

Jarosław Brach

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

ORCID: 0000-0002-7615-3893

Ekologizacja pojazdów samochodowych wchodzących w skład zestawów klas LHV i HCT-HCV – zasadnicze tendencje

Streszczenie

Jeden z technicznych sposobów na poprawę efektywności drogowych przewozów towarowych stanowi zezwolenie na poruszanie się jako nieponadgabarytowe przez zestawy dłuższe i cięższe. Ta koncepcja stanowiła bazę dla kategorii zestawów EMS – 25,25 m, 60 000 kg, a potem HCT-HCV i SEC, z zestawami 32–34-metrowymi, 72–104-tonowymi. Kolejne istotne wyzwanie stanowi ekologizacja takich dłuższych i cięższych zestawów, polegająca na stopniowym wprowadzaniu w nich paliw gazowych oraz zelektryfikowanych układów napędowych, co pozwala uzyskać dodatkowe korzyści środowiskowe. Zasadniczy cel tego artykułu stanowi analiza wprowadzania w zestawach klasy EMS 25,25 m oraz HCT/HCV i SEC paliw gazowych i zelektryfikowanych układów napędowych – czy powyższe wykazuje już pewne uzasadnienie ekonomiczne i użytkowe. Artykuł zasadniczo powstał na podstawie analizy materiałów pochodzących od producentów odpowiedniego ekologicznego taboru oraz przedsiębiorstw eksploatujących ten tabor.

Słowa kluczowe: zestawy ekologizacja zestawów klasy LHV-EC oraz HCT-HCV/SEC

Kody klasyfikacji JEL: R40, R41, R42

1. Wprowadzenie

Od samego początku wykorzystywania gospodarczego towarowego transportu samochodowego zaznacza się silne dążenie do wzrostu efektywności operacji wykonywanych za jego pomocą. Ten wzrost ma się przede wszystkim przejawiać spadkiem wydatku zasobowego (paliwo/energia, czas, zaangażowani ludzie) niezbędnego do realizacji danego zadania przewozowego. Od lat 70. coraz silniej do tego trendu bazowego zaczęły dochodzić względy ekologiczne. Oczywiście systematycznie następujący spadek zużycia paliwa w przeliczeniu na pokonany dystans (100 km) i zanotowaną pracę przewozową (tkm) jednocześnie oznaczał także spadek zapotrzebowania na paliwo. Niemniej zaczęto wówczas większą uwagę zwracać nie tylko na samą ilość spalanej paliwa, ale też na ilość i rodzaj substancji szkodliwych będących skutkiem samego procesu spalania w silniku oraz emitowanych przez rury wydechowe. Ta tendencja do ekologizacji wydatnie przyspieszyła na terenie Europy Zachodniej od przełomu lat 80. i 90. ubiegłego wieku, co znalazło swój wyraz we wchodzeniu w życie coraz bardziej restrykcyjnych norm czystości spalin Euro. Obecna – kolejną fazę ekologizacji można zaś datować na pierwszą dekadę tego stulecia, gdy na stale rosnącą skalę zaczęły być proponowane rozwiązania elektryfikacyjne. Dynamizację elektryfikacji notuje się od połowy drugiej dekady tego wieku, a jej aktualna akceleracja, wsparta silnymi elementami o charakterze politycznym i strategicznym, przypada na rok 2022, co bezpośrednio wiąże się z kolejną odsłoną wojny rosyjsko-ukraińskiej.

Niemniej poprawa efektywności ekonomicznej, energetycznej i ekologicznej drogowych przewozów towarowych nie powinna być wyłącznie ograniczana do samego obszaru stopniowego zastępowania paliw tradycyjnych – głównie oleju napędowego – przez jego uznane za bardziej czyste przyrodniczo zamienniki, takie jak gaz ziemny i szczególnie biogaz oraz energia elektryczna i wodór. W rzeczywistości zagadnienie to zalicza się do zdecydowanie bardziej złożonych, gdyż w tej analizie ekologizacyjnej muszą być jeszcze uwzględnione inne zasadnicze czynniki, takie jak:

- parametry nie tylko układu napędowego, ale i jezdnego;
- aerodynamika pojazdów solo oraz zestawów;
- określone technicznie i ograniczone prawnie zdolności przewozowe pojazdów (dopuszczalne ładowność i objętość ładunkowa przy zadanych wymiarach, naciskach na osie oraz dopuszczalnej masie całkowitej);
- stan i jakość wykorzystywanej infrastruktury drogowej;
- sama organizacja przewozów (scalanie przesyłek, maksymalna eliminacja pustych czy nie w pełni spożytkowanych kursów, ograniczenie przestojów i przerw, właściwy dobór tras, możliwość doładowania/rozładunku na trasie, systemy zarządzania flotą i wsparcia biznesu, umiejętności kierowców i systemy nadzoru nad nimi itd.).

Z tych wszystkich składowych na szczególną uwagę zasługują limity wpływające na same zdolności przewozowe. Zmiany w tym zakresie mogą bowiem przyczynić się do wyraźnej poprawy notowanych wskaźników ekonomicznych i ekologicznych. Dobitnie świadczy o tym

implementacja najpierw w Skandynawii (Szwecja i Finlandia) zestawów 22–24-metrowych, 56–60-tonowych, a potem zestawów klasy LHV–LZV – EC (złożonych zgodnie z europejskim systemem modułowym EMS), o długości bazowej 25,25 m i dopuszczalnej masie całkowitej od 40 000 do 60 000/64 000 kg. W układzie technicznym kolejny krok w rozwoju tych zestawów stanowi szwedzko-fińska koncepcja HCT-HCV, czyli transportu o dużej pojemności/zdolnościach przewozowych/przepustowości, w której do normalnego ruchu dopuszcza się nieponadgabarytowe (prawnie nietraktowane za ponadgabarytowe) zestawy o długości rzędu 32–34 m i dopuszczalnej masie całkowitej od 72 000–74 000 kg do nawet 104 000 kg. Pewne ograniczone wydanie koncepcji HCT-HCV reprezentuje holenderska koncepcja SEC i zbliżona do niej hiszpańska koncepcja zestawów dwunaczepowych. Co ważne, te wszystkie mega ciężkie i mega długie zestawy przyczyniają się do przeliczeniowej – w przeliczeniu na wykonaną pracę przewozową (tkm) – redukcji zużycia paliwa i tym samym redukcji emisji CO₂ nawet 25–30%, w zależności od przypadku wdrożenia. Powyższe pozostaje zgodne z celem UE, od 2025 r. chcącej o 15% zredukować średnie emisje z transportu ciężkimi pojazdami, szczególnie że ruch drogowy w Europie odpowiada za prawie 5% całkowitej emisji gazów cieplarnianych na naszym kontynencie.

Obecnie niezwykle ciekawe środowiskowe wyzwanie, powiązane naturalnie z czynnikami ekonomicznymi, organizacyjnymi i technicznymi, stanowi implementacja do zasilania napędu tych zestawów paliw alternatywnych w postaci gazów oraz alternatywnych napędów w postaci układów hybrydowych – spalinowo-elektrycznych i czysto elektrycznych. Proces ten nosi nazwę ekologizacji.

Zasadniczy cel tego artykułu polega na analizie zjawiska, czy towarowe zestawy klasy LHV – EMS oraz HCT-HCV mogą być ekologizowane poprzez wprowadzanie do nich samochodów zasilanych paliwami alternatywnymi ewentualnie zelektryfikowanych, tzn. zaopatrzonych jeszcze w hybrydowy – spalinowo-elektryczny układ napędowy czy już w układ w pełni elektryczny. Dokładnie analizowane będą konkretne przypadki wdrożeń i – na tej podstawie – ich sens ekologiczny i ekonomiczny oraz niekiedy konieczne, towarzyszące temu zmiany organizacyjne. Jednocześnie jako paliwa alternatywne rozważane są jedynie gazy – gaz ziemny i biogaz – w formie sprężonej (CNG) lub skroplonej (LNG), a nie ciekłe alternatywne zamienniki tradycyjnego oleju napędowego, jak HVO. Z punktu widzenia użytkownika – przewoźnika oraz samej dystrybucji paliwa te bowiem praktycznie niczym nie różnią się, poza ceną i dostępnością, od paliwa klasycznego. Mogą więc być stosowane tak samo. Natomiast pewne wyzwanie w zestawach klas LHV i szczególnie HCT-HCV stanowi właśnie wprowadzenie do nich paliw gazowych oraz zelektryfikowanych układów napędowych. Podstawowa teza badawcza brzmi, że na tym etapie w zestawach klasy LHV można już stosować alternatywne paliwa gazowe oraz zestawy te nadają się do elektryfikacji układu napędowego, z kolei w zestawach kategorii HCT-HCV da się wprowadzić jedynie napęd zelektryfikowany. Mianowicie główną barierą w rozpowszechnianiu napędu gazowego pozostają zbyt słabe parametry gazowych silników, zaś w odniesieniu do napędów w pełni elektrycznych zasadniczy czynnik ograniczający polega na limitowanym zasięgu, wynikłym z relatywnie niskiej

gęstości energii baterii. Zarazem ciekawą opcję zamienną dla zestawów zarówno LHV, jak i HCT-HCV, stanowią napędy hybrydowe, spalinowo-elektryczne.

W odniesieniu do omawianej w tym artykule tematyki w naszym kraju panuje bardzo duża luka badawcza. W ogóle autor jest pierwszą osobą, która w krajowym piśmiennictwie naukowym zajęła się problematyką zestawów klasy HCT-HCV i SEC (holenderski odpowiednik HCT-HCV, ale o większych ograniczeniach kompletacyjnych oraz tonażowo-wymiarowych) [Brach, 2019; 2021a, s. 151–154; 2021b, s. 111–134; 2022a, s. 111–134; 2022b, s. 5–24]. Ten artykuł jest też pierwszym, w którym poruszono zagadnienie ekologizacji takich kombinacji. Brak krajowej literatury naukowej w tej dziedzinie z całą pewnością wynika z faktu, że takie pojazdy nie mogą się wciąż normalnie (bez jednostkowych zezwoleń) poruszać po naszych drogach. To – wbrew pozorom – czyni nasze państwo nieco zacofanym w tej sferze, tym bardziej, że stale rosnąca liczba krajów w Europie (obecnie 10), ze względu na namacalne korzyści wynikłe z ich eksploatacji, zezwala na poruszanie się po swoich drogach przez takie zestawy dłuższe i cięższe. Niemniej ta sytuacja spowodowała, że metodologicznie autor musiał się oprzeć wyłącznie na analizie danych i materiałów pochodzących ze źródeł zagranicznych – zachodnioeuropejskich instytucji, uczelni oraz platform współpracy, jak szwedzka Closer. Do tego dochodzą materiały pierwotne od samych przewoźników stosujących tabor tego rodzaju oraz firm samochodowych taki tabor dostarczających. Powyższe uzupełniają wnioski i przemyślenia autora, sformułowane na podstawie analizy zebranego materiału oraz informacji pozyskanych bezpośrednio w przedsiębiorstwach przewozowych i sprzedających ciężarówki.

2. Zestawy klasy EC–LHV i HCV-HCT a gazowe paliwa alternatywne i alternatywne zespoły napędowe [Brach, 2021a, s. 155–169]

Od połowy drugiej dekady tego stulecia, wraz z pojawieniem się odpowiednio mocnych silników, w zestawach klasy EC–LHV/LZV, czyli o długości do 25,25 m i dopuszczalnej masie całkowitej do 60 000–64 000 kg, z powodzeniem w codziennej eksploatacji mogą być już stosowane paliwa gazowe. Trwają też zaawansowane próby i początkowa de facto próbna eksploatacja wariantów z napędowymi systemami hybrydowymi oraz w pełni elektrycznymi.

Wprowadzanie gazu jako paliwa

Przyjmując – pomimo zgłaszania pewnych istotnych zastrzeżeń, że mimo wszystko gaz ziemny zalicza się do paliw kompleksowo bardziej proekologicznych niż olej napędowy i w związku z tym jego stosowanie w drogowym transporcie towarowym przekłada się na określone korzyści środowiskowe, można zauważyć, że wdrożenie LNG w zestawach LHV/LZV może jeszcze oznaczać:

- niższe jednostkowe koszty przemieszczania,
- zredukowane przeliczeniowe zużycie paliwa, w tym przy uwzględnieniu wykonanej pracy przewozowej,
- ograniczoną emisję substancji szkodliwych w przeliczeniu na przemieszczoną jednostkę ładunku i ogólnie wykonaną pracę przewozową.

Oczywiście pełne korzyści ekologiczne, w tym ponad 100-procentowa redukcja emisji CO₂, mogą być osiągnięte, gdy gaz ziemny zamieni się na biometan.

Jednym z krajów, w którym przewoźnicy coraz częściej wprowadzają do eksploatacji wydłużone zestawy o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej – LHV/LHZ, z samochodami z silnikami zasilanymi paliwem gazowym, jest Holandia. Zestawy tego rodzaju z gazowymi autami są tam już używane przez stale się zwiększające grono podmiotów, w ramach prac wykonywanych zarówno na terenie samej Holandii, jak i w ruchu międzynarodowym, w tym do Skandynawii.

