

Automatyczne sprzęganie taboru kolejowego. Część II – Sprzęg europejski dla taboru towarowego

Janusz POLIŃSKI¹

Streszczenie

Pomimo wieloletnich prac związanych z opracowaniem konstrukcji sprzęgu samoczynnego, działania prowadzone w Europie, nie doprowadziły do powszechnego wyeliminowania sprzęgu śrubowego wraz ze zderzakami. Do I wojny światowej prace miały charakter czysto teoretyczny, a w okresie międzywojennym różni producenci testowali własne konstrukcje. Wobec braku dobrych konstrukcji, UIC nie było w stanie uzgodnić rozwiązania dla kolei europejskich. W 1935 roku Związek Radziecki zdecydował się na wprowadzenie sprzęgu SA-3. Proces wymiany trwał do 1956 roku. Po II wojnie światowej i odbudowie europejskich kolei ze zniszczeń wojennych, dopiero w 1956 roku UIC powołało komitet „Sprzęgi Automatyczne”. Prace z tego zakresu były realizowane zarówno w Europie Wschodniej, jak i Zachodniej. Wysiłki związane z opracowaniem europejskiego sprzęgu samoczynnego, doprowadziły do opracowania trzech konstrukcji dla kolejowego taboru towarowego. Były to rozwiązania oznaczone: AK69, C-AKv i Z-AK, dla których do tej pory znaleziono jedynie ograniczone obszary zastosowań. Przewidywane sukcesywne obniżanie emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń, stało się podstawą zwiększenia roli kolei w przyszłości transportu europejskiego. Z tego względu uruchomiono wiele prac nad konstrukcją automatycznego sprzęgu cyfrowego (DAC), który niebawem zastąpi sprzęg śrubowy. W tej części artykułu przedstawiono europejskie działania z przeszłości, jak również stan zaawansowania obecnych prac, których uwieńczeniem powinno być powszechne zastosowanie sprzęgu DAC do łączenia taboru kolejowego.

Słowa kluczowe: transport kolejowy, sprzęg samoczynny, automatyczny sprzęg cyfrowy

1. Wstęp

Pod koniec XIX wieku, w Europie przez wiele lat testowano różne typy urządzeń sprzęgających wagony. Organizowano liczne konkursy mające na celu wyłonienie najciekawszych pomysłów związanych z samoczynnym łączeniem taboru kolejowego. Do I wojny światowej miały one charakter czysto teoretyczny.

Po I wojnie światowej powrócono do problematyki samoczynnego łączenia taboru kolejowego. Liczni producenci taboru w Europie, testowali własne rozwiązania. Bardzo często testy te nie były ewidencjonowane, a próby skrupulatnie opisywane. Do badań stosowano także sprzęgi Jenney, które nie nadawały się do delikatnych konstrukcji ostoji wagonów, projektowanych do przenoszenia sił nabiegania wagonów przez zderzaki. Na licznych zjazdach europejskich specjalistów kolejnictwa zwracano wówczas uwagę na zapewnienie płynnego okresu przejściowego, podczas którego tabor wyposażony w nowe urządzenia sprzęgania wagonów, miał być swobodnie łączony z taborem jeszcze niedostosowanym.

W 1925 r. Międzynarodowy Związek Kolei (*Union Internationale des Chemins de fer* – UIC) powołał komitet „Sprzęgi Automatyczne”. Jednak ze względu na ówczesną sytuację polityczną, nie można było osiągnąć znaczących rezultatów.

W 1929 roku, w Międzynarodowym Biurze Pracy przy Lidze Narodów w Genewie, odbyło się, z udziałem przedstawicieli kolei polskich, posiedzenie specjalnej komisji powołanej do rozpatrzenia jednego z najbardziej palących zagadnień kolejnictwa europejskiego jakim była kwestia wprowadzenia sprzęgów samoczynnych. Tę decyzję podyktowała znaczna liczba śmiertelnych wypadków powstających podczas ręcznego łączenia wagonów. W zachowanym czasopiśmie z tego okresu [13] można przeczytać, że według danych statystycznych, zebranych przez Międzynarodowy Związek Zarządów Kolejowych, w ciągu 1929 roku na kolejach europejskich z tego powodu poniosło śmierć 239 pracowników kolejowych.

(...) *W wyniku obrad wyżej wskazana Komisja uchwaliła rezolucję podkreślającą konieczność wprowadzenia na wszystkich kolejach sprzęgów samoczynnych, celem zapobieżenia*

¹ Dr inż.; emerytowany pracownik Instytutu Kolejnictwa; e-mail: jpolin53@vp.pl.

nieszczęśliwym wypadkom, na jakie narażony jest personel kolejowy. Aczkolwiek rezolucja powyższa nie tylko z punktu widzenia humanitarnego, lecz również i z punktu widzenia usprawnienia gospodarki wagonowej zasługuje na najwyższe uznanie, niestety jednak wprowadzenie w życie powyższej rezolucji napotyka na duże trudności tak natury technicznej, jak i finansowej (...) [13].

Jednocześnie, poszczególne zarządy kolejowe prowadziły prace nad różnymi rozwiązaniami sprzęgu samoczynnego. Dla przykładu: w Niemczech uruchomiono do przewozu węgla kilka pociągów złożonych z wagonów wyposażonych w sprzęgi samoczynne. Próbné przejazdy wypadły niekorzystnie ze względu na dużą awaryjność połączeń w warunkach zimowych. Podobne trudności występowały podczas prób z rozwiązaniami poddanymi badaniom w innych krajach.

Wobec braku dobrego rozwiązania, UIC nie było w stanie uzgodnić standardowej konstrukcji sprzęgu dla kolei europejskich. Z powodu porażki UIC, utrudniającej do dziś działalność towarowego transportu kolejowego w Europie, Związek Radziecki zdecydował się na wymianę sprzęgu śrubowego na sprzęg samoczynny SA-3 bez uzyskania standardowego rozwiązania. Prace rozpoczęto w ZSRR od 1935 roku, a zakończono w 1956 roku.

Po II wojnie światowej i odbudowie europejskich kolei ze zniszczeń wojennych, dopiero w 1956 roku reaktywano komitet „Sprzęgi Automatyczne”. W wyniku podjętych prac, firma Unicupler GmbH opracowała konstrukcję sprzęgu samoczynnego typu AK69. Działania poświęcone opracowaniu rozwiązania europejskiego trwały ponad 60 lat i nie przyniosły (uzgodnionego przez koleje europejskie), rozwiązania standardowego.

Prace nad konstrukcją sprzęgu przyspieszono dopiero przed kilkoma laty. W dokumencie Europejskiej Federacji Pracowników Transportu (*The European Transport Workers' Federation – ETF*) z 2020 roku [16] można przeczytać, że wprowadzenie w Europie samoczynnego sprzęgu w taborze kolejowym na szeroką skalę, powinno być środkiem, który ma zwiększyć efektywność działania. Jednocześnie, wprowadzenie tego rozwiązania będzie miało duży wpływ na bezpieczeństwo pracy pracowników manewrowych, rewidentów taboru (pracowników kontroli technicznej) i maszynistów.

W dokumencie wskazano również na społeczne skutki wprowadzenia cyfrowego sprzęgu samoczynnego, które sprecyzowano w dwóch punktach:

- (...) Pracownicy kolei zasługują na bezpieczne warunki pracy: sprzęganie ręczne powoduje, że czynność tę trzeba wykonywać w przestrzeni między wagonami. Stwarza to poważne zagrożenie dla ich bezpieczeństwa. Duży ciężar sprzęgu ręcznego oraz pochylona pozycja ciała podczas sprzęgania stanowią znaczne obciążenie fizyczne.
- Jednakże wprowadzenie sprzęgu samoczynnego będzie miało również negatywny wpływ na miejsca pracy. Zastosowanie półautomatycznego sprzęgu spowoduje utratę około 25–30% miejsc pracy związanych

z manewrowaniem, a w przypadku w pełni samoczynnego sprzęgu Scharfenberga (w połączeniu z elektronicznym listem przewozowym i dokumentami pociągu) redukcja ta obejmie od jednej trzeciej do nawet połowy miejsc pracy. Konieczne będą również dodatkowe szkolenia pracowników, które przygotowują ich na zmianę technologii i zapewnią sprawne przejście między systemami (...).

Warto podkreślić, że na skutek braku wprowadzenia europejskiego rozwiązania sprzęgu samoczynnego do pojazdów kolejowych, opracowano różne rozwiązania w zakresie automatyzacji wykorzystywanego sprzęgu śrubowego, nastrożającego trudności w pracy manewrowej. Takie urządzenia opracowano dla lokomotyw manewrowych m.in. w Niemczech i w Polsce, co omówiono w części I artykułu [8].

2. Projekty poprzedzające opracowanie sprzęgu samoczynnego w Europie

Pierwszy konkurs dotyczący rozwiązania sprzęgu samoczynnego ogłoszono w Niemczech w 1873 roku. W lipcu 1886 roku w Nine Elms (południowo-zachodnia część Londynu) odbył się następny konkurs o dużym znaczeniu, dotyczący rozwiązań sprzęgów samoczynnych. Do konkursu zgłoszono co najmniej 300 rozwiązań technicznych, z których większość odrzucono już w pierwszym jego etapie. Prawie wszyscy uczestnicy konkursu pochodzili z Wielkiej Brytanii, a tylko jeden był z Francji. Konkurs przewidywał dwie kategorie urządzeń sprzęgających: ręczne i automatyczne. W finale konkursu wzięło udział 34 konstruktorów, którzy nadesłali 27 rozwiązań ręcznych i 7 automatycznych [17]. Konkursu nie rozstrzygnięto, co oznaczało brak rozwiązania zasługującego na nagrodę.

Zagadnienie automatycznego łączenia pojazdów kolejowych w Europie przed I wojną światową rozpatrywano wyłącznie teoretycznie. Ogłaszano w tym zakresie wiele konkursów z nagrodami. Warto wspomnieć o dużych konkursach, które zorganizowano m.in. w 1902 roku w Rosji, w 1903 roku we Francji. W 1908 roku ogólnosiwiatowy konkurs zorganizowano w Mediolanie, czy wreszcie w 1912 roku powtórnie we Francji.

W 1900 roku koleje niemieckie podjęły próby zastosowania amerykańskiego sprzęgu Janney w wagonach towarowych. Blisko 9-letnie badania tego sprzęgu w Niemczech dały wynik negatywny. W 1907 roku związek kolei niemieckich wydał negatywną opinię dotyczącą możliwości wprowadzenia tego rozwiązania sprzęgu w Europie. Potwierdził to Międzynarodowy Zjazd Kolejowy, który odbył się w 1907 roku w Bernie.

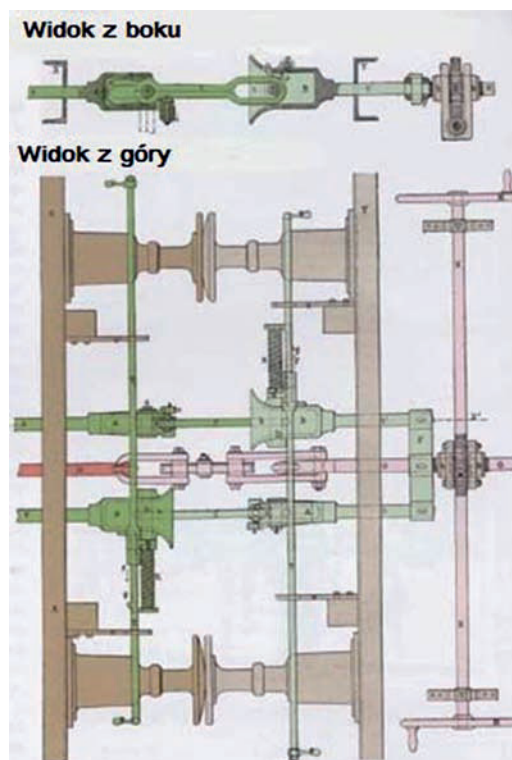
Wynalazcy i konstruktorzy nowych rozwiązań dążyli do zastępowania, wiszącego na haku, ciężkiego sprzęgu śrubowego rozwiązaniami sztywnymi. Istotnym elementem konstrukcji była głowica sprzęgu. Dzięki dojazdowi pojazdów i styku głowic, następowało samoczynne łączenie taboru.

Rozłączenie następowało przez ręczne zwalnianie blokady zaczepu. Podczas międzynarodowego zjazdu kolejowego, który odbył się w Monachium, wskazano na konieczność trój etapowego podejścia do wprowadzenia sprzęgu samoczynnego:

- Etap I – stopniowe wprowadzanie sprzęgów tymczasowych²; przy tym rozwiązaniu wagony powinny zachować zderzaki boczne, w celu uniknięcia wzmocnienia czołownicy wagonu.
- Etap II – po wycofaniu sprzęgów śrubowych, w nowych wagonach ze wzmocnioną ostoją wagonu, jazdy należało wyposażać w sprzęgi docelowe. W wagonach wyposażonych w sprzęgi tymczasowe pozostały nadal zderzaki, natomiast w wagonach wyposażonych w sprzęgi docelowe, wystają one poza zderzaki ze względu na inną długość tych sprzęgów.
- Etap III – po wycofaniu sprzęgów tymczasowych w pociągach wszystkich państw europejskich zlikwidowano zderzaki boczne.

Jednocześnie, konstrukcja sprzęgu śrubowego wymagała dalszej modernizacji, a sprzęgu samoczynnego nie traktowano jako ostatecznego rozwiązania technologicznego. Z tego powodu, Towarzystwo Paryskie ds. Produkcji Urządzeń Automatycznych przyjęło bardzo nietypowe podejście, które miało na celu nie tyle stworzenie w pełni automatycznego sprzęgu, co zapewnienie, żeby działał on z konwencjonalną złączką śrubową, minimalizując obecność pracownika kolejowego między łączonymi pojazdami. Proponowane urządzenie tworzyły dwa równoległe złącza, których elementy konstrukcyjne znajdowały się w odwrotnej kolejności względem siebie. Sprzęganie pojazdów odbywało się w ten sposób, że „pętle sprzęgające” wchodziły w otwory o kształcie lejka, gdzie były blokowane przez kołki sprężyste (podobnie jak automatyczne sprzęganie w obecnym systemie Scharfenberga), rysunek 1.

Urządzenie sprzęgające opracowane przez Compagnie des appareils automatiques de Paris pojawiło się w eksploatacji w lipcu 1886 roku. Ciemniejszy odcień koloru konstrukcji pojazdu po lewej stronie rysunku dotyczy detali związanych z pojazdem trakcyjnym, a jaśniejszy odcień pojazdu (po prawej stronie) dotyczy wagonu. System centrowania i systemy zaczepowe oparte na tzw. uchach zaczepowych są w odcieniu zielonym. Na różowo zaznaczony jest element połączenia śrubowego, który po złączeniu zostaje napięty za pomocą specjalnych mechanizmów znajdujących się na boku pojazdu. Pomimo pokładanych nadziei znacznego zwiększenia bezpieczeństwa podczas łączenia pojazdów, urządzenie to nie wyeliminowało całkowicie problemu powstawania wypadków.



Rys. 1. Automatyczne urządzenie sprzęgające Towarzystwa Paryskiego [17]

Po I wojnie światowej temat sprzęgu automatycznego ponownie podjął założony w 1923 roku Międzynarodowy Związek Kolei (UIC), powołany przez V Międzynarodową Konferencję Pracy. Było to wynikiem zagwarantowania pracownikom kolejowym większego bezpieczeństwa podczas łączenia wagonów. W dalszym ciągu wiązało się to z poszukiwaniem rozwiązań dotyczących przede wszystkim sprzęgu śrubowego. Zakładano przy tym, że przejście na inne rozwiązania sprzęgów dla całego taboru europejskiego nie jest ekonomicznie uzasadnione.

Według danych Międzynarodowego Zjazdu Kolejowego, który odbył się w Monachium w 1925 roku, próby ze sprzęgami samoczynnymi robiono przed I wojną światową w Niemczech z rozwiązaniami firm: „Krupp”, „Atlas”, „Scharfenberg”, „Saarbrücken”, „Boirault”, „Fischer-Boirault”, „Willison”; w Austrii z rozwiązaniami: „Janney”, „Atlas”, „Gould”; we Włoszech: „Pavia-Casalis”, „Breda”; a we Francji: „Bolrault”, „Henricot” [10]. Próby prowadzono doraźnie, z małą liczbą sprzęgów. Bardzo często wyniki prób nie były protokolowane, przez co nie zachowały się dane o ich rezultatach.

