

Jarosław Brach

Polska Izba Spedycji i Logistyki
<https://orcid.org/0000-0002-7615-3893>

Dostawy w godzinach pozaszczytowych, w tym nocnych: analiza ekonomiczno-organizacyjno-wdrożeniowa

Streszczenie

W artykule poruszono tematykę celowości wprowadzenia dostaw w miastach do sklepów i restauracji, realizowanych w godzinach pozaszczytowych. Jego celem jest wskazanie na liczne korzyści, jakie da się uzyskać, w kontrolowany sposób wprowadzając takie dostawy. Zasadnicza teza badawcza brzmi, że właściwe wdrożenie w godzinach wieczornych czy nocnych dostaw do miast określonych ładunków w branżach handlu detalicznego i restauracyjnej przekłada się na możliwość uzyskania licznych korzyści w sferach m.in. ekonomicznej, ekologicznej i organizacyjnej. Takie dostawy wykazują zatem silne uzasadnienie ekonomiczne, społeczne i ekologiczne. Pozyskane dane i informacje pochodzą ze źródeł wtórnych w postaci publikacji, w tym naukowych, prezentowanych przez zagraniczne – szwedzkie i niemieckie – ośrodki badawcze oraz same firmy, w tym dostawców taboru i obsługiwane podmioty z sektorów handlu detalicznego oraz restauracyjnego zaangażowane w proces wdrażania dostaw w godzinach pozaszczytowych.

Słowa kluczowe: nowoczesne miasto, dostawy w godzinach pozaszczytowych

Kody klasyfikacji JEL: R41, R42

1. Wprowadzenie

Współczesne miasta, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych oraz o wysokim PKB *per capita*, zmieniają się niezwykle szybko. Te zmiany wpływają na wiele sfer bieżącego funkcjonowania takich miast. Z jednej strony rośnie w nich liczba mieszkańców, co przekłada się chociażby na narastające zatłoczenie na drogach, ze wszystkimi tego negatywnymi następstwami w postaci korków, strat czasu i innych zasobów oraz wzrostu poziomu hałasu i zanieczyszczeń, co w ewidentny sposób prowadzi do spadku jakości – standardu życia. Z drugiej jednak, przy wskazanych wyzwaniach i ograniczeniach, ludzie chcą żyć w zielonej przestrzeni, niezakłóconej przez m.in. drogi i parkingi, nie mierzyć się z problemem braku miejsca, o dowolnej porze móc się swobodnie przemieszczać z miejsca na miejsce, a wszystkie swoje bytowe potrzeby zaspokajać możliwie szybko i przy jak najniższym wydatku finansowym. Dlatego niezwykle ważna okazuje się również identyfikacja problemów i dysfunkcji w transporcie miejskim – transporcie w miastach, co może znacząco przyczynić się do zwiększenia jego funkcjonalności [Tundys, 2008]. Ogólnie ujmując, pojawiają się problemy o implikacjach społecznych, ekonomicznych i ekologicznych [Szołtysek, 2008; Ejdyś, 2021, s. 812].

Powyższe prowadzi oczywiście do pojawiania się szeregu duomatów i trilematów, jak te dotyczące wzrostu liczby – nieraz coraz większych – pojazdów i skrócenia czasu jazdy przy zadanych ograniczeniach infrastrukturalnych. Pociąga to za sobą konieczne zmiany w licznych obszarach. Jednym z nich jest sfera dostaw dystrybucyjnych, w tym zmian pór dnia ich dokonywania – tzn. przesunięcia ich z godzin w szczycie lub tuż poza nim na godziny wieczorne, nocne bądź wczesnoporanne.

Podstawowym celem tego artykułu jest omówienie aktualnie realizowanych w jednych z głównych miast europejskich, takich jak Sztokholm, Berlin i Monachium, wdrożeniowych projektów badawczych polegających na przeniesieniu dostaw artykułów do miast, w tym głównie artykułów spożywczych, na tzw. godziny pozaszczytowe. W tym kontekście szczególnie ważne jest wskazanie na korzyści płynące z wdrażania dostaw tego rodzaju, w tym czasowe, kosztowe, organizacyjne, mobilnościowe i ekologiczne. Poza tym przy omawianiu i ocenie tej tematyki istotne pozostaje zwrócenie uwagi na:

- konieczne zmiany taborowe – w sferze pojazdów samochodowych używanych do wykonywania takich dostaw. Kwestia zasadniczo dotyczy odchodzenia od pojazdów z tradycyjnym układem napędowym na olej napędowy na rzecz układów hybrydowych – spalinowo-elektrycznych oraz układów w pełni elektrycznych czy gazowo-/wodorowo-elektrycznych (z ogniwami paliwowymi);
- zagrożenia i wyzwania, jakie wiążą się z koniecznymi zmianami organizacyjnymi towarzyszącymi dostawom w godzinach pozaszczytowych, a nie dotyczącymi jedynie samych przewoźników, ale i innych stron włączonych w te procesy, jak załadownicy czy szczególnie odbiorcy. W odniesieniu bowiem do tych ostatnich pojawia się wiele nowych obszarów, które także równolegle muszą zostać rozpatrzone, jak samo potwierdzenie dostaw i ich właściwe rozmieszczenie w przyjmującym obiekcie;

- sfery badawcze i wdrożeniowe, jakie jeszcze muszą zostać uwzględnione w takiej implementacji. Niezwykle ważną w tym rolę pełni właściwe i antycypacyjne – wyprzedzające – zidentyfikowanie podstawowych pól tematycznych, jakie muszą być bezwzględnie wzięte pod uwagę już na etapie planowania miejskich dostaw ładunków w godzinach pozaszczytowych. Zagadnienie m.in. dotyczy predykcyjnego postawienia odpowiednich pytań badawczo-problemowych, by następnie sam proces wprowadzania przebiegał maksymalnie płynnie, gładko i zwinnie, bez zbędnych wydatków zasobowych, w tym czasu, pracy ludzkiej oraz pracy uprzedmiotowionej.

Zasadnicza teza badawcza postawiona w tym artykule brzmi, że właściwe wdrożenie dostaw do miast określonych ładunków w branżach handlu detalicznego i restauracyjnej przekłada się na możliwość uzyskania licznych korzyści w połączonych tu układach: ekonomicznym – spadek kosztów wykonania danej pracy przewozowej, możliwość szybszego i większego skupienia się przez personel obiektów handlowych i restauracyjnych na obsłudze klientów, a nie na przyjmowaniu dostaw; czasowym – skrócenie czasu dostawy notowane po stronie przewoźnika – oraz organizacyjnym – lepsze spożytkowanie do wykonania tej samej pracy przewozowej i dostawczej dostępnych zasobów ludzkich i sprzętowych, taborowych. Do tego dochodzą względy ekologiczne. Przy czym czynnik ekologiczny pełni tu zarówno rolę warunkującą, jak i dynamizująco-odblokowującą takie dostawy. Z jednej strony takie dostawy są realnie bowiem możliwe do wykonania w obecnych warunkach europejskich praktycznie jedynie przy pomocy pojazdów zelektryfikowanych z możliwością poruszania się w trybie jazdy cichej. Powyższe nie wyklucza więc możliwości wdrożenia równoległych hybryd z bateriami pokładowymi o odpowiedniej pojemności. Z drugiej te dostawy przyczyniają się do zmniejszenia wydatku energetycznego na dany tonokilometr (tkm). Tym samym do realizacji danej pracy przewozowej trzeba mniej zarówno energii elektrycznej, jak i paliw na bazie węglowodorowej czy biopaliw. A mniejszy jednostkowy przeliczeniowy wydatek energii zawsze oznacza mniejsze obciążenie bezpośrednie (brak zużycia paliw kopalnych i emisji związanej z tym zużyciem) i pośrednio-alternatywne (możliwość wykorzystania niezużytych paliw i/ czy energii do innych celów) środowiska. Poza tym dochodzą pozytywne elementy związane z ograniczeniem ruchu w godzinach jego największego natężenia, co z kolei przekłada się na jakże wskazane, w pierwszym rzędzie w metropoliach, działania antykorkogenne.

W układzie metodologicznym autor zasadniczo oparł się na analizie dostępnych materiałów. W sferze kryteriów doboru źródeł i studiów przypadków postawiono na trafność i aktualność prezentowanych treści, ich oryginalność oraz unikatowość wykonanych badań. Te warunki uzasadniały dobór wykorzystanych tekstów. Dobrane źródła są zarazem wiarygodne, gdyż pozyskane do tego artykułu dane i informacje pochodzą z dwóch głównych źródeł wtórnych. Pierwszym są publikacje, w tym naukowe, prezentowane przez zagraniczne – szwedzkie i niemieckie – ośrodki badawcze, obecnie w Europie badawczo przodujące w omawianej dziedzinie. Drugim zasadniczym źródłem są materiały pochodzące z samych firm, w tym od dostawców taboru i obsługiwanych podmiotów z sektorów handlu detalicznego oraz restauracyjnego (HoReCa), zaangażowanych w proces wdrażania dostaw w godzinach

pozaszczytowych. Ponieważ przegląd literatury jest zasadniczą metodą badań, dobierając wskazane źródła i pozycje zastosowano standardową procedurę czteroetapową, polegającą na: 1) zdefiniowaniu tematu; 2) wstępnym wyszukiwaniu, by ocenić zakres wiedzy niezbędnej do pozyskania; 3) dokładnym wyszukiwaniu za pomocą baz danych projektów, portali z literaturą naukową oraz informacji prasowych uzupełnionych o posiadane wewnętrzne informacje wybranych interesariuszy. Następnie dokonano 4) selekcji wybranych źródeł na podstawie wskazanych wyżej kryteriów w postaci ich trafności, aktualności, autorytetu i zgodności z celami badania, z uwzględnieniem luk badawczych i ram teoretycznych.

Prezentowana publikacja jest jednym z pierwszych w Polsce naukowych opracowań poświęconych tej tematyce. Tym samym może przyczynić się do pewnego ograniczenia w luce badawczej, jaka występuje w tej dziedzinie w naszym kraju nie tylko w samym piśmiennictwie naukowym, ale także w tym o bardziej popularyzatorskim charakterze. Poza tym autor porusza pewne kwestie techniczne, istotne z punktu widzenia samej istoty wdrożeń, a rzadko w takim wymiarze zrozumiane i podejmowane w publikacjach ekonomicznych.

Jednocześnie autor zaznacza, że od 30 lat jest zawodowym dziennikarzem zajmującym się tematyką transportu drogowego. W ramach tej pracy ma dostęp do licznych materiałów pierwotnych i wewnętrznych oraz osób, do których dostęp – jako polskiego naukowca – bywa utrudniony czy wręcz niemożliwy. Informacje pozyskane z tych źródeł są niezwykle cenne badawczo – dlatego są zamieszczane pomimo możliwych zarzutów o posługiwanie się źródłami trudnymi do naukowej weryfikacji.

2. Zdefiniowanie zasadniczych obszarów wdrożenia – skupienie się na bardziej zrównoważonym mieście a problematyka dostaw w nim ładunków w godzinach pozaszczytowych

Problematykę badań w obszarze pozaszczytowych, w tym nocnych, dostaw należy analizować i rozpatrywać w zdecydowanie szerszym kontekście. Wpisuje się ona bowiem w kwestie związane ze zrównoważonym transportem w miastach przy zachodzącym zrównoważonym rozwoju samych miast czy – szerzej – ze zrównoważonymi systemami transportowymi oraz ogólnie koncepcją zrównoważonego rozwoju i ideą tzw. bystro-inteligentnego miasta (*smart city*).