Jedną z takich firm, która do obsługi zestawów LZV EcoCombi nabyła wersję gazową, jest De Winter Logistics z Honselersdijk [Volvo FH..., 2019; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-FH-LNG-w-niderlandzkich-zestawach-LZV-ecocombi-Cz-1,41093,1> (dostęp: 12.12.2021)]. W 2019 r. wprowadził on do eksploatacji Volvo FH 460 LNG 6×2 z wózkiem i przyczepą. Zestaw LHV służy do klimatyzowanego – w kontrolowanych temperaturach – transportu produktów z sektora kwaciarskiego między różnymi lokalizacjami w Holandii i w Niemczech – ruch odbywa się z sześciu lokalizacji w północnej i południowej Holandii oraz z jednej w Niemczech. W tym modelu biznesowym De Winter Logistics działa jako swoisty łącznik między hodowcami, aukcjami i eksporterami. Zapewnia, że produkty kwiatowe docierają do klientów w kraju i za granicą. Wydłużony zestaw EcoCombi z Volvo FH460 LNG 6×2 służy do przewozu między oddziałami w Holandii i Niemczech. Dziennie pokonuje on blisko 1000 km, a punkt wyjścia stanowi jak najbardziej zrównoważony rozwój. Dlatego przedsiębiorstwo zdecydowało się na odmianę zasilaną LNG: zrównoważone rozwiązanie do transportu jak największej ilości towarów z wymiany przy możliwie najniższym śladzie CO₂. Ogólnie udało się zmniejszyć emisję CO₂ nawet o 40% wskutek połączenia LNG i LHV. EcoCombi jeździ na dziennej i nocnej zmianie, a następnie dwukrotnie jedzie do Niemiec. Dzięki jego długości 25,25 m podmiot może dziennie zrezygnować z jazd jednego zespołu. Zarazem obsługiwany segment rynku ostatnio bardzo się zmienia. W przeszłości produkty od hodowcy trafiały na giełdę, gdzie były sprzedawane na aukcjach. Na początku drugiej dekady tego wieku wytwórcy coraz częściej sprzedają je bezpośrednio eksporterom. Oznacza to również, że transport stał się znacznie bardziej skomplikowany, a czynnik czasu odgrywa jeszcze ważniejszą rolę. De Winter podkreśla też, że sieć stacji tankowania LNG się rozrasta, co ułatwia i zwiększa atrakcyjność prowadzenia pojazdów zasilanych tym paliwem. Dodatkową zaletę stanowi to, że w Niemczech za samochody LNG nie trzeba płacić Maut. De Winter Logistics na codziennej trasie ma dwie blisko położone stacje paliw LNG: w Den Hoorn i Venlo. Te punkty tankowania są własnością PitPoint LNG – międzynarodowego dostawcy czystych paliw. W dodatku już od pewnego

czasu obie firmy współpracują ze sobą. Jeszcze kilka lat temu De Winter Logistics zarządził mobilną stacją paliw LNG.

Kolejną holenderską firmą transportową eksploatującą zestawy LZV/LHV, która nabyła do nich gazowe Volvo – w 2020 r. typ FH42T LNG, jest Dekker Chrysanten [Nu ook LNG..., 2019; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-FH-LNG-w-niderlandzkich-zestawach-LZV-ecocombi-Cz-2,41094,1> (dostęp: 12.12.2021); *Van Eck delivers...*, 2020]. Ten hodowca, propagator i specjalista od chryzantem to globalny gracz w sferze upraw i sprzedaży tych kolorowych kwiatów. Ma reprezentację na kilku kontynentach z własnymi oddziałami. Większość upraw znajduje się jednak w Holandii.

Aby móc dostarczać plantatorom świeże sadzonki z siedziby głównej w Holandii Północnej, sześć aut Dekker Chrysanten jeździ prawie przez całą dobę. Dokładnie podmiot ma sześć aut, dwanaście naczepek i czternastu kierowców. Z tego dwa auta wchodzi w skład zestawów klasy LHV. Dzięki temu mogą przewozić więcej palet blokowych. W rezultacie dwie takie kombinacje odpowiadają trzem tradycyjnym. Działanie to wpisuje się w dążenie do zrównoważonego rozwoju. Swoje zestawy LHV Dekker Chrysanten wykorzystuje tylko w Holandii, na jazdy do miejsc takich jak Westland, Bommelerwaard i Limburgia.

Dekker Chrysanten oczekuje, że połączenie dodatkowych palet i bardziej ekonomicznego paliwa powinno doprowadzić do znacznej redukcji emisji. LHV o długości 25,25 m za jednym razem może bowiem przewieźć 40–42 palety lub ćwierć miliona sadzonek chryzantem. Tymczasem w normalnym zestawie na jednym poziomie mieści się od 26 do 34–36 palet. Na tej podstawie obliczono, że – ze względu na te większe jednorazowe zdolności przewozowe – rocznie samochody firmy pokonają nawet 120 000 km mniej. Ta oszczędność na pokonanym dystansie automatycznie przełoży się na ograniczenie:

- sumarycznego zużycia paliwa,
- bezpośrednio powiązanej z niższym zużyciem paliwa zredukowanej emisji substancji szkodliwych,
- wydatków na pensje i ogólnie koszty osobowe utrzymania kierowców,
- wydatków na tabor, w tym szczególnie przeglądy i naprawy aut,
- wydatków na materiały eksploatacyjne podlegające normalnemu zużyciu, takie jak ogumienie, oleje czy smary,
- liczby samochodów niezbędnych do wykonania danej pracy przewozowej,
- ruchu na drogach i tym samym kongestii.

Zastosowanie LNG jako paliwa przyczynia się też do znacznie niższej emisji. Kształtuje się ona na poziomie nawet o 20% niższym w porównaniu z konwencjonalnymi odpowiednikami z silnikiem diesla. Tym sposobem Dekker chce jeszcze bardziej zmniejszyć wpływ swojej działalności transportowej na środowisko. Docelowo zamierza wprowadzić więcej LHV z samochodami na LNG. Dodatkową zaletę stanowi fakt, że są one wygodniejsze dla kierowcy i mogą oszczędnie korzystać z tego gazu. W ten sposób firma czyni swoją działalność transportową w Holandii bardziej zrównoważoną. Ponadto w siedzibie głównej Dekker

Chryszanten kogeneracja jest już wykorzystywana do uprawy kwiatów, aby móc zaspokoić własne zaopatrzenie w energię.

Wraz z otwarciem w parku biznesowym Boekelermeer niedaleko Alkmaar nowej stacji paliw NXT dostawcy paliwa GP Groot, Dekker Chryszanten ma możliwość tankowania blisko swojej siedziby. GP Groot obsługuje 52 stacje paliw. W jego przypadku LNG – jako paliwo kopalne – jest wytwarzany m.in. z gazu ziemnego pochodzącego z Kataru i Norwegii. Dlatego GP Groot postrzega LNG jako jedynie paliwo przejściowe do bio-LNG, powstającego z osadów ściekowych, gazu wysypiskowego, obornika i odpadów organicznych.

Gazowe Volvo FH42T LNG dla Dekker Chryszanten mają silnik o mocy maksymalnej 460 KM i zbiorniki gazu o pojemności 205 kg, co wystarcza na pokonanie zestawem średnio do 1000 km. LVS Trucks, od 1995 r. dostawca taboru dla Dekker Chryszanten, twierdzi też, że pod względem wydajności jazdy nie występuje różnica w porównaniu z wersją z silnikiem wysokoprężnym. Poza tym bardzo zbliżone są niezawodność i okresy konserwacji. Ponadto wersje zasilane LNG są cichsze na drodze. Jednocześnie kierowcy Dekker Chryszanten przechodzą specjalne szkolenie w celu tankowania LNG.

Kolejny holenderski przewoźnik to Heyer Blomstergrossisten B.V. z Rijnsburg [*Heyer Blomstergrossisten...*, 2021; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Heyer-Blomstergrossisten-stawia-na-ekologiczne-i-wydajne-3-osiowe-podwozie-Volvo-FH-LNG-tworzace-zestaw-klasy-LHV-LZV,43782,1> (dostęp: 22.11.2021)], będący wiodącym eksporterem kwiatów i roślin bezpośrednio do kwaciarni, ze Szwecją i Finlandią jako głównymi rynkami zbytu. Klienci są obsługiwani cotygodniowo pod drzwiami kwaciarni, a dostawy odbywają się od razu po zakupie za pośrednictwem sklepu internetowego. Firma Heyer została założona w 1995 r. w Rijnsburgu i stała się głównym graczem w swoim segmencie rynku.

W 2020 r. Heyer Blomstergrossisten B.V. wprowadził do użytku 3-osiowe podwozie Volvo FH 460 LNG w układzie napędowym 6×2, z silnikiem o mocy 460 KM. Wchodzi ono w skład zestawu ekokombi (LHV) z zabudową furgonową z bocznymi drzwiami i schodami do bezpośredniej sprzedaży z nadwozia, przeznaczonego do transportu do kwaciarni w Skandynawii własnych kwiatów i roślin. Szczególnie redukcja emisji CO₂, którą można osiągnąć dzięki LNG w połączeniu z wdrożeniem zespołów LHV, stanowiła powód tego, że Heyer wybrał właśnie to zrównoważone, ekologiczne i wydajne rozwiązanie. Samochód skompletowano dla kierowcy liniowego.

Heyer szybko podjął decyzję, aby stać się bardziej zrównoważonym i jednocześnie wydajnym. Jeździ bowiem do Skandynawii – obszaru, w którym zrównoważony rozwój odgrywa ważną rolę w życiu codziennym. Klienci oczekują więc od niego wyboru najbardziej zrównoważonej dostępnej opcji transportu kwiatów i roślin. Spodziewa się zatem, że dzięki LNG będzie w stanie osiągnąć znaczną redukcję emisji CO₂. Pozostaje to zgodne z jego dążeniem do prowadzenia biznesu w sposób odpowiedzialny społecznie.

FH LNG używane przez Heyer tworzy tzw. zestaw ekokombi (LHV), co w połączeniu ze stosowaniem LNG oznacza dodatkowe korzyści. W ten sposób podczas jednej jazdy można zabrać więcej ładunku, a tym samym przewieźć więcej, ale emitować mniej CO₂. Niemniej,

aby zintegrować jazdę LNG i LHV z codziennym doświadczeniem, cały zespół Heyer przeszedł szkolenie prowadzone przez dealera Volvo Trucks – VGTC. Wdrożenie wymagało niezbędnego przygotowania, przeszkolenia i planowania.

Znamienne pozostaje, że w większości tych przypadków podwozia gazowe są wprowadzane do tych zestawów klasy LHV–LZV, w których krytyczny czynnik spożytkowania zdolności przewozowych stanowi nie masa ładunku, lecz jego objętość. Wskazani operatorzy przemieszczają mianowicie głównie ładunki lekkie, takie jak rośliny. Tym samym masa ładunku nawet w tym wydłużonym zestawie zazwyczaj nie przekracza 20 000–30 000 kg. W takich sytuacjach, ze względu na swoją niższą gęstość energii niż w przypadku oleju napędowego, napęd gazowy wykazuje uzasadnienie nie tylko ekologiczne, ale i biznesowe, gdyż zużycie gazu, zarówno w układzie względnym, jak i bezwzględnym, zalicza się do niskich. Do tego zestawy te jeżdżą zazwyczaj po drogach płaskich, generalnie w mniej wymagających warunkach topograficznych. Gdyby masa ładunku dla takiego zestawu przekraczała 30 000–35 000 kg i/czy zaistniałaby konieczność przejazdu przez obszary górzyste i górskie, mogłoby się zatem okazać, że – pomijając względy czysto środowiskowe – z powodu znacznego wzrostu zużycia gazu bardziej opłacalne byłoby wykorzystanie wariantów zasilanych olejem napędowym.

Poza Holandią gazowe samochody w dłuższych i cięższych zestawach są eksploatowane m.in. w Finlandii i Szwecji.

Fiński przewoźnik Transport Harri Mikkola [*Scania liquefied...*, 2021; <https://www.automotor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Ciezarowka-Scania-na-gaz-plynny-z-hybrydowym-systemem-kontroli-temperatury-ogranicza-emisje,43110,1> (dostęp: 7.08.2021)] użytkuje zestaw składający się z 3-osiowej Scanii G410 oraz przyczepy. Od września 2020 r. ten 25,25-metrowy zestaw obsługuje sieć detalicznych sklepów spożywczych należących do niemieckiego koncernu Lidl. W zestawie tym wykorzystuje się najnowszą technologię minimalizującą emisję dwutlenku węgla przy jednoczesnym zapewnieniu niezawodnych dostaw żywności. Oprócz przejścia na zasilanie skroplonym biogazem, Transport Harri Mikkola zainstalował bowiem w podwoziu hybrydowy system kontroli temperatury – pierwszy w Finlandii taki system kontroli w ciężarówce. Tradycyjnie systemy te są zasilane olejem napędowym, a ponieważ to hybryda, nadal jest możliwa praca tego systemu, gdy silnik nie może pracować na biegu jałowym, np. podczas postoju auta w terminalach. Gdy więc silnik pracuje, system jest zasilany z generatora zainstalowanego przy silniku, co oznacza, że działa na prąd. Doświadczenia uzyskane po pierwszych miesiącach są dobre. Samochód jest cichy i przyjazny dla kierowcy, a koszty paliwa są niższe niż w przypadku konwencjonalnego silnika wysokoprężnego. Zmniejszyło się również zużycie paliwa przez układ kontroli temperatury. Wcześniej wymagało to około dwóch litrów na godzinę, potem zużycie zostało zredukowane o co najmniej jeden litr.

Natomiast z punktu widzenia Lidl Suomi celem jest, aby do 2025 r. co najmniej 20% przewozów było wykonywane przez pojazdy zasilane paliwami niskoemisyjnymi. W nadchodzących latach podmiot zamierza w takim razie dodać więcej pojazdów zasilanych gazem. Tym bardziej, że zasilana gazem Scania G410, tworząca zestawy o masie całkowitej od 40 000 do

60 000 kg, obsługuje tę samą trasę dostawy, którą wcześniej pokonywano modelem z silnikiem wysokoprężnym o mocy 500 KM. To wystarczy i pokazuje, że należy wybrać odpowiednią moc znamionową do zadania transportowego. Poza tym Transport Harri Mikkola monitoruje operacje za pośrednictwem systemu Scania Fleet Management. W ciągu jednego dnia auto przejeżdża 400 km, więc jest tankowane co drugi dzień. Zwykle w zbiorniku pozostaje jeszcze 20% paliwa. Trochę obawiano się wcześniejszego tankowania, ale kwestia ta – jak się ostatecznie okazało – nie stała się istotnym problemem.

Firma – specjalizując się w transporcie żywności – utrzymuje wysoki współczynnik spożycia przestrzeni ładunkowej dzięki wprowadzeniu przegród przedziałowych. W rezultacie podczas tej samej jazdy pojazdy są w stanie zabrać do czterech grup/rodzajów żywności wymagających różnych temperatur. Dostawa może zatem jednocześnie obejmować zarówno mrożonki, jak i owoce oraz warzywa przewożone w temperaturze +14°C.