Po ogólnym wprowadzeniu w pełni kompatybilnego sprzęgu śrubowego w połączeniu ze zderzakami bocznymi, niektóre zarządy kolejowe (zainspirowane amerykańskim sukcesem), poprosiły zakłady przemysłowe

² Sprzęgi tymczasowe – rozwiązania umożliwiające zarówno łączenie wagonów wyposażonych w sprzęg samoczynny, jak również sprzęgu samoczynnego ze zwykłym sprzęgiem śrubowym, co wymaga uzbrojenia nowego sprzęgu samoczynnego w hak i sprzęg śrubowy.

o opracowanie odpowiednich rozwiązań sprzęgów samoczynnych. Niektóre konstrukcje z tego okresu zachowały się w Muzeum Techniki w Berlinie. Można tam znaleźć informacje, że Deutsche Reichsbahn (DR) w latach dwudziestych ub. stulecia obsługiwał kilka ciężkich pociągów węglowych z takimi urządzeniami wyprodukowanymi przez firmę Scharfenberg, rysunek 2 [14].



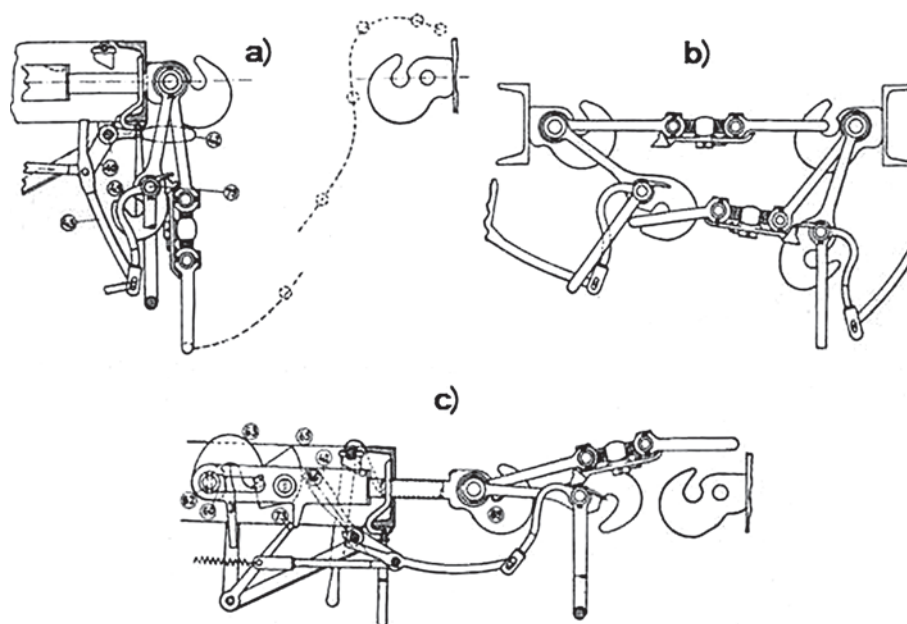
Rys. 2. Eksperymentalny sprzęg samoczynny z lat 20. XX wieku [14]

Na polu rozwiązań usprawniających stosowanie sprzęgu śrubowego warto wspomnieć o rozwiązaniach polskich konstruktorów: J. Floryanowicza (rys. 3) oraz W. Sokołowskiego.

Floryanowicz założył, że dla wagonów europejskich nadają się jedynie istniejące dotychczas sprzęgi śrubowe, które od zarania kolejnictwa w długoletniej eksploatacji wytrzymały wszelkie próby eksploatacyjne. Jedną wadą sprzęgu jest to, że nie łączą się automatycznie. Chcąc usunąć tę wadę, konstruktor poszukiwał rozwiązania łączenia

samoczynnego. Jego wynalazek wymagał nieznacznych przeróbek istniejących dotychczas sprzęgów śrubowych. Głównym elementem był specjalny mechanizm dźwigniowy. Mechanizm ten, za pomocą przekładni umieszczonej z boku wagonu i poruszanej przez pracownika kolejowego, mógł wykonać ruchy niezbędne do połączenia i rozłączenia wagonów. Nie było potrzeby wchodzenia pomiędzy wagony i konieczności skręcania śruby rzymskiej. Sprzęg „samoczynnie” łączył wagony stojące zarówno na torze prostym, jak i na łukach. Zdaniem autora rozwiązanie dawało następujące korzyści:

- zmniejszało do minimum liczbę nieszczęśliwych wypadków, wywoływanych dotychczas podczas ręcznego łączenia wagonów. Klasycznym przykładem nieszczęśliwych wypadków przy takim łączeniu jest wpadanie pracownika manewrowego między zderzaki;
- skrócenie czasu obiegu wagonów przez zwiększenie prędkości przetaczania i formowania pociągów, na skutek usprawnienia łączenia wagonów; połączenie wymaga zaledwie 5% czasu, jaki jest niezbędny przy połączeniu ręcznym;
- zwiększenie ładowności wagonów, będącej wynikiem możliwości wzmocnienia konstrukcji wagonu i zwiększonej wytrzymałości sprzęgu;
- zwiększenie ładowności pociągu;
- zmniejszenie stosunku masy własnej wagonów do ładowności;
- zachowanie dotychczasowego systemu łączenia elastycznego przez zastosowanie istniejących sprzęgów śrubowych;
- uniknięcie trudnego okresu przejściowego z dotychczasowego systemu sprzęgów europejskich na nowy samoczynny, ponieważ sprzęg systemu J. Floryanowicza łączy się z każdym sprzęgiem śrubowym wagonów



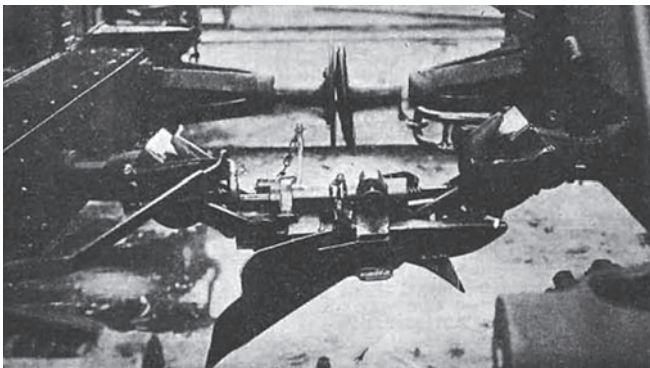
Rys. 3. Rozwiązanie J. Floryanowicza [13]: a) sprzęg samoczynny wiszący swobodnie opiera się na mechanizmie dźwigniowym, który unosi go w celu zaczepienia na haku sąsiedniego wagonu; drogę, jaką ten sprzęg wykonuje, wskazuje linia kreskowana; b) moment przed zapadnięciem sprzęgu na hak, tj. przed samoczynnym połączeniem; c) mechanizm podnoszenia i sprzęg zapasowy w momencie samoczynnego łączenia

europejskich; można wprowadzać go w życie stopniowo, bez utrudniania eksploatacji taboru;

- niewielkie koszty inwestycyjne w porównaniu do wymaganych nakładów finansowych w przypadku zastosowania sprzęgów amerykańskich.

Wynalazek został opatentowany na wszystkie państwa, a licencję na Polskę i kraje ościennie nabyła jedna z najważniejszych wytwórni krajowych, która tytułem prób zapatrywała w to rozwiązanie grupę wagonów, osiągając zadawalające rezultaty eksploatacyjne. Podobne wyniki otrzymano w Anglii i Argentynie – państwach, które nabyły licencje rozwiązania [13].

Równie interesujące rozwiązanie zostało zaproponowane przez inż. W. Sokołowskiego. Osadzony na istniejącym haku wagonowym sprzęg, tworzy w fazie zamknięcia tryogniowe połączenie wagonów. W fazie otwarcia rozczepia się na dwie połowy, samoczynnie przygotowane do następnego automatycznego połączenia. Zdjęcie urządzenia z 1926 roku pokazano na rysunku 4. Szczegółowy opis działania urządzenia jest dostępny w artykule autora, zamieszczonym w czasopiśmie *Inżynier Kolejowy* [10].



Rys. 4. Rozwiązanie sprzęgu projektu W. Sokołowskiego [10]

W 1948 roku Komitet Transportu Śródlądowego Europejskiej Komisji Gospodarczej ponownie podniósł kwestię sprzęgu automatycznego. Kluczowe wnioski z raportu na ten temat stwierdzały, że jego wprowadzenie powinno nastąpić na wszystkich sąsiadujących ze sobą sieciach kolejowych, w tym samym czasie. Jednak wówczas priorytetem była odbudowa i likwidacja zniszczeń wojennych i z tego powodu koleje nie chciały powracać do przedwojennych badań w celu kontynuowania tego tematu [3].

Pod wpływem boomu gospodarczego lat 50. XX w. problematyka zastosowania w taborze towarowym sprzęgu samoczynnego ponownie stała się elementem zainteresowania europejskich zarządów kolejowych. W początkowym

okresie prace nad sprzęgiem samoczynnym były prowadzone oddzielnie przez Wschód Europy (OSZD³) i Zachód Europy (UIC). Pierwsze kroki w ramach OSZD określono w 1957 roku w Pekinie podczas konferencji ministrów, gdzie podjęto decyzję o rozpoczęciu studiów w ramach OSZD, związanych z opracowaniem sprzęgu samoczynnego. W 1958 roku zatwierdzono specyfikacje sprzęgu w specjalnej broszurze nr 0-522 [3].

Równocześnie, w Europie Zachodniej, w UIC powzięto analogiczne prace, które wznowiono w 1956 roku. W 1958 r. podjęto rezolucję w sprawie utworzenia komitetu technicznego ORE SVA B51, którego podstawowym zadaniem były kwestie automatycznego sprzęgania taboru kolejowego. W 1960 roku w ORE rozpoczęto prace nad opracowaniem specyfikacji dla przyszłej konstrukcji sprzęgu samoczynnego.

W 1961 roku, podczas wspólnych spotkań przedstawicieli OSZD i UIC, najpierw w Budapeszcie, a następnie w Paryżu, na podstawie opracowanych specyfikacji dla nowych rozwiązań sprzęgów samoczynnych, dwadzieścia firm zaprezentowało funkcjonalne modele swoich rozwiązań. Podjęto wówczas wspólną decyzję, że nowy sprzęg UIC powinien być kompatybilny z rosyjskim sprzęgiem SA-3 [3, 19]. Wskazano również na potrzebę wspólnych działań OSZD i UIC nad przyszłościowym rozwiązaniem urządzenia. W ramach współpracy, w 1962 roku uzgodniono wspólne warunki dalszego rozwoju sprzęgu samoczynnego.

W 1963 roku utworzono wspólne biuro projektowe Deutsche Reichsbahn / SŽD (koleje radzieckie). Z tego powodu nawiązano współpracę z OSZD, tworząc „Wspólną Grupę Automatycznego Sprzęgu UIC/OSZD” w celu zapewnienia kompatybilności systemów opracowanych po obu stronach.

W 1964 roku dla celów produkcyjnych wybudowano obiekt VES-W w Delitzsch. W pierwszych analizach wskazano słabe miejsca w różnych konstrukcjach i w efekcie skierowano uwagę na potrzebę opracowania urządzenia, które uwzględni najlepsze konstrukcje poszczególnych elementów sprzęgu.

W 1965 roku przedstawiono propozycję Wspólnej Grupy Automatycznego Sprzęgu UIC/ OSZD, dotyczącą rozwiązania sprzęgu, który ma powstać poprzez syntezę najlepszych rozwiązań istniejących na Wschodzie i Zachodzie. Zgodnie z decyzjami organów UIC od 1965 roku wszystkie nowe pojazdy kolejowe powinny w konstrukcji ostoi uwzględniać możliwość zamontowania sprzęgu samoczynnego. Wskazano również, że zastosowanie tych urządzeń wpłynie na zwiększenie produktywności w kolejowym transporcie towarowym.

W 1966 roku w Berlinie powstało centrum rozwoju i testowania automatycznego centralnego sprzęgu zderzającego na kolejach ówczesnego DDR. Centrum podlegał

³ OSZD – Organizacja Współpracy Kolei (ros. *Организация сотрудничества железных дорог* – ОСЖД) – organizacja międzynarodowa założona w Sofii w dniu 28 czerwca 1956 na posiedzeniu ministrów kierujących transportem kolejowym przez państwa Bloku Wschodniego.

zakład budowy prototypów w Delitzsch i testowania w Schlauroth. Jednocześnie, w ramach prac OSZD, wyprodukowano 306 sprzęgów samoczynnych z innowacyjnymi rozwiązaniami, które zamontowano w wagonach celem poddania rozwiązań próbom eksploatacyjnym.

W 1967 roku zorganizowano pierwsze spotkanie Roboczej Grupy Technicznej UIC i OSZD. Zaprezentowano i omówiono wówczas projekt wspólnego programu pracy na rzecz rozwoju sprzęgu samoczynnego, zaadaptowanego dla całej Europy. Różnice polityczne w Europie znacząco wpłynęły na współpracę techniczną między kolejami i konstruktorami. Kwestie patentowe i wymogi o charakterze strategicznym odgrywały niemałą rolę we wspólnym działaniu, dlatego te elementy znacznie ograniczały możliwość technicznego opracowania najlepszego rozwiązania. Jednocześnie UIC przeprowadziło wiele prac mających na celu wybór rozwiązania technicznego sprzęgu samoczynnego do dalszych prac.

W 1968 r. uzgodniono, że opracowania dotyczące rozwiązania europejskiego i modernizowanego sprzęgu SA-3 powinny być kompatybilne. Uzgodniono również, aby każda ze stron mogła bezpłatnie korzystać z patentów drugiej strony [3, 18].

W 1969 roku rozpoczęto prace projektowe mające na celu wspólne wykorzystanie opatentowanych na Wschodzie i Zachodzie Europy rozwiązań technicznych, w celu opracowania najlepszego dla ówczesnej techniki rozwiązania sprzęgu samoczynnego. W pracach brali udział m.in. Deutsche Reichsbahn, Waggonbau Bautzen i Knorr-Bremse z Monachium.

Opracowane w 1970 roku rozwiązanie sprzęgu, który w szczegółach różnił się nieznacznie od sprzęgu SA-3, cechuje niezawodność eksploatacyjna i wytrzymałość oraz kompatybilność. Takie wyniki uzyskano zarówno na stanowiskach testowych, jak i w nadzorowanej eksploatacji. Pomimo tego wprowadzenie ogólnoeuropejskich rozwiązań było ciągle odkładane. Ponieważ sprzęgu samoczynnego nie można było połączyć ze złączem śrubowym, konieczne było opracowanie rozwiązania przejściowego, jako elementu systemu. Założono, że będzie ono dopuszczone tylko dla czynności manewrowych [3].

Przeprowadzono testy rozwiązania konstrukcyjnego sprzęgów w warunkach eksploatacyjnych na terenie Szwecji i w Rosji. Testy i badania stanowiskowe przeprowadzono głównie w Instytucie Kolejnictwa w Minden (Niemcy). Testy wykazały kompatybilność prototypu ze sprzęgiem SA-3. W 1970 roku podjęto zasadnicze kroki w kierunku wspólnego europejskiego rozwiązania sprzęgu samoczynnego.

Współpracę międzynarodową zakończono w 1975 roku. Pomimo opracowania prototypu sprzęgu samoczynnego nie udało się przyjąć wspólnego harmonogramu dalszych badań i wprowadzenia sprzęgu do eksploatacji. Część rządów kolejowych odnosiła się sceptycznie do tego rozwiązania podkreślając duże koszty przebudowy taboru, produkcji sprzęgu i jego montażu. Wskazywano brak ekonomicznego uzasadnienia takiej operacji, przy wielu głosach

twierdzących, że zaproponowane rozwiązanie techniczne nie jest satysfakcjonujące i wymaga w okresie przejściowym stosowania rozwiązań pośrednich, umożliwiających łączenie sprzęgu samoczynnego ze sprzęgiem śrubowym. W RFN (Kolej DB) rozwiązanie zaczęto stosować do łączenia wagonów w tzw. wahadłach przewożących rudę żelaza.