W swoim raporcie z 2016 roku Grupa Doradcza Wysokiego Szczebla Sekretarza Generalnego zdefiniowała zrównoważony transport jako „świadczenie usług i infrastruktury dla mobilności ludzi i towarów – wspierające rozwój gospodarczy i społeczny z korzyścią dla dzisiejszych i przyszłych pokoleń – w sposób bezpieczny, przystępny cenowo, dostępny, wydajny i odporny, przy jednoczesnej minimalizacji emisji dwutlenku węgla i innych substancji oraz wpływu na środowisko” [United Nations, 2016]. Zrównoważony transport nie jest zatem celem samym w sobie, lecz środkiem do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju [United Nations, 2021, s. 12]. Zrównoważony transport odnosi się do środków transportu, które

są energooszczędne, niskoemisyjne lub bezemisyjne i przystępne cenowo [Shah i in., 2021; Pemucar i in., 2021, s. 1093–1112]. Zrównoważony transport można więc osiągnąć za pomocą różnych środków, takich jak pojazdy elektryczne i zasilane paliwami alternatywnymi oraz niskoemisyjny transport publiczny. Korzyści płynące ze zrównoważonego transportu obejmują oszczędności kosztów paliwa i pojazdów, redukcję emisji gazów cieplarnianych oraz poprawę jakości powietrza [Patil, 2021, s. 116–129; Liu i in., 2019, s. 1023–1032; Etukudoh i in., 2024, s. 1]. Na tej podstawie da się wobec tego stwierdzić, że od strony techniczno-taborowej pojęcie zrównoważony transport odnosi się do wszelkich środków transportu o niskim wpływie na środowisko, w tym do ruchu pieszego i rowerowego, oraz technologii umożliwiających przemieszczanie ludzi, ładunków i informacji w sposób, który zmniejsza ich wpływ na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo [Prasad, 2020, s. 31]. Celem zrównoważonego transportu jest zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko i wspieranie potrzeb mobilnościowych społeczeństwa w sposób, który nie ogranicza potrzeb mobilnościowych przyszłych pokoleń. W tym kontekście zrównoważone rozwiązania transportowe podkreślają wzrost efektywności dobrze zaprojektowanych systemów transportu publicznego i ogromny skok technologiczny, jaki osiągnęły pojazdy elektryczne zasilane akumulatorami. Droga do zrównoważonego transportu nie jest jednak pozbawiona wyzwań, takich jak ograniczenia infrastrukturalne, koszty i konieczność zmiany zachowań [Etukudoh i in., 2024, s. 1]. W rezultacie zrównoważony system transportowy musi zapewniać mobilność i dostępność wszystkim mieszkańcom miast, w bezpiecznym i przyjaznym dla środowiska środku transportu. Jest to złożone i trudne zadanie, gdy potrzeby i wymagania osób należących do różnych grup dochodowych są nie tylko zróżnicowane, ale często sprzeczne [Mohan, Tiwari, 1999, s. 1].

Brytyjski Departament Biznesu, Innowacji i Umiejętności postrzega natomiast tzw. *smart city* – inteligentne miasta jako proces, a nie statyczny rezultat, w którym zwiększone zaangażowanie obywateli, infrastruktura twarda, kapitał społeczny i technologie cyfrowe sprawiają, że miasta stają się bardziej przyjazne do życia i odporne oraz lepiej reagują na wyzwania. CISCO definiuje inteligentne miasta jako miasta wdrażające skalowalne rozwiązania wykorzystujące technologie informacyjno-komunikacyjne (zwiększają one efektywność, obniżają koszty i poprawiają jakość życia) [Prasad, 2020, s. 18].

Za tzw. inteligentne – a zdaniem autora – bystro-inteligentne miasto [Brach, 2021, 2022] przyjęto miasto, które cechują:

- eklektyzm i holizm w spojrzeniu na analizowane problemy,
- elastyczność w działaniu, w tym we wdrożeniach,
- zdolność do szybkiej reakcji na zmiany potrzeb własnych mieszkańców oraz osób w nim czasowo przebywających – pracujących w nim, zwiedzających je,
- zainteresowanie we wprowadzaniu nowinek technologicznych czy organizacyjnych, jeśli przyczyniają się one do wzrostu dobrobytu mieszkańców i relatywnego obniżenia kosztów życia oraz lepszego spożytkowania zasobów, w tym szczególnego poszanowania zasobów niemożliwych do odzyskania, jak czas, czy rzadkich, jak środowisko, co z kolei przejawia się poprzez wzrastającą i przyspieszającą poszerzoną i pogłębianą (obejmującą coraz

więcej dziedzin życia i w poszczególnych dziedzinach dotyczącą stale wzrastającej liczby elementów czy/i obszarów) ekologizację wszelkich poczynąń.

Tym samym inteligentne/bystro-inteligentne miasto to miasto stale się rozwijające w sposób zrównoważony, polepszające byt osób w nim przebywających na wszelkie możliwe, społecznie akceptowalne i ekonomicznie uzasadnione sposoby. To zatem miasto ukierunkowane na wzrost standardu życia ich mieszkańców bez obciążania przyszłych pokoleń w układach ekonomicznym (poprzez dług), ekologicznym (poprzez zanieczyszczenie i zniszczenie przyrody) i obszarowym (poprzez zabieranie coraz większych terenów na budynki i budowle oraz składowe infrastruktury kosztem terenów zielonych). Tym bardziej, że przestrzeń w miastach staje się dobrem realnie coraz rzadszym – cennym, droższym i jest jej coraz mniej. Dlatego przyszłe bystro-inteligentne miasto w ramach rozwoju podtrzymywalnego [Skowroński, 2006, s. 47–57] nie może sobie dalej pozwolić na takie marnotrawstwo terenu. Teoria rozwoju podtrzymywalnego wywodzi się wprost z teorii rozwoju zrównoważonego. Kwestia dotyczy jednak nie tylko samego poprawnego tłumaczenia angielskiego terminu *sustainable*, tzn. tego, czy słowo to powinno oznaczać jedynie samo zrównoważenie, czy też jego sens wydaje się być o wiele większy. Otóż samo zrównoważenie [Synonim.net, 2021] odnośnie do równomierności ruchu da się też określić jako jednostajność, niewywrotność, niezmienność, równomierność, stabilność, stałość, stateczność, trwałość. Natomiast zdaniem autora należy tu jeszcze dodać kwestie związane z dobrobytem, a szczególnie tę, że zrównoważenie powinno się także w tym kontekście definiować jako poprawę dobrobytu i dobrostanu ekonomicznego oraz ekologicznego przyszłych pokoleń bez obciążania ich za to przez obecne pokolenia, tzn. dokonywania przez współcześnie żyjących inwestycji/wydatków na kredyt, spłatą którego będą obciążeni żyjący w przyszłości, oraz takiego czerpania z przyrody, w tym nie tylko jej dóbr nieodnawialnych, ale odnawialnych, by także ci żyjący za jakiś czas mogli korzystać z ich dobrodziejstw przynajmniej nie w stopniu mniejszym niż żyjący przed nimi. Kwestia odnosi się tu także do tzw. społecznego kredytu ekologicznego, tzn. czerpania przez obecne pokolenia z wykorzystania odnawialnych zasobów określonych korzyści, w tym materialnych, i następnie zaciągania kredytów, by te zasoby odnowić. Koszty ekonomiczne – odsetkowe tych kredytów mogą jednak wyraźnie przekraczać wcześniejsze bezpośrednie korzyści finansowe (jak przykładowo ze sprzedaży drewna czy terenu zielonego) zaczerpnięte z pierwotnego spożytkowania tych zasobów.

W takiej sytuacji głównym wyzwaniem dla planistów stają się skomunikowanie i integracja różnych środków transportu ze sobą nawzajem oraz z mieszkańcami i infrastrukturą, by stworzyć jeden spójny system – zintegrowany, wielowymiarowy, maksymalnie oszczędny zasobowo – wymagający/zużywający jak najmniej zasobów do swojego funkcjonowania oraz sam „produkujący” bądź/i przyczyniający się do powstawania jak najmniej wszelkiego rodzaju odpadów – zarówno materialnych, jak i nienamacalnych, jak czas.

W takim układzie w obecnych realiach pojęcie mobilności w środowisku miejskim nabiera zupełnie nowego wymiaru, w odniesieniu do sfery zarówno osobowej, jak i towarowej. Dlatego nowoczesny miejski transport towarowy odgrywa kluczową rolę we współczesnych

ośrodkach miejskich, w tym głównie aglomeracyjnych, pragnących dobrze spełniać swoją funkcję i rozwijać się w sposób zrównoważony [Łomża, Larsson, 2018]. Taki zrównoważony rozwój można definiować jako wzrost ogólnie pojętego dobrobytu obecnych pokoleń bez obciążania przyszłych pokoleń wszelkimi kosztami ekonomicznymi, społecznymi i ekologicznymi tego wzrostu. Takie podejście wymaga zaś wprowadzania holistycznie – systemowo zrównoważonego transportu. Punktem wyjścia podczas tworzenia rozwiązań transportowych przygotowanych do wdrożenia stają się więc teraźniejsze i przyszłe potrzeby klienta, czyli społeczeństwa. I takiemu bazowemu wyzwaniu bezwzględnie muszą stawić czoła dostawcy środków transportu. Oczywiście jest to wyłącznie wyzwanie bazowe, dające się zdezagregować na liczne czynniki składowe.

Po pierwsze, użytkownik przemieszczania w miastach musi się mierzyć z takimi elementami jak: wzmożony ruch, możliwie niższe bezpieczeństwo poruszania się, troska o środowisko, silna presja na czas oraz szeroko pojęta opłacalność działania. Te same czynniki musi również wziąć pod uwagę dostawca taboru, który jednocześnie chce/musi zapewniać atrakcyjne warunki pracy/jazdy. Po drugie, rozwiązania transportowe dla miast obejmują każdy typ zadań. W odniesieniu do przewozów towarowych kwestia dotyczy bardzo różnorodnego zbioru czynności: od dystrybucji ładunków i zbiórki odpadów komunalnych po zaawansowane, zrównoważone systemy logistyczne ukierunkowane na maksymalizację wydajności. Po trzecie, w dużych ośrodkach miejskich o znacznym zagęszczeniu ludności przewóz na ogół odbywa się na krótkich dystansach. Niemniej automatycznym wyzwaniem staje się konieczność bezkolizyjnego dzielenia jezdni z innymi licznymi uczestnikami ruchu.

Bez względu też na motyw urbanizacji [Daimler – Mercedes-Benz Van, 2018] oczywiste jest, że megamiasta już uginają się pod naporem wzrostu populacji w połączeniu z pragnieniem przez ich mieszkańców elastycznej mobilności. To powoduje, że infrastruktura komunikacyjna dochodzi do granic swoich możliwości – przepustowości. Co gorsza, długie czasy planowania i budowy oznaczają, że rozbudowa sieci transportowej nie nadąży za wzrostem liczby ludności i jej mobilności. Do tego, ponieważ tendencja urbanizacji trwa nieprzerwanie, zapotrzebowanie na mobilność jeszcze wzrośnie, podczas gdy infrastruktura drogowa w wielu miejscach oferuje bardzo mało przestrzeni na swój dalszy wzrost i rozwój, zostawiając niewielkie pole do dokonania bardziej efektywnych manewrów. Zapewnienie skutecznych, zrównoważonych usług w godzinach szczytu i poza domem wymaga w takim razie innego myślenia, gdyż urbanizacja i rosnąca potrzeba mobilności wymagają nowych koncepcji transportowych. Wciąż bowiem rośnie liczba pojazdów, co niemal nieuchronnie prowadzi do zablokowania – „załamania” ruchu. Coraz więcej miast decyduje się więc na ograniczanie nowych rejestracji, ogłaszanie tymczasowych zakazów jazdy lub wyłączanie prywatnego ruchu aut ze swoich centrów.

Za inne skojarzone, zasadnicze wyzwanie należy uznać postulat „Więcej miejsca na domy”. Przestrzeń miejska sama w sobie jest cennym zasobem miasta. Jeśli więcej ludzi zdecyduje się na przesiadkę z własnych aut do transportu publicznego, a dostawy towarów/ładunków będą realizowane bardziej efektywnie, nie trzeba będzie budować aż tylu kolejnych nowych

dróg. W rezultacie więcej miejsca zostanie dla budynków mieszkalnych, biurowców oraz terenów rekreacyjnych dla mieszkańców. Trasy czystych i cichych, zelektryfikowanych autobusów i ciężarówek będą mogły mianowicie przebiegać nawet wewnątrz budynków, a operacje przewozowe da się wykonywać nocą bądź w porze wczesnoporannej. Co więcej, można wytyczyć strefy wyłączone z ruchu pojazdów spalinowych.

