

Jarosław Brach

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

ORCID: 0000-0002-7615-3893

Koncepcja wprowadzenia w miastach pojazdów klasy City-HCT – założenia, obszary wdrożenia, zasadnicze wyzwania i korzyści

Streszczenie

W artykule autor poruszył tematykę wprowadzania w miastach, głównie tych większych, pojazdów klasy City-HCT/HCV. Są to pojazdy solo lub zestawy o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej. Zagadnienie to prezentowane jest jako nowe, chociaż w Holandii wieloosiowe mega wielotonowe podwozia są już eksploatowane z powodzeniem od lat. Obecnie intensywne prace ukierunkowane na implementację tego rozwiązania są prowadzone w Szwecji. Zasadniczy cel tego wdrażania polega na redukcji ruchu ciężarówek w miastach, co ma skutkować mniejszym zatłoczeniem na drogach oraz obniżeniem hałaśliwości, zużycia paliwa i emisji substancji szkodliwych. W tym artykule autor analizuje, czy wprowadzenie tej koncepcji wykazuje sens oraz przedstawia swoją własną wizję w tym zakresie. Artykuł, ze względu na brak polskich badań w tej dziedzinie, powstał na podstawie głównie dostępnej literatury zagranicznej, przede wszystkim szwedzkiej, w tym wyników dokonywanych tam testów oraz licznych rozważań teoretycznych.

Słowa kluczowe: zestawy klasy City-HCT-HCV, pojazdy MET/MEV i MET-City

Kody klasyfikacji JEL: R40, R41, R42

1. Wprowadzenie

Problematyka wielopłaszczyznowego – wielowymiarowego – tzn. rozpatrywanego w połączonych sferach politycznej, prawnej, ekonomicznej, organizacyjnej, technicznej, społecznej i ekologicznej – upłynnienia dostaw ładunków w miastach, staje się coraz bardziej złożona. Powyższe wynika z szeregu czynników oddziałujących na miejski transport towarowy i go kształtujących. Część z tych czynników ma charakter zewnętrzny wobec przewozów tego rodzaju, część wewnętrzny. Przede wszystkim współczesne miasta, w zasadniczej mierze te największe – aglomeracje, stają się większe i gęstsze. Zamieszkuje je stale rosnąca liczba osób. W dodatku systematycznie rosną wymagania mieszkańców tych miast w stosunku do jakości życia, jak i jakości bycia obsługiwanym. Ludzie chcą mieć łatwy i szybki dostęp do sklepów i wielu usług, by swobodnie robić zakupy w obiektach o różnych formatach – o różnej wielkości, mając tam jak najszerszy wybór dóbr. Przy tym adresowane do siebie przesyłki pragną otrzymywać niemal do drzwi, do tego w dogodnych, najlepiej indywidualnie uzgodnionych porach. Chcą też, by koszty ogółu dostaw były jak najniższe. W dodatku chcą żyć w przestrzeni zielonej, bez hałasu i zanieczyszczeń, dającej możliwość korzystania z wielu form wypoczynku i rozrywki, oraz móc sprawnie się przemieszczać w jak najbardziej komfortowych warunkach i jak najkrócej z jednego miejsca na drugie. Powoduje to jednak powstawanie swoistych duomatów czy nawet trilematów. Z jednej strony dąży się bowiem do ograniczenia ruchu ulicznego i eliminacji z niego jak największej liczby pojazdów silnikowych oraz zmniejszenia powierzchni zajmowanej przez drogi i parkingi. Z drugiej – wskutek podnoszenia dochodów realnych oraz wzrostu liczby mieszkańców i znaczenia handlu elektronicznego – rośnie masa towarowa wjeżdżająca do miast i je opuszczająca jako odpady. Z trzeciej z kolei zaznacza się silna presja na redukcję kosztów i śladu środowiskowego/węglowego. Tymczasem więcej nadanych ładunków co do masy i/czy objętości w naturalny sposób generuje podwyższone zapotrzebowanie na przewozy, a pojazdy bardziej ekologiczne są droższe od tradycyjnych – z wyłącznie spalinowym układem napędowym.

W takich realiach na uwagę zasługuje koncepcja wprowadzenia do miast jak najcięższych pojazdów, tam gdzie okazuje się oczywiście to wykonalne, ewentualnie połączenia przejazdów pojazdów cięższych i lżejszych – tzn. na jak najdłuższym odcinku – przysłowiowej ostatniej mili przewóz wykonuje pojazd jak najcięższy, z kolei sam dowóz na ostatnim odcinku – pod drzwi ostatecznego odbiorcy – na tzw. ostatnich metrach – pojazd jak najlżejszy. Rozwiązanie takie przyczynia się do uzyskania licznych korzyści natury organizacyjnej, zasobowej, czasowej, ekonomicznej i ekologicznej, ponieważ oznacza mniejszy ruch na drogach, w pierwszym rzędzie w godzinach szczytu, w powiązaniu z mniejszym przeliczeniowym (na tkm wykonanej pracy przewozowej) zużyciem paliwa/energii, mniejszą liczbą pojazdów i kierowców niezbędnych do wykonania danego zadania, mniejszą emisją hałasu i substancji szkodliwych itd.

Ciekawe rozwinięcie idei powszechniejszego wprowadzenia do miast, głównie tych większych – w Europie powyżej 80 000–100 000 mieszkańców – pojazdów cięższych stanowi

skandynawska (szwedzka i fińska) koncepcja City-HCT/HCV. W artykule tym autor postawił sobie następujące cele badawcze:

- przeanalizowanie samej koncepcji zastosowania pojazdów klasy City-HCT/HCV i wskazanie jej zalet oraz ewentualnych związanych z nią ograniczeń i wyzwań;
- wskazanie możliwych obszarów zastosowania pojazdów klasy City-HCT/HCV.

Zasadnicza teza artykułu brzmi, że wprowadzenie w wybranych sferach, a na tym etapie głównie w budownictwie, pojazdów kategorii City-HCT/HCV wykazuje sens ekonomiczny, organizacyjny i ekologiczny. Przyczynia się mianowicie m.in. do spadku jednostkowego kosztu przemieszczania i zatłoczenia na drogach oraz redukcji liczby pojazdów niezbędnych do realizacji określonego zlecenia, co oznacza niższe towarzyszące temu emisje i mniejszą liczbę kierowców oraz może oznaczać krótszy czas realizacji. W ogóle jest to całkowicie nowy obszar badawczy, zapoczątkowany szwedzkimi pracami z początku tej dekady. Dlatego w krajowym piśmiennictwie naukowym istnieje znaczna luka badawcza w tej dziedzinie. Autor [Brach, 2019; 2021a, s. 151–154; 2021b, s. 111–134; 2022a, s. 111–134; 2022b, s. 5–24] jest zresztą pierwszym, który zajął się tą tematyką. Brakuje więc innych rodzimych opracowań w tym zakresie, nawet nie tylko naukowych, ale również o publikacyjnym charakterze. Wskutek tego artykuł ten opiera się na analizie materiałów pochodzących z krajów, gdzie ta koncepcja jest wdrażana. Są to głównie materiały szwedzkie i fińskie, publikowane przez tamtejsze uczelnie, instytuty naukowo-badawcze, zarządców dróg i organizatorów transportu. W odniesieniu do Szwecji niezwykle cenne badawczo pozostają liczne inicjatywy podejmowane przez platformę wielowymiarowej – wieloagentowej współpracy Closer – Lindholmen [<https://www.lindholmen.se/sv> (dostęp: 11.06.2022)] – Lindholmen Science Park AB. Przy czym liczba tych publikacji zalicza się do relatywnie niedużych.