Analizując okres związany z europejskim rozwojem stosowania sprzęgu samoczynnego należy wspomnieć o udziale Instytutu Kolejnictwa (wówczas Centralnego Ośrodka Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa COBiRTK) w tym procesie. Decyzją nr 13/70 Prezydium Rządu z dnia 4.02.1970 roku minister komunikacji został zobowiązany do opracowania wytycznych budowy stonowego wagonu węglarki. Wytyczne opracował Zakład Pojazdów Szynowych w COBiRTK w marcu 1970 roku. Na ich podstawie przygotowano dokumentację techniczną sześciosiowego wagonu węglarki typu 601W, przeznaczonego do przewozów masowych węgla energetycznego do dużych elektrowni, a także obsługi Portu Północnego. W połowie 1975 roku ZASTAL (Zaodrzańskie Zakłady Przemysłu Metalowego „Zastal”) wyprodukował 36 wagonów, które wyposażono w sprzęg samoczynny SA-3 i 3-osiowe wózki typu 7TN, rysunek 5. Przy 33-wagonowym wahadle, masa brutto pociągu wynosiła 4000 ton, a wyposażenie wagonów w sprzęg śrubowy groziło rozerwaniem pociągu. Warto zaznaczyć, że w tym okresie COBiRTK wykonał także wiele prac związanych z próbami nabiegania tych wagonów i badaniami wytrzymałości sprzęgów SA-3 i Intermat. Badania sprzęgów wykonywał specjalnie powołany do tego celu zespół badawczy ośrodka [9, 15].



Rys. 5. Fragment wahadła złożonego z wagonów 601W ze sprzęgiem samoczynnym [42]

W następnych latach prace nad europejskim rozwiązaniem zasadniczo koncentrowały się na doskonaleniu oraz dalszej standaryzacji komponentów i rozwiązań poszczególnych elementów.

Pomimo kilku prób, koleje nie mogły uzgodnić konkretnego terminu wprowadzenia sprzęgu. Ewentualne oszczędności kosztów osobowych, skrócenie czynności manewrowych, czy możliwości jazdy ciężkimi pociągami, nie wydawały się rekompensować znacznych kosztów wprowadzenia sprzęgu samoczynnego we wszystkich eksploatowanych wagonach.

W 1981 roku po raz pierwszy przedstawiono pomysły na uproszczenie rozwiązania sprzęgu samoczynnego, które

następnie rozwinięto. Początkowo sugerowano, że sprzęg powinien być wyposażony tylko w znacznie uproszczone połączenie przewodów hamulcowych, przy jednoczesnej rezygnacji z łączenia linii elektrycznych. Prace nad sprzęgiem znacznie spowolniono.

W 1986 roku Biuro Badawczo-Rozwojowe Międzynarodowego Związku Kolei (ORE) opracowało raport dotyczący obniżenia kosztów produkcji sprzęgu samoczynnego. Stwierdzono w nim, że koszty związane z produkcją i wymianą sprzęgów samoczynnych można obniżyć w przypadku odstępstw od Karty UIC 522 [5].

W 1988 roku prace ukierunkowano, wykorzystując pomysł wprowadzenia tzw. czystego sprzęgu pociągowego. Pomysł zakładał zachowanie zderzaków bocznych oraz parametrów użytkowych analogicznie jak dla sprzęgu śrubowego. Do tego zamiaru opracowano projekt wykonalności. Deutsche Bundesbahn i Knorr-Bremse AG propagowały wówczas ideę samoczynnego sprzęgu, który nadal wymagał zderzaków do przenoszenia sił nabiegania. Dlatego w latach 90. XX wieku został opracowany sprzęg Z-AK, w którym był łączony główny przewód powietrzny (hamulcowy). Rozwiązanie tego sprzęgu cechowała duża waga urządzenia i wysoka cena. Punktem wyjścia do takiego rozwoju sprzęgu samoczynnego było zmniejszenie wymagań ograniczonych do przenoszenia przez sprzęg tylko sił rozciągających czy braku kompatybilności ze sprzęgiem SA-3, co wiązałoby się z obniżeniem kosztów produkcji [4]. Dzięki konstrukcji sprzęgu uwzględniającego te założenia, w latach 1994–2002 pojawiło się rozwiązanie typu C-AKv. Sprzęg umożliwiał połączenie dwóch przewodów powietrznych. W Niemczech zakładano, że stanowiskowe i eksploatacyjne badania prototypów zostaną zakończone pod koniec lat 90. XX w., a wprowadzenie rozwiązania do eksploatacji nastąpi w 1999 roku. Jednak i ten projekt nie zakończył się sukcesem [3].

Kolejnym rozwiązaniem, które powstało w okresie, wykorzystującym profil głowicy Willisona, był sprzęg SA-3 firmy Voith. Rozwiązanie to także nie znalazło szerszego zastosowania.

3. Ważniejsze sprzęgi samoczynne opracowane w Europie do 2015 roku

Wspomniane w poprzednim rozdziale wysiłki związane ze skonstruowaniem europejskiego sprzęgu samoczynnego, doprowadziło do opracowania trzech rozwiązań dla kolejowego taboru towarowego. Były to rozwiązania oznaczone: AK69, C-AKv i Z-AK, dla których do tej pory znaleziono jedynie ograniczone obszary zastosowań.

3.1. Sprzęg samoczynny typu AK69

W latach 70. ubiegłego wieku, koleje europejskie opracowały nowy typ sprzęgu automatycznego. W Europie

Zachodniej sprzęg oznaczony przez UIC jako AK69 został zaprojektowany przez Unicupler GmbH, spółkę zależną Knorr-Bremse z Monachium. Dla obszaru Europy Wschodniej sprzęg był wyprodukowany w NRD przez VEB Waggonbau Bautzen i określany także jako Intermat, którego rozwiązanie powstało we współpracy z radzieckimi inżynierami dla obszaru OSŻD [18].

Sprzęg zaprojektowano jako pełny zamiennik zderzaków i sprzęgu śrubowego, który nie nadaje się do dużych obciążeń, zwłaszcza ciężkich wahadeł. Oba rozwiązania różniły szczegóły. Te sztywne sprzęgi miały możliwość połączenia przewodów powietrznych (dwa przewody) i elektrycznych (do sześciu przewodów). Występująca w oznaczeniu sprzęgu litera „e” (AK69e) oznaczała odmianę sprzęgu z możliwością łączenia przewodów elektrycznych. W części mechanicznej sprzęg był kompatybilny ze sprzęgiem SA-3. Pomimo możliwości sprzęgnięcia obu sprzęgów, takie połączenie wymagało ręcznego połączenia powietrznych przewodów hamulcowych. Sprzęg bez możliwości połączenia przewodów elektrycznych pokazano na rysunku 6. Przykład połączenia sprzęgu samoczynnego OSŻD Intermat ze sprzęgiem UIC AK69 pokazano na rysunku 7, natomiast widok z boku połączonych sprzęgów AK69 przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 6. Wagon platforma z zainstalowanym sprzęgiem samoczynnym UIC AK69 [14]



Rys. 7. Połączone sprzęgi Intermat i AK69 – widok z góry [19]

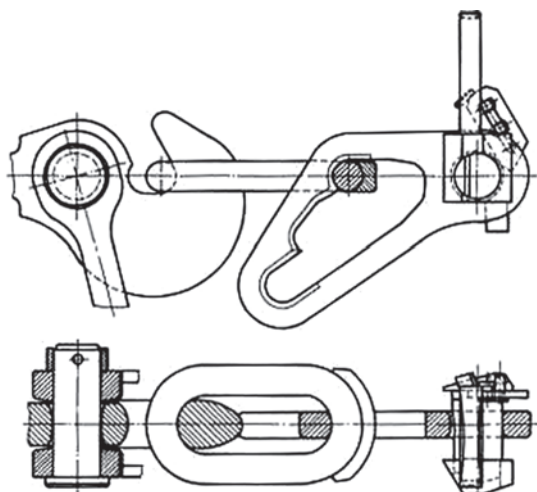


Rys. 8. Połączone sprzęgi UIC AK69 – widok z boku [20]

Ponieważ wykorzystanie sprzęgów samoczynnych UIC AK69/Intermat nie jest powszechne, problemem jest np. wyłączenie ze składu pociągu uszkodzonego wagonu z takim urządzeniem sprzęgowym i późniejsze odstawienie go do naprawy. W tym celu opracowano tzw. rozwiązanie mieszane (rys. 9). Tworzy się je przez włożenie od góry głowicy elementu blokowanego zapadką, dzięki której istnieje możliwość sprzęgnięcia sprzęgu samoczynnego z hakiem sprzęgu śrubowego sąsiedniego pojazdu. Doprowadzając włożony element do dolnej pozycji ulega on skróceniu, przez co likwidowany był luz między zderzakami (rys. 10). Aby rozłączyć takie połączenie należało odblokować głowicę zaczepu.



Rys. 9. Sprzęg samoczynny Intermat z elementem pośredniczącym (sprzęg mieszany) [21]



Rys. 10. Hak złącza śrubowego złączony z wkładką mechaniczną samoczynnego sprzęgu mieszanego w położeniu ściągniętym (zapewniony styk zderzaków) [24]

Sprzęg samoczynny UIC AK69 nie był kompatybilny ze sprzęgiem śrubowym. Sprzęg mieszany (rys. 9), który został opracowany jako część systemu, był wówczas dozwolony tylko podczas prac manewrowych. Sprzęg znalazł jednak zastosowanie na kolejach fińskich, gdzie praktycznie wszystkie lokomotywy pociągowe były wyposażone w sprzęg SA-3, a większość wagonów miała sprzęg śrubowy. Podobna sytuacja wystąpiła podczas transportu rudy z Holandii do Niemiec, gdzie z kolei wagony były wyposażone w sprzęg samoczynny, a holenderskie lokomotywy w sprzęg śrubowy [23].

Stosowanie sprzęgów samoczynnych wiązało się także z koniecznością wprowadzenia zmian konstrukcyjnych w projektowaniu ostoi pojazdów. Stosowanie sprzęgów śrubowych i zderzaków wymagało wzmocnienia zewnętrznej konstrukcji ostoi pojazdu. W przypadku sprzęgu samoczynnego, odpowiednią wytrzymałość powinna gwarantować konstrukcja środkowej części ostoi pojazdu, przy jednoczesnym wygospodarowaniu miejsca na trzon sprzęgu wraz z mechanizmem sprężynowym i możliwością przeprowadzenia montażu. Jedną z konsekwencji tych wymagań było także zmniejszenie średnicy kół wagonów z pierwotnego standardowego rozmiaru 1000 mm do początkowego 920 mm. Zmianom konstrukcyjnym podlegała także czołownica ostoi, w której musiał znajdować się znacznie większy otwór, który do czasu zamontowania sprzęgu samoczynnego musiał być przykryty specjalną, dokręcaną nakładką z prowadnicą trzonu haka sprzęgu śrubowego [23]. Tak więc zakres prac przygotowawczych do wymiany rodzaju sprzęgu w eksploatowanym taborze był bardzo duży zarówno od strony technicznej, jak i ekonomicznej, co wywoływało dalszą niechęć zarządów kolejowych do powszechnego zastosowania sprzęgów samoczynnych.

W Niemczech sprzęg samoczynny UIC typu AK69e był stosowany w wagonach tworzących ciężkie pociągi wadłowe o masie 4000 ton, zaopatrujących w rudę żelaza huty Zagłębia Ruhry. Pociągi były prowadzone przez dwie lokomotywy, wyposażone także w sprzęgi samoczynne tego typu. W sprzęg wyposażono 400 wagonów sześciosiowych do rozładunku grawitacyjnego i 15 lokomotyw elektrycznych serii E 151 należących do DB Cargo [3].

Pierwsze doświadczenia z eksploatacji sprzęgów samoczynnych dały pozytywne wyniki. Ponieważ sprzęg nie był kompatybilny ze sprzęgiem śrubowym, a cechował się znacznie większymi możliwościami przenoszenia siły pociągowej, założono że wymiana sprzęgów śrubowych na samoczynne zostanie przeprowadzona w Wielkanoc 1976 roku. UIC nie zakładało jednak, że pomysł ten spotka się z oporem wielu zarządów kolejowych. Na skutek braku zgody, operację wymiany przeniesiono na lata 80. XX wieku. Kolejne terminy przesuwano dalej, argumentując brakiem zgody różnych zarządów kolejowych oraz zbyt dużymi kosztami dotyczącymi zarządów kolejowych dysponujących dużą ilością taboru [22], do których należały wówczas PKP.

Sprzęg był badany także przez koleje francuskie i szwajcarskie. W Szwajcarii koleje SBB zastosowały to rozwiązanie

w pociągach pasażerskich, chcąc zdobyć doświadczenie przed planowaną wymianą sprzęgów w całym taborze kolejowym. W ten rodzaj sprzęgu wyposażono eksperymentalnie kilka lokomotyw. Zastosowane sprzęgi nie zyskały dobrej oceny wśród maszynistów ze względu na duże szarpnięcia podczas rozpoczynania procesu hamowania [22].

3.2. Sprzęg samoczynny typu Z-AK

Sprzęg samoczynny typu Z-AK powstał w 1988 roku i miał na celu wyeliminowanie najważniejszej wady, jaką był brak kompatybilności sprzęgu UIC AK69 ze sprzęgiem śrubowym. Wada ta sprawiała, że europejskie zarządy kolejowe łączyły wymianę z wieloletnim procesem powodującym wiele perturbacji ruchowych, eksploatacyjnych, a w efekcie trudności w terminowej obsłudze klientów kolei. Zaproponowane nowe rozwiązanie miało na celu uniknięcie dotychczasowej krytyki.

Zgodnie z założeniami konstrukcyjnymi, sprzęg samoczynny Z-AK miał w początkowym okresie zastępować dotychczasowy sprzęg śrubowy. Zderzaki boczne w dalszym ciągu służyły jako urządzenia do popychania i przenoszenia siły nabiegania podczas hamowania pociągu. W rezultacie sprzęg w takim rozwiązaniu nie oferował wszystkich zalet sprzęgu samoczynnego, jako że dopuszczalne siły działające na zderzaki pozostawały niezmiennie. Zmianie uległy wielkości sił rozciągających, które zwiększono ze 150 kN (sprzęg śrubowy) do 1000 kN (sprzęg Z-AK) [22]. Rozwiązanie sprzęgu pokazano na rysunku 11.



Rys. 11. Obłudzony sprzęg Z-AK wagonu DB AG (1998) [14]

Głowica sprzęgu została tak zaprojektowana, aby istniała możliwość sprzęgania pojazdów także na łuku toru. Badania eksploatacyjne udowodniły, że sprzęg funkcjonuje prawidłowo na łukach torów o promieniu większym niż 150 m. Odpowiednia prędkość sprzęgania wynosiła od 2 do 7 km/h. Po połączeniu mechanicznym były także połączone przewody powietrzne. Ustawienie łączonych sprzęgów w pozycji krótkiej powodowało, że zderzaki pojazdów prawie się stykały. Zawory powietrzne przewodów hamulcowych były montowane z boku wagonu. Tak więc, aby rozłączyć sprzęgi, manewrowy zamykał zawory powietrzne z boków łączonych wagonów, a następnie za pomocą specjalnego uchwytu zwalniał połączenie odczepiając

pojazdy. Nie zachodziła potrzeba wchodzenia manewrowego między wagony, przez co praca była łatwiejsza i bardziej bezpieczna [22].

Zaletą rozwiązania była kompatybilność ze złączem śrubowym, dzięki wyposażeniu sprzęgu Z-AK w specjalny element służący do mocowania sprzęgu śrubowego. W celu połączenia obu sprzęgów manewrowy musiał stanąć między pojazdami łącząc oba sprzęgi, a następnie przypiąć wąż powietrzny do odpowiedniego zamknięcia znajdującego się w głowicy sprzęgu samoczynnego. Po odkręceniu zaworu powietrznego na końcu węża powietrznego połączenie przewodu hamulcowego było gotowe.

Zakładano, że wprowadzenie do eksploatacji tego rozwiązania w Europie będzie trwało około 15 lat. Pomimo rozsądnej wówczas ceny urządzenia (1650 CHF) [22], zarządy kolejowe zgłaszały obawy, co do wielkości głowicy, braku możliwości połączeń elektrycznych lub po prostu nie widziały sensu takiej zamiany, ponieważ sprzęg nie miał zalet centralnego sprzęgu zderzakowego, a zbyt duże luzy między zderzakami powodowały przyspieszone zużycie elementów sprzęgu [22].