Niemniej towarzyszy temu dalsza ekonomizacja funkcjonowania podmiotów gospodarczych, zachodząca w sytuacji potężnego wzrostu liczby zamówień, stanowiącego pochodną kilku połączonych elementów. Miasta – szczególnie duże, nowoczesne, bogate metropolie, dynamicznie się rozwijające – zamieszkują bowiem konsumenci aktywni, niezwykle wymagający, wyznaczający nowe trendy i kreujący nowe potrzeby, chcący łączyć konsumpcjonizm z ekologizmem. W efekcie miasta na całym świecie stają w obliczu podobnych wyzwań: muszą pogodzić nasilającą się urbanizację z uwarunkowaniami środowiskowymi i wydajnym transportem dla wszystkich mieszkańców. Zarazem przyspiesza postęp techniczny – pojawia się nowa generacja sieci przesyłania danych i rośnie liczba połączonych ze sobą urządzeń, co powszechnie określa się jako „Internet rzeczy”. Poza tym rozwijają się powiązane ze sobą automatyzacja i pojazdy autonomiczne. W takim układzie pragnienia mobilności i tworzenia miast, w których warto żyć, nie mogą być sprzeczne, ale zarazem nastawione na to, że natężenie ruchu spadnie, a dotychczas zatłoczone drogi i parkingi mogą zostać zwolnione, a nawet zrekultywowane, zwalniając przestrzeń na planowanie innych obiektów czy terenów zielonych. Oznacza to nowe dzielnice, parki, kawiarnie, tereny sportowe – wszystko, co sprawia, że warto żyć w mieście. Generalnie ma być bardziej zielono, a powszechną dotąd tzw. betonozę ma zastąpić współżycie z naturą na maksymalnie zrównoważonych zasadach.

W tych realiach transport przyszłości w miastach powinien być jeszcze bardziej elastyczny i lepiej dopasowany do różnych, nawet mocno zindywidualizowanych potrzeb. Rozbudowane, bardzo wydajne systemy telematyczne spowodują, że na rynku dostaw towarowych dostawy szybsze i bardziej zindywidualizowane okażą się droższe, a wolniejsze i wspólne będą tańsze.

Jednym z narzędzi służących do osiągnięcia wskazanych wyżej celów jest wdrożenie dostaw części ładunków poza szczytem, przy pomocy taboru mogącego się poruszać w trybie cichym (równolegle hybrydy, pojazdy w pełni elektryczne, pojazdy wodorowe na ogniwa paliwowe).

3. Przegląd realizowanych w ostatnich latach w Europie projektów badawczych dotyczących dostaw w godzinach pozaszczytowych

3.1. Pierwsze próby w Polsce

Analizując samą problematykę realizacji dostaw w miastach ładunków poza szczytem – w tym nocą, trzeba wskazać, że nie zalicza się ona do zagadnień nowych [Brach, 2023, s. 229]. Takie dostawy były już mianowicie wykonywane wiele lat temu. Przykładowo w Polsce eks-

perymentowano z nimi w latach 80. [Polskie Radio, 1985], wskazując, że przejazdy samochodów dystrybucyjnych nocą (ciężarówki Star 28/29 i Avia A31) – ze względu na mniejszy ruch na ulicach – mogą się odbywać szybciej i taniej, m.in. ze względu na niższe zużycie paliwa, ułatwione parkowanie, płynniejszy ruch – ograniczoną liczbę operacji hamowań i startów – przyspieszeń oraz szybszy rozładunek. Co więcej, notowano wzrost bezpieczeństwa ruchu drogowego, a realizujący takie nocne dostawy – pracownicy magazynów, kierowcy, obsługa sklepów – otrzymywali za nie dodatkową gratyfikację pieniężną. Jednocześnie oczywista wada takich dostaw polegała na ich hałaśliwości, szczególnie jeśli zaopatrywane w ten sposób sklepy były położone w środku osiedli. Dlatego dosyć szybko ten pomysł upadł. Jednak jego przewagi kosztowe, ekologiczne i organizacyjne nadal zaliczają się do na tyle znacznych, że powoli zaczyna się powracać do tej idei, naturalnie przy spełnieniu obecnych wymogów co do emisji hałasu i zanieczyszczeń. Tym bardziej, że są już dostępne drogowe technologie dostawcze pozwalające na niemal bezgłośnie zaopatrzenie. Kwestia dotyczy napędu elektrycznego, który pozostaje cichy i zeroemisyjny.

3.2. Próby w Sztokholmie

Na pojazdy klasy tonażowej ciężkiej z powodu hałasu w centrum Sztokholmu są zwykle nakładane ograniczenia do jazdy nocą. Zamiast tego zdarza się, że często dostawy są dozwolone, gdy sklepy i restauracje przygotowują się do rozpoczęcia dnia pracy, czyli w trakcie godzin porannego szczytu. Dla zminimalizowania sytuacji, w której ciężarówki dostawcze utknęłyby w korku lub powodowały kolejne, Sztokholm rozszerzył swoje pilotażowe badania dotyczące dostaw z dnia na dzień. Ten środek opiera się na pierwszym pilotażowym projekcie dostaw poza godzinami szczytu w Sztokholmie, przeprowadzonym w latach 2014–2016. W ramach tego projektu zbadano, w jaki sposób można znieść nocny zakaz ruchu ciężarówek, wykorzystując czyste i ciche pojazdy, aby zwiększyć przepustowość istniejącej infrastruktury. Testy wykazały pozytywne rezultaty w zakresie efektywności transportu i redukcji emisji. Poranne korki mogły zostać zmniejszone, a dostawy były bardziej wydajne w nocy, gdy ulice były wolne. Aby wdrożyć nowy system cichych dostaw nocnych, w tym elektryczny samochód dostawczy typu *plug-in*, opracowano procedurę przetargową, a zwycięskie konsorcjum składało się z firm Scania, Havi Logistics i McDonald's. Konsorcjum to miało przetestować cichy elektryczny pojazd hybrydowy typu *plug-in* do nocnych dostaw do restauracji McDonald's w centrum Sztokholmu. Przy tym doświadczenia z poprzedniego pilotażu poza godzinami szczytu pokazały, że oprócz cichych pojazdów, konieczne jest ograniczenie hałasu podczas rozładunku towarów. W związku z tym niezbędne okazało się również wdrożenie takich środków jak ciche koła w wózkach transportowych itp. Próby te prowadzono najpierw w ramach inicjatywy UE Civitas Eccentric [2023] na podstawie umowy o współpracy pomiędzy miastem Sztokholm, McDonald's i jego partnerem logistycznym HAVI, Królewskim Instytutem Technologicznym/Royal Institute of Technology w Sztokholmie (Politechniką Królewską) oraz Scanią. HAVI, jako

operator – globalny dostawca usług logistycznych dla McDonald's na całym świecie, w Szwecji współpracuje z tym amerykańskim podmiotem od 1989 roku. Ponieważ, jak wskazano, w stolicy Szwecji – ze względu na ograniczenia emisji hałasu – dostawy w centrum miasta w porze nocnej – tzn. między godzinami 22:00 a 6:00 – są zwykle niedozwolone (ogólny zakaz ruchu ciężarówek), przeprowadzono tam badania dotyczące sensu wdrażania takich właśnie dostaw. W celu realizacji tego przedsięwzięcia miasto udzieliło więc specjalnego zezwolenia na testowanie dostaw nocnych lub poza szczytem [HAVI, 2023; Scania, 2019; Brach, 2020, s. 45]. Na tej podstawie uznano nawet, że przepisy te mogą zostać dostosowane w wyniku wprowadzenia tego środka. Sztokholm, aby pomóc swoim mieszkańcom dobrze spać, na swoim terenie postanowił zatem ocenić i zbadać następstwa dostaw nocnych o zerowej emisji. Odbywały się one pojazdami elektrycznymi (EV) [Civitas Eccentric, 2025], dając możliwość zmniejszenia korków w ciągu dnia bez uciążliwości dla mieszkańców w godzinach nocnych.

Rozpoczęcie działania nowego systemu dostaw nocnych zaplanowano na październik 2018 roku, a gromadzenie danych dotyczących wskaźników wydajności, takich jak efektywność dostaw i poziom hałasu, prowadzono przez rok od uruchomienia usługi. Szczególny nacisk położono na kwestie hałasu, gdyż obawa przed zakłócaniem snu mieszkańców przez hałas to jeden z głównych powodów wprowadzenia zakazu dostaw nocnych w Sztokholmie. Dane zebrane podczas tego nowego programu testowego dotyczącego dostaw nocnych z wykorzystaniem czystych i cichych pojazdów miało wykorzystać do wsparcia prac nad nowymi ramami regulacyjnymi dla transportu nocnego. Jako oczekiwane efekty wdrożenia tego programu testowego dotyczącego dostaw nocnych wskazano bardziej efektywne transport i obsługę towarów – ładunków – oraz poprawę warunków pracy i skuteczne rozwiązanie problemu hałasu. W rezultacie dostawy nocne miały być możliwe bez zakłócania spokoju mieszkańców i innych osób. W ramach tego projektu dostawy do sześciu restauracji McDonald's w centrum Sztokholmu, w których uruchomiono pilotażowe badanie mające na celu przetestowanie dostaw nocnych z użyciem cichych pojazdów zasilanych elektrycznie, zostały przeprowadzone przez HAVI przy użyciu obsługiwaną przez ten podmiot hybrydowej ciężarówki Scania typu *plug-in*. Ponieważ taka hybryda mogła cicho – w trybie w pełni elektrycznym – pokonywać wówczas dystans do 10 kilometrów, dostawy mogły być realizowane niezwykle wydajnie w nocy na prawie pustych ulicach. Dlatego miasto Sztokholm zwolniło te próbne dostawy z zakazu nocnego. Tymczasem – jak wskazano – przy normalnych ograniczeniach większość dostaw detalicznych jest planowana na poranki przed rozpoczęciem działalności, a ciężarówki są konsekwentnie eksploatowane w godzinach szczytu. Ogólnie konsorcjum odpowiedzialne za projekt zbadało, jaką korzyść dla środowiska osiąga się wskutek eliminacji części ciężarówek z ruchu w godzinach szczytu, przy notowanej zawsze dobrej dostępności, bez stania na światłach, korków i konieczności uwzględniania poruszania się przez innych jadących oraz pieszych. Generalnie od stycznia do końca sierpnia 2019 roku HAVI realizował trzy cotygodniowe trasy dostaw ze swojego magazynu, znajdującego się 22 km od śródmieścia Sztokholmu. Do sprawdzianu wybrano wariant napędzany kombinacją elektryczności i paliwa bez udziału paliw kopalnych, gdyż zasilany biodieslem o nazwie HVO (*Hydrotreated*

Vegetable Oil), znacznie zmniejszającym emisję cząstek i CO₂. W rezultacie podczas 22-kilometrowej trasy, prowadzącej z magazynu HAVI do centrum Sztokholmu, wykorzystując HVO, auto redukowało emisję CO₂ nawet o 90%. Wjeżdżając do obszarów miejskich wrażliwych ekologicznie, takich jak centra, automatycznie przełączało się zaś na cichy i wolny od emisji napęd elektryczny, uruchamiany przez serwis – narzędzie programowe Scania Zone i wirtualne ogrodzenia lub *geofence*. Następowało zatem automatyczne dostosowanie rodzaju napędu w predefiniowanych strefach. Połączenie i korzystanie z usługi strefowej Scania Zone ukierunkowano na pomoc kierowcy, by zmniejszyć zakłócenia w ruchu w centrach. Przekraczając więc granice zdefiniowanej strefy, ciężarówka automatycznie dopasowywała się do istniejących przepisów, takich jak standardy emisji i przestrzeganie ograniczeń prędkości. Powyższe oznaczało, że spełniała warunki jazdy na wcześniej określonym obszarze. Dla tych wirtualnych stref ruchu da się określić, który silnik będzie używany, i dostosować prędkość jazdy do rzeczywistych limitów prędkości, zapewniając odpowiednie możliwości ograniczenia emisji, hałasu i innych zakłóceń w centrach miast.

