest fakt, że ten model rozrzutnika wyposażono w dwubębnowy poziomy adapter o średnicy 133 mm, ale trzeba zaznaczyć, że istnieje możliwość nabycia także wersji z adapterem czterobębnowym pionowym.

Podsumowując, w badanych rozrzutnikach obornika stosowana jest rama - zwykle wykonana z profili prostokątnych. Typ budowy skrzyń ładunkowych jest uzależniony od zastosowanego układu jezdny. W maszynach wyposażonych w układ tandem standardem są stosunkowo niskie i szerokie skrzynie ładunkowe, co prezentują dane w tabeli 1. Rozrzutniki N162/2 w barwach Pronaru, N280/2 z Metal-Fachu, Fortschritt T088 czy Tytan Premium z Unii Group wyposażone są w tradycyjny układ jezdny typu tandem. Koła o stosunkowo niewielkiej średnicy stosowane w przypadku tego układu pozwalają na ich umieszczenie pod skrzynią ładunkową. Dzięki temu nie są one czynnikiem ograniczającym szerokość przestrzeni ładunkowej, nie ograniczają też dojazdu do rozrzutnika maszyny używanej do załadunku. Szeroka skrzynia jest bardzo ważna z punktu widzenia uniwersalności rozrzutnika. Taki rozrzutnik można łatwiej wykorzystać jako przyczepę objętościową i dlatego to rozwiązanie można zauważyć wśród badanych maszyn. A zatem skrzynia ładunkowa jest elementem, który determinuje uniwersalność rozrzutnika. Konstrukcje wszystkich producentów pozwalają na zdemontowanie adaptera rozrzutu. Niewielkie różnice pojawiają się w wymiarach fabrycznych nadstawek, które są



głównym elementem pozwalającym na rozszerzenie możliwości wykorzystania rozrzutnika. Fortschritt oprócz nadstawek proponuje przystawkę objętościową. Jest ona montowana w miejsce adaptera rozrzucającego i przedłuża przestrzeń ładunkową, co łącznie z nadstawkami znacznie ją powiększa.

Producenci stosują różne sposoby rozkładania stopy podporowej. Najczęściej jest to stopa mechaniczna opuszczana za pomocą korbki. Rzadziej spotykane rozwiązanie hydrauliczne jest wygodniejsze, ale wymaga przyłącza hydraulicznego i komplikuje konstrukcję. Ciekawym rozwiązaniem jest ręcznie sterowana hydrauliczna stopa podporowa, która pozwala na łatwą regulację wysokości zaczepu również wtedy, gdy maszyna jest odłączona od ciągnika, oraz eliminuje konieczność podłączenia węży. Rozwiązanie to można zauważyć m.in. w maszynie Fortschritt T088.

Badane rozrzutniki obornika są wyposażone w przenośnik składający się z czterech łańcuchów. Łańcuchy wykonane są z wysokogatunkowej stali o średnicy 11 mm, a wraz ze specjalnymi listwami zgarniającymi przystosowane są do przenoszenia dużych obciążeń. W rozrzutnikach stosowany jest hydrauliczny napęd przenośnika podłogowego, a także stosowana jest przekładnia zaprojektowana do przenoszenia dużych obciążeń [25]. Zastosowanie hydraulicznego napędu przenośnika podłogowego zapewnia równomierne podawanie materiału (np. obornika, torfu, wapna) na urządzenie rozsiewające. Rozrzutniki mogą być wyposażone, w zależności od wymagań klienta, w górny lub dolny zaczep. Aby zapewnić maksymalne bezpieczeństwo pracy stosuje się tylko sprawdzone, atestowane oko dyszla. Zaprojektowany przez danego producenta układ jezdny zapewnia odpowiedni rozkład masy na powierzchnię gleby, minimalizując jej ugniatanie.

Tab. 1. Dane techniczne – analiza porównawcza rozrzutników obornika wybranych producentów  
Table 1. Technical data – comparative analysis of manure spreaders of selected producers