W Szwecji z kolei Scania R410 na biogaz obsługuje kontenery do recyklingu puszek i plastikowych butelek [A Scania..., 2020]. W 2019 r. Returpack, obsługujący szwedzkie systemy kaucji dla nadających się do recyklingu puszek metalowych i butelek PET, pomógł ograniczyć emisję dwutlenku węgla o 180 000 ton. Oczywiście Returpack chce, aby zdeponowane kontenery były wysyłane w sposób jak najbardziej przyjazny dla klimatu. Dlatego pracujący dla niego przewoźnik Långås Åkeri eksploatuje swoją Scania R410 na odnawialnym skroplonym biogazie. Långås odbiera skompresowane pojemniki z magazynów Returpack w zachodniej Szwecji w celu transportu do zakładu w Norrköping, położonego 160 km na południe od Sztokholmu. Zestaw przyczepowy o długości 25 m jest wypełniony wieloma tysiącami pustych puszek i butelek, które są sortowane, a następnie sprzedawane w celu recyklingu i potem przerobu na nowe butelki i puszki.

Pojazd napędza silnik o mocy maksymalnej 410 KM, co w tym przypadku nie zawsze wystarcza. Mocy jest więcej niż niezbędna do przewozu 10–12 tonowych kontenerów ze skompresowanym ładunkiem, tym bardziej, że ładunki wracające z Norrköping mogą ważyć więcej. Poza tym podmiot notuje jeszcze niższe zużycie biogazu niż w przypadku wysokoprężnej Scanii R 520, znanej z niskiego zużycia paliwa. Auto jest codziennie napełniane w Norrköping, a w Szwecji istnieją ambitne plany rozbudowy sieci stacji tankowania skroplonego biogazu.

Nie tylko samochód Långås zasilany gazem przyczynia się do mniejszego negatywnego wpływu na klimat. Ich dwa inne auta, także jeżdżące dla Returpack, działają bowiem na niskoemisyjnym biopaliwie HVO.

3. Elektryfikacja

Od początku trzeciej dekady tego stulecia trwają coraz bardziej zaawansowane prace nad elektryfikacją nie tylko ciężkich pojazdów wykorzystywanych w ruchu lokalnym i regionalnym, ale także nad elektryfikacją bardzo ciężkich zespołów drogowych, klasy EC-SEC-LHV, czyli o masie całkowitej z przedziału 44 000/48 000–60 000/64 000 kg, co jeszcze kilka

lat wcześniej wydawało się niezwykle mało prawdopodobne. W możliwą elektryfikację bardzo ciężkich zestawów jeszcze kilka lat temu powątpiewali m.in. autorzy fińscy [Liimatainen, Pöllänen, Nykänen, 2020]. Co więcej, ta na razie dokonywana na poziomie próbnym komercjalizacja dotyczy aż kilku rodzajów przewozów, w tym: w obsłudze sektora KEP, general cargo, żywności i ładunków niebezpiecznych, budowlanego/wydobywczego oraz leśnego. Niemniej uzyskiwany zasięg pozostaje tu wciąż limitowany. Ponadto na poziomie próbnym zelektryfikowane ciężarówki zaczynają być sprawdzane w najcięższych nieponadnormalnych zestawach drogowych, czyli klasy HCT-HCV/SEC, a zatem o dopuszczalnej masie całkowitej przeszło 64 000 kg i/czy długości rzędu 30–34,5 m, przy czym zazwyczaj te dwa warunki brzegowe bywają spełnione jednocześnie. Tym bardziej, że w 2022 r. szwedzki rząd zdecydował, że pojazdy – zestawy o długości do 34,5 m mogą być dozwolone od dnia 1 grudnia 2023 r. [Snart rullar..., 2022].

3.1. Przewozy w obsłudze sektora logistycznego – w segmencie kurierskim KEP

Volvo i DHL Freight

W 2021 r. [DHL Freight and Volvo..., 2021; <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/DHL-Freight-i-Volvo-Trucks-lacza-sily-w-celu-przyspieszenia-procesu-przechodzenia-na-dlugodystansowy-transport-drogowy-wolny-od-paliw-kopalnych,43327,1> (dostęp: 12.12.2021); DHL Freight i Volvo..., 2021; DHL Freight..., 2021] DHL Freight – jedna z czołowych firm świadczących usługi przewozowe w Europie – oraz Volvo Trucks połączyły siły w celu przyspieszenia procesu przechodzenia na realizowany na średnich dystansach przewóz drogowy wolny od paliw kopalnych. Ta współpraca, ukierunkowana na szybsze wprowadzenie w europejskim transporcie regionalnym elektrycznych samochodów o dużej ładowności, stanowi kolejny ważny krok we wdrażaniu rozwiązań transportowych neutralnych dla klimatu.

Jak dotąd głównym obszarem zastosowań modeli elektrycznych pozostaje przewóz na mniejsze odległości, w obrębie miast oraz aglomeracji. DHL Freight i Volvo Trucks uruchomiły zaś przedsięwzięcie koncentrujące się na transporcie cięższych ładunków na dłuższych dystansach. Przedmiot tej współpracy stanowi jedyny w swoim rodzaju, pierwszy na świecie pilotażowy projekt wykorzystania w pełni elektrycznego Volvo FH, tworzącego zestaw o maksymalnej dopuszczalnej masie całkowitej 60 000 kg. Począwszy od marca 2021 r. pojazd taki kursuje pomiędzy dwoma terminalami magazynowymi DHL Freight. Trasa przejazdu łączy dwa szwedzkie miasta – Göteborg i Jönköping, a jej długość to ok. 150 km w każdą stronę. Akumulatory są ładowane w bazie DHL w Jönköping oraz w Volvo Truck Center w Göteborgu.

DHL Freight [Unik el-lastbil..., 2022] ma rosnącą liczbę jeżdżących po Szwecji elektrycznych ciężarówek, od lekkich po ciężkie. Do tej pory warianty takie pokonywały głównie krótsze dystanse w miastach i obszarach metropolitalnych. Eksploatując zelektryfikowa-

ny zestaw LHV podmiot chce pokazać, że naprawdę elektrycznym taborem klasy tonażowej ciężkiej można pokonywać dłuższe dystanse – wykonując dokładnie tę samą pracę, co odpowiednik z silnikiem Diesla.

DHL razem z Volvo Trucks aktywnie działa na rzecz redukcji własnego oddziaływania na środowisko naturalne, a zrównoważony rozwój należy do integralnych elementów strategii tej firmy. Cel polega na zredukowaniu do zera wszelkich emisji związanych z logistyką i w jego realizacji są już istotne osiągnięcia: w porównaniu z poziomem z 2007 r. efektywność DHL pod względem emisji CO₂ wzrosła o 35%. Jednak, aby można było kontynuować te działania, potrzebne są innowacyjne rozwiązania techniczne i solidni partnerzy. Dlatego bliska współpraca z Volvo Trucks ma pomóc w osiągnięciu tych ambitnych proekologicznych celów w sektorze transportu drogowego. Przy tym podczas prób Volvo i DHL zdobędą cenne doświadczenie oraz wiedzę w kwestii konfiguracji i użytkowania niezbędnej infrastruktury ładowania akumulatorów. Pozyskane dane pomogą wypracować właściwą równowagę pomiędzy długością trasy, masą ładunku i rozlokowaniem punktów ładowania w codziennych operacjach transportowych.

W tym koniecznym przechodzeniu na transport wolny od paliw kopalnych Volvo Trucks stara się zapewnić, by elektryfikacja postępowała możliwie sprawnie i bez zakłóceń. Bierze więc pod uwagę każdy aspekt elektrycznego ekosystemu, m.in. ładowanie akumulatorów, planowanie tras, konfigurację aut, obsługę serwisową i inne potrzebne wsparcie. Branża transportowa szybko się mianowicie zmienia i dla wielu przewoźników możliwość osiągnięcia równowagi ekologicznej stanowi istotną zaletę. Dlatego producenci oferują efektywne rozwiązania transportowe umożliwiające szybsze odchodzenie od paliw kopalnych na rzecz np. elektryczności. Z DHL Volvo współpracuje od dawna. Jego rozległa wiedza w dziedzinie logistyki w skali globalnej pozwala Volvo analizować warunki osiągania postępów w tej transformacji technologicznej oraz dostosowywania jej do potrzeb i specyfiki działalności klientów.

DHL Freight aktywnie realizuje różnorodne projekty technologiczne w obszarach zrównoważonego rozwoju i odchodzenia od paliw kopalnych. W Szwecji wdrożyło specjalny, proekologiczny program dostarczania przesyłek. Klienci korzystający z tego programu uiszczają dodatkową stałą opłatę za każdą wyekspediowaną paczkę lub paletę, a wygenerowany w ten sposób przychód jest w całości inwestowany w ramach szwedzkiej sieci dostaw. W tym kontekście sektor logistyczny stoi przed ogromnym wyzwaniem, zarazem oferującym ogromne możliwości: dekarbonizację transportu towarowego. Współpraca z Volvo Trucks pomaga DHL Freight odgrywać jeszcze większą rolę w procesie przechodzenia na ekologicznie zrównoważone alternatywy i jest kolejnym ważnym wyznacznikiem realizacji długofalowej strategii transportu neutralnego dla klimatu.

Projekt DHL–Volvo rozpoczął się w pierwszym kwartale 2021 r. jako część REEL – inicjatywy szwedzkiej agencji ds. innowacyjności Vinnova, ukierunkowanej na promocję przechodzenia na zelektryfikowany transport towarowy.

3.2. Przewozy general cargo, żywności, kontenerów i ładunków niebezpiecznych

Volvo FH Electric LHV dla Bernhard Transport

Rodzinną firmą Bernhard Groep z Luttelgeest [*Fossielvrij...*, 2021] ma cztery szkółki i filię transportową – Bernhard Transport. Ta ostatnia używa Volvo FH Electric, wchodzącego w skład zestawu LHV, do realizowanego w kontrolowanych temperaturach bezkopalnego – bez użycia paliw kopalnych transportu kwiatów i roślin do różnych centrów dystrybucji w całej Holandii, w tym w Aalsmeer, Venlo, Naaldwijk i Eelde.

Podmiot uprawia swoje storczyki w sposób neutralny energetycznie, korzystając z 25 MW energii geotermalnej i 20 MW paneli słonecznych. W ostatnich latach Kwekerij Bernhard dużo zainwestował bowiem w zrównoważony rozwój. Na przykład w 2020 r. uruchomił instalację geotermalną, do ogrzewania szklarni mogącą wykorzystywać gorącą wodę pompowaną z gruntu. Powyższe wynika z faktu, że od 2021 r. Kwekerij Bernhard chce zachować neutralność energetyczną i być gotowym na zrównoważoną przyszłość. Uczynienie jego działalności transportowej wolnej od paliw kopalnych stanowi kolejny logiczny krok w tym kierunku. Dzięki elektryfikacji transportu – eksploatacji FH Electric – w 2022 r. przewóz do klienta końcowego również stał się więc wolny od paliw kopalnych.

Ciągnik FH Electric 4x2 służy Bernhard Transport w zestawie klasy LHV, stanowiącym część dalszych ulepszeń w dziedzinie redukcji emisji CO₂. Poza tym Bernhard Transport zorganizuje proces ładowania w sposób neutralny dla klimatu. Podmiot inwestuje w szybką ładowarkę we własnej lokalizacji, która dzięki połączeniu z panelami słonecznymi maksymalnie wykorzystuje zieloną energię. Aby też w jak największym stopniu móc korzystać z pojazdu elektrycznego, firma chciałaby jeszcze pobierać opłaty na aukcjach. Chce, aby tam też była zainstalowana szybka ładowarka. Najlepiej oczywiście na zieloną energię. Tylko w ten sposób można uczynić cały łańcuch bardziej zrównoważonym i neutralnym dla klimatu.

64-tonowy zestaw z elektrycznym ciągnikiem Scania dla firmy Wibax

W grudniu 2021 r. [*Scania 64-tonne...*, 2021] dostawca produktów chemicznych Wibax odebrał zestaw klasy LHV z nowym, 3-osiowym, indywidualnie skompletowanym elektrycznym ciągnikiem siodłowym Scania, połączonym ze specjalną, wydłużoną, 4-osiową – z osiami o zwiększonym rozstawie – naczepą cysterną typu skandynawskiego. Zestaw ma masę całkowitą 64 000 kg i został przeznaczony do pracy na północy Szwecji, gdzie będzie pokonywał 80-kilometrową trasę między miastami Piteå i Skellefteå. Wysoką ładowność i adekwatne do niej osiągi zapewnią silnik elektryczny o znacznie podwyższonej mocy. Scania i Wibax będą optymalizować wykorzystanie auta w ramach powziętego, długofalowego partnerstwa, obejmującego nadzór nad ładowaniem, żywotnością baterii oraz planowaniem trasy.

Zestaw ten ułatwi Wibax realizację celów klimatycznych, gdyż elektryczny ciągnik stanowi sposób na zmniejszenia oddziaływania na środowisko. Dzięki temu Wibax zyska cenne doświadczenie, które przygotuje go do uzupełnienia w przyszłości floty o kolejne auta elektryczne. Tym bardziej, że od momentu rozpoczęcia działalności w 1986 r. podmiot dokłada starań, aby rozwijać się w sposób zrównoważony. Ponieważ wpływa na środowisko głównie poprzez transport, inwestycja w pojazd elektryczny to krok upewniający go, że może funkcjonować z poszanowaniem ochrony klimatu. Eksploatując ten zestaw Wibax zmniejszy emisję CO₂ nawet o 1400 ton, co stanowi rewelacyjny wynik. Szczególnie, że to pierwszy, elektryczny zestaw o masie 64 000 kg wdrożony do pracy u klienta. Tym samym Scania sukcesywnie udowadnia, że elektryfikacja następuje szybko i obejmuje praktycznie wszystkie segmenty.