3.3. Sprzęg samoczynny typu C-AKv

Sprzęg samoczynny typu C-AKv, to skrót od *Compact Automatische Kupplung vereinfacht* w języku niemieckim, co w języku angielskim oznacza *Compact Automatic Coupler simplified*. W literaturze można również spotkać nazwę tego sprzęgu jako *Faiveley Transpact*. Został on opracowany przez firmę SAB WABCO, obecnie Faiveley Transport Witten GmbH. Konstrukcja sprzęgu jest kompatybilna ze sprzęgiem śrubowym ze zderzakami. Dzięki temu zakładano możliwość dłuższego okresu przejściowego w trakcie wymiany sprzęgów śrubowych w Europie. Sprzęg umożliwia także mechaniczne łączenie z rosyjskim sprzęgiem samoczynnym typu SA-3. Będąc rozwiniętą wersją sprzęgu AK69e, sprzęg C-AKv miał ten sam podstawowy zarys co sprzęg SA-3. Jednak w przeciwieństwie do sprzęgu rosyjskiego, złącza do przewodów pneumatycznych hamulców, a w razie potrzeby także przewodów elektrycznych, zostały zintegrowane ze sprzęgiem i mogły zostać automatycznie połączone podczas sprzęgania. Jednak podczas łączenia ze sprzęgiem SA-3 przewody powietrzne i elektryczne musiały być łączone ręcznie [25].

Od 2002 roku sprzęg C-AKv (rys. 12) był testowany na kolejach niemieckich. Znalazł zastosowanie w lokomotywach elektrycznych prowadzących ciężkie wahadła węglowe, kursujące między kopalniami odkrywkowymi węgla brunatnego w Profen i Wählitz, a elektrownią Schkopau. Zastosowano je także w wagonach tych wahadeł. W ramach działań strategicznych DB Schenker, producent sprzęgów, firma Faiveley i Politechnika Berlińska, opracowywały różne scenariusze szerokiego zastosowania w Europie sprzęgu C-AKv [25].

W badaniach eksploatacyjnych, które podsumowano w 2004 roku stwierdzono, że np. wymiana kół wagonów

z powodu zużycia w taborze ze sprzęgiem samoczynnym C-AKv, zmniejszyła się o 30% [11]. Z tego względu dotychczas zamontowany sprzęg w towarowym taborze przewozowym we wspomnianych wahadłach pozostał i był poddawany dalszej nadzorowanej eksploatacji. Na rysunku 12 widać, że kształt głowicy sprzęgu nieco różni się od głowicy sprzęgu SA-3 ze względu na specjalnej konstrukcji element wyrównujący i pasującą kieszeń po przeciwnej stronie głowicy. Dzięki tym elementom uzyskano większą stabilność pionową połączonych sprzęgów samoczynnych typu C-AKv.



Rys. 12. Sprzęg samoczynny C-AKv zainstalowany w wagonie towarowym [25]

W 2009 roku zakład Siemens w Monachium-Allach otrzymał od kolei zamówienie na wyposażenie w sprzęg C-AKv 18 istniejących lokomotyw elektrycznych klasy 189 (rysunek 13a). Lokomotywy te miały być przeznaczone do prowadzenia ciężkich pociągów o masie 6000 ton, przewożących rudę żelaza na trasie Rotterdam – Dillingen (kraj związkowy Saary). Sprzęg samoczynny był wyposażony w dwa przewody powietrzne, z których jeden służył do hamowania składu pociągu, a drugi do zasilania zbiorników powietrznych w wagonach. W marcu 2010 roku oddano

przewoźnikowi do eksploatacji pierwsze cztery lokomotywy ze sprzęgami samoczynnymi C-AKv (rysunek 13b). Mogły one sukcesywnie zastępować starsze lokomotywy elektryczne niemieckiej klasy 151 i holenderskiej klasy 6400. Ponieważ te lokomotywy są również zdolne do pracy zarówno pod napięciem 15 kV AC, jak i 25 kV AC (oraz 1,5 kV DC na krótkim odcinku o obniżonej mocy) napowietrznej sieci niemieckiej i holenderskiej, ich zastosowanie wyeliminowało zmiany lokomotyw na granicy holendersko-niemieckiej. Wagony do przewozu rudy w dalszym ciągu posiadały zastosowany jeszcze w latach 80. XX wieku sprzęg samoczynny typu AK69e, który jest sukcesywnie wymieniany na typ C-AKv podczas napraw głównych wagonów. Stare wagony samowładowcze typu talbot także sukcesywnie zamieniano na nowe sześćoosiowe wagony talboty typu Falrrs. W 2011 roku w ten typ sprzęgu wyposażono ponad 100 wagonów do przewozu rudy żelaza i węgla brunatnego. Od 2020 roku zastosowanie sprzęgu ograniczono do pociągów przewożących rudę żelaza z Holandii do Niemiec oraz do przewożenia węgla brunatnego w Niemczech [25, 26].

Ten typ sprzęgu samoczynnego poddano testom także we Francji. W nadzorowanej eksploatacji sprzęgi wykorzystano w ruchu wahadłowym przy przewozie węgla, montując do taboru przewozowego 100 sprzęgów samoczynnych tego rozwiązania. Sprzęg uzyskał homologację kolei SNCF.

Konstrukcja przedstawionego sprzęgu samoczynnego jest bardziej zwarta dzięki odpowiedniemu umieszczeniu sprzęgów pneumatycznych i elektrycznych. Uzyskano przez to możliwość zainstalowania specjalnego łącznika umożliwiającego sprzęgnięcie ze sprzęgiem śrubowym. Rozwiązanie z takim łącznikiem nazwano sprzęgiem mieszanym (rys. 14). Zawieszenie łącznika na haku wymaga wejścia manewrowego między zderzaki, natomiast ustawienie specjalnego rygla w położeniu „łącznik krótki” (gwarantujący styk zderzaków) lub „łącznik długi” (umożliwiający połączenia lub rozłączenia) nie wymaga wchodzenia między zderzaki. Podsumowując omówienie sprzęgu



Rys. 13. a) Lokomotywa elektryczna klasy 189 wyposażona w sprzęg C-AKv [26], b) pierwsze cztery lokomotywy klasy 189 wyposażone w sprzęg C-AKv [27]

samoczynnego typu C-AKv należy wymienić jego następujące zalety:

- Sprzęg jest wykonany zgodnie ze standardem określonym w Karcie UIC 522 [5], jest także kompatybilny z ramami montażowymi UIC 530-1 [6].
- Rozprzęgnięcie sprzęgu samoczynnego typu C-AKv pomiędzy lokomotywą a składem pociągu odbywa się zdalnie, z kabiny maszynisty pojazdu trakcyjnego. Rozprzęgnięcie wagonów odbywa się przez pociągnięcie dźwigni na sprzęgu, do którego można się dostać z boku wagonu.



Rys. 14. Widok sprzęgu mieszanego typu C-AKv [28]

- Sprzęg samoczynny typu C-AKv charakteryzuje się dopuszczalnym obciążeniem rozciągającym 1000 kN i ścinającym 2000 kN (sprzęg śrubowy ze zderzakami odpowiednio: 500 kN i 1000 kN). Dla ruchu przy zmianie szerokości toru w przewozach z Rosją, opracowano wariant sprzęgu o zwiększonej wytrzymałości na rozciąganie 2500 kN i siły ściskającej 3000 kN. Parametry te umożliwiają prowadzenie ciężkich pociągów towarowych przy zachowaniu bezpieczeństwa ruchu kolejowego. W przypadku jazdy dłuższych pociągów po liniach kolejowych charakteryzujących się dużymi wzniesieniami, można zrezygnować z dodatkowych lokomotyw pchających, co przy pociągach ze sprzęgiem śrubowym jest standardem. Przy zjeżdżaniu ze wzniesień jest możliwa jazda ze zwiększonymi prędkościami i lepszym wykorzystaniem charakterystyk mocy nowoczesnych lokomotyw elektrycznych. Skutkuje to korzyściami ekonomicznymi przez lepsze wykorzystanie przepustowości linii, krótszy czas transportu oraz mniejsze zużycie energii i materiałów [26].
- Siły wzdłużne są przenoszone centralnie, przez co pociągi są mniej podatne na wykolejenie podczas pchania niż w przypadku kombinacji sprzęgów śrubowych i zderzaków. Zwiększa to bezpieczeństwo, eliminuje potrzebę ograniczeń prędkości na zakrętach i ograniczeń mas pchanych pociągów, a także ograniczenia siły hamowania hamulca dynamicznego. W przypadku jednoczesnego stosowania zderzaków ze sprzęgiem

samoczynnym typu C-AKv, zalety sprzęgu samoczynnego są takie same [26].

- Zderzaki taboru przewozowego, które są połączone złączami śrubowymi, muszą być regularnie smarowane i wymieniane. Chociaż wszystkie pojazdy ze sprzęgiem samoczynnym typu C-AKv są na okres przejściowy wyposażone w zderzaki boczne aby umożliwić sprzęg mieszany, nie wymagają jednak konserwacji, o ile sprzęgi samoczynne są tego samego typu. Zastosowanie sprzęgu samoczynnego jest równoznaczne z mniejszym zużyciem zestawów kołowych. Centralne sprzęgi samoczynne o odpowiedniej konstrukcji mogą przenosić siły poprzeczne, dzięki temu siły boczne działające między obrzeżem koła a szyną są mniejsze. Z tego względu obrzeża kół i główki szyn zużywają się znacznie wolniej [26].

Z powodu opisanych wad takiej konstrukcji należy podkreślić, że cechowały ją duże koszty (produkcja oraz instalowanie) w porównaniu do zderzaków i sprzęgu śrubowego. Ponadto, sprzęg samoczynny typu C-AKv nie nadawał się do pociągów pasażerskich, ponieważ niewielkie luzy mechaniczne łączących, powodowały szarpnięcia wzdłużne podczas ruszania i hamowania, co obniżało komfort podróży.

3.4. Porównanie ważniejszych rozwiązań sprzęgów samoczynnych jako punkt wyjścia do opracowania współczesnego rozwiązania

W większości sprzęgów samoczynnych scharakteryzowanych dotychczas, istnieje możliwość sprzęgnięcia przewodów powietrznych, umożliwiającą przenoszenie i utrzymanie odpowiedniego ciśnienia niezbędnego w czasie hamowania. W przypadku złącza śrubowego UIC używanego w Europie, rozprzęgnięcie przewodów hamulcowych i powietrznych odbywa się ręcznie. Proces ręcznego rozłączania sprzęgów samoczynnie łączonych, dotyczy nie tylko sprzęgów AAR typu Janney, Willison typu SA-3, Unicupler AK69e, Intermat, Transpact C-Akv i Voith SA-3, sprzęgu Scharfenberg typ 140, ale także sprzęgu typu Z-AK firmy Knorr-Bremse (z oddzielną transmisją kablowo-kompresyjną).

W przypadku sprzęgów półautomatycznych, istnieje więcej różnic dotyczących możliwości automatycznego podłączenia przewodów (powietrznych i/lub elektrycznych), jednak takiej możliwości nie ma w systemach sprzęgających AAR typu E i F oraz w rosyjskim sprzęgu SA-3.

Żaden z systemów sprzęgowych stosowanych w transporcie towarowym nie jest w pełni zautomatyzowany. Warto jednak zaznaczyć, że w zautomatyzowanym, kolejowym taborze pasażerskim, takich rozwiązań również nie ma. Przykładem są rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w sprzęgach samoczynnych Scharfenberga typu 10, 35, 330 lub 430, a także w sprzęgach Wabco Typ N. Dotyczy to także w pełni automatycznych systemów sprzęgów w przypadku podłączania / rozłączania różnego rodzaju przewodów. Podstawowe rodzaje sprzęgów samoczynnych stosowanych do łączenia taboru kolejowego zestawiono w tabelicy 1.

Tablica 1
Charakterystyka sprzęgów pojazdów szynowych [2]

Typ sprzęgu	System sprzęgu	Rodzaj ruchu P,T	Max siła rozciągająca [kN]
Sprzęg śrubowy UIC	Sprzęg śrubowy	P/T	500
Z-AK (Knorr)	Willison	T	500
Wedgeloock	Inny	P	–
AZK (Schwab)	Inny	P	–
AAR-Typ E, E/F	Janney	T	1750
AAR-Typ F	Janney	T	>1750
AAR-Typ H (Tightlock)	Janney	P	1750
Automated F-Type Coupler	Janney	T	1750
SA-3	Willison	T	1750
Unicupler AK69e	Willison	T	1000
Intermat	Willison	T	1000
Transpact C-Akv	Willison	T	1000
Voith „SA-3”	Willison	T	2500
Scharfenberg Typ 10	Scharfenberg	P	1000
Scharfenberg Typ 35,330,430	Scharfenberg	P	–
Scharfenberg Typ 140	Scharfenberg	T	1500
Wabco N-Type	Inny	P	–
Tomlison	Inny	P	–
Shibata	Inny	P	–
BSI Kompakt	Inny	P	–
GFV	Inny	P	–
GFT, GFN	Inny	P	–
Schwab-Kolej	Inny	P	–
Schwab-Metro	Inny	P	–

„P” – pasażerski, „T” – towarowy, „–” – brak danych.

4. Europejski program dostawy cyfrowego sprzęgu automatycznego DAC

Dotychczasowe działania dotyczące konstrukcji sprzęgu samoczynnego dla kolei europejskich nie przyniosły satysfakcjonujących rozwiązań. Jednocześnie rozwój techniki, technologii i cyfryzacji sprawił, że na rynku transportowym obserwuje się rosnącą rywalizację poszczególnych

gałęzi transportu. Transport drogowy jest największym rywalem kolejowego transportu towarowego, jednak pojazdy drogowe wyrządzają środowisku naturalnemu wiele szkód rekompensowanych szybszym dotarciem do celu, często przy mniejszych kosztach. Z tego względu towarowy transport kolejowy powinien stać się bardziej wydajny i oferować większy zakres usług, co w przyszłości pozwoliłoby dotrzymać kroku konkurencji.

Działania Komisji Europejskiej związane z zielonym łańdem i zrównoważonym rozwojem stały się podstawą uznania kolei za najkorzystniejszą gałąź transportu w dążeniu do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Założono, że do 2030 roku ich emisja w sektorze transportu ma być ograniczona o 55%. Aby to osiągnąć należy ograniczyć przewozy towarów realizowane przez lotnictwo oraz transport drogowy, przenosząc je na transport kolejowy. Z tego względu, w ciągu najbliższej dekady konieczny jest wzrost przepustowości kolejowego transportu towarowego w całej UE o 50%. Biorąc pod uwagę możliwości realizacji takiego założenia, pozornie wydaje się, że osiągnięcie takiej wartości jest związane z dodatkową infrastrukturą. Takie rozwiązanie może być bardzo kosztowne i niemożliwe do wykonania w niektórych rejonach z powodu np. braku wolnych terenów, stąd kluczem do powodzenia realizacji takiego założenia powinna być poprawa efektywności istniejącej sieci kolejowej.

Sprzęg samoczynny nowej generacji jest jedną z niewielu realnych opcji, umożliwiających wzrost wydajności przewozów m.in. przez cięższe i szybsze pociągi. Skrócenie czasu i kosztów sprzęgania oraz rozprzęgania wagonów także wpłynie na poprawę organizacji pracy, co przełoży się na konkurencyjność kolejowego przewozu ładunków. Oferowanie klientom bardziej atrakcyjnej obsługi, powinno ich zachęcić do rezygnacji z transportu lotniczego i drogowego na rzecz usług kolejowych, które dzięki lepszej organizacji pracy przy dotychczasowym poziomie zasobów będą w stanie obsłużyć zwiększające się natężenie przewozów. Jednocześnie eliminacja niebezpiecznych procesów wykonywanych ręcznie poprawi bezpieczeństwo pracownikom kolei. Wieloaspektowy, cyfrowy zakres działalności przewozowej kolei, wpłynie na elastyczność i niezawodność operacji transportowych oraz lepsze zarządzanie taborem przewozowym.