Dane techniczne	Pronar	Unia	Fortschritt	Alima-Bis	Metal-Fach	MMiUR	Cynkomet	Roltrans
TYP	N162/2	Tytan Premium 10	T088	ES10	N280/2	RMW16.02	N221/3-8	N250/5
Dopuszczalna masa całkowita [kg]	15100	14500	13900	14500	13 660	16 000	16 000	10 800
Ładowność [kg]	od 9540 do 10140	do 11 000	10 000	10 000	10 000	Max: 11 000	10 000	10 000
Masa własna [kg]	od 4960 do 5560	od 3275 do 3434	3900	4500	3660	4940	5680	2800
Pojemność ładunkowa [m <sup>3</sup> ]	9	9	12	12	10,8	10	10,6	9,7
Powierzchnia ładunkowa [m <sup>2</sup> ]	8,5	7,8	10,6	10	9	9,25	10	9,7
Długość powierzchni ładunkowej wewn. [mm]	4400	4350	4560	4660	4620	4150	4930	4960
Szerokość powierzchni ładunkowej wewn. [mm]	1930	1800	2230	2300	1960	2230	2080	1970
Długość [mm]	7455	6750	6670	7950	7100	7300	8320	6940
Szerokość [mm]	2440	2300	2460	2800	2350	2550	2410	2500
Wysokość [mm]	3285	2640	2770	2900	2790	3100	3035	2780
Wysokość ścian skrzyni [mm]	1040	1250	890	b.d.	1000	900	1000	1000
Grubość blachy podłogi/ściany [mm]	3/3		3/2	b.d.	b.d.	3/2	3/2,5	b.d.
Rozstaw kół [mm]	1820	1700-1800	1850	b.d.	b.d.	1850	1800	1600
Zawieszenie	tandem-resory paraboliczne	tandem	tandem	tandem	tandem	tandem	tandem - resory paraboliczne	tandem
Rozmiar ogumienia	500/50-17	500/50-17	550/45/22,5	450/85 R34	500/50-17	550/45-22,5	550/60-22,5	400/15,3
Prędkość transportowa [km/h]	25	25	20	25	20	20	40	25
Minimalne zapotrzebowanie mocy ciągnika - rodzaj adaptera [KM]	105	90-100	80	100	80	120	100	100
Obroty WOM [obr/min]	1000	540	540-1000	1000	1000	540-1000	540-1000	540
Rodzaj adaptera	AV40	pionowy 4-walcowy lub pionowy 2-walcowy	pionowy – czterobębnowy z nożami tnącymi	pionowy – dwubębnowy	pionowy z 4 wirnikami rozrzucającymi	pionowy – dwubębnowy	pionowy – dwubębnowy	dwubębnowy poziomy
Maksymalna szerokość rozrzutu [m]	6	b.d.	12	18	8-12	8	b.d.	2,2

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Zapewnia to płynne prowadzenie maszyny podczas transportu, gwarantuje dobrą jazdę nawet w najtrudniejszym terenie. Uwagę zwraca wannowa konstrukcja skrzyni, która zapewnia szczelność i komfort podczas codziennej pracy. Uwagę zwraca stosowana przez producentów hydraulicznie unoszona zasowa, która oddziela skrzynię ładunkową i adapter. Dzięki takiemu wyposażeniu podczas uruchamiania rozrzutnika masa nie napiera na walce adaptera, co umożliwi płynne uruchomienie i równomierny rozrzut masy od początku pracy. Zasowa umożliwi wszechstronne zastosowanie rozrzutnika, w tym do przewozu materiałów objętościowych.

## Dyskusja i wnioski

Badanie rozrzutników 10-tonowych jest zasadne ze względu na dobór ciągników, ładowarek i nawożonego arealu gruntu. Wraz ze wzrostem ładowności rozrzutników wiążą się większe koszty ich zakupu oraz koszty zakupu współpracujących ciągników i ładowarek, tzn. zwiększają się nakłady inwestycyjne. Ze wzrostem ładowności rozrzutników istotnie zwiększa się ich wydajność, to zwiększa się również jednostkowe zużycie paliwa na hektar (energochłonność nawożenia). Przedmiotem badania są zatem rozrzutniki przeznaczone dla małych i średnich gospodarstw rolnych, w których wskazane parametry są zrównoważone.

