

**POSTĘPY W INŻYNIERII MECHANICZNEJ
DEVELOPMENTS IN MECHANICAL ENGINEERING**

14(7)/2019, 75–85

Czasopismo naukowo-techniczne – Scientific-Technical Journal

Anna DZIOBA¹, Sebastian KILIMNIK²,
Łukasz MUŚLEWSKI³, Marietta MARKIEWICZ⁴

**INFRASTRUKTURALNE UWARUNKOWANIA
WDROŻENIA ZESTAWÓW MODUŁOWYCH EMS
W SAMOCHODOWYM TRANSPORCIE DROGOWYM**

Streszczenie: Celem pracy jest analiza możliwości i celowości wdrożenia pojazdów modułowych do transportu towarowego. Przedstawiono regulacje prawne, scharakteryzowano pojazdy modułowe stosowane w niektórych krajach europejskich oraz na innych kontynentach, a także wymieniono zalety i wady związane z użytkowaniem tego typu pojazdów. Przedstawiono również kwestie związane z warunkami infrastruktury technicznej dla EMS (*European Modular Systems*), omówiono aspekty bezpieczeństwa ruchu drogowego, emisji spalin oraz efektywności paliwowej związanej z wdrażaniem tego typu pojazdów. W końcowej części opracowania przedstawiono przykład zastosowania EMS w rzeczywistym przedsiębiorstwie transportowym wraz z wynikającymi z tego korzyściami.

Słowa kluczowe: systemy modułowe, efektywność, pociągi drogowe, infrastruktura, bezpieczeństwo

1. WPROWADZENIE

Lata 30. XX wieku uważane są za początek użytkowania pociągów ciężarowych na świecie. Australia jest pierwszym krajem, w którym spotykać można się z tego typu pojazdami. W Australii towary musiały być przewożone pomiędzy miastami, na długie odległości. Kolej nie była w tym czasie dobrze rozwinięta, więc pojawił się pomysł, aby wprowadzić pociągi drogowe. Obecnie wykorzystywane są one także na drogach Ameryki Północnej i Południowej (w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Meksyku) oraz w niektórych krajach Europy (Finlandii, Szwecji, Danii, Holandii, Czechach).

Pierwszym krajem europejskim, który zaczął wykorzystywać ciągniki modułowe, była Szwecja. W roku 1993, wprowadzono tam do eksploatacji pojazdy o masie całkowitej 60 ton, a trzy lata później dopuszczono do ruchu pojazdy o długości 25,25 m. W tym samym czasie dość szybko rozwijała się infrastruktura drogowa i magazynowa, centra logistyczne i terminale, dlatego też blisko 90% dróg publicznych w Szwecji daje możliwość przewozu ładunków z wykorzystaniem pojazdów ponadgabarytowych [1, 2]. Od roku 1988 inwestowano w infrastrukturę drogową, po to, aby podnieść dopuszczalną nośność powierzchni.

¹ mgr inż. Anna DZIOBA, Kujawska Szkoła Wyższa we Włocławku, e-mail: annadzioba1@gmail.com

² mgr inż. Sebastian KILIMNIK, UTP Bydgoszcz, e-mail: sebastian.kilimnik@gmail.com

³ dr hab. inż. Łukasz MUŚLEWSKI, prof. UTP Bydgoszcz, e-mail: l.muslewski@wp.pl

⁴ dr inż. Marietta MARKIEWICZ, UTP Bydgoszcz, e-mail: marietta.markiewicz@utp.edu.pl

Udział pociągów drogowych w Szwecji przekroczył 50%. Wykorzystywane są one przede wszystkim do przewozu ładunków charakteryzujących się dużą objętością względem masy [12].

2. REGULACJE PRAWNE DOTYCZĄCE EUROPEJSKICH SYSTEMÓW MODUŁOWYCH (EMS)

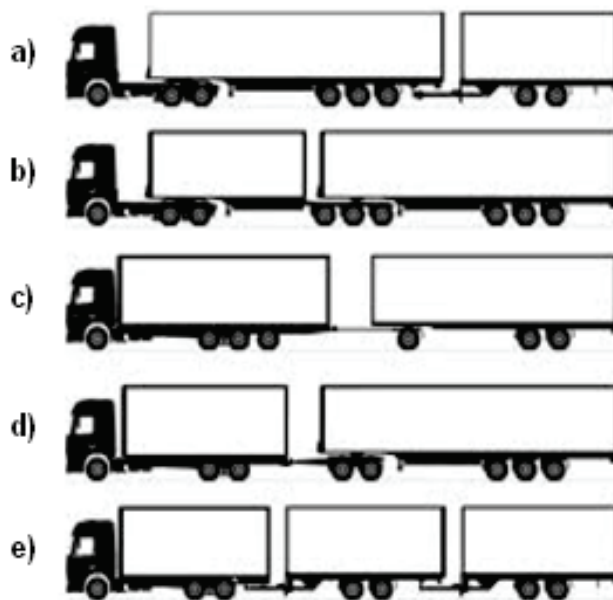
Europejski System Modułowy (EMS) jest to koncepcja, która pozwala na zastosowanie kombinacji istniejących jednostek ładunkowych, tzw. modułów w dłuższych i większych zestawach pojazdów, na niektórych częściach sieci drogowej. EMS nazywany jest również „koncepcją modułową”, zdefiniowaną w *Dyrektywie Rady 96/53/WE z dnia 25 lipca 1996 r. ustanawiającej dla niektórych pojazdów drogowych poruszających się na terytorium Wspólnoty maksymalne dopuszczalne wymiary w ruchu krajowym i międzynarodowym oraz maksymalne dopuszczalne obciążenia w ruchu międzynarodowym* [15].

EMS opiera się przede wszystkim na pojazdach transportowych aktualnie eksploatowanych w Europie. Składa się z ciągnika siodłowego lub samochodu ciężarowego, przegubowej przyczepy siodłowej o długości 13,7 m oraz przyczepy o długości 7,82 m. Oprócz pojazdów standardowych pojazd EMS wyposażony jest w dodatkowe elementy niestandardowe:

- a) wózek 2-osiowy (zwany wózkiem),
- b) specjalną, 3-osiową przyczepę przegubową o długości 7,82 m z wyjmowalnym kontenerem/nadwoziem z przodu, wyposażoną w siodło do zaczepienia innej przyczepy przegubowej.

Biorąc pod uwagę ww. pojazdy transportowe, utworzyć można 5 konfiguracji układów modułowych o łącznej maksymalnej dopuszczalnej masie całkowitej równej 60 ton i długości 25,25 m, co zobrazowano na rysunku 1:

- a) konfiguracja A – 2/3-osiowy siodłowy ciągnik siodłowy sprzężony z 3-osiową przyczepą przegubową 13,6 m, zaczepianą z przyczepą z osią centralną o długości do 7,82 m,
- b) konfiguracja B – 2/3-osiowy ciągnik siodłowy połączony ze specjalną przyczepą przegubową do zaczepienia na standardowej przyczepie przegubowej 13,6 m,
- c) konfiguracja C – podwozie 4-osiowe 8×2/8×4, zaczepiane na przyczepie 3-osiowej,
- d) konfiguracja D – 3-osiowe podwozie 6×2/6×4 zaczepiane wózkiem widłowym z 3-osiową przyczepą przegubową 13,6 m,
- e) konfiguracja E – 2-osiowe podwozie zaczepiane z dwoma przyczepami tandemowymi z centralną osią, długość 7,82 m [11].



Rys. 1. Możliwe konfiguracje systemów modułowych [11]

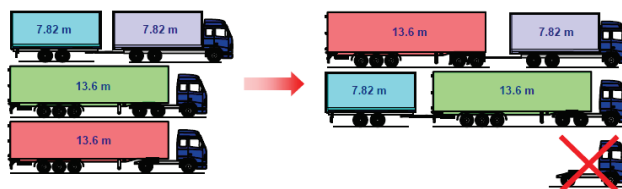
Fig. 1. Modular system configurations [11]

Dyrektywa reguluje warunki ruchu pojazdów drogowych na terenie Unii Europejskiej w zakresie dopuszczanych, największych wymiarów pojazdów oraz ich masy, jednocześnie pozwalając państwom członkowskim na dopuszczenie na swoim terytorium do ruchu pojazdów odbiegających od parametrów wymienionych w tej dyrektywie. Regulowane to może być wewnętrznie na podstawie specjalnych zezwoleń wydanych przez właściwe organy państw członkowskich [3].

Wiele krajów europejskich korzysta z tych odstępstw i wewnętrznie reguluje przewozy na swoim terytorium; są to: Finlandia, Belgia, Szwecja, Niemcy, Dania, niektóre części Norwegii, od niedawna również Czechy. Na podstawie koncepcji modułowej długość systemów modułowych może wynosić 25,25 m, a ich masa całkowita nie może przekraczać 60 t, aczkolwiek w niektórych krajach eksperymentuje się również z dłuższymi i cięższymi zestawami [4, 8].

3. ANALIZA I KONCEPCJA WDROŻENIA MODUŁOWYCH SYSTEMÓW TRANSPORTOWYCH

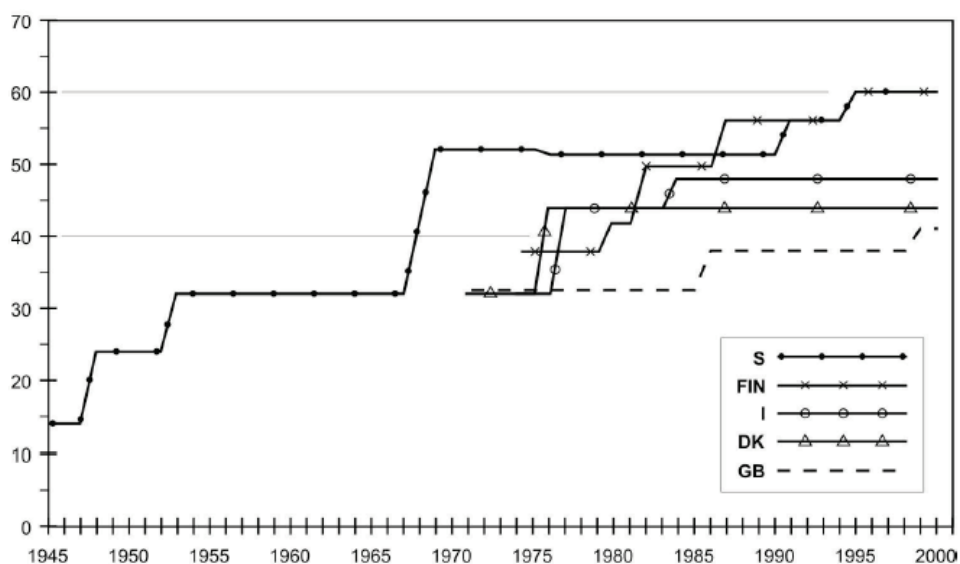
Obecnie w Europie taka sama ilość ładunku przewożona jest przez trzy „krótsze” standardowe zespoły pojazdów, dopuszczone do ruchu na drogach Unii Europejskiej zgodnie z ww. dyrektywą. System EMS umożliwia przewiezienie tej samej ilości ładunku dwóm zespołom pojazdów modułowych. Koncepcja ta zilustrowana została na rysunku 2 [6].



Rys. 2. Koncepcja systemu EMS składającego się z dwóch pojazdów w porównaniu ze standardowym układem pojazdu [6]

Fig. 2. The concept of an EMS system consisting of two vehicles compared to a standard vehicle system [6]

W ciągu ostatnich 55 lat dopuszczalna masa pojazdów w Unii Europejskiej wzrosła z 15 do 60 ton (rys. 3). Zwiększanie dopuszczalnych technicznych parametrów w Unii Europejskiej jest wspierane przez państwa członkowskie, które wcześniej zezwoliły na poruszanie się pojazdów ponadgabarytowych na terenie swojego kraju, na co – jak wcześniej wspomniano – zezwala prawo [9].



Rys. 3. Zmiana dopuszczalnej maksymalnej masy pojazdu w wybranych krajach europejskich od 1945 roku (w tonach) [9]

Fig. 3. Change of the permissible vehicle weight in selected European Union countries since 1945 (in tonnes) [9]

W krajach europejskich jest wielu zwolenników „pociągów drogowych”, w tym producenci samochodów ciężarowych i organizacje sektora ruchu drogowego. Następstwem tego będzie zmniejszenie liczby samochodów ciężarowych, a tym samym zapewnienie większej ładowności, co z kolei przyczyni się do poprawy drożności głównych dróg i autostrad oraz zmniejszenia emisji spalin.

Kolejną zaletą wprowadzenia modułowych systemów transportowych jest redukcja kosztów transportu o blisko 20-25% na jedną jednostkę ładunkową [15].

W Europie eksploatacja pociągów drogowych systematycznie wzrasta. Jako przykład testowania koncepcji modułowej wymienić można Holandię, gdzie od roku 2001 podjęto próby eksploatacji takich zestawów. Początkowo były tylko 4 firmy, jednakże po uzyskaniu pozytywnych wyników testów coraz więcej firm transportowych przyłączało się do badań. Ostateczna faza testów miała na celu ustalenie, jaki wpływ na bezpieczeństwo ruchu mają pociągi drogowie. Stwierdzono, że wprowadzenie w Holandii modułowych systemów pozwala na zmniejszenie liczby kilometrów, przy jednoczesnym wzroście przewozów. Na przykładzie Holandii zaobserwowano, że wprowadzenie EMS ograniczyło emisję CO₂ i NO_x: z 63 do 56 g na tonokilometr CO₂ – co stanowi 11% redukcji CO₂ oraz z 0,4 do 0,37 g na tonę NO_x – co stanowi 14% redukcji NO_x. Badanie przeprowadzone na 11000 ciężarówek EMS wykazało, że redukcja emisji spalin dla NO_x wynosiła 4% i 6% dla CO₂. Oszacowano, że europejski system modułowy może przejechać o 41% więcej tonokilometrów na jeden litr paliwa. Ruch pociągów drogowych w Holandii odbywa się pomiędzy dużymi centrami logistycznymi oraz portami, a dowóz i dystrybucja końcowa wykonywana jest przez mniejsze środki transportowe. Takie rozwiązanie przyczynia się do wzrostu efektywności transportu drogowego. Również w Niemczech wprowadzenie EMS pozytywnie wpłynęło na środowisko. Redukcja emisji CO₂ i NO_x wyniosła 33% [7, 13]. Na podstawie tych danych oszacowano efektywność energetyczną wybranych tras komunikacyjnych. Założono, że EMS będzie poruszał się po drogach ekspresowych i autostradach, dla których ustalono następujące dane: średnie 24-godzinne natężenie ruchu na tych drogach wynosi 18763 pojazdy w ciągu 24 godzin, natomiast ruch roczny – 54566; udział ruchu samochodów ciężarowych wynosi 15%; udział półgodzinnego ruchu drogowego – 54566; udział półgodzinnego ruchu drogowego samochodów półprzyczepowych w ogólnej liczbie pojazdów wynosi 8%, średni dystans w transporcie drogowym – 230 km [16].

Porównano wielkości przewozów dla poszczególnych konfiguracji pojazdów oraz ich ładowność. Jako punkt odniesienia dla EMS przyjęto wielkość przewozów realizowanych standardowymi samochodami ciężarowymi oraz zwiększone zużycie paliwa dla niektórych wariantów. Dla przykładu, dla pojazdu EMS o długości 25,25 m przyjęto, że zużycie paliwa jest o 15% większe niż dla standardowego samochodu ciężarowego. Emisja CO₂ została obliczona poprzez pomnożenie zużycia paliwa przez wskaźnik 13 kg·dm⁻³ paliwa. W przypadku niektórych wariantów przyjęto punkt odniesienia dla EMS. Niemal we wszystkich przypadkach emisja CO₂ przez samochód ciężarowy EMS była niższa niż dla standardowych samochodów ciężarowych. Wyjątkiem był tylko EMS 40 t, którego zużycie paliwa jest wyższe w przypadku transportu cięższych ładunków.

W krajach skandynawskich pociągi drogowie mogą poruszać się tylko po autostradach i drogach szybkiego ruchu, a firmy logistyczne muszą być zlokalizowane w pobliżu dróg dojazdowych. Takie rozwiązanie jest korzystne, ponie-

waż zapewnia redukcję zużycia paliwa o prawie 30%, a także wzrost efektywności operacyjnej. Co więcej, zastosowanie zestawów modułowych na terenie Europy powoduje wzrost efektywności transportu i ogranicza liczbę pojazdów na drogach dla danej ilości ładunku. Globalny i lokalny negatywny wpływ na środowisko naturalne jest mniejszy. Dodatkowo proponowane rozwiązanie zmniejsza obciążenie dróg, odciąża pasy ruchu, poprawiając tym samym bezpieczeństwo ruchu drogowego [6].

Biorąc pod uwagę powyższą analizę i koncepcję wdrożenia europejskich systemów modułowych należy zauważyć, że EMS może znaleźć zastosowanie przede wszystkim na głównych drogach, takich jak autostrady, drogi ekspresowe i drogi łączące główne centra logistyczne, porty. Niemcy i Szwecja planują utworzenie oddzielnego kanału transportowego od Norrköping do Herne. Zgodnie z przewidywaną prognozą, inwestycja wpłynie na wzrost efektywności transportu drogowego towarów, minimalizację emisji szkodliwych substancji oraz wzrost ogólnego poziomu bezpieczeństwa. Ankieta przeprowadzona wśród użytkowników dróg we Francji wykazała, że 81% respondentów było przeciwnych pomysłowi wdrożenia takich rozwiązań transportowych na terytorium swojego kraju. Podobne wyniki uzyskano w Niemczech (73%), Szwajcarii (80%), Austrii (94%) i Wielkiej Brytanii (75%). Wyniki badania przeprowadzonego przez Radę Europejską wskazują, że obawy związane z wdrażaniem transportu tak dużymi pojazdami wiążą się ze słabymi możliwościami manewrowania nimi. Może to stanowić zagrożenie podczas zmiany pasa ruchu na terenie zabudowanym, gdy kierowca musi pokonywać zakręty, wydłuża to również drogę hamowania, stwarza problemy przy cofaniu i ogranicza możliwości ruchu innych użytkowników dróg [15].

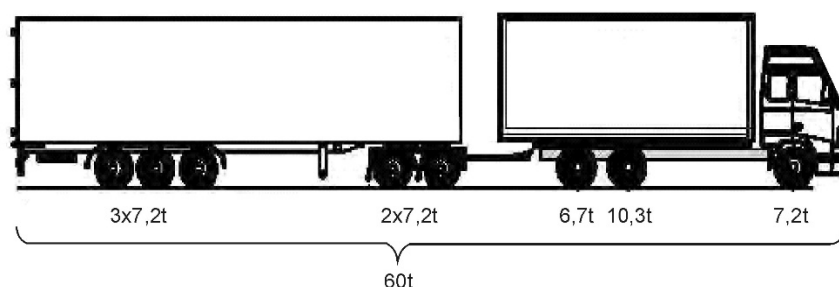
Kolejnym problemem infrastruktury drogowej, który teoretycznie może stanowić przeszkodę we wdrażaniu EMS, jest przejazd przez mosty i wiadukty. Zwiększenie maksymalnej dopuszczalnej masy pojazdów nie miałoby jednak negatywnego wpływu na własności wytrzymałościowe tych obiektów, ponieważ głównym wskaźnikiem jest maksymalny dopuszczalny nacisk na oś. Pojazd z prawidłowo rozłożonym obciążeniem na każdą z osi nie stanowiłby zagrożenia dla wyżej wymienionych obiektów. Warto zauważyć, że obiekty te są często użytkowane przez ponadgabarytowe środki transportu, których masa całkowita znacznie przekracza 40 t, a mimo to nie niszczą ich konstrukcji [11]. Wydaje się jednak, że największą przeszkodą infrastrukturalną do pokonania w celu umożliwienia wdrożenia EMS są skrzyżowania i ronda.

Autorzy niniejszej pracy zakładają, że wdrożenie tych systemów dla samochodów ciężarowych może mieć pozytywny wpływ na rozwój tzw. obszaru trzech mórz, do których należy 12 państw: Austria, Bułgaria, Chorwacja, Czechy, Estonia, Łotwa, Litwa, Polska, Rumunia, Słowacja, Słowenia i Węgry, położonych między trzema morzami: Bałtyckim, Czarnym i Adriatykiem, w ramach koncepcji inicjatywy gospodarczo-politycznej dla tego regionu. Celem grupy Trójmorze jest głównie współpraca na płaszczyznach: energetycznej, logi-

styczno-transportowej i informatyczno-telekomunikacyjnej w Europie Środkowej. Najważniejszymi dokumentami, które przedstawiają cele Inicjatywy Trójkormza, są deklaracje z Dubrownika (2016 r.), Warszawy (2017 r.), Bukaresztu (2018 r.) i Lublany (2019 r.). W deklaracji z Bukaresztu w 2018 roku za trzy główne cele uznano: zdynamizowanie rozwoju gospodarczego, wzmocnienie spójności UE, wzbogacenie więzi transatlantyckich [5]. Zakłada się, że zastosowanie pojazdów modułowych na omawianym obszarze może przyczynić się do zwiększenia konkurencyjności transportu towarowego w stosunku do innych sektorów transportu, zwiększenia wymiany handlowej między krajami tego obszaru oraz skrócenia czasu transportu i zmniejszenia kosztów jednostkowych transportu.

Od wielu lat EMS są testowane w różnych konfiguracjach, a także wykorzystywane w różnych krajach europejskich [2, 10, 11, 14].

Mając na uwadze wyżej opisane czynniki infrastrukturalne, wydaje się, że dobrym rozwiązaniem byłoby wdrożenie na obszarze Trójkormza zestawów EMS składających się z trzyosiowego podwozia 8×2 lub 8×3 z wózkiem siodłowym o długości 7,82 m i naczepą o długości 13,6 m. Przykład takiego systemu ciężarówek, którego dodatkową zaletą jest możliwość jego rozkładu, przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Kombinacja wybranej ciężarówki EMS [13]

Fig. 4. Example of an EMS truck [13]

4. ANALIZA CELOWOŚCI WDROŻENIA EMS NA PRZYKŁADZIE WYBRANEJ FIRMY TRANSPORTOWEJ

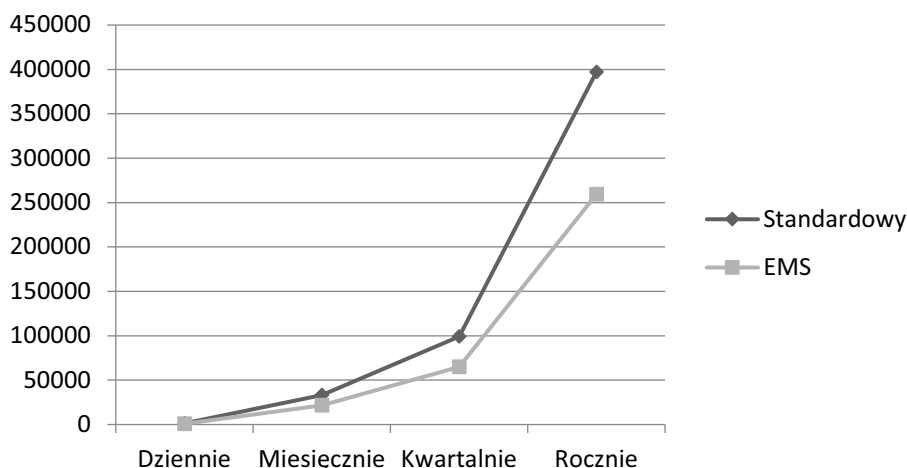
Obiekt badań w niniejszych rozważaniach stanowi firma transportowa zlokalizowana w centralnej części Polski. Świadczy ona usługi transportowe dla 17 oddziałów w całej Polsce. Obecnie dostawa przesyłek odbywa się za pomocą ciągnika siodłowego, który może pomieścić 33 europalety. Stawka akceptowana za każdy transport wynosi 0,7 euro za każdy przejechany kilometr pojazdu. Obecnie ponad 33 europalety dostarczane są do 5 z 17 oddziałów, co powoduje wzrost zapotrzebowania na ilość pojazdów. Proponowane zmiany mają zastąpić obecnie używane standardowe pojazdy na tych 5 trasach ciężarówkami EMS składającymi się z pojazdu na 19 palet i półciężarówki na 33 palety. Zakłada się, że pojazdy te będą poruszać się (zgodnie z obecną infrastrukturą) głównie po autostradach i drogach szybkiego ruchu. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Podsumowanie kosztów związanych z użytkowaniem EMS i standardowych zestawów ciężarowych (ciągnik siodłowy z naczepą) (opracowanie własne)

Table 1. Summary of costs associated with the use of EMS and truck with semitrailer (own study)

Rodzaj środka transportu		Trasa [km]	Liczba palet	Koszty [PLN]					
				paleta km	1 paleta	dziennie	miesięczne	kwartalne	roczne
I	Standardowy	38	49	0,12	4,61	225,84	5646,23	16935,98	67752,30
	EMS	38		0,08	3,02	147,82	3695,58	11086,74	44346,96
II	Standardowy	205	44	0,15	30,08	1323,70	33092,62	99277,86	397111,44
	EMS	213		0,09	19,65	864,65	21616,21	64848,63	259394,52
III	Standardowy	381	51	0,12	46,30	2361,27	59028,72	177094,54	708382,35
	EMS	433		0,08	34,48	1758,67	43965,67	131,897,01	527600,61
IV	Standardowy	224	52	0,11	24,38	1268,06	31701,54	95104,62	380418,48
	EMS	252		0,08	19,02	989,18	24729,38	74188,14	296752,56
V	Standardowy	339	45	0,14	48,31	2173,98	54348,49	163045,47	652194,45
	EMS	339		0,09	31,26	1406,58	35164,58	105491,63	421974,90

Przykładowy wykres porównawczy kosztów transportu standardowego oraz modułowego (EMS) dla realizowanego procesu transportowego II przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Porównanie kosztów transportu standardowego oraz modułowego (EMS) dla wybranego procesu transportowego (tabela 1 poz. II) (opracowanie własne)

Fig. 5. Comparison of costs of standard and modular transport (EMS) for a selected transport process (Table 1 poz. II) (own study)

Za jeden przejechany pojazdokilometr przyjęto stawkę 4,19 [PLN]. W celu oszacowania kosztów transportu dla obecnie użytkowanych pojazdów oraz dla proponowanych systemów modułowych uwzględniono odległość (w km) pomiędzy poszczególnymi działami. Obliczono średnią wartość przejechanych „kilometrów paletowych”. Analizując powyższe wyniki można zauważyć, że wdrożenie pojazdów modułowych w analizowanej firmie pozwala na obniżenie kosztów transportu (ok. 655000 PLN na rok), czyli prawie 30% całkowitych kosztów ponoszonych rocznie przez analizowane przedsiębiorstwo.

5. PODSUMOWANIE

Wykorzystanie europejskich systemów modułowych w UE ma wpływ na wzrost efektywności transportu w ogóle, a w szczególności transportu drogowego. Zastosowanie standardowych modułów pozwala na dostosowywanie pojazdów do różnych sytuacji, umożliwia także kombinacje zestawów w zależności od potrzeb transportowych. Ponieważ niniejsze rozwiązania bazują na istniejącym wyposażeniu (pojazdach i jednostkach ładunkowych), są łatwe do wdrożenia i bardzo łatwe do przestawienia na krótsze kombinacje i dostosowania ich do warunków lokalnych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można wnioskować, że:

- szacunkowa analiza ekonomiczna aplikacji EMS dla samochodów ciężarowych umożliwia 25-30% korzyści finansowych w porównaniu z obecnie stosowanymi zestawami standardowymi,
- wprowadzenie zestawów modułowych spowoduje zmniejszenie liczby standardowych ciężarówek, co z kolei spowoduje zmniejszenie natężenia ruchu drogowego,
- eksploatacja i konserwacja pojazdów EMS nie będzie miała negatywnego wpływu na jakość nawierzchni drogi, ponieważ wydłużony pojazd ciężarowy, o np. ośmiu osiach, powoduje takie same uszkodzenia drogi jak standardowe kombinacje pojazdów,
- wzrost nośności o 10% rekompensuje większe zużycie paliwa,
- rozbudowane systemy samochodów ciężarowych pozwalają na świadczenie usług transportowych przy użyciu mniejszej liczby pojazdów, co prowadzi do obniżenia kosztów spowodowanych wyeliminowaniem 30% pojazdów i stanowisk kierowców potrzebnych do wykonywania pracy przy użyciu pojazdów standardowych,
- wprowadzenie pojazdów EMS do polskiego ruchu drogowego spowoduje całkowite obniżenie kosztów transportu o co najmniej 15%,
- wdrożenie ciężarówek modułowych nie wymaga istotnych zmian w istniejącej infrastrukturze drogowej, z uwzględnieniem dopuszczenia ich do ruchu na określonych kategoriach dróg,
- korzystanie z pojazdów z systemem EMS może wiązać się z problemami z manewrami, spowodowanymi jego wydłużoną długością i ograniczoną widocznością kierowcy, zwłaszcza podczas skręcania w prawo, wyprzedzania lub cofania,
- wdrożenie EMS na obszarze Trójmorza może mieć pozytywny wpływ na rozwój transportu na tym obszarze, a tym samym przyczynić się do zwiększenia konkurencyjności transportu towarowego w stosunku do innych środków transportu,
- wprowadzenie koncepcji modułowej pozwoli na zwiększenie wymiany handlowej między krajami Trójmorza oraz skrócenie czasu transportu i zmniejszenie kosztów transportowych.

Biorąc pod uwagę wszystkie omówione powyżej aspekty, można stwierdzić, że wdrożenie systemów modułowych w ruchu drogowym na terytorium kraju oraz obszaru Trójmorza jest pożądanym rozwiązaniem, ponieważ zapewni możliwość zwiększenia zdolności transportowych pomiędzy krajami uczestniczącymi, przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów wymiany handlowej.

Ponadto korzystanie z „pociągów drogowych” zniweluje negatywny wpływ transportu na środowisko naturalne, co w porównaniu z ilością wykonywanych przewozów ma istotne znaczenie. W państwach Unii Europejskiej, które wdrożyły tę koncepcję, stwierdza się jej pozytywny wpływ na środowisko naturalne, jak również na bezpieczeństwo drogowe.

Zakłada się, że dalszy rozwój stosowania koncepcji modułowej w Europie będzie miał globalny wpływ na efektywność transportu oraz przyczyni się do wymiernych korzyści dla środowiska naturalnego.

LITERATURA

- [1] AKERMAN I., JONSSON R.: European Modular System for roadfreight transport – experiences and possibilities. Rapport 2007:2E, Sztokholm 2007.
- [2] BRACH J.: Sposoby podniesienia efektywności europejskiego transportu drogowego. Logistyka 3, 2007.
- [3] KOPYŁOWSKA A.: Analysis and proposal of changes to be introduced into laws and regulations on implementation of modular transportation systems in Poland. APDUTP Bydgoszcz, 2017.
- [4] http://www.modularsystem.eu/en/what_is_ems/ [dostęp: 13.04.2020].
- [5] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%B3jmorze> [dostęp: 14.04.2020].
- [6] LINČÁK Ň., OLEJNIK K., WOŹNIAK G.: Propozycje i ocena możliwości zwiększenia rzeczywistej pracy przewozowej środków transportu drogowego. Motor Transport Institute Warszawa, 2012.
- [7] Longer and Heavier Vehicles in the Netherlands. Facts, figures and experiences in the period 1995-2010, Ministry of Transport, 2010 [dostęp: 14.04.2020].
- [8] Longer Semi-trailer Feasibility Study and Impact Assessment, Transport Research Laboratory (TRL), Report commissioned by Department for Transport, United Kingdom, 2010 [dostęp: 13.04.2020].
- [9] LUMSDEN K.: Truck Masses and Dimensions – Impact on Transport Efficiency, Department of Logistics and Transportation, Chalmers University of Technology Gothenburg, 2004.
- [10] MUŚLEWSKI Ł., LANDOWSKI B., WOROPAY M., MIGAWA K.: Implementation of Modular Trucks into Road Transport, Journal of KONBiN 44, 2017.
- [11] MUŚLEWSKI Ł., LEWALSKI M., WOROPAY M.: Analysis and evaluation of application of car modular systems in polish road transport, Journal of Kones 22(4), 2015.
- [12] OLEJNIK K., NOWACKI G., WOŹNIAK G.: Ocena wybranych projektów zwiększenia pracy przewozowej w transporcie drogowym. Logistyka 6, 2015.
- [13] POLINSKI J.: Konkurencja pociągów drogowych dla transportu kolejowego w Europie, Przegląd Komunikacyjny 5, 2014.
- [14] WIŚNICKI B., GALOR W.: Uwarunkowania przewozu ładunków pojazdami niestandardowymi w Europie, Logistyka, 2/2010.
- [15] WOJCIESZAK M.: European mega-truck concept. Colossus with the terror of roads. <http://www.log24.pl/>, 2013.
- [16] ZAŁOGA E., MILEWSKI D., KWARCINŃSKI T.: Wpływ planowanej przez Komisję Europejską zmiany dyrektywy rady 96/53/we z dnia 25 lipca 1996 r. ustanawiająca dla niektórych pojazdów drogowych poruszających się na terytorium wspólnoty maksymalne dopuszczalne wymiary w ruchu krajowym i międzynarodowym oraz maksymalne dopuszczalne obciążenia w ruchu międzynarodowym na sektor transportu w Polsce. Ekspertyza, Szczecin, 2012.

INFRASTRUCTURAL CONDITIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF EMS MODULAR SYSTEMS IN MOTOR ROAD

Abstract: The purpose of the analyze is the possibility and legitimacy of implementing modular vehicles for freight transport. The article presents legal regulations and types of modular vehicles used in some European countries and on other continents. The publication includes the advantages and disadvantages associated with the use of this type of vehicle. Issues related to the conditions of technical infrastructure for EMS (European Modular Systems) were also presented, aspects of road safety, exhaust emissions and fuel efficiency related to the implementation of modular vehicles. The final part of the study presents an example of the use of EMS in a real transport company and the benefits resulting from them.

Key words: modular systems, efficiency, road train, infrastructure, safety