Taki szybki rozwój wzmacnia potrzebę rozbudowy infrastruktury i dostaw „zielonej” energii także poza obszarami zurbanizowanymi. Tempo zmian musi być wysokie. W tym wypadku infrastrukturę do ładowania oraz energię zapewnia Skellefteå Kraft.

64-tonowy zestaw do w pełni zelektryfikowanego transportu schłodzonej żywności

Od kilku lat Scania i Dagab – firma wspierająca Axfood – ściśle współpracują w celu stworzenia floty wolnej od paliw kopalnych. W 2021 r. Dagab włączył do swojej eksploatacji w Sztokholmie elektryczne samochody Scanii – w pełni elektryczny oraz hybrydowy. 4 maja 2022 r. [Scania enables..., 2022] podmiot ogłosił, że to partnerstwo rozszerza o pierwszy tego rodzaju 64-tonowy zestaw do transportu żywności, z elektryczną ciężarówką. Zestaw ten wszedł do operacji transportowych na jesieni 2022 r., m.in. rozpoczynając pracę w Göteborgu. To efektywne rozwiązanie Scanii do zelektryfikowanego transportu żywności schłodzonej i mrożonej.

Ponieważ też infrastruktura ładowania to kluczowy element w ciężkim transporcie, dlatego także w tym obszarze Scania i Dagab ściśle ze sobą współdziałają. Nowy pojazd będzie zasilany zieloną energią elektryczną. Dzięki planowaniu i szybkiemu ładowaniu, będzie użytkowany bardziej intensywnie niż inne auta z floty przedsiębiorstwa, przez co najmniej dwie zmiany dziennie, podczas których pokonany dystans wyniesie 300–450 km. Zwiększy to jakość i efektywność dostaw oraz oznacza znaczne ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko. W przypadku trzeciej zmiany wpływ na klimat może być jeszcze mniejszy.

Przy tym ciężki transport elektryczny i transport schłodzonej żywności to wyzwanie w sferze technologicznej. Wymaga kompatybilnych interfejsów między gniazdami zasilania do kontroli temperatury i inteligentnej integracji, aby zminimalizować zużycie energii zarówno pojazdu, jak i przyczepy. W związku z tym, aby sprostać tym zadaniom, pojazd ma mocniejsze komponenty niż pojazdy elektryczne, które Scania oferuje obecnie w produkcji seryjnej. Zarazem Dagab wskazuje, że zapewnienie transportu żywności wolnego od paliw kopalnych jest konieczne, aby zmniejszyć wpływ taboru ją wożącego na środowisko. Wykorzystując pojazd elektryczny tej wielkości da się bowiem znacznie zredukować emisje.

Międzysektorowa współpraca na rzecz elektryfikacji transportu ciężkiego

W 2022 r. [*Branschöverskridande...*, 2022] w okolicach szwedzkiego Mälardalen zaczęła być używana nowa, specjalna ciężarówka zasilana akumulatorem. Jest ona jedną z pierwszych tego rodzaju i może tworzyć zestawy o masie do 64 000 kg. Aby przyspieszyć rozwój zelektryfikowanego, bezemisyjnego transportu ciężkiego, Scania, Foria oraz Ragn-Sells rozpoczęły bowiem współpracę międzybranżową. Scania, jako producent ciężarówek i dostawca rozwiązań i usług transportowych, przekazała więc auto zasilane akumulatorem. Firma transportowa i serwisowa Foria odpowiada za obsługę tego samochodu, z kolei firma zajmująca się ochroną środowiska – Ragn-Sells – zabezpiecza wskazany ładunek.

Ten nowy zestaw z elektryczną ciężarówką jest po części rozwiązaniem transportowym umożliwiającym system okrężny – obieg zamknięty. Foria może bowiem teraz bezemisyjnie przewozić popiół lotny z elektrowni i ciepłowni w Mälardalen do nowego zakładu recyklingu Ragn-Sell – Ash2Salt w Högbyporp, na północny zachód od Sztokholmu. Tam cenne składniki można następnie poddać recyklingowi i ponownie wykorzystać. Niemniej na początku popiół jedynie przechowywano do czasu uruchomienia tej nowej fabryki.

Obecnie istnieje kilka rozwiązań w pełni zelektryfikowanego transportu, ale większość z nich obejmuje krótsze odległości i lżejsze zestawy. W rezultacie ta elektryczna ciężarówka zasilana bateryjnie, już przewożąca głównie popiół lotny z elektrowni i ciepłowni regionu Mälardal, stanowi duży krok i absolutnie niezbędny dla Foria, jeśli ma ona być w stanie przestawić się na elektryczność, a tym samym zmienić przepływ zbudowany wokół paliw kopalnych. Współpraca ze Scanią i Ragn-Sells daje jej możliwość uczenia się i oceny przed przyszłymi inwestycjami w technologię bez paliw kopalnych.

Po uruchomieniu nowej oczyszczalni elektryczna ciężarówka będzie jeździła na dwie zmiany, aby zmniejszyć liczbę kursów zasilanych paliwami kopalnymi. By uniknąć niepotrzebnych i kosztownych przestojów, podczas załadunku i rozładunku ciężarówka będzie wspomagana – ładowana. Do zakładu Ragn-Sell w Högbyporp firma technologiczna ABB dostarczyła więc dwa punkty ładowania o dużej mocy – po 160 kW każdy. Ładowarki te umożliwiają szybkie ładowanie w szerokim zakresie poziomów mocy, odpowiadających potrzebom ładowania dostosowanym do harmonogramu pracy pojazdu elektrycznego. Rozwiązanie do ładowania ma solidną konstrukcję, zdalną diagnostykę i narzędzia administracyjne, umożliwiające długi czas pracy. Niewykluczone, że w dłuższej perspektywie takie same możliwości ładowania będą dostępne także w elektrowniach i ciepłowniach, w których zbierany jest popiół lotny. Przy tym inwestycja w popiół lotny jest jedną z największych w Szwecji inwestycji w recykling materiałów o obiegu zamkniętym. Współpraca stron umożliwia zatem zelektryfikowany, bezemisyjny transport popiołów lotnych do i z zakładu przetwórczego. Poza tym propozycja ta stanowi część REEL – Regional Electrified Logistics – szwedzkiej krajowej inicjatywy, w ramach której czołowi tamtejsi aktorzy połączyli siły, aby przyspieszyć przejście na zelektryfikowany, bezemisyjny transport ciężki na drogach tego kraju. Inicjatywę tę prowadzi platforma współpracy CLOSER, a częściowo-

wo za pośrednictwem Vinnova i Agencji Energii finansuje program „Strategiczne badania i innowacyjne pojazdy”. Cel polega na promowaniu przejścia na rynku szwedzkim na zelektryfikowany system transportu towarowego.

3.3. Zestawy klasy HCT-HCV

Jula Logistics oraz zelektryfikowany zestaw klasy HCT-HCV

Szwedzka Julia Logistics [Scania builds..., 2021; <https://julalogistics.se/pressrum/julalogistics-storsatsar-med-ellastbil/> (dostęp: 7.12.2021)] używa 32-metrowego zestawu z 3-osio- wym ciągnikiem Scanii jako środka transportu o dużej pojemności, aby za każdym jednym kursem móc przewozić więcej ładunków i w konsekwencji obniżyć emisje. W 2022 r. firma poszła o krok dalej, wprowadzając do kontenerowego zestawu klasy HCT-HCV samochód zasilany energią elektryczną. To najnowszy przykład zrównoważonego rozwiązania transportowego, które Scania opracowuje w ścisłej współpracy ze swoim postępowym klientem.

Normalnie europejskie zestawy ciężarowe osiągają dopuszczalną masę całkowitą 40 000–44 000 kg i mogą zabierać jeden 40–45-stopowy kontener. Od 2015 r. Julia Logistics korzysta z pojazdu dwukrotnie większego, przewożącego dwa kontenery. Długość tego zestawu wynosi 32 m, a masa całkowita 64 000 kg łącznie z ładunkiem i przyczepą (łącznikową dolly z naczepą 3-osiową). Biorąc większy ładunek w każdym przewozie, a tym samym zmniejszając liczbę codziennych przejazdów między magazynem a miejscem załadunku, Julia Logistics oszczędza 70% energii i redukuje emisję na każdą przemieszczaną jednostkę. Auto w tym zestawie trafiło do użytku w pierwszej połowie 2022 r. i jest zasilane energią elektryczną.

Julia Logistics korzysta z transportu intermodalnego, w którym jej ładunek dociera do portu w Göteborgu statkiem i jest ładowany do pociągu jadącego do Falköping. Stamtąd na ostatnim odcinku trasy do magazynu firmy w Skara ładunek przewozi zestaw ciężarowy. Uczynienie tego łańcucha transportowego jeszcze bardziej zrównoważonym stanie się możliwe dzięki eksploatacji pojazdu zasilanego energią elektryczną z paneli słonecznych, które Julia zabuduje na dachu swojego magazynu.

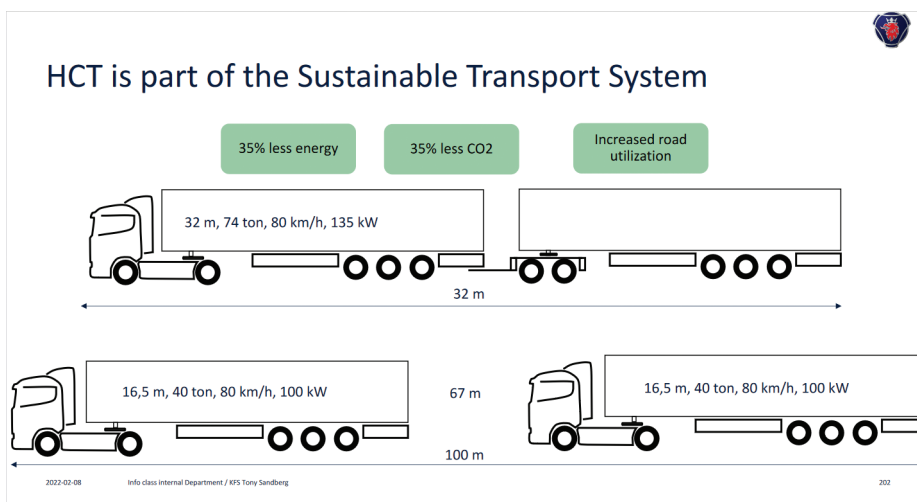
Współpraca z Julia Logistics jest zgodna z tym, jak Scania stymuluje przejście na zrównoważony transport. Elektryfikacja stanowi bowiem konieczność dla naszego zaangażowania na rzecz zerowej emisji i osiągnięcia celów klimatycznych. Bliskie partnerstwo z interesariuszami, dzielącymi te wartości, jest ważne, aby proces ten przebiegał w niezbędnym tempie. W tym kontekście Scania nie może tego zrobić sama, a Julia Logistics to bardzo ceniony partner, niezwykle dbający o środowisko.

Scania pracuje zarówno z prototypami, jak i nowymi modelami biznesowymi, a wraz z klientami i innymi partnerami symuluje i realizuje przyszłe rozwiązania. Propozycja wdrożona wraz z Julia Logistics umożliwi bardzo długiemu i ciężkiemu pojazdowi kilkukrotną jazdę w obie strony na odległość wynoszącą 60 km, z miejsca, w którym pociąg zatrzymuje

się w Falköping, do magazynu w Skara, by na ostatnim etapie przepływu intermodalnego umożliwić przewożenie większej ilości ładunku. Niezwykle długi i ciężki zelektryfikowany zestaw to dobry przykład tego, jak ścisły dialog z klientami umożliwia zbudowanie jednego w swoim rodzaju pojazdu, już na bardzo wczesnym etapie spełniającego wymagania tego konkretnego odbiorcy. Powyższe dotyczy również modelu, który nie powstaje seryjnie. Szczegółowy przegląd zużycia energii, zoptymalizowany harmonogram tras oraz konieczność ładowania są wcześniej drobiazgowo symulowane, aby umożliwić ten niezakłócony i efektywny przesył ładunków. Zarazem elektryczne auto pozytywnie wpływa na ekologizację łańcuchów logistycznych Jula. Istotną częścią współpracy z Jula Logistics są tu też optymalizacje: procesu ładowania, powiązanej infrastruktury i pełnego przepływu w odpowiednim czasie. Współpraca ta dowodzi zatem, że da się już technicznie elektryfikować bardzo ciężkie przewozy, ale zarazem trzeba także tworzyć długoterminową możliwość zabezpieczenia im odpowiedniego wsparcia organizacyjnego i infrastrukturalnego.

Scania i Jula Group dążą do długoterminowego partnerstwa obejmującego szeroko zakrojoną elektryfikację łańcuchów logistycznych obsługiwanych przez Jula Logistics. Elektryfikacja tego 32-metrowego zestawu to dopiero początek. Wprowadzana zmiana oznacza również przeniesienie działalności frachtowej Jula do Jula Logistics, wskutek czego Jula Logistics zostanie sprzedawcą frachtów Jula AB. To usprawnienie działalności powoduje, że Jula AB jest właścicielem produktów, a Jula Logistics realizuje usługę spedycyjną, praktycznie bez zmian.

Rysunek 1. Korzyści związane z wprowadzeniem zelektryfikowanych zestawów klasy HCT-HCV



Źródło: materiały wewnętrzne [Scania, 2022].