Jednocześnie akumulator był ładowany zarówno przez hamowanie regeneracyjne – rekuperyjne, pozwalające na zamianę energii kinetycznej na elektryczną za każdym razem, gdy używano hamulców, jak i ładowanie zewnętrzne – przez zewnętrzne źródła zasilania. W tym drugim przypadku w pobliżu jednej z restauracji zainstalowano ładowarkę samochodową, aby zwiększyć stan naładowania akumulatorów podczas załadunku, rozładunku i przerw kierowców, zapewniając, że w centrum miasta nie wystąpi brak dostępu do elektryczności. Natomiast na dłuższych trasach między miastem a magazynem, z którego następuje wyjazd, auto mogło uruchomić silnik spalinowy zasilany HVO. To rozwiązanie łączy w sobie to, co najlepsze z dwóch światów. Pojazd jedzie cicho i bez emisji spalin we wrażliwych obszarach miejskich, ale dzięki biopaliwom może kursować z pełnym obciążeniem na autostradach bez ograniczeń zasięgu przy minimalnej emisji dwutlenku węgla. Przy tym realizowana przez te strony inicjatywa zmierzała do rozwiązania prawdziwych problemów, z jakimi borykała się ludźle mieszkający w mieście. Takie ciężarówki jeżdżą cicho i są bezemisyjne w tych wrażliwych obszarach miejskich. W tym samym czasie są one jednak zdolne do pokonywania dłuższych dystansów.

Praca w tym ośmiomiesięcznym okresie została potem przeanalizowana przez Lots Group, która porównała wydajność hybrydy typu *plug-in* z analogicznymi dostawami realizowanymi przez cztery auta dystrybucyjne Scania z tradycyjnymi silnikami Euro 5 i Euro 6. Dokonana ocena pokazała, że dostawy poza szczytem były średnio o 30% szybsze niż średnia dla równoważnej trasy przewozu w ciągu dnia. Te dostawy w nocy były też średnio o 38% szybsze niż dostawy w ciągu dnia w węższym przedziale czasowym od 7 rano do 12 w południe.

Poza tym dostawy poza szczytem wykonywane przez wersje hybrydowe i niehybrydowe przyczyniają się do niższej emisji dzięki łatwiejszemu procesowi parkowania w punktach dostawy, krótszemu staniu w korkach i tym samym samoistnemu generowaniu większego załoczenia, wyższej prędkości oraz częstszemu występowaniu na skrzyżowaniach zielonych światła – tzw. zielonej fali. Co więcej, traktowane jako referencyjne modele z jednostkami

Euro 5 i Euro 6 były zasilane odnawialnym HVO, dla danych z roku 2022 redukującym emisję związków węgla o 90% w porównaniu z konwencjonalnym paliwem kopalnym. Jednak emisje związków węgla podczas dostaw poza szczytem wersją hybrydową były średnio o 44% niższe niż w egzemplarzach referencyjnych, głównie z powodu zastosowania w hybrydzie silnika elektrycznego. Równie zachęcające okazały się skutki łagodzące dla innych emisji. Wyniki pokazały bowiem, że nocne dostawy poza szczytem dokonywane przez hybrydę *plug-in* zredukowały emisję cząstek stałych (PM10) o 28%, z kolei tlenków azotu o ponad 80%. Tak duże obniżki wynikały przede wszystkim z notowanych w nocy: mniejszej ilości czasu spędzonego na prowadzeniu pojazdu i ustawianiu się w kolejce oraz lepszej dostępności miejsc parkingowych. Jednak częściowo stanowiły pochodną włączenia odmiany Euro 5 jako samochodu referencyjnego.

W ramach oceny kierowca testowy HAVI, który prowadził hybrydę *plug-in*, został poproszony o wypowiedzenie się na temat korzyści płynących z dostaw w nocy. Stwierdził on, że o wiele łatwiej się prowadzi, ponieważ ruch jest mniejszy, łatwiejsze staje się manewrowanie oraz uwzględnia się mniej innych pojazdów. Jest także więcej miejsca do parkowania, a pracownicy restauracji z zadowoleniem przyjmują dostawy w nocy, gdyż jest mniej klientów, co daje im czas na otrzymywanie towarów bez stresu.

Dokonana ocena jasno w takim razie określa zalety dystrybucji w nocy. Nocne dostawy w Sztokholmie, możliwe dzięki wykorzystaniu aut jadących w cichym trybie elektrycznym, znacznie skracają czas wykonania zadań, zmniejszają nakłady zasobowe na nie oraz skutkują niższą emisją dwutlenku węgla, tlenku azotu i cząstek stałych. Powyższe pokazuje potencjał wyższej wydajności takich przewozów oraz korzyści ekologiczne i społeczne wynikające z realizacji dostaw poza szczytem.

Te prace dotyczące dostaw hybrydowym taborem Scanii były kontynuowane. Po wcześniejszym projekcie pilotażowym dotyczącym dostaw nocnych, Sztokholm chciał mianowicie rozszerzyć projekt o jedną elektryczną ciężarówkę typu *plug-in*. Środek ten miał na celu zbadanie wpływu dostaw towarów w nocy w porównaniu z dostawami dziennymi oraz implikacji i wymogów regulacyjnych zniesienia zakazu dostaw nocnych. W zależności od rezultatów, środek ten mógłby zostać rozszerzony o ogólnomiejski system dostaw nocnych, obejmujący dostawy cichymi, ciężkimi pojazdami ciężarowymi. W dłuższej perspektywie może to zmniejszyć korki i hałas oraz poprawić efektywność transportu.

W 2021 roku [Scania, 2021] do przeprowadzenia stosownych badań Scania dostarczyła zatem HAVI nową dystrybucyjną hybrydę typu *plug-in*. Ta ciężarówka miała umożliwić w Sztokholmie tzw. inteligentne dostawy w nocy – tzn. z powodzeniem służyć do realizacji cichych, nocnych dostaw do zlokalizowanych w Sztokholmie restauracji McDonald's. Obsługiwała ona regularne operacje HAVI w Sztokholmie i na jego przedmieściach, ale jednocześnie była poddawana próbom w kilku różnych projektach badawczych. Oznacza to, że była eksploatowana przez większość godzin, zarówno w nocy, jak i w dzień. Samo HAVI, realizując dostawy nocne w Sztokholmie od 2019 roku, pokazało potencjał niezwyklej wydajności transportu i korzyści społecznych wynikających z dostaw poza godzinami szczytu.

Nowy samochód stanowił ulepszoną wersję modeli dotychczas używanych. Tym razem miał hybrydową jednostkę chłodzącą, która mogła być zasilana energią elektryczną. Miał także własny system oraz własną baterię, aby zachować ciszę. Dostawy stały się jeszcze cichsze dzięki zastosowaniu w zabudowie windy załadowniczej i podłogi z materiałów przekładających się na dalszą redukcję hałasu. Z perspektywy środowiska pracy kierowcy HAVI po raz pierwszy wypróbowało kabinę z niskim wejściem, przyspieszającą i ułatwiającą wsiadanie i wysiadanie, co zostało docenione przez prowadzących. Ważną rolę odgrywał też znacznie dłuższy zasięg w trybie jazdy wyłącznie elektrycznej – cichej, dochodzący do 60 km. HAVI musiało się nauczyć z tego odpowiednio korzystać, by wnioski użyć do optymalizacji elektryfikacji w mieście, a nawet dalej od centrum.

Tego rodzaju innowacyjne partnerstwa i projekty są odpowiednie w drodze do bardziej zrównoważonego łańcucha dostaw. Projekt pilotażowy opierał się na tzw. procesie zakupowym, który Scania wygrała i jest on dla HAVI odpowiedni, gdyż w innych częściach Europy Scania kompleksowo współpracuje już z HAVI w zakresie optymalizacji zużycia paliwa. Ten projekt stanowił dobrą okazję do zademonstrowania i oceny możliwości, jakie oferuje hybrydowa ciężarówka dzięki technologii dostępnej tu i teraz, co pozwala zmniejszyć zależność od paliw kopalnych.

Co więcej, w ramach projektu Scania, HAVI i LogTrade wspólnie z McDonald's opracowały koncepcję, zgodnie z którą HAVI ma być w stanie dostarczać ładunki w centrum Sztokholmu bez konieczności zatrudniania przez odbiorcę personelu na miejscu. HAVI dysponuje pojazdem – hybrydową ciężarówką *plug-in* Scanii, obsługiwaną przez dwie osoby, które prowadziły auto i dostarczały ładunki. LogTrade wyposażył pojazdy, ładunki i dokumenty dostawy w cyfrowe klucze, co oznacza, że pojazdy i ładunki były stale śledzone za pomocą GPS i wysyłały sygnały do odbiorcy, że dostawa jest w drodze. W rezultacie ładunki identyfikowano, czy znajdują się we właściwym miejscu, we właściwym czasie i u właściwego dostawcy. Dwoje drzwi otwierano jednorazowym kodem, a po wejściu do środka towar umieszczano w przygotowanych miejscach. Personel przygotowywał je przed opuszczeniem lokalu. Najważniejszymi warunkami wstępnymi okazały się kwestie bezpieczeństwa i jakości. Na przykład, że to właściwy kurier dostarcza właściwe ładunki, że łańcuchy chłodnicze są nienaruszone i że istnieją inteligentne zamki. Innymi słowy, potrzebne były różne rodzaje weryfikacji i rachunków. Kolejnym ważnym czynnikiem, tworzącym wartość dodaną, była kontrola nad zarządzaniem odchyleniami, którą można osiągnąć, jeśli istnieją identyfikowalność i przejrzystość lokalizacji towarów.

Prace te odbywały się w ramach szwedzkiego projektu badawczego HITS – Hållbara & Integrerade urbana TransportSystem – Zrównoważony i Zintegrowany System Transportu Miejskiego/w Mieście. HITS to dostawy poza godzinami szczytu posunięte o krok dalej. Dla HAVI to świetny sposób na kontynuację testów przeprowadzanych wcześniej. Jego klienci są również bardziej elastyczni i ciekawi korzyści płynących z elektryczności.

Oprócz HITS, samochód brał udział w projekcie dotyczącym inteligentnych stref ruchu miejskiego, na bazie których Sztokholm tworzy platformę IoT – aby na Hornsgatan, jednej

z najbardziej ruchliwych ulic stolicy, wypróbować dynamiczny *geofencing*, z czujnikami wskazującymi kierowcom, by jeździli wolniej. Scania jest zaangażowana w to przedsięwzięcie, rozpoczęte jesienią 2021 roku.

3.3. Projekt HITS – transport poza szczytem

Według Szwedów przejście na zelektryfikowany system transportu towarowego to ważny krok w kierunku tworzenia i rozwoju zrównoważonego społeczeństwa. Dlatego m.in. w ramach projektu HITS [Closer, 2022a, 2021a, 2021b, b.d.] chciano wykazać, że logistyka to nie tylko transport. Sam HITS to platforma współpracy ukierunkowana na opracowanie wydajnych rozwiązań transportowych, co skutkuje czystszyimi i bezpieczniejszymi miastami. Jej gospodarzem jest Scania, finansuje ją Vinnova, a koordynuje platforma Closer – tzn. projektem kieruje Scania, a koordynatorem jest Closer. Generalnie HITS to międzysektorowa współpraca w celu opracowania wydajnych rozwiązań transportowych, zapewniających czystsze i bezpieczniejsze miasta. Uczestnicy projektu reprezentują szerokie grono stron: od właścicieli nieruchomości, miast, gmin, firm inżynieryjnych, firm logistycznych, po naukowców. HITS skupia się na obszarach związanych z transportem w miastach, gdzie dzisiejsze rozwiązania są częścią problemu/okazują się być problematyczne. Poszukuje rozwiązań przyjaznych dla środowiska. Obecnie można czytać dane o wpływie poszczególnych towarów i transportu na klimat. Niemniej wyzwaniem stanowi sytuacja, gdy można połączyć te dwa elementy, aby uzyskać całkowity wpływ na klimat i znaleźć najlepsze rozwiązanie dla środowiska. Niektóre z najważniejszych kwestii dotyczą poza tym polityki otwartego udostępniania danych transportowych, ale też dostosowania kwestii legislacyjnych, nie tylko w kontekście rozwoju nowych usług transportowych i samochodowych. W procesach swojej pracy HITS podkreśla, że wyzwania związane z przejściem na zrównoważone społeczeństwo będą coraz bardziej złożone i wymagają coraz większej współpracy między różnymi podmiotami. Cyfryzacja przyniosła nowe możliwości biznesowe, rzucające wyzwanie tradycyjnym strukturom. Rozwój wraz ze wzrostem urbanizacji, ale także rosnącym handlem elektronicznym, wzmacnia i tak już kłopotliwy problem zatłoczenia i zrównoważonego rozwoju. Dzisiejsze rozwiązania są więc częścią problemu.

