

Structural features of the tractor selected for adaptation to the new road-rail vehicle

Cechy konstrukcyjne ciągnika bazowego wybranego do adaptacji na pojazd szynowo-drogowy nowej generacji

The article presents the technical features of a CLAAS ARION agricultural tractor that have weighed on the choice of this type of tractor for the adaptation into a road-rail vehicle. Technical parameters, load-bearing characteristics and working hydraulics are presented.

W artykule zaprezentowano atrybuty techniczne ciągnika rolniczego CLAAS ARION, które zdecydowały o wyborze tego typu modelu ciągnika do prekonstruowania na pojazd szynowo-drogowy. Przedstawiono parametry techniczne, cechy struktury nośnej oraz hydrauliki roboczej.

1. Introduction

Among many companies on the market, a reliable business partner should be chosen. Among the features that should characterize the company, apart from a product that would be easy to adapt to a road-rail vehicle, are:

- a European service network that enables quick and easy after-sales service of road-rail vehicles throughout Europe,
- a robust technical background, which will make the basic adaptations necessary before delivering the tractor to the manufacturer of the road-rail vehicles,
- experience and technical know-how to solve any technical problems that may arise,
- the brand and product quality to facilitate product recognition on potential markets.

CLAAS has a wide assortment of tractors to choose from for adaptation. Out of the whole range of offers the too large and too small vehicles have been recognized first. Both in terms of dimensions and power. The ARION 400, ARION 500 and ARION 600 models were briefly analyzed. Finally, the most powerful of these towing models was selected for thorough analysis, as it will offer the widest range of possible additional applications.

A general overview of the tractor is shown in the figure below.

2. Tractor technical parameters

The CLAAS ARION 620 tractor, as the basic tractor, presents the following main features. Maximum power of 157 hp, and the type approved mass of 10,250 kg. All the important parameters are listed in Table 1.

1. Wstęp

Wśród wielu firm na rynku, należy wybrać solidnego partnera. Pomiędzy cechami, którymi powinno się charakteryzować przedsiębiorstwo, oprócz produktu, który byłby łatwy do adaptacji na pojazd szynowo-drogowy, to:

- europejska sieć serwisowa, umożliwiająca szybką i sprawą obsługę posprzedażną pojazdów szynowo-drogowych w całej Europie
- solidne zaplecze techniczne, które dokona podstawowych adaptacji przed dostarczeniem ciągnika, do producenta ciągników szynowo-drogowych
- wiedza i możliwości techniczne pozwalające na rozwiązywanie zagadnień technicznych,
- marka oraz jakość produktu ułatwiająca identyfikację produktu na potencjalnych rynkach zbytu.

Firma CLAAS posiada szeroki asortyment ciągników, należy wybrać odpowiedni do adaptacji. Z całej gamy, wstępnie odrzucono zbyt duże i zbyt małe. Zarówno pod względem wymiarów jak i mocy. Skróconej analizie poddano trzy modele z serii ARION 400 oraz ARION 500 i ARION 600. Ostatecznie do dokładnej analizy wybrano najmocniejszy z wymienionych modeli ciągniów, gdyż będzie on oferował największy wachlarz możliwych zastosowań dodatkowych.

Poniżej zaprezentowano ogólne zdjęcie ciągnika.

2. Parametry techniczne ciągnika

Ciągnik CLAAS ARION 620, jako ciągnik bazowy prezentuje następujące cechy podstawowe. Moc maksymalna 157 KM, oraz dopuszczalna homologowana masa całkowita 10.250 kg. Wszystkie ważne parametry zestawiono w tablicy 1.



Fig. 1. The selected tractor model
Rys. 1. Poglądowe zdjęcie ciągnika

3. Requirements for the base tractor

The main requirements with which the tractor can be subjected to adaptation are the structural features that determine the ability to install a set of wheel rollers along the tracks, and traction-buffer devices.

Bearing in mind the above requirements, it must be ensured that the tractor meets all the basic criteria for adaptation. Wheel spacing is a parameter important for transferring the driving force to the rail head. In order to maximize the versatility of the machine, it is important to be able to operate the vehicle both on a wide and normal gauge track, so the spacing should be close to 1500mm. With a minimum tire width of 400mm this allows the tires to be sufficiently pushed to the rail head in the wide and normal track ensuring proper traction. Additional equipment, which increases traction, tire life and comfort, is equipping the tractor with NOKIAN industrial tires. These tires have a specialized tread, instead of a typical half-horse profile. In this case, the durability of the tires and the contact surface is important, which directly affects the vehicle pulling force. The shape of the agricultural tread and the shape of the industrial tread of NOKIAN is shown in Figures 2 and 3.



Fig. 2. Industrial tire profile
Rys. 2. Profil przemysłowy

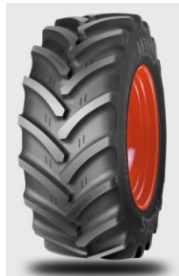


Fig. 3. Agricultural tire profile
Rys. 3. Profil rolniczy

For the proper selection of wheel spacing the manufacturer's specifications can be used, which allows specific tires and the corresponding wheel spacing. This data is shown in Table 3 (for the front axle) and in Table 4 (for the rear axle).

List of product technical specifications Table 1
Zestawienie cech produktu Tablica 1

Parametr konstrukcyjny	Wartość	Jednostka
Moc maksymalna	157	KM
Maks. moment obrotowy	659	Nm
Silnik - producent	Deere Power Systems	-
Liczba cylindrów	6	W rzędzie
Zasilanie powietrzem	Turbo	Ze zmienną geometrią
Zasilanie paliwem	Common Rail	-
Norma emisji spalin	Stage IIIB	-
Pojemność zbiornika paliwa	300	L
Liczba przełożeń do przodu	24	-
Liczba przełożeń do tyłu	24	-
Liczba biegów pod obciążeniem	6	-
Rewerser	Elektrohydrauliczny	dwusprzęgłowy
Maksymalna prędkość	40	km/h
Masa własna	6 572	kg
Dopuszczalna masa całkowita homologowana	1 0250	kg
Wydatek hydrauliki roboczej	110	l/min
Liczba zaworów hydraulicznych	5	-
W tym sterowanych elektronicznie	2	-
Napięcie instalacji elektrycznej	12	V
Wysokość	3 019	mm
Szerokość	2 500	mm
Długość	5 162	mm

3. Założenia dla ciągnika bazowego

Podstawowymi założeniami, dla których adaptacji może zostać poddany ciągnik są cechy konstrukcyjne, warunkujące możliwość zainstalowania zestawu rolek kołowych prowadzących po torach oraz urządzeń pociągowo-zderznych.

Mając na uwadze powyższe wymagania, należy sprawdzić czy ciągnik spełnia podstawowe założenia. Rozstaw kół jest parametrem, istotnym do przeniesienia siły napędowej na główkę szyny. W celu maksymalizacji uniwersalności maszyny ważnym elementem jest możliwość eksploatacji pojazdu zarówno na torze szerokim jak i normalnym, dlatego rozstaw powinien być zbliżony do 1500mm. Przy szerokości ogumienia min. 400mm, pozwala to odpowiednio dociskać ogumienie do główki szyny w torze szerokim i normalnym. Dodatkowym wyposażeniem, które zwiększa możliwości trakcyjne, żywotność ogumienia oraz komfort pracy to wyposażenie ciągnika w ogumienie przemysłowe NOKIAN. Ogumienie to ma

Parametr	Wartość	Uwagi
Kabina z dodatkowym siedziskiem	Homologacja na dwie osoby	
Rozstaw opon	Przód 1650mm Tył – 1550mm	
Opony przemysłowe	Nokian 480/80R38 oraz 400/80R28	
Dopuszczalna masa całkowita	10250kg	
Moc silnika	116kW	
Instalacja elektryczna	12V	
Układy hydrauliczne		
Układ docisku rolek jezdnych do toru	Zasilanie 2x2 cylindrów hydraulicznych	CJ2 50/36x450
	Maks. ciągle zapotrzebowanie oleju	8-10 l/min
	Maks ciśnienie robocze	200 bar
	Dop. ciśnienie na manometrach w kabinie	100 bar
	Ciśnienie podczas jazdy torowej	20-40 bar
	Niezależne zasilanie (podnoszenie i opuszczanie rolek) dla przodu i tyłu pojazdu	2 sekcje rozdzielacza
	Sterowanie joystickiem	Z kabiny
Napęd hydrauliczny sprężarki powietrza hamulca zespolonego wagonów	Zasilanie silnika hydraulicznego typu	OMP 50
	Maks. ciągle zapotrzebowanie oleju	60 l/min
	Obroty silnika hydraulicznego przy 2200 obr/min ciągnika	980 /min
	Min. zapotrzebowanie oleju przy jałowych obr. traktora	35 l/min
	Maks. ciągle ciśnienie ograniczone zaworem	140 bar
	Maks. moc napędu	10 kW
Układy hydrauliczne		
Napęd hydrauliczny rozrzutnika piasku	Zasilanie silnika hydraulicznego typu	OMP 50
	Maks. ciągle zapotrzebowanie oleju	60 l/min
	Obroty silnika hydraulicznego przy 2200 obr/min ciągnika	980 /min
	Maks. ciągle ciśnienie ograniczone zaworem	140 bar
	Maks. moc napędu	10kW
Napęd hydrauliczny pługa lemieszowego, odśnieżnego	Zasilanie jednego cylindra hydr. typu	CJ2F50/28x320
	Maks. ciągle zapotrzebowanie oleju	6-8 l/min
	Maks. ciągle ciśnienie	160 bar
Dodatkowe układy		
Na dachu kabiny cztery wsporniki do mocowania ramy zbiorników powietrza	Masa zbiorników 250kg, mocowanie o wytrzymałości do przenoszenia sił wzdłużnych min. 10 kN	

The external dimensions of the tractor should also take into account the specificity of the work and not exceed the approved limits.



Fig. 4. ARION tractor frame size
(A-3019 mm, B--2100 mm, G-2060 mm, H--500mm)

Rys. 4. Wymiary zewnętrzne ciągnika ARION
(A-3019 mm, B--2100 mm, G-2060 mm, H--500mm)

specjalistyczny bieżnik, nie jest to typowy połowy profil jodełkowy. W tym przypadku ważna jest trwałość ogumienia i powierzchnia styku, co bezpośrednio przekłada się na siłę uciągu. Kształt bieżnika rolniczego oraz kształt bieżnika przemysłowego NOKIAN prezentuje rys. 2 i 3.

W celu doboru odpowiedniego rozstawu kół można skorzystać z danych producenta, który dopuszcza określone ogumienia i odpowiadające im możliwe do uzyskania rozstawy kół. Dane te przedstawiono w tablicy 3 (dla osi przedniej) i w tablicy 4 (dla osi tylnej).

Wymiary zewnętrzne ciągnika powinny również uwzględniać specyfikę pracy i nie przekraczać założonych granic.

