

dr inż. Paweł Daszkiewicz
Instytut Pojazdów Szynowych "TABOR"
dr inż. Łukasz Rymaniak
prof. dr hab. inż. Jerzy Merkisz
Politechnia Poznańska
dr hab. inż. Marian Medwid, prof. IPS
inż. Michalina Kamińska
Instytut Pojazdów Szynowych "TABOR"

Assessment of toxic compounds emission of rail-road tractor during works on tracks

Ocena emisji związków toksycznych ciągnika szynowo-drogowego podczas prac torowych

The article presents a rail-road tractor made on the basis of the agricultural tractor CLAAS ARION 620, adapted for riding on the railway tracks. The most important technical parameters are presented. They allow the vehicle to be adapted to perform the shunting works with the wagons and the different other track works. The analysis of toxic compounds emission during the movement in the real conditions was made from the riding on the track without the load and with the loads of the drive unit. The obtained values of toxic compounds emission and fuel consumption are related to the results obtained from previous studies of SM42 diesel locomotive. The presented economic and environmental calculations indicates 60% reduction of costs and 74.8% reduction of toxic compounds emission to advantage of the rail-road agricultural tractor.

W artykule zaprezentowano ciągnik szynowo-drogowy wykonany na bazie ciągnika rolniczego CLAAS ARION 620, przystosowanego do jazdy po torach kolejowych. Przedstawiono najważniejsze parametry techniczne pozwalające na przystosowanie pojazdu do wykonywania prac manewrowych z wagonami oraz różnych innych prac torowych. Dokonano analizy emisji związków toksycznych podczas ruchu w warunkach rzeczywistych z przejazdu po torze bez obciążenia oraz z obciążeniem jednostki napędowej. Uzyskane wartości emisji związków toksycznych i zużycia paliwa odniesiono do wyników uzyskanych z wcześniejszych badań lokomotywy spalinowej SM42. Zaprezentowany rachunek ekonomiczny i ekologiczny wskazał 60% redukcję kosztów oraz 74,8% redukcję emisji związków toksycznych na korzyść dwudrogowego ciągnika rolniczego.

1. INTRODUCTION

The main method of limitation of exhaust emissions is reduction of the fuel consumption by the engines and the possibility of replacing the vehicles with the solutions with less negative impact on the natural environment. New technologies of rail vehicle drives developed in the recent years have made various methods of traction vehicle drive possible to use. Besides the conventional solutions using combustion engines and electric drives on the electric traction tracks, more and more often the newer solutions such as hydrostatic drive, hybrid propulsion systems, CNG (Compressed Natural Gas) supply, or hydrogen powered fuel cells are used.

Emphasis on the development of new propulsion

1. WSTĘP

Główną metodą ograniczania emisji spalin jest zmniejszenie zużycia paliwa przez silniki oraz możliwość zastąpienia pojazdów rozwiązanymi o mniej negatywnym oddziaływaniu na środowisko naturalne. Nowe technologie napędów pojazdów szynowych opracowane w ostatnich latach umożliwiły zastosowanie różnych metod napędu pojazdów trakcyjnych. Poza konwencjonalnymi rozwiązaniami z zastosowaniem silników spalinowych oraz napędów elektrycznych na torach z trakcją elektryczną coraz częściej stosowane są nowsze rozwiązania takie jak: napęd hydrostatyczny, hybrydowe układy napędowe, zasilanie CNG (Compressed Natural Gas) lub ogniwa paliwowe zasilane wodorem.

technologies is caused by the growing requirements related to the ecological aspects, and exactly with the reduction of toxic compounds emission from means of transport and the increase of efficiency of drive systems and vehicle economics, therefore more and more attention is focused on the use of rail-road vehicles. The continuous reduction of emission limits, including also for the vehicles of non-road type, which include rail-road vehicles with the combustion engines is the trend for all categories of vehicles powered by the combustion engine.

Special vehicles moving along the tracks are often the truck constructions (e.g. Iveco, Scania, Volvo, Mercedes-Benz - for conducting the pulling and shunting works on railway sidings), but also the tractors of Ursus, Crystal and Claas type are more often used. The latest examples of this solution are the rail-road tractors for works related to shunting of wagons along the tracks (narrow and wide) equipped additionally with a creeper gears reducer and the narrowed wheel track. ARION 600 model rail vehicle of CLAAS company is the most versatile solution among the tractor models. It offers the largest range of possibilities and additional applications. The tractor, equipped with the appropriate systems by IPS TABOR, enables riding on the railway tracks and connection with railway wagons, thanks to which it can perform the works both as a locomotive and as a tractor for towing on the road.

The main design characteristics of this type of motor vehicle enable:

- entry on the tracks on any railway crossing
- easy placing of the vehicle on the track
- straight exit from the track to the road,
- operation on tracks of various width (1524 mm 1435 mm)
- easy change from normal to wide track
- reaching the destination by the rough roads.