Jednocześnie Scania zwraca uwagę, że zelektryfikowane zestawy klasy HCT-HCV/SEC wchodzi w skład tzw. zrównoważonego systemu transportowego (Sustainable Transport System – rysunek 1). Ich wdrożenie, ale jedynie tam, gdzie da się je sensownie wprowadzić zamiast zestawów klasycznych – jednonaczepowych bądź przyczepowych – czy nawet zesta-

wów klasy EMS – 60 000 kg/25,25 m, wykazuje silne uzasadnienie ekonomiczne i paliwowo-efektywnościowe. To drugie występuje niezależnie od rodzaju paliwa użytego do napędu ciężarówki stosowanej w takim zestawie – tzn. czy ma ona napęd gazowy, hybrydowy – spalinowo-elektryczny, czy w pełni elektryczny bądź wodorowo-elektryczny. Zawsze bowiem dwunaczepowy zestaw kategorii HCT-HCV/SEC okaże się paliwo, kosztowo, ekologicznie i organizacyjnie bardziej efektywny niż dwa krótsze tradycyjne zestawy jednonaczepowe – do wykonania tej samej pracy przewozowej będzie mianowicie jednostkowo potrzebował mniej energii – paliwa oraz zajmie krótszy odcinek drogi. W tej analizie jako bazę przyjęto dwa zwykle, najbardziej popularne zestawy jednonaczepowe o długości 16,5 m. Tworzą je w pełni elektryczne 2-osiove ciągniki siodłowe z silnikami o mocy 100 kW (opcja jeden centralny silnik elektryczny o mocy właśnie 100 kW lub dwa silniki o takiej samej mocy – po 50 kW każdy – umieszczone w piastach kół elektrycznej osi napędowej – tzw. e-osi – e-axle). Dopuszczalna masa całkowita takiego zestawu wynosi 40 000 kg, a porusza się on z prędkością 80 km/h, gdyż wyższa dla napędu w pełni elektrycznego nie bywa zalecana ze względu na znaczny wówczas wzrost zużycia energii, co negatywnie przekłada się na uzyskiwany zasięg. Dwa takie zestawy zajmują na drodze pas o długości całkowitej 100 m, wliczając w to przerwę między tymi zestawami o wartości około 67 m. Przy trzech zestawach tego rodzaju długość zajmowanego przez nie pasa drogi wzrośnie zatem do około 183–184 m (100 m + 67 m + 16,5 m), z kolei przy czterech do aż niespełna 266–270 m.

Tymczasem jeden zestaw klasy HCT-HCV/SEC z dwoma standardowymi naczepami o długości po 13,6 m każda, sprzęgniętymi ze sobą za pomocą 2-osiowego wózka łącznikowego – tzw. dolly, cechuje zasadnicza zdolność do wykonania takiej samej pracy przewozowej jak dwa zestawy 40-tonowe, 16,5-metrowe. Zarazem taki zestaw wyróżniają: długość całkowita 32 m i dopuszczalna masa całkowita 74 000 kg. Do napędu tego zestawu służy zaś 3-osiowy w pełni elektryczny ciągnik siodłowy z silnikiem/silnikami o mocy 135 kW. Poza tym przyjęto, że – analogicznie jak w odniesieniu do zwykłych zestawów – prędkość maksymalna nie przekracza tutaj 80 km/h.

Na podstawie przeprowadzonych analiz Scania wskazuje, że jeden taki zestaw klasy HCT-HCV/SEC w porównaniu z dwoma zestawami standardowymi, we wszystkich scenariuszach przy zastosowaniu ciągników z napędem w pełni elektrycznym, charakteryzują:

- przeliczeniowo – na wykonaną pracę przewozową/przemieszczoną paletę czy tonę – zużycie energii niższe o 35%;
- dla tej samej wykonanej pracy przewozowej niższa emisja CO₂ o 35%, jeśli energia elektryczna do zasilania pojazdu pochodzi z tzw. źródeł brudnych;
- lepsze wykorzystanie przestrzeni na drodze – jeden zestaw 32-metrowy zajmuje aż o 68 m pasa drogi mniej, niż dwa zestawy 16,5-metrowe. Natomiast dla dwóch zestawów 32-metrowych – w porównaniu z czterema zestawami 16,5-metrowymi – ta korzyść okazuje się jeszcze większa: dwa zestawy 32-metrowe zajmują bowiem pas drogi o długości około 132 m, podczas gdy cztery zestawy 16,5-metrowe aż – jak wskazano – 266–270 m. Długość zajętego pasa drogi ulega więc redukcji o 50%. Tym samym powyższe oznacza:

- mniejsze zatłoczenie na drogach;
- lepsze wykorzystanie już dostępnej infrastruktury drogowej, co eliminuje czy przynajmniej ogranicza konieczność budowy kompletnie nowych dróg albo poszerzania tych dotychczas dostępnych;
- mniejszą wypadkowość.

Niemniej wprowadzenie do eksploatacji takich zestawów kategorii HCT-HCV/SEC wykazuje sens jedynie wtedy, gdy istnieje możliwość jak największego spożytkowania ich zdolności przewozowych co do ładowności, objętości bądź obu tych elementów ograniczających równocześnie.

Sektor wydobywczy

Kopalniany 74-tonowy zestaw z elektryczną ciężarówką Scanii

W czerwcu 2022 r. szwedzka firma wydobywcza Boliden [*This 74-tonne...*, 2020] wprowadziła do eksploatacji nową elektryczną ciężarówkę do obsługi ruchu między kopalnią Renströmsgruvan a zakładem Concentrator w Boliden. Ciężarówka ta, którą Boliden nabył od Scanii, przewozi dziennie 2000 ton rudy złota, jeździ przez prawie całą dobę – 19 godzin na dzień – i stanowi sposób na zmniejszenie przez firmę wydobywczą emisji CO₂ o 40% do 2030 r. Przy całkowitej masie zestawu 74 000 kg wraz z ładunkiem i naczepami/przyczepami jest to naprawdę ciężki transport, a jedyna przerwa pojawia się, gdy są doładowywane baterie. Boliden chce, aby ta ciężarówka jeździła jak najwięcej. Kiedy trzeba ją naładować, korzysta z innych pojazdów, ale jest to jego pierwszy zelektryfikowany transport w tym przepływie urobku. Jest to też pierwszy z kilku przepływów operacyjnych Boliden na drogach publicznych, który został zelektryfikowany. Firma postrzega to jako wstępny krok w kierunku bardziej zrównoważonych przewozów – większej liczby zelektryfikowanych przepływów w przyszłości, bo chce wtedy korzystać z większej liczby pojazdów elektrycznych. Ponadto, kiedy Boliden już wie, że taka ciężarówka działa w tym wymagającym środowisku, chce uwzględnić transport do huty i innych kopalń w okolicy.

Scania udziela Boliden wskazówek, jak zoptymalizować przepływ operacyjny, do którego służy obecna ciężarówka, oraz analizuje, jakie możliwości są przed stronami. To partnerstwo obejmuje bowiem wyrób wciąż będący nietypowym, pojazdem, którego nie ma w seryjnej produkcji. Rozwiązania tej zelektryfikowanej ciężarówki oparte są na technologii stosowanej w ciężarówkach obecnie powstających w fabrykach Scanii, ale z dodanymi mocniejszymi komponentami. Te znaczna ładowność i jeszcze większy zasięg będą częścią produkcji Scanii od 2024 r.

Tę elektryczną ciężarówkę zbudowano w ramach Regional Electrified Logistics (REEL), inicjatywy prowadzonej przez CLOSER, szwedzką platformę efektywności transportu, korzystającą ze wsparcia programu Fordonsstrategisk forskning och Innovation (FFI), aby utorować drogę do przejścia na elektryczny transport towarowy na rynku szwedzkim.

Sektor leśny

Finlandia – Sisu – układy hybrydowe

W przewozach ponadgabarytowych – jako ciężkie ciągniki siodłowo-balastowe czy w leśnych zestawach HCT – z powodzeniem da się wprowadzić samochody z napędem hybrydowym – spalinowo-elektrycznym. Warianty takie – jako jedyna dotąd – proponuje fińska firma Sisu [Kananen, 2019; *SISU Hybrid*, 2018; *SISU Polar Hybrid...*, 2018].

Po części eksperymentalny, po części prototypowy egzemplarz hybrydowej wersji Hybrid został przedstawiony przez Sisu Auto podczas targów Kuljetus 2017 odbywających się od 18 do 20 maja 2017 r. w rodzimej miejscowości Jyväskylä. Ekspozowany tam pojazd był pierwszym w historii tego podmiotu typem spalinowo-elektrycznym. W sierpniu 2018 r. hybrydowe Sisu w wariantcie przeznaczonym do obsługi sektora leśnego najpierw – w dniach 10–11 – zaprezentowano na najważniejszej lokalnej imprezie targowej i wystawie samochodowej Power Truck Show, Kauhavan Alähärmä, potem – pod koniec miesiąca – był dostępny na pokazie FinnMETKO w Sisun osasto.

Na tym etapie w sferze komercjalizacji takich aut przedsiębiorstwo przechodziło z fazy projektowo-testowej do wdrożeniowej. Dostawy pierwszych sztuk z hybrydowym równoległym systemem napędowym rozpoczęły się bowiem już wiosną 2017 r. Jak wtedy oczekiwano, popyt na takie odmiany w pierwszym rządzie miał pochodzić z sektorów budowlanego, kopalnictwa – kopalń odkrywkowych oraz leśnego – do wywozu dłuźycy z lasu. Nie dało się także wykluczyć większego zainteresowania ze strony przemieszczających ładunki ponadgabarytowe.

W układzie czysto użytkowym w porównaniu z tradycyjnymi odpowiednikami typy hybrydowe mają być bardziej efektywne, ekonomiczne oraz przyjazne dla środowiska naturalnego. Zastosowany przez Sisu w pierwszej generacji typu Polar Hybrid równoległy hybrydowy system napędowy dostarcza łącznie aż 900 KM kombinowanej mocy maksymalnej oraz 3600 Nm kombinowanego maksymalnego momentu obrotowego. Dokładnie hybrydowy zespół napędowy rozwija (ograniczoną) moc maksymalną ponad 600 kW/900 KM – z silnika Mercedesa o pojemności 15,6 litra pochodzi 625 KM i 3000 Nm przy 1100 obr./min, z silnika elektrycznego Danfoss – 250 kW. Co ważniejsze, począwszy od prędkości obrotowej biegu jałowego jednostki spalinowej jest dostępny moment obrotowy o wartości przeszło 3000 Nm, a maksymalny moment obrotowy 3600 Nm pozostaje do dyspozycji w niezwykle szerokim zakresie prędkości obrotowych – od 1000 do 1800 obr./min. Tak niespotykane wysoki moment obrotowy w takim zakresie prędkości obrotowych oraz niebagatelna sumaryczna moc maksymalna wytwarzana przez równoległy układ hybrydowy zdecydowanie zwiększają użyteczność auta. Napęd przenosi mechaniczna niesynchronizowana skrzynia biegów Eaton Fuller RTLO22918B. Za magazynowanie energii elektrycznej, odzyskiwanej m.in. w procesie rekuperacji w trakcie hamowania, odpowiadają superkondensatory, umieszczone centralnie za kabiną. Dzięki temu nie zajmują przestrzeni ładunkowej i nie utrudniają montażu czy umieszczania innych elementów. Energia przechowywana w module baterii

o łącznej pojemności 1 kWh pozwala na jej spożytkowywanie przy przyspieszaniu i pokonywaniu podjazdów. Cecha ta znacznie poprawia dynamikę jazdy i ekonomikę paliwową niezwykle ciężkiego, nierzadko ponad 80-tonowego zestawu drogowego transportującego dłużycę z lasu, przyczyniając się do jednoczesnej redukcji emisji dwutlenku węgla generowanej przez samochód. Od reszty przedstawicieli linii Polar typ Polar Hybrid odróżnia się jeszcze panelem sterującym układu hybrydowego Sisu PowerControl w kabinie oraz oddzielnym przełącznikiem PowerTouch.

W układzie konstrukcyjnym Sisu Hybrid oprócz dwóch zasadniczych źródeł napędu w postaci silnika spalinowego – wysokoprężnego oraz silnika elektrycznego, połączonych ze skrzynią przekładniową Eaton Fuller, zawiera też specjalny tandemowy most Sisu z tzw. rozwiązaniem teleskopowym. Sprzęgło jest natomiast zlokalizowane pomiędzy tymi silnikami, umożliwiając autu ruszanie jedynie za pomocą jednostki elektrycznej, bez konieczności załączania w tym celu przez kierowcę jakichkolwiek przełączników. Poza tym elektryczność pozwala na wprowadzenie wielu nowych sposobów kontroli oraz nadzoru nad układem napędowym. Dzięki temu w przyszłości da się wdrożyć wiele innych funkcji, gdyż system przez cały czas ewoluuje. Taki rozwój przebiegający nieustannie powoduje, że następne opcje mogą uzupełniać i usprawniać działanie tych dzisiaj dostępnych bądź otwierać absolutnie nowe pola do uzyskania postępu w przyszłości.

Czyni to tak skompletowane konfiguracje najsilniejszymi aktualnie (stan na 2023 r.) dostępnymi na rynku pod względem mocy maksymalnej seryjnymi (małoseryjnymi) ciężarówkami. Dodatkowe moc i moment pochodzą tu (są generowane) przez dodany układ elektryczny. Powyższe oznacza, że nie powstają kosztem wzrostu zużycia paliwa, a – wręcz odwrotnie – wydatnie przyczyniają się do redukcji tego zużycia. Według wstępnych pomiarów Sisu, system może obniżyć konsumpcję oleju napędowego i tym samym emisję CO₂ nawet o 10%. Ponadto zastosowany system hybrydowy pozwala na bardzo precyzyjne ruszanie oraz manewrowanie i jazdę z małą prędkością, w tym na wzniesieniach. System ten obejmuje również tzw. inteligentną funkcję uruchamiania, umożliwiającą rozruch silnika wysokoprężnego za pomocą silnika elektrycznego, gdy tylko w akumulatorach zgromadzono wystarczającą ilość energii.

Głównym powodem stojącym za przygotowaniem hybrydowego Sisu Polar pozostaje dążenie do ograniczenia kosztów eksploatacji auta, w tym wskutek zmniejszenia zużycia paliwa, oraz emisji substancji szkodliwych. Niemniej zarazem wyraźnej poprawie ulega użyteczność samochodu w niezwykle trudnych warunkach operowania. Przykładowo system hybrydowy powoduje, że zdecydowanie wyższy moment obrotowy staje się dostępny w niższym zakresie prędkości obrotowych. Do tego znacznemu podwyższeniu ulegają wartości dostępnych mocy i momentu obrotowego w porównaniu z wartościami uzyskiwanymi przy standardowych – klasycznych systemach napędowych. Kiedy pojawi się takie zapotrzebowanie, hybrydowy zespół napędowy może dostarczyć aż ponad 5000 Nm maksymalnego momentu obrotowego i przeszło 850 kW/1140 KM mocy maksymalnej! Okazuje się to wyjątkowo przydatne przy pokonywaniu stromych podjazdów czy ruszaniu i przyspieszaniu z ładunkiem o znacznej masie.

