

FILIPEK Przemysław, KWAŚNIAK Grzegorz

## PROJEKT PODWOZIA PRZYCZEPY CIĄGNIKA Z PRZESUWNYM WÓZKIEM TANDEMU

### *Streszczenie*

*W artykule przedstawiono koncepcję podwozia przyczepy z przesuwным wózkiem tandemem oraz amortyzowanym dyszlem. W przyjętym rozwiązaniu zastosowano podwozie typu Boggie, które łączy ze sobą osie za pomocą resorów parabolicznych. Tandem składa się z przedniej osi sztywnej i osi tylnej z kontrolowanym systemem skrętnym. Podwozie przyczepy umożliwia redukcję zapotrzebowania mocy ciągnika oraz zmniejszenie zużycia opon na osi ciągnikowej. Model geometryczny konstrukcji zaprojektowano w programie Catia V5.*

### WSTĘP

Inżynierowie już od wielu lat próbują skonstruować przyczepy rolnicze, które przez swą uniwersalną budowę mogłyby bardzo dobrze radzić sobie zarówno w grząskim, gliniastym terenie jak i piaszczystym luźnym podłożu pól uprawnych, a także przewozić duże ilości towarów jednorazowo. Konieczność dostosowania się do zróżnicowanego terenu powoduje, że niewiele przyczep może je spełnić i swobodnie się po nim poruszać. Nieodpowiednia konstrukcja podwozia przyczepy powoduje zazwyczaj zwiększone zapotrzebowanie na moc, masę lub uciążliwość ciągnika, który z nią współpracuje. Praca takich zestawów jest przyczyną zwiększonych kosztów transportu (zwiększone zużycie paliwa) jak i eksploatacji.

Rozwiązaniem tego problemu może być przedstawiony projekt podwozia przyczepy ciągnika z przesuwным względem ramy głównej - wózkiem tandemem.

### 1. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE

Przeprowadzone rozpoznanie literaturowe wykazuje istnienie wiele różnych rozwiązań konstrukcyjnych podwozi przyczep. Po rozważeniu zalet i wad licznych konstrukcji podwozi przyczep, zdecydowano się na zaprojektowanie podwozia dwuosowego typu tandem z zawieszeniem typu Boggie. Ze względu na rzadkość projektowania i konstruowania podwozi przyczep z przesuwным wózkiem tandemem, określono wstępne założenia konstrukcyjne, przedstawione w tabeli 1.

**Tab. 1.** Założenia konstrukcyjne

Lp.	Założenia konstrukcyjne projektowanego podwozia przyczepy
1	Podwozie przyczepy przeznaczone do jazdy po różnym terenie (drogi utwardzone i podmokłe pola uprawne).
2	Agregowanie z ciągnikiem rolniczym.
3	Łatwa możliwość regulacji obciążenia zaczepu ciągnika.
4	Możliwość stosowania zmiennych nadwozi.
5	Łatwa i szybka zmiana nadwozia.
6	Podwozie centralno-osiove.
7	Podwozie dwuosiove (tandem).
8	Hydrauliczna regulacja położenia wózka tandemu.
9	Zawieszenie podwozia typu Boggie.
10	Duży skok zawieszenia.
11	Dobra amortyzacja zawieszenia.
12	Hamulce pneumatyczne na cztery koła.
13	Zastosowanie tylnej osi skrętnej.
14	Zmniejszone uszkodzanie roślin przez koła podczas manewrowania.
15	Odciążenie przedniej osi.
16	Koła wyposażenie w opony o specjalnym bieżniku.
17	Koła o dużej powierzchni styku z podłożem.
18	Mocna, stabilna rama główna.
19	Uniwersalny dyszel.
20	Bezstopniowo regulowany dyszel.
21	Hydrauliczno-pneumatyczna amortyzacja dyszla.
22	Czytelny manometr ciśnienia w siłowniku dyszla.
23	Zawór pęknięcia węży.
24	Regulowana podpora dyszla.
25	Możliwość zmiany ucha dyszla.
26	Hamulec postojowy.
27	Wyposażenie w dwa kliny do kół.
28	Zbiornik powietrza 40 litrów.
29	Miejsce na oświetlenie.
30	Miejsce na tablice rejestracyjną.
31	Szacowana masa całkowita 22 t.
32	Jak największy prześwit między podwoziem pojazdu, a podłożem.
33	Minimalizacja masy własnej podwozia.
34	Minimalizacja zapotrzebowania na siłę uciągu ciągnika.
35	Minimalizacja zapotrzebowanie na masę ciągnika.
36	Prędkość maksymalna 40 km/h.
37	Duża trwałość pojazdu.
38	Łatwość wykonywania napraw.
39	Duża stabilność pojazdu.
40	Duży zakres regulacji podzespołów podwozia.
41	Łatwość regulacji podwozia.
42	Duży komfort kierowcy.
43	Dobór gotowych elementów z katalogów producentów.
44	Użycie materiałów do konstrukcji o podwyższonej wytrzymałości.
45	Lepsze własności trakcyjne w porównaniu do istniejących konstrukcji.

Źródło: [opracowanie własne]

Podwozie przyczepy powinno dobrze się sprawdzić zarówno na równych drogach i dużej prędkości, jak i w grząskim, nierównym terenie pól i bezdroży. Przyczepa ma być agregowana z ciągnikiem rolniczym za dolny lub górny zaczep transportowy. Dzięki hydraulicznej regulacji wózka tandemu, operator w łatwy i szybki sposób może odpowiednio ustawić koła względem środka ciężkości nadwozia. Pomagać ma w tym kierowcy duży

czytelny manometr mierzący ciśnienie w siłowniku podpierającym dyszel. Aby podwozie mogło być wykorzystywane do wielu prac w ciągu całego roku, powinno mieć zamienne nadwozia typu Cargo. Zmiana nadwozia musi przebiegać w miarę możliwości szybko i w prosty sposób.

W projekcie przewidziano podwozie dwuosiowe z osiami usytuowanymi centralno-osiovo względem ramy głównej. Aby układ zawieszenia dobrze pracował w każdym terenie musi być połączeniem zawieszenia resorowego o bardzo dobrych własnościach redukcji drgań oraz zawieszenia wahaczowego, które ma duży skok kół i potrafi dostosować się do każdej nierówności nawierzchni, przy równomiernym rozłożeniu obciążenia na wszystkie koła.

Zastosowanym układem zawieszenia jest zawieszenie typu Boggie. Przesunięte mocowanie resorów do przodu, (czyli odciążenie przedniej osi) zapobiegać będzie wyłamywaniu wózka tandemu w grząskim terenie. Tylńia oś podwozia wyposażona zostanie w układ skrętnych kół, które zredukują siły boczne, występujące podczas manewrowania w małych przestrzeniach, a także nie będą uszkadzały delikatnych roślin rosnących na polach uprawnych.

Opony kół zostaną wyposażone w specjalny bieżnik zmniejszający ryzyko zatrzymania kół w grząskim terenie, o odpowiedniej wysokości i szerokości, aby naciski jednostkowe opon na grunt nie były zbyt duże.

Wszystkie koła podwozia przyczepy zostaną wyposażone w hamulce pneumatyczne, zasilane przez sprężarkę współpracującego ciągnika a także w hamulec postojowy przedniej osi obsługiwany ręcznie przez kierowcę. W wyposażeniu znajdą się również dwa klipy do blokowania kół jezdnych podczas postoju. Aby zapewnić odpowiednią ilość powietrza w układzie hamulcowym zastosowany zostanie czterdziesto-litrowy zbiornik powietrza.

Podwozie przyczepy musi mieć mocną i stabilną ramę główną, która nie będzie ulegała deformacji dla przewidzianej masy całkowitej przyczepy sięgającej 22 t. Również dyszel musi być odpowiednio wytrzymały. Aby nie został poddawany zbyt dużym obciążeniom dynamicznym zostanie zamontowany akumulator hydrauliczno-pneumatyczny do siłownika podpierającego dyszel, który zredukuje drgania i będzie działał jako amortyzator drgań. Taka budowa dyszla umożliwi bezstopniową regulację dyszla, a także zamontowanie stałej podpory regulowanej stopniowo. Aby węże olejowe nie były przeciążane, zastosowane zostaną zawory zwrotne sterowane na wszystkich siłownikach. Dodatkowo będzie możliwa zmiana ucha dyszla w zależności od występującego zaczepu w agregatowanym ciągniku.

W podwoziu przyczepy zostanie przewidziane miejsce na zamontowanie oświetlenia zewnętrznego oraz tablicy rejestracyjnej.

Projekt przewiduje również zachowanie jak największego prześwitu pomiędzy podwoziem a podłożem z uwagi na nierówności terenu, po jakim będzie mogła poruszać się przyczepa.

Ze względu na minimalizację kosztów użytkowania podwozia, jego masa musi być stosunkowo niewielka a układy jego regulacji powinny wymagać zmniejszonego zapotrzebowania na masę i siłę uciągu współpracującego ciągnika. Podwozie przyczepy musi być bardzo trwałe i stabilne, gdyż prędkość maksymalna z jaką przyczepa będzie mogła poruszać się po drogach ma sięgać do 40 km/h. Ewentualne usterki powinny być łatwo naprawialne i mało czasochłonne.

Kierowca zestawu pojazdów złożonego z ciągnika i projektowanego podwozia przyczepy musi mieć odpowiedni komfort pracy, a także możliwość łatwego regulowania podwozia w dużym zakresie jego pracy. Pomagać kierowcy w regulacji ma duży podświetlany manometr mierzący ciśnienie w siłowniku dyszla, którego tarcza ze skalą będzie dobrze widoczna nawet w nocy. Dzięki zastosowaniu hydraulicznych regulacji podwozia, kierowca

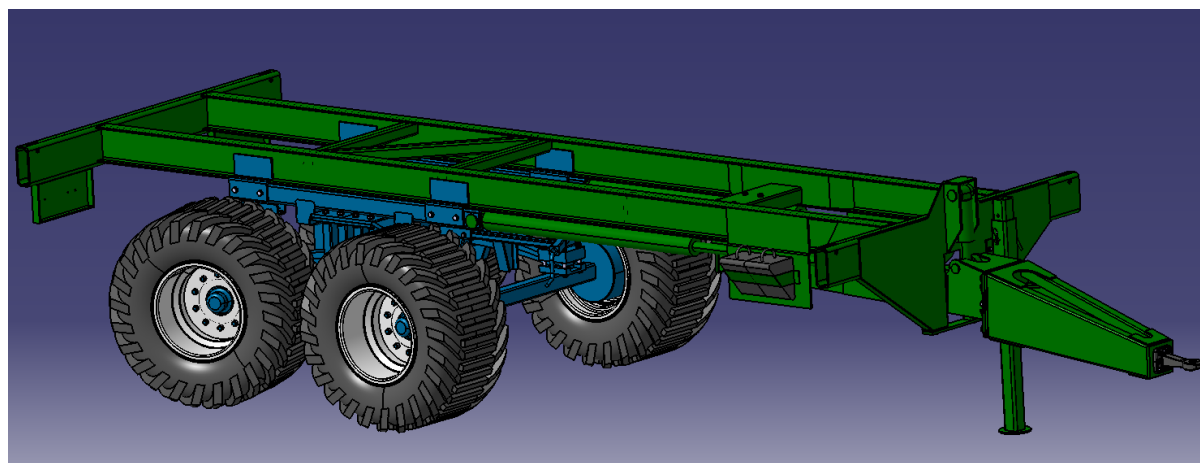
może nimi sterować w łatwy sposób za pomocą rozdzielaczy w ciągniku obsługiwanych w podłokietniku fotela.

Większość elementów podwozia łączonych jest ze sobą metodą spawania. Stosowane materiały konstrukcyjne muszą mieć podwyższoną wytrzymałość konstrukcyjną oraz dobre właściwości spawalnicze. Będą stosowane również gotowe podzespoły, które występują w katalogach producentów. Zbudowane w ten sposób podwozie przyczepy będzie posiadało lepsze własności trakcyjne w porównaniu do istniejących konstrukcji.

## 2. MODEL KONSTRUKCYJNY PODWOZIA PRZYCZEPY Z PRZESUWNYM WÓZKIEM TANDEMU

Projekt podwozia przyczepy przedstawionego na rysunku 1, został wykonany w oparciu o przeprowadzony przegląd literatury, wstępne założenia konstrukcyjne oraz niezbędne obliczenia wytrzymałościowe [1, 2, 3, 4, 5, 7]. Podczas projektowania podwozia przyczepy z regulowanym hydraulicznie wózkiem tandemem, w dużej mierze korzystano z gotowych podzespołów katalogowych oferowanych przez firmy produkcyjne. Projektując części indywidualne, potrzebne do budowy modelu, wzięto pod uwagę zalecenia oraz ograniczenia dotyczące wykorzystywanych materiałów. Uwzględniono także możliwości oraz ograniczenia technik wytwarzania, wynikające z dostępnego w dzisiejszej dobie postępu technologicznego.

Projekt 3D podwozia przyczepy wykonano przy pomocy oprogramowania CATIA V5 firmy Dassault Systèmes [6].



**Rys. 1.** Projekt 3D podwozia przyczepy ciągnika z przesuwным wózkiem tandemem

Źródło: [opracowanie własne]

Przedstawiony model podwozia przyczepy na rysunku 1 składa się z kilku podzespołów:

1. rama główna,
2. wózek tandemem,
3. koła,
4. układ zawieszenia,
5. dyszel,
6. układ amortyzacji dyszla,
7. wyposażenie dodatkowe.

Większość podzespołów podwozia przyczepy wykonanych z materiałów konstrukcyjnych łączonych jest ze sobą techniką spawania. Pozostałe podzespoły zostały połączone ze sobą za

pomocą połączeń gwintowych lub sworzni umożliwiających ruch poszczególnych podzespołów względem siebie.

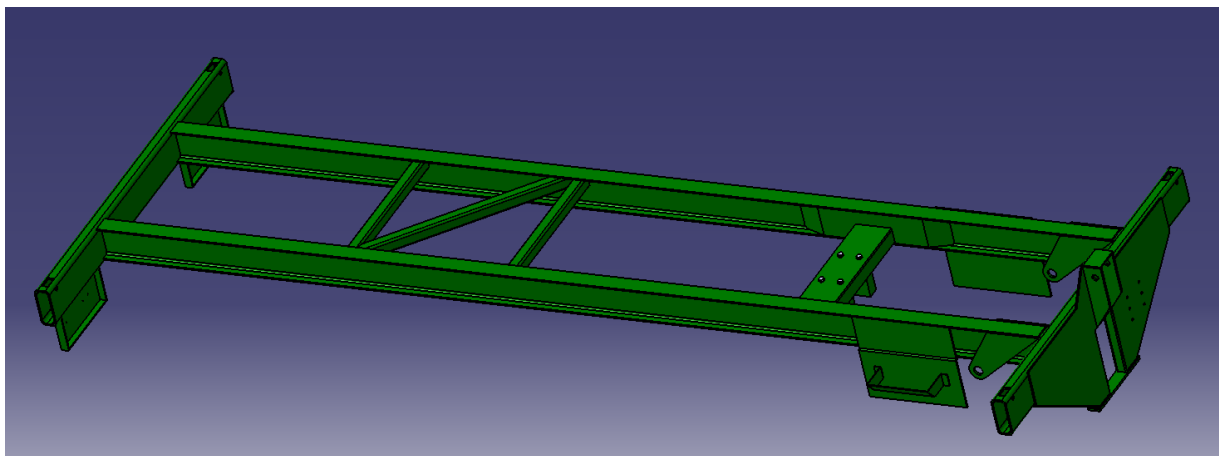
Podczas prac projektowych, szczególną uwagę poświęcono na zaprojektowanie bardzo wytrzymałego podwozia z uwzględnieniem redukcji niepotrzebnej masy własnej przy jednocześnie prostej metodzie wykonania.

Zaprojektowany model podwozia przyczepy z przesuwym wózkiem tandemu nie uwzględnia wszystkich elementów instalacji elektrycznej oświetlenia drogowego, występuje jedynie wizualizacja tylnich lamp oświetlenia. Podobne rozwiązanie zastosowano w stosunku do pneumatycznego układu hamulcowego podwozia przyczepy, gdzie przewidziano jedynie miejsce montażu jej elementów bez ich wizualizacji. Projekt przyczepy nie zawiera również wizualizacji przewodów hydraulicznych zasilających poszczególne układy hydrauliczne.

## 2.1. Rama główna

Rama główna podwozia przyczepy została zaprojektowana z dwóch równoległe ułożonych dwuteowników IPE 220, o rozstawie 100 cm, widocznych na rysunku 2.

Dwuteownik o wysokości 220 mm i szerokości stopy wynoszącej 110 mm posiada bardzo dobre własności wytrzymałościowe, dzięki czemu jest w stanie przenieść zaplanowane obciążenie. Końce dwuteowników przyspawane są do grubościennych profili zamkniętych. W przedniej i tylnej belce przewidziane są miejsca na mocowanie zamiennych nadwozi. Aby nadwozia nie mogły przesunąć się po ramie głównej, przewidziano specjalne wypusty zabezpieczone za pomocą czterech sworzni z profilami poprzecznymi ramy głównej. Stałą szerokość ramy zapewniają wspawane pomiędzy dwuteownik dwie poprzeczne belki z grubościennego profilu o przekroju kwadratowym i wymiarze 80 mm oraz trzeci profil pod kątem 45°, który zapobiega zmianom przeciwprostokątnych długości ramy.



**Rys. 2.** Rama główna podwozia przyczepy ciągnika z przesuwym wózkiem tandemu

Źródło: [opracowanie własne]

Rama główna podwozia została wzmocniona w miejscu mocowania dyszla poprzez wstawienie w dwuteowniki od wewnętrznej strony specjalnych wzmocnień z blachy o grubości 10 mm. Do wzmocnień zamocowano poprzeczną belkę z ceownika hutniczego o wysokości 240 mm, którą przykryto od góry płaskownikiem o grubości 15 mm. Tak wzmocniona rama i odpowiednio mocna poprzeczka są odpowiednim miejscem do zamocowania za pomocą czterech śrub M20 uchwyty dyszla.

## 2.2. Wózek tandemu

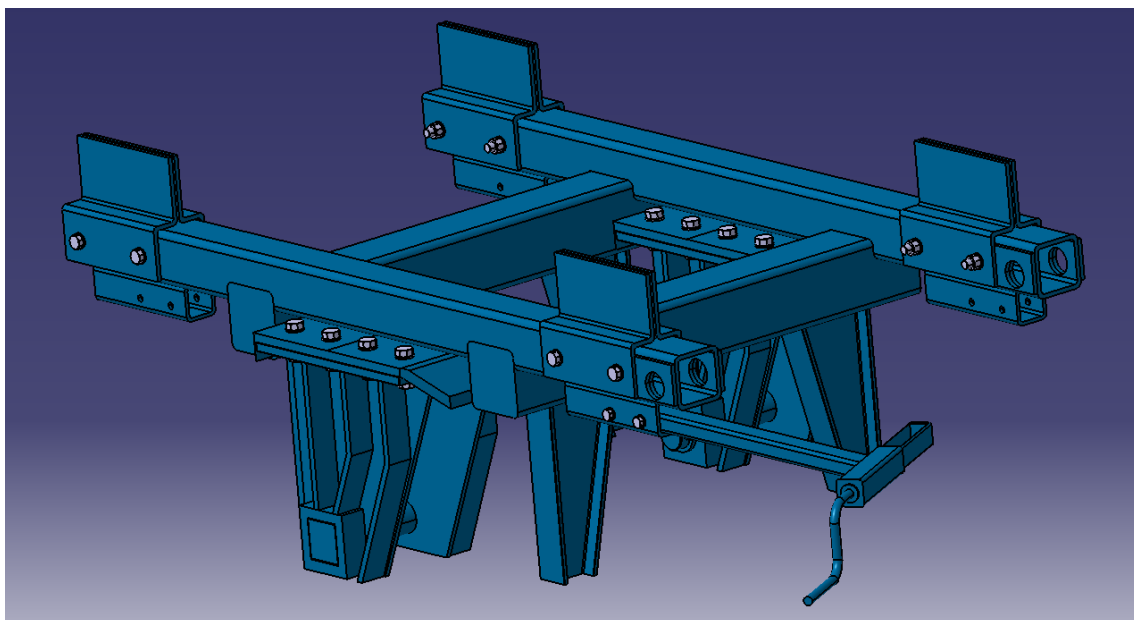
Główna część wózka tandemu składa się z dwóch zamkniętych profili 120 o przekroju kwadratowym i grubości ścianki 10 mm, które ułożone są w kierunku wzdłużnym ramy głównej, a także z dwóch profili 150 o tej samej grubości i kształcie przekroju, które przyspawane zostały w specjalnie przygotowanych wcięciach profili 120 (Rys. 3.). Ułożenie poprzeczne mogłoby powodować niepotrzebne zaleganie w wnętrzu profili zanieczyszczeń w postaci kurzu i błota, więc końce zostały zaślepione, co przyczynia się do zmniejszonej erozji tych elementów.

W przedniej części wózka zostały przyspawane specjalne nakładki na bokach profili oraz wydrążone otwory, w których przewidziano zamocowanie siłowników hydraulicznych regulujących położenie wózka względem ramy głównej. Aby zapobiec niekontrolowanym przemieszczeniom wózka w innych kierunkach niż wzdłużny, zostały utwierdzone za pomocą połączeń gwintowych elementy mocujące o specjalnym kształcie. Do głównych profili wzdłużnych przyspawano również od spodu krótkie kawałki profili o mniejszym przekroju, których zadaniem jest ograniczyć zbyt duże wychylenie się osi do przodu lub tyłu.

Jednocześnie jeden z nich jest mocowaniem widocznego na rysunku 3 mechanizmu hamulca postojowego, utwierdzonego za pomocą dwóch śrub.

Zamocowane metodą spawania od spodu do profili poprzecznych opory resorów są bardzo ważnym elementem podczas manewrowania. Przeciwdziałają one siłom bocznym działającym na pióra resorów łączących osie pojazdu.

Do poprzecznych profili oraz od spodu profili ułożonych wzdłuż ramy głównej zostały przyspawane blachy o grubości 20 mm. Są one podstawą do zamocowania głównych mocowań sworzni resorów. Połączone są ze sobą za pomocą ośmiu śrub każda. Sworznie główne dzięki końcom w kształcie kwadratu nie obracają się podczas pracy zawieszenia. Mocowanie głównych sworzni zostało dobrane z katalogów gotowych elementów zawieszń firmy ADR.



**Rys. 3.** Model przesuwnego wózka tandemu

Źródło: [opracowanie własne]

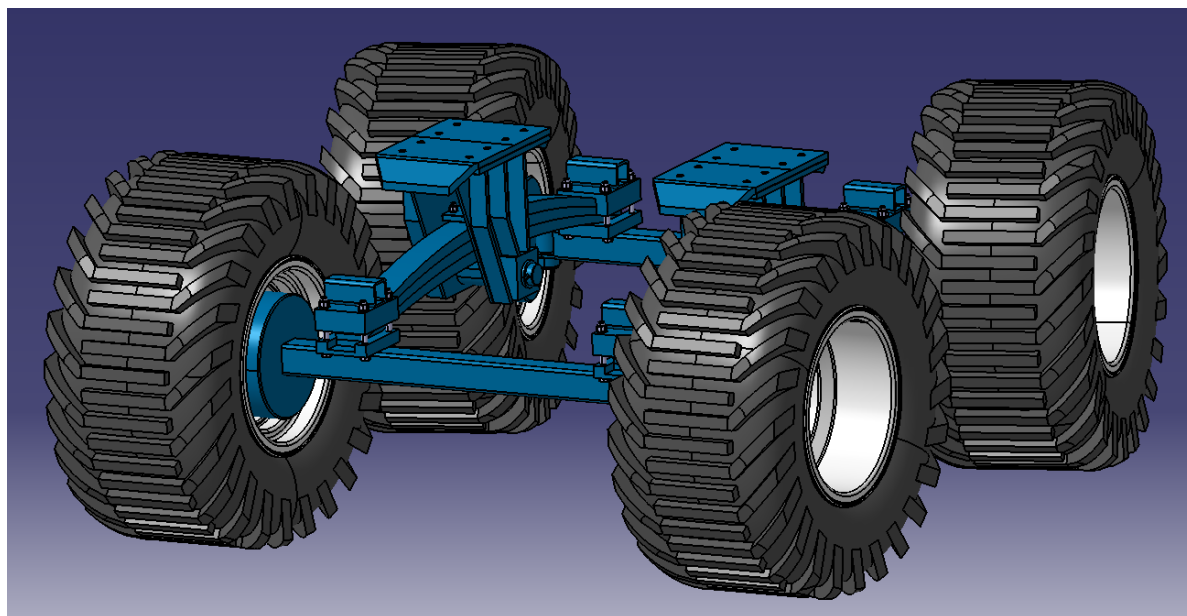
### 2.3. Układ regulacji wózka tandemu

W skład układu regulacji położenia wózka tandemu wchodzi dwa siłowniki dwustronnego działania oraz dwa zawory zwrotne, sterowane VRDE 3/8". Siłowniki montowane są za pomocą sworzni bezpośrednio pod ramą główną. Uszy cylindrów zamontowane są do profili wózka tandemu, natomiast uszy trzpieni utwierdzone zostały w specjalnych mocowaniach w przedniej części ramy głównej. Siłowniki wyposażone zostały w bliźniacze zawory zwrotne, które zasilane są w sposób równoległy, dzięki czemu zawsze siłowniki pracują z takim samym skokiem. Z powodu występowania w tym miejscu dużych sił, zdecydowano się na zastosowanie w układzie siłowników 115SJ60B/1400m2a22 firmy Pronar z Narwi [9].

Zastosowany w układzie siłownik umożliwia przesuwanie podwozia w zakresie 1400 mm. Dzięki trzpieniom o średnicy 60 mm, może przenosić bardzo duże siły działające na ściskanie, równe 151,9 kN, oraz na rozciąganie - 106,7 kN. Nominalne ciśnienie robocze wybranych siłowników wynosi 22 MPa, a maksymalna prędkość pracy siłowników nie może przekroczyć 0,5 m/s. Zakres temperatury pracy siłowników waha się od -20°C do +80°C, dzięki czemu przyczepę można używać w ciągu całego roku.

### 2.4. Układ zawieszenia

Układ zawieszenia został w całości dobrany z katalogów producentów, gdyż szeroki asortyment jaki występuje w ofercie licznych firm umożliwia dobranie najlepszego rozwiązania do każdego projektu. Różnorodność budowy oraz właściwości poszczególnych rozwiązań technicznych są bardzo duże. Jednak po rozeznaniu literaturowym zdecydowano się na układ zawieszenia typu Boggi, który jest połączeniem konstrukcji resorowej i wahaczowej. Dzięki takiemu zawieszeniu zaprojektowane podwozie przyczepy jest stabilne i może być wykorzystywane w transporcie zarówno w ciężkich warunkach polowych jak i do poruszania się z dużą prędkością po drogach utwardzonych. Także felgi i opony widoczne na rysunku 4 zostały dobrane z katalogów gotowych elementów.



**Rys. 4.** Model układu zawieszenia podwozia przyczepy  
Źródło: [opracowanie własne]



## 2.5. Mocowanie i resory

Z katalogu firmy ADR zostało dobrane zawieszenie typu Boggie, które przedstawiono na rysunku 5. Mocowanie do ramy głównej typu A, posiada osiem otworów przeznaczonych do przykręcenia za pomocą śrub o podwyższonej wytrzymałości do ramy głównej. Natomiast komplet resorów parabolicznych zastosowanych w tym zawieszeniu może przenieść obciążenie sięgające 24 000 kg [8].

Zawieszenie to składa się z resorów parabolicznych, które są lżejsze od tradycyjnych wielo-piórowych resorów z powodu budowy opartej tylko na trzech piórach. Zamocowane są w środku za pomocą przegubu umożliwiającego ruch końców piór do góry lub dołu. Natomiast końce resorów przykręcone zostały do osi jezdnych za pomocą specjalnych gwintowanych jarzm.

Zawieszenie zbudowane w ten sposób jest połączeniem tradycyjnego zawieszenia resorowego oraz zawieszenia z wahaczami, które bardzo dobrze dostosowuje się do nierówności podłoża oraz równomiernie rozkłada nacisk na wszystkie koła podwozia. Aby zmniejszyć siły boczne występujące podczas manewrowania oraz zapobiec wyłamywaniu zawieszenia podczas jazdy w grząskim terenie, zostało przesunięte środkowe mocowanie resoru do tyłu o 50 mm. Zastosowane zawieszenie posiada bardzo dobre właściwości pochłaniania drgań. Powodem zastosowania tego typu zawieszenia jest również prosta budowa i nieduża cena w porównaniu do zawiesznień hydraulicznych.



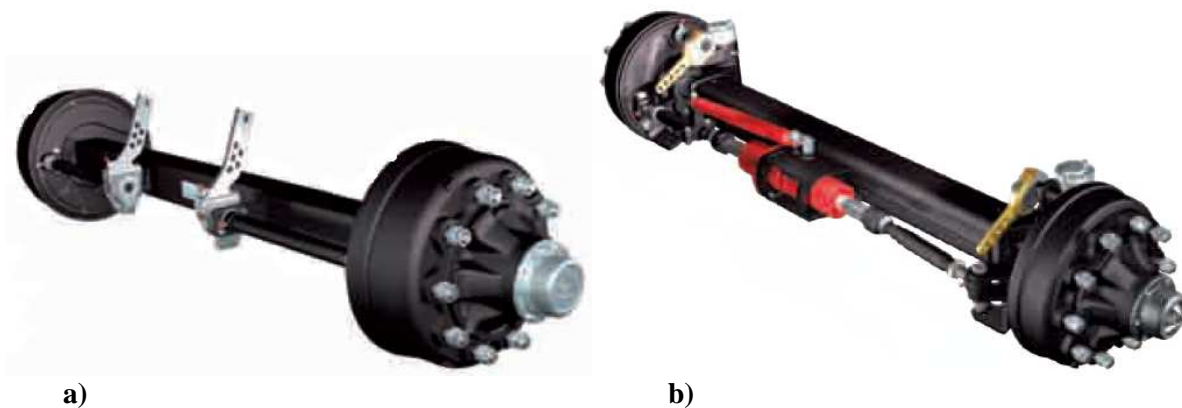
**Rys. 5.** Zawieszenie typu Boggie firmy ADR  
Źródło: [8]

## 2.6. Oś przednia i oś tylna samoskrętna

Firma ADR jest wiodącym producentem na rynku polskim osi oraz zawiesznień, dlatego zdecydowano się na wybór odpowiedniej osi sztywnej z jej katalogów. Zdecydowano się na oś o przekroju kwadratowym i wymiarze zewnętrznym 100 mm, która przedstawiona jest na rysunku 6.a. W tym modelu koło przykręcane jest do piasto-bębna, który jednocześnie wykorzystywany jest do układu hamulcowego. Zbudowana w ten sposób oś posiada stosunkowo małą masę i odpowiednią wytrzymałość.

Do projektu wybrano oś z samoskrętnym układem kół, którą widać na rysunku 6.b. Podczas manewrowania przyczepą występują boczne siły działające na koła i cały układ zawieszenia, jednak zastosowanie osi tylniej z układem samoskrętnych kół powoduje odpowiednie samoistne odchylenie kół w prawo lub lewo, dzięki czemu siły te są zredukowane.





**Rys. 6.** Osie firmy ADR a) przednia, b) tylna z układem kół skrętnych  
Źródło: [8]

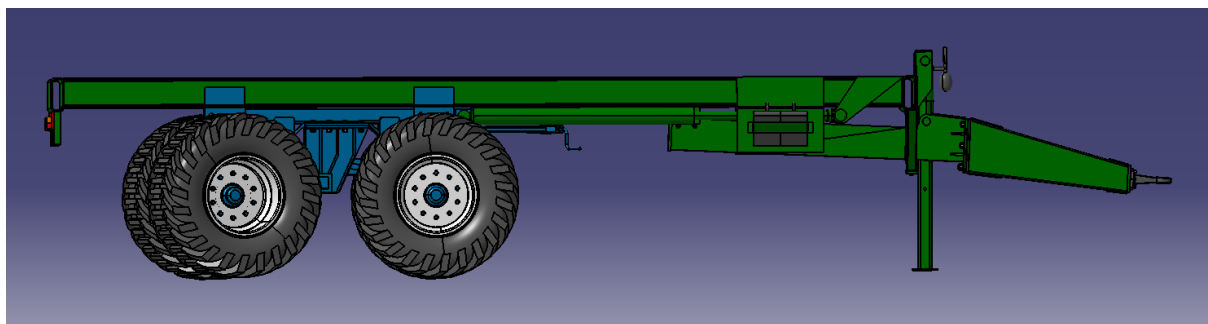
Zaletą stosowania osi samoskrętnych jest znacznie zmniejszone zużycie ogumienia na kołach podwozia przyczepy oraz brak zwiększania oporów toczenia podczas wykonywania manewrów skręcania zespołem pojazdów. Nie bez znaczenia jest również zmniejszona degradacja podłoża zwłaszcza podczas jazdy po roślinach uprawnych, które łatwo zniszczyć. Wadą osi z układem skrętnych kół jest zwiększona masa własna osi przy jednocześniej zmniejszonej nośności względem osi stałych. Wadą jest wysoka cena [8]. Jednak ze względu na dużą przewagę zalet takich osi zdecydowano się zastosować ją w projekcie.

### 2.7. Pozostałe elementy konstrukcji

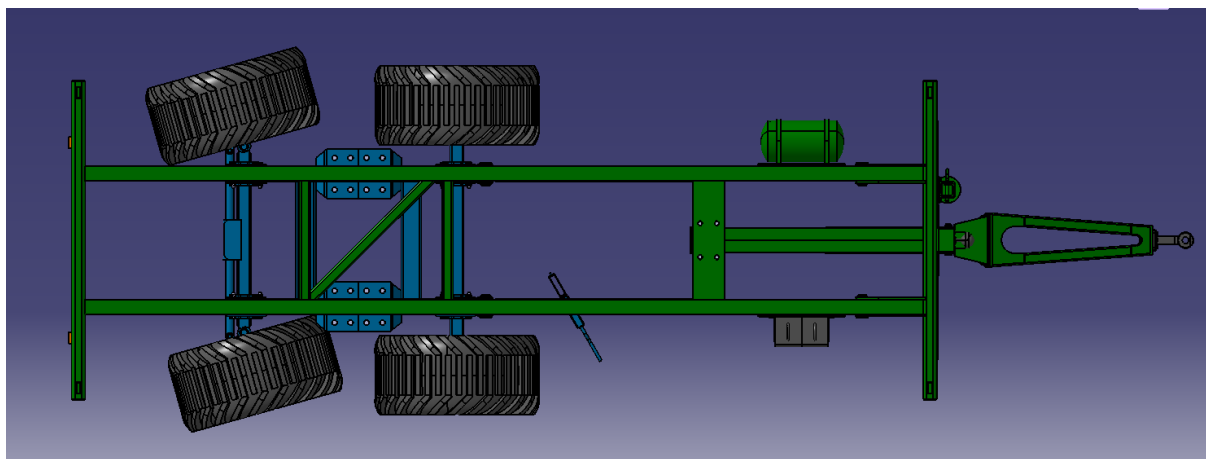
Do pozostałych elementów konstrukcji, (które z powodu ograniczenia miejsca nie zostały pokazane oddzielnie) należą: siłowniki pneumatyczne układu hamulcowego, koła, dyszel podwozia przyczepy, ucho dyszla, układ amortyzacji dyszla, akumulator pneumatyczno-hydrauliczny, manometr ciśnienia oleju, zawór zwrotny sterowany, podpora dyszla, hamulec postojowy, zbiornik powietrza, kliny kół oraz lampy tylne.

## 3. ZŁOŻENIE KOŃCOWE

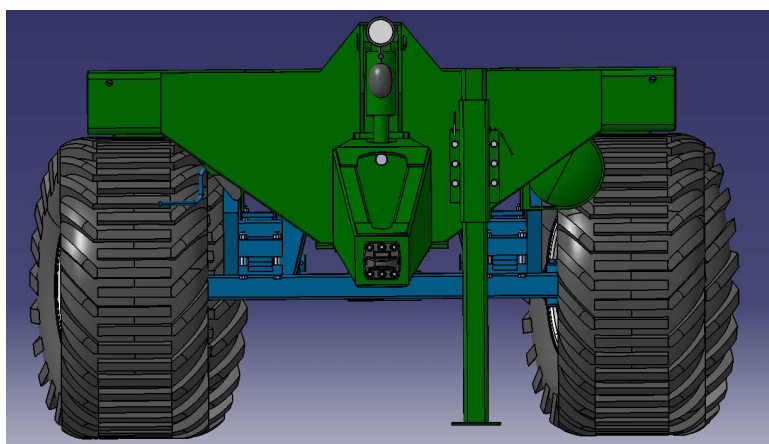
Widok końcowy złożenia podwozia przyczepy ciągnika z przesuwным wózkiem tandemu przedstawiają rysunki 7, 8 i 9.



**Rys. 7.** Projekt 3D podwozia przyczepy ciągnika – widok boczny  
Źródło: [opracowanie własne]



**Rys. 8.** Projekt 3D podwozia przyczepy ciągnika – widok z góry  
 Źródło: [opracowanie własne]



**Rys. 9.** Projekt 3D podwozia przyczepy ciągnika – widok z przodu  
 Źródło: [opracowanie własne]

## BIBLIOGRAFIA

1. Gabrylewicz M., *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych 2*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2011.
2. Miszczak M., Roszkowski H., Waszkiewicz Cz., *Urządzenia hydrauliczne w ciągnikach i maszynach rolniczych*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1987.
3. Orzełowski S., *Budowa podwozi i nadwozi samochodowych*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2008.
4. Prochowski L., Żuchowski A., *Pojazdy samochodowe, samochody ciężarowe i autobusy*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004.
5. Romanów F., *Wytrzymałość ram i nadwozi pojazdów*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1988.
6. Skarga W., Mazurek A., *Catia podstawy modelowania i zapisu konstrukcji*. Helion, Gliwice 2005.
7. Wyleżoł M., *Modelowanie i analiza układów kinematycznych*, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007.
8. Strona firmy ATW System – zawieszania, osie, <http://www.atwsystem.pl>, (04.07.2013).
9. Firma Pronar, <http://www.pronar.pl>, (08.07.2013).

# THE CHASSIS DESIGN WITH SLIDING TRACTOR TRAILER TRUCK TANDEM

## *Abstract*

*This paper presents the concept of a trailer chassis with sliding carriage and cushion tandem stacker. The adopted solution consists of a Boggie chassis that connects the axle with parabolic springs. Tandem consists of a rigid front axle and rear axle of the controlled steering system. Chassis trailers can reduce the power demand of the tractor and reduce tire wear on the axis of the tractor. Geometric model of the structure is designed in the Catia V5.*

## **Autorzy:**

dr inż. **Przemysław Filipek** – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn

inż. **Grzegorz Kwaśniak** – student studiów II stopnia Politechniki Lubelskiej