Prowadzone badania jednoznacznie wskazują, że istotnym czynnikiem ograniczającym koszty nawożenia jest możliwość zastosowania maszyn do innych operacji technologicznych. W pracy udowodniono, że parametry techniczne rozrzutników obornika o wskazanym przedziale ładowności (10 ton), ze względu na wymogi rynku oraz konieczność dostosowania wyrobu do przepisów, są do siebie bardzo zbliżone - niezależnie od producenta. Tym samym, na podstawie wybranych parametrów, trudno jest wskazać na wyrób, który w największym stopniu spełnia wymagania rynku. Postuluje się zatem, że źródłem przewagi konkurencyjnej będą parametry nietechnologiczne. Wśród determinant mających dla nabywcy określoną wartość znajduje się marka. Poszukując na rynku określonego środka produkcji zwraca się uwagę na zespół korzyści (wartości), jakie może dostarczyć konkretny producent. Na te korzyści składają się wybrane funkcje i cechy maszyny, ale odbiorca zwraca także uwagę na czas, miejsce, warunki zakupu oraz zakres usług dodatkowych zaproponowanych przez wytwórcę. W nurt ten wpisuje się koncepcja zwinnego zarządzania, która postuluje nie tylko bierne dostosowywanie się do potrzeb rynku, lecz tam, gdzie jest to możliwe, również aktywne oddziaływanie na rynek, celem zwiększenia sprzedaży i budowania długookresowych relacji z klientami. Tu z kolei istotne znaczenie ma polityka cenowa. Cena stanowi bardzo ważny strategiczny czynnik, który trzeba umiejętnie profilować. Aby prowadzić świadomą politykę cenową, niezbędne jest zrozumienie, czym jest cena dla odbiorcy, oraz jakie elementy wpływają na jej poziom i percepcję. Tu zwraca się uwagę na zaproponowanie oferty przedstawiającej najlepszy stosunek kosztów eksploatacji do ceny. Elastyczność produkcji dla części producentów rolnych jest ważnym powodem, dla którego warto przeprowadzić ocenę dostawcy w oparciu o kryterium możliwości konfiguracji środków produkcji według własnych potrzeb i upodobań. Wytwórcy, którzy mogą dowolnie zmieniać parametry produkowanych maszyn zyskują przewagę nad konkurentami. Zauważa się także podążanie za kolejnym wymogiem w projektowaniu przemysłowym, tj. funkcjonalnością. Rozrzutniki pracują coraz szybciej, a tym samym ludzie stają się czynnikiem spowalniającym proces produkcji. Graficzne interfejsy użytkownika i oprogramowanie muszą umożliwiać szybszą

realizację wykonywanych czynności. Doprowadza to do wyboru intuicyjnych technologii. Wynik tego procesu, tzw. funkcjonalność inteligentna, redukuje czas do minimum, stąd czynnik ten należy uwzględnić już na etapie projektowania, gdyż w perspektywie będzie stanowił kryterium wyboru. W celu zachowania wysokiego standardu produkcji operatorzy rozrzutników muszą czuć się swobodnie w trakcie ich eksploatacji. Ergonomiczna konstrukcja oraz łatwość ruchu w układzie człowiek-maszyna to czynniki mające wpływ na łatwość obsługi i tym samym stanowią determinantę wyboru. Kluczowym kryterium mogą być referencje innych użytkowników. Zgodnie z powyższym zamawiający mogą w szczególności wymagać, aby dostawcy rozrzutników mieli wystarczający poziom doświadczenia wykazany odpowiednimi referencjami dotyczącymi wcześniej wykonywanych zamówień na określony model maszyny.

Reasumując, rozwój sprzedaży wymaga zatem znajomości dodatkowych czynników warunkujących kształtowanie partnerstwa z odbiorcami. Przy czym należy pamiętać, że wprowadzenie do gospodarstwa nowego rozrzutnika powinno przyczynić się do poprawy organizacji produkcji rolnej, terminowości realizacji dostaw, jakości plonów, jak również do polepszenia warunków i bezpieczeństwa pracy operatora, a także do zmniejszenia niekorzystnego oddziaływania maszyny na środowisko. Doskonalenie techniki i organizacji pracy zabiegu nawożenia obornikiem zmierza zatem w kierunku spełnienia wymagań rolnictwa zrównoważonego i ekologicznego, głównie w zakresie ograniczenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego oraz destrukcyjnego oddziaływania ciągników i maszyn nawozowych na glebę.