W ciągu pierwszych dwóch lat realizacji projektu skupiono się na trzech głównych kwestiach [Closer, b.d.]:

- 1) W jaki sposób można stworzyć wydajne, zrównoważone przepływy logistyczne w mieście w połączeniu z nowymi koncepcjami pojazdów, nośnikami ładunku oraz poprzez umożliwienie zbiorowych przepływów ładunkowych i zwrotów?
- 2) Jak należy zaprojektować inteligentny i zrównoważony *city hub*? Dotyczy to zarówno hubów stacjonarnych, jak i mobilnych. Ponadto, jakie są warunki wstępne dla automatyzacji i jakie są potrzeby w zakresie infrastruktury w różnych koncepcjach hubów?
- 3) W jaki sposób cyfryzacja i udostępnianie danych w przepływie towarów mogą zwiększyć wydajność systemu?

W wyniku współpracy rosła wydajność systemu w postaci zwiększonego wykorzystania pojazdów i infrastruktury w czasie i przestrzeni. Niemniej trzeba tworzyć zrozumienie dla projektowania usług i rozwiązań dla pojazdów, które to rozwiązania są długoterminowe, zrównoważone, skalowalne i możliwe do realizacji. Ponieważ HITS skupił się na transporcie w miastach, koncentrował się m.in. na przewozach poza szczytem, w ramach realizowanych, podzielonych na części projektów, obejmując również dystrybucje tego rodzaju w danych slotach czasowych. Takie dostawy poza szczytem, w tym nocne, umożliwia z kolei elektryfikacja pojazdów, gdyż przekłada się ona na spadek poziomu emitowanego hałasu. W tym kontekście ważna kwestia dotyczy tego, że logistyka to nie tylko transport w przysłowiowy piątek [Closer, 2021]. Projekt HITS głęboko więc wszedł w problemy związane z transportem w miastach, w tym transportem poza godzinami szczytu. W kolejnym kroku rozważano dostawy w miejscach, w których nikogo nie ma, jak przykładowo w restauracjach bezzałogowych – padło tu pytanie: „Jak można obsługiwać dostawy, gdy nikt nie pracuje w miejscu, które potrzebuje towaru?”. Cóż, mianowicie z tego, że przewoźnicy zwiększają precyzję dostawy, gdy dostarczają ładunki poza szczytem, co jest ważną wartością dla klienta. Niemniej pojawiają się tu następne zasadnicze pytania: „Co zrobić, jeśli klient nie chce towaru w tym czasie i co wówczas pozostaje z wartości dla tego klienta? Czy da się to rozwiązać tak, aby zarówno klient, jak i przewoźnik czerpali korzyści z towaru przybywającego w nocy?”.

Badania pokazują [HITS, 2023], że wydajność i terminowość transportu może zostać zwiększona nawet o 30–40%, gdy ciężarówka dystrybucyjna klasy tonażowej ciężkiej, mogąca teoretycznie zastąpić pięć furgonetek, realizuje dostawy w porze dnia, w której występuje najmniejsze obciążenie, czyli poza szczytem. Dla miasta będzie to miało również pozytywne skutki w postaci redukcji liczby ciężarówek, które poruszają się i tworzą korki na ulicach. Jeśli pojazd jest także zasilany energią elektryczną i dzięki temu pracuje cicho, możliwość dostaw otwiera się jeszcze w nocy, a tym samym znacznie zmniejsza się wpływ ruchu w godzinach szczytu. Zarazem wyniki testów w ramach HITS wskazują, że nocne dostawy nie są dla każdego, bo nie wszystkim odpowiadają, gdyż niewielu odbiorców chce dostaw o tej porze. Jako wybrane bariery wskazywane są: dostępna przestrzeń magazynowa, wyższe koszty personelu oraz bezpieczeństwo takich operacji. Co więcej, takie dostawy mogą się okazać mniej efektywne czasowo dla personelu mającego nocą odebrać towar, a w tym czasie pozbawione go innych zadań. Ponadto każdy punkt dostawy ma swoje własne wyzwania pod względem warunków fizycznych i hałasu. A są to czynniki mogące mieć duży wpływ na to, czy dostawa poza szczytem okazuje się odpowiednia czy nie. Dlatego na początek do przyjmowania takich dostaw właściwe wydają się być podmioty kontrolujące cały łańcuch produktów, takie jak większe sieci spożywcze z własnymi sklepami i magazynami recyklingu. Dla nich takie przejście nie stwarza większego problemu. Analogicznie prezentuje się sytuacja, gdy zamiast tego odbiorcą jest firma przyjmująca, która kupiła towary oraz ma w nocy pracowników na miejscu. W grupie tej znajdują się hotele i szpitale. Nocne dostawy też są wówczas łatwiejsze, ale z reguły to nie przewoźnicy decydują, kiedy ładunki mają zostać dostarczone. Zwykle bywa to uregulowane w umowie między sprzedającym a odbiorcą. Niemniej problematyka

wdrażania zrównoważonego rozwoju, która odbywa się w transporcie, także często bywa nieznana tym, którzy sprzedają towary.

Przy tym cyfryzacja może wspierać tę transformację, a cyfryzacja i sieciowość mogą tworzyć dodatkową wartość. W ramach HITS [Closer, 2021] zbadano zatem, w jaki sposób może przebiegać cyfryzacja łańcucha dostaw oraz które etapy tej cyfryzacji tworzą wartość i dla kogo. Celem było zrozumienie, w jaki sposób odbiór towarów może się odbywać bezzałogowo – bez personelu na miejscu. Jeżeli odbiór jest bezobsługowy, po stronie przyjmującej powstają nowe korzyści dla klientów, ale pod warunkiem, że czują oni zaufanie do tego procesu. Okazało się więc, że najważniejszymi warunkami wstępnymi są kwestie bezpieczeństwa i jakości. Na przykład, czy właściwy kurier dostarcza właściwy towar, czy łańcuchy chłodnicze są nienaruszone i czy istnieją inteligentne zamki. Innymi słowy, potrzebne są różne rodzaje weryfikacji i pokwitowań. Kolejnym ważnym czynnikiem, tworzącym wartość dodaną, jest kontrola nad zarządzaniem odchyleniami. Można to osiągnąć, jeśli istnieją identyfikowalność i przejrzystość w miejscu, w którym znajdują się towary.

Generalnie dostawy poza godzinami szczytu są dobre dla środowiska, ale wymagają wysiłków społeczności. Jeśli społeczeństwo – dana lokalna społeczność – chce zmniejszyć zatłoczenie i korki w miastach oraz zezwolić na dostawy poza godzinami szczytu, kwestia obecnych przepisów musi zostać zaktualizowana i potraktowana poważnie. W związku z tym nieaktualne zasady należy zaktualizować. Ponadto, kiedy dane miasto wprowadza przepisy i zasady dotyczące nocnych dostaw, powyższe oddziałuje znacznie poza jego granice i jego ramy regulacyjne, gdyż firmy często uwzględniają te wymagania w swoich umowach. Co więcej, są to umowy przeważnie nie lokalne, lecz obowiązujące w całym kraju. Powodem tych regulacji jest to, że tradycyjna dystrybucja towarów w nocy nie spełnia wymogów dotyczących hałasu. Przy tym elektryfikacja pojazdów rozwiązuje wiele problemów związanych z hałasem, ale nie wszystkie. Klatki na kółkach, palety i inny sprzęt do przenoszenia również mogą powodować hałas i stwarzać problemy dla mieszkańców w okolicy. Dlatego należy się nimi inaczej posługiwać i odpowiednio zarządzać. Inne korzyści, jakie miasto czerpie z faktu dostaw nocnych, to bardziej wydajne dostawy i w rezultacie mniejsze zagęszczenie ruchu, co ogranicza negatywny wpływ tych dostaw na klimat oraz polepsza jakość powietrza. Są to zatem czynniki ważne dla społeczeństwa i które powinny uwzględnić lokalne społeczności, zgadzając się na zniesienie dotychczasowych wymogów/ograniczeń prawnych, aby wprowadzić ulgi/zezwoleń dla tych, którzy poza godzinami szczytu chcą dowozić ładunki nowoczesnymi i cichymi pojazdami.

Następny krok obejmuje zrozumienie warunków skalowania tego do większej liczby graczy/aktorów [HITS, 2021, 2023]. Do tej pory zyski były mianowicie pokazywane przede wszystkim w środowiskach śródmiejskich, ale w następnym kroku zostaną zbadane nowe wartości społeczne, jakie można mieć w środowiskach podmiejskich. W ich przypadku to bowiem głównie firma odbierająca czerpie zyski z otrzymywania swoich towarów w czasie, gdy prowadzi działalność, a dostawy odbywają się do tzw. klientów niekomercyjnych. Przykładami tego są szkoły, przedszkola itp., czy placówki służby zdrowia. Istnieje również możliwość po-

łączenia poza szczytem z geofencingiem jako technologią zapewniającą zgodność z prawem i ochronę wrażliwych środowisk.

Kolejny cel to zrozumienie, w jaki sposób modułowe koncepcje innowacji technologicznych i usługowych mogą być połączone w zintegrowany system systemów. Należy więc m.in. zbadać, jak można zaprojektować koncepcje płynnego, sprawnego i zrównoważonego rozwiązania transportowego składającego się z pojazdów, nośników ładunku i węzłów oraz punktów pierwotnego nadania i ostatecznego odbioru. Do tego warto pokazać, że zrównoważony transport poza szczytem może zwiększyć wydajność przewozów w miastach i jakie są warunki związanego z tym sukcesu. Trzeba więc opracować podstawy projektowania pojazdów w celu zapewnienia optymalnej wydajności zasobów w transporcie towarowym w środowiskach miejskich. Wykazać, w jaki sposób ta koncepcja pojazdów, nośników ładunku i węzłów oraz infrastruktury ładowania może zapewnić zrównoważone i wydajne przepływy. Kolejne kluczowe tu wyzwanie to zrozumienie, że zrównoważony i opłacalny system transportowy opiera się na koncepcji pojazdów i nośników ładunku dla logistyki towarów w mieście. Ważną rolę odgrywa tu także budowanie wiedzy w celu stworzenia dokumentu/raportu, który opisuje wymagania dotyczące rozwiązania, definiuje podstawową semantykę udostępniania danych (standard danych) i wyjaśnia korzyści dla wszystkich zaangażowanych stron. Badania mają być stosowane w zakresie „interoperacyjnej infrastruktury cyfrowej” dla logistyki miejskiej, w oparciu o „Internet logistyki”. Następuje tu budowanie wiedzy w celu oceny możliwości świadczenia usług podnoszących wartość dla operatorów logistycznych z naciskiem na usprawnienie zarządzania i optymalizację przepływów (transportów i przeładunków) w oparciu o cyfryzację. Poznać też trzeba możliwości i korzyści dzięki „cyfrowym wieżom kontrolnym” do optymalizacji przepływu i zautomatyzowanej logistyki oraz stworzyć cyfrowe środowisko testowe. To ostatnie wspiera powyższe budowanie wiedzy o tym, jak należy projektować, wdrażać i skalować zrównoważone koncepcje i usługi dla logistyki miejskiej. Szerzenie wiedzy o skutkach usług i jej dostarczanie decydentom w sektorze prywatnym i publicznym to podstawa do podejmowania strategicznych decyzji oraz decyzji związanych z polityką. Do tego dochodzą: opis systemu transportowego z wykorzystaniem *Dynamiki Systemu*, w oparciu o metody jakościowe i ilościowe oraz warsztaty z partnerami projektu, ramy i KPI do oceny efektów systemowych, oraz wdrożenie modelu symulacyjnego do oceny efektów (zgodnie z powyższymi ramami i KPI) koncepcji transportowych, modeli biznesowych i polityk.

Projekt skupia wielu partnerów. Jest prowadzony przez Scanię i obejmuje FTL, HAVI, Royal Institute of Technology (KTH), LogTrade, City of Stockholm, Upphandling Södertörn, Catena, Dagab, Ericsson, Fabege, Gothenburg University, IVL – Szwedzki Instytut Ochrony Środowiska, Linköping University, Ragn-Sells AB, RISE i Closer w Lindholmen Science Park [Closer HITS, b.d.].