The model of the CLAAS ARION 620 road-rail tractor competes of its exploitation parameters with the European rail-road vehicles, whose the purchase price is almost three times higher with respect to the rail-road tractor made at Rail Vehicles Institute TABOR (Fig. 1). The tractors of this type can be used on the normal or wide tracks by using a changeable rail running gear system. The time of change the distance between rollers from the normal track to the wide one and vice versa is about 1 minute for four guiding rollers.

In addition, the tractor of this type may conduct the shunting works with freight wagons, passenger wagons, locomotives and traction units. Placing of the tractor on the track by the skillful operator is within 1 ÷ 2 minutes and in the special cases it is also possible beyond the flat terminal, where the level of the ground is not located at the level of track rail heads.

Nacisk na rozwój nowych technologii napędowych spowodowany jest rosnącymi wymaganiami związanymi z aspektami ekologicznymi, a dokładnie z redukcją emisji związków toksycznych ze środków transportu oraz zwiększeniem sprawności układów napędowych i ekonomii pojazdów, dlatego coraz większą uwagę skupia się na wykorzystaniu pojazdów dwudrogowych. Trendem dla wszystkich kategorii pojazdów napędzanych za pomocą silnika spalinowego jest ciągle zmniejszanie limitów emisji, w tym także dla pojazdów typu non-road, do których zalicza się pojazdy dwudrogowe z silnikami spalinowymi.

Pojazdy specjalne poruszające się po torach to często konstrukcje samochodów ciężarowych (np. Iveco, Scania, Volvo, Mercedes-Benz – do prowadzenia prac pociągowych i manewrowych na bocznicach kolejowych), ale również coraz częściej wykorzystuje się ciągniki typu: Ursus, Crystal, Claas. Najnowszymi przykładami tego rozwiązania są ciągniki szynowo-drogowe przeznaczone do prac związanych z przetażaniem wagonów po torach (wąskich i szerokich) wyposażone dodatkowo w reduktor biegów pełzających oraz zwężony rozstaw kół. Modelowy pojazd szynowy ARION 600 firmy CLAAS jest najwszechstronniejszym rozwiązaniem wśród modeli ciągników. Oferuje ona największy wachlarz możliwości i dodatkowych zastosowań. Ciągnik doposażony przez IPS TABOR w odpowiednie układy, umożliwi jazdę po torach kolejowych i podłączenie z wagonami kolejowymi, dzięki czemu może wykonywać prace zarówno jako lokomotywa, jak również jako ciągnik do holowania po drodze.

Główne cechy konstrukcyjne tego typu pojazdów mechanicznych umożliwiają:

- wjazd na tory na dowolnym przejeździe kolejowym
- łatwe wstawianie pojazdu na tor
- prosty zjazd z toru na drogę
- eksploatację na torach o różnej szerokości (1524 mm, 1435 mm)
- łatwe przestawianie z toru normalnego na szeroki
- dojazd drogami terenowymi do miejsca przeznaczenia.

Model ciągnika szynowo-drogowego CLAAS ARION 620 parametrami eksploatacyjnymi konkuruje z europejskimi pojazdami szynowo-drogowymi, których cena zakupu jest prawie trzykrotnie większa w odniesieniu do ciągnika szynowo-drogowego wykonanego w Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR (rys. 1). Ciągniki tego typu mogą mieć zastosowanie na torach normalnych lub szerokich przez zastosowanie przestawczego szynowego układu jezdny. Czas przestawienia rozstawu rolek prowadzących z toru normalnego na szeroki i odwrotnie wynosi około 1 minuty dla czterech rolek prowadzących.

The document entitling to drive this type of vehicles within the railway siding is the driver's right to drive the vehicle, referred to in Annex No.7 to the Regulation of the Minister of Infrastructure and Development of 30.12.2014 issued by the O.J. dated 2015 item 46 [6].

The use of rail-road vehicles is justified both in the aspect of economics and ecology, by obtaining a significant reduction of CO₂ emissions for each tonne-kilometer, not only in relation to the diesel locomotives, but also in comparison with the road or air transport. According to the provisions concerning the reduction of CO₂ emissions by 2050 the railway transport is to be the least emission one, especially thanks to the possibility of using Stage IIIb emission standards [1, 2] of this type of motor vehicles for the various shunting works.



Rys. 1. Zestawienie ekonomiczne pojazdu szynowo-drogowego i lokomotywy manewrowej
Fig. 1. Economic list of a rail-road vehicle and a shunting locomotive

2. TECHNICAL PARAMETERS OF RAIL-ROAD TRACTOR OF C120 TYPE

The C120 rail-road tractor is a vehicle adapted to moving on roads and railway rails of the electrified railway, underground, etc. The vehicle is intended mainly for shunting the wagons in wagon depots as well as for maneuvering works. Many years of experience in servicing this type of vehicles is used by the Railway Vehicles Institute TABOR to change the base vehicle so that the vehicle could safely realize the work on the tracks. The CLAAS ARION 620 tractor, as the base tractor, has the following basic characteristics: maximum power of 157 hp and permissible approved total weight of 10250 kg. All the most important parameters are listed in Table 1.

Constructional characteristics, and first of all the high mobility of rail-road vehicles, decided on the wider and wider use them on the national and European railway routes by many track administrators, besides the railway tracks also by the tram track administrators.

The basic assumptions, for whose adaptations can be the described tractor, are the constructional characteristics, conditioning the possibility of installing a set of wheel rollers guiding on the tracks and the buffing

Ponadto ciągnik tego typu może prowadzić prace manewrowe z wagonami towarowymi, osobowymi, lokomotywami oraz zespołami trakcyjnymi. Wprowadzenie ciągnika na tor przez sprawnego operatora mieści się w czasie 1 ÷ 2 minut i w szczególnych przypadkach jest możliwy również poza płaskim terminalem, gdzie poziom terenu nie jest usytuowany na wysokości poziomu główek szyn toru.

Dokumentem uprawniającym do kierowania tego typu pojazdami w obrębie bocznicy kolejowej jest wydane przez pracodawcę prawo kierowania pojazdem, o którym mowa w Załączniku nr 7 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 30.12.2014 r. Dz. U. z 2015 poz. 46 [6].

Stosowanie pojazdów dwudrogowych uzasadnione jest zarówno w aspekcie ekonomii jak i ekologii, przez uzyskanie znaczącej redukcji emisji CO₂ na każdy tonokilometr, nie tylko w odniesieniu do lokomotyw spalinowych, ale także w porównaniu z transportem samochodowym lub lotniczym. Zgodnie z postanowieniami dotyczącymi redukcji emisji CO₂ do 2050 roku transport kolejowy ma być najmniej emisyjny, zwłaszcza dzięki możliwości wykorzystania spełniających normy emisji Stage IIIb [1, 2] tego typu pojazdów mechanicznych przy różnych pracach manewrowych.

2. PARAMETRY TECHNICZNE CIĄGNIKA SZYNOWO-DROGOWEGO TYPU C120

Ciągnik szynowo-drogowy typ C120 jest pojazdem przystosowanym do poruszania się po drogach i szynach kolejowej sieci zelektryfikowanej, metra itp. Pojazd jest przeznaczony głównie do przetaczania wagonów w wagonowniach, jak i do prac manewrowych. Długoletnie doświadczenie w zakresie obsługi tego typu pojazdów Instytut Pojazdów Szynowych TABOR wykorzystał do zmiany pojazdu bazowego, tak by pojazd mógł bezpiecznie realizować prace na torach. Ciągnik CLAAS ARION 620, jako ciągnik bazowy, posiada następujące cechy podstawowe: moc

and draw gears. As a result of the carried out works, the rail-road vehicle model was developed whose characteristics listed in Table 1 allow the agricultural tractor to perform the shunting works on tracks.

maksymalna 157 KM oraz dopuszczalna homologowana masa całkowita 10250 kg. Wszystkie najważniejsze parametry zestawiono w tablicy 1.

Zestawienie parametrów konstrukcyjnych ciągnika CLASS ARION 620
List of constructional parameters of CLAAS ARION 620 tractor

Tablica 1/Table 1

Parametr konstrukcyjny/Constructional parameter	Wartość/ Value	Jednostka/Unit
Moc maksymalna/Maximum power	157	KM/hp
Maksymalny moment obr./Maximum torque	659	Nm
Producent silnika/Engine producer	Deere Power System	-
Liczba cylindrów/Number of cylinders	6 in row	-
Układ zasilania paliwem/ Fuel supply system	Common Rail	-
Norma emisji spalin/Exhaust emission standard	Stage III B	-
Jednostkowe zużycia paliwa/Unitary consumption of fuel	211	g/KWh
Maksymalna prędkość/Maximum speed	40	km/h
Masa własna/Own weight	6572	kg
Dopuszczalna masa całkowita homologowana/Acceptable approved total weight	10250	kg
Wysokość/Height	3019	mm
Szerokość/Width	2500	mm
Długość/Length	5162	mm

Zestawienie parametrów konstrukcyjnych ciągnika szynowo-drogowego CLASS ARION 620
List of constructional parameters of CLAAS ARION 620 rail-road tractor

Tablica 2/Table 2

Parametr konstrukcyjny/ Constructional parameter	Wartość/Value	Jednostka/Unit
Max siła trakcyjna droga/tor/Maximum traction effort road/track	45/35	kN
Masa ciągnika szynowo-drogowego/Weight of rail-road tractor	~ 9000	kg
Max prędkość jazdy po drodze/Maximum speed of riding on road	20	km/h
Max prędkość jazdy po torze prostym / Maximum speed of riding on straight track	20	km/h
Max prędkość jazdy na łukach i rozjazdach z doczepionymi wagonami/Maximum speed of riding on curves and crossover with coupled wagons up	5	km/h
Dopuszczalna prędkość jazdy po torze prostym z wagonami z hamulcem pneumatycznym/ Permissible speed of riding on straight track with wagons with pneumatic brake	10	km/h
Min prędkość jazdy po torze/Minimum speed of riding on track	0,3	km/h
Zapotrzebowanie oleju hydr. do docisku rolek jezdnych/Demand for hydraulic oil to ride rollers pressure	~ 10	l/min
Max ciśnienie robocze na manometrze układu hydr. docisku rolek jezdnych/ Maximum working pressure on manometer of hydraulic system of ride rollers pressure	8	MPa
Skok podnoszenia rolek jezdnych/Travel of ride rollers lifting	450	mm
Dopuszczalna liczba wagonów (80 Mg) z hamulcem pneumatycznym/Permissible number of wagons (80 Mg) with pneumatic brakes	10	pcs.
Dopuszczalna liczba wagonów (80 Mg) bez hamulca pneumatycznego/ Permissible number of wagons (80 Mg) without pneumatic brakes	4	pcs.

Considering the tractor as a motor vehicle, which is to replace the work of a locomotive, it is important the information how many wagons will be able to be shunted by the tractor. The ideal solution would be the work with the whole, at least a dozen or so wagon set,

Cechy konstrukcyjne, a przede wszystkim duża mobilność pojazdów szynowo-drogowych, zdecydowały o coraz szerszym ich zastosowaniu na krajowych i europejskich szlakach kolejowych przez wielu dysponentów torów, oprócz kolejowych także dyspo-

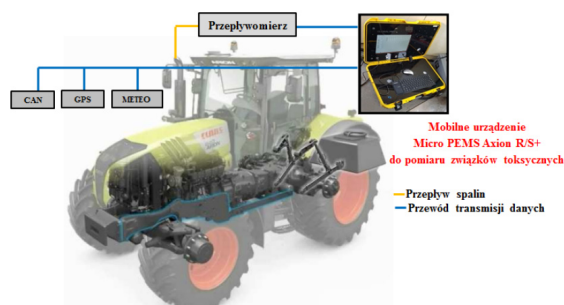
but for the tractor these values are not available. The maximum traction effort is an important parameter to be determined. The traction effort can be realized thanks to the friction between the rail head and the vehicle tire, therefore, if someone want to pull a set of 10 wagons, it is necessary to have a proper force pressing the tires against the track rails. The permissible total weight is directly related to the construction so that the built-up vehicle could move on the public roads (for carrying out other works).

3. TEST METHODOLOGY

The object of tests was a rail-road tractor made on the basis of a CLAAS ARION 620 agricultural tractor. The engine powered by a twelve-cylinder self-ignition in a line system was used. The unit was characterized by a rated power of 157 hp and the cubic capacity was 6.8 dm³. The used drive system met the Stage III B approved standard.

The accepted test schedule included the measurement of emissions of harmful compounds in the conditions of actual operation, during the riding on the asphalt road on the NOKIAN industrial tyres with a herringbone profile, which increase the traction possibilities, tyres life and comfort of work. The second part of the tests included the real travel along the tracks of the Rail Vehicles Institute TABOR on a newly developed wheelset, allowing to move on the railway tracks and perform the various types of track works. On the basis of the determined ecological indicators, the unitary fuel consumption and emissions of toxic compounds from the vehicle during the travel on the road as well as on the tracks were made.

Exhaust toxicity - the concentration of individual components in the exhaust gases was determined using a device for mass concentration measurement of toxic compounds - the Micro PEMS Axion R/S + mobile analyzer (Table 3 and Figure 2). This device is used to measure emissions of exhaust gases: hydrocarbons (HC), carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), nitrogen oxides (NO_x) and particulate matter (PM). The concentration of HC, CO, CO₂ is measured using a nondispersive infrared sensor (NDIR). The electrochemical analyzers were used to determine NO and O₂. The method based on Laser Scatter was used in the range of measurement of PM.



mentów torów tramwajowych.

Podstawowymi założeniami, dla adaptacji opisywanego ciągnika są jego cechy konstrukcyjne, warunkujące możliwość zainstalowania zestawu rolek kołowych prowadzących po torach oraz urządzeń pociągowo-zderzanych. W efekcie przeprowadzonych prac powstał model pojazdu szynowo-drogowego, którego cechy zestawione w tablicy 2, pozwalają na wykonywanie przez ciągnik rolniczy prac manewrowych na torach.

Przy rozpatrywaniu ciągnika, jako pojazdu mechanicznego, który ma zastąpić pracę lokomotywy, ważną jest informacja ile wagonów będzie mógł przetaczać ciągnik. Idealnym rozwiązaniem byłaby praca z całym, co najmniej kilkunasto wagonowym składem, jednak dla ciągnika są to wartości niedostępne. Ważnym parametrem jest określenie maksymalnej siły pociągowej. Siła pociągowa może być realizowana dzięki tarciu 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 bezpośredni związek z konstrukcją, by zabudowany pojazd mógł poruszać się po drogach publicznych (do wykonywania innych prac).

3. METODYKA BADAWCZA

Obiektem badań był ciągnik szynowo-drogowy wykonany na bazie ciągnika rolniczego CLAAS ARION 620. Do jego napędu zastosowano dwunastocylindrowy silnik o zapłonie samoczynnym w układzie rzędowym. Jednostka charakteryzowała się mocą znamionową 157 KM, a objętość skokowa wynosiła 6,8 dm³. Zastosowany układ napędowy spełniał normę homologacyjną Stage III B.

Przyjęty harmonogram badań obejmował wykonanie pomiarów emisji związków szkodliwych w warunkach rzeczywistej eksploatacji, podczas przejazdu po drodze asfaltowej na ogumieniu przemysłowym NOKIAN o profilu jodełkowym, które zwiększają możliwości trakcyjne, żywotność ogumienia oraz komfort pracy. Druga część badań obejmowała przejazd rzeczywisty po torach Instytutu Pojazdów Szynowych TABOR na nowo opracowanym zestawie kołowym, pozwalającym poruszać się po torach kolejowych oraz wykonywać różnego rodzaju prace torowe. Na podstawie wyznaczonych wskaźników ekologicznych dokonano oceny jednostkowego zużycia paliwa i emisji związków toksycznych z pojazdu podczas przejazdu po drodze oraz przejazdu po torach.

Toksyczność spalin – stężenie poszczególnych składników w gazach wylotowych, określano przy wykorzystaniu urządzenia do pomiaru masowego stężenia związków toksycznych – mobilnego analizatora Micro PEMS Axion R/S+ (tab. 3 i rys. 2).

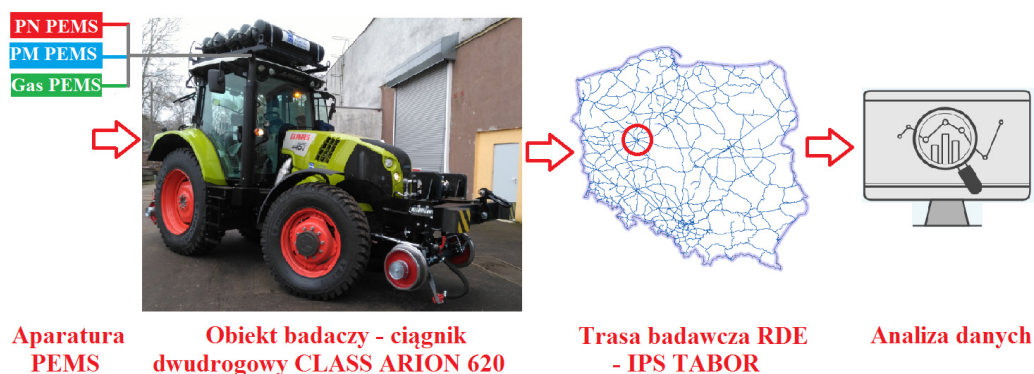
Rys. 2. Ciągnik szynowo drogowy CLAAS ARION 620 z podłączoną aparaturą badawczą

Fig. 2. CLAAS ARION 620 rail-road tractor with connected test equipment

The test apparatus is equipped with a meteorological station, a GPS positioning system, as well as a module cooperating with the on-board vehicle diagnostic system, as shown in Figure 3. All measured data are recorded at frequency of 1 Hz.