Technologia automatycznego sprzęgu cyfrowego (*Digital Automatic Coupling* – DAC) obecnej generacji była pierwotnie wdrażana w zakresie przewozów ładunków w ramach programu Shift2Rail⁴. Działania rozpoczęto od sprecyzowania pięciu poziomów rozwoju sprzęgów samoczynnych, z uwzględnieniem możliwości późniejszego wyboru najbardziej odpowiednich rozwiązań pod względem funkcjonalności i opłacalności (im wyższy poziom, tym więcej

⁴ Shift2Rail – europejski program współpracy w zakresie technologii, badań i rozwoju, wspólnie finansowany przez jego członków.

funkcji). Poszczególnym poziomom przypisano następujące zadania funkcjonalne:

- Poziom 1 – sprzęg łączy mechanicznie dwa pojazdy,
- Poziom 2 – sprzęg dodatkowo zawiera złącze przewodu hamulcowego,
- Poziom 3 – sprzęg poza powyższymi funkcjami umożliwia zasilanie elektryczne (DAC 3),
- Poziom 4 – sprzęg umożliwia transmisję danych (DAC 4), przez dodatkowe łącze,
- Poziom 5 – sprzęg zapewnia automatyczne rozprężanie (DAC 5).

W realizowanym projekcie FR8RAIL⁵ przeprowadzono jednocześnie m.in. badania rynku i biznesu oraz analizy przypadków różnych scenariuszy operacji przewozowych (ładunki wagonowe i przewozy intermodalne). Analizy ekonomiczne wskazały, że wybór rozwiązania sprzęgu samoczynnego poziomu 4, znacznie poprawia stosunek kosztów do korzyści. Wskazano również, że zapewnienie bezpieczeństwa cyfrowego w całym pociągu umożliwia znaczne ograniczenie, a wręcz eliminację wymiany danych określanych dotychczas ręcznie (np. próby hamulca). Wpływa to na dalszy rozwój aplikacji telematycznych, monitorujących jakość poszczególnych zespołów i mechanizmów wagonów, wpływając na bezpieczeństwo przewozów. Ma to wpływ na wdrażanie ETCS poziomu 3 i eliminowanie kosztownych urządzeń przytorowych związanych z bezpieczeństwem ruchu pociągu. Jednocześnie, możliwość dystrybucji energii elektrycznej poprawi funkcjonowanie urządzeń zasilanych dotychczas jedynie przez baterie, a służących do lokalizacji i bieżącej komunikacji z centrami kontroli logistycznej.

Wartość dodana, jaką wnosi cyfryzacja, jest już odczuwalna. Wagonów towarowych są coraz częściej wyposażane w różne rodzaje czujników, które dostarczają informacji o lokalizacji pojazdu, przyspieszeniach, hamowaniu itp. Pomaga to w utrzymaniu ruchu, wysyłce oraz danych klientów. Obecne ograniczenia ilości danych, które można wygenerować i liczbie czujników, które można zintegrować, zależy od jednej baterii. Dołączenie do pociągu linii energetycznych i kabli przesyłania danych oznacza, że można znacznie rozszerzyć zakres stosowania czujników pomiarowych i zautomatyzować testy hamulców, które nadal są przeprowadzane ręcznie. Rozwój systemu diagnozowania w czasie rzeczywistym jest także podstawą uruchamiania w przyszłości pociągów autonomicznych (bez personelu obsługi).

W tych projektach, aktywnie uczestniczyły koleje niemieckie. Federalne Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMVI), wzmacniając przyjazny dla klimatu transport kolejowy, postanowiło promować innowacje i badania w sektorze kolejowym. Mając na względzie fiasko dotychczasowych prób wyposażenia kolejowego taboru kolejowego w Europie w sprzęg samoczynny, przy jednoczesnym opracowywaniu przez producentów taboru kolejowego nowych urządzeń tego typu, prace nad sprzęgiem samoczynnym uznano za jedną z głównych innowacji w zakresie kolejowego transportu towarowego. Założono, że DAC może zwiększyć wydajność, niezawodność i konkurencyjność towarowego transportu kolejowego nie tylko w Niemczech, ale w całej Unii Europejskiej.

Mając na względzie ten, cel BMVI w 2016 roku zleciło DB Cargo AG i VTG AG przeprowadzenie badań pt. „Budowa i testowanie innowacyjnych wagonów towarowych”. Do badań i testów uruchomiono specjalny pociąg złożony z 23 innowacyjnych wagonów, z których trzy wyposażono w sprzęg samoczynny. Testy przeprowadzono w pięciu krajach (Niemcy, Szwajcaria, Austria, Włochy i Szwecja). Pociąg przejechał 150 000 km. We wszystkich wagonach zainstalowano linię energetyczną 110 V. Ponieważ wagony towarowe nie mają własnego zasilania, układy elektroniczne diagnozowania wagonów były zasilane z baterii, co ograniczyło zakres cyfryzacji pojazdu. Linia energetyczna była także niezbędna do zastosowanych w pociągu hamulców elektropneumatycznych. Ponadto, dane uzyskiwane w poszczególnych wagonach były przesyłane do lokomotywy za pośrednictwem linii magistralnej danych cyfrowych. Problematyka zasilania energetycznego i przesyłania danych cyfrowych stała się istotna w odniesieniu do odpowiedniej konstrukcji sprzęgu samoczynnego. W pracach badawczych i testowych uczestniczyli pracownicy Instytutu Kolejnictwa z Karlsruhe. Prace zakończono w lutym 2019 roku [29].

W 2019 roku BMVI zleciło wykonanie opracowania pt. „Stworzenie koncepcji ogólnoeuropejskiej migracji⁶ cyfrowego automatycznego systemu sprzęgu dla kolejowego ruchu towarowego”. Wyniki opracowania wykazały, że wielu europejskich przewoźników kolejowych i posiadaczy wagonów popiera wprowadzenie sprzęgu DAC. Wskazuje na to również ustanowienie unijnego programu migracji dla sprzęgu DAC i europejskiego programu realizacji jego wdrożenia.

Projekt pilotażowy, mający na celu przyspieszenie procesu migracji sprzęgu DAC do demonstracji, testowania i zatwierdzania rozwiązania docelowego, został przyznany

⁵ Głównym celem projektu FR8RAIL jest opracowanie wymagań funkcjonalnych dla zrównoważonego i atrakcyjnego europejskiego transportu kolejowego. Cele projektu to: 10% redukcji kosztów transportu towarowego mierzonych w tonach na km, 20% skrócenie czasu podczas przebywania środków transportu pod czynnościami ładunkowymi oraz zwiększenie atrakcyjności łańcuchów logistycznych przez udostępnienie 100% informacji o kolejowym transporcie towarowym do systemów informacji o łańcuchach logistycznych. Piątym obszarem projektu jest automatyczne sprzęganie [31].

⁶ Migracja – proces wdrażania rozwiązania DAC w Jednolitym Europejskim Obszarze Kolejowym.

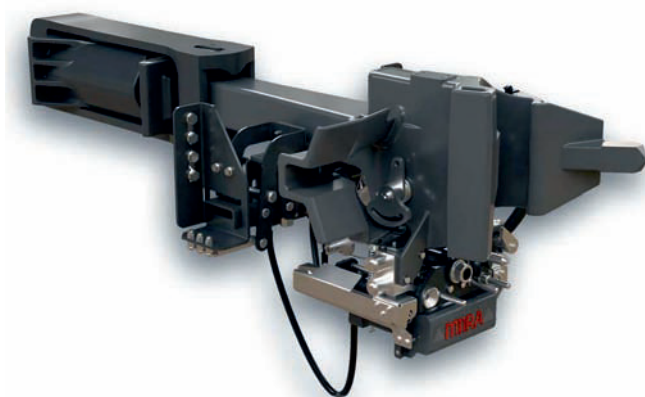
22 czerwca 2020 roku konsorcjum DAC4EU (*Digital Automatic Coupling for Europe*). Konsorcjum utworzyło sześć publicznych i prywatnych firm zajmujących się kolejowym transportem towarów, tj: przedsiębiorstwa kolejowe Rail Cargo Group⁷, DB Cargo (Niemcy), SBB Cargo (Szwajcaria), Ermewa⁸, GATX Rail Europe⁹ (wynajem wagonów kolejowych) i VTG¹⁰. Jego liderem zostały koleje niemieckie (DB AG) [12]. Prace będą trwały do końca 2022 roku.

4.1. Badane rozwiązania

Wprowadzenie sprzęgu DAC w całej UE nie jest zadaniem, którym można się zająć wyłącznie na poziomie państw członkowskich. Aby był on powszechny, potrzebne są rozwiązania europejskie. Wyzwania finansowe nie mogą być rozwiązane przez same firmy. Będzie to wymagało kompleksowego i odpowiednio finansowanego europejskiego programu finansowania. Federalne Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej w Niemczech promując wprowadzenie sprzęgu DAC w Europie przeznaczyło na cel badawczy wybranych sprzęgów kwotę około 13 milionów euro [40]. W ramach projektu pilotażowego sprzęgu DAC zostały poddane przetestowaniu cztery rozwiązania urządzeń poziomu 4, wyprodukowanych przez: CAF (*Construcciones y Auxiliar Ferrocarriles*), DELLNER AB, JM VOITH SE & CO. KG i Faiveley Transport.

4.1.1. Sprzęg firmy CAF

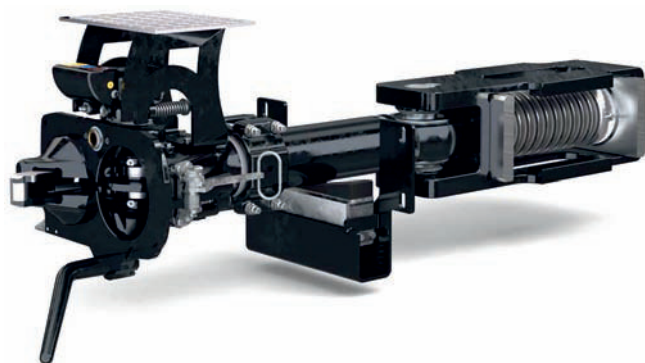
CAF (*Construcciones y Auxiliar Ferrocarriles*) to hiszpański dostawca sprzętu i komponentów do systemów kolejowych. W ramach Shift2Rail, CAF opracował przetwornik cyfrowo-analogowy dla sprzęgu samoczynnego typu SA-3. Wybór sprzęgu poprzedziła ocena różnych typów tych urządzeń pod względem ich przydatności w kolejowym transporcie towarowym. Ze względu na prostą konstrukcję, wieloletnie doświadczenie eksploatacyjne w kolejowym transporcie towarowym oraz szacunkowe korzyści kosztowe konstrukcji tego sprzęgu w porównaniu z innymi typami sprzęgów, CAF zdecydował się na głowicę sprzęgu SA-3 jako podstawowe urządzenie sprzęgające kolejowy tabor towarowy w zakresie poziomu 4. Pierwsze prototypy zostały udostępnione do celów testowych w ramach projektu DAC4EU już na jesieni 2020 roku. Sprzęg tego producenta pokazano na rysunku 15.



Rys. 15. Sprzęg samoczynny produkcji hiszpańskiej CAF [32]

4.1.2. Sprzęg firmy DELLNER AB

Dellner, to producent sprzęgów samoczynnych z siedzibą w Vika w Szwecji. Zatrudniając 1000 pracowników w 22 zakładach produkcyjnych, montażowych i handlowych na całym świecie, jest dziś wiodącym wytwórcą systemów sprzęgających na styku wagon i pojazd trakcyjny. Główne grupy produktów, to sprzęgi w pełni automatyczne, układy przejściowe, amortyzatory oraz serwis wyprodukowanych urządzeń. Dellner opracowuje również prototypy DAC poziomu 4 i bierze udział w testach DAC prowadzonych obecnie w Niemczech. Dellner opiera się na konstrukcji typu zatraskowego, neutralnej dla firmy nazwie projektu Scharfenberg. Rozwiązanie sprzęgu tego producenta pokazano na rysunku 16.



Rys. 16. Sprzęg samoczynny Scharfenberga produkcji szwedzkiej [32]

⁷ W skład RCG wchodzi kolejowi przewoźnicy towarów z: Austrii, Niemiec, Słowenii, Chorwacji, Bułgarii, Grecji, Czech, Polski, Słowacji, Rumunii i Węgier.

⁸ Ermewa SA powstała w 1956 roku i jest europejskim liderem w wynajmie wagonów towarowych. Firma posiada 42 000 wagonów towarowych wynajmując je spedytorom, przedsiębiorstwom kolejowym i przemysłowym we wszystkich branżach: przemyśle stalowym, naftowym, gazowym, chemicznym, przewoźniczym towarów paletyzowanych, kruszyw, kontenerów, drewna, żywności itp.

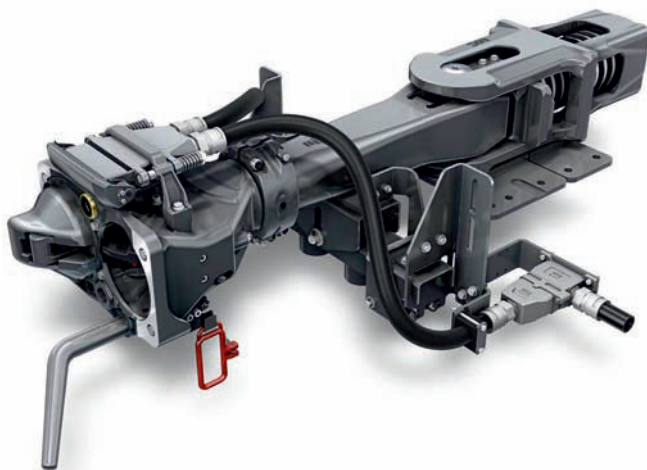
⁹ GATX Rail Europe (GRE), z siedzibą w Wiedniu, jest wiodącą firmą zajmującą się wynajmem wagonów towarowych, oferującą wysokiej jakości tabor przewoźniczy w ponad 20 krajach europejskich.

¹⁰ VTG Aktiengesellschaft z siedzibą w Hamburgu jest jedną z wiodących firm zajmujących się wynajmem wagonów i logistyką kolejową w Europie. Park wagonowy obejmuje około 95 000 wagonów towarowych, głównie wagony cysterny, platformy do przewozów intermodalnych oraz wagony z przesuwalnymi ścianami. Oprócz wynajmu kolejowych wagonów towarowych, firma oferuje kompleksowe usługi w zakresie logistyki multimodalnej.

4.1.3. Sprzęg firmy JM VOITH SE & CO. KG

Firma JM Voith SE & Co. KG, to niemiecki dostawca systemów sprzęgów samoczynnych z siedzibą w Salzgitter. Firma opracowała również sprzęg DAK poziomu 4 Scharfenberg do testów DAC4EU, a także przetestowała sprzęg AK Type 2 w konstrukcji Scharfenberg w SBB Cargo i wprowadziła go do seryjnej eksploatacji. Firma Voith dostarczyła również sprzęgi Scharfenberga do pociągu demonstracyjnego w projekcie badawczym BMDV „Budowa i testowanie innowacyjnych wagonów towarowych”.

Pomimo małej wagi, ten sprzęg jest niezwykle wytrzymały. Został on specjalnie dostosowany do wymagań kolejowego ruchu towarowego, spełnia wymagania normy ISO 12663-2 dotyczącej wagonów towarowych. Tym samym sprzęg nadaje się do zastosowania w europejskim towarowym transporcie kolejowym, a dzięki swojej modułowej konstrukcji, idealnie nadaje się do zastosowania podczas modernizacji wagonów kolejowych. Rozwiązanie sprzęgu tego producenta pokazano na rysunku 17.



Rys. 17. Sprzęg samoczynny Scharfenberga produkcji niemieckiej [32]

4.1.4. Sprzęg firmy FAIVELEY TRANSPORT

Firma Faiveley Transport, z siedzibą w Gennevilliers pod Paryżem, działa na całym świecie jako producent m.in. pojazdów i urządzeń dla transportu kolejowego. Firma opracowała także prototypy przetwornika cyfrowo-analogowego poziomu 4, opierając się na głowicy sprzęgu Schwab, która jest mniej popularna niż sprzęg Scharfenberga lub SA-3. Sprzęgi Schwab stosowane są głównie w kolejowym transporcie pasażerskim w Szwajcarii. Podobnie jak Voith, firma Faiveley Transport współpracowała w badaniach zarówno w pociągu demonstracyjnym SBB Cargo w Szwajcarii, jak i w niemieckim projekcie badawczym „Innowacyjny wagon towarowy”. Sprzęg pokazano na rysunku 18.

Decyzją Rady Programu z 14 września 2021 roku, Europejski standard DAC będzie oparty na konstrukcji sprzęgu Scharfenberga firmy JM VOITH SE & CO. KG. Badania różnych rozwiązań sprzęgów można zobaczyć na filmach [37, 38].



Rys. 18. Sprzęg samoczynny produkcji francuskiej [32]

4.2. Europejski tabor kolejowy wymagający wyposażenia w sprzęg DAC

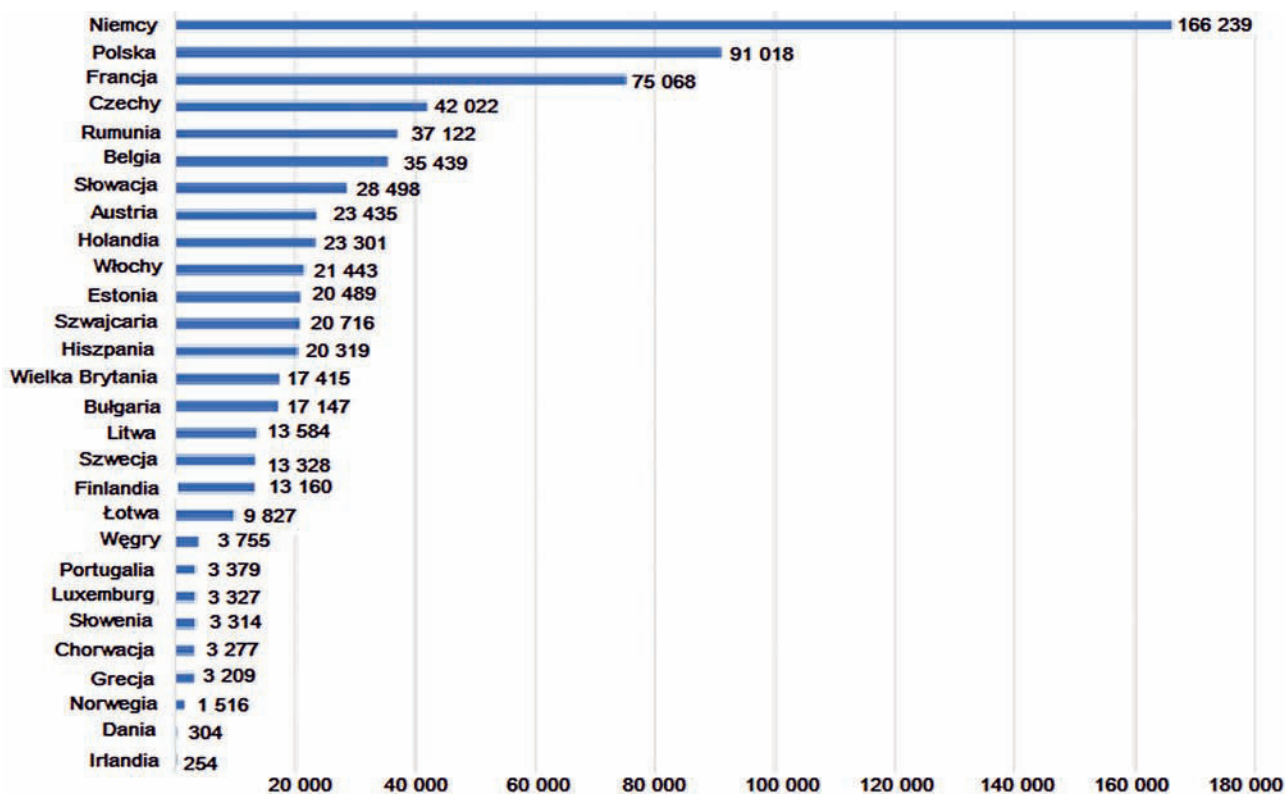
Wagony towarowe są zarejestrowane w krajowych rejestrach pojazdów państw członkowskich Unii Europejskiej. W ramach badania TÜV Rheinland InterTraffic GmbH, w imieniu Federalnego Urzędu Kolejowego [7], łączna liczba wagonów w państwach członkowskich (UE-27), plus wagony towarowe zarejestrowane w Wielkiej Brytanii, Szwajcarii i Norwegii wynosi 712 265 pojazdów. Ich właścicielami są 994 firmy przewoźnicze [1]. Liczba wagonów towarowych w poszczególnych krajach jest zróżnicowana, co pokazano na rysunku 19. Największa liczba wagonów towarowych jest zarejestrowana w Niemczech (166 239), w Polsce (91 018) i we Francji (75 068).

Łączna liczba wagonów towarowych w Europie obejmuje również wagony towarowe kursujące po liniach szerokotorowych (np. Półwysep Iberyjski, Finlandia, kraje bałtyckie). Stąd łączna liczba wagonów towarowych, które mogą jeździć na torze normalnotorowym (1435 mm), w których wykorzystywany jest sprzęg śrubowy, w 2019 roku wynosiła 642 287 wagonów [7, s. 42]. Z tej liczby taboru przewoźniczego, około 600 000 [1] wagonów towarowych dopuszczono obecnie do przewozów międzynarodowych.

Pozostaje jednak pytanie, jaka część wagonów towarowych europejskiego ilostanu wagonów towarowych ma miejsce na instalację sprzęgu samoczynnego w ostoi wagonów? Odpowiedzi, uzyskane od właścicieli wagonów pozwoliły określić, że zainstalowanie sprzęgu DAC w około 95% europejskiej liczby wagonów towarowych byłoby technicznie wykonalne.

Oprócz kwestii technicznej wymienialności pojawia się również pytanie, czy modernizacja wagonu towarowego ma sens z ekonomicznego punktu widzenia. Określono w tym celu kilka kryteriów, którymi były m.in.: wiek wagonu towarowego, przewidywany okres ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji, a w szczególności znaczenie dla ruchu wagonu towarowego określonego typu. Średni wiek wagonów towarowych w Europie wynosi około 31 lat [1].

Z analiz przeprowadzonych przez firmę zajmującą się transportem i doradztwem biznesowym (hwh) [1] i na podstawie zebranych danych od europejskich posiadaczy wagonów towarowych stwierdzono, że obecnie konstrukcja



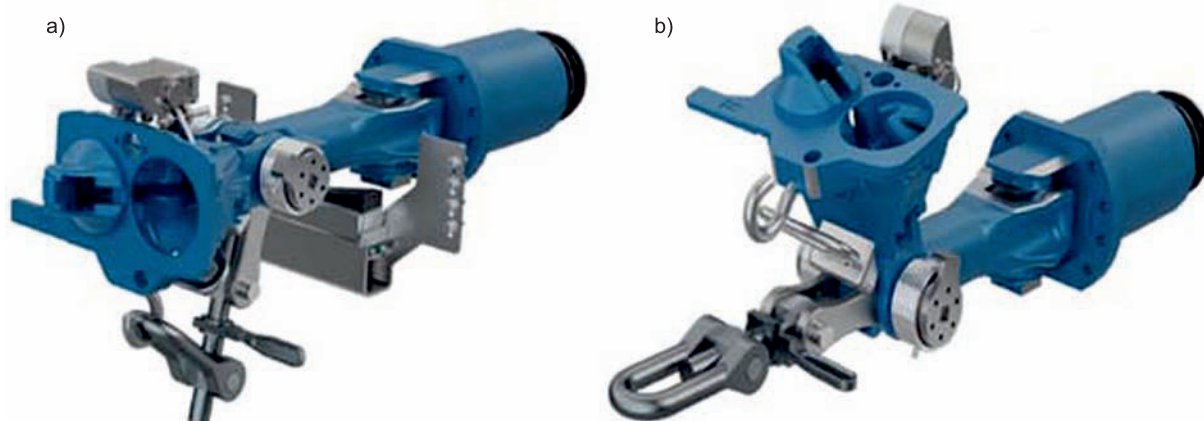
Rys. 19. Liczba wagonów towarowych zarejestrowanych w 2018 roku w poszczególnych państwach europejskich [7, s. 41]

ostoi 539 600 wagonów towarowych umożliwiła zainstalowanie sprzęgu DAC. Przyjmując, że od 80% do 90% tych wagonów będzie wymagało wymiany dotychczasowego sprzęgu śrubowego na cyfrowy sprzęg automatyczny DAC, należy liczyć się, że od około 432 000 do około 485 000 wagonów będzie objętych procesem wymiany sprzęgów.

Oprócz wagonów towarowych, w kolejowym transporcie towarowym muszą być również wykorzystywane pojazdy trakcyjne, wyposażone w to innowacyjne rozwiązanie sprzęgu. W okresie przejściowym, w którym

w eksploatacji będą wagony zarówno ze sprzęgiem śrubowym, jak i sprzęgiem DAC, pojazdy trakcyjne muszą być wyposażone w tzw. sprzęg hybrydowy, rysunek 20. Umożliwi on łączenie pojazdów zarówno ze sprzęgiem DAC, jak i sprzęgiem śrubowym. Podobnie jak w przypadku określenia liczby wagonów towarowych w UE, konieczne stało się oszacowanie, ile lokomotyw wykorzystuje się w kolejowym transporcie towarowym w Europie.

Bazując na danych z 2018 roku zidentyfikowano 21 123 pojazdy trakcyjne, które były używane w kolejowym ruchu



Rys. 20. Sprzęg hybrydowy: a) położenie do łączenia pojazdu trakcyjnego z automatycznym sprzęgiem cyfrowym wagonu, b) położenie umożliwiające połączenie pojazdu trakcyjnego z wagonem wyposażonym w sprzęg śrubowy [41]

towarowym w Europie na torach normalnotorowych. Największymi posiadaczami pojazdów trakcyjnych są Niemcy (4531 lokomotyw), Polska (3831) i Francja (1949) [1].

Przez analogię do wagonów towarowych zakłada się, że z różnych powodów (wiek pojazdów trakcyjnych, pozostała żywotność, zakres zastosowania itd.) nie wszystkie pojazdy trakcyjne powinny być wyposażone w sprzęg hybrydowy. Założono również, że w procesie wymiany sprzęgu na konstrukcję DAC, poddanych zostanie poniżej 80% zidentyfikowanych lokomotyw, które powinny zostać wyposażone w sprzęg hybrydowy. Odpowiada to około 17 000 pojazdów trakcyjnych [1].

Funkcjonowanie na europejskiej sieci kolejowej (Jednolitym Europejskim Obszarze Kolejowym) pociągów wyposażonych w automatyczny sprzęg cyfrowy DAC, jest związane z realizacją programu migracji, tzw. Programu Automatycznego Sprzęgania Cyfrowego (EDDP – *European DAC Delivery Programme*) z dwoma organami decyzyjnymi: Radą Nadzorczą oraz Radą Programową. Rada Nadzorcza zapewnia sektorowe wyrównanie i wsparcie polityczne na poziomie europejskim. Rada Programowa jest odpowiedzialna za przygotowanie i wdrażanie programu wymiany sprzęgów. EDDP przewiduje do końca 2022 roku finalizację badań wraz z opracowaniem specyfikacji dla wybranego rozwiązania, a także prowadzenie komercyjnych testów automatycznego sprzęgu cyfrowego przez następne trzy lata. Zakłada również, że powszechna wymiana sprzęgów rozpocznie się w 2026 roku.

Program EDDP podzielono na siedem pakietów roboczych, które mają na celu możliwie jak najsprawniejszą realizację wymiany i powszechne stosowanie sprzęgu DAC. Pakiety te dotyczą następujących zagadnień [40]:

- technologii, regulacji, standaryzacji oraz działalności operacyjnej,
- testowania, projektowania pilotażowego i demonstracyjnego,
- strategii migracyjnej,
- przepustowości systemu kolejowego oraz ERTMS,
- uzasadnienia biznesowego i finansowania,
- komunikacji i rozpowszechniania,
- inteligentnego pociągu towarowego.

EDDP dokonuje obecnie przeglądu czynników, które będą kształtować wdrożenie DAC w Europie i niezbędne warunki, które należy uwzględnić. Oceniane są również dostępne technologie i interfejsy zgodne z innymi programami. Z siedmiu pakietów roboczych obecnie są realizowane zadania dotyczące testowania, projektów demonstracyjnych i pilotażowych, a także ustanowienia odpowiedniego otoczenia regulacyjnego.

4.3. Zdolności produkcyjne i możliwości wymiany

Wyposażenie od 432 000 do 485 000 wagonów towarowych (odpowiada to wyprodukowaniu od 864 000 do 970 000 automatycznych sprzęgów cyfrowych oraz około

34 000 sprzęgów hybrydowych dla pojazdów trakcyjnych) nasuwa pytanie, czy obecne zdolności produkcyjne wytwórców tych urządzeń sprostają potrzebom?

Aby odpowiedzieć na to pytanie firma hwh [1] przeprowadziła interesującą analizę. Ustalono, że w Ameryce Północnej, krajach byłej WNP, Chinach i Australii, gdzie stosuje się sprzęgi samoczynne, produkuje się corocznie około 170 000 wagonów towarowych. Jest to równoznaczne z roczną produkcją około 340 000 sprzęgów samoczynnych. Zakłada się, że sprzęgi samoczynne są produkowane także dla kolei w innych częściach świata, gdzie stosowane są takie rozwiązania (np. Japonii, Ameryce Południowej), również dla taboru pasażerskiego. Założono, że globalne moce produkcyjne dla sprzęgów samoczynnych wynoszą co najmniej 400 000 sztuk rocznie. Zakładając okres migracji np. 6 lat, europejscy posiadacze wagonów towarowych będą potrzebowali rocznie od około 144 000 do 162 000 sprzęgów samoczynnych. Odpowiadałoby to około od 36% do 40% światowych zdolności produkcyjnych. Wynika stąd, że producenci wybranego rozwiązania sprzęgu samoczynnego DAC będą musieli stworzyć nowe moce produkcyjne dla przewidywanego czasu realizacji.

Kolejnym problemem związanym z wyposażeniem wagonów w sprzęgi DAC są możliwości wymiany sprzęgów w warsztatach (wagonowniach) dla pojazdów szynowych w Europie, dostosowanych do mocy przerobowej (stanowiska warsztatowe, personel, czas pracy). Trzeba podkreślić, że ze względów ekonomicznych istniejące warsztaty nie mają zbyt dużych rezerw w tym zakresie. Według europejskiego atlasu warsztatów kolejowych (internetowej bazy „Rail Assets”) [34], w Europie funkcjonuje obecnie 741 warsztatów dla pojazdów szynowych. Według Stowarzyszenia Posiadaczy Wagonów Towarowych w Niemczech (VPI), wymiana sprzęgów w tych obiektach wiąże się z posiadaniem specjalnych certyfikatów. Taki certyfikat posiada jedynie 188 warsztatów z bazy Rail Assets [1]. Przeprowadzone w Niemczech analizy dotyczące instalacji w towarowym taborze przewozowym cyfrowych sprzęgów automatycznych DAC, pozwoliły określić niezbędne nakłady pracy. W przypadku wagonu towarowego, szacowany nakład pracy przy wymianie jednego sprzęgu wynosi 16 godzin, natomiast nakład pracy związany z instalacją dwóch sprzęgów hybrydowych w pojeździe trakcyjnym wynosi 40 godzin. Wielkości te, odniesione do zidentyfikowanych wagonów towarowych oraz pojazdów trakcyjnych, są związane z pracą wynoszącą od 7,6 do 8,4 mln godzin. Przy założonym okresie wymiany wynoszącym np. sześć lat, roczna wielkość pracy przeznaczonej tylko na ten cel wyniesie od 1,26 do 1,40 miliona godzin. Zakładając 1500 godzin, jako średni czas pracy netto na pracownika etatowego, proces wymiany będzie wymagał dodatkowego zatrudnienia od 840 do 933 pracowników warsztatowych. Biorąc pod uwagę 188 warsztatów dla wagonów towarowych certyfikowanych przez VPI, wymagają wyasygnowania środków na 4,5–5,0 dodatkowych, pełnych etatów na warsztat. Będzie to duże wyzwanie w sytuacji niedoboru wykwalifikowanych, przeszkolonych

na potrzeby wymiany pracowników na rynku pracy. Potrzeby te należy skonfrontować z możliwościami utworzenia odpowiednio wyposażonych w narzędzia stanowisk infrastrukturalnych [1].

4.4. Okres wprowadzania automatycznego sprzęgu cyfrowego DAC, koszty i korzyści przedsięwzięcia

Podczas planowania przedsięwzięcia, niezbędnym krokiem jest określenie czasu niezbędnego do wymiany sprzęgu śrubowego na sprzęg DAC. Istotny jest bowiem okres przejściowy, w którym w eksploatowanym taborze będą funkcjonowały dwa rodzaje urządzeń sprzęgających. W tym przypadku z jednej strony należy uwzględnić możliwości produkcyjne i potencjał warsztatowy, z drugiej zaś możliwie w maksymalny sposób ograniczyć wszelkie perturbacje ruchowe, wynikające z jednoczesnego funkcjonowania obu rozwiązań.