W ramach HITS ważną rolę odgrywa inicjatywa-przedsięwzięcie HITS-REEL – zaproponowanie zrównoważonych systemów transportowych dla miast [Closer, 2022b; Closer REEL, 2022a; Closer REEL, 2022b]. Inteligentne Strefy Ruchu Miejskiego to część przyszłego, elastycznego miasta, w którym pojazdy poruszają się w oparciu o kondycję/warunki ludzi. Bazując

na geofencingu, ma być potężnym narzędziem umożliwiającym dotarcie do cichszych, bezpieczniejszych i zdrowszych środowisk. Projekt prowadzony przez Szwedzką Administrację Transportu i CLOSER finansują Vinnova oraz partnerzy. Przy czym ważną kwestią pozostają tu także wymogi prawne – znajomość prawnego aspektu dynamicznych pojazdów i węzłów zbiorczego załadunku oraz tego, jak prawa i obowiązki w łańcuchu logistycznym przyspieszą udostępnianie danych i współpracę. Kluczowe są więc tutaj następujące pytania [HITS]:

- 1) Jeśli przyszłe dostawy odbywają się autonomicznymi transporterami – pojazdami cargo, skąd nadawca wie, że właściwy przedmiot jest dostarczany do właściwego odbiorcy?
- 2) Co się stanie, jeśli odbiorca odkryje, że przedmiot został uszkodzony podczas dostawy? Dzisiaj dostawa ładunku odbywa się między dwiema osobami, które mogą bezpośrednio omówić sprawę. Ale jeśli odbiorcy nie ma na miejscu, a dostawcą jest pojazd autonomiczny – co wtedy?
- 3) Kiedy odpowiedzialność prawna przechodzi z nadawcy/dostawcy na odbiorcę?

Ten pakiet roboczy koncentruje się na kwestiach prawnych w świecie, w którym ładunki są dostarczane i odbierane bez interwencji człowieka. Przede wszystkim mapowane są istniejące prawa/regulacje i sposób ich działania w nowej sytuacji. Dotyczy to też ustaw mających wejść w życie. Ponieważ udostępnianie danych jest głównym zagadnieniem w ramach projektu, przywiązuje się do tego dużą wagę. Ale ważne pozostają również prawo konkurencji i wzmożone przetwarzanie informacji o wspólnych klientach. Koordynacja danych staje się niezbędna, aby logistyka mogła przebiegać tak wydajnie, jak to tylko możliwe.

Drugi główny obszar analizuje problemy dotyczące pojazdów i logistyki. W tym przypadku także stawiane są liczne pytania [HITS]:

- 1) W jaki sposób dostawa wpływa na fizyczną obsługę paczek oraz w jaki sposób/czy elektroniczne dowody dostawy mogą zapewnić, że właściwy odbiorca otrzyma właściwy przedmiot?
- 2) Czy być może wiele małych transporterów towarowych z zamkniętymi przedziałami będzie działać jak magazyn na kółkach, który odbiorca otwiera i wybiera swój przedmiot, kiedy ma na to ochotę?
- 3) Jak radzić sobie ze zwrotami?
- 4) Jak taki system działa na dużą skalę, na przykład w centrum handlowym z wieloma sklepami na kilku piętrach?

Projekt HITS cały czas się rozwija i stale są podawane nowe informacje z nim związane [HITS]. Ogólnie jego wizją pozostaje zwiększenie wydajności systemu pod kątem wzrostu wykorzystania pojazdów oraz infrastruktury w czasie i przestrzeni w oparciu o wyzwania zrównoważonego rozwoju środowisk miejskich. Dlatego celem inicjatywy jest przyspieszenie rozwoju wydajnego i zrównoważonego miejskiego systemu transportu towarowego, opartego na modułowych podstawach, w których różne części można skalować w zintegrowany system. Niemniej takie wdrażanie wiąże się z szeregiem wyzwań w wybranych obszarach. Na występowanie tych czynników utrudniających zwrócono już uwagę w trakcie realizacji tego przedsięwzięcia. Przede wszystkim podczas wdrażania dostaw bezzałogowych wykryto

pewne nieprzewidziane przeszkody, które spowodowały nieefektywność systemu. W ciągu pierwszych kilku tygodni rozładunek z ciężarówki do restauracji trwał od 50 do 80 minut, gdyż kierowcy nie byli pewni procesu oraz nie było wystarczającej komunikacji między kierowcami a restauracjami co do miejsca umieszczenia towarów. Restauracja nie przygotowała wystarczającej ilości miejsca w lodówce, więc kierowcy musieli przesuwać towary, aby znaleźć miejsce na nową dostawę. Były też przeszkody fizyczne, m.in. palety i pojemniki, które trzeba było przesunąć. Po konsultacji z obsługą restauracji przeszkody te zostały usunięte. Kiedy kierowcy dokładnie wiedzieli, gdzie umieścić towar, czas rozładunku skrócił się do około 30 minut. Ze względów bezpieczeństwa HAVI zatrudniało dwie osoby do dostarczania poza godzinami szczytu. To koszt konieczny, ale nieuzasadniony przy obsłudze tylko czterech restauracji z rozwiązaniami poza szczytem. Niemniej wstępne obliczenia modelu biznesowego wskazują, że w przypadku większego systemu dostaw z większą liczbą restauracji i punktów dostaw ta inwestycja w bezpieczeństwo kierowców i towarów jest uzasadniona. Pozostaje jednak wiele wyzwań. Miejsca wybrane do pierwszego testu były najbardziej odpowiednie i stosunkowo łatwe do dopasowania. Nie sprawdzano jeszcze systemów w bardziej wymagających środowiskach, w których technologia jest poddawana trudniejszym próbom. Hałas ze źródeł innych niż pojazdy, rozwój polityki, mikrozarządzanie drobnymi przeszkodami fizycznymi, potrzeba dodatkowej infrastruktury do ładowania oraz dostawy poza godzinami szczytu w środowiskach podmiejskich, gdzie dostawa w ciągu dnia może stanowić czynnik ryzyka (np. przedszkola i szkoły), to przykłady wyzwań, które należy dalej badać. Jednym ze spostrzeżeń jest to, że miejsce do przechowywania może być istotnym czynnikiem ograniczającym dla wielu odbiorców, takich jak np. małe sklepy i restauracje. Inną ważną kwestią pozostaje dalsza aktualizacja kwestii politycznych, które obecnie uniemożliwiają dystrybucję na dużą skalę poza szczytem za pomocą BEV. Nowe elektryczne ciężarówki, szczególnie wyposażone w technologię *geofence*, mogą otworzyć znacznie więcej możliwości bezpiecznej i zrównoważonej dystrybucji miejskiej. Ten sposób powiązania określonych ładunków z dostawami stwarza również możliwości dokonywania dokładniejszych obliczeń CO₂ dla poszczególnych dostaw. Widać też potrzebę dalszego zbadania modeli biznesowych i tego, czy w systemie da się wprowadzić oszczędności, aby zobaczyć, jak może działać skalowanie na dużą skalę. Oznacza to, że bada się, czy np. istnieją różne odpowiednie trasy dystrybucji lub wybór kategorii ładunków mogących zapewnić lepsze marże zysku niż inne. Trzeba więc zrozumieć, w jaki sposób przeprowadzić transformację od dzisiejszych operacji testowych do wprowadzenia na dużą skalę, w którym można przeanalizować wartości i strumienie wartości różnych podmiotów, aby dało się ustalić realistyczny plan wdrożenia w czasie.

Ogólnie czasami niewielu odbiorców zgadza się na odbieranie dostaw w nocy, a głównymi argumentami są koszty utrzymania personelu na miejscu w porze nocnej oraz brak powierzchni magazynowej. Bezobsługowy odbiór dostaw jest zatem warunkiem koniecznym do zbudowania zrównoważonego modelu biznesowego dla wszystkich interesariuszy. Zbudowanie zaufania stanowi klucz do dostaw bezzałogowych oraz muszą istnieć jasna odpowiedzialność, jurysdykcja i aktywne udostępnianie danych w całym łańcuchu dostaw. Rozwiązania cyfrowe

są zatem warunkiem wstępnym realizacji pozwoleń, umów, dowodów dostawy itp. Bezpieczeństwo, w tym bezpieczeństwo cybernetyczne, to kluczowa kwestia do załatwienia. Obecność nieupoważnionego personelu na terenie punktu dostawy powoduje, że odbiorcy czują się nieswojo – głównie w przypadku drogich ładunków – oraz istnieje ryzyko braku możliwości utrzymania nienaruszonego łańcucha chłodniczego w przypadku ładunków wrażliwych. Przy tym dźwięk nadal bywa ważną kwestią i zależy od lokalizacji. Chociaż można zarządzać hałasem na zewnątrz za pomocą pojazdów elektrycznych i cichych materiałów, nadal może występować problem z hałasem w pomieszczeniach, mogącym przeszkadzać mieszkańcom budynku. Należy też wziąć pod uwagę wpływ na łańcuch transportowy i logistyczny na wcześniejszych etapach systemu. Tradycyjni spedytorzy odbierają towary do swoich terminali nocą, a rozwiązania poza szczytem nie pasują do ich dotychczasowej konfiguracji. Interakcja między klientem a dostawcą (kierowcą) zostaje utracona i musi zostać w jakiś sposób zrekomensowana innymi środkami komunikacji. W rezultacie dostawy poza szczytem łatwiej jest realizować w systemie zamkniętym (B2B) w porównaniu z systemami otwartymi z wieloma różnymi interesariuszami. Ważną rolę odgrywa jeszcze stworzenie prototypu systemu łączącego ładunki z pojazdem i dalej z cyfrowym zamkiem w restauracji. Każde zadanie można śledzić i określić jego lokalizację, czy to na paletach, w kontenerach czy przyczepach. Listy przewozowe i dowody dostawy są zdigitalizowane, co zapewnia, że właściwy przydział znajduje się we właściwym miejscu we właściwym czasie, a wszelkie odchylenia są rejestrowane, co zwiększa bezpieczeństwo i zaufanie między operatorami a odbiorcami.

Mimo to aż 77% wszystkich kawiarni i restauracji w Westfield Mall of Scandinavia [Closer, 2023], na północ od Sztokholmu, od czerwca 2023 roku zmieniło dostawy produktów z dziennych na te poza szczytem, czyli nocą. Powyższe oznacza, że można zaoferować klientom to, że mają swoje towary na miejscu już na początku dnia roboczego, co bywa bardzo doceniane. Ponieważ dostawy odbywają się nocą, środowisko pracy i wydajność są bezpieczniejsze i lepsze niż inne dostawy w szczycie. To korzystne zarówno dla odwiedzających, jak i dla właścicieli kawiarni i restauracji, gdyż oznacza mniejsze korki, krótszy czas oczekiwania w korku, mniejsze ryzyko opóźnień i większą elastyczność. Ostatecznie zatem takie rozwiązanie przyczynia się do mniejszego obciążenia środowiska. Tę zmianę zdołali wprowadzić HAVI i Martin&Servera za pośrednictwem Urban Services po rozmowach z gminą i właścicielem centrum, który zgodził się na wdrożenie tej zmiany. Martin&Servera realizuje dostawy poza szczytem od 2015 roku. Dało mu to możliwość przejścia na bardziej zrównoważone paliwa, takie jak np. energia elektryczna, co prowadzi do zwiększenia stopnia wykorzystania pojazdów. Przy tym należy tu zwrócić uwagę, że rozładunek z pojazdów w takiej galerii może być wykonany w specjalnie wydzielonych strefach, przeważnie w zamkniętych podziemiach, co automatycznie redukuje poziom hałasu słyszany na zewnątrz,

Częścią wyzwania są jednak istniejące przepisy [HITS], nienadążające za rozwojem nowych, cichych pojazdów zasilanych akumulatorami. Zgodnie z prawem transport hałasuje i jest szkodliwy dla środowiska. Umożliwienie nocnych dostaw zmniejszyłoby korki na ulicach w godzinach szczytu i poprawiło środowisko pracy kierowców. Przyniosłoby również

bezpieczniejsze dostawy m.in. do szkół i szpitali, gdyż mogą się one odbywać w czasie, gdy nie ma zbyt wielkiego ruchu. Koordynacja transportu okazuje się korzystna zarówno dla właścicieli nieruchomości, jak i dla miasta, ponieważ zmniejsza się ruch uliczny. Nabywcy usług transportu, przewoźnicy, a w wielu przypadkach także odbiorcy transportu zyskują na tej współpracy, głównie w odniesieniu do udostępniania danych i integracji systemów.

