

## MODELING LARGE WIDTH DISC HARROW WITH TAKING INTO ACCOUNT THE VARIOUS OPERATING AND TRANSPORT POSITIONS

### Summary

Presented geometrical models of disc harrow of 6 m working width, developed in the target oriented project, in collaboration of Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznań with the company BOMET Węgrów. Discussed the functional and structural assumptions taken into account in modeling and construction of disc harrows.

**Key words:** disc harrow, geometrical models, operating positions, transport positions

## MODELOWANIE BRONY TALERZOWEJ O DUŻEJ SZEROKOŚCI, UWZGLĘDNIAJĄCE RÓŻNE POŁOŻENIA ROBOCZE I TRANSPORTOWE

### Streszczenie

Przedstawiono modele geometryczne bron talerzowych o szerokości roboczej 6 m, opracowane w ramach projektu celowego, we współpracy Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu z firmą BOMET Węgrów. Omówiono założenia funkcjonalno-konstrukcyjne uwzględnione podczas modelowania i budowę bron talerzowych.

**Słowa kluczowe:** brona talerzowa, modele geometryczne, położenie robocze, położenie transportowe

### 1. Wstęp

Brony talerzowe w porównaniu do kultywatorów umożliwiają wykonanie płytszej uprawy poźniwej i lepiej mieszają ściernisko z glebą [3], a dzięki rozcinaniu resztek poźniwnych są mniej wrażliwe na zapchania. Klasyczne talerzówki z sekcjami ustawionymi skośnie do kierunku pracy są zastępowane kompaktowymi bronami talerzowymi, które charakteryzują się indywidualnym mocowaniem talerzy i ustawieniem ich w dwóch równoległych rzędach. Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu we współpracy z firmą BOMET Węgrów opracował w ramach projektu celowego ROW-III-203/2011 konstrukcję dwóch wersji półzawieszanych bron talerzowych o maksymalnej szerokości roboczej 6 m.

Projektowanie rozpoczęto od opracowania modeli geometrycznych bron talerzowych [1, 2], co przyspieszyło budowę prototypów i badania. Geometryczny model trójwymiarowy jest podstawą do tworzenia modeli wykorzystywanych podczas obliczeń symulacyjnych [4] obejmujących między innymi analizy kinematyczne i wytrzymałościowe. Opracowując modele geometryczne bron talerzowych uwzględniono możliwość budowy dwóch wersji na bazie ramy nośnej różniącej się tylko elementami przyłączeniowymi sekcji roboczych. Z kolei ustalając skład i rozmieszczenie sekcji roboczych oraz sposób połączeń ich z ramą nośną uwzględniono zarówno położenie robocze bron, zapewniające uzyskanie wymaganej jakości pracy, jak i położenie transportowe, zapewniające bezpieczne przejazdy na pole. Modele geometryczne opracowano w sposób umożliwiający oszacowanie masy, niezbędne do oceny stateczności transportowej i późniejszych analiz kinematycznych i wytrzymałościowych.

### 2. Założenia funkcjonalno-konstrukcyjne

Modele geometryczne bron talerzowych opracowano na podstawie założeń funkcjonalno-konstrukcyjnych, w któ-

rych określono podstawowe wymagania robocze i transportowe. Przyjęto, że projektowane bronie będą półzawieszane i składane hydraulicznie do transportu. Ustalając położenie robocze bron uwzględniono między innymi:

- indywidualne zabezpieczenie przeciążeniowe talerzy,
- pełne podcięcie gleby talerzami ustawionym w dwóch rzędach oraz pokruszenie i dociśnięcie spulchnionej gleby wałem,
- równoważenie sił bocznych działających na bronę,
- uzyskanie wyrównanej powierzchni uprawionego pola,
- regulację głębokości roboczej talerzy w zakresie do 15 cm, kołami z przodu i wałem z tyłu,
- dużą (950 mm) odległość pomiędzy rzędami talerzy, zapewniającą pracę bez zapchań,
- możliwość wychyleń bronie względem współpracującego ciągnika,
- uniesienie wózka jezdny nad powierzchnię pola i dociążenie nim ramy nośnej.