## Bibliografia

- [1] <https://www.pigmiur.pl/wp-content/uploads/2021/11/raport-badania-nastroje-w-bran%C5%BCy-10.2021.pdf>.
- [2] <https://raportrolny.pl/rekordowa-sprzedaz-ciagnikow-rolniczych-w-polsce/>.
- [3] <https://www.agrofakt.pl/branza-maszyn-rolniczych-w-polsce/>.
- [4] [www.zpec.pl](http://www.zpec.pl).
- [5] <https://raportrolny.pl/rozzrutnik-obornika-n275-2/>.
- [6] Dach J.: Duże rozrzutniki obornika. *Top Agrar Polska*, 2004, 10, 80-85.
- [7] Kamionka J.: Nawożenie obrzeży pól rozsiewaczami dwutarczowymi. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2012, 3, 101-108.
- [8] Sadowski K., Józefowicz J.: Test rozrzutników obornika. *Top Agrar Polska*, 2006, 2, 120-121.
- [9] Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE (przekształcenie).
- [10] Łobos W.: Badania przyczepy rozrzutnika obornika PPR-10 prod. ZSSR. *IBMER XXIV/845*.
- [11] Waszkiewicz Cz., Sadowski J.: Rozwiązania konstrukcyjne adapterów stosowane w rozrząsaczach obornika. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*. 2008, 5, 2-4.
- [12] Muzalewski A.: Precyzyjne nawożenie obrzeży pól. Przegląd rozwiązań stosowanych przez wiodących krajowych producentów rozsiewaczy. Cz. I. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*, 2004, 3, 7-8.
- [13] Muzalewski A.: Precyzyjne nawożenie obrzeży pól. Przegląd rozwiązań stosowanych przez wiodących producentów rozsiewaczy. Cz. II. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*. 2004, 4, 14-15.
- [14] Gościńska J.: Fuel savings in agriculture - new priorities of the European Union. *Journal of Research and Application in Agricultural Engineering*, 2011, 56(2), 54-57.
- [15] Maćkowiak Cz.: Zasady stosowania nawozów naturalnych i organicznych w świetle aktualnych regulacji prawnych, [w:] *Poprawa efektywności wykorzystania składników nawozowych w gospodarstwach rolnych na Mazowszu*. WODR, Warszawa, 2004, 27-39.

- [16] Jorgensen H.: Development of sustainable agriculture in Denmark. *Inżynieria Rolnicza*, 2004, 1, 49-58.
- [17] Sadowski K., Józefowicz I.: Test 6 rozrzutników obornika. *Top Agrar Polska*, 2006, 2, 120-131.
- [18] Wyłuda K.: Mechanizacja nawożenia stałymi nawozami organicznymi. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2003, 3, 20-21.
- [19] Barrington S., Choiniere D., Trigui M., Kinght W.: Compost airflow resistance. *Biosystems Engineering*, 2002, 81(4), 433-441.
- [20] Beni C., Marcucci A. Le macchine per la produzione di compost. *Mondo Macchine. An.* 2000, 9, 14-22.
- [21] Fiedorowicz G., Wiśniewski K.: Nakłady energetyczne w linii technologicznej usuwania i magazynowania nawozów naturalnych w oborach wolnostanowiskowych ściółkowych. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2011, 16-18.
- [22] Jelinek A., Češpiva M., Pliva P., Hörnig G.: Composting as possibility of toxic gases emissions reduction, mainly ammonia, generated during manure storage. *Research Agricultural Engineering. Zemědělská Technika*, 2001, 47(3), 82-91.
- [23] Marczuk A., Kamiński E.: Wpływ ładowności rozrzutników na wartości wskaźników eksploatacyjno-ekonomicznych nawożenia obornikiem. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2012 (XXII), 4(78), 109-120.
- [24] <https://cynkomet.pl/specification/rozzrutnik-n-221-3-8-10t/#1571749631463-580e9a7d-a8c8>.
- [25] Niewiadomski P., Nogalski B.: Wskaźnik głębokości wytwarzania a koszty na przykładzie przekładni ślimakowej napędu rozrzutnika obornika. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 2014, 5, 22-24.

## ANALYSIS OF TECHNICAL PARAMETERS OF MANURE SPREADERS (10-TONS VARIANT)

### *Abstract*

*The maturity of agricultural machinery manufacturers in Poland is one of the research areas undertaken in this study. The fundamental goal of the work is to probe what factors decide on the one hand the choice of agricultural machinery, and on the other hand can constitute the foundation of the assessment from the perspective of the maturity of their manufacturers. Achieving the main goal required the formulation and implementation of sub-objectives, which included: a) Determining the importance of maturity from the perspective of flexibility of the producer (supplier); b) Using the method of reconstruction and interpretation of the literature on the subject - nomination of factors conditioning the choice of agricultural machinery; c) Compilation of the list of desiderates constituting the foundation of the research tool in the assessment model being the resultant literature exploration and discussion among deliberately selected field experts (agricultural machinery sector). Specific clarifications have become the substrate that defines the right direction for further research (assessment of significance of requirements), the results of which will be presented in the next part of the study.*

**Keywords:** *manufacturer's maturity, determinants of agricultural machinery selection, assessment model.*