Zarazem wcześniejsze badania, jak te omówione w tym artykule, a przeprowadzone w Sztokholmie, wykazały, że jazda nocą może zwiększyć wydajność nawet o 40%. Następnie zakres badań został rozszerzony, aby objąć nimi więcej kwestii związanych ze zrównoważonym rozwojem, zagadnieniami bezpieczeństwa osobistego i innymi kwestiami związanymi z bezpieczeństwem. Latem 2023 roku [ITRL Seminars, 2023] firma transportowa HAVI Log rozpoczęła kilka projektów pilotażowych z bezzałogowymi dostawami poza godzinami szczytu do różnych restauracji McDonald's w centrum Sztokholmu. W gminach Södertörn Widriksson miał organizować skoordynowane transporty poza szczytem do domów spokojnej starości, aby przetestować, w jaki sposób przepływy mogą być bardziej wydajne i stworzyć bezpieczne środowisko zewnętrzne dla mieszkańców.

Dzięki pomiarom i modelowaniu rozwiązań transportowych stworzono wizję zrównoważonej dystrybucji ładunków w dystrykcie na północ od Hamngatan (NoHa) w Sztokholmie. Ambicją jest, by się dowiedzieć, jakie wyzwania pojawiają się, gdy teorie spotykają się z rzeczywistością poprzez szereg projektów pilotażowych.

Aby doprowadzić do zmiany [HITS], właściciele nieruchomości zostali zidentyfikowani jako ważna grupa docelowa. W tym kontekście dynamiczne i fizyczne punkty składowania i przeładunku stanowią przykład, gdzie zaangażowanie właścicieli nieruchomości staje się konieczne. W ramach projektu opracowano trzy scenariusze, umożliwiające zbadanie różnych zagadnień związanych z logistyką miejską. Dzięki nim kilka współpracujących stron projektu może się zainspirować w nowy i bardziej otwarty sposób oraz przedyskutować, jak w przyszłości da się rozwiązać obecne wyzwania. Kolejnym testowanym obszarem pozostaje to, w jaki sposób ten sam pojazd, najlepiej autonomiczny, może dostarczać ładunki do kilku odbiorców w jednym miejscu, a następnie zabierać stamtąd odpady. To rozwiązanie byłoby dobre zarówno dla właścicieli nieruchomości, jak i dla środowiska. W działania te jest zaangażowanych wiele stron, chcących się uczyć nowych rzeczy i zobaczyć, jak można poprawić sytuację transportową w miastach. To jedna z prawdziwych zalet tego projektu – chęć wszystkich zaangażowanych do współpracy i zmiany.

Ogólnie dzięki elektryfikacji, cyfryzacji i integracji systemów między różnymi podmiotami, ładunki poza godzinami szczytu mogą być dystrybuowane w sposób energooszczędny i zrównoważony. Jako cele cząstkowe wyznaczono tu [HITS]:

- włączenie dostaw w dogodnych godzinach pracy,
- opisanie, w jaki sposób miasta mogą zapewnić zrównoważony transport,
- opisanie, w jaki sposób przewoźnicy mogą zoptymalizować dostawy w oparciu o infrastrukturę ładowania i całodobową pracę oraz zapewnić niski poziom hałasu podczas dostawy i odbioru.

Zarazem konsolidacja w środowisku miejskim zachodzi dzięki zrównoważonym usługom transportowym. Zrównoważona dystrybucja ładunków i przepływy powrotne w mieście odbywają się z naciskiem na [HITS]:

- zidentyfikowanie możliwości konsolidacji przepływów, np. przez centrum miasta,
- przeprowadzanie, ocenianie i zatwierdzanie testów fizycznych i cyfrowych we współpracy między właścicielami nieruchomości, miastem i odpowiednimi podmiotami,
- znajdowanie nowych wartości biznesowych i innowacji, które mogą się przyczynić do wydajniejszego transportu i zwiększenia atrakcyjności środowiska miejskiego,
- zrozumienie, jak należy opracować politykę promującą innowacje i wdrażanie zrównoważonych rozwiązań w logistyce miejskiej.

Przy tym dla usprawnienia logistyki w miastach korzystne może się także okazać utworzenie specjalnych stref dostaw, dostępnych wyłącznie dla dostaw przynajmniej w określonych porach dnia, które mogłyby uwzględniać wymagania miejskiego transportu komercyjnego. Mogłoby to na przykład uniemożliwić zatrzymanie się w drugim rzędzie. W ten sposób da się poprawić płynność i bezpieczeństwo ruchu. W razie potrzeby można też umożliwić cyfrową rezerwację tych stref.

Do tego dochodzi koncepcja wydajnych stref przeładunkowych. Kilku przewoźników będzie udostępniać informacje o tym, jak wykorzystują różne doki przeładunkowe, z kolei takie wybrane doki można również wyposażyć w czujniki, aby sprawdzić stopień ich wykorzystania. Lepsze wykorzystanie stref załadunkowych, ograniczenie jazdy samochodem i kolejek w mieście prowadzi w takim razie do zmniejszenia emisji i poprawy warunków pracy przewoźników. Dzięki wspólnym danym i wspólnemu obrazowi sytuacji powierzchnia miasta może być wykorzystywana bardziej efektywnie, gdyż dynamicznie, a przewoźnicy mogą lepiej planować swoje działania.

Poza tym ważny wpływ na przepływy transportu w miastach ma konsolidacja, a w jej ramach analiza wpływu konsolidacji na potoki transportu miejskiego. Pojawia się nowy typ pojazdu – pojazd wielozadaniowy – wykorzystujący wymienne moduły, które w danym przypadku określają i determinują funkcję tego pojazdu. Na przykład na początku pojazd ten może przewozić pasażerów, a potem otrzymać moduł do transportu ładunków, jak przykładowo paczkomatowy albo dostawczy na ostatniej mili, w tym w ramach segmentu KEP. Oczekuje się, że wykorzystanie nowych pojazdów wielozadaniowych stworzy wydajniejszy i bardziej zrównoważony system transportu w miastach. Taka konsolidacja sekwencyjna wpłynie na obsługę klienta, koszty operatora i aspekty środowiskowe. Analiza odbywa się za pomocą algorytmów heurystycznych i właściwie przeprowadzonej optymalizacji. W tym kontekście podstawą opłacalnego i płynnego przepływu ładunków jest znormalizowany ich nośnik, dający się szybko i elastycznie przenosić między pojazdami. Nośniki ładunku powinny być zaprojektowane tak, aby pasowały do systemu modułowego, tj. w różnych formatach, i tak, aby ten sam pojazd – napędowa modułowa baza – był w stanie transportować zarówno ładunki do punktów dostawy, jak i zwroty. Koncepcje znormalizowanych nośników ładunku istnieją już obecnie. Przy tym należy badać rodzaje ładunków w zależności od misji i środowiska zewnętrznego.

Bazowy projekt HITS – zwany później HITS 1, był kontynuowany jako projekt HITS 2 [Closer, 2025]. Pierwsza część zakończyła się w kwietniu 2022 roku i koncentrowała się na budowaniu i generowaniu rozległej wiedzy oraz szeregu koncepcji i prototypów, na których można się oprzeć. Wizją projektu HITS w drugiej części było „zrozumienie i stworzenie warunków dla zrównoważonego systemu transportu w mieście” w oparciu o wspólną pracę nad znalezieniem innowacyjnych rozwiązań, które prowadzą zarówno do zrównoważonego rozwoju biznesu, jak i zrównoważonego społeczeństwa. Projekt Zrównoważone i Zintegrowane Systemy Transportu Miejskiego (HITS 2) zakończył się w grudniu 2024 roku po dwóch latach prac nad rozwiązaniami dla przyszłości zrównoważonego miejskiego transportu towarowego. Łącząc wiedzę specjalistyczną i innowacje różnych interesariuszy, HITS miał na celu zrozumienie i stworzenie warunków dla zrównoważonego systemu transportu towarowego w mieście.

Ogólne cele projektu HITS 2 to [Closer, 2025]:

- 1) Budowa odpornej infrastruktury, praca na rzecz inkluzywnej i zrównoważonej industrializacji oraz promowanie innowacji.
- 2) Zwalczanie zmian klimatu i ich konsekwencji.
- 3) Sprawienie, by miasta i obszary mieszkalne były inkluzywne, bezpieczne, odporne i zrównoważone.
- 4) Zapewnienie zdrowego życia i promowanie dobrostanu dla wszystkich w każdym wieku.
- 5) Zapewnienie zrównoważonych wzorców konsumpcji i produkcji.

Praca opierała się na czterech pakietach roboczych, koncentrujących się na zrozumieniu, w jaki sposób cyfryzacja może się przyczynić do tworzenia wartości dla klienta. Projekt ten nie dotyczył już zatem wyłącznie dostaw w godzinach pozaszczytowych jako takich.

W raporcie końcowym, który ukazał się w dniu 19 stycznia 2025 roku [Closer, 2025], wskazano, że w zakresie korzyści biznesowych z dostaw poza godzinami szczytu istnieje wiele korzyści z wprowadzenia transportu ciężkiego poza godzinami szczytu, ale aby rzeczywiście doprowadzić do zmiany, szczególnie ważne są właśnie korzyści biznesowe. Analiza różnych zaangażowanych stron wyraźnie pokazała, że transport poza godzinami szczytu prowadzi do bardziej efektywnych procesów w całym łańcuchu dostaw, co może przekładać się na redukcję kosztów wykonywania tych operacji. Wykorzystanie transportu poza szczytem, tj. w godzinach bez korków w miastach, zwiększa efektywność przewozów o 30–40%, a zatem stanowi korzystny sposób transportu ładunków do miast i odprowadzania z nich odpadów. Wdrożenie dostaw poza szczytem może ponadto oznaczać oszczędności i poprawę efektywności, co dodatkowo sprzyja stabilności ekonomicznej. Według obliczeń HAVI, koszty dostaw są zmniejszone prawie o połowę w przypadku dostaw wieczornych i nocnych. Powyższe wynika głównie z faktu, że koszty stałe, takie jak zaplecze i ciężarówki, bez dodatkowych nakładów mogą być wykorzystywane w nocy, w połączeniu ze zwiększoną wydajnością transportu. Ponadto korzyści oznaczają, że w magazynie jest więcej miejsca, gdy w ciągu 24 godzin dostawy są rozłożone bardziej równomiernie. To z kolei poprawia bezpieczeństwo pracowników magazynu i kierowców ciężarówek poprzez zmniejszenie zatorów w magazynach i na

rampach załadunkowych. Bardziej elastyczne okna dostaw też przyczyniają się do lepszego planowania transportu. Analiza HAVI pokazuje, że dostawy nocne są ogólnie o 45% tańsze niż dostawy dzienne, pomimo faktu, że zmiany nocne wiążą się z o 10% dłuższymi godzinami pracy i o 29% wyższymi kosztami wynagrodzeń kierowców. Powodem wydłużenia godzin pracy podczas pilotażu były wymogi dotyczące bezpiecznego środowiska pracy – dlatego dla bezpieczeństwa oddelegowano dodatkowego kierowcę. Bardziej efektywne wykorzystanie zasobów ciężarówek i magazynów w nocy eliminuje dodatkowe koszty stałe, co przyczynia się do ogólnych oszczędności

Scania uzupełniła badanie HAVI, przeprowadzając wywiady z firmami nieuczestniczącymi w programie HITS. Wywiady te potwierdzają korzyści w całym łańcuchu wartości. Podmioty odbierające towary muszą inwestować w nieruchomości i polisy ubezpieczeniowe, aby umożliwić bezobsługowy odbiór towarów. Pomimo tych kosztów, dla większości będzie to pozytywny wynik, gdyż uzyskają bardziej wydajną działalność, a dla części pojawi się nawet możliwość rozszerzenia działalności przy bardzo niskich kosztach. Obecnie w wielu dużych miastach obowiązuje bowiem zakaz jazdy ciężarówkami w nocy, gdyż hałas generowany przez te auta od zawsze stanowił problem. Odkąd pojazdy mogą być zasilane energią elektryczną, poziom hałasu znacznie jednak obniżono. Głównym wyzwaniem w przekonaniu przewoźników do zakupu nowych, cichych pojazdów elektrycznych są ich wyższe ceny zakupu. Niemniej parytet kosztów w stosunku do tradycyjnych ciężarówek można osiągnąć poprzez wydłużenie godzin pracy. Całkowity koszt posiadania (*total cost of ownership*) dla ciężarówki z silnikiem diesla działającej w ciągu dnia wynosi około 12 EUR za kilometr, podczas gdy koszt za kilometr dla ciężarówki elektrycznej w ciągu dnia wzrasta do 14 EUR. Jeśli ciężarówka elektryczna może być także używana poza godzinami szczytu, koszt za kilometr jest tylko nieznacznie wyższy niż w przypadku dostaw z silnikiem diesla w ciągu dnia i równa się 12,40 EUR.