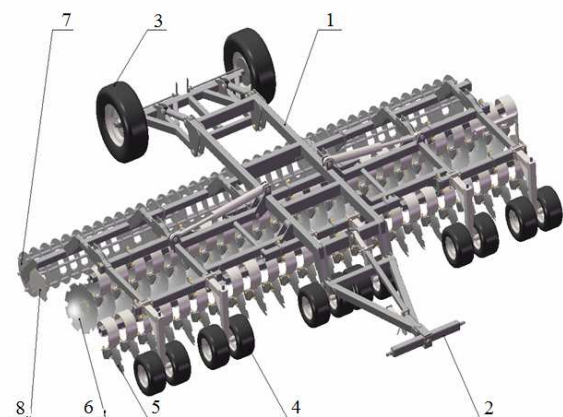
Ustalając położenie transportowe bron uwzględniono między innymi:

- hydrauliczne złożenie sekcji roboczych przy wykorzystaniu możliwie pełnego skoku siłowników, zapewniające uzyskanie dopuszczalnych gabarytów transportowych bronie (szerokość do 3 m, wysokość do 4 m),
- dużą wolną przestrzeń dla kół ciągnika podczas manewrowania broną,
- uniesienie ramy nośnej na wózku jezdny na wysokość zapewniającą bezkolizyjne złożenie sekcji roboczych i uzyskanie wymaganego prześwitu transportowego (minimum 25 cm),
- stateczność bronie na pochyłościach.

### 3. Budowa bronie

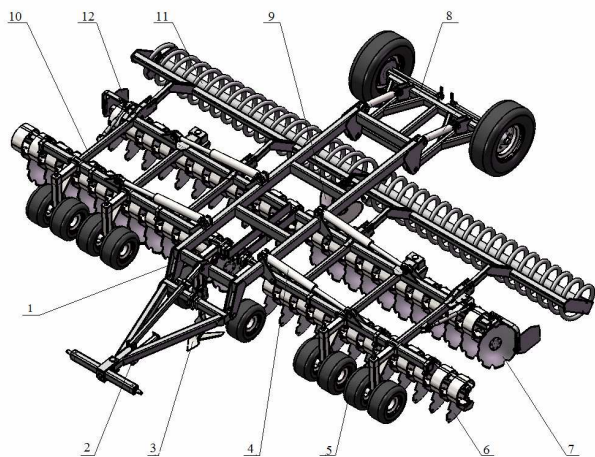
Półzawieszana brona talerzowa składa się z ramy nośnej z dyszlem pociągowym z przodu i wózkiem jezdny z tyłu oraz dwóch lub trzech sekcji roboczych, składających się z dwóch rzędów talerzy i wału (rys. 1 i 2). Dodatkowe ele-

menty to koła i ekrany boczne, a w przypadku brony 2-sekcyjnej również ząb i talerze niwelujące.



Rys. 1. Brona talerzowa trzysekcyjna (1 - rama nośna, 2 - dyszel, 3 - wózek jezdny, 4 - koło kopiujące, 5 - talerze przednie, 6 - talerze tylne, 7 - wał strunowo-pierścieniowy, 8 - ekran boczny)

Fig. 1. Three-section disc harrow (1 - supporting frame, 2 - pole, 3 - trolley, 4 - depth wheel, 5 - front plates, 6 - rear plates, 7 - pipe roller, 8 - side screen)



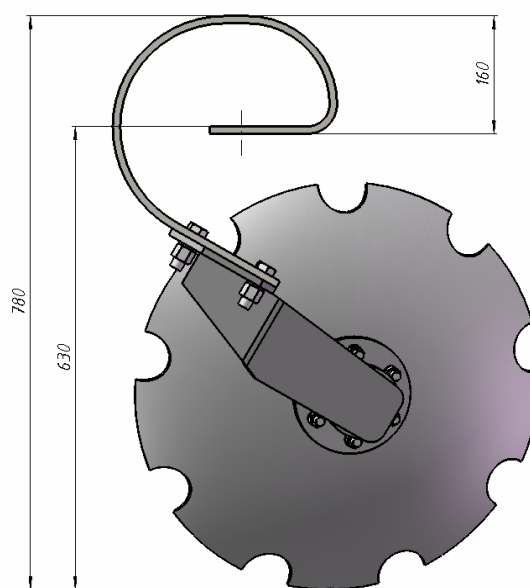
Rys. 2. Brona talerzowa dwusekcyjna (1 - rama nośna, 2 - dyszel, 3 - ząb środkowy, 4 - siłownik hydrauliczny, 5 - koło kopiujące, 6 - talerze przednie, 7 - talerze tylne, 8 - wózek jezdny, 9 - talerze niwelujące, 10 - rama sekcji roboczej, 11 - wał spiralny, 12 - ekran boczny)

Fig. 2. Two-section disc harrow (1 - supporting frame, 2 - pole, 3 - middle tine, 4 - hydraulic cylinder, 5 - depth wheel, 6 - front plates, 7 - rear plates, 8 - trolley, 9 - leveling plates, 10 - working section, 11 - spiral roller, 12 - side screen)

Na ramie nośnej składającej się z długich belek podłużnych i krótkich belek poprzecznych znajdują się elementy przyłączeniowe do dyszła pociągowego, wózka jezdnego i sekcji roboczych. Długi dyszel pociągowy, ułatwiający manewrowanie ciągnika z broną, zakończony jest wychylną osią zawieszania. Takie rozwiązanie umożliwia wychylenia brony względem ciągnika na nierównościach terenu i zakrętach. Wysokość położenia dyszła ustalana jest w zakresie 600-650 mm zastrzałem o regulowanej długości. Dyszel wyposażony jest również w podporę spoczynkową. Wózek jezdny z dwoma kołami o rozstawie 1800 mm, przedstawiany jest dwoma siłownikami hydraulicznymi CJ2F-16-63/36/320Dz w zakresie umożliwiającym opuszczenie bro-

ny do położenia roboczego i uniesienie do położenia transportowego. W położeniu roboczym wózek jezdny unoszony jest ponad powierzchnię pola i wtedy korzystnie dociąga bronę.

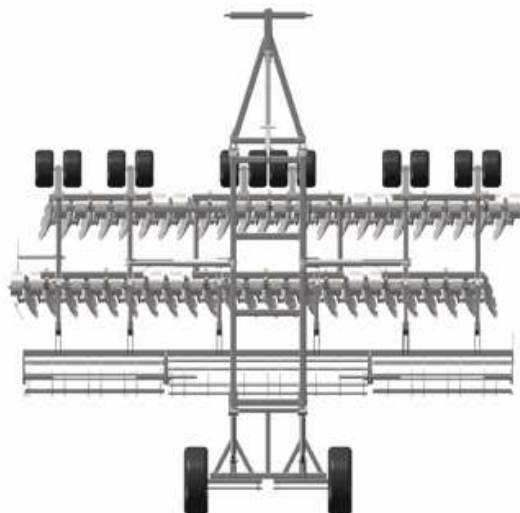
Podstawowym elementem roboczym brony jest talerz o średnicy 560 mm, który mocowany jest za pomocą sprężyny (150×10 mm) spełniającej funkcję bezpiecznika przeciążeniowego (rys. 3). Ustalenie parametrów talerza ze sprężyną to pierwszy etap modelowania, gdyż po ustawieniu talerzy w rzędach można określić konstrukcję ram bocznych i ramy nośnej oraz zakresy regulacji. Kompletna sekcja robocza składa się z dwóch rzędów talerzy i wału. W bronie 3-sekcyjnej narzędzia tworzące środkową sekcję roboczą mocowane są bezpośrednio pod ramą nośną, a narzędzia tworzące sekcje boczne mocowane są na ramach bocznych połączonych z uchwytem ramy nośnej. Natomiast w bronie 2-sekcyjnej narzędzia tworzące prawą i lewą sekcję roboczą mocowane są tylko na ramach bocznych.



Rys. 3. Talerz brony na sprężynie  
Fig. 3. Harrow disc on the spring

Poszczególne wersje brony różnią się ustawieniem talerzy. W bronie 3-sekcyjnej wszystkie talerze mają stały kąt natarcia (15°) i ustawione są w dwóch równoległych rzędach, przy czym talerze przednie wszystkich sekcji roboczych odkładają glebę w lewą stronę, a tylne – w prawą (rys. 4). Jest to klasyczne ustawienie stosowane w bronach kompaktowych. Odległość między rzędami talerzy wynosi 950 mm i jest większa niż w przypadku większości bron zawieszanych, które bardziej obciążają ciągnik w transporcie. Ekrany boczne zapobiegają wyrzucaniu gleby skrajnymi talerzami poza pas roboczy, a zagarniacz zasypuje skrajną brzdę z lewej strony, co zapewnia uzyskanie wyrównanej powierzchni pola.

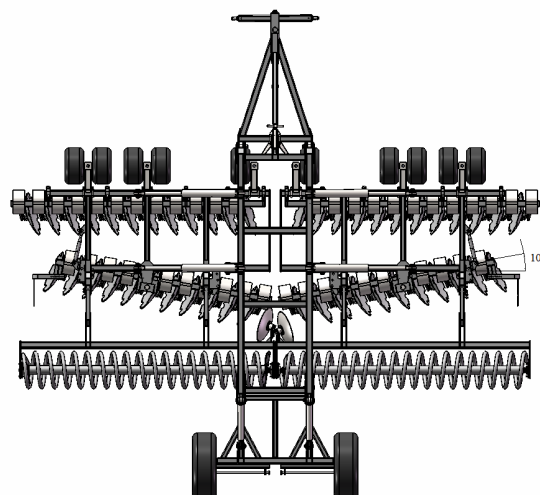
W bronie 2-sekcyjnej przeciwnie ustawione są nie tylko talerze przednie i tylne, ale również talerze w prawej i lewej sekcji roboczej, a więc sekcja lewa jest lustrzanym odbiciem sekcji prawej (rys. 5). Talerze przednie odkładają glebę do środka, a talerze tylne na zewnątrz. Brona z tak ustawionymi talerzami, oprócz ekranów bocznych zasypujących skrajne brzdy, wyposażona jest dodatkowo w ząb i talerze niwelujące.



Rys. 4. Brona talerzowa trzysekccyjna w położeniu roboczym

Fig. 4. Three-section disc harrow in operating position

Ząb mocowany jest z przodu na dyszlu pociągowym i spulchnia głębę pomiędzy prawą i lewą sekcją roboczą. Talerze niwelujące mocowane są z tyłu na ramach wałów i zasypują bruzdy środkowe. Zaletą takiego ustawienia talerzy jest pełne zrównoważenie brony w położeniu roboczym, gdyż siły boczne działające na talerze prawej i lewej sekcji roboczej wzajemnie się znoszą. Inną zaletą brony 2-sekccyjnej to możliwość zwiększenia kąta natarcia talerzy tylnych z  $15^\circ$  do maksymalnie  $25^\circ$ . Regulacja realizowana jest za pomocą śrub regulacyjnych i blokujących, a polega na skośnym ustawieniu rzędów talerzy tylnych. Po zwiększeniu kąta natarcia talerzy z  $15^\circ$  do  $25^\circ$  ich podziałka poprzeczna zmniejsza



Rys. 5. Brona talerzowa dwusekccyjna w położeniu roboczym

Fig. 5. Two-section disc harrow in operating position

się z 250 do 246 mm, ale ponieważ oś obrotu pokrywa się z punktem natarcia środkowego talerza w rzędzie, przestawienie talerzy tylnych względem przednich jest nieznaczne i na skrajach zmienia się maksymalnie o 19 mm. Tak niewielkie przestawienie talerzy względem teoretycznej podziałki poprzecznej 125 mm jest w pełni rekompensowane większym podcięciem gleby, a skośne ustawienie rzędów talerzy tylnych poprawia dokładanie gleby przez kolejne talerze. Odległość między rzędami talerzy wynosi 950 mm, gdy kąt natarcia talerzy przednich i tylnych wynosi  $15^\circ$ , ale po odchyleniu rzędów talerzy tylnych o  $10^\circ$  zwiększa się w środku i zmniejsza na skrajach maksymalnie o 217 mm.

Charakterystykę techniczną brony talerzowej zestawiono w tab. 1.

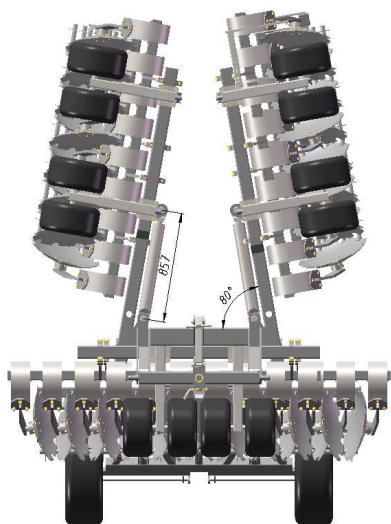
Tab. 1. Charakterystyka techniczna brony talerzowej

Table 1. Disc harrow technical characteristics

Parametr	Jedn. miary	Dane	
Liczba sekcji roboczych	szt.	3	2
Typ brony	-	półzawieszana	
Szerokość robocza	m	6	
Głębokość robocza	cm	do 15	
Średnica talerzy	mm	560	
Liczba talerzy	szt.	48 (14 + 20 + 14)	46 (23 + 23)
Odległość między rzędami talerzy	mm	950	
Kąt natarcia talerzy	°	przednie – 15 tylne – 15	przednie – 15 tylne – 15, 20, 25
Podziałka talerzy	mm	w rzędzie – 250 pomiędzy talerzami przednimi i tylnymi - 125	
Typ wału współpracującego	-	strunowo-tarczowy	spiralny
Średnica wału	mm	struny – 400 tarcze – 500	480
Liczba kół kopiujących	szt.	12	10
Rozmiar opon kół kopiujących	cal	20×8-10	
Średnica/szerokość koła	mm	500/200	
Rozmiar opon kół jezdnych	cal	11.5/80-15.3	
Średnica/szerokość koła	mm	840/300	
Rozstaw kół jezdnych	mm	1800	
Prześwity robocze	mm	pod ramą nośną – 900, pod ramą sekcji roboczej – 800 pod belką talerzy – 630	
Szerokość transportowa	mm	2990	2950
Wysokość transportowa	mm	3860	3660
Masa	kg	3900	4000

Gleba spulchniona talerzami jest dociskana wałami, których położenie ustalane jest przetyczkami blokującymi ramiona przyłączeniowe w uchwytach. W bronie 3-sekcyjnej zastosowano wał strunowo-tarczowy, który w odróżnieniu od klasycznych wałów strunowych ma większą liczbę i średnicę tarcz, na których przyspawane są rurkowe struny. Taki wał dzięki większemu zagłębieniu tarcz niż strun, stabilizuje bronę w położeniu roboczym, gdy wystąpią różnice w siłach bocznych działających na talerze przednie i tylne. W bronie 2-sekcyjnej zastosowano wał spiralny, przy czym spirale wału prawego i lewego ustawione są przeciwnie, dzięki czemu działające na nie siły boczne wzajemnie się znoszą, a przesuwana do środka gleba zasypuje powierzchniowe nierówności.

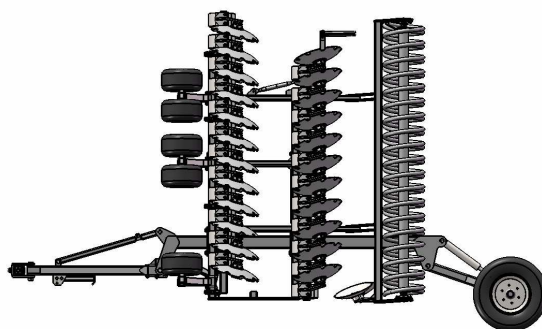
Zagłębienie talerzy, w zakresie do 15 cm, regulowane jest wałami z tyłu i kołami z przodu. Koła mocowane są na przednich belkach ram sekcji roboczych i wyposażone są w śrubową regulację wysokości ustawienia. Brona 3-sekcyjna wyposażona jest łącznie w 12 kół (6 kół podwójnych), a broną 2-sekcyjną, z uwagi na zastosowanie zęba środkowego, wyposażoną jest w 10 kół (4 podwójne na bokach, 2 pojedyncze w środku). Koła ustawione są poza śladami kół ciągnika i zapewniają dobre podparcie przodu bronny na całej szerokości roboczej.



Rys. 6. Brona talerzowa trzysekcyjna w położeniu transportowym  
Fig. 6. Three-section disc harrow in transport position

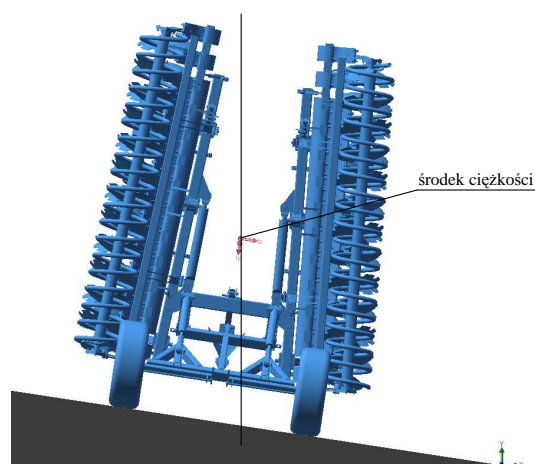
Przestawianie bronny z położenia roboczego w transportowe następuje w dwóch fazach. Najpierw, wózkem jezdny i podnośnikiem hydraulicznym ciągnika, unoszona jest rama nośna, a następnie składane są ramy boczne z zamocowanymi na nich sekcjami roboczymi, przy czym dzięki pochyleniu ich do środka szerokość transportowa bronny w części górnej jest mniejsza niż w części dolnej. Uniesione ramy boczne blokowane są hydraulicznie i mechanicznie. W bronie 3-sekcyjnej każda sekcja boczna unoszona jest jednym siłownikiem hydraulicznym CJ2F-16-100/56/500Dz ponad sekcję środkową (rys. 6), przy czym ich skrajnie nie wystają poza obrys sekcji środkowej, a ta mieści się w dopuszczalnym gabarycie transportowym. W bronie 2-sekcyjnej każda sekcja robocza, która jest cięższa niż w przypadku bronny 3-sekcyjnej, unoszona jest dwoma siłownikami hydraulicznymi CJ2F-16-80/45/500Dz (rys. 7). Wysokość transportowa bronny 2-sekcyjnej jest o 20 cm mniejsza niż bronny 3-sekcyjnej, ale jej środek

ciężkości położony jest wyżej, gdyż większość elementów roboczych znajduje się powyżej ramy nośnej. Pomimo to broną ta zachowuje stateczność na pochyłościach terenu (rys. 8).



Rys. 7. Brona talerzowa dwusekcyjna w położeniu transportowym

Fig. 7. Two-section disc harrow in transport position



Rys. 8. Stateczność transportowa bronny talerzowej dwusekcyjnej

Fig. 8. Transport stability of two-section disc harrow

#### 4. Wnioski

1. Modelowanie umożliwiło opracowanie dwóch wersji bronny talerzowej, różniące się ustawieniem sekcji roboczych w położeniu roboczym i transportowym.
2. Brona talerzowa w każdej wersji roboczej zachowuje stateczność transportową.
3. Modele geometryczne bronny talerzowej w różnych wersjach roboczych są podstawą do obliczeń symulacyjnych obejmujących analizy kinematyczne i wytrzymałościowe.

#### 5. Bibliografia

- [1] Sińczuk A., Sińczuk Ł., Białek J., Burzyński T., Rowicki A., Ufnal Z., Wikieł Z.: Dobór parametrów konstrukcyjnych i kinematycznych dla modelu geometrycznego półzawieszanej, 3-sekcyjnej bronny talerzowej w wersji kompaktowej, zagregowanej z wałem strunowo-tarczowym. Sprawozdanie, BOMET, Węgrów, 2012.
- [2] Talarczyk W., Gośliński M., Łowiński Ł., Zbytek Z., Szeremet E.: Dobór parametrów konstrukcyjnych i kinematycznych dla modelu geometrycznego półzawieszanej, 2-sekcyjnej bronny talerzowej w wersji łączącej zalety bronny kompaktowej i klasycznej, zagregowanej z wałem spiralnym. Sprawozdanie, PIMR, Poznań, 2012.
- [3] Talarczyk W.: Konstrukcja i działanie kompaktowej bronny talerzowej. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2007, nr 2, s. 11-13.
- [4] Szczepaniak J., Pawłowski T.: Współczesna metodyka projektowania i weryfikacji konstrukcji maszyn rolniczych. Inżynieria Rolnicza, nr 14(74), s. 267-275.