2. Podniesienie sprawności i efektywności transportu w mieście dzięki rozwiązaniom City-HCT/HCV

Od dawna szuka się sposobów na podniesienie efektywności kosztowo-zasobowej (w sferze wydatkowanych kosztów oraz zasobów niezbędnych do wykonania danej pracy przewozowej) drogowych przewozów towarowych. Jedno z takich rozwiązań stanowią zestawy klasy HCT – HCV (High Capacity Transport – High Capacity Vehicle) – Transport/Pojazd o bardzo dużych zdolnościach przewozowych. W sferze implementacyjnej zestawy klasy HCT-HCV stanowią rozwinięcie zestawów klasy EC-LHV-LZV. Są to bowiem zestawy nieponadnormatywne o długości większej niż 25,25 m i/lub o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 60 000/64 000 kg. Przy czym zazwyczaj oba warunki – tzn. co do długości i masy całkowitej są spełnione jednocześnie. Długość takich zestawów wynosi zazwyczaj 32–34–34,5 m, z kolei ich dopuszczalna masa całkowita od 72 000–74 000 do nawet 104 000 kg (badania fińskie).

Na tym etapie kombinacje kategorii HCT-HCV są dopuszczone do normalnego ruchu w Finlandii oraz od dawna testowane w Szwecji, która także od 31 sierpnia 2023 r. zamierza

zezwoić na ich kontrolowane i ograniczone wdrożenie. Przy czym w Finlandii, po uzyskaniu stosownych zgód ze strony władz Unii Europejskiej, w ruchu wewnętrznym mogą się poruszać zestawy naczepowe z naczepami o długości nawet 19 m i przyczepowe (przyczepowo-naczepowe) z przyczepami o długości 15 m. Nie spełniają więc one warunku europejskiego systemu modułowego EMS. Poza tym próby z zestawami HCT-HCV trwają w Holandii, Hiszpanii i Danii, gdzie sprawdza się dwunaczepowe zestawy zwane SEC (Super EcoCombi) lub DUO2, oraz w Norwegii, gdzie takie dłuższe i cięższe pojazdy trafiły na próby do podmiotów związanych z sektorem leśnym.

Wdrożenie takich zestawów, chociaż na limitowaną skalę, przynosi określone korzyści ekonomiczne, ekologiczne i organizacyjne – wykonanie tej samej pracy przewozowej staje się mianowicie możliwe przy redukcji liczby samochodów i kierowców o połowę oraz przy przeliczeniowym (na tkm) zmniejszeniu zużycia paliwa i tym samym emisji CO₂ nawet o 25–30%.

Dlatego tę koncepcję HCT-HCV próbuje się przenieść do miast. Zasadniczych powodów za tym stojących da się wymienić co najmniej kilka. Są nimi – ściśle powiązane ze sobą i wzajemnie siebie warunkujące:

- wzrastająca liczba mieszkańców dużych miast, głównie aglomeracyjnych;
- konieczność dostarczania stale rosnącej liczby i masy ładunków, przy towarzyszącemu temu wzrostowi ilości i masy odbieranych odpadów różnego rodzaju;
- wzrost zatłoczenia i hałasu;
- wzrost wymagań mieszkańców co do jakości życia i obsługi;
- realizacja licznych projektów w budownictwie infrastrukturalnym i mieszkaniowym.

3. Koncepcja City HCT/HCV i powody jej wdrażania

Ze względu na wskazane jego zalety rozwiązanie HCT-HCV [Brach, 2021a, s. 151–154] próbuje się wdrożyć w miastach, jako przykładowo dłuższe czy/i cięższe zestawy bądź same cięższe – o wyższej dopuszczalnej masie całkowitej – ciężarówki w konfiguracji solo. Takie pojazdy, o dopuszczalnej masie całkowitej nawet powyżej 40 000 kg przy czterech bądź pięciu osiach, w pewnych zastosowaniach, jak w budownictwie albo drogownictwie, w ogólnym rozrachunku mogą bowiem daną pracę wykonać taniej oraz przy mniejszym zużyciu paliwa i mniejszej całkowitej emisji substancji szkodliwych, niż odmiany lżejsze, 2- czy 3-osiowe. Do tego wygenerują mniej przejazdów – nie będą tak obciążać ruchu ulicznego.

Wdrożenie HCT/HCV w środowisku miejskim przebiega – co zrozumiałe – inaczej – niż w otoczeniu pozamiejskim. Przede wszystkim te pojazdy wykazują sens implementacyjny jedynie wtedy, gdy w danych relacjach muszą przemieścić dużą masę towarową, większą niż standardowo są w stanie obsłużyć pojazdy zazwyczaj wykorzystywane do tego celu. Na tym etapie taka sytuacja dotyczy głównie sektora budowlanego, a w jego ramach dużych projektów z łatwym dojazdem, wymagających dowiezienia/wywiezienia w krótkim czasie znacznej masy urobku i/lub materiałów.

Budownictwo w większych miastach, przeważnie w aglomeracjach, wymaga pokaźnej liczby przewozów związanych z obsługą realizowanych projektów. W przypadku Szwecji [Segeberg, Larsson, Olsson, 2020, s. 3] podaje się, że 25% tego transportu przypada na przemieszczanie materiałów ciężkich. Przy tym powierzchnia gruntów pod zabudowę w atrakcyjnych lokalizacjach zazwyczaj okazuje się niewystarczająca. Dlatego gminy masowo wykorzystują tam tereny pod budownictwo mieszkaniowe, co z kolei oznacza zwiększoną potrzebę odtransportowania materiałów, np. zanieczyszczonej gleby. Zarówno wzmożona budowa, jak i eksploatacja wcześniej nietkniętych terenów oznacza, że do 2025 r. liczba przewozów materiałów wzrośnie o 37%, a emisja dwutlenku węgla o około 30%, co może spowodować wzrost zapadalności mieszkańców na choroby serca i naczyń. Ponadto zwiększona liczba transportów pojazdami ciężarowymi powoduje większe zatłoczenie w środowisku miejskim, co przyczynia się do powstawania korków i większego ryzyka wypadków. Koszty związane z przewozami, zarówno biznesowymi, jak i prywatnymi, rosną w takim razie, a planowane tempo budowy okazuje się trudne do osiągnięcia ze względu na zatłoczenie i brak przepustowości dla przewozów ciężkich materiałów.

W związku z tym, by realnie rozwiązać te problemy, do obsługi budownictwa w miastach zaproponowano wdrożenie pojazdów klasy HCT/HCV. Na tym etapie jako pojazdy klasy HCT/HCV w miastach w obsłudze sektora budowlanego czy ewentualnie drogowego mogą być stosowane:

- wieloosiowe – 5-osiowe – podwozia City-HCT/HCV;
- zestawy przyczepowe i przyczepowo-naczepowe HCT/HCV.

Z tych dwóch dostępnych opcji Szwedzi wybrali pierwszą, w sytuacji, gdy w Skandynawii takie miasta [Segeberg-Fick (dostęp: 23.11.2022)] jak Sztokholm i Helsingfors wprowadziły ograniczoną długość pojazdów solo, poza autobusami, limitowaną do 12 m. Inne miasta, jak Helsinki, także wymagają ograniczonej długości pojazdu, ale akceptują 42 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej dla wersji pięcioosiowych, pomimo ograniczeń długości. Natomiast Niemcy, Szwajcaria, Holandia i Finlandia na krótkich dystansach pozwalają na dużo większą masę pojedynczych ciężarówek w celu poprawy przejezdności i wydajności.

W takim układzie w samym sektorze budowlanym oraz drogowym i ewentualnie komunalnym – selektywnej zbiórki odpadów pojazdy klasy City-HCT/HCV mogą występować głównie jako:

- wzmocnione miejskie wywrotki solo;
- wzmocnione miejskie betonomieszarki z mieszalnikami o pojemności 12 m³, a nie 9–10 m³, jaką charakteryzują się mieszalniki tradycyjnych betonomieszarek bazujących na klasycznych 4-osiowych podwoziach o dopuszczalnej masie całkowitej 32 000 kg;
- miejskie żurawie przeładunkowe o bardzo dużym udźwigu, zamontowane za kabiną i ze składanymi ramionami;
- miejskie nośniki hakowego systemu załadunkowego czy wzmocnionego systemu załadunkowego z układem łańcuchowym, zdolne do pracy z wymiennymi pojemnikami/kontenerami o masie całkowitej nawet rzędu 30 000 kg. Takie konfiguracje najczęściej służą

do wywozu ciężkiego urobku (ziemi), gruzu czy złomu. W tym ostatnim przypadku stanowią więc dobrą propozycję dla podmiotów z sektorów komunalnego i selektywnej zbiórki odpadów.

4. Wdrożenia pojazdów klasy City-HCT/HCV

Szwecja [Segerborg, Larsson, Olsson, 2020, s. 3; Segerborg-Fick, 2022]

W Szwecji w ramach projektu „HCT city” przetestowano modyfikację przepisów i pojazdów, w warunkach rzeczywistego ruchu wprowadzając wariant 5-osiowy – tzn. wdrożono 5-osiowe podwozie jako samochód HCT do wykonywania prac w mieście. Nastąpiło tu wyjście z założenia, że duży ruch w mieście negatywnie wpływa na jakość życia mieszkańców oraz stan środowiska naturalnego, gdyż jego następstwami są:

- zatory – zatłoczenie;
- hałas;
- emisje;
- obciążenie drogowe i zużycie;
- ryzyko wypadku.

W takim układzie HCT City, czyli miejski transport o dużej pojemności/ładowności – przepustowości (HCT – transport o dużej pojemności) wykonywany przez wielotonażowe odmiany 5-osiowe, zaliczane do kategorii HCT-HCV, może znacznie ograniczyć wszelkie negatywne aspekty oddziaływania ruchu drogowego na stan środowiska, bezpieczeństwo jazdy oraz jakość życia mieszkańców.

Duża część całego transportu ciężkiego w Szwecji jest obciążona glebą i masami skalnymi, które są wykopywane lub wykorzystywane do budowy mieszkań i infrastruktury. Koncepcja HCT oznacza, że dzięki lepszym adaptacjom i wymianie informacji między pojazdami oraz drogami i pojazdami, a także ujednoliconym ramom prawnym w tym zakresie, można zwiększyć obciążenie pojedynczych ciężarówek, a tym samym zmniejszyć liczbę przejazdów ogółem. Jednym z rozwiązań jest więc transport o dużej ładowności (HCT), w którym podnosi się całkowitą dopuszczalną masę pojedynczej ciężarówki poprzez zwiększenie w niej liczby osi.

Wykonując założone przedsięwzięcie chciano zwiększyć wykorzystanie HCT do transportu gruntu i skał w środowiskach miejskich poprzez „weryfikację koncepcji” oraz zdemontowanie i przetestowanie rozwiązania HCT w centrum Sztokholmu. Cel tego projektu polegał na tym, aby przewozy z użyciem HCT nie powodowały większego zużycia dróg miejskich ani nie zwiększały ryzyka wypadków. W tej analizie otaczającego świata rozwiązania HCT w miastach są już rzeczywistością zarówno w Finlandii, jak i Holandii. Te kraje dostrzegają bowiem ogromne korzyści w zwiększaniu masy ładunków w celu ograniczenia liczby ciężarówek, a tym samym zmniejszenia zatorów, emisji i ryzyka wypadków. Trzeba tu mia-

nowicie wskazać, że chociaż w Holandii trwają dopiero próby z zestawami SEC, czyli dwunaczepowymi z dolly klasy HCT-HCV, to jednak już od lat w normalnym ruchu są stosowane wieloosiowe – 3-, 4- i 5-osiowe ciężarówki o powiększonej dopuszczalnej masie całkowitej – 3-osiowe technicznie do 32 000–33 000 kg, 4-osiowe do 41 000–44 000 kg, a 5-osiowe do 50 000–55 000 kg. Mają one z tyłu: system osi skręcanych przeciwbieżnie (osi z bliźniaczym bądź pojedynczym ogumieniem) oraz zwiększony rozstaw osi (WS – wide spread). Eksploatują je zazwyczaj podmioty z sektora budowlanego z zabudowami typu wywrotka, a ich tradycyjnymi dostawcami od dawna pozostają małe rodzime firmy Ginaf i Terberg. Ponadto segmentem tym interesuje się czeska Tatra, a w przeszłości i teraz odpowiednio przygotowane specjalnie na rynek holenderski odmiany proponowały MAN i Mercedes. **Tym samym koncepcja City HCT w Holandii funkcjonuje od dziesięcioleci (de facto od lat 60.), chociaż nikt jej oficjalnie tak nie nazwał, gdyż takie określenie zwyczajnie jeszcze nie istniało.** Po prostu Holendrzy, realizujący liczne projekty infrastrukturalne związane z gospodarką wodną i wobec tego wymagające przemieszczania znacznych mas ciężkiej ziemi, musieli mieć pojazdy, które okażą się zdolne do wykonywania tych zadań niezwykle skutecznie i efektywnie. Ich skonstruowania podjęły się wymienione przedsiębiorstwa, a dobry stan infrastruktury drogowej pozwolił – po spełnieniu dodatkowych wskazanych warunków technicznych – na wprowadzenie taboru tego rodzaju do normalnej eksploatacji, także w miastach.

W ramach zaś szwedzkiego projektu opracowano podstawy metod testowych, w których nacisk kładzie się na wydajność transportu związaną z pojazdem i obciążeniem drogowym. W Norra Djurgårdsstaden przez trzy miesiące testowano 5-osiową ciężarówkę HCT opartą na Volvo FH [Brach, 2022c] z układem osi 2+3 – z tyłu tridem złożony z napędowego tandemu oraz tylnej osi z pojedynczym ogumieniem, skręcanej przeciwbieżnie dla poprawy manewrowości, w tym redukcji promienia skrętu. Samochód ten skonfigurowano-zbudowano – jak to określają Szwedzi – dla warunków fińskich.

Ogólnie w projekcie HCT-City bada się więc, w jaki sposób koncepcja HCT powinna być wykorzystywana do transportu ładunków masowych w miastach. HCT-City testuje, w jaki sposób różne wdrożenia koncepcji HCT mogą poprawić zarówno produktywność całego projektu budowlanego, jak i efektywność transportu ładunków masowych w miastach, tym samym zmniejszając emisję zarówno dwutlenku węgla, jak i innych substancji szkodliwych, przy jednoczesnym ograniczaniu ruchu drogowego, zużycia dróg oraz poprawie bezpieczeństwa ruchu drogowego lub przynajmniej pozostawania w tej sferze na poziomie niezmiennym. Hipoteza jest taka, że liczbę przebiegów – kursów da się zmniejszyć o połowę. Projekt testuje pojazdy zoptymalizowane pod kątem miasta i demonstruje geofencing oraz cyfrowe zarządzanie i nadzór. Odbywa się to w obszarach pilotażowych projektu podczas budowy Norra Djurgårdsstaden w Sztokholmie i tunelu kolejowego pod Varberg oraz analiz dla przyszłych projektów w Sundbyberg i Uppsali.

City HCT: Korzyści z HCT w budownictwie miejskim – obszary

[Cederstav (dostęp: 23.11.2022); Segerborg, Larsson, Olsson, 2020, s. 5–13]

Celowość wdrożenia pojazdów typu City HCT zbadano przy okazji realizacji projektów pilotażowych w dwóch miastach. Była to analiza systemowa dokonywana w okresie od kwietnia 2021 r. do marca 2024 r., a wartość tego budżetu wynosiła 24 mln SEK.

Projekt pierwszy miał zasadnicze warunki i założenia:

- tunel kolejowy Varberg: długość tunelu – 3 km;
- otwarcie w 2024 r.;
- logowanie istniejących pojazdów.

Projekt drugi był to projekt KDPW w Sztokholmie: dotyczył on kilku dużych inwestycji mieszkaniowych, a zasadnicza kwestia odnosiła się do korzyści związanych z wdrożeniem 5-osiowej ciężarówki.

Jako zasadnicze problemy i wyzwania wskazano tutaj:

- fakt, że 50% przewozów przypada na ładunki związane z masą – ładunki masowe – 50% przewozów w miastach to bowiem przewozy budowlane i ładunków masowych;
- zwiększoną i dalej postępującą urbanizację, prowadzącą do wzrostu liczby i intensywności miejskiego ciężkiego transportu masowego;
- występujące problemy – stanowiące wyzwanie – związane z rosnącym zużyciem dróg, bezpieczeństwem ruchu, hałasem i emisją CO₂.

Jako rozwiązanie zaproponowano w takim razie City-HCT. Jego wprowadzenie w tym przypadku opierało się na następujących założeniach:

- inteligentny dostęp+na określonych trasach dopuszcza się pojazdy o wyższej masie całkowitej, jeśli ładunek jest rozłożony na większą liczbę osi;
- cyfrowe wsparcie i kontrola ładunków, tras i prędkości za pomocą podłączonych (usięciowionych) pojazdów, ładowarek i infrastruktury;
- pytanie badawcze – czy drogi kategorii BK2 można rozbudować i otworzyć na 5 osi?

Zarazem postawiono hipotezę badawczą związaną z wdrożeniem 5-osiowej ciężarówki o dopuszczalnej masie całkowitej podniesionej do 42 000 kg. W hipotezie tej postawiono następujące założenia:

- wprowadzenie 5-osiowej ciężarówki City-HCT pozwoli o 50% zmniejszyć liczbę ciężarówek niezbędnych do wykonania tej samej pracy przewozowej;
- towarzyszyć temu będą:
 - 40% mniej emisji CO₂;
 - większa wydajność (ton/h);
 - mniejsze zatłoczenie;
 - mniejsze zużycie dróg (na tonokilometr).

Przy tej okazji nastąpi testowanie funkcji cyfrowych, takich jak wsparcie kierowcy, kontrola masy i geofencing.

Tematy badań (1):

- a) z Prestudy w Sthlm: 35% mniej tras i potencjał na około 46% mniej! Powstaje jednak zasadnicze pytanie, czy da się osiągnąć taki rezultat?
- b) zaprojektowanie dwóch nowych ciężarówek o dwukrotnie wyższej ładowności, lepszej zwrotności oraz poprawionym bezpieczeństwie ruchu drogowego;
- c) logowanie ciężarówek i ładowarek kołowych;
- d) pomiary przeciążenia i niedociążenia (nie w pełni spożytkowanych zdolności przewozowych);
- e) pytanie – jak podłączyć ciężarówki na poziomie systemu?

Tematy badań (2) – czy HCT może:

- ograniczyć emisje o 40%;
- poprawić efektywność transportu;
- poprawić produktywność i wydajność na placach budowy;
- łagodzić zatłoczenia miast.

Do dalszego zbadania pozostają kwestie takie jak:

- wpływ na warstwy asfaltu, mosty, zużycie dróg itp.;
- większe bezpieczeństwo ruchu (czujniki, kamery, geofencing);
- czasy cykli, równoważenie obciążenia, koszty.

Praktyczne testy koncepcji HCT-City w Szwecji

By ustalić, jakie korzyści mogą się wiązać z wdrożeniem koncepcji HCT-City w obsłudze miejskich prac budowlanych przetestowano tzw. fińską ciężarówkę 5-osiową – tzn. odmianę skompletowaną zgodnie z fińskimi wymogami. Było to 5-osiove Volvo FH w układzie napędowym 10x4, z osiami tylnymi w układzie tridem, z tandemem napędowym, o masie własnej – w kompletacji wywrotka – 18 300 kg, dopuszczalnej masie całkowitej 39 300 kg, rozstawie osi 1–5 7 350 mm, z ostatnią osią podnoszoną i skręcaną przeciwbieżnie. Miało ono zastąpić dotychczas eksploatowane w tej roli odmiany 3-osiove, w układzie napędowym 6x4, o masie własnej – jako wywrotka – 10 700 kg, dopuszczalnej masie całkowitej 23 500 kg i z rozstawem osi 1–3 5 634 mm. Już nawet analiza tych danych wskazywała, że wersja 5-osiowa wyróżnia się niespełna dwukrotnie wyższą ładownością niż 3-osiowa – 21 000 kg wobec 13 000 kg.

Sprawdzian wspólnie przeprowadziły miasto Sztokholm, Roads, PEAB i Skanska. W jego trakcie egzemplarz demonstracyjny pokonał 10 300 km. Zanotowano wyniki, które przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 zawiera dane dla trzech różnych pojazdów: 3-osiowego pojazdu referencyjnego, subsydiującego ten pojazd fińskiego 5-osiowego pojazdu testowego oraz hipotetycznej, zoptymalizowanej do warunków szwedzkich ciężarówki HCT. Pole środkowe w poziomie pokazuje wyniki testów 5-osiowego pojazdu, który był eksploatowany we wstępnym studium, a pole pod nim zawiera teoretyczne obliczenia zoptymalizowanego 5-osiowego pojazdu dla warunków szwedzkich i to, co należy zrobić w projekcie kontynuacyjnym. W projekcie określone

wskaźniki obliczono metodą Abda. Ta metoda jest skoncentrowana na obciążeniu i skupia się na przemieszczanym obciążeniu/ładunku. Trzyosiowy samochód referencyjny to pojazd z napędowym tylnym wózkiem tandemowym, który z punktu A do punktu B jedzie z ładunkiem o masie 12 800 kg, a następnie jedzie na pusto od punktu B do punktu A, łącznie zużywając 31,79 l/100 km. Daje to zużycie ABba na poziomie 50 ml/tkm. 5-osiowy samochód ma wyższe zużycie na 100 km, ale ponieważ przewozi więcej ładunku, zużycie ABda spada o 10%. W analizie dokonanych prób ważna pozostaje jeszcze ocena współczynnika stosunku ładowności do masy własnej, rozpatrywana jako jeden z kierunków zwiększenia efektywności energetycznej i zmniejszenia emisji. Dla odmiany 3-osiowej wynosi on 1,2, 5-osiowej – 39 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej – 1,04, a 5-osiowej – 42 000 kg dopuszczalnej masy całkowitej – 1,27. Niemniej dla Szwedów kluczowe tu były: redukcja zużycia paliwa na tkm, redukcja zatłoczenia na drogach oraz redukcja kosztów osobowych o prawie połowę.

Tabela 1. Porównanie parametrów i osiągnięć wywrotek 3- i 5-osiowej typu fińskiego testowanych w ramach projektu pilotażowego w Sztokholmie

Rodzaj pojazdu	Średnia masa całkowita pojazdu (tony)	Liczbajazd	Średnie obciążenie – ładunek (tony)	Średnie obciążenie osi	Zużycie paliwa l/100 km	Przelicznik ml/ton km/	
3-osiowa wywrotka Volvo medium Heavy (BK2)	23,5	172 (100%)	12,8	7,8	31,79	50 (100%)	Wyniki badania wstępnego w mieście Sztokholm
Wywrotka 5-osiowa standardu fińskiego	37,8	111 (-35%)	19,3	7,6	43,29	45 (-10%)	
Opracowano pięć osi (fińskie masy brutto)	42	93 (-46%)	23,5	8,4		30 (-40%)	Teoretyczne wyniki dla zoptymalizowanego HCT City dla Szwecji

Źródło: [Segeberg-Fick, 2022; Brach, 2022c].

Ogólnie podczas prób liczba jazd ciężarówek spadła znacząco: ze 172 do 111, czyli o 35%, przy średnim ładunku zabieranym przez typ 3-osiowy na poziomie 12 800 kg, a 5-osiowy 19 300 kg. Co istotne, cięższy wariant 5-osiowy, ze względu na większą liczbę osi, charakteryzowały niższe uśrednione naciski na każdą z osi – 7 600 wobec 7 800 kg. Ważny pozostaje też aspekt przeliczeniowy – na wykonaną pracę przewozową, spadek zużycia paliwa i tym samym emisji CO₂ o około 10%. Jak stwierdzono, liczba ciężarówek spadła dramatycznie – „zniknęły” około 3 pojazdy na godzinę, czyli po ulicach stolicy Szwecji dziennie poruszało się o 21–24 mniej pojazdów (rysunek 2). Do tego:

- klienci byli bardzo zadowoleni z wydajności, rentowności i wpływu na środowisko;
- przejezdność i zwrotność należały do wyjątkowych w porównaniu z trzyosiową ciężarówką typu boggi;
- właściwie skonfigurowana ciężarówka 5-osiowa okazała się łatwa w prowadzeniu, przy zapewnieniu dobrego bezpieczeństwa, i miała atrakcyjne środowisko pracy kierowcy;

- wszyscy partnerzy w łańcuchu wartości docenili tych pięć osi i popyt na tę obsługę był wysoki.

W badaniu wskazano także na postrzeganie 5-osiowej ciężarówki przez kierowcę. Obsadził on samochód jadący do miast Sthlm, Roads, Peab i Skanska.

Wynik tego sprawdzianu okazał się więc bardzo pozytywny. Dzięki fińskiej ciężarówce HCT, która nie jest zoptymalizowana pod kątem szwedzkich warunków, liczba przejazdów została zmniejszona o 35%, a zużycie paliwa na tonę km spadło o 10%. Firma LTU opracowała metodę obliczania nośności i wpływu na drogę za pomocą rozwiązania HCT. „Proof-of-concept” dał podstawę i zrozumienie dla HCT w mieście, co w dłuższej perspektywie może mieć wpływ na regulacje i przepisy dotyczące np. klas BK – nośności dróg. Ważną częścią projektu była współpraca między zamawiającymi jednostki transportu, tym razem miastem, a wykonawcą. Na tej podstawie widać, że test można włączyć do rozwiązania systemowego dla zamówień publicznych i wykorzystać w innych projektach urbanistycznych. Następnym krokiem jest optymalizacja ciężarówki HCT pod kątem szwedzkich warunków miejskich. Na tej podstawie partnerzy przygotowali zatem wymagania co do przyszłej 5-osiowej miejskiej ciężarówki HCT City. Miałyby ją cechować: dopuszczalna masa całkowita 42 000 kg oraz w warunkach porównywalnych z odbytym testem – liczba jazd zredukowana do 93 – o 46%, średni zabierany ładunek na poziomie 23 500 kg, uśredniony nacisk na każdą z osi 8 200 kg i przeliczeniowy – na zrealizowaną pracę przewozową – spadek zużycia paliwa i powiązanej z nim emisji CO₂ – o 40%. Celem na najbliższą przyszłość jest zmniejszenie liczby ciężkich budowlanych ciężarówek w miastach o 40% i zużycia paliwa przez nie na tonokilometr o 50%.

Poza tym zbadano wpływ na infrastrukturę i bezpieczeństwo ruchu. Ten obszar dotyczy wpływu na żywotność mostów/wiaduktów, dróg i ulic oraz na bezpieczeństwo ruchu drogowego i niechronionych użytkowników dróg. Symuluje się wpływ różnych kombinacji pojazdów na mosty i porównuje je z programami do obliczeń liniowo-sprężystych (ERA-pave). Do badania wpływu na warstwę bitumiczną zostanie wykorzystany program PEDRO. Prawdziwe dane są zbierane z działania rzeczywistych kombinacji pojazdów w celu kalibracji modeli dla każdego przypadku użycia. Wiedza ta posłuży jako podstawa do nadchodzących zmian w przepisach.

Jako następne kroki w badaniach, rozwoju i demonstracji HCT City przyjęto:

- zbudowanie wyspecyfikowanego modelu HCT City odpowiedniego na szwedzkie warunki;
- sprawdzenie wpływu na infrastrukturę i logistykę;
- dalszy rozwój miejskich ciężarówek HCT;
- kompaktowy rozstaw osi – taki dobór rozstawu osi, by połączyć odpowiednio długą powierzchnię do załadunku z maksymalnie zoptymalizowaną manewrowością w środowisku miejskim, zazwyczaj na mocno ograniczonej przestrzeni;
- większe postawienie na podnoszone osie;
- dialog z urzędem drogowym miasta;
- dialog ze szwedzkim administratorem transportu.

Wnioski i dalsze badania

Przeprowadzona analiza środowiskowa pokazuje, że kilka krajów dopuszcza wyższą masę całkowitą krótszych pojedynczych samochodów z większą liczbą osi niż Szwecja. Szwajcaria dopuszcza 40 ton na samochody 5-osiove, Finlandia 42 tony, a Holandia 50 ton. Wyniki próby pokazują, że uzyskano zmniejszenie liczby ciężarówek o ~35% dla tego samego zadania transportowego przy zużyciu nawierzchni, które wydaje się nieistotne na podstawie obliczeń wokół obciążenia osi. Zużycie paliwa na tkm spadło o ok. 10%. Bardzo pozytywne były również wrażenia kierowcy oraz klienta dzięki braku problemów w ruchu z pojazdem, a wydajność prawie się podwoiła.

Finlandia [Lahti, 2022]

W Finlandii wprost się myśli o wprowadzeniu do miast – jeśli infrastruktura drogowa na powyższe pozwala – zestawów klasy HCT-HCV. Zwraca się tu uwagę, że jeśli buduje się coś dużego w mieście, wielkość przewozów oraz pokonywane przez tabor odległości są duże. Jednocześnie:

- 76-tonowy zestaw HCT cechuje dwa razy wyższa ładowność w porównaniu z 40-tonową ciężarówką solo;
- większa ładowność oznacza zaś – mniej ciężarówek koniecznych do wykonania tej samej pracy przewozowej, mniej kierowców i emisji oraz lepsze bezpieczeństwo.

Następną kluczową kwestią pozostaje, jak długa i ciężka jest taka wywrotka 5-osiowa? Tymczasem okazuje się, że 5-osiowa wywrotka HCT ma taką samą długość i promień skrętu, co 2-osiowa, 18-, 19-tonowa ciężarówka dystrybucyjna z długim nadwoziem typu furgon, izoterma bądź chłodnia. Do tego maksymalna masa zestawu z taką wywrotką może dochodzić do 76 000 kg, a maksymalna masa całkowita tej ciężarówki wynosi 42 000 kg. Niemniej, by ją skutecznie i bezpiecznie wdrożyć, ważniejsza jest tzw. zasada mostowa – możliwość przejazdu przez określone mosty. Tym bardziej, że typowa masa równa się 38 000–40 000 kg.

Co więcej, jako zestawy City-HCT możliwe są kombinacje z ciężkimi wieloosiowymi naczepami wywrotkami. Są to zestawy:

- 5-osiove – 3+2-osie, 44-tonowe, które są powszechne w Finlandii i zawierają tanie pojazdy standardowe;
- 6-osiove z wózkiem przesuwym – 3+3-osie, masa całkowita 52 000 kg;
- 7-osiove – 4+3-osiove – masa całkowita 59 000 kg;
- 8-osiove – 4+4-osiove – masa całkowita – 65 000 kg i 64 000 kg przy pojedynczych oponach.

Dania [Frimann Mortensen, 2022]

Zasadniczy cel duńskiego projektu HCT w miastach (HCT in the city) zmierza do tego, by – pozwalając na większe masę i wymiary – sprawić, aby transport w Danii stał się bardziej wydajny i ekologiczny. Tło tego stanowi porozumienie polityczne z 24 czerwca 2022 r., w którym wskazano na:

- 11 inicjatyw, które pozwolą pojazdom i pociągom drogowym stać się dłuższymi i cięższymi, w tym 7 inicjatyw pozwoli na większą masę, a 4 inicjatywy na dłuższe pociągi drogowe;
- pozytywny zysk społeczno-ekonomiczny;
- redukcję emisji gazów cieplarnianych o 0,1 mln ton;
- część umowy zmieniającą opłaty dla samochodów ciężarowych za korzystanie z dróg publicznych;
- dozwolenie od 1 stycznia 2025 r.

Niemniej na tym etapie jest to tylko PROPOZYCJA: przygotowania konkretnych zmian w przepisach są jeszcze nieskończone! Jednocześnie są wprowadzane liczne tzw. inicjatywy masowe, polegające na wzroście dopuszczalnej masy całkowitej zarówno podwozi/zestawów przyczepowych, jak i zestawów naczepowych. W przypadku podwozi założono:

- zwiększenie dopuszczalnej masy 4-osioowych ciężarówek pod zabudowę z 32 000 do 36 000 kg;
- zwiększenie dopuszczalnej masy podwozi 5-osioowych z 32 000 do 42 000 kg.

Oba te typy samochodów mogą przewozić wszystkie rodzaje gazów oraz muszą być zgodne z minimalnym rozstawem osi (do ustalenia).

Inicjatywy masowe dla pociągów drogowych są zaś następujące i wszystkie dotyczą zwiększenia dopuszczalnej masy całkowitej dla różnych kategorii pojazdów:

- 3-osioowych pociągów drogowych z 28 000 do 30 000 kg;
- 4-osioowych pociągów drogowych z 38 000 do 40 000 kg
- 5-osioowych pociągów drogowych z 42 000 do 47 000 kg, w których podwozia mają 2 osie;
- 5-osioowych pociągów drogowych z 44 000 do 47 000 kg, w których podwozia mają 3 osie;
- 6-osioowych pociągów drogowych z 50 000 do 52 000 kg, w których podwozia mają 4 osie;
- 6-osioowych pociągów drogowych z 50 000 do 53 000 kg, w których podwozia mają 3 osie.

Ogół tych zestawów, analogicznie jak podwozi, może transportować wszystkie rodzaje gazów.

Do tego zezwolono na zwiększoną długość dla naczep o 1,3 m. Wskutek powyższego:

- dopuszczalna długość zestawu zwiększona z 16,50 m do 17,80 m w następstwie wzrostu długości naczepy z 13,60 m do 14,90 m – niemniej musi być zgodna z przepisami UE dotyczącymi promienia skrętu;
- zwiększona dopuszczalna długość dla zestawów naczepowych poruszających się przy użyciu paliwa alternatywnego – wzrost długości o dodatkowy 1 m – długość zestawu rośnie z 16,50 m do 17,50 m;
 - długość sprzęgu ciągnika siodłowego wzrasta z 4,5 m do 5,5 m

- całość musi być zgodna z przepisami UE dotyczącymi promienia skrętu;
- zwiększona dopuszczalna długość dla ciągnika siodłowego i naczepy z żurawiem (+2 m). Długość tego zestawu rośnie więc z 16,50 m do 18,50 m. Przy czym maksymalna długość naczepy nadal wynosi 13,60 m. Całość musi też być zgodna z przepisami UE dotyczącymi promienia skrętu;
- zwiększona o 2 m dopuszczalna długość dla zestawu przyczepowego – podwozia wraz z przyczepą i dodatkowo z żurawiem. Długość tego zestawu rośnie zatem z 18,75 m do 20,75 m. Równocześnie całkowita długość przestrzeni ładunkowej nie może przekraczać 15,65 m, a całość musi być zgodna z przepisami UE dotyczącymi promienia skrętu.

5. Zastosowanie paliw alternatywnych i alternatywnych zespołów napędowych w pojazdach klasy City-HCT/HCV

W pojazdach klasy City-HCT/HCV, zarówno w konfiguracji solo, jak i zestawów, można rozważyć wprowadzenie paliw alternatywnych oraz alternatywnych zespołów napędowych. Przy czym do tej chwili żadna ciężarówka tego rodzaju jeszcze nie powstała.

W przypadku paliw alternatywnych takim mocno wskazywanym paliwem będzie biogaz, zastępujący gaz naturalny. Za jego wdrożeniem w mega ciężkich pojazdach w środowisku miejskim przymawia kilka istotnych czynników. Po pierwsze użycie biometanu zamiast metanu oznacza redukcję emisji netto CO₂ o nawet przeszło 100%, co ma określony wymiar ekologiczny. Po drugie od kilku lat dostępne są już gazowe jednostki napędowe, zapewniające odpowiedni moment obrotowy dla pojazdów o masie całkowitej przekraczającej 40 000–42 000 kg, Volvo Trucks oferuje silniki o maksymalnych mocach i momentach obrotowych odpowiednio 420 KM i 2100 Nm oraz 460 KM i 2300 Nm, a od lutego 2023 r. także 500 KM, z kolei Scania od września 2022 r. (oficjalna prezentacja na targach IAA w Hanowerze) 420 KM i 2100 Nm oraz 460 KM i 2300 KM. Do tego IVECO proponuje wariant o maksymalnych 460 KM i 2000 Nm. Dla zastosowań typowo miejskich czy miejsko-lokalnych są to parametry w pełni wystarczające, nawet jeśli masa całkowita zestawu przekroczy 56 000 kg. I po trzecie w sytuacji zastosowania (bio-) CNG, w zależności od liczby zamontowanych zbiorników gazu, na jednym tankowaniu da się uzyskać zasięg rzędu przynajmniej 300–400 km.

Nieco inaczej prezentuje się jednak kwestia przedstawienia pojazdów kategorii City HCV z pełnym napędem elektrycznym. Tu bowiem takim czynnikiem krytycznym będą baterie, negatywnie – poza ceną – przekładające się na ładowność i zasięg. W odniesieniu do zasięgu na tym etapie da się przyjąć, że – bazując na dotychczasowych doświadczeniach z zestawami typu LHV czy nawet HCT-HCV z samochodem o w pełni elektrycznym napędzie, gdy masa całkowita zestawu przekracza 60 000–64 000 kg, wartość możliwego do uzyskania zasięgu na jednym ładowaniu – bez doładowania w trasie – będzie się kształtować na poziomie około 120–140 km (Volvo – DHL, Scania – Wibax, Dagab). Oczywiście będzie ona zależeć od licznych czynników niezwykle indywidualnych dla konkretnego miejsca eksploatacji, takich jak:

masa zabieranego ładunku, topografia pokonywanych tras, liczba operacji start&stop, liczba rozładunków, warunki pogodowe, umiejętności konkretnego kierowcy. Szczególnie, że mogą wystąpić pewne problemy – ze zwiększającym zasięg – doładowaniem na trasie. Problemy te mogą stanowić pochodną dwóch zasadniczych elementów ograniczających:

- możliwego braku celowości instalacji – nawet czasowej – ładowarek, gdy dana budowa bywa obsługiwana przez wywrotki bądź betonomieszarki City-HCT jedynie przez krótki czas – przykładowo sumarycznie kilka dni, tydzień, dwa tygodnie. W grę wchodziłyby tu wyłącznie ładowarki przenośne, o niezbyt dużej mocy ładowania, co w połączeniu z krótkim czasem postoju pojazdu powodowałoby, że takie ładowanie dostarczałoby energii zwiększającej zasięg realnie o kilka, kilkanaście kilometrów;
- krótki czas załadunku i rozładunku. W przypadku wywrotki czas załadunku urobku może wynieść kilka minut, rozładunku kilkanaście sekund. Jest on więc za krótki, by wówczas skutecznie doładować pojazd. Nieco dłużej trwa załadunek betonomieszarki, a przede wszystkim ich rozładunek. Niemniej nawet kilkuminutowe opróżnianie mieszalnika może okazać się za krótkie, by doładować samochód na tyle, by istotnie zwiększyć jego zasięg. Powyższe w tym względzie istotnie więc różni miejski transport budowlany od dystrybucyjnego albo kurierskiego, gdzie załadunek/rozładunek może trwać kilka czy kilkanaście bądź nawet kilkadziesiąt minut, czyniąc wówczas doładowanie na trasie w pełni sensownym ekonomicznie i użytkowo.

Taki brak realnej i sensownej możliwości doładowania w trasie przy limitowanym zasięgu może wyraźnie limitować obecnie celowość implementacji napędów w pełni elektrycznych do miejskich wywrotek albo betonomieszarek City-HCT. Tym bardziej, że sam betonomieszalnik zużywa relatywnie dużo energii, a w warunkach silnej konkurencji i presji na koszty żaden podmiot nie może sobie pozwolić na wydłużone postoje taboru, dłuższe niż tego wymagają wykonywane przez niego zadania. Takie postoje zmniejszają mianowicie liczbę wykonanych dziennie kursów, czyli obniżają zrealizowaną pracę przewozową i tym samym uzyskane przychody.

Dlatego ciekawą opcją przejściową, zanim napędy w pełni elektryczne osiągną jeszcze większą dojrzałość, mogą być systemy hybrydowe – spalinowo-elektryczne. W takim rozwiązaniu zasadnicze źródło napędu stanowiłby silnik spalinowy, najlepiej zasilany ciekłym ekologicznym paliwem alternatywnym, takim jak HVO, wspomagany silnikiem elektrycznym. Przy czym przy układzie równoległym istniałaby też opcja poruszania się pojazdu jedynie opierając się na napędzie w pełni elektrycznym. W zależności od pojemności zamontowanych baterii oraz szeregu innych czynników, takich jak wspomniane zapotrzebowanie na energię przez zabudowę, liczba zatrzymań, topografia pokonywanych tras itd., dystans pokonywany w trybie w pełni elektrycznym mógłby szacunkowo wynosić 20–40 km (w dystrybucji da się już osiągnąć 50–60 km). Powinno to w zupełności wystarczyć do swobodnego dotarcia do wyznaczonego punktu w samym centrum miasta czy wewnątrz budynku co najmniej dwa, trzy razy w ciągu dnia, a przy włączeniu silnika spalinowego poza strefą zerowej/niskiej emisji liczba takich w pełni elektrycznych kursów może wzrosnąć.

6. Podsumowanie

Z całą pewnością wprowadzenie w miastach pojazdów klasy City-HCT/HCV nie przełoży się na znaczne zmniejszenie w nich ruchu i emisji. Powyższe wynika z kilku powiązanych ze sobą czynników. Przede wszystkim – na tym etapie – pojazdy klasy City-HCT/HCV, głównie wieloosiowe ciężarówki solo, nadają się w pierwszym rzędzie do obsługi sektora budowlanego, a w jego ramach dużych projektów inwestycyjnych, związanych z dowozem czy wywozem (wybrany urobek) znacznych ilości materiałów, w dodatku dosyć ciężkich. W związku z tym jako podstawowe rodzaje taboru w rozwiązaniu tym są analizowane i wdrażane wywrotki oraz betonomieszarki, uzupełnione o wersje z żurawiami zakabinowymi o znacznym udźwigu. Ciężarówki te muszą mieć jednak – na co wskazano – zapewnioną odpowiednią masę towarową przewidzianą do przemieszczania. Inaczej ich użycie staje się bezcelowe. Osobne zagadnienie stanowi tu możliwość dotarcia takiego większego pojazdu do niektórych miejsc. Może się bowiem okazać, że niezbędna masa towarowa pozostaje do przemieszczenia, lecz taki ciężki, dłuższy, wieloosiowy pojazd, nawet pomimo kilku skrętnych osi z przodu i z tyłu, w dane miejsce zwyczajnie nie dotrze.

W rezultacie obecnie pojazdy kategorii City-HCT/HCV sprawdzą się (wykażą swoje zalety) przy obsłudze dużych projektów, związanych z infrastrukturą (drogi, tunele) oraz budownictwem mieszkaniowym (duże bloki/blokowiska), przemysłowym (zakłady), infrastrukturalnym (mosty, wiadukty, drogi) i bytowym (sklepy – hiper i supermarkety, galerie handlowe, duże obiekty kulturalne, szpitale, szkoły itd.). Przy czym, co trzeba tu jednoznacznie podkreślić, takie duże i cięższe pojazdy, czy to w konfiguracji solo czy zestawu, jak w Finlandii, nigdy nie zastąpią pojazdów mniejszych i lżejszych. Co najwyżej będą ich pewnym uzupełnieniem. W takim układzie należy je więc traktować jako swoistą propozycję komplementarną, a nie substytucyjną. Ponieważ także ta idea jest dopiero wdrażana – znajduje się na początkowym etapie realizacji, trudno wskazać, jakie konkretne korzyści będą z nią związane. Wiele bowiem z czynników przekładających się na wykonywanie danego projektu ma charakter wybitnie indywidualny, jak przykładowo:

- ilość materiałów do przewiezienia w dane miejsce czy ich zabrania z tego miejsca;
- dzienne zapotrzebowanie na materiały danego rodzaju;
- tzw. front robót i jego planowanie;
- łatwość – możliwość dotarcia w dane miejsce, z możliwymi istotnymi ograniczeniami po drodze, jak limitowana nośność dróg czy mostów/wiaduktów;
- percepcja w mieście przez mieszkańców pojazdów większych i cięższych – ludzie mają większe opory przed ruchem na miejskich ulicach wieloosiowego taboru, chociaż nieraz w ogólnym rozrachunku jego użycie okazuje się ekologicznie, ekonomicznie, zasobowo, technicznie i organizacyjnie bardziej uzasadnione niż pojazdów mniejszych i lżejszych;
- opłacalność posiadania przez danego operatora – przedsiębiorcę budowlanego/transportowego pojazdów klasy City-HCT/HCV. Z jego punktu widzenia inwestycje w taki tabor muszą wykazywać pełne uzasadnienie biznesowe. Pojazdy te muszą więc mieć stale

zagwarantowane zajęcie, a nie jedynie wykonywać sporadyczne zlecenia. Dlatego takie pojazdy najszybciej sprawdzą się w obsłudze aglomeracji, do tego dynamicznie się rozwijających, co przekłada się na liczbę, wielkość i typ występujących w nich inwestycji.

Na tej podstawie, analizując także pierwsze prace szwedzkie w tej sferze oraz dodatkowo uwzględniając korzyści związane z implementacją zestawów klasy HCT-HCV, da się przyjąć, że w największych miastach pojazdy kategorii City-HCT/HCV są w stanie przejąć od 3 do 7% pracy przewozowej wykonywanej dotąd przez pojazdy lżejsze. Powyższe oznacza redukcję od 2 do 4% pojazdów oraz analogicznej liczby kierowców. Redukcje w zużyciu paliwa i emisji wymagają tu dodatkowych analiz. Co trzeba mianowicie podkreślić, w odróżnieniu od konsekwentnego ruchu wahadłowego w obsłudze sektora logistycznego albo drzewnego, obsługa sektora budowlanego wiąże się ze znaczną indywidualizacją, utrudniającą podawanie w miarę stałych danych – każdy projekt jest mianowicie inny i na kolejnych etapach swojego wykonywania wymaga wdrożenia innych rodzajów taboru w innych ilościach.

Dlatego propozycję City-HCT/HCV należy wyłącznie traktować jako pewne wyjście ciekawe, lecz wdrożeniowo wybitnie niszowe. Niemniej, z drugiej strony, przy obecnym zatłoczeniu aglomeracyjnego ruchu drogowego oraz nastawieniu mieszkańców tych ośrodków co do wymaganych standardów swojego życia, każda inicjatywa zmierzająca do ograniczenia ruchu zasługuje przynajmniej na rozpatrzenie. Analogicznie jak każda inicjatywa ukierunkowana na mniejsze zanieczyszczenie i hałas oraz mniejsze zapotrzebowanie na kierowców ciężarówek – zasób pracy niezwykle rzadki i cenny w obecnych czasach.

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*, red. A. Gozdek, „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.

6. Brach J. [2022c], *5-osiowe wywrotki klasy HCT do obsługi dostaw miejskich*, cz. 1, <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/5-osiowe-wywrotki-klasy-HCT-do-obslugi-dostaw-miejskich-Cz-1,47108,1>, cz.2, <https://www.auto-motor-i-sport.pl/ciezarowki-i-autobusy/5-osiowe-wywrotki-klasy-HCT-do-obslugi-dostaw-miejskich-Cz-2,47109,1> (dostęp: 11.12.2022).
7. Cederstav F., *HCT city project in Sweden – an overview*, RISE, https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/bilder/hct_22_oct.pdf, <https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2022-10/nordic-hct-conference-2022-powerpoint.pdf> (dostęp: 23.11.2022).
8. Frimann Mortensen M., *Learnings from Denmark*, Danish Road Directorate, <https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2022-10/nordic-hct-conference-2022-powerpoint.pdf> (dostęp: 11.11.2022)
9. Lahti O., *City HCT experiences in Helsinki*, <https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2022-10/nordic-hct-conference-2022-powerpoint.pdf> (dostęp: 11.11.2022).
10. Segerborg-Fick A., *HCT City – a pilot study in real life*, Utvecklingsledare, EcoLoop, https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/bilder/hct_22_oct.pdf (dostęp: 23.11.2022).
11. Segerborg A., Larsson L., Olsson E. [2020], *HCT (High Capacity Transport) City – ökad energieffektivitet med minskat CO2-utsläpp i staden, Delprogrammet Effektiva och uppkopplade transportsystem – FFI – 2019-06-11*, Projektnr: 2019-03096, 30 września 2020.

Materiały internetowe

1. <https://www.lindholmen.se/sv> (dostęp: 11.06.2022).

The concept of introducing City-HCT/HCV vehicles in cities: assumptions, implementation areas, main challenges and benefits

Summary

In the article, the author touched on the subject of introducing City-HCT/HCV vehicles in cities, mainly the larger ones. These are solo vehicles or combinations with an increased gross vehicle weight. This issue is presented as a new one, although multi-axle mega multi-ton trucks have been successfully operated in the Netherlands for years. Currently, intensive work aimed at implementing this solution is being carried out in Sweden. The main goal of this implementation is to reduce truck traffic in cities, which is to result in less congestion on the roads and lower noise, fuel consumption and emissions of harmful substances. In this article, the author analyzes whether the introduction of this concept makes sense and presents his own view in that field. The article, due to the lack of the Polish research in this area, was written mainly on the basis of available foreign literature, mainly the Swedish one, including the results of tests carried out there and numerous theoretical considerations.

Keywords: City HCT-HCV/SEC class vehicles, MET/MEV and MET-City vehicles