3.4. Dystrybucja Schulstad w Danii

We wcześniejszych latach za pomocą hybrydowych ciężarówek Scania z napędem spalinowym duńska firma Lantmännen Schulstad [Scania Denmark, 2022] odniosła sukces w dystrybucji chleba w szczególnie wrażliwych obszarach miejskich. W 2022 roku ten duński gigant piekarniczy poszedł dalej i wdrożył kilka w pełni elektrycznych samochodów Scanii, aby w regionie stołecznym osiągnąć jeszcze bardziej zrównoważoną i cichą, nocną dystrybucję chleba. Dostawy te musiały uwzględniać kilka istotnych warunków brzegowych związanych z jakością, by zachować jakość chleba, a wynikających z faktu, że:

- chleb to produkt delikatny, z którym należy obchodzić się i transportować ostrożnie. Podczas dystrybucji nie może być ani za zimno, ani za gorąco;
- w Kopenhadze Schulstad dostarcza chleb bezpośrednio z własnej dużej piekarni w Avedøre Holme do sklepów i supermarketów każdej nocy przez cały rok. Czyni tak, bo chleb musi być świeży, kiedy sklepy są otwarte. Podlega to ścisłym wymagom dotyczącym czasu dostaw.

Wskutek tego niezbędne okazują się zintegrowana produkcja i logistyka – dla Schulstad logistyka stanowi bowiem integralną część produktu. Same przepływy dystrybucyjne są stale optymalizowane w celu zwiększenia stopnia ich wykorzystania. Obecnie to blisko 100%, bo wprowadza się do sklepów także produkty innych dostawców pieczywa oraz zabiera z powrotem opakowania zwrotne. W związku z tym skupiono się szczególnie na zmniejszeniu śladu CO₂ i jednocześnie osiągnięciu możliwie cichej pracy. Dlatego Schulstad dokłada wszelkich starań, aby określić i optymalnie wykorzystać swoją flotę pojazdów do dystrybucji świeżo upieczonego pieczywa. Chce przy tym, aby dystrybucja ta była jak najbardziej przyjazna dla środowiska i klimatu. Tutaj w pełni elektryczne ciężarówki są lepsze. W związku z tym, aby nie przeszkadzać sąsiadom sklepów w najgęściej zaludnionych częściach stolicy Danii, warunkiem stała się możliwość jazdy nocą właśnie na napędzie elektrycznym. Zdecydowano więc o wprowadzeniu trzech w pełni elektrycznych ciężarówek dystrybucyjnych Scania 25 L z elektrycznym układem napędowym. Ma to umożliwić podniesienie wdrożenia floty ciężarówek na wyższy poziom w zakresie właściwości środowiskowych i zrównoważonego rozwoju.

Wcześniej Schulstad zdobył wiele przydatnych doświadczeń, obsługując hybrydowo-elektryczne ciężarówki z połączonymi układami napędowymi z silnikami wysokoprężnym i elektrycznym oraz akumulatorami, mogące zapewnić cichą jazdę i możliwość pokonania do 10 km całkowicie elektrycznie i bezemisyjnie. W pełni elektryczne Scanie 25L B6x2*4 są zaś ładowane zieloną energią w bazie podmiotu i wykonują pracę w pełni elektrycznie przez ponad cały dzień bez pośredniego ładowania. Samochody te zostały specjalnie dopasowane do jazdy w mieście. Mają zawieszenie pneumatyczne wszystkich trzech osi oraz kierowaną przeciwbieżnie i podnoszoną oś wleczoną za oś napędową. Kabina typu CL20 to wysunięta do przodu i opuszczona niskowejściowa kabina dystrybucyjna typu L, w pozycji klęczącej z wejściem na wysokość zaledwie 20 cm. Nadwozie zaś to 22-paletowy izolowany furgon Kiesling z certyfikatem FRC, wykonany z płyt warstwowych. Cała zabudowa, w tym m.in. podłoga skrzyni, podnośnik i płyta podnosząca, poręcze boczne wewnątrz skrzyni, agregat chłodniczy, klatki bezpieczeństwa, elektryczny wózek podnoszący na gumowych kołach itp. są certyfikowane zgodnie ze standardem – certyfikatem PIEK Quiet Truck, stwierdzającym, że podczas normalnej pracy pojazdu jego układ napędowy, nadwozie i inne wyposażenie emitują hałas o maksymalnym poziomie poniżej 62 dB (A) w odległości 7,5 m od źródła dźwięku. Tym samym kompletną zabudowę wyróżniają wszystkie możliwe do osiągnięcia właściwości wyciszające, dzięki czemu nie dochodzi do przekraczania najsurowszych wartości granicznych.

Flota pojazdów dystrybucyjnych Schulstad składa się z około 25 jednostek obsługujących piekarnię na Avedøre Holme i łącznie około 65 jednostek, jeśli liczyć piekarnię Schulstad w Pandrup i centrum dystrybucyjne w Vejle. Przy tym podmiot zwraca uwagę na potężny rozwój w ostatnich latach napędów zelektryfikowanych. Pierwsze ciężarówki hybrydowe firmy na jednym ładowaniu miały zasięg w trybie całkowicie elektrycznym 3–4 km. Później zasięg w trybie w pełni elektrycznym wzrósł do ponad 10 km, a nowa akumulatorowo-elektryczna Scania może przejechać ponad 200 km, tj. więcej niż wynosi wymagany minimalny zasięg dla całego dnia kursowania na jednym ładowaniu. To pokazuje, jak szybki jest rozwój

operacji zelektryfikowanych. Ponieważ Schulstad chce być też w czołówce w kwestii zrównoważonej dystrybucji, wraz z kilkoma graczami na rynku wchodzi w skład grupy roboczej i uczestniczy w grupach roboczych, w których wymieniane są doświadczenia dotyczące dystrybucji, głównie na obszarach miejskich, gdzie natężenie ruchu, wymogi dotyczące hałasu i warunki dostępu stawiają taborowi specjalne wymagania. Ambicją firmy jest bowiem, aby od 2025 roku inwestowała wyłącznie w bezemisyjne ciężarówki. W rzeczywistości rozważa również inwestycję we własną turbinę wiatrową, mogącą wytwarzać zieloną energię zarówno do własnej produkcji, jak i dystrybucji. To kompleksowa zielona transformacja.

Co jeszcze ważne, przed dostawą elektrycznego taboru Scania przeprowadziła szeroko zakrojoną analizę przepływu dystrybucji w Schulstad, aby uzyskać optymalną specyfikację dla nowego modelu w pełni elektrycznego. Analizy te bazowały na konkretnych danych operacyjnych m.in. hybrydowej elektrycznej Scanii, którą Schulstad eksploatował wcześniej. Stąd znano dokładne trasy jazdy, schemat działania, odległości, obciążenie, topografię i inne parametry, ważne dla specyfikacji optymalnego rozwiązania dystrybucji energii elektrycznej w akumulatorach. Szczególnie, że niektóre z najbardziej intensywnych tras w Schulstad w ciągu 10-godzinnej nocnej zmiany obejmują prawie 40 rozładunków włącznie z przerwami. Przepływ musi być zatem częściowo zoptymalizowany w zależności od lokalizacji sklepów i supermarketów oraz obowiązkowych przerw kierowców itp. Jednocześnie należy wziąć pod uwagę, które sklepy są najbardziej narażone pod względem emisji hałasu, odległości od obszarów mieszkalnych itp. To duże wyzwanie, któremu należy podołać, aby osiągnąć jak najniższy poziom hałasu, obciążenia środowiska i emisji CO₂.

3.5. Projekt ZEUS w Monachium

Monachium, podobnie jak wiele innych obszarów metropolitalnych, jest poważnie dotknięte rosnącym natężeniem ruchu i zanieczyszczeniem powietrza. Zmiana sposobu dostarczania ładunków do centrum miasta przyniosłaby zatem pozytywne skutki na wielu poziomach. Jedno z rozwiązań stanowi dostarczanie towarów do sprzedawców detalicznych poza godzinami szczytu za pomocą pojazdów z napędem elektrycznym. Badania naukowe, jak te przytaczane w tym artykule, wskazują mianowicie, że przesunięcie dostaw w obrębie miast poza godziny szczytu oznacza, że procesy logistyczne mogą być realizowane szybciej, a ich wpływ na cały inny ruch bywa znacznie mniejszy niż w godzinach szczytu. Zostało to również potwierdzone podczas jazd testowych, które w listopadzie 2020 roku koncern MAN Truck&Bus przeprowadził we współpracy z Monachium w ramach projektu EIT Urban Mobility ZEUS (*Zero Emission off-peak Urban DeliverieS* – Zeroemisyjne Miejskie Dostawy Poza Szczytem) [MAN, 2021b; EIT Urban Mobility, 2021]. Cel projektu polegał na badaniu możliwości wdrożenia elektrycznych ciężarówek jako alternatywnej opcji dystrybucji poza godzinami szczytu w celu zmniejszenia natężenia ruchu w godzinach szczytu oraz redukcji emisji. W badaniu tym wskazano na następujące składowe [EIT Urban Mobility, 2021]:

- 1) kontekst – koncepcja cichych i bezemisyjnych dostaw miejskich, zapewniających bardziej przyjazne, czystsze i bezpieczniejsze środowisko miejskie;
- 2) wyzwanie – spełnienie (rosnących) potrzeb dostawczych miast, przy jednoczesnym uwzględnieniu faktu, że większość dostaw realizowana jest w ciągu dnia (co pogarsza korki, jakość powietrza i bezpieczeństwo mieszkańców);
- 3) oczekiwany rezultat – wytyczne i zestaw narzędzi do szacowania wpływu oparte na skalowalnych przypadkach użycia dostaw poza godzinami szczytu oraz na potrzebach interesariuszy.

Testy przeprowadzone w centrum Monachium pokazały, jak mają wyglądać usługi transportu ładunków w przyszłości. Udowodniono m.in., że tabor elektryczny może być efektywnie używany we wrażliwych porach dnia, przeprowadzając własne próby w centrum stolicy Bawarii. Wdrożony w pełni elektryczny MAN eTGM przeznaczony do dystrybucji ładunków w centrach miast emituje bowiem znacznie mniej hałasu w porównaniu z odpowiednikami z silnikiem diesla. Przeniesienie dostaw w obrębie miast do godzin poza porą szczytu sprawia zaś, że proces logistyczny staje się bardziej efektywny i płynny bez wpływu na mieszkańców.

Próby wykazały [MAN, 2021b; EIT Urban Mobility, 2021] oszczędność czasu od 15 do 30%, co można osiągnąć poprzez przesunięcie okna czasowego dostaw w miastach na godziny pozaszczytowe. Jednocześnie udało się poprawić punktualność i rzetelność planowania do prawie 100%. Kolejny aspekt to wyraźnie zauważalna redukcja hałasu podczas używania pojazdów elektrycznych. Powyższe sprawia, że przejście na godziny pozaszczytowe okazuje się w pełni możliwe, gdyż nie wpływa na mieszkańców. Przeprowadzając te jazdy z eTGM w Monachium, potwierdzono, że silnik elektryczny powoduje obniżkę hałasu. Odczuwalny hałas zmniejsza się o co najmniej jedną czwartą, a w pewnych przypadkach nawet o połowę, szczególnie przy prędkościach poniżej 30 km/h.

Projekt ZEUS to część unijnej inicjatywy EIT Urban Mobility. Jego cel polega na zamodelowaniu i zademonstrowaniu różnych aplikacji, wykorzystujących ciche, miejskie procesy logistyczne poza godzinami szczytu i w porze nocnej, aby zidentyfikować realistyczne możliwości dostaw do miast poza godzinami szczytu, zarazem spełniając wymagania miejskich dostaw. Badania przeprowadzone w ramach projektu ZEUS wykazały, że system dystrybucji stał się znacