

Current state and perspectives of non-electrified railway transport in Poland (part 1)

Stan obecny i perspektywy niezelektryfikowanego transportu kolejowego w Polsce (cz. 1)

The article presents the basic information about the current situation related to the basic elements of non-electrified railway transport, which are railway lines and traction vehicles. Data concerning the situation in a highly industrialized country like the USA and in Poland are given. The further part presents the numerical data, location concentration and a map of arrangement of non-electrified lines, as well as general information about diesel vehicles. The next part of the article discusses the ongoing and planned purchases and modernizations of railway diesel vehicles. An important part of the article are data about development plans of the non-electrified railway network in Poland. The last part of the article describes the selected information about costs related to activities for non-electrified railway transport, such as purchases and modernization of rolling stock and networks. The second part of the article will be published in the next issue of quarterly Rail Vehicles.

W artykule przedstawiono podstawowe informacje na temat aktualnej sytuacji związanej z podstawowymi elementami niezelektryfikowanego transportu kolejowego, jakimi są linie kolejowe i pojazdy trakcyjne. Podano dane dotyczące sytuacji w wysoce uprzemysłowionym państwie jakim jest USA i w Polsce. W dalszej części przedstawione została dane liczbowe, koncentracja lokalizacji i mapka rozmieszczenia linii niezelektryfikowanych oraz ogólne informacje o pojazdach spalinowych. W kolejnej części artykułu omówione zostały realizowane i planowane zakupy oraz modernizacje kolejowych pojazdów spalinowych. Istotną częścią artykułu są dane o planach rozwoju niezelektryfikowanej sieci kolejowej w Polsce. W ostatniej części artykułu opisano wybrane informacje o kosztach związanych z działaniami na rzecz niezelektryfikowanego transportu kolejowego, takich jak zakupy i modernizacje taboru i sieci. Druga część artykułu zostanie opublikowana w kolejnym numerze kwartalnika Pojazdy Szynowe.

1. Diesel railway against the background of other land transport elements

The participation of diesel railways in broadly understood land transport is presented, for example, for the USA and Poland, two countries with different histories related to development of industry and construction of railway and its importance for transport.

The transport network of United States is the longest in the world and was shaped in the second half of the 19th century, when the transcontinental lines connecting the Atlantic and Pacific coasts were building. Until the beginning of the 20th century, the length of railway lines increased systematically (in 1916 there were about 430 thousand km) and the

1. Kolej spalinowa na tle innych elementów transportu lądowego

Udział kolei spalinowych w szeroko rozumianym transporcie lądowym przedstawiono przykładowo dla USA i Polski, dwóch państw z różną historią związaną z rozwojem przemysłu i budową kolei i jej znaczenia dla transportu.

Sieć transportowa Stanów Zjednoczonych jest najdłuższa w świecie i została ukształtowana w drugiej połowie XIX w., kiedy budowano linie transkontynentalne łączące wybrzeża Atlantyku i Pacyfiku. Do początków XX w. długość linii kolejowych systematycznie wzrastała (w 1916 r. było ok. 430 tys. km) i kolej była głównym przewoźnikiem towarów (ponad 75% ładunków) i pasażerów.

railway was the main carrier of goods (more than 75% of cargo) and passengers.

The length of railway lines decreased and 219 thousand km were used in 1992. Only 1667 km are the electrified lines, the others are served by diesel locomotives [7].

During the intensified struggle for the quality of the environment, which is also influenced by railway transport, it is important to assess the impact of this branch of the economy on the state of the environment, so it is important information about the organization of transport in the USA, which uses means of diesel transport to a large extent, impacting negatively on the environment than the electrified transport.

The competition of car transport contributed to the liquidation of many unprofitable railway connections. According to the authors of Solutionary Rail [3] powering the trains with electric energy instead of diesel oil in American conditions has several significant advantages:

- prices of diesel oil are relatively low, but many analysts predict that the increase in these prices will be a long-term trend. However, in the other hand the prices of electric energy are falling with the rapidly growing use of renewable energy sources. It is estimated that even at the current prices, powering the train with electricity is by 50% cheaper than with diesel oil

- the cost of electric locomotive engines on the global market is by about 20% lower than that of diesel engines, and maintenance costs are by 25 - 35% lower than for Diesel engines

- elimination of diesel locomotives would reduce air pollution, including soot, volatile organic compounds, nitrogen oxides and sulfur oxides, which have an impact on public health and the environment. This is especially important because many railways pass through the urban areas. Moreover, limiting the number of diesel vehicles would also reduce the noise level in cities.

Solutionary Rail points not only to the need to electrify the railways, but also to the use of renewable energy sources to power the new electric railway system.

In the economy of our country, the railway transport of both people and goods is also a significant element of the entire transport system. The share of railway transport in transport in the years 2005–2017 was different in the transport of goods and differently in passenger transport. The share in the transport of goods related to the global transport, calculated in million tons decreased from 17.6% to 12.0%, while in the transport of persons, calculated in million passengers, these numbers are more favorable, because here there was an increase in the share from 24.8% to 44.3%. General data on the volume of

Długość linii kolejowych malała i w roku 1992 eksploatowanych było tylko 219 tys. km. Zaledwie 1667 km stanowią linie zelektryfikowane, pozostałe są obsługiwane przez lokomotywy spalinowe [7].

W czasie wzmożonej walki o jakość środowiska, na którą ma wpływ także transport kolejowy, istotna jest ocena wpływu tej gałęzi gospodarki na stan środowiska, dlatego istotna jest informacja o organizacji transportu w USA, wykorzystującego w znacznym stopniu środki transportu spalinowego, oddziałującego negatywniej na otoczenie niż transport zelektryfikowany.

Konkurencja transportu samochodowego przyczyniła się do likwidacji wielu nierentownych połączeń kolejowych.

Według autorów Solutionary Rail [3] zasilanie pociągów energią elektryczną zamiast olejem napędowym w warunkach amerykańskich ma kilka istotnych zalet:

- ceny oleju napędowego są stosunkowo niskie, ale wielu analityków przewiduje, że długookresowym trendem będzie wzrost tych cen, jednak z drugiej strony ceny energii elektrycznej spadają wraz z szybko rosnącym wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Szacuje się, że nawet przy obecnych cenach, zasilanie pociągu energią elektryczną jest o 50% tańsze niż olejem napędowym

- koszt silników lokomotyw elektrycznych na rynku globalnym jest o około 20% niższy niż silników spalinowych, a koszty konserwacji są o 25 - 35% niższe niż w przypadku silników Diesla

- wyeliminowanie lokomotyw spalinowych zmniejszyłoby zanieczyszczenie powietrza, w tym sadzami, lotnymi związkami organicznymi, tlenkami azotu i tlenkami siarki, które mają wpływ na zdrowie publiczne i środowisko. Jest to szczególnie ważne, ponieważ wiele linii kolejowych przechodzi przez obszary miejskie. Ponadto ograniczenie liczby pojazdów spalinowych zredukowałoby również poziom hałasu w miastach.

Solutionary Rail wskazuje nie tylko na konieczność zelektryfikowania kolei, ale także wykorzystania odnawialnych źródeł energii do zasilania zelektryfikowanego systemu kolei.

W gospodarce naszego kraju transport kolejowy, zarówno osób jak i towarów, także stanowi znaczący element całego systemu transportowego. Udział transportu kolejowego w przewozach w latach 2005-2017 kształtował się inaczej w transporcie towarów i inaczej w przewozach osób. Udział w transporcie towarów odniesiony do transportu globalnego, liczony w mln ton zmalał z 17,6% do 12,0%, natomiast w transporcie osób, liczonym w mln pasażerów, liczby te przedstawiają się korzystniej, bowiem nastąpił tutaj wzrost udziału z 24,8% do 44,3%. Ogólne dane o wielkościach przewozów i ich zmianach w kolejnych latach przedstawiono w tabl. 1.

transport and their changes in subsequent years are presented in Table 1 [25].

Udział transportu kolejowego w przewozach towarów i osób w latach 2005+2017 Tabl. 1
The share of railway transport in the transport of goods and persons in the years 2005+2017 Table 1

	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017
Przewozy ładunków transportem:							
kolejowym normalnotorowym ^{a1} : w mln t	233	234	233	228	224	223	240
w mld t-km	50,0	48,8	50,9	50,1	50,6	50,6	54,8
samochodowym ^{a2} : w mln t	1080	1491	1553	1548	1506	1547	1747
w mld t-km	120	214	260	263	273	304	349
morskim ^{a3} : w mln t	9,4	8,4	7,0	6,8	7,0	7,2	8,3
w mld t-km	31,7	19,8	16,3	13,6	12,7	8,2	9,4
Przewozy pasażerów transportem:							
kolejowym normalnotorowym ^{a4} : w mln pas	258	261	270	268	277	292	303
w mld pas-km	18,2	17,9	16,8	16,0	17,4	19,2	20,3
samochodowym ^{a5} : w mln pas	782	570	460	432	417	390	379
w mln pas-km	29314	21600	20039	21449	21570	19168	18931
komunikacją miejską naziemną ^{a6} w mln pas	3994	3905	3621	3711	3672	3766	3739
morskim ^{a7} : w tys. pas	1142	1189	1139	1152	1262	1378	1459
w mln pas-km	193	178	156	154	147	151	151

Descriptions: przewozy ładunków transportem/ cargo transport, kolejowym normalnotorowym/ by standard gauge railway, samochodowym/ by car, morskim/ by sea, przewozy pasażerów transportem/ passenger transport, kolejowym normalnotorowym/ by standard gauge railway, samochodowym/ by car, komunikacją miejską naziemną/by ground public transport, morskim/ by sea

Data concerning the volume of transport drawn up by the Office of Rail Transport are presented in table 2 and they show the changes in the recent years [11, 12].

Wielkości przewozów pasażerów i towarowych [11, 12] Tabl. 2
The volume of passenger and freight transport [11, 12] Table 2

	styczeń / January 2020	styczeń / January 2019	styczeń / January 2018	zmiana % / change % 2020/2019	zmiana % / change % 2019/2018
liczba pasażerów (mln)/ number of passengers [m]	28,55	26,51	25,06	7,68%	5,81%
masa towarów (mln ton)/ weight [m ton]	17,14	19,6888	20,8775	-12,94%	-5,69%

The dominant carriers in the transport of persons and goods in Poland were the companies listed in Table 3, where the percentage share in transports carried out in Poland by these railway companies is presented.

Having in mind the presented in point 3 the number of traction diesel rolling stock in the main companies carrying out transports, it can be found that the majority of transports were carried out on the electrified lines and only some of them took part in the transports carried out by diesel traction vehicles. It can be included to these carriers:

- PKP CARGO with more than 1200 diesel locomotives
- PKP LHS with 77 diesel locomotives
- PKP IC with seven diesel locomotives
- PKP SKM having 10 diesel multiple units in 2019.

2. Characteristics of non-electrified lines in Poland

To assess the share of non-electrified lines in the railway transport system in Poland, it is worth to refer this parameter to other European countries. This is presented in the graph in Figure 1. Taking into

Dane dotyczące wielkości przewozów, zestawione przez Urząd Transportu Kolejowego, przedstawiono w tabl. 2 i przedstawiają one zmiany w ostatnich latach.

Dominującymi przewoźnikami w transporcie osób i towarów w Polsce były spółki wymienione w tabl. 3, w której zestawiono procentowy udział w przewozach realizowanych w Polsce przez te spółki kolejowe.

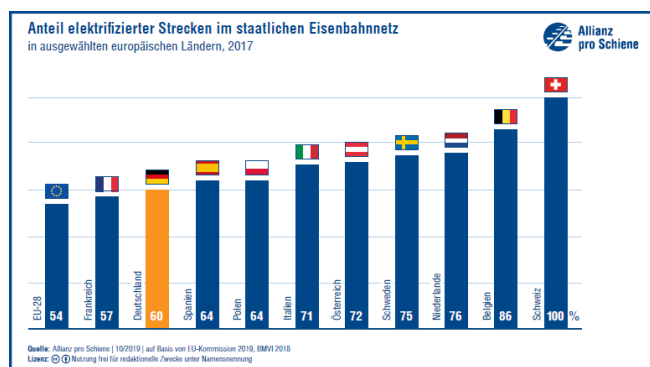
Udział spółek kolejowych w przewozach Tabl. 3
Share of the railway companies in transports Table 3

	I 2020	I 2019	2019
PKP Intercity	49,82%	48,27%	52,78%
Polegno	21,39%	21,90%	20,21%
Koleje Mazowieckie	9,81%	10,66%	9,70%
PKP SKM	4,63%	4,86%	4,49%
Koleje Dolnośląskie	3,34%	3,31%	3,09%
Koleje Śląskie	3,33%	3,90%	3,27%
Koleje Wielkopolskie	2,25%	2,26%	1,99%
SKM Warszawa	1,77%	1,68%	1,50%
PKP Cargo	37,70%	42,64%	40,35%
DB Cargo Polska	18,19%	18,21%	16,91%
Lotos Kolej	5,34%	4,68%	5,42%
PUK Kolprem	4,19%	3,29%	3,32%
CTL Logistics	3,86%	3,42%	3,55%
PKP LHS	3,80%	4,74%	4,13%
Orlen Kol-Trans	3,11%	2,42%	2,55%

Mając na uwadze przedstawiony w pkt. 3 stan liczbywo tracyjnego taboru spalinowego w głównych spółkach realizujących przewozy można stwierdzić, że większość przewozów wykonywana była na liniach zelektryfikowanych i tylko niektóre z nich miały udział w przewozach realizowanych spalinowymi pojazdami trakcyjnymi. Do tych przewoźników można zaliczyć:

- PKP CARGO z ponad 1200 lokomotywami spalinowymi
- PKP LHS z 77 lokomotywami spalinowymi

account the average value in the European Union (54%), Poland with 64% is at the top of this list. It also means that according to Allianz pro Schiene, the non-electrified lines are 36% of the railway network in Poland.



Rys. 1. Procentowy udział linii zelektryfikowanych w krajach europejskich [13]

Fig. 1. Percentage share of electrified lines in European countries [13]

Table 4 presents the numbers showing the changes concerning the length of railway lines in Poland, including the non-electrified lines.

Zmiana długości linii kolejowych w Polsce w latach 2005+2017 Tabl. 4
Change of the length of railway lines in Poland in 2005-2017 Table 4

	2005	2010	2013	2014	2015	2016	2017
Linie kolejowe eksploatowane normalnotorowe ^{ab} (stan w dniu 31 XII):							
w tysiącach kilometrów	19,8	20,1	19,3	19,2	19,2	19,1	19,2
na 100 km ² powierzchni ogólnej w km	6,3	6,4	6,2	6,2	6,2	6,1	6,1
w tym zelektryfikowane: w tys. km	11,9	11,9	11,9	11,8	11,9	11,9	11,9

Descriptions: linie kolejowe eksploatowane normalnotorowe (stan w dniu 31 XII)/ operated standard gauge railway lines (as of 31 December), w tysiącach kilometrów/ in thousands of kilometers, na 100 km² powierzchni ogólnej w km/ on 100 km² of total area in km, w tym zelektryfikowane w tys.km/ including electrified in thousand km.

Długość linii kolejowych w Polsce zarządzanych przez PKP PLK Tabl. 5
Length of railway lines in Poland managed by PKP PLK Table 5

Urządzenia elektroenergetyczne zarządzane przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w 2018 roku w porównaniu do 2017 roku

Wyszczególnienie	j.m.	lata	
		2018	2017
Urządzenia sieci trakcyjnej:			
długość linii kolejowych zelektryfikowanych	km	11 862	11 816
długość sieci trakcyjnej	tkm	24 783	24 697

Descriptions: Urządzenia elektroenergetyczne zarządzane przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w 2018 roku w porównaniu do 2017 roku /electric power devices managed by PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. in 2018 compared to 2017, wyszczególnienie/ specification, lata/years, urządzenia sieci trakcyjnej/ devices of traction network, długość linii kolejowych zelektryfikowanych/ length of electrified railway lines, długość sieci trakcyjnej/ length of traction network

The arrangement of non-electrified lines across the country is unequal and their main concentration takes place in the western provinces, where there are also most of the railway lines, which is confirmed by the map in Fig. 2.

- PKP IC z siedmioma lokomotywami spalinowymi
- PKP SKM dysponującą w 2019 r. 10 spalinowymi zespołami trakcyjnymi.

2. Charakterystyka linii niezelektryfikowanych w Polsce

Dla oceny udziału linii niezelektryfikowanych w systemie transportu kolejowego w Polsce warto odnieść ten parametr do innych krajów europejskich. Przedstawia to wykres na rys. 1. Biorąc pod uwagę wartość średnią w Unii Europejskiej (54%), Polska z 64% znajduje się w czołówce tej listy. Oznacza to także, że według danych Allianz pro Schiene w Polsce 36% sieci kolejowej stanowią linie niezelektryfikowane.

W tablicy 4 zestawiono liczby przedstawiające zmiany dotyczące długości linii kolejowych w Polsce, w tym także linii niezelektryfikowanych.

Linie kolejowe w Polsce w zdecydowanej większości zarządzane są przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Długość linii kolejowych zarządzanych przez tę spółkę, wg stanu na 31 grudnia 2018 roku wynosiła 18.536 km, w tym linii zelektryfikowanych było 11.862 km, co stanowi 64%, zatem potwierdza to dane Allianz pro Schiene. Dane te zestawiono w tabl. 5. W stosunku do roku poprzedniego stan ten pozostał praktycznie bez zmiany.



Rys. 2. Rozmieszczenie linii kolejowych w Polsce [4]
(kolor żółty - linie zelektryfikowane, kolor zielony - linie
niezelektryfikowane)

Fig 2. Arrangement of railway lines in Poland [4]
(yellow colour – electrified lines, green colour – non-electrified
lines)

From the presented map it appears that the densest railway network is in the north-western, western and south-western part of the country, but there is also the highest percentage of non-electrified lines there.

For example, according to the available data in the Podkarpackie Province, the length of railway operated lines is as follows [27]:

- in 2011 a total of 1024 km, including 355 km of electrified ones
- in 2020 (estimated) a total 1029 km, including 436 km of electrified ones.

The second province which provided data on the length of railway lines is Warmińsko - Mazurskie Province. The network in this province was 1326 km in 2003 and only 23% were two - and more track lines, and 37% of lines were electrified [26].

3. Types, number and age of rail diesel vehicles at the disposal of carriers

The straight majority of diesel traction rolling stock is at the disposal of a few key carriers. These include, among others: PKP CARGO, PKP InterCity, PKP Broad Gauge Metallurgical Railway (PKP LHS), PKP Fast Urban Railway in Tri-city (PKP SKM). According to the Annual Report of PKP Group for 2018 the number of traction rolling stock, including diesel rolling stock, was as follows [23]:

- PKP CARGO Group owned 2 352 locomotives, including 1 286 diesel locomotives (as of 31 December 2018)
- PKP IC had 363 locomotives (including seven diesel locomotives rented from ČD railway), 74 electric multiple units (20 units of ED250, 20 units of ED160, 20 units of ED161 and 14 units of ED74), and 2 114 passenger wagons (as of 31 December 2018)
- PKP LHS owned 77 diesel locomotives (at the end of 2018)

Z przedstawionej mapy wynika, że najgęstsza sieć linii kolejowych jest zlokalizowana w północno-zachodniej, zachodniej i południowo-zachodniej części kraju, z tym że tam także jest procentowo najwięcej linii niezelektryfikowanych.

Przykładowo, wg dostępnych danych w woj. podkarpackim długości eksploatowanych linii kolejowych są następujące [27]:

- w 2011 r. ogółem 1024 km, w tym zelektryfikowanych 355 km
- w 2020 r. (szacunkowo) ogółem 1029 km, w tym zelektryfikowanych 436 km.

Drugim województwem, które udostępniło dane o długości linii kolejowych, jest województwo Warmińsko - Mazurskie. Sieć w tym województwie liczyła w 2003 r. 1326 km i tylko 23% stanowiły linie dwu - i więcej torowe, a zelektryfikowanych było 37% linii [26].

3. Typy, stan liczbowy i wiek szynowych pojazdów spalinowych w dyspozycji przewoźników

Zdecydowana większość trakcyjnego taboru spalinowego jest w dyspozycji kilku kluczowych przewoźników. Należą do nich m.in.: PKP CARGO, PKP InterCity, PKP Linia Hutnicza Szerokotorowa, PKP Szybka Kolej Miejska w Trójmieście. Według Raportu Rocznej Grupy PKP za 2018 stan liczbowy taboru trakcyjnego, w tym spalinowego, był następujący [23]:

- Grupa PKP CARGO posiadała 2.352 lokomotywy, w tym 1.286 lokomotyw spalinowych (stan na 31 grudnia 2018 r.)
- Spółka PKP IC posiadała 363 lokomotywy (w tym siedem lokomotyw spalinowych wynajętych od kolei ČD), 74 elektryczne zespoły trakcyjne (20 szt. ED250, 20 szt. ED160, 20 szt. ED161 oraz 14 szt. ED74) i 2.114 wagonów pasażerskich (stan na 31 grudnia 2018 r.)
- Spółka PKP LHS posiadała 77 lokomotyw spalinowych (stan na koniec 2018 r.)
- PKP SKM w 2018 roku miała na stanie 13 spalinowych zespołów trakcyjnych, jednak od 9 grudnia 2018 roku ich liczba została ograniczona do 10 szt.

Lista typów i ilości s.z.t. w dyspozycji głównych przewoźników ujętych w tabl. 3 (dane za 2019 r.) jest przedstawiona w poniższej tabl. 6, a podobna lista dotycząca lokomotyw spalinowych będących w dyspozycji przewoźników ujętych w tabl. 3, w tabl. 7. Łącznie przewoźnicy dysponowali 244 spalinowymi zespołami trakcyjnymi [9, 10].

Według GUS pod koniec 2019 r. w Polsce było 2.149 czynnych lokomotyw spalinowych [25], a łącznie wyprodukowano ich 4.152 szt. [9].

Przykładowo, wg danych PKP LHS, średni wiek spalinowych lokomotyw liniowych wynosił 39 lat, natomiast manewrowych 42 lata. Także średni wiek spalinowych lokomotyw używanych przez pasażerskich

- PKP SKM: in 2018 it had 13 diesel multiple units, but since 9 December 2018 their number has been limited to 10 units.

List of types and quantities of diesel multiple units at the disposal of the main carriers given in table 3 (data for 2019) is presented in table 6, and a similar list concerning the diesel locomotives at the disposal of carriers included in table 3 is in the table 7 below. In total, the carriers had 244 diesel multiple units [9, 10].

operatorów w Polsce rośnie i na koniec 2018 roku wynosił 41,7 lat [18].

Warto podkreślić, że zarówno w przypadku lokomotyw spalinowych jak i elektrycznych, zakres planowanych inwestycji nie będzie miał dużego znaczenia dla średniego wieku taboru [38].

Lista spalinowych zespołów trakcyjnych w posiadaniu przewoźników w Polsce **Tabl. 6**
List of diesel multiple units in possession of carriers in Poland

Lp./Item	Przewoźnik/Typ s.z.t./Carrier/Type of diesel multiple units	SA101	SA102	SA103	SA105	SA106	SA107	SA108	SA109	SA123	SA130	SA131	SA132	SA133
1	Przewozy Regionalne	1	2	13	6	5	2	6	7			1	3	24
2	Koleje Mazowieckie													
3	PKP Intercity													
4	PKP SKM													3
5	SKM Warszawa													
6	Koleje Śląskie													
7	Koleje Dolnośląskie					1			2				1	
8	Koleje Wielkopolskie							4					11	

(cd)/Table 6 (cont.)

Lp./Item	Przewoźnik/Typ s.z.t./Carrier/Type of diesel multiple units	SA134	SA135	SA136	SA137	SA138	SA139	SA140	VI627	VI628	VI646	401Da	409Da	MR/MRD	Y
1	Przewozy Regionalne	17	8	12	7	3	11	2							
2	Koleje Mazowieckie		7						4	2					
3	PKP Intercity							2							
4	PKP SKM			7	2	1									
5	SKM Warszawa														
6	Koleje Śląskie					1									
7	Koleje Dolnośląskie	8	9				4								
8	Koleje Wielkopolskie	2					4								

Lista lokomotyw spalinowych w posiadaniu przewoźników w Polsce **Tabl. 7**
List of diesel locomotives in possession of carriers in Poland **Table 7**

Lp./Item	Carrier/Type of locomotive	SM03	SM04	SM30	SM31	SM32	SM42	SM48	SU42	SU45	SU46	SU160	T448
1	PKP Cargo	*		*	*	*		*		*	*		
2	DB Cargo				1		5						42
3	Lotos Kolej						*						
4	PKP LHS				1	1		7					
5	CTL Logistics/Train						5	13					
6	PUK Kolprem						*	*					
7	Orlen Kol - Trans						*			*			*

Tabl. 7 (cd)/ Table 7 (cont.)

Lp./Item	Carrier/Type of locomotive	S200	ST40	ST43	ST44	ST45	ST46	ST481)	BR232	Ls1000	Class 662)	MkDE
1	PKP Cargo			*	*	*	*	*				
2	DB Cargo		12		4				10	1	15	7
3	Lotos Kolej											
4	PKP LHS				61			7				
5	CTL Logistics/Train	*			2							
6	PUK Kolprem	*			*							
7	Orlen Kol - Trans				*				*			

* brak danych liczbowych/no numerical data
1) także jako 15D/ also as 15D
2) modernizacja SM42/ modernization of SM42

According to the Central Statistical Office, at the end of 2019 there were 2 149 active diesel locomotives in Poland [25], and 4 142 units were produced in total [9].

For example, according to PKP LHS data, the average age of diesel line locomotives was 39 years, whereas for the shunting ones was 42 years. Also, the average age of diesel locomotives used by passenger operators in Poland was growing and at the end of 2018 was 41.7 years [18].

It is worth to emphasize that in the case of both diesel and electric locomotives, the scope of planned investments will not have a significant importance for the average age of rolling stock [38].

4. Completed and planned purchases and modernizations of railway diesel vehicles

4.1. Activities of railway carriers

a) One of the largest operators operating on PKP PLK S.A. tracks is the PKP Cargo S.A. company having a large number of locomotives in its rolling stock, including diesel ones. Table 6 below presents the change of the numerical state of this carrier's locomotives in recent years.

Stan liczbowy lokomotyw PKP Cargo S.A. Tabl. 6 [21]
Numerical state of PKP Cargo S.A. locomotives Table 6 [21]

Wyszczególnienie	31/12/2019	31/12/2018	31/12/2017	31/12/2016	31/12/2015	31/12/2014	Zmiana 2019-2018
lokomotywy spalinowe	1 261	1 286	1 272	1 398	1 429	1 300	-25
w tym PKP CARGO S.A.	1 065	1 077	1 076	1 200	1 231	1 256	-12
lokomotywy elektryczne	1 079	1 066	1 062	1 173	1 173	1 162	13
w tym PKP CARGO S.A.	1 059	1 049	1 048	1 161	1 158	1 162	10
Razem	2 340	2 352	2 334	2 571	2 602	2 462	-12
w tym PKP CARGO S.A.	2 124	2 126	2 124	2 361	2 389	2 418	-2

Źródło: Opracowanie własne

The company signed an contract with a consortium of NEWAG S.A. and NEWAG LEASE Sp. z o.o. companies for the purchase of 31 new six-axle electric locomotives, with the schedule of contract assumed the delivery of seven locomotives equipped with the so-called diesel access module in the fourth quarter of 2019.

PKP CARGO S.A. participates with PESA Bydgoszcz S.A. and Łukasiewicz – Instytut Pojazdów Szynowych “TABOR” in Poznań in research and development works on the construction of a two-system autonomous locomotive. After two preliminary stages:

- development of technical assumptions and locomotive configuration and their verification by scientists of Łukasiewicz - IPS „TABOR”
- carrying out design and research works.

PESA will start the construction of a two-system, electric - diesel autonomous locomotive. The first vehicle will be tested by PKP CARGO.

The PKP CARGO S.A. company also executes the

4. Zrealizowane i planowane zakupy oraz modernizacje kolejowych pojazdów spalinowych

4.1. Działania przewoźników kolejowych

a) Jednym z największych operatorów działających na torach PKP PLK S.A. jest firma PKP Cargo S.A. posiadająca w swoim parku taborowym dużą liczbę lokomotyw, w tym także spalinowych. W tablicy 8 poniżej zestawiono zmianę stanu liczbowego lokomotyw tego przewoźnika w ostatnich latach.

Spółka podpisała umowę z konsorcjum firm NEWAG S.A. oraz NEWAG LEASE Sp. z o.o. na zakup 31 nowych sześciosiowych lokomotyw elektrycznych, przy czym harmonogram umowy zakładał dostawę w IV kw. 2019 r. 7 lokomotyw wyposażonych w tzw. spalinowy moduł dojazdowy.

PKP CARGO S.A. bierze udział z PESA Bydgoszcz S.A. i z Łukasiewicz - Instytutem Pojazdów Szynowych „TABOR” w Poznaniu w pracach badawczo - rozwojowych przy budowie dwusystemowej lokomotywy autonomicznej. Po dwóch etapach wstępnych:

- opracowanie założeń technicznych i konfiguracji lokomotywy i ich weryfikacji przez naukowców z IPS „TABOR”
- realizacja prac projektowych i badawczych, PESA przystąpi do budowy dwusystemowej, elektryczno - spalinowej lokomotywy autonomicznej. Pierwszy pojazd będzie testowany przez PKP CARGO.

Spółka PKP CARGO S.A. realizuje też umowę, na podstawie której NEWAG Group S.A. w latach 2018? 2021 wykona naprawy główne poziomu P5 połączone z modernizacją 60 lokomotyw spalinowych serii SM48. Seria SM48 zmieniona zostanie na typ ST48, czyli zmieni się przeznaczenie lokomotyw z manewrowych na liniowe. W 2019 r. wykonano 20 takich modernizacji.

W trakcie realizacji jest także umowa, na podstawie której w latach 2019? 2020 PESA Bydgoszcz S.A. wykonana naprawy poziomu P5 połączone z modernizacją 38 lokomotyw spalinowych serii ST44. W 2019 r. wykonano 9 takich modernizacji.

contract under which NEWAG Group S.A. in 2018-2021 will perform the main repairs of the P5 level combined with the modernization of 60 diesel locomotives of SM48 series. The SM48 series will be changed to the ST48 type that the use of locomotives will be changed from shunting to line. 20 such modernizations were carried out in 2019.

A contract is also being implemented, based on which, in the years 2019–2020 PESA Bydgoszcz S.A. carries out the repairs of P5 level combined with modernization of 38 diesel locomotives of ST44 series. Nine (9) such modernizations were made in 2019.

b) In July 2017 the contract was signed between PKP LHS and NEWAG S.A. for the modernization of ten (10) ST44 diesel locomotives with a change to type 311Da. The original schedule assumed the delivery of one unit (1) per month [17].

c) On 25 September 2013 NEWAG S.A. signed a contract with PKP Intercity for the modernization of 20 diesel locomotives of type SM42. The modernization will increase the power of the locomotives to the level of 800-1000 kW, and the maximum speed to 90 km/h. Apart from replacing the diesel engine with a new type, the vehicles will be equipped with devices to supply trainsets with electric energy. The modernized rolling stock will have declarations of compliance with the applicable environmental, safety and TSI (technical interoperability specifications) and Directive 2004/26 specifying the requirements for pollution emitted by diesel engines of railway vehicles [16].

d) In 2019 PKP Intercity chose H. Cegielski – Fabryka Pojazdów Szynowych in Poznań as the contractor of modernization of thirteen (13) SM42 diesel shunting locomotives.

Locomotives of the SM42 series will be modernized to two-aggregate ones with the function of supplying wagons with electric energy. The locomotives will gain the modern diesel engines that meet the Stage IIIB standard of exhaust gas emission. New solutions will be introduced, including microprocessor control that will improve the safety of locomotives and reduce the fuel consumption. Noise and vibrations, both emitted to the environment and those negatively affecting the personnel operating the locomotive and passengers, will be reduced.

The modernized locomotives will be used especially for shunting work. Moreover, they will be able to be used to service the temporarily closed parts of the routes due to the modernization of railway lines, to service the trains in emergency situations related to traction damage, and seasonally started trains riding on the non-electrified routes [19].

4.2. Activities taken by producers

Polish producers have the various types of railway vehicles in their production package, including diesel

b) W lipcu 2017 roku pomiędzy PKP Linia Hutnicza Szerokotorowa Spółka z o.o. a NEWAG S.A. została podpisana umowa na modernizację 10 lokomotyw spalinowych ST44 ze zmianą na typ 311Da. Pierwotny harmonogram zakładał dostawę jednej sztuki miesięcznie [17].

c) NEWAG S.A. podpisał 25 września 2013 r. umowę z PKP Intercity na modernizację 20 lokomotyw spalinowych typu SM42. Modernizacja zwiększy moc lokomotyw do poziomu 800-1000 kW, a maksymalną prędkość do 90 km/h. W pojazdach, oprócz wymiany silnika spalinowego na nowy typ, będą zainstalowane urządzenia umożliwiające zasilanie składów pociągów w energię elektryczną. Zmodernizowany tabor będzie posiadał deklaracje zgodności z obowiązującymi normami środowiskowymi, bezpieczeństwa i TSI (Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności) oraz Dyrektywą 2004/26 określającą wymagania w zakresie zanieczyszczeń emitowanych przez silniki spalinowe pojazdów kolejowych [16].

d) PKP Intercity w 2019 r. wybrało H. Cegielski - Fabrykę Pojazdów Szynowych w Poznaniu na wykonawcę modernizacji 13 spalinowych lokomotyw manewrowych SM42.

Lokomotywy te zostaną zmodernizowane na dwuagregatowe z funkcją zasilania wagonów w energię elektryczną. Lokomotywy zyskają nowoczesne silniki spalinowe spełniające normę emisji spalin na poziomie Stage IIIB. Wprowadzone będą nowe rozwiązania, m.in. mikroprocesorowe sterowanie mające poprawić bezpieczeństwo pracy lokomotyw i zmniejszyć zużycie paliwa. Obniżony zostanie hałas i drgania, zarówno emitowane do otoczenia, jak i te negatywnie wpływające na personel obsługujący lokomotywę.

Zmodernizowane lokomotywy będą wykorzystywane przede wszystkim do pracy manewrowej. Ponadto będą mogły być wykorzystywane do obsługi części szlaków czasowo zamykanych z uwagi na modernizację linii kolejowych, do obsługi pociągów w awaryjnych sytuacjach związanych z uszkodzeniami trakcji oraz sezonowo uruchamianych składów, prowadzonych po nieelektryfikowanych szlakach [19].

4.2. Działania podjęte przez producentów

Polscy producenci w swoim pakiecie produkcyjnym mają różnego rodzaju pojazdy kolejowe, w tym także spalinowe. Przykładowo H. Cegielski - Fabryka Pojazdów Szynowych oferuje zespoły trakcyjne z różnego rodzaju napędem:

- dwunapędowe elektryczno - spalinowe
- elektryczne
- spalinowe [8].

Fabryka pojazdów szynowych NEWAG S.A. także wykonuje kompletną modernizację lokomotyw spalinowych SM42 i SM48 jako typy 18I, 6DI, 6Dg,

ones. For example, H. Cegielski - Fabryka Pojazdów Szynowych offers multiple units with their own drive:

- two-drive electric-diesel
- electric
- diesel [8].

NEWAG S.A. rail vehicle factory also performs the complete modernization of SM42 and SM48 diesel locomotives as types SM42 and SM48 as types 18I, 6Dl,6Dg, 15/16D and diesel multiple units. Figures 3 and 4 present the examples of such modernized vehicles [14, 15].

The process of modernization of the locomotives presented above includes the construction of a completely new body, the use of new engines and power generators. The cabs are equipped with the modern control systems and a digital monitoring system. Cameras mounted on the front and in the driver's cab increase the view of the trail and significantly make maneuvering work easier.

Modernization of the diesel multiple units provides high driving dynamics, speed up to 120 km/h and low fuel consumption. The modernized units offer a functional and modern interior of the passenger compartment equipped with air conditioners and comfortable seats. Advanced drive technology, vehicle suspension and soundproofing the passenger compartment will give a high level of travel comfort. Modernizations are also a significant part of the production of another key Polish producer of rail vehicles, which is PESA Bydgoszcz. The drive systems, that are modernized there, are mainly subject to modernization, which results are:

- extended engine life
- reduction of maintenance costs by about 50%
- savings of fuel consumption by 15 - 25%
- double reduction of engine oil consumption
- increased mileages between repairs
- improvement of vehicle reliability and driver's working conditions
- increasing the power of the locomotive by up to 50%.

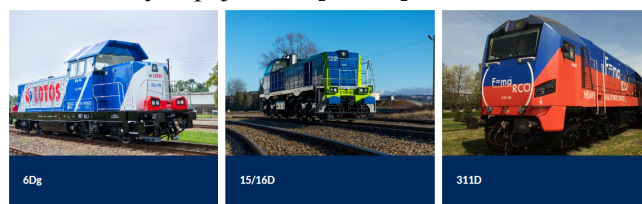
Modern, economical diesel engines and generators of leading world producers are used. In order to improve the aesthetics and comfort of work, driver's cabs are subject to a thorough reconstruction.

The first locomotive modernized by PESA in accordance with this idea is the SM42 in two-aggregate version. Two-aggregate drive eliminates disproportionate high fuel consumption, which is a typical problem of classic shunting locomotives.

Application of two-aggregate in the modernized locomotives brings a number of benefits:

- diesel engine operation with higher efficiency gives lower fuel consumption
- visibility from the driver's cab is improved as a result of the lowering of the machine rooms when installing the diesel engines of smaller dimensions

15/16D oraz spalinowych zespołów trakcyjnych. Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono przykłady takich zmodernizowanych pojazdów [14, 15].



Rys. 3. Przykłady modernizowanych lokomotyw spalinowych
Fig. 3. Examples of modernized diesel locomotives



Rys. 4. Przykłady modernizowanych s.z.t.
Fig. 4. Examples of modernized diesel multiple units.

Proces modernizacji wyżej pokazanych lokomotyw obejmuje budowę całkowicie nowego nadwozia, zastosowanie nowych silników i agregatów prądotwórczych. Kabiny wyposażone zostają w nowoczesne systemy sterowania i cyfrowy system monitoringu. Kamery zamontowane na czołach oraz w kabinie maszynisty zwiększają pole widzenia szlaku i znacznie ułatwiają prace manewrowe.

Modernizacja s.z.t. zapewni lepszą dynamikę jazdy, prędkość do 120 km/h oraz niskie zużycia paliwa. Zmodernizowane zespoły oferują funkcjonalny i nowoczesny wystrój przedziału pasażerskiego wyposażonego w klimatyzatory i wygodne fotele. Zaawansowana technologia napędu, zawieszenia pojazdu oraz wyciszenie kabiny pasażerskiej da wysoki komfort podróży.

Modernizacje są także znaczącą częścią produkcji kolejnego kluczowego polskiego producenta pojazdów szynowych, jakim jest PESA Bydgoszcz. Wykonywanym tam modernizacjom podlegają głównie układy napędowe, czego efektem jest:

- wydłużenie żywotności silnika
- obniżenie kosztów utrzymania o ok. 50%
- oszczędność w zużyciu paliwa o 15 - 25%
- dwukrotne obniżenie zużycia oleju silnikowego
- zwiększenie przebiegów między naprawami
- poprawa niezawodności pojazdu i warunków pracy maszynisty
- podniesienie mocy lokomotywy nawet o 50%.

Stosowane są nowoczesne, ekonomiczne silniki spalinowe i prądnice czołowych producentów światowych. W celu poprawy estetyki i komfortu pracy gruntownej przebudowie podlegają również kabiny maszynisty. Pierwszą lokomotywą zmodernizowaną przez PESA zgodnie z tą ideą jest SM42 w wersji dwuagregatowej. Dwuagregatowy napęd eliminuje niewspółmiernie

- the costs of purchasing and repairing the diesel engine are lower as a result of using a typical, mass-produced engine for working machines, but meeting the current railway requirements in the field of exhaust gas emissions
- maintenance costs are reduced as a result of:
 - extending the mileage of locomotive for periodic repair
 - less wear of engine parts
 - lower prices for spare parts
 - less oil consumption
- increasing the technical readiness rate
- enabling the quick replacement of container with a damaged or planned sub-assembly to be repaired as a result of modular construction
- increasing the locomotive's tractive force by increasing adhesion as a result of better mass distribution [6].

The activity of Polish producers is not limited to presenting the offers for the delivery of modern vehicles. They submitted the following applications with proposal for implementation of traction vehicles with diesel drive [1] as part of the INNOTABOR Sector Program to the National Center for Research and Development:

- locomotive platform with advanced diesel-electric (multi-system) drive systems
- electric-diesel shunting locomotive with power of approx. 1 MW
- modernization of the shunting-line diesel locomotive through the use of a modern gas-powered diesel engine
- light two-section rail bus with a double power unit for transport services in regional traffic.

4.3. Plans of provincial authorities

The Polish producers' proposals are usually ahead of the provincial authorities' plans to purchase and modernize the railway vehicles included in their development strategies. Below there are excerpts from some of the strategies related to rolling stock, from which it can be guessed that they may also apply to diesel vehicles:

- a) Dolnośląskie Province: " Replacement and modernization of regional, metropolitan, agglomeration rolling stock and local public transport system " [29].
- b) Kujawsko-Pomorskie Province: " Undertakings identified so far: The plan of the province is limited to the purchase of modern rolling stock for regional connections on electrified lines " [30].
- c) Łódź Province: " Implementation and modernization of the transport system to improve connections between settlement centres " [31].
- d) Małopolska Province: " Activities for the development of public transport. Purchase of

wysokie zużycie paliwa, co jest typowym problem klasycznych lokomotyw manewrowych.

Zastosowanie dwugregatowości w modernizowanych lokomotywach przynosi szereg korzyści:

- praca silnika spalinowego o wyższej sprawności powoduje mniejsze zużycie paliwa
- poprawiona jest widoczność z kabiny maszynisty w wyniku obniżenia przedziałów maszynowych przy zabudowie silników spalinowych o mniejszych gabarytach
- mniejsze są koszty zakupu i napraw silnika spalinowego w wyniku zastosowania typowego, produkowanego seryjnie silnika do maszyn roboczych, jednakże spełniającego aktualne wymagania kolejowe w zakresie emisji spalin
- mniejsze są koszty utrzymania w wyniku:
 - wydłużenia przebiegu lokomotywy do naprawy okresowej
 - mniejszego zużycia części silników
 - niższych cen części zamiennych
 - mniejszego zużycia oleju
- zwiększenie wskaźnika gotowości technicznej
- umożliwienie szybkiej wymiany kontenera z uszkodzonym bądź planowanym do naprawy podzespołem w wyniku modułowej konstrukcji
- zwiększenie siły pociągowej lokomotywy przez zwiększenie przyczepności w wyniku lepszego rozłożenia mas [6].

Z przedstawionych informacji wynika, że zakres modernizacji oferowanych przez producentów jest szerszy niż w realizowanych kontraktach.

Aktywność polskich producentów nie ogranicza się tylko do przedstawiania ofert dostawy nowoczesnych pojazdów. Zgłosili oni do Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Sektorowego INNOTABOR następujące wnioski z propozycją realizacji pojazdów trakcyjnych z napędem spalinowym [1]:

- platforma lokomotyw z zaawansowanymi spalinowo - elektrycznymi (wielosystemowymi) układami napędowymi
- elektryczno - spalinowa lokomotywa manewrowa o mocy ok. 1 MW
- modernizacja lokomotywy spalinowej manewrowo - liniowej poprzez zastosowanie nowoczesnego silnika spalinowego zasilanego gazem
- lekki dwuczłonowy autobus szynowy z podwójnym zespołem napędowym, do realizacji przewozów w ruchu regionalnym.

4.3. Plany władz wojewódzkich

Propozycje polskich producentów wyprzedzają z reguły plany władz wojewódzkich co do zakupów i modernizacji pojazdów kolejowych ujętych w ich strategiach rozwoju. Poniżej przytoczone zostały fragmenty niektórych strategii dotyczących taboru kolejowego, z których można tylko domyślać się, że mogą dotyczyć także pojazdów spalinowych:

- rolling stock for servicing the connections within the Province " [28].
- e) Mazowieckie Province: " Modernization of railway lines and rolling stock will increase the importance of railway transport in national as well as international communication " [32].
 - f) Opole Province: The needs of the Opole province have also been diagnosed in the range of rolling stock purchase. Apart from the modernization of main and local railway lines (including the reconstruction of stations, stops and other accompanying infrastructure), the purchase of rolling stock is planned [33]
 - g) Podkarpackie Province: In the development strategy of this province it is found that investments in modern rolling stock are also necessary [27].
 - h) Pomorskie Province: In the development plans of province it is found that the developed public transport will be characterized by high quality of provided services (e.g. thanks to improvement of infrastructure and rolling stock [34].
 - i) Świętokrzyskie Province: "A number of sub-activities concerning, among others, modernization and extension of the Świętokrzyskie railway infrastructure and around it, purchase of modern rolling stock, optimization of the network of connections and promotion of railway transport" [35].
 - j) Wielkopolska Province: " Purchase and revitalisation of rolling stock and extension of the rolling stock maintenance system " [36].
 - k) Zachodniopomorskie Province: In January 2010, thanks to the funds of the Regional Operational Programme of Zachodniopomorskie Province (ROP - WZ), ten modern rail buses with diesel drive were bought. The bought rolling stock will be used primarily for the regional connection services: Szczecin - Goleniów - Kołobrzeg - Koszalin (No. 402); Szczecin - Szczecinek - Chojnice (No. 210); Szczecin - Wałcz - Piła (No. 403) [37].

It is worth to mention that the Polish Chamber of Railway Equipment Producers and Railway Service Providers was planning to organize the XVII Conference "Modernization of rolling stock - purchase and maintenance" on days 3÷5 June 2020, the organization of which for known reasons will have to be postponed in time [5].

4.4. Development works on hydrogen supply of traction vehicles

Problems related to exhaust gas emissions have caused the works on alternative energy sources. An example of such works are analyses concerning the advanced technologies for the use of hydrogen in light suburban vehicles on the non-electrified routes [2].

- a) województwo dolnośląskie: "Wymiana i modernizacja taboru regionalnego, metropolitalnego, aglomeracyjnego i lokalnego systemu transportu publicznego" [29].
- b) województwo kujawsko - pomorskie: "Dotychczas zidentyfikowane przedsięwzięcia: Plan województwa ogranicza się do zakupu nowoczesnego taboru kolejowego dla połączeń regionalnych na liniach zelektryfikowanych" [30].
- c) województwo łódzkie: "Realizacja i modernizacja systemu transportowego w celu poprawy powiązań między ośrodkami osadniczymi" [31].
- d) województwo małopolskie: "Działania na rzecz rozwoju transportu zbiorowego. Zakup taboru kolejowego do obsługi połączeń na terenie województwa" [28].
- e) województwo mazowieckie: "Modernizacja linii kolejowych i taboru zwiększy znaczenie transportu kolejowego w komunikacji krajowej, jak też międzynarodowej" [32].
- f) województwo opolskie: zdiagnozowane zostały potrzeby województwa opolskiego także w zakresie zakupu taboru kolejowego. Oprócz modernizacji linii kolejowych magistralnych oraz lokalnych (obejmującej między innymi odbudowę dworców, przystanków oraz pozostałej towarzyszącej infrastruktury planuje się zakup taboru kolejowego [33].
- g) województwo podkarpackie: w strategii rozwoju tego województwa stwierdza się, że konieczne są również inwestycje w nowoczesny tabor kolejowy [27].
- h) województwo pomorskie: w planach rozwoju województwa stwierdzono, że rozwinięty transport zbiorowy będzie cechował się wysoką jakością świadczonych usług (m.in. dzięki poprawie stanu infrastruktury i taboru [34].
- i) województwo świętokrzyskie planuje: "Szereg poddziałań, dotyczących m.in. modernizacji i rozbudowy świętokrzyskiej infrastruktury kolejowej i około kolejowej, zakupu nowoczesnego taboru, optymalizacji siatki połączeń oraz promocji transportu kolejowego" [35].
- j) województwo wielkopolskie: "Zakup i rewitalizacja taboru kolejowego oraz rozbudowa systemu utrzymania taboru kolejowego" [36].
- k) województwo zachodniopomorskie: w styczniu 2010 roku dzięki środkom Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Zachodniopomorskiego (RPO - WZ) zakupionych zostało dziesięć nowoczesnych autobusów szynowych o napędzie spalinowym. Zakupiony tabor kolejowy przeznaczony będzie przede wszystkim do obsługi połączeń regionalnych: Szczecin - Goleniów - Kołobrzeg - Koszalin (nr 402); Szczecin - Szczecinek - Chojnice (nr 210); Szczecin - Wałcz - Piła (nr 403) [37].

The first hydrogen cell-powered vehicle in the world went on track on 16 September 2018 in Bremervörde in Germany, and a day later two trains were included in the passenger service in Lower Saxony. The train called Coradia iLint was built at the Alstom plant in Salzgitter in Germany. It reaches a speed of 140 km/h, on one refueling it can move all day, and thanks to full autonomy it can travel up to 1 000 km. The Polish rolling stock producers have engaged in several projects, the effect of which is to be the production of new and modernization of currently operated vehicles through the use of hydrogen fuel to power the engine [22].

Bibliography / Bibliografia

- [1] *Agenda badawcza programu sektorowego INNOTA-BOR. Innowacyjny tabor szynowy do przewozów pasażerskich, towarowych i specjalnego przeznaczenia.* Warszawa 15.07.2016
- [2] *D'Ovidio G., Carpenito A., Masciovecchio C., Ometto A.: Preliminary analysis on advanced technologies for hydrogen light-rail train application in sub-urban non electrified routes. National Scientific Seminar SIDT. Politecnico Di Bari. 14-15.09.2017. University of L'Aquila ITALY*
- [3] *Electrification of U.S. Railways: Pie in the sky, or realistic goal?*
<https://www.eesi.org/articles/view/electrification-of-u.s.-railways-pie-in-the-sky-or-realistic-goal>
- [4] <http://mapa.plk-sa.pl/>
- [5] <http://www.modernizacjatoru.pl/xvii-konferencja>
- [6] http://www.pesa.pl/wp-content/uploads/2018/07/naprawy_PL.pdf
- [7] <http://www.usa.xmc.pl/transport-w-usa/>
- [8] <https://fjpspzn.pl/>
- [9] https://pl.wikipedia.org/wiki/Lista_lokomotyw_spalinowych_eksploatowanych_w_Polsce
- [10] https://pl.wikipedia.org/wiki/Lista_spalinowych_zespo%C5%82%C3%B3w_trakcyjnych_i_wagon%C3%B3w_eksploatowanych_w_Polsce
- [11] <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-to/15775,Dane-eksploatacyjne-w-2020-rMonthly-Statistics-2020.html>
- [12] <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-pa/15767,Dane-eksploatacyjne-w-2020-rMonthly-statistics-2020.html>
- [13] https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2020/01/191021_anteil_elektrifizierter_s_trecken_im_staatlichen_eisenbahnnetz.pdf
- [14] <https://www.newag.pl/nasza-oferta/lokomotywy-spalinowe/>
- [15] <https://www.newag.pl/nasza-oferta/spalinowe-zespoły-trakcyjne/>
- [16] <https://www.newag.pl/newag-s-a-podpisał-kontrakt-na-modernizację-20-lokomotywy-spalinowych-z-pkp-intercity/>

Warto wspomnieć, że Polska Izba Producentów Urządzeń i Usług na Rzecz Kolei planowała zorganizować w dniach 3-5 czerwca 2020 r. XVII Konferencję „Modernizacja taboru szynowego - zakup i utrzymanie”, której organizacja z wiadomych powodów będzie musiała być odroczone w czasie [5].

4.4. Prace rozwojowe nad wodorowym zasilaniem pojazdów trakcyjnych

Problemy związane z emisją spalin spowodowały uruchomienie prac nad alternatywnymi źródłami energii. Przykładem takich prac są analizy dotyczące zaawansowanych technologii dla zastosowania wodoru w lekkich pojazdach podmiejskich na trasach niezelektryfikowanych [2].

Pierwszy na świecie pojazd napędzany ogniwami wodorowymi wyjechał na tory 16 września 2018 roku w Bremervörde w Niemczech, a dzień później dwa składki zostały włączone do obsługi pasażerskiej w Dolnej Saksonii. Pociąg o nazwie Coradia iLint zbudowany został w zakładach Alstom w Salzgitter w Niemczech. Osiąga prędkość 140 km/h, na jednym tankowaniu może poruszać się przez cały dzień, a dzięki pełnej autonomii może pokonać do 1.000 km. Polscy producenci taboru zaangażowali się w kilka projektów, których efektem ma być produkcja nowych i modernizacja obecnie eksploatowanych pojazdów poprzez zastosowanie paliwa wodorowego do zasilania silnika [22].

- [17] <https://www.newag.pl/skrocenie-terminu-modernizacji-lokomotyw-311da-dla-pkp-lhs/>
- [18] <https://www.rynek-kolejowy.pl/mobile/spalinowe-lokomotywy-u-przewoźników-pasażerskich-sa-bardzo-stare-93119.html>
- [19] <https://www.tvp.info/43066955/spalinowe-lokomotywy-z-mikroprocesorami-pkp-intercity-modernizuje-tabor>
- [20] <https://www.wnp.pl/budownictwo/pkp-plk-ponad-100-mln-zl-na-elektryfikacje-linii-kolejowej-rzeszow-ocice,317834.html>
- [21] *Jednostkowy raport roczny PKP Cargo S.A. za rok 2019.*
<https://www.pkpcargo.com/media/956438/jednostkowy-raport-roczny-za-2019-rok.pdf>
- [22] *Radomski M.: Pociągi wodorowe na polskich torach? To możliwe już w 2022 roku, ale do rozwiązania jest kilka problemów. 12.09.2019.*
<https://fleetguru.eu/pl/biznes/>
- [23] *Raport Roczny Grupy PKP za 2018.* Warszawa 1.09.2019
- [24] *Raport roczny PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. za 2018 rok*
- [25] *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej.* Warszawa 2019
- [26] *Strategia Rozwoju Społeczno-Gospodarczego Województwa Warmińsko-Mazurskiego do roku 2020.* Olsztyn, 2005
- [27] *Strategia Rozwoju Województwa - Podkarpackie 2020.* Rzeszów, sierpień 2013 r
- [28] *Strategia Rozwoju Województwa „Małopolska 2030”.* Kraków, 29 sierpnia 2019 r.

- [29] *Strategia rozwoju Województwa Dolnośląskiego 2020. 2013*
- [30] *Strategia rozwoju Województwa Kujawsko - Pomorskiego do roku 2020 - Plan modernizacji 2020+. Toruń, 21 października 2013*
- [31] *Strategia Rozwoju Województwa Łódzkiego na lata 2007 - 2020. Łódź, styczeń 2006*
- [32] *Strategia rozwoju województwa mazowieckiego do 2030 roku. Innowacyjne Mazowsze. Załącznik do Uchwały nr 158/13 Sejmiku Województwa Mazowieckiego z dnia 28 października 2013 r.*
- [33] *Strategia rozwoju województwa opolskiego. Urząd Marszałkowski Województwa Opolskiego 2005*
- [34] *Strategia Rozwoju Województwa Pomorskiego 2020*
- [35] *Strategia rozwoju Województwa Świętokrzyskiego do roku 2020. Kielce ,lipiec 2013 r.*
- [36] *Strategia rozwoju województwa wielkopolskiego do 2030 roku. Poznań, 27 stycznia 2020 roku*
- [37] *Strategia Rozwoju Województwa Zachodniopomorskiego. Szczecin, czerwiec 2010*
- [38] *Tabor kolejowy przewoźników towarowych - stan obecny i plany do 2023 r. <https://utk.gov.pl/pl/dokumenty-i-formularze/opracowania-urzedu-tran/14279,Tabor-kolejowy-przewoznikow-towarowych-stan-obecny-i-plany-do-2023-r.html>*