Industrial tires - 400/80 R28

Table 3

Kola przemysłowe - 400/80 R28

Tablica 3

Tyre	Adjustable rim	1	2	3	4	5	6	7
13.6 R 28	W 12	1 630	1 661	1 694	1 725	1 805	1 774	1 741
340/85 R 28	W 12	1 630	1 661	1 694	1 725	1 805	1 774	1 741
380/70 R 28	W 12	1 630	1 661	1 694	1 725	1 805	1 774	1 741
440/65 R 28	W 14 L	1 630	1 661	1 694	1 725	1 805	1 774	1 741
14.9 R 28	W 12	1 629	1 660	1 693	1 724	1 804	1 773	1 740
380/85 R 28	W 12	1 629	1 660	1 693	1 724	1 804	1 773	1 740
420/70 R 28	W 14 L	1 628	1 659	1 692	1 723	1 803	1 772	1 739
480/65 R 28	W 15 L	1 567	1 598	1 631	1 662	1 865	1 834	1 801
400/80 R 28	W 12	1 629	1 660	1 693	1 724	1 804	1 773	1 740
480/60 R 28	W 16 L	1 632	1 663	1 696	1 727	1 807	1 776	1 743
520/60 R 28	W 18 L	1 631	1 662	1 695	1 726	1 806	1 775	1 742

Industrial tires - 480/80 R28

Table 4

Kola przemysłowe - 480/80 R28

Tablica 4

Tyre	Adjustable rim	1	2	3	4	5
18.4 R 38	DW 15 L				1 595	1 798
460/85 R 38	DW 15 L				1 595	1 798
520/70 R 38	DW 18 L					1 798
600/65 R 38	DW 18 L					1 798
20.8 R 38	DW 18 L					1 798
520/85 R 38	DW 18 L					1 798
580/70 R 38	DW 18 L					1 798
650/65 R 38	DW 20 A					1 798
480/80 R 38	DW 15 L			1 564	1 595	1 798

Considering a tractor as a base vehicle to replace a locomotive, one should specify how many railcars a tractor will work with. The ideal solution would be to work with the entire set, but such a large total mass is usually not manageable for the tractor. It is important to achieve maximum traction. The tractive force is generated by the friction between the rail head and the tire of the vehicle, so it is necessary to have a sufficient tire pressing force for the rail track to pull a set of 10 wagons. The permissible total weight is important for the adapter vehicle to be able to travel on public roads (for other work operations). For the designed pulling force data $35 \div 45$ kN for a set of 10 wagons the vehicle weight should be greater than 8,000 kg. The vehicle's gross vehicle weight is 6500 kg and the maximum permitted weight is 10,250 kg.

Table 5 and Figure 5 illustrate the graph of the power and torque curve, relative to the engine speed. From this chart it can be read that the engine achieves maximum torque, at engine speeds of about 1200 rpm and up to about 1650 rpm it doesn't change significantly. The small change of the torque in this range of operation allows the tractor to operate economically at an engine speed much lower than the maximum speed.

An extremely important element is the safety and durability of the structure. The stresses and forces that may occur during regular operation must be taken into account during construction. The tractor has been designed to work with front and rear loads. Loads

Rozpatrując ciągnik, jako pojazd bazowy, który ma zastąpić pracę lokomotywy, należy określić z iloma wagonami będzie mógł pracować ciągnik. Idealnym rozwiązaniem byłaby praca z całym składem, jednak dla ciągnika są to wartości niedostępne. Ważnym jest osiągnięcie maksymalnej siły pociągowej. Siła pociągowa powstaje na skutek tarcia pomiędzy główką szyny, a oponą pojazdu, dlatego chcąc ciągnąć zestaw 10 wagonów niezbędne jest posiadanie odpowiedniej siły dociskającej opony do szyn toru. Dopuszczalna masa całkowita (DMC), ma znaczenie by zabudowany pojazd mógł poruszać się po drogach publicznych (do wykonywania innych prac). Dla projektowanych danych siły uciągu $35 \div 45$ kN dla zestawu 10 wagonów masa pojazdu powinna być większa od 8.000 kg. Masa własna pojazdu, przed zabudową to 6500 kg, a dopuszczalna masa całkowita wynosi 10.250 kg.

W tablicy 5 i na rys. 5 zilustrowano wykres przebiegu mocy i momentu obrotowego, w zależności od obrotów silnika. Z wykresu można odczytać, że silnik osiąga maksymalny moment obrotowy, przy obrotach silnika ~ 1200 obr/min i do ~ 1650 obr/min zmienia się nieznacznie. Łagodna zmiana wartości momentu obrotowego w tym zakresie obrotów pozwala na oszczędną eksploatację ciągnika przy obrotach dużo niższych od obrotów maksymalnych.

Niezwykle ważnym elementem jest bezpieczeństwo i wytrzymałość konstrukcji. Podczas eksploatacji należy przewidzieć mogące wystąpić w konstrukcji naprężenia. Ciągnik został skonstruowany do pracy z

PTO shaft measured values **Table 5**
Wartości mierzone na wale WOM **Tablica 5**

RPM	Maximum power (kW)	Maximum torque (Nm)
1 000	63,6	617
1 100	69,9	616
1 200	78,5	634
1 300	84,5	630
1 400	89,8	622
1 500	95,3	616
1 600	100,8	611
1 700	104,3	595
1 800	104,7	564
1 900	103,9	530
2 000	104,6	507
2 100	103	476
2 200	102	450

from both the front-mounted three-point suspension elements as well as the loads from the front axles loader. Factory defaults are shown in Figure 6.



Fig. 6. ARION tractor factory default reinforcement
 Rys. 6. Fabryczne wzmocnienia ciągnika ARION

These are three components that are screwed together to each other and to the tractor elements: front axle support, side block reinforcement and lower gear box reinforcements, which are shown in Figures 7, 8 and 9.

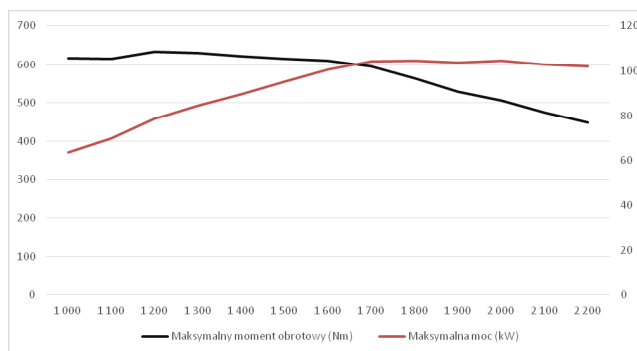


Fig. 5. Power and torque diagram of the engine (on the PTO shaft)
 Rys. 5. Wykres przebiegu mocy i momentu obrotowego silnika (na wałku WOM)

obciążeniami występującymi z przodu i tyłu. Pochodzącymi z pracy urządzeniami zawieszonymi na przednim trójpunktowym układzie zawieszenia, jak również z naprężeniami pochodzącymi z przedniego ładowacza czołowego. Fabryczne wzmocnienia są widoczne na rys 6.

Są to trzy elementy łączone śrubowo ze sobą oraz z elementami ciągnika: wspornik przedniej osi, boczne wzmocnienia bloku silnika oraz dolne wzmocnienia skrzyni przekładniowej, które są pokazane na rys. 7, 8 i 9.

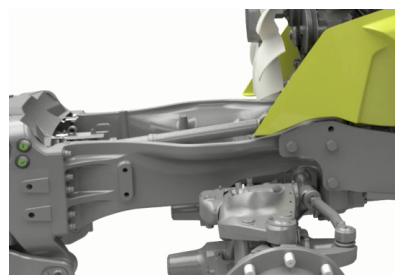


Fig. 7. Front axle support
 Rys. 7. Wspornik przedniej osi

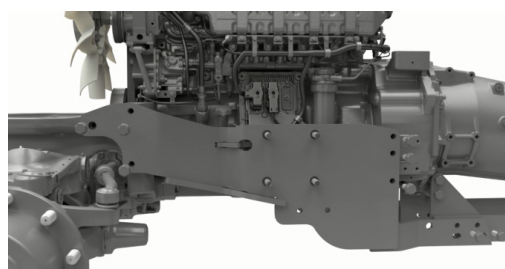


Fig. 8. Engine side reinforcement
 Rys. 8. Boczne wzmocnienie silnika

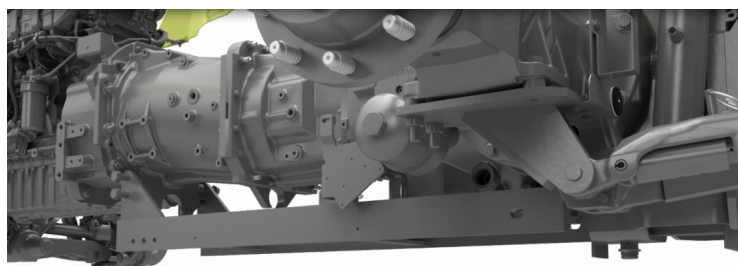


Fig. 9. Lower transmission gearbox reinforcement

Rys. 9. Dolne wzmocnienie skrzyni przekładniowej

These elements ensure the strength and integrity of the structure for agricultural purposes, however, to provide a product that is to work faultlessly throughout its service life, moving weights larger than foreseen by the design will require finite element strength analysis and research work on tensile and compression forces for the structure. In addition to the durability of the base tractor construction, attention should also be paid to the possibility of attaching the rail components to the chassis and to the traction-buffer mechanisms.

4. Construction of the front and rear traction-buffer system

Front traction-buffer system

The equipment will be incorporated in the tractor's construction into existing mounting holes that are used to attach the load carrier or the front lift system. The location of the holes is shown in Fig. 10.

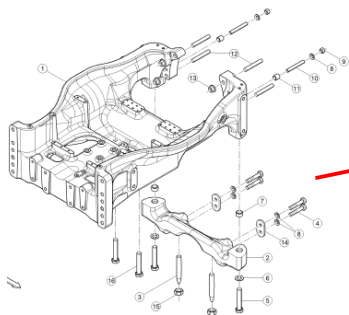


Fig. 10. Front construction element

Rys. 10. Przedni element konstrukcyjny

The front traction-buffer system equipment along with track rollers may expose the frontal structure to damage, so calculations will be made to determine the need for additional reinforcements to carry the longitudinal forces during the operation of the tractor with wagons.

Rear traction-buffer system

The rear system will be designed to be mounted in the existing rear body bore holes. Assembly locations are shown in Fig. 11. It is necessary to dismantle typical agricultural components, such as a three-point jack and a power take-off shaft. Instead of these components, the rear traction-buffer system will be attached.

5. Installing pneumatic tanks and steering wheel locks

The installation of the pneumatic tanks must take into account their mass. For this purpose, the brackets are lifted directly above the vertical posts of the cab so that the tension is applied directly to the frame of the vehicle. The view of the cabin skeleton and the support brackets for mounting of the air tanks is shown in

Elementy te zapewniają wytrzymałość konstrukcji dla celów rolniczych, jednak w celu dostarczenia produktu, który ma pracować bezawaryjnie przez cały okres eksploatacji poruszając ciężary większe od konstrukcyjnie przewidzianych niezbędne będzie analiza wytrzymałościowa metodą elementów skończonych oraz prace badawcze podczas rozciągania i ściskania konstrukcji ciągnika bazowego, należy również zwrócić szczególną uwagę na możliwości dołączenia elementów szynowego układu jezdny oraz aparatów pociągowo-zderznych.

4. Zabudowa przedniego i tylnego układu pociągowo-zderznego

Przedni układ pociągowo-zderzny

Zabudowa zostanie wprowadzona do konstrukcji ciągnika w istniejące otwory montażowe, które wykorzystuje się do mocowania wspornika obciążnika lub przedniego układu podnośnika. Miejsce usytuowania otworów pokazuje rys. 10.