Rozpatrując czas trwania wymiany w ujęciu historycznym, do problemu podchodzono na różne sposoby. W USA czas wprowadzenia sprzęgu Janney trwał od 1893 do 1900 roku (8 lat). W Japonii przejście na sprzęg samoczynny przeprowadzono w 1925 roku w ciągu zaledwie kilku dni, ale już w Rosji wymiana sprzęgu śrubowego na SA-3 trwała od 1935 do 1957 roku (proces był przerwany z powodu II wojny światowej). Niewątpliwie, z perspektywy korzyści wynikających z zastosowania automatycznego sprzęgu cyfrowego, wymiana powinna być przeprowadzona tak szybko, jak to jest możliwe.

Z punktu widzenia kosztów najlepszym rozwiązaniem byłaby sytuacja, w której sprzęgi wagonów eksploatowanych nie byłyby wymieniane, a sprzęg DAC byłby dostarczany wraz z nowymi wagonami. Jeżeli w Europie produkuje się obecnie około 8000 wagonów towarowych na rok, to proces wyposażenia wagonów w liczbie od 432 000 do 485 000 ze sprzęgiem DAC trwałby od 54 do 60 lat, a więc

do 2082 roku. Nawet zwiększając produkcję o 100%, proces wymiany trwałby 30 lat, a takiego sposobu wymiany sprzęgów nie można akceptować.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, wynikającymi z interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, pojazd kolejowy otrzymuje zezwolenie na dopuszczenie do eksploatacji, które wydaje krajowy organ ds. bezpieczeństwa właściwy dla danej sieci. Jednocześnie, dopuszczenie udzielone przez jedno państwo członkowskie jest ważne we wszystkich państwach członkowskich. Na podstawie poziomów utrzymania wagonów kolejowych, w trakcie których są planowane wymiany podzespołów i zespołów, a także ich naprawy wykonywane w wyspecjalizowanych warsztatach (poziomu 4), określono dwa scenariusze wymiany [1]:

- M1 – trwający sześć lat,
- M2 – trwający osiem lat.

W sześcioletnim okresie migracji, 48 000 nowo wybudowanych wagonów towarowych będzie wyposażonych w sprzęg DAC bezpośrednio w procesie produkcji. Z tego powodu, liczba istniejących wagonów towarowych do przebudowy odpowiednio zmniejszy się z 432 000 do 384 000 wagonów towarowych lub z 485 000 do 437 000 wagonów. Oznacza to, że w automatyczny sprzęg cyfrowy DAC, rocznie należy wyposażyć od 64 000 do 72 800 wagonów towarowych. Całkowite koszty scenariusza migracji M1 pokazano w tablicy 2.

Z tablicy wynika, że w ośmioletnim okresie migracji, 64 000 nowo wybudowanych wagonów towarowych będzie wyposażonych w sprzęg DAC bezpośrednio w procesie produkcji. Spowoduje to wymianę tych wagonów, które z powodu wieku lub zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych nie będą mogły być wyposażone w sprzęgi DAC. Liczba istniejących wagonów towarowych do przebudowy będzie odpowiednio zmniejszona z 432 000 do 368 000 wagonów towarowych lub z 485 000 do 421 000 wagonów towarowych. Z obliczeń wynika, że w scenariuszu M2 całkowite

Tablica 2

Całkowite koszty migracji sprzęgów DAC w okresie sześciu lat

Szacunkowe koszty migracji sprzęgu DAC na okres 6 lat	Struktura ilościowa	Koszt całkowity [mld €]
Koszty zakupu sprzęgu DAC dla wagonów towarowych	432 000 – 485 000 wagonów towarowych	3,3 – 4,7
Koszty wymiany sprzęgu DAC w wagonach towarowych	432 000 – 485 000 wagonów towarowych	1,0 – 1,1
Koszty zakupu i wymiany sprzęgów hybrydowych w lokomotywach	17 000 lokomotyw	0,43
Całkowite koszty migracji (zakup i przebudowa – wagony towarowe i lokomotywy)	–	4,7 – 6,2
Koszt elementów automatyki do wagonów towarowych (m.in. linia przesyłania danych, akumulator buforowy, test hamulców, kontrola integralności połączenia)	432 000 – 485 000 wagonów towarowych	1,7 – 2,4
Całkowity koszt migracji DAC plus automatyzacja	–	6,4 – 8,6

Opracowano na podstawie [1].

koszty migracji sprzęgu DAC, różnią się tylko nieznacznie od całkowitych kosztów dla scenariusza M1. Jest to spowodowane tym, że jedyna różnica między scenariuszami dotyczy liczby nowych wagonów włączonych do eksploatacji, tj. M2 (64 000) – M1 (48 000) = 16 000 nowych wagonów. Mając na względzie różnice kosztów związanych z wymianą sprzęgów i dostosowaniem wagonów w ramach konwersji, a niższymi kosztami tych czynności w procesie produkcji nowego wagonu, całkowite koszty w scenariuszu M2 są mniejsze o 88 mln € niż w scenariuszu M1 [1].

Wymiana sprzęgu śrubowego na automatyczny sprzęg cyfrowy DAC przyniesie wiele korzyści dla wszystkich europejskich podmiotów sektora kolejowego zaangażowanych w ten proces. Syntetyczne informacje na ten temat zamieszczono w tablicy 3.

5. Zarys Master Planu dla pomyślnej wymiany sprzęgów

Powodzenie kilkuletniego przedsięwzięcia dotyczącego wymiany sprzęgów śrubowych na sprzęgi samoczynne wymaga sukcesywnego włączania zaplanowanych działań, co ma na celu sprawną realizację prac. Zapewni to [36]:

- a) stopniowe włączanie wszystkich europejskich inicjatyw DAC do „Europejskiego programu realizacji DAC” takich, jak:
 - Działania TIS (Koło innowacji technicznych dla towarowego transportu kolejowego), działania Shift2Rail (program innowacji 5) oraz wyniki badania dotyczącego DAC, finansowanego przez niemieckie federalne ministerstwo transportu i infrastruktury cyfrowej, są włączone do Europejskiego programu realizacji DAC.
 - Program europejski powstał w oparciu o wydajną, ukierunkowaną na ten cel strukturę, w tym Radę Programową (podejmującą decyzje wykonawcze), Radę Nadzorczą (zapewniającą dostosowanie sektorowe i wsparcie polityczne na szczeblu europejskim), kierownika programu (odpowiedzialnego za osiągnięcie wyników jakościowych i terminowych) oraz siedem pakietów roboczych o jasno określonym zakresie kompetencji.
- b) Zapewnianie przejrzystego wyboru i wdrażania spójnego, otwartego i wszechstronnie przebadanego europejskiego automatycznego sprzęgu cyfrowego DAC (pojedynczy system).
- c) Ustanowienie jednolitych wymagań w normie „DAC typ 4” (jako system docelowy z większą kompatybilnością z typem 5 DAC), norma wymieniona w odpowiednich technicznych specyfikacjach interoperacyjności (TSI).

Tablica 3

Korzyści wynikające z zastosowania sprzęgu DEC dla europejskich podmiotów sektora kolejowego [36]

Zalety	Zarządcy infrastruktury	Przedsiębiorstwo kolejowe	Posiadacze taboru	Producenci taboru	Nadawcy ładunków
Zwiększa konkurencyjność	Umożliwia stosowanie cięższych, dłuższych i szybszych pociągów, zwiększenie przepustowości	Mniej przetaczania, większa przepustowość, przyspieszenie przetaczania, zwiększenie niezawodności systemu i jego szybkości	Ogranicza częstość konserwacji sprzęgów, wózków itd.	Stwarza nowe możliwości rynkowe po przetestowaniu w Europie	Podniesienie ładowności, zwiększając atrakcyjność kolejowych przewozów towarowych ze względu na krótszy czas przygotowania
Umożliwia automatyzację i transformację cyfrową	Zabezpiecza integralność pociągu (niezbędne dla ETCS 3) przez integrację funkcji lokalizacji / komunikacji, a także funkcji monitorowania zintegrowanych z cyfrowym pociągiem towarowym	Zabezpiecza integralność pociągu (niezbędne dla ETCS 3) bez specjalnego sygnału oznaczenia końca pociągu ogranicza procesy ręczne takie jak badanie hamulców i inicjalizacja pociągu umożliwia zautomatyzowaną eksploatację kolei, ułatwia realizację funkcji związanych ze stanem taboru	Zwiększa dostępność wagonów dzięki konserwacji prognozowanej możliwej dzięki funkcjom monitorowania	Umożliwia rozwój zintegrowanych, konkurencyjnych usług cyfrowych na poziomie podsystemów i pociągów	Zwiększa atrakcyjność kolejowych przewozów towarowych
Ogranicza ryzyko wykołowania i hałasu	Zmniejsza ryzyko wykołowania	Zmniejsza ryzyko wykołowania i hałasu, zwiększa bezpieczeństwo podczas przetaczania	Zmniejsza ryzyko wykołowania i hałasu	Zmniejsza złożoność rozwiązań technicznych dotyczących bezpieczeństwa i energii na poziomie systemów	Zwiększa bezpieczeństwo podczas przetaczania

- d) Opracowanie wspólnego, inteligentnego, skoordynowanego, ogólnoeuropejskiego jednolitego planu migracji z minimalną fazą przejścia i konwersji z istniejącego systemu na docelowy system DAC, w celu wyposażenia wszystkich odpowiednich wagonów towarowych w DAC najpóźniej do 2030 roku, z uwzględnieniem niezbędnych warunków ramowych i programów finansowania.
- e) Udostępnienie znaczących funduszy i specjalnych modeli finansowania na szczeblu europejskim w połączeniu z instrumentami krajowymi w celu:
- poradzenia sobie z niezbędnymi inwestycjami (koszt około 8,5 mld €, około 500 000 wagonów towarowych wraz z zapewnieniem odpowiedniej interoperacyjności z pojazdami trakcyjnymi);
 - stworzenia zachęt i możliwości umożliwiających jak najkrótszą fazę transformacji i konwersji (w tym kluczowe rekompensaty za wszelkie konieczne wcześniejsze amortyzacje);
 - rekompensaty za trudności operacyjne w okresie przejściowym związane z etapem konwersji oraz w celu uniknięcia negatywnych skutków dla kolejowego transportu towarowego podczas procesu wymiany sprzęgów;
 - stworzenia równych szans w zakresie modernizacji w całej Europie, wymagających opracowania modeli finansowania na szczeblu europejskim i krajowym.

Podejmowanym pracom badawczym i testom towarzyszą spotkania gremiów międzynarodowych. W I połowie 2022 roku na uwagę zasłużyły wydarzenia:

- XII Sympozjum VPI „Digital Automatic Coupler” we współpracy z EDDP/DACcelerate. Wydarzenie miało miejsce w Hamburgu dnia 11 stycznia 2022 r. Uczestnicy wydarzenia (w liczbie 1250 osób) wymienili dotychczasowe doświadczenia badawcze dotyczące sprzęgu DAC. Dwunastu ekspertów EDDP i DACcelerate oraz jeden przedstawiciel niemieckiego Ministerstwa Transportu scharakteryzowali stan europejskiej i krajowej dyskusji dotyczącej sprzęgu DAC w zakresie: technologii, migracji, kosztów/korzyści i finansowania, omówili także aktualne wyniki dotyczące pociągu demonstracyjnego, uruchomionego w ramach projektu DAC4EU [44].
- Osiągnięcie kolejnego kamienia milowego po eksploatacji na terenie Austrii pociągu demonstracyjnego DAC (luty–marzec 2022), który zatrzymywał się na czterech różnych stacjach w całej Austrii i przechodził szeroko zakrojony program testowy. Ustalenia i wiedza zdobyta podczas testów operacyjnych zostaną wzięte pod uwagę przy dalszym rozwoju sprzęgu samoczynnego DAC. Projektanci mieli okazję zebrać doświadczenia i oceny pracowników kolei, których codzienną pracę znacznie ułatwi nowy DAC [44].
- Testowanie pociągu demonstracyjnego DAC w okresie marzec–kwiecień w Szwajcarii.
- Forum zorganizowane przez Austriackie Koleje Federalne (ÖBB) wspólnie z Federalnym Ministerstwem Działalności

na rzecz Klimatu, Środowiska, Energii, Mobilności, Innowacji i Technologii (BMK), a także Sojuszem Strategicznym Europy Południowo-Wschodniej na rzecz Innowacji Kolejowej (SEESARI) zorganizowane 25 maja 2022 roku w Wiedniu. Spotkanie zatytułowane „Dostarczanie Digital Automatic Coupling w Europie – transformacja transportu kolejowego”, miało na celu ocenę dotychczasowego zaangażowania stron przedsięwzięcia, aby było możliwe osiągnięcie uruchomienia samoczynnego sprzęgu cyfrowego (DAC) dla całej Europy do 2030 roku [45].

W drugiej połowie 2022 roku, do czasu zaprezentowania rozwiązania docelowego na targach Inno Trans w Berlinie, odbyły się pokazy działania sprzęgu DAC w innych krajach UE, takich jak Polska, Czechy i Francja. W Polsce, poza Poznaniem Franowo, manewry wagonów wyposażonych w prototypowe rozwiązanie sprzęgu DAC, ukazujące zalety sprzęgu samoczynnego, odbyły się na terenie Cementowni Kujawy koło Inowrocławia, Koksowni Przyjaźń Jastrzębskiej Spółki Węglowej w Dąbrowie Górniczej oraz na górcie rządowej w Zabrzegu Czarnolesie.

6. Podsumowanie

Europejski Rok Kolei zapoczątkował w Europie promowanie transportu kolejowego jako bezpiecznego, zrównoważonego i inteligentnego środka transportu. Ta inicjatywa jest częścią wysiłków Unii Europejskiej prowadzonych w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. Jest to plan, który ma na celu uczynienie gospodarki bardziej zrównoważoną przez zmniejszenie emisji dwutlenku węgla o 90% do 2050 roku. Jednym z głównych celów planu jest rozwój ekologicznych gałęzi transportu, ponieważ ten sektor gospodarki odpowiada obecnie za około 25% emisji gazów cieplarnianych w UE.

Badania również pokazują, że kolej odpowiada za mniej niż 1% emisji gazów cieplarnianych związanych z transportem w UE. To sprawia, że kolej jest jedną z najbardziej zrównoważonych form ruchu pasażerskiego i towarowego. Pomimo tych ewidentnych zalet kolei w stosunku do innych środków transportu, kolej w Europie przewozi tylko około 7% podróży. W odniesieniu do przewozów towarowych, ich udział w całości przewozów nadal spada i kształtuje się na poziomie około 10% całkowitej masy przewożonych ładunków.

W ramach Europejskiego Zielonego Ładu w 2014 roku UE ustanowiła partnerstwo publiczno-prawne o nazwie Shift2Rail w celu projektowania, koordynowania i prowadzenia działań badawczych i innowacyjnych w odniesieniu do taboru pasażerskiego oraz towarowego, systemów zarządzania ruchem, a także infrastruktury kolejowej.

Jednym z celów konsorcjum było obniżenie kosztów cyklu życia infrastruktury i suprastruktury kolejowej, w celu zwiększenia konkurencyjności w stosunku do transportu drogowego, podwojenie ilości taboru oraz zwiększenie

jego niezawodności i punktualności. Jednym z podjętych działań była standaryzacja i cyfryzacja sprzęgów samoczynnych w taborze towarowym.

Aby rozwiązanie techniczne sprzęgu samoczynnego znalazło powszechne zastosowanie, powinno umożliwić łączenie pojazdów szynowych pod względem mechanicznym, zapewniając przenoszenie sił rozciągających i ściskających. Współczesne rozwiązania tych urządzeń, oprócz ważnej części mechanicznej, powinny mieć rozbudowaną możliwość łączenia przewodów pneumatycznych, energetycznych i elektrycznych. Zagwarantowanie możliwości sprawnego łączenia tych wszystkich elementów ma wpływ na bezpieczeństwo pracowników obsługi i czas trwania procesu przygotowania składu pociągu do jazdy. Istotne jest również stosowanie takich rozwiązań, w których zautomatyzowane jest również rozłączanie taboru kolejowego.