Generalnie odmiany hybrydowe mają szansę znaleźć relatywnie powszechniejsze zastosowanie w obsłudze ruchu towarowego, od dystrybucji poprzez przewozy szosowe na różnych dystansach, skończywszy na ciężkich pracach. W tym kontekście Finowie podkreślają, że warianty takie sprawdzą się przede wszystkim jako wieloosiowe wywrotki eksploatowane w kopalniach surowców, gdy z wielotonowym urobkiem trzeba wjeżdżać na strome wzniesienia, czy przy wywozie dłużycy z lasu zestawami o masie całkowitej przekraczającej 80 000 kg. Oczywiście są to jedynie przykładowe zastosowania, a wraz z dalszą ewolucją tej technologii, w tym jej potaniem, odchudzeniem i uproszczeniem, liczba takich zadań będzie systematycznie rosła. De facto odmiany hybrydowe mogą znaleźć powszechne zastosowanie w transporcie towarowym, od dystrybucji poprzez przewozy szosowe na różnych dystansach, skończywszy na ciężkich pracach.

Tym samym technologia systemów silników elektrycznych i hybrydowych spalinowo-elektrycznych zespołów napędowych powoli wchodzi do układów napędowych wybitnie specjalizowanych i specjalistycznych samochodów cywilnych, nieraz eksploatowanych w ekstremalnie ciężkich warunkach. Dla Sisu oznacza ona równoległy istotny skok koncepcyjny i technologiczny, stanowiący podstawę do dalszych prac.

Szwecja – układy w pełni elektryczne – Scania i SCA

Dążąc do dalszej redukcji zużycia paliw opartych na kopalinach SCA i Scania [Scania and SCA..., 2021] jako pierwsze na świecie wspólnie opracowały w pełni elektryczny samochód do przewozu drewna, technicznie przygotowany do tworzenia zestawów do 80 000 kg masy całkowitej. W projekcie tym strony pokazują, że da się jednak pokonywać większe odległości ciężkimi zestawami z elektrycznymi autami. Udowadniają to dzięki nowemu pojazdowi elektrycznemu na akumulator, mogącemu tworzyć zestawy o masie całkowitej do 64 000 kg na drogach publicznych i do 80 000 kg na drogach prywatnych. Już w 2022 r. taki wariant elektryczny zaczął transportować drewno w szwedzkim regionie Västerbotten między terminalem SCA w Gimonäs a papiernią w Obbola pod Umeå. Dla SCA, będącego największym w Europie właścicielem prywatnego lasu i producentem wyrobów z tarcicy, materiałów opakowaniowych oraz pulpy, elektryfikacja transportu drogowego jawi się jako ważna część pracy ukierunkowanej na zmniejszenie wpływu tego podmiotu na środowisko. Każdego roku SCA przewozi bowiem do zakładów przemysłowych około 8,5 mln m³ drewna, do tego celu wykorzystując 265 zestawów do transportu drewna, co odbywa się w kooperacji z 87 przewoźnikami. Dlatego dla SCA współpraca ze Scanią pozostaje ważnym sposobem wspólnego poszukiwania innowacyjnych rozwiązań dla zrównoważonego transportu. Elektryczne odmiany do przewozu drewna będą dużym wkładem w pracę SCA na rzecz zrównoważonego rozwoju jako część rozwiązania dla świata wolnego od paliw kopalnych. Eksploatacja tylko jednego samochodu elektrycznego między Gimonäs a Obbolą może zmniejszyć emisję dwutlenku węgla o około 55 000 kg rocznie. Tym samym, ponieważ teraz (stan na 2023 r.) SCA pokazuje, że można też zelektryfikować bardzo ciężki transport, rośnie potrzeba budowy infrastruktury

ładowania ciężkich pojazdów. SCA może jeszcze bardziej zwiększyć swój wkład w walkę ze zmianami klimatu, ale należy podjąć poważne wysiłki, aby zbudować taką infrastrukturę. Ta odpowiedzialność ostatecznie spada na rząd.

Koncepcja pojazdu, który Scania opracowuje w ścisłej współpracy z SCA i szwedzkim instytutem badawczym sektora drzewnego Skogforsk, to część przejścia na zrównoważony transport, za którym Scania od dawna opowiada się, nie tylko we współpracy z postępowymi użytkownikami. Kluczem do dojścia do zerowej emisji w przewozach pozostaje elektryfikacja, możliwa do osiągnięcia razem z klientami i innymi interesariuszami dzielącymi te same wartości. W rezultacie partnerstwa, takie jak to z SCA, w których Scania wcześniej demonstruje, co jest możliwe, stanowią wyraźny sygnał zmiany tempa. Powyższe okazuje się potrzebne, by zmniejszać uzależnienie od paliw kopalnych i tym samym osiągać cele porozumienia paryskiego.

W Scanii przyszłe rozwiązania są stymulowane wspólnie z różnymi partnerami i poprzez dogłębną analizę. W przypadku SCA koncern opracowuje pojazd zoptymalizowany pod kątem konkretnych zadań transportowych tego przedsiębiorstwa. Pojazd taki stanowi więc zrównoważone rozwiązanie transportowe, możliwe do wprowadzenia dzięki kolejnej bliskiej współpracy z klientem. Szczególnie, że elektryczny wariant do przewozu drewna dowodzi, że da się już elektryfikować transport drewna, o którym wielokrotnie mówiono, że to jest coś, co może nigdy nie być możliwe do zelektryfikowania. Niemniej rozwój w ostatnich kilku latach, wraz z tym, co teraz podmiot prezentuje z SCA, pokazuje, jak szybko rozwija się sytuacja zarówno w odniesieniu do pojazdów, jak i akumulatorów.

4. Podsumowanie

Same zestawy klasy LHV – EMS i szczególnie HCT-HCV/SEC przyczyniają się do przelicznikowego spadku zużycia paliwa. Czyli cechują się poprawionymi parametrami środowiskowymi. Komercjalizacja w nich gazowych paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych jeszcze tę ekologizację poprawia.

Na tym etapie paliwa alternatywne w postaci gazów powoli zaczynają być stosowane w cięższych i dłuższych zestawach, na razie maksymalnie kategorii EC-LHV/LVZ, czyli o długości do 25,25 m i dopuszczalnej masie całkowitej do 60 000/64 000 kg, w dodatku na ogół wykorzystywanych w mniej wymagających warunkach drogowych – generalnie na drogach płaskich. Na wdrożenie w zestawach jeszcze dłuższych i cięższych, a zatem klasy HCV-HCT/SEC przyjdzie zapewne poczekać. Przede wszystkim wciąż nawet najmocniejsze silniki gazowe są za słabe, aby napędzać takie zespoły pojazdów, gdyż oferują zbyt niskie maksymalne moce, a przede wszystkim zbyt małe maksymalne momenty obrotowe. W przypadku gazowego IVECO Cursora 13 są to wartości 460 KM i 2000 Nm, z kolei w gazowej Scanii do 2022 r. – 410 KM i też 2000 Nm. We wrześniu 2022 r. na targach motoryzacyjnych IAA szwedzki koncern ujawnił bowiem dwie premierowe jednostki, oznaczone

jako OC13 103 i OC13 104, uzyskujące maksymalnie odpowiednio 420 KM i 2100 Nm oraz 460 KM i 2300 Nm. Na tym tle lepiej wypada Volvo, gdyż jego dwupaliwowy – olejowo-gazowy, lecz prawnie uważany za gazowy, silnik 13-litrowy występuje w dwóch nastawach – 420 KM i 2100 Nm oraz 460 KM i 2300 Nm, w 2023 r. uzupełnionych trzecim nastawem – 500-konnym. W przypadku zestawów EC–LHV, do tego przeważnie obsługujących lżejsze ładunki i na mniej wymagających trasach – zasadniczo prowadzących przez tereny płaskie, wartości te można uznać za niezbędne minimum. W związku z tym nadal są one przeważnie zbyt niskie, by gwarantować niezbędną dynamikę zestawowi cięższemu niż 64 000 kg, co więcej – eksploataowanemu na obszarach górzystych czy górskich. Niemniej można przyjąć, że 460-konne warianty Volvo i Scanii (2300 Nm) oraz 500-konny Volvo mogą tu już stanowić niezbędne mocowe minimum.

Natomiast w odniesieniu do technologii elektryfikacji zasadnicze przeszkody w jej rozpowszechnieniu w zestawach HCT-HCV/SEC nie wynikają ze zbyt słabych parametrów elektrycznych jednostek napędowych – wręcz przeciwnie, ze względu na charakterystykę swojej pracy, w odróżnieniu od jednostek spalinowych, wyróżniają się one niezwykle wysokim momentem obrotowym, nadto dostępnym już od samego startu przez większy zakres obrotów. Tym samym wręcz idealnie nadają się do napędu zestawów o bardzo wysokiej masie, gdyż wraz ze wzrostem masy wzrost zużycia energii przez taki silnik kształtuje się na niższym poziomie niż wzrost zużycia paliwa nawet przez silniki spalinowe o bardzo dużych pojemnościach, rzędu 15–16 litrów. Zasadnicza bariera wynika z powszechnie znanych ograniczeń związanych z akumulatorami, do których należą:

- zbyt wysoka masa limitująca ładowność, chociaż w przypadku zestawów ponad 64-tonowych – 70–80-tonowych czynnik ten de facto odgrywa drugorzędne znaczenie, gdyż nawet wzrost masy akumulatorów o 1000–2000 kg przekłada się na spadek ładowności w zdecydowanie mniejszym stopniu niż dla 20–30-40-tonowych pojazdów solo oraz zestawów,
- wysoka cena, negatywnie rzutująca na koszty eksploatacji, w tym na TCO,
- krótki okres życia,
- niska pojemność wynikająca ze zbyt małej gęstości gromadzonej w nich energii, co limituje uzyskiwany zasięg użytkowy.

Do tego dochodzą problemy z utylizacją i brakiem trzeciego życia, przy jedynie dokonywanych próbach odnoszących się do drugiego życia – gdy pojemność baterii spada przeciętnie poniżej 70% ich pojemności nominalnej i nie mogą być one dalej instalowane w pojazdach, w ramach drugiego życia, przy pojemności w granicach 50–70% pojemności nominalnej, mogą służyć jako stacjonarne magazyny energii. Dla wartości pojemności poniżej 50% nie znaleziono zaś dotychczas sensownego wdrożenia, co oznacza konieczność kosztownej i ekologicznie nieobojętnej utylizacji.

W związku z tym obecnie (stan na 2023 r.) w zestawach kategorii EC–LZV mogą być stosowane:

- gazy jako paliwo, ale gdy zestaw nie osiąga dopuszczalnej masy całkowitej 60 000 kg, czyli gdy najpierw przewoźnik spożytkowuje dostępną objętość, a nie ładowność. Powyższe

stanowi pochodną cechującej gazy niższej gęstości energii niż w przypadku oleju napędowego. Wskutek tego w miarę wzrostu zapotrzebowania na siłę napędową ze strony układu napędowego zużycie gazu będzie się znacznie zwiększało, silniej niż w analogicznych warunkach jazdy następowałby wzrost zużycia oleju. W rezultacie gazowe zestawy EC-LHV-LHZ, by wykazywać czysto ekonomiczne – biznesowe uzasadnienie swojego wdrożenia, muszą zabierać lżejsze ładunki – objętościowe i raczej nie pokonywać górzystych odcinków dróg ze stromymi czy/i długimi podjazdami. W takim układzie najlepiej sprawdzają się w sektorze KEP czy przy przewozie przykładowo kwiatów, warzyw, owoców, odzieży lub innych ładunków lżejszych, objętościowych bądź/i trudnych do spiętrzenia lub ustawienia tak, by straty objętości były jak najmniejsze (dobrym przykładem są półtusze);

- układy w pełni elektryczne, ale gdy mały zasięg nie stanowi większego problemu. Taka sytuacja może wystąpić w sektorach KEP i wydobywczym albo przy przewozie złomu, odpadów komunalnych oraz drewna z lasu do tartaku/bocznicy/terminala – punktu przeładunku czy w tzw. ciężkiej dowozowej logistyce ostatniej mili. Ogólnie obecnie (stan na 2023 r.) układy elektryczne da się stosować, gdy zestaw bez doładowania na trasie musi pokonać nie więcej niż 120–150–180 km, czyli gdy rozpatruje się ruch wahadłowy na trasie terminal-terminal czy punkt zbiorczy nadania, punkt zbiorczego rozładunku/przeładunku. Do tego wskazane pozostaje, by masa całkowita takiego zestawu nie przekraczała 64 000 kg. Tym samym takie cięższe i dłuższe – aktualnie szwedzkie – zestawy z w pełni elektryczną ciężarówką pod względem dopuszczalnej masy całkowitej – jeśli jej wartość nie przekracza poziomu 64 000 kg, wciąż zachowują długość jak kombinacje EMS 25,25 m. W tej analizie masy i zasięgu trzeba też jednak z jednej strony uwzględnić warunki drogowe i natężenie ruchu, z drugiej zaś dla układu elektrycznego wtórnym czynnikiem pozostaje masa zabieranego ładunku – tym samym eksploatacyjnie masa ładunku nie robi znacznej różnicy i wraz ze swoim wzrostem nie wpływa tak negatywnie na uzyskiwany zasięg, jak powyższe występuje szczególnie w odniesieniu do zasilania gazem. W kwestii z kolei elektryfikacji zestawów kategorii HCT-HCV/SEC, czyli aktualnie najdłuższych i najcięższych drogowych zestawów nieponadgabarytowych, to rozpoczęły się już ich pierwsze próby, na razie ograniczone do sektorów leśnego i wydobywczego oraz przewozów na ostatniej – tzw. ciężkiej mili – kontenerów w obsłudze transportu kombinowanego – kolejowo-drogowego, ze stałymi, raczej krótkimi trasami (do 60–80 km w jedną stronę).

Niemniej ciekawą opcję stanowią układy hybrydowe, spalinowo-elektryczne – z silnikiem elektrycznym niezastępowującym, a w wybranych sytuacjach drogowych wspomagającym jednostkę spalinową – są to systemy tzw. *mild hybrid*, określane jako hybryda lekka bądź właśnie wspomagająca. W następstwie notowanych zasad swojej pracy, łączących de facto najlepsze cechy tradycyjnych układów napędowych, jak relatywnie niższa cena oraz większy zasięg przy danej ilości/masie paliwa, i elektrycznych, jak wysoki moment obrotowy i możliwość rekuperacji – odzyskiwania części energii kinetycznej w trakcie zwalniania

i hamowania, oferują one mianowicie: bardzo wysokie sumaryczne moce i momenty obrotowe, duży zasięg oraz znaczne ułatwienie w sytuacjach poważnego zapotrzebowania na siłę napędową i przy hamowaniu. Poza tym, z powodu i tak wysokiej dopuszczalnej masy całkowitej zestawu wydłużonego i cięższego, wzrost masy własnej, spowodowany wprowadzeniem do układu napędowego komponentów związanych z systemem elektrycznym, nie stanowi tu tak negatywnie newralgicznego czynnika, jak w odniesieniu do tradycyjnych pojazdów. Wyższa cena także relatywnie nie okazuje się czynnikiem aż tak niesprzyjającym w komercjalizacji, szczególnie jeśli uwzględni się zdolności przewozowe oraz generowane przychody i przeliczeniowe – na wykonaną pracę przewozową – oszczędności kosztowe i korzyści ekologiczne. Przykład układu hybrydowego Sisu, mogącego dostarczyć aż ponad 5000 Nm maksymalnego momentu obrotowego i przeszło 850 kW/1140 KM mocy maksymalnej, jednoznacznie wskazuje, że taki układ niemal idealnie nadaje się do montażu w samochodach stosowanych w zestawach nie tylko LHV, ale i HCT-HCV/SEC, czyli o dopuszczalnej masie całkowitej ponad 64 000 kg. Z powodzeniem mogą to być nawet zestawy przeszło 100-tonowe, w tym leśne oraz ponadgabarytowe, na dodatek eksploatowane w niezwykle wymagających topograficznie warunkach drogowych. Tym samym obecnie w przypadku nieponadgabarytowych zestawów mega ciężkich i mega długich układy hybrydowe wydają się być opcją wdrożeniowo najbardziej elastyczną i uniwersalną.

W rezultacie na tym etapie swojego rozwoju pojazdy w pełni elektryczne mogą być wykorzystywane do tzw. ciężkich dostaw na ostatniej mili (last mile heavy duty delivery) w przewozach:

- ciężkich miejskich dystrybucyjnych z magazynu położonego w pobliżu/na obrzeżach miasta do zadanych punktów odbioru w mieście;
- lokalnych kombinowanych do/z terminali kolejowych lub punktów załadunku w lesie dla przewozów leśnych z/do magazynów/centrów logistycznych/zakładów – tartaków, czy innych punktów docelowego przeznaczenia/kolejnego nadania;
- logistycznych kombinowanych między terminalami kontenerowymi – kwestia dotyczy dowozu i odwozu kontenerów oraz nadwozi wymiennych;
- logistycznych w selektywnej zbiorce odpadów/przewozach złomu.

Są to więc przewozy, w których dystans pokonany w jedną stronę zasadniczo nie przekracza 60–80=100 km. Tym samym staje się możliwy łączony ruch „od drzwi do drzwi”, w którym główny odcinek obsługuje kolej, a ostatnią milę pojazdy drogowe. Jeżeli też transport kolejowy i drogowy są połączone intermodalnie, możliwe stają się pełne przejście na energooszczędny transport towarowy i szybkie zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych w całym tak obsługiwanym łańcuchu. Bezemisyjny transport kombinowany jest już więc wykonalny, zarówno z technicznego, jak i operacyjnego punktu widzenia. Niemniej, by w pełni wykorzystać ten potencjał do realizacji celów klimatycznych UE, należy sukcesywnie zwiększać jego udział w całości przewozów towarowych oraz rozwinąć kompleksową sieć takich całkowicie bezemisyjnych relacji transportowych ze stale rosnącej liczby terminali [Weinrich, 2022; Czermański, 2021, s. 79–105].

Zarazem niezwykle szybko rośnie liczba aplikacji dla zestawów kategorii EC-LHV/LZV czy wręcz MLHV-HCT-HCV-SEC, już możliwych do częściowego – hybrydy, czy nawet pełnego zelektryfikowania. Są to bowiem przewozy: w sektorze KEP, w leśnictwie, kopalnictwie odkrywkowym i kontenerowej logistyce ostatniej mili oraz żywności i cieczy, w tym niebezpiecznych zgodnie z ADR. Przy czym obecnie (stan na 2023 r.), ze względu na bardzo ograniczony zasięg, długość trasy bez doładowania nie może przekraczać 100–150 km, w zależności od masy ładunku/masy zestawu, topografii trasy, warunków jazdy, warunków atmosferycznych i samej techniki prowadzenia. Ogólnie kluczowe są: liczba osi w ciężarówce i przyczepie/naczenie, masa własna (kg), maksymalna masa całkowita (kg) – tj. dopuszczalna masa w pełni załadowanego zestawu ciężarówka z przyczepą, jak określono w dowodzie rejestracyjnym pojazdu, masa ładunku (kg), rodzaj ładunku. Na podstawie tych danych obliczane są następujące informacje: całkowity koszt pojazdokilometra, liczba ogółem przewiezionych ton, wykonana łącznie praca przewozowa w tonokilometrach, łączna liczba wyjazdów, całkowite zużycie paliwa i redukcja emisji CO₂.

Poza tym na tym etapie sprawne, efektywne i płynne wprowadzanie szczególnie taboru zelektryfikowanego wymaga ścisłej współpracy pomiędzy jego dostawcą a użytkownikiem. Kwestia dotyczy maksymalnej optymalizacji zasobowej samej implementacji oraz w trakcie późniejszego użytkowania. Do tego analiza przytoczonych w artykule przypadków wdrożeń skłania do postawienia następujących wskazówek – wniosków:

- przewoźnicy szwedzcy, fińscy czy holenderscy bardzo wysoko w swoje działalności stawiają kwestie związane ze zrównoważonym rozwojem. Dlatego wybierają określone proekologiczne rozwiązania transportowe nie tylko z powodów czysto ekonomicznych, ale i ekologicznych. Tym bardziej, że coraz częściej także ich klienci chcą być obsługiwani takim taborem i pozostają skłonni za powyższe dodatkowo zapłacić. Doprowadza to do kreacji nowych relacji, w których dostawca pojazdów musi też brać pod uwagę wymogi klienta klienta. W ten sposób powstają zresztą specyficzne ekologiczne transportowe towarowe systemy systemów;
- coraz częściej przy elektryfikacji taboru wprowadzane są rozwiązania polegające na tzw. elektryfikacyjnym obiegu zamkniętym – tzn. pojazdy są ładowane energią elektryczną pochodzącą z własnych paneli fotowoltaicznych danego podmiotu. Analogiczne wyjście stanowi używanie własnego biogazu do zasilania pojazdów gazowych;
- ze względu na ich wysoką cenę odmiany w pełni elektryczne bezwzględnie muszą być eksploatowane dłużej w ciągu dnia niż ich tradycyjne odpowiedniki. Oznacza to pracę nawet nie na dwie, ale i trzy zmiany. Przy czym praca na trzy zmiany staje się możliwa, gdyż pojazdy zelektryfikowane bez większych problemów mogą pewne zadania wykonywać w nocy, ponieważ mogą się poruszać przy ograniczonym poziomie hałasu i ograniczonych wibracjach w zestawieniu ze swoimi klasycznymi analogami. Przy czym, z drugiej strony taka teoretycznie wskazana praca na trzy zmiany może realnie okazać się niemożliwa ze względu na konieczność doładowania, co może zabierać dziennie nawet do 4–5 godzin. Będzie to czas akceptowalny biznesowo przy trzech zmianach pracy taboru jedynie

w sytuacji, gdy te 4–5 godzin przypadają będą niemal wyłącznie na czas dziennie normalnie tracony na załadunek/rozładunek, co da się jedynie wprowadzić, gdy są obsługiwane regularne połączenia w konsekwentnym ruchu wahadłowym. Tylko bowiem wtedy we wcześniej znanych miejscach postoju mogą się znajdować szybkie ładowarki o dużej mocy.

Do tego, jeśli głównie elektryfikacja transportu ciężkiego ma być prowadzona na opłacalną skalę, konieczne okazuje się wsparcie finansowe ze strony różnych agent i instytucji rządowych. Ponadto na tym de facto wciąż eksperymentalnym etapie niezwykle ważną rolę przy każdym wdrożeniu odgrywa odpowiednia współpraca pomiędzy dostawcą taboru a jego użytkownikiem. W rezultacie informacji o partnerstwach czy bliskiej kooperacji z tzw. zaangażowanymi klientami nie należy wcale odczytywać w kontekście marketingowo-promocyjnych sloganów, lecz jako niezbędny element w płynnym przyspieszaniu gazyfikacji i przede wszystkim elektryfikacji ciężkich drogowych przewozów towarowych.

W kwestii porównania. Przede wszystkim takie porównanie mogą realnie na początku dokonać sami przewoźnicy. Tymczasem na tym etapie takie porównanie napędów w pełni elektrycznych i gazowych nie wydaje się celowe – by wynikały z niego wnioski o charakterze aplikacyjnym, a nie jedynie wnioski dla wniosków, wydaje się ono uzasadnione w sferze jedynie przewozów na krótszych dystansach – zasadniczo miejskich i dystrybucyjnych, gdzie oba rodzaje napędów, analogicznie jak hybrydowe, są już z powodzeniem stosowane. W przypadku zestawów kategorii EMS, a głównie HCT-HCV/SEC, takie porównanie nie ma zaś (jeszcze?) najmniejszego sensu, gdyż technologie te – na tych stopniach swojego rozwoju – prezentują zgoła odmienne zakresy wdrożeniowe, wynikające z ich zasadniczych cech:

1. Gazowe jednostki napędowe są za słabe (maksymalnie 450–500 KM i 2300–2500 Nm), by napędzać zestawy klasy EMS 25,25 m/60 000 kg, zasadniczo, gdy poruszają się one w trudnym topograficznie terenie (tereny góryste i górskie), a rzeczywista masa zestawu wynosi przeszło 52 000–56 000 kg. Dlatego napęd gazowy jest stosowany, gdy masa zestawu EMS 25,25 m wynosi przeważnie mniej niż wskazane 52 000–56 000 kg, co realnie oznacza przewóz przeważnie ładunków takich jak kwiaty/rośliny czy paczki w sektorze KEP. Dlatego także napęd gazowy – jak dotychczas – nie występuje w zestawach klasy HCT-HCV/SEC, gdyż masa tych zestawów nierzadko równa się przeszło 60 000 kg i mogąc dojść do 72 000–76 000 kg, czy nawet – w transporcie drzewnym w Finlandii – do 104 000 kg. W naturalny sposób ogranicza to wdrożenie napędów gazowych w tej grupie zestawów, nawet gdy poruszają się one na terenach łatwych dostępowo i mobilnościowo, takich jak tereny niemal płaskie. Jednocześnie w tym zestawieniu – w porównaniu z napędem czysto elektrycznym – napęd gazowy wykazuje kilka istotnych przewag. Są nimi: – zdecydowanie niższa cena nabycia pojazdów; – szybkie i łatwe tankowanie; – zasięg przy LNG szacunkowo dochodzący – w zależności od masy zestawu i trudności topograficznej pokonywanych odcinków – do 1200–1400 km.
2. Technologia elektryczna – napędów w pełni elektrycznych – wykazuje swoją zasadniczą przewagę – pomijając kwestie ekologiczne związane z emisją substancji szkodliwych – w obszarze bardzo mocnych jednostek napędowych i wybitnie sprzyjające jeździe

charakterystyce pracy (brak biegu jałowego, wysoki moment obrotowy od praktycznie 0 obr./min). Zarazem na tym etapie do jej zasadniczych wad zalicza się: – bardzo wysoką cenę zakupu pojazdów; – wysokie straty na ładowności – najcięższe akumulatory, wskazane w ciężarówkach stosowanych w zestawach EMS 25,25 m/60 000 kg i HCT-HCV/SEC mają masę ponad 5000 kg. Oczywiście w przypadku zestawów o masie od 60 000 kg wzwyż relatywnie spowodowany tym spadek ładowności jest niższy niż w przypadku zestawów o masie całkowitej 40 000–42 000 kg, ale się pojawia. Dla zestawu SEC o masie całkowitej 72 000 kg i ładowności na poziomie 52 000–54 000 kształtuje się ona na poziomie 10%. Tym samym wynosi w przybliżeniu tyle samo, ile spadek ładowności zestawu 42-tonowego z bateriami o masie 3200–3500 kg. Tymczasem dla samochodów/zestawów gazowych zagadnienia spadku ładowności mają wymiar de facto dyskrejonalny; – bardzo małe zasięgi, dla zestawów SEC 60 000–64 000 kg i tym bardziej HCT-HCV dochodzące do 80–100 czy maksymalnie 120–140 km, w zależności od szeregu czynników. Powyższe powoduje, że takie zestawy mogą być używane w obsłudze ruchu na krótszych trasach, takich jak jazdy między centrami logistycznymi (hub-to-hub), przykładowo w segmencie KEP, jazdy w dystrybucji paliw bądź wahadłowe jazdy w kopalniach; – bardzo długie czasy ładowania – ładowanie dziennie może trwać nawet 5–6 godzin, co zdecydowanie negatywnie rzutuje na zdolność kreowania przychodów (TOE). W rezultacie napędy elektryczne – jak na razie – sprawdzą się, gdy pojazd nie przemieszcza się przez niemal cały dzień, lecz ma założone częste postoje na załadunek/rozładunek/ czy/i postoje w bazie.

Tym samym obecnie napędy gazowe w zestawach kategorii EMS 25,25 m/60 000 kg, HCT-HCV-SEC sprawdzą się, gdy kluczową rolę odgrywają: przewóz ładunków lżejszych/objętościowych (ładunki takie w przypadku nawet zestawów HCT-HCV/SEC mogą powodować, że pomimo wzrostu długości zestawu do 32–34 m jego rzeczywista masa całkowita będzie oscylowała koło 56 000–60 000 kg), gdy zestawy poruszają się po terenach łatwych topograficznie oraz gdy kluczową rolę odgrywają większe zasięgi na jednym tankowaniu i wysoka dzienna dyspozycyjność (dostępność). Gdy zaś masy rzeczywiste zestawu przekraczają 64 000 kg, porusza się on po trasach wymagających topograficznie oraz trasy na jednym ładowaniu nie przekraczają 100–120 km, a dzienna dostępność nie bywa rozpatrywana jako istotny czynnik biznesowy (czas dostępu dziennego poniżej 18–20 godzin), wtedy napęd elektryczny wykaże swoje zalety. Osobny temat stanowi tu oczywiście czynnik wokatywy.

W związku z tym ciekawą opcję przejściową stanowią napędy hybrydowe ze wspomagającym napędem elektrycznym, przy zastosowaniu ciekłego paliwa w postaci HVO wyróżniające się niską/zerową emisją netto, a równocześnie łączące zasadnicze zalety napędów spalinowych (niższa cena zakupu, szybkie tankowanie, znaczny zasięg) i elektrycznych (wysoki moment obrotowy od 0 obr./min, możliwość rekuperacji energii przy hamowaniu). W efekcie w tego rodzaju zestawach te dwa typy napędu w sferze eksploatacyjno-kosztowej znajdują się na przeciwstawnych biegunach. Wraz jednak z dalszym rozwojem tych technologii napędowych i – wskutek powyższego – z jednej strony tanieniem napędu elektrycznego oraz wzrostem zasięgu i redukcją masy akumulatorów, z drugiej wzrostem osiąągów silników

gazowych (moc przeszło 500 KM, moment obrotowy minimum powyżej 2 600–2 800 Nm) i pewnym wzrostem zasięgu (minimum 1 500–1 600 km dla zestawu o rzeczywistej masie całkowitej 60 000–64 000 kg i jeździe po trasach trudniejszych topograficznie), oba te wydania napędów zbliża się do siebie pod względem możliwości ich sensownego porównania. Zajmie to jeszcze zapewne wiele lat (nawet co najmniej dekadę), lecz dopiero wtedy takie bezpośrednie i porównanie wykaże praktyczny sens.

Tabela 1. Porównanie napędów gazowych i w pełni elektrycznych w zestawach klasy EMS 25,25 m/60 000 kg oraz HCT-HCV/SEC

	Zestaw z samochodem gazowym (LNG)	Zestaw z samochodem w pełni elektrycznym
Cena	Relatywnie niska	Wysoka
Parametry silnika	Średnie	Wystarczające
Zasięg na jednym tankowaniu – ładowaniu	Akceptowalny	Niski
Czas tankowania/ładowania	Krótki	Długi
Dzienna dyspozycyjność	Wysoka	Wymaga dopasowania do warunków eksploatacji, w pewnym zakresie ograniczona
Topografia pokonywanych tras	Wskazane tereny płaskie	Sprawdzi się także w trakcie pokonywania trudnych odcinków (tereny górzyste i górskie)
Ekologiczność	Przy biogazach bardzo wysoka – możliwa redukcja emisji CO ₂ nawet o ponad 100%	W zależności od tzw. miksu energetycznego. Jeśli stosowana zielona energia, wówczas zerowa emisja substancji szkodliwych, lecz bez uwzględniania emisji z ostatecznej utylizacji akumulatorów
Perspektywy rozwojowe – liczba aplikacji możliwych do obsłużenia	Znaczne	Znaczne

Źródło: opracowanie własne.

Bibliografia

Wydawnictwa zwarte

1. Brach J. [2019], *Możliwość wdrożenia w Polsce zestawów MLHV-SEC*, maszynopis na prawach rękopisu wykonany dla Scania Polska, dokument wewnętrzny, lipiec.
2. Brach J. [2021b], *Ekologiczne i ekonomiczne podniesienie efektywności przewozów poprzez wdrożenie zestawów klasy MLHV-SEC*, w: Gozdek A. (red.), *Mobilność i zrównoważony transport. Poszukiwanie rozwiązań*, „Rozprawy i Studia, Uniwersytet Szczeciński”, vol. 1314, nr 1240.
3. Brach J. [2021a], *Ekonomiczne i technologiczne aspekty zastosowania megadługich i ciężkich zestawów drogowych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.

4. Brach J. [2022a], *Kwestia wdrożenia zestawów MLHV-SEC w Polsce*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów SGH, Zeszyt Naukowy”, nr 187, Warszawa.
5. Brach J. [2022b], *Ekonomiczno-ekologiczny wpływ wdrożenia zestawów drogowych klasy MLHV-SEC/HCT-HCV na łańcuchy dostaw przy przewozach general cargo*, „Economics and Organization of Logistics”, no. 7(2), SGGW, Warszawa. Czermański E. (red.) [2021], *E-book on Combined Transport in the Baltic Sea Region*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk, https://combine.ug.edu.pl/wp-content/uploads/2021/06/E-BOOK-ON-COMBINE-TRANSPORT-IN-THE-BSR_ed_Czermanski.pdf (dostęp: 12.05.2022).
6. Liimatainen H., Pöllänen M., Nykänen L. [2020], *Impacts of increasing maximum truck weight – case Finland*, <https://etr.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s12544-020-00403-z.pdf> (dostęp: 12.05.2022).
7. Weinrich R., *CO₂-freier Gütertransport Studie: Kombiniertes Verkehr mit E-Lkw*, <https://www.eurotransport.de/artikel/co2-freier-guettertransport-studie-kombinierter-verkehr-mit-e-lkw-11207770.html> (dostęp: 12.05.2022).

Materiały internetowe

1. *A Scania R 410 drives recyclable containers on biogas* [2020], Scania, 11 November, <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/a-scania-r-410-drives-recyclable-containers-on-biogas.html> (dostęp: 7.12.2021).
2. *Branschöverskridande samarbete för elektrifiering av tunga transporter* [2022], Scania, 3 October, <https://www.scania.com/se/sv/home/newsroom/news/2022/branschoverskridande-samarbete-for-elektrifiering-av-tunga-transporter.html> (dostęp: 25.12.2022).
3. *DHL Freight and Volvo Trucks join forces to speed up transition to fossil free road transport on longer distances* [2021], VOLVO Truck, 23 February, <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2021/feb/dhl-freight-and-volvo-trucks-join-forces-to-speed-up-transition.html> (dostęp: 12.12.2021).
4. *DHL Freight i Volvo Trucks łączą siły w celu przyspieszenia procesu przechodzenia na długodystansowy transport drogowy wolny od paliw kopalnych* [2021], VOLVO Truck, 23 February, <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/news/press-releases/2021/feb/dhl-freight-and-volvo-trucks-join-forces-to-speed-up-transition.html> (dostęp: 12.12.2021).
5. *DHL Freight och VOLVO Lastvagnar satsar gemensamt på fossilfri vägtransport för längre sträckor* [2021], DHL, Bonn/Stockholm, 23 februari, <https://www.dhl.com/se-sv/home/press/pressarkiv/2021/dhl-freight-och-volvo-lastvagnar-satsar-gemensamt-pa-fossilfri-vaegtransport-foer-laengre-straeckor.html> (dostęp: 12.12.2021).
6. *Fossilvrij vervoer bloemen en planten met Volvo FH Electric LZV voor Bernhard Transport* [2021], VOLVO Truck, 18 November, <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/november/fossilvrij-vervoer-bloemen-en-planten-met-volvo-fh-electric-lzv-voor-bernhard-transport.html> (dostęp: 12.12.2021).
7. *Heyer Blomstergrossisten gaat voor extra duurzaam én efficiënt met Volvo FH LNG én LZV* [2021], VOLVO Truck, 15 April, <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2021/april/heyer-blomstergrossisten-gaat-voor-extra-duurzaam-en-efficient-met-volvo-fh-lng-en-lzv.html> (dostęp: 22.11.2021).
8. <https://julalogistics.se/pressrum/jula-logistics-storsatsar-med-ellastbil/> (dostęp: 7.12.2021).

9. <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Ciezarowka-Scania-na-gaz-plyny-z-hybrydowym-systemem-kontroli-temperatury-ogranicza-emisje,43110,1> (dostęp: 7.08.2021).
10. <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/DHL-Freight-i-Volvo-Trucks-lacza-sily-w-celu-przyspieszenia-procesu-przechodzenia-na-dlugodystansowy-transport-drogowy-wolny-od-paliw-kopalnych,43327,1> (dostęp: 12.12.2021).
11. <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Heyer-Blomstergrossisten-stawia-na-ekologiczne-i-wydajne-3-osiove-podwozie-Volvo-FH-LNG-tworzace-zestaw-klasy-LHV-LZV,43782,1> (dostęp: 22.11.2021).
12. <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-FH-LNG-w-niderlandzkich-zestawach-LZV-ecocombi-Cz-1,41093,1> (dostęp: 12.12.2021).
13. <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/Volvo-FH-LNG-w-niderlandzkich-zestawach-LZV-ecocombi-Cz-2,41094,1> (dostęp: 12.12.2021).
14. Kananen P. [2019], *Petri Kanasesta Oy Sisü Auto Ab:n toimitusjohtaja*, SISU, 15 April, <https://sisuauto.com/sisu-auton-strategiset-tavoitteet-vientitoiminnassa/> (dostęp: 25.12.2020).
15. *Nu ook LNG en LZV-combinatie voor Dekker Chrysanten* [2019], VOLVO Truck, 5 June, <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2019/jun/nu-ook-lng-en-lzv-combinatie-voor-dekker-chrysanten.html> (dostęp: 12.12.2021).
16. *Scania 64-tonne electric truck on the road with Wibax* [2021], Scania, 13 December, <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4139928-scania-64-tonne-electric-truck-on-the-road-with-wibax> (dostęp: 25.12.2021).
17. *Scania and SCA develop first 80 tonne electric timber truck* [2021], Scania, 11 October, <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4111621-scania-and-sca-develop-first-80-tonne-electric-timber-truck> (dostęp: 22.11.2021).
18. *Scania builds extremely heavy and extra-long electrified truck for Jula Logistics* [2021], Scania, 28 October, <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4101348-scania-builds-extremely-heavy-and-extra-long-electrified-truck-for-jula-logistics> (dostęp: 7.12.2021).
19. *Scania enables completely electrified 64-tonne chilled foods transport for Dagab* [2022], Scania, 4 May, <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4255474-scania-enables-completely-electrified-64-tonne-chilled-foods-transport-for-dagab> (dostęp: 4.05.2022).
20. *Scania liquefied gas truck with hybrid temperature control system cuts emissions* [2021], Scania, 12 February, <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scania-liquefied-gas-truck-with-hybrid-temperature-control-system-cuts-emissions.html> (dostęp: 7.08.2021).
21. *SISU Hybrid* [2018], SISU, 9 August, <https://sisuauto.com/en/sisu-polar-hybrid-deliveries-commence/> (dostęp: 25.12.2020).
22. *SISU Polar Hybrid -mallisto vie kuorma-autojen huipputehot uuteen luokkaan* [2018], SIUS, 9 August, <https://sisuauto.com/sisu-polar-hybrid-mallisto-vie-kuorma-autojen-huipputehot-uuteen-luokkaan/> (dostęp: 25.12.2020).

23. *Snart rullar riktigt långa lastbilar på Sveriges vägar* [2022], Closer, 25 maja, <https://closer.lindholmen.se/nyheter/snart-rullar-riktigt-langa-lastbilar-pa-sveriges-vagar> (dostęp: 3.03.2023).
24. *This 74-tonne Scania electric truck runs 19 hours a day at the mine* [2020], Scania, 8 June, https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2022/this_74-tonne_scania_electric_truck_runs_19_hours_a_day_at_the_mine.html (dostęp: 9.06.2020).
25. *Unik el-lastbil levererar skidor till Vasaloppet – ett steg på DHL:S väg mot fossilfria transporter* [2022], DHL, Stockholm, 23 februari, <https://www.dhl.com/se-sv/home/press/pressarkiv/2022/unik-el-lastbil-levererar-skidor-till-vasaloppet-ett-steg-pa-dhl-s-vag-mot-fossilfria-transporter.html> (dostęp: 12.12.2021).
26. *Van Eck delivers B-Double LHV to Dekker Chrysanten* [2020], ECK, 22 September, <https://www.vanecktrailers.com/en/van-eck-delivers-b-double-lhv-to-dekker-chrysanten/> (dostęp: 12.12.2021).
27. *Volvo FH LNG ecocombi voor De Winter Logistics* [2019], VOLVO, 8 April, <https://www.volvotrucks.nl/nl-nl/news/press-releases/2019/apr/volvo-fh-lng-ecocombi-voor-de-winter-logistics.html> (dostęp: 12.12.2021).

Greening of motor vehicles included in the combinations of LHV and HCT-HCV classes: the main trends

Summary

One of the technical ways to improve the efficiency of road freight transport is to allow longer and heavier combinations to move as non-oversized vehicles. This concept formed the basis for the category of EMS combinations: 25.25 m, 60,000 kg, and then HCT-HCV and SEC, with 32–34-meter, 72-104-ton combi-vehicles. Another major challenge is the greening of these longer and heavier combinations, with the gradual introduction of gaseous fuels and electrified propulsion systems to provide additional environmental benefits. The main aim of this article is to analyze the introduction of gaseous fuels and electrified propulsion systems in 25.25 m EMS, HCT/HCV and SEC class road trains and discuss whether this has already some economic and utility justification. The article is essentially based on an analysis of the material from manufacturers of suitable green vehicles and the companies operating this kind of vehicles.

Keywords: greening of LHV and HCT-HCV/SEC class vehicles