Zabudowa przedniego układu pociągowo-zderznego wraz z rolkami szynowymi może narażać konstrukcję przedniego elementu na zniszczenie, dlatego zostaną wykonane obliczenia, określające konieczność wprowadzenia dodatkowych wzmocnień do przenoszenia sił wzdłużnych, w czasie pracy ciągnika z wagonami.

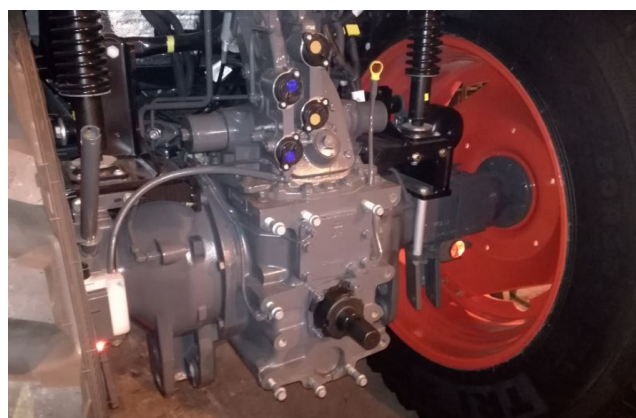


Fig. 11. Rear system mounting location

Rys. 11. Widok tylnego mostu

Figures 12 and 13. An important part of the tank system is guiding the pipes from the tanks to the terminals as well as to the control panel inside the cab.

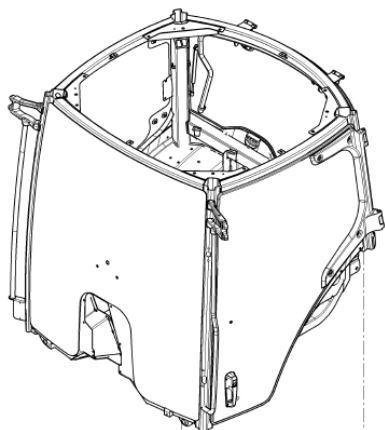


Fig. 12. View of the cabin skeleton (location of the air tanks support brackets under the frame vertical posts)

Rys. 12. Widok szkieletu kabiny (lokalizacja zabudowy wsporników pod ramę zbiorników powietrza)

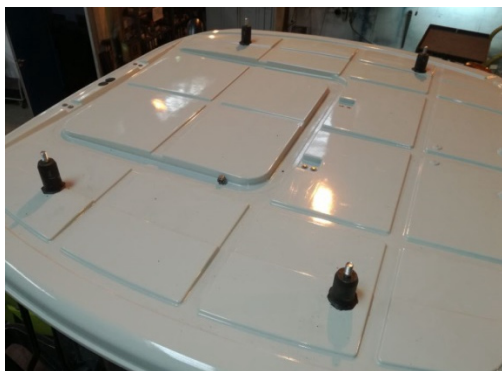


Fig. 13 Brackets for the installation of the air tanks

Rys. 13 Wsporniki pod zabudowę ramy zbiorników powietrza

Steering wheel lock is extremely important when maneuvering on tracks. Unintentional movement during towing operation can lead to the derailment of the vehicle. The difficulty in designing the lock is the result of the tractor's main features. The steering is based on an orbitrol. In such a layout, the steering wheel has no fixed center position. Thus locking the wheels in the middle position, may each time end up leading to a different position of the steering wheel. For this reason, the locking system will be based on a mechanism that is fixed on one side to the fixed steering column casing, and the movable part rotates freely with the steering wheel to allow it to lock in the position specified by the operator.

6. The hydraulic system

The schematic diagram of the vehicle hydraulics is shown in Fig. 14.

The ARION 620 tractor has one main variable displacement pump in LS system, with a 110 l/min output, at 2200 rpm of the internal combustion engine. The pump is designed to handle internal devices built

Tylny układ pociągowo-zderzny

Tylny układ zostanie zaprojektowany do zamocowania w istniejących otworach korpusu tylnego mostu. Miejsca montażowe pokazano na rys. 11. Konieczny jest demontaż elementów typowo rolniczych, takich jak – trójpunktowy podnośnik oraz wał odbioru mocy. Zamiast tych podzespołów zostanie zamocowany tylny układ pociągowo-zderzny.

5. Zabudowa zbiorników pneumatycznych i blokady kierownicy

Konstrukcja zabudowy zbiorników pneumatycznych, winna uwzględniać masę zbiorników. W tym celu, zostały wyprowadzone wsporniki bezpośrednio nad słupkami pionowymi kabiny, dzięki temu naprężenia wprowadzone są bezpośrednio w szkielet ramy. Widok szkieletu kabiny oraz zabudowę wsporników pod zabudowę zbiorników powietrza przedstawia rys. 12 i 13. Ważnym częścią układu zbiorników jest prowadzenie przewodów od zbiorników do przyłączy, jak również do pulpitu sterującego, wewnątrz kabiny.

Blokada koła kierownicy jest niezwykle istotna podczas manewrowania na torach. Niezamierzony ruch podczas ciągnięcia wagonów może doprowadzić do wykolejenia pojazdu. Trudnością podczas projektowania blokady, będzie cecha własna ciągnika. Układ kierowniczy oparty jest na orbitrolu. W takim układzie, kierownica nie ma ustalonej pozycji środkowej. Chcąc zablokować koła w środkowej pozycji, za każdym razem może to być inna pozycja kierownicy. W tym celu układ blokady, zostanie oparty na mechanizmie, który z jednej strony jest przymocowany do nieruchomej obudowy kolumny kierowniczej, a część ruchoma obraca się dowolnie z kierownicą, umożliwiając jej blokadę w wyznaczonym przez operatora pozycji.

6. Układ hydrauliki siłowej

Schemat ideowy hydrauliki siłowej przedstawiono na rys. 14.

Ciągnik ARION 620 dysponuje jedną główną pompą o zmiennym wydatku w układzie LS, o wydajności 110 L/min, przy 2200 obr/min silnika spalinowego. Pompa jest przystosowana do obsługi urządzeń wewnętrznych zabudowanych w ciągniku oraz zasilania zewnętrznych odbiorników mocy. Na rys. 14 pomańcowymi prostokątami oznaczono wewnętrzne urządzenia ciągnika, korzystające z zasilania pompy LS oraz przyłącza do odbiorników zewnętrznych:

1. układ hamulcowy
2. układ kierowniczy
3. zawory hydrauliczne w tyle ciągnika do zasilania napędu sprężarki
4. zawory hydrauliczne pod kabiną do zasilania szynowego układu jezdźnego
5. układ sterowania skrzynią biegów

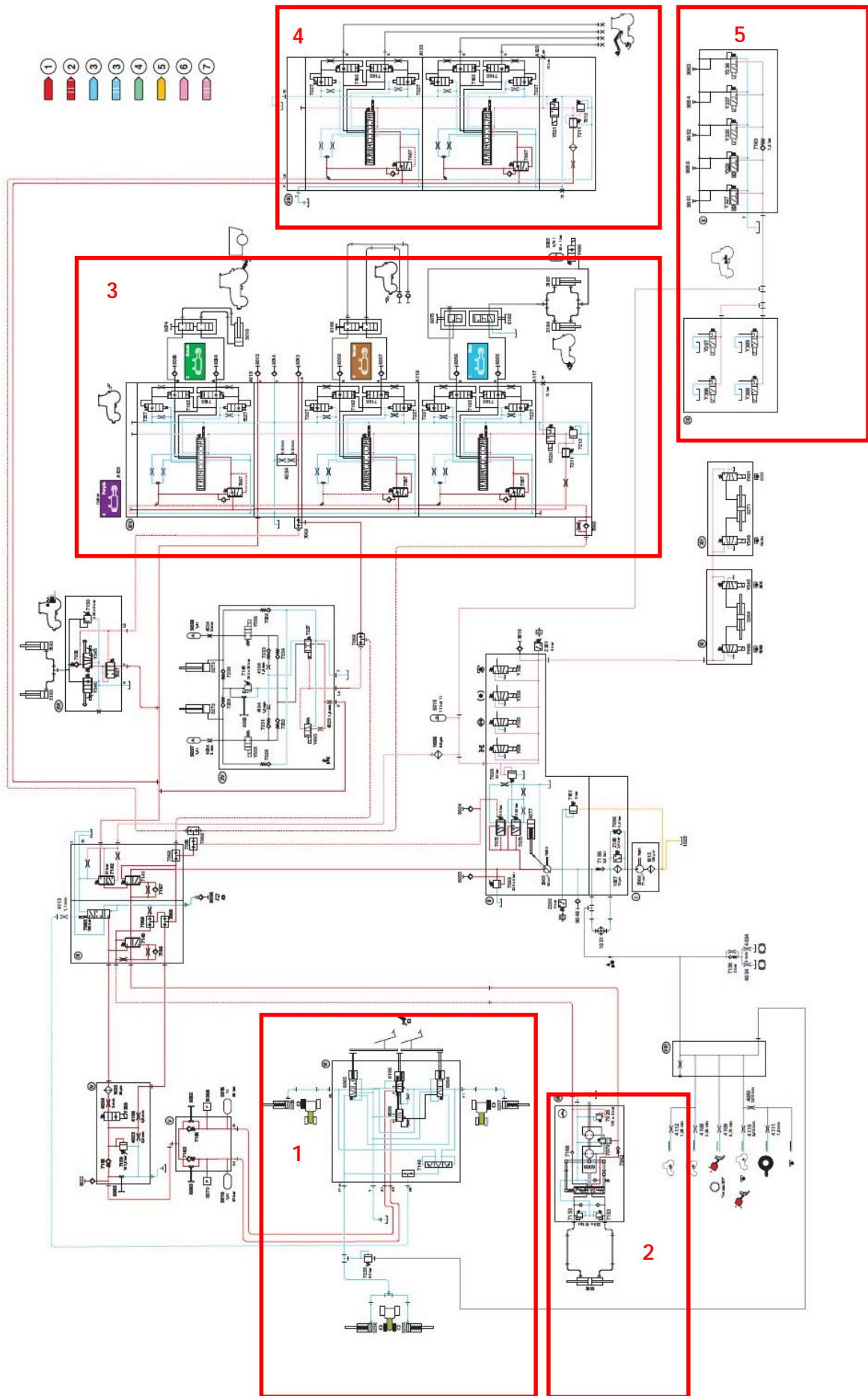


Fig. 14. Tractor hydraulics schematic
 Rys. 14. Schemat układu hydrauliki siłowej ciągnika

into the tractor and power external power receivers. In Fig. 14, the orange rectangles indicate the tractor's internal equipment, using the LS pump power supply, and connecting to external receivers:

1. brake system
2. steering system
3. hydraulic valves in the rear of the tractor to power the compressor drive
4. hydraulic valves under the cab to feed the rail travel system
5. gear control system

The hydraulic system of the tractor, as required, must supply the air compressor, powered by the Sauer Bibus OMP 50 hydraulic engine. The tractor should have an oil output of min. 60 l/min, have the ability to connect a hydraulic motor, that is to have power, and a non-pressurized oil return to the tank system. The oil pressure output cannot rise above 60 l/min while operating at various engine speeds and cannot have pressure jumps when switching on other hydraulic receivers. The hydraulic connector has a flow control to limit the excess flow. When the air compressor is on, it is necessary to determine the lower speed limit of the internal combustion engine, which must not be exceeded. The low speed of the compressor means no lubrication (seizing) due to the low hydraulic oil consumption of the tractor at low engine speeds. The lower limit of engine speed was established through research. In order to maintain this speed easily by the operator, a fixed value was programmed on the electronic engine control system of the internal combustion engine. It requires only pressing the button number 18 (fig. 15) and the engine speed is maintained at the correct level.

Pressing the accelerator pedal increases the engine speed. In order to avoid too high RPM, the oil flow will be determined by means of a valve located in the hydraulic seat. Its adjustment is possible using a hydrotester and a speedometer, using the knob shown in Figure 16 on the left.



Fig. 16. Maximum valve output control
Rys. 16. Regulacja maksymalnego wydatku zaworu



Fig. 17. Hydraulic system control levers
Rys. 17. Dźwignie obsługi hydrauliki

Układ hydrauliczny ciągnika, zgodnie z wymaganiami, musi zasilić sprężarkę powietrza, napędzaną silnikiem hydraulicznym Sauer Bibus OMP 50. Ciągnik powinien dysponować wydatkiem oleju min. 60l/min, mieć możliwość podłączenia silnika hydraulicznego, czyli dysponować zasilaniem oraz bezcisnieniowym powrotem oleju do zbiornika. Wydatek ciśnienia nie może wzrastać powyżej 60l/min, podczas pracy z różną prędkością obrotową silnika oraz nie może mieć skoków ciśnienia podczas załączania innych odbiorników hydraulicznych. Złącze hydrauliczne posiada regulację wydatku, celem ograniczenia zbyt dużego przepływu. Podczas załączonej sprężarki powietrza, niezbędne jest określenie dolnej granicy obrotów silnika spalinowego, której nie wolno przekraczać. Niskie obroty sprężarki to brak jej smarowania (zatarcie) z uwagi na zbyt niski wydatek oleju hydraulicznego ciągnika przy niskich prędkościach obrotowych silnika spalinowego. Dolną granicą obrotów, ustalono poprzez badania. W celu łatwego utrzymania tych obrotów przez operatora, ustaloną wartość zaprogramowano na elektronicznym tempomacie silnika spalinowego. Wystarczy, że operator wciśnie przycisk nr 18 (rys. 15), a obroty silnika zostają utrzymane na odpowiednim poziomie.

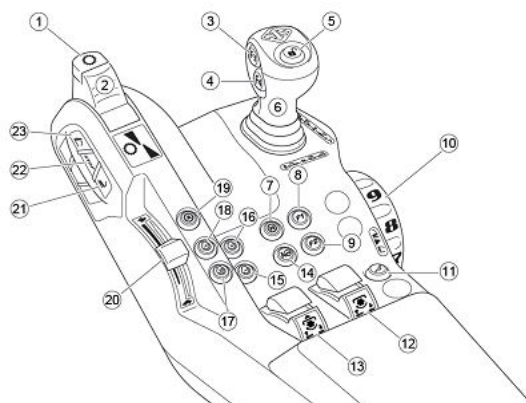


Fig. 15. CLAAS ARION tractor operator seat control
Rys. 15. Podłokietnik obsługowy ciągnika CLAAS ARION

Przyciśnięcie pedału gazu powoduje wzrost prędkości obrotowej silnika. By uniknąć zbyt wysokich obrotów silnika hydraulicznego przepływ oleju zostanie ustalony za pomocą zaworu znajdującego się w gnieździe hydraulicznym. Jego regulacja jest możliwa przy użyciu hydrotestera oraz miernika prędkości obrotowej, za pomocą pokrętła pokazanego na rys. 16 po lewej stronie.

Do załączania przepływu oleju, czyli napędu sprężarki powietrza, służy dźwignia pokazana na rys. 17.

The lever shown in Figure 17 is used to switch the oil flow, i.e. the air compressor drive.

After turning on the lever, the operator uses the knob, shown in Fig.18. Turning it to a padlock position prevents the lever from moving. As a result, the air compressor works as long as it is required by the operator and avoids accidental shutdown. Figure 17 shows that there are more hydraulic valves available at the operator's disposal, which can be used by sprayers, sprinklers, sweepers, plows or other power receivers.



Fig. 18. Hydraulic lever blocking knob

Rys. 18. Pokrętło blokady dźwignik hydraulicznej

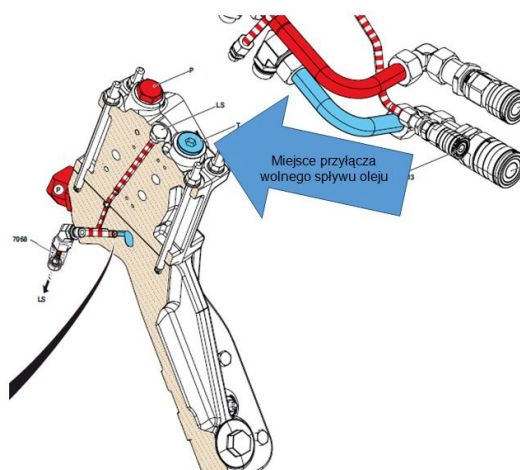


Fig. 19 Hydraulic connections of the ARION tractor

Rys. 19 Przyłącza hydrauliczne ciągnika ARION

In order to avoid damaging the hydraulic motor of the compressor drive, due to too high return pressure of the valve, the return connection from the engine is led through free flow. This is bypassing the valve and introducing the oil stream to the gearbox. The free run is marked with the letter T as tank. Connections are shown in fig. 19.

In the rail driving system, it is very important to be able to accurately control the push of the rollers to the track rails. During operation, the operator must set different clamping force depending on the speed and number of towed wagons. This directly affects safety. To this end, the two additional valves are controlled by an electronically controlled lever, commonly known as a joystick. Owing to the fact that it is electronically controlled, with a proportional lever with 100-step adjustability, the operator will receive a very precise and convenient solution to easily and accurately determine the selected pressure in the actuators pressing the rollers onto the track rails. The joystick number 6 is shown in Fig. 15. Button 5 allows activation and deactivation so that accidentally touching it does not cause the roller system to move.

7. The electric system

For powering the braking system and other current receivers, pre-wired current protection jacks can be used. Thanks to that, connecting electric devices is simple to do but also safe to use. There are enough connections in the tractor to ensure proper power supply to the individual receivers.

Po załączeniu dźwigni, operator korzysta z pokrętła, pokazanego na rys.18. Jego przekręcenie na pozycję z kłódką, uniemożliwia przesunięcie dźwigni. Dzięki temu, sprężarka powietrza pracuje, tak długo jak to jest wymagane przez operatora i unika się przypadkowego wyłączenia. Na rys. 17 widać, że do dyspozycji operatora jest więcej zaworów hydraulicznych, które mogą obsługiwać opryskiwacz, posypywarę, zamiatarkę, pług lub inne odbiorniki mocy.

W celu uniknięcia zniszczenia silnika hydraulicznego napędu sprężarki, przez zbyt wysokie ciśnienie zwrotne zaworu, podłączenie powrotne z silnika, poprowadzono przez wolny spływ. Jest to ominięcie zaworu i wprowadzenie strumienia oleju do skrzyni przekładniowej. Wolny spływ jest oznaczony literą T jak tank-zbiornik. Przyłącza pokazuje rys. 19.

W układzie rolek szynowych bardzo istotną kwestią, jest możliwość dokładnego sterowania dociskiem rolek do szyn toru. Podczas pracy, operator musi ustawiać różny docisk w zależności od prędkości jazdy i liczby doczepionych wagonów. Wpływa to bezpośrednio na bezpieczeństwo. W tym celu bardzo pomocny jest system dodatkowych dwóch zaworów, sterowanych elektronicznie poprzez dźwignię krzyżową, popularnie zwanym dżojstikiem. Dzięki temu, że jest to zawór sterowany elektronicznie, dźwignią proporcjonalną z możliwością ustalania wydatku w 100 krokach, operator otrzyma bardzo precyzyjne i wygodne rozwiązanie pozwalające na łatwe i dokładne ustalenie wybranego ciśnienia w siłownikach dociskających rolki do szyn toru. Dżojstik oznaczony numerem 6 pokazano na rys. 15. Przycisk nr 5 pozwala na aktywację oraz dezaktywację, tak by przypadkowe dotknięcie nie spowodowało ruchu układu rolkowego.

7. Układ elektryczny

Do zasilania elektrycznego sterowaniem układu hamulcowego oraz innych odbiorników prądu, można wykorzystać gotowe zabezpieczone prądowo, gniazda przyłączeniowe. Dzięki temu, instalacja elektryczna

8. Conclusions

Bearing in mind the above-mentioned requirements for the base tractor, after having analyzed the structural features, it has been found that the vehicle is capable of carrying out further steps to realize its adaptation to a road-rail vehicle.

CLAAS Polska disassembles standard farm equipment mounted on the rear of the tractor and equips the frame of the cab with suitable brackets for mounting the air tank frame to the rail brake supply. Then the tractor is transferred to the IPS TABOR, where it is equipped with devices converting it into a fully functional road-rail vehicle.

Bibliography Literatura

- [1] M. Medwid, W. Stawecki, J. Czerwiński, W. Jakuszko; *Wielozadaniowy ciągnik szynowo-drogowy nowej generacji. Pojazdy Szynowe 3/2016.*
- [2] Z. Marciniak, M. Medwid; *Pojazdy szynowo-drogowe. Wydawnictwo IPS TABOR Poznań 1999.*
- [3] W. Stawecki; *Ocena możliwości ograniczenia negatywnego oddziaływania pojazdów szynowych na środowisko naturalne. Rozprawa doktorska – maszynopis. Poznań 2010.*
- [4] K. Bryk, K. Łukaszewski, M. Medwid; *Symulacyjne badania bezpieczeństwa ruchu ciągnika szynowo-drogowego CLASS ARION 620. Międzynarodowa Konferencja Naukowa. TRANSPORT XXI WIEKU. Arłamów 30.08-02.09.2016.*
- [5] *ARION 650-640-630-620 C.I.S., ARION 550-540-530-520 C.I.S. Instrukcja obsługi*

jest prosta do wykonania, ale również bezpieczna w użytkowaniu. W ciągniku istnieje wystarczająca liczba przyłączy do zapewnienia odpowiedniego zasilania poszczególnych odbiorników.

8. Podsumowanie

Mając na uwadze wymienione powyższe wymagania dla ciągnika bazowego, po dokonaniu analizy cech konstrukcyjnych zostało stwierdzone, że pojazd nadaje się do przeprowadzania kolejnych kroków w celu wykonania jego adaptacji na pojazd dwu-drogowy.

CLAAS Polska na terenie swojego zaplecza serwisowego demontuje standardowe wyposażenie rolnicze zamontowane w tylnej części ciągnika oraz wyposaża ramę szkieletu kabiny w odpowiednie wsporniki mocowania ramy zbiorników powietrza do zasilania hamulca kolejowego. Następnie ciągnik zostaje przekazany do IPS TABOR, gdzie zostaje wyposażony w urządzenia przekształcające go w pojazd szynowo – drogowy.