Rys. 3. Schemat badań RDE ciągnika szynowo drogowego CLAAS ARION 620

Fig 3. Scheme of RDE tests of CLAAS ARION 620 rail-road tractor



Dane techniczne mobilnego urządzenia pomiarowego Axion R/S+
Technical data of the Axion R/S + mobile measuring device

Tablica 3/Table 3

Związek/Compound	Zakres pomiarowy/Measurement range	Dokładność pomiarowa/Measurement accuracy	Rozkład/Distribution	Metoda pomiaru/Measurement method
HC	0–4000 ppm	± 8 ppm abs. ±3% rel.	1 ppm	NDIR
CO	0–10%	± 0.02% abs. ±3% rel.	0.001 vol. %	NDIR
CO ₂	0–16%	± 0.3% abs. or ±4% rel.	0.01 vol. %	NDIR
NO	0–4000 ppm	± 25 ppm abs. ±3% rel.	1 ppm	E-chem
O ₂	0–25%	± 0.1% ppm abs. ±3% rel.	0.01 vol. %	E-chem
PM	0 mg/m ³ do 300 mg/m ³	± 2%	0.01 mg/m ³	Laser Scatter

RDE (*Real Driving Emissions*) tests are the tests related to the latest guidelines of the European Commission, which were introduced to the tests for the latest Euro 6 standard valid for passenger vehicles. The aim of these tests is reflection of the actual emission during riding in the field. The rail-road tractor tests were carried out according to the author's method for the track vehicles in the real conditions of engine operation, which will be reflected in the newer toxic compounds emission limits.

Measuring points included the settings/gears that allow engine work to be controlled from the control panel, which allows to ride both forward and backward at the same speeds. The tractor was loaded with a set weighing 40 000 kg. The measurements were

Urządzenie to służy do pomiaru emisji gazów wylotowych: węglowodorów (HC), tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO₂), tlenków azotu (NO_x) oraz cząstek stałych (PM). Stężenie HC, CO, CO₂ mierzone jest za pomocą analizatora niedispersyjnego na podczerwień – NDIR (nondispersive infrared sensor). Do wyznaczenia NO oraz O₂ zastosowano analizatory elektrochemiczne. W zakresie pomiaru PM zastosowano metodę bazującą na Laser Scatter.

Aparatura badawcza wyposażona jest w stację meteorologiczną, system pozycjonowania GPS, a także w moduł współpracujący z pokładowym systemem diagnostycznym pojazdu, co przedstawia rysunek 3. Wszystkie mierzone dane rejestrowano z częstotliwością 1 Hz.

Badania RDE (*Real Driving Emissions*) są badaniami odnoszącymi się do najnowszych wytycznych Komisji Europejskiej, które to zostały wprowadzone do badań dla najnowszej normy Euro 6 obowiązującej dla pojazdów osobowych. Badania te mają na celu odzwierciedlenie rzeczywistej emisji podczas jazdy w terenie. Badania ciągnika szynowo-drogowego wykonano według autorskiej metody dla pojazdów torowych w rzeczywistych warunkach ruchu pracy silnika, co będzie miało odzwierciedlenie w nowszych limitach emisji związków toksycznych.

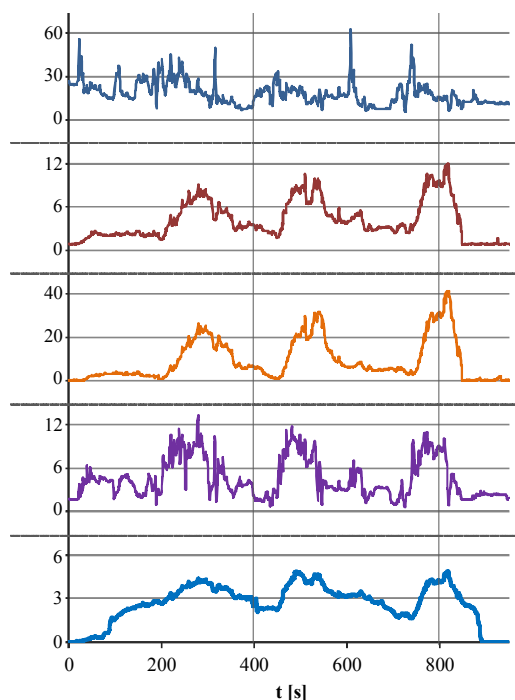
Punkty pomiarowe obejmowały nastawy/biegi, którymi można sterować pracą ciągnika z pulpitu sterowniczego, co pozwala na jazdę zarówno do przodu, jak i do tyłu z tymi samymi prędkościami. Ciągnik

carried out at a distance of 2.52 km at different speeds of riding, during which the drive system performed the total operation of 65 kWh. The average speed during the measurement was 5 km/h, but the highest recorded speed was 18 km/h. The maximum slope of the route during the tests was 1.6%, and the average for the entire route was 0.4%.

4. RESULTS OF TOXIC COMPOUNDS EMISSION AND FUEL CONSUMPTION OF CLAAS ARION 620 TRACTOR FROM REAL MEASUREMENTS ON TRACKS

The tests of the third-generation Claas Arion 620 rail-road tractor in the first part covered the tractor's riding on the railway track without load. The second part included the riding of the tractor on the track with the load on the hook of 40 tons. The riding took almost 900 seconds at a maximum speed of 5 m/s. From the emission values of the loaded vehicle presented in Figure 4 it is shown that the course of CO and HC emission has a similar sequence, which results from the used exhaust gas aftertreatment system, which was an oxidation reactor. For the carbon monoxide the maximum value recorded during the acceleration was 42 mg/s, and for hydrocarbons it was 12 mg/s.

The second fuel consumption dependent on the engine load was up to 12 g, and for idling was 2 g. In the case of nitrogen oxides, after warming up of the drive unit, the values reached even 8 mg, and the maximum values were 60 mg, which proves that the set was small dynamically accelerating and there were small speed changes.



Rys. 4. Emisja podczas przejazdu po torach ciągnika szynowo drogowego CLAAS ARION 620

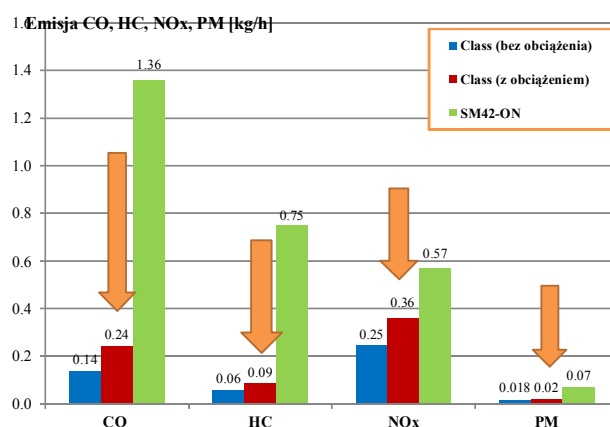
Fig. 4. Emission during the riding on the tracks of a CLAAS ARION 620 road-rail tractor

obciążony była składem o masie 40 000 kg. Pomiary prowadzono na dystansie 2,52 km przy różnych prędkościach przejazdu, podczas których układ napędowy wykonał całkowitą pracę 65 kWh. Średnia prędkość podczas pomiaru wynosiła 5 km/h, natomiast największa zarejestrowana prędkość wyniosła 18 km/h. Maksymalne nachylenie szlaku podczas badań wynosiło 1,6%, a średnie dla całej trasy 0,4%.

4. WYNIKI EMISJI ZWIĄZKÓW TOKSYCZNYCH I ZUŻYCIA PALIWA CIĄGNIKA CLAAS ARION 620 Z POMIARÓW RZECZYWISTYCH NA TORACH

Badania ciągnika szynowo-drogowego Claas Arion 620 w pierwszej części obejmowały przejazd ciągnika po torze kolejowym bez obciążenia. Druga część obejmowała przejazd ciągnika po torze z obciążeniem na haku wynoszącym 40 ton. Przejazd trwał prawie 900 sekund przy maksymalnej prędkości wynoszącej 5 m/s. Z przedstawionych na rysunku 4 wartości emisji pojazdu obciążonego widać, iż przebieg emisji CO i HC ma podobną sekwencję, co wynika z zastosowanego układu oczyszczania spalin, jakim był reaktor utleniający. Dla tlenku węgla maksymalna wartość zarejestrowana podczas przyspieszania wynosiła 42 mg/s, a dla węglowodorów było to 12 mg/s.

Sekundowe zużycie paliwa w zależności od obciążenia silnika dochodziło do 12 g, a dla biegu jałowego wynosiło 2 g. W przypadku tlenków azotu, po rozgrzaniu jednostki napędowej, wartości osiągały nawet 8 mg, a maksymalne wartości 60 mg, co świadczy o mało dynamicznym rozpędzaniu składu i małych zmianach prędkości.



Rys. 5. Emisja ciągnika szynowo drogowego CLAAS ARION 620 i lokomotywy spalinowej

Fig. 5. Emission of the CLAAS ARION 620 road-rail tractor and diesel locomotive

Na wykresie rys.4 pokazano tylko emisję dla związków gazowych, nie przedstawiono emisji PM, gdyż zastosowany w jednostce napędowej układ zasilania Common rail oraz układy oczyszczania spalin powodowały, że ta emisja była niezwykle mała i występowała tylko w chwili największych przyspieszeń,

Only the emission for gaseous compounds is shown in the above graph, PM emissions are not shown because the applied Common rail supply system and exhaust gas aftertreatment systems in the drive unit caused this emission to be extremely small and it only occurred at the moment of the highest accelerations, so in this case it would be difficult to analyse it. Figure 5 presents the listed results for the rail-road tractor during riding on the track without load and with load. The obtained results were related to the riding of SM42 diesel locomotive. The difference in the emissions of considered toxic compounds between riding of the tractor on tracks and the locomotive is only a few percent. However, referring to the emission the results obtained during the riding from the SM42 diesel locomotive, the difference for hydrocarbons is 88%.

5. CONCLUSIONS

In the scope of motor rail vehicles tests the advanced research works are carried out. First of all they concern the determination of pollutant emission and fuel consumption during the actual operation. Due to the specificity of railway vehicle operation and track infrastructure, this type of measurements have been significantly limited recently, mainly due to exceeding the dimensions of the railway gauge by the vehicle with the installed apparatus.

It follows that it has not always been possible assessment of the ecological indicators during the normal operating conditions for some vehicles. Due to the miniaturization covering all areas of life, including the measuring apparatus for tests, which once were impossible to carry out, today they become practicable. The conducted analysis allowed to indicate the results that prove the fully justified use of rail-road vehicles during the track works.

The economic calculation carried out so far has shown that the costs of tractor operation in relation to the shunting locomotive are about 60% lower. The analysis of the emission of toxic compounds presented in this article clearly shows that the rail-road tractor with the load emits by 74.8% less toxic compounds during works compared with the diesel locomotive. It should be emphasized that at stops, during which the locomotive works all the time at idle, the tractor has an easy opportunity to stop the drive unit.

dlatego w tym wypadku trudna byłaby jej analiza. Na rysunku 5 zestawiono wyniki dla ciągnika dwudrogowego podczas przejazdu po torach bez obciążenia oraz z obciążeniem. Uzyskane wyniki odniesiono do przejazdu lokomotywy spalinowej SM42. Różnica w emisji rozpatrywanych związków toksycznych pomiędzy przejazdem ciągnikiem po torach, a lokomotywą wynosi zaledwie kilka procent. Odnosząc jednak uzyskane wyniki do emisji podczas przejazdu z lokomotywy spalinowej SM42 różnica dla węglowodorów wynosi 88%.

5. PODSUMOWANIE

W zakresie badań silnikowych pojazdów szynowych prowadzi się zaawansowane prace poznawcze. Dotyczą one przede wszystkim wyznaczania wartości emisji zanieczyszczeń i zużycia paliwa podczas rzeczywistej eksploatacji. Ze względu na specyfikę eksploatacji pojazdów szynowych i infrastrukturę torową, tego typu pomiary jeszcze niedawno były znacznie ograniczone, głównie poprzez przekroczenie wymiarów skrajni kolejowej przez pojazd z zamontowaną aparaturą.

Wynika z tego, że nie zawsze była możliwa ocena wskaźników ekologicznych podczas normalnych warunków eksploatacji dla niektórych pojazdów. W związku z miniaturyzacją obejmująca wszystkie dziedziny życia, w tym także aparatury pomiarowej do badań, które kiedyś były niemożliwe do wykonania, dziś stają się wykonalne. Przeprowadzona analiza pozwoliła na wskazanie wyników, które świadczą o w pełni uzasadnionym wykorzystaniu pojazdów szynowo-drogowych podczas prac torowych.

Rachunek ekonomiczny przeprowadzony dotychczas wykazał, iż koszty eksploatacji ciągnika w odniesieniu do lokomotywy manewrowej są o ok. 60% niższe. Przedstawiona w artykule analiza emisji związków toksycznych wskazuje jednoznacznie, iż ciągnik szynowo-drogowy z obciążeniem emituje o 74,8% mniej związków toksycznych podczas prac względem lokomotywy spalinowej. Należy podkreślić, że na postojach, podczas których lokomotywa pracuje cały czas na biegu jałowym, ciągnik posiada łatwą możliwość unieruchomienia jednostki napędowej.

Bibliography / Bibliografia

1. Bryk K., Łukaszewski K., Medwid M.: *Symulacyjne badania bezpieczeństwa ruchu ciągnika szynowo-drogowego CLASS ARION 620. Międzynarodowa Konferencja Naukowa. TRANSPORT XXI WIEKU. Arłamów 2016.*
2. Daszkiewicz P., Andrzejewski M.: *Preliminary analyses in terms of the possibility of reducing energy consumption by the SM42 locomotive used in track works, MATEC Web Conf. 118 00014 (2017), DOI: 10.1051/mateconf/201711800014*
3. Medwid M., Stawecki W., Czerwiński J., Jakuszko W.: *Wielozadaniowy ciągnik szynowo-drogowy nowej generacji. Pojazdy Szynowe 3/2016.*
4. Merkiś-Guranowska A., Daszkiewicz P., Andrzejewski M., Stawecka H., Stawecki Ł.: *The Ways to Reduce Exhaust Emission from Mass Transport Vehicles, The International Journal of Railway Technology, Saxe-Coburg Publications, 2016*
5. Stawecki W.: *Ocena możliwości ograniczenia negatywnego oddziaływania pojazdów szynowych na środowisko naturalne. Rozprawa doktorska. Politechnika Poznańska. Poznań 2010.*
6. <http://utk.gov.pl/aktualności/7972>