Sprzęg samoczynny nowej generacji będzie jedną z niewielu realnych opcji, umożliwiających wzrost wydajności przewozów m.in. przez wykorzystanie cięższych i szybszych pociągów. Skrócenie czasu oraz kosztów sprzęgania i rozprzęgania wagonów wpłynie na poprawę organizacji pracy, co przełoży się na konkurencyjność kolejowego przewozu ładunków. Rozwój technologii automatycznego sprzęgu cyfrowego DAC obecnej generacji, w początkowym okresie było rozwiązywane w zakresie innowacji w przewozach ładunków poprzez program Shift2Rail.

Jednocześnie, w realizowanym projekcie FR8RAIL, oprócz badania rynku przeprowadzono m.in. analizy różnych scenariuszy operacji przewozowych. Wyniki analiz ekonomicznych wskazały, że wybór rozwiązania sprzęgu samoczynnego z funkcjami mechanicznego łączenia wszystkich niezbędnych połączeń pojazdów, a w przyszłości także ich rozłączania, znacznie poprawia stosunek kosztów do korzyści. Wskazano również, że zapewnienie bezpieczeństwa cyfrowego w całym pociągu umożliwia znaczne ograniczenie, a wręcz eliminację wielu czynności przeprowadzanych dotychczas ręcznie.

Wybór najlepszego rozwiązania sprzęgu poprzedziły badania czterech konstrukcji i nadzorowana eksploatacja specjalnego pociągu, aby w możliwie maksymalny sposób zapewnić niezawodność docelowego rozwiązania. Jedną z opcji, zatwierdzającą rozpowszechnienie w Europie przyjętych rozwiązań technicznego sprzęgu, będzie ustanowienie DAC, jako elementu interoperacyjności w technicznych specyfikacjach interoperacyjności (TSI – LOC&PAS, OPE, WAG). W 2022 roku Europejska Agencja Kolejowa (ERA) prowadzi działania w tym względzie [4].

Do sprawnego funkcjonowania europejskiego transportu kolejowego jako systemu transportowego opracowano plan migracji automatycznego sprzęgu cyfrowego DAC w poszczególnych zarządach kolejowych, co ma zarówno wymiar jakościowy, jak i ilościowy. Migracja, w czasie od sześciu do ośmiu lat, wydaje się być realna zarówno z logistycznego punktu widzenia, jak i wpływu na sprawne funkcjonowanie przewozów. Wszelkie niedogodności będące wynikiem procesu wymiany sprzęgów można zredukować

różnymi środkami łagodzącymi jego skutki. Aby to było możliwe, sukcesywnie rozwiązuje się różne kwestie dotyczące wdrożenia DAC w europejskich kolejowych przewozach towarowych. Udział kolei polskich w pracach w tym zakresie jest stosunkowo niewielki. Procesowi wymiany sprzęgów powinny towarzyszyć następujące, ważne zasady:

1. Analizy dowiodły, że z powodu konstrukcji wagonu (głównie ostoi), nie będzie można wyposażyć w sprzęg DAC od 15 do 25% taboru kolejowego. Może to dotyczyć pewnej grupy nawet nowszych wagonów, których konstrukcja, pomimo możliwości zamocowania sprzęgu DAC, może nie sprostać dynamice powstających sił w trakcie jazdy pociągu. Obecnie już istnieje konieczność rozpoczęcia, przez właścicieli posiadanego taboru, analizy i kontroli posiadanego taboru.
2. Każdy przewoźnik europejskiego sektora kolejowego transportu towarowego powinien zamawiać wszystkie nowe wagony wykonane zgodnie z projektem umożliwiającym wymianę sprzęgu śrubowego na sprzęg samoczynny, co zmniejszy ograniczenia eksploatacyjne w trakcie realizacji procesu migracji. Takie działania ułatwia techniczna specyfikacja interoperacyjności TSI-WAG.
3. W celu usprawnienia i ułatwienia procesu migracji, działania badawczo-rozwojowe powinny uwzględniać możliwość przeprowadzania wymiany sprzęgów także w terenie, za pomocą warsztatowego sprzętu mobilnego. Mobilne warsztaty powinny być już obecnie zaprojektowane, a ich prototypy przetestowane, w celu dokonania wymiany sprzęgów np. na terenie terminali. Dotyczy to zwłaszcza dużych przewoźników, do których należą polskie koleje. Mobilne, certyfikowane jednostki warsztatowe będą także potrzebne w czasie przyszłej eksploatacji sprzęgów DAC do sprawnego naprawy tego elementu taboru, którego przemieszczenie do stacjonarnych warsztatów będzie generowało duże koszty i dłuższe wyłączenie wagonu z przewozów.
4. Wraz z określonymi działaniami wskazane jest przeprowadzenie inwentaryzacji terminali oraz punktów ładunkowych pod względem możliwości infrastrukturalnych, umożliwiających realizację procesu wymiany. Wskazanie lokalizacji takich miejsc jest istotne z punktu widzenia zabezpieczenia odpowiedniej liczby mobilnych warsztatów biorących udział w procesie wymiany sprzęgów, a następnie w ich konserwacji i naprawy w trakcie eksploatacji.
5. W początkowym okresie wymiany sprzęgów jest nieunikniona eksploatacja taboru złożonego z pociągów zarówno ze sprzęgiem śrubowym, jak i automatycznym sprzęgiem cyfrowym. Z tego powodu, w szczególności przed załadunkiem, wagony powinny być formowane w odpowiednie grupy. Taki proces powinien odbywać się w szczególności na stacjach rozrządowych. Z tego względu należy prowadzić systematyczną, ogólnokrajową analizę głównych obiektów formowania pociągów, z uwzględnieniem pojemności torów przeznaczonych do formowania.

6. Należy także opracować strategię migracji sprzęgu DAC, m.in. wzdłuż kolejowych korytarzy towarowych (RFC¹¹), w tym korytarzy transportu intermodalnego (AGTC). Działania w tym zakresie powinny być koordynowane na poziomie europejskim.

Program Shift2Rail zakłada (w latach 2025–2030) instalację takich sprzęgów w produkowanym i eksploatowanym taborze towarowym. Nowy tabor powinien być wyposażony w innowacyjne rozwiązania techniczne, umożliwiające stosowanie nowych materiałów, konstrukcji i urządzeń, a dzięki cyfryzacji zwiększyć bezpieczeństwo eksploatacji, obniżenie kosztów eksploatacji i utrzymania oraz umożliwić szybsze przewozy ładunków. Zastosowanie samoczynnego sprzęgu cyfrowego na kolejach europejskich pozwoli w zakresie eksploatacji na:

- automatyczne łączenie i rozłączanie wagonów,
- automatyczne dołączanie i odłączanie pojazdu trakcyjnego,
- przeprowadzenie automatycznej próby hamulca pociągu, tworzenie wykazu wagonów w składzie (R7) i Karty próby hamulca,
- formowanie cięższych i dłuższych pociągów, przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń infrastruktury,
- wzrost prędkości pociągów,
- monitorowanie stanu technicznego wagonów podczas jazdy pociągu, w tym ograniczenie uszkodzeń kół,
- ograniczenie do minimum rozerwań pociągów,
- opracowanie dodatkowych usług dla klientów kolei poprzez możliwość śledzenia przesyłki w czasie rzeczywistym (m.in. wykorzystanie GPS).

Jednocześnie, powszechne stosowanie sprzęgu samoczynnego DAC wpłynie na wzrost korzyści rynku towarowego, co pokazano na rysunku 21.

Zgodnie z planami Komisji Europejskiej rozwiązanie sprzęgu DAC przedstawione w artykule, w 2025 roku będzie wpisane do unijnych norm TSI WAG i TSI LOC&PAS. Od tego momentu nie będzie można stosować sprzęgów śrubowych w nowych lokomotywach i wagonach towarowych [45].

Bibliografia

1. Erstellung eines Konzeptes für die EU-weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems (DAK) für den Schienengüterverkehr. Hwh. Gesellschaft für Transport und Unternehmensberatung mbH. Karlsruhe, 2020.
2. Hagenlocher S.: *Automatische Kupplungssysteme im Schienengüterverkehr – eine Übersicht*, Karlsruhe 2015.
3. Hecht M., Siegmann J., Leerkamp B.: *Untersuchung von Einsatzszenarien einer automatischen Mittelpufferkupplung*, Berlin 2013.
4. Hecht M., Leiste M., Saskia Discher S.: *Erstellung eines Konzeptes für die EU-weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems (DAK) für den Schienengüterverkehr*, Fachbericht „Technik DAK“, Hwh, Berlin 2020.
5. Karta UIC 522: Warunki techniczne, którym musi odpowiadać sprzęg samoczynny kolei członkowskich UIC i OSŽD.
6. Karta UIC 530-1: Zalecenia konstrukcyjne dotyczące wagonów towarowych w związku z wprowadzeniem sprzęgu samoczynnego kolei – członków UIC oraz kolei członków OSŽD.
7. Liebing S.: *TÜV Rheinland Intertraffic GmbH, Quantifizierung des Umrüstbedarfs der Güterwagenflotten in Deutschland und den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union für verschiedene rechtliche Szenarien*, im Auftrag des Eisenbahn-Bundesamtes, Berlin 2019.



Rys. 21. Segmenty rynku przewozów towarowych, na które wpłynie zastosowanie sprzęgów samoczynnych DAC [43]

¹¹ Kolejowe korytarze towarowe (*Rail Freight Corridors – RFC*) są tworzone, aby usprawnić wymianę gospodarczą pomiędzy państwami członkowskimi UE na mocy Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 913/2010 z dnia 22 września 2010 r. w sprawie europejskiej sieci kolejowej ukierunkowanej na konkurencyjny transport towarowy (zmienionego rozporządzeniem 1316/2013). Ich celem jest podniesienie atrakcyjności międzynarodowych kolejowych przewozów towarowych m.in. przez poprawę stanu technicznego infrastruktury kolejowej i wzrost zdolności przepustowej.

8. Poliński J.: *Automatyczne sprzężenie taboru kolejowego. Część I – Historia rozwoju sprzęgu samoczynnego*. Prace Instytutu Kolejnictwa, 2022, z. 170, s. 5–25.
9. Snarski A. et.al.: *Badania prototypu wagonu węglarki typu 601W oraz trzysiosowego wózka typu 7TN*, Zakład Pojazdów Szynowych, Praca nr 3207/17, COBiRTK. Warszawa, 1976.
10. Sokołowski W.: *Sprzęgi samoczynne do wagonów*. Inżynier kolejowy, Eksploatacja, 4/1926.
11. Stuhr H.J.: *Untersuchung von Einsatzszenarien einer automatischen Mittelpufferkupplung (rozprawa)*, Rozdział 3.4.5 Fallbeispiel Braunkohlependel Wählitz-Schkopau, Dokument dostępny na stronie Internetowej, https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/3833/1/Dokument_4.pdf [dostęp: 13.02.2022].
12. Stworzenie koncepcji ogólnoeuropejskiej migracji cyfrowego automatycznego systemu sprzęgu dla kolejowych przewozów towarowych Prezentacja końcowa 29 czerwca 2020 r. w Berlinie w imieniu Federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMVI). Dokument dostępny na stronie Internetowej, <https://docplayer.org/189780973-Erstellung-eines-konzeptsfuer-die-eu-weite-migration-eines-digitalen-automatischen-kupplungssystems-fuer-den-schienengueterverkehr.html>, Prezentacja opracowania, Berlin, 29.06.2020 [dostęp: 15.02.2022].
13. Szczepański W.: *Z dziedziny wynalazków. Sprzęgi samoczynne do wagonów, systemu J. Floryanowicza*, Inżynier Kolejowy, Eksploatacja 9/1931.
14. Ulrich Funke U.: *Project funded from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme – Development of Functional Requirements for Sustainable and Attractive European Rail Freight. D5.1 – State of the Art on Automatic Couplers*. 2017.
15. Wnuk S. et.al.: *Sprawozdanie z przebiegu badań eksploatacyjnych dwóch prototypów oraz serii prototypowej 36 wagonów węglarek sześćoosiowych typu 601W*. Temat 3090/14, Warszawa 1976, Prace COBiRTK nr 67/68-1977 rok.
16. <https://www.etf-europe.org/wp-content/uploads/2020/12/DAC-PL-1.pdf> [dostęp: 30.01.2022].
17. http://www.rzd-expo.ru/history/rolling_stock/automatic_coupler/ [dostęp: 01.02.2022].
18. <https://second.wiki/wiki/uic-mittelpufferkupplung> [dostęp: 07.02.2022].
19. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ak.03_%C2%BBIntermat%C2%AB_und_%C2%BBUnicupler%C2%AB_von_oben.jpg [dostęp: 10.02.2022].
20. https://de.wikipedia.org/wiki/UIC-Mittelpufferkupplung#/media/Datei:Mittelpufferkupplung_gekuppelt.JPG [dostęp: 11.02.2022].
21. https://de.wikipedia.org/wiki/UIC-Mittelpufferkupplung#/media/Datei:Hulp_ketting_AK.JPG [dostęp: 11.02.2022].
22. <https://www.lokifahrer.ch/Lukmanier/Rollmaterial/Kupplung/automatisch-1.htm> [dostęp: 11.02.2022].
23. <https://de.wikipedia.org/wiki/UIC-Mittelpufferkupplung> [dostęp: 11.02.2022].
24. https://web.archive.org/web/20120115023457/http://www.ba-bautzen.de/wirtschaftssenioren/amk/amkenglich/gemischtkupplung_e.htm [dostęp: 11.02.2022].
25. https://en.wikipedia.org/wiki/C-AKv_coupler [dostęp: 12.02.2022].
26. <https://de.wikipedia.org/wiki/C-AKv-Kupplung> [dostęp: 13.02.2022].
27. <https://www.drehscheibe-online.de/foren/read.php?4,4720365> [dostęp: 13.02.2022].
28. <https://web.archive.org/web/20110820093512/http://www.ba-bautzen.de/wirtschaftssenioren/amk/wabconeu.htm> [dostęp: 12.02.2022].
29. <https://docplayer.org/107916735-Forschungsprojektdes-bundesministeriumsfuer-verkehr-und-digitaleinfrastruktur-bmvi-aufbau-und-erprobung-innovativergueterwagen.html> [dostęp: 15.02.2022].
30. <https://gcubureau.org/> [dostęp: 15.02.2022].
31. https://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=FR-8RAIL [dostęp: 20.02.2022].
32. <https://www.dac4.eu/projektvorstellung/> [dostęp: 20.02.2022].
33. <https://blog.railcargo.com/en/artikel/dak-faq1> [dostęp: 21.02.2022].
34. <https://www.rail-assets.de/werkstaetten,478.html> [dostęp: 24.09.2019].
35. https://shift2rail.org/wp-content/uploads/2021/04/DAC-Factsheet_PL.pdf [dostęp: 27.02.2022].
36. <https://www.youtube.com/watch?v=B-494LAg2iM> [dostęp: 27.02.2022].
37. <https://www.youtube.com/watch?v=TZ30HSP5BQI> [dostęp: 27.02.2022].
38. <https://blog.sbbcargo.com/37559/startschuss-fuer-die-digitale-automatische-kupplung/> [dostęp: 01.03.2022].
39. <https://shift2rail.org/wp-content/uploads/2022/01/20220111-EDDP-standard-presentation.pdf> [dostęp: 05.03.2022].
40. https://sp.dellner.com/SiteAssets/terms/DellnerBrochure2021_ENG_v9.pdf [dostęp: 18.03.2022].
41. <https://eu07.pl/imageshack.us/other/Wagon.Eaaso.jpg> [dostęp: 22.05.2022].
42. https://igtl.pl/system/files_force/sprzegi_samoczynne_dac_i_karta_proby_hamulca_30.03.pdf?download=1 [dostęp: 25.05.2022].
43. <https://rail-research.europa.eu/news/12th-vpi-symposium-digital-automatic-coupler-in-cooperation-with-eddp-dacelerate/> [dostęp: 25.05.2022].
44. <https://seesari.org/see-digital-automatic-coupling-dac-forum-delivering-digital-automatic-coupling-in-europe-transformation-of-rail-freight-on-25-may-2022-in-vienna/> [dostęp: 26.05.2022].
45. <https://www.pkpcargo.com/pl/aktualnosci/automatyczny-sprz%C4%99g-cyfrowy-dac-zrewolucjonizuje-europejsk%C4%85-kolej/> [dostęp: 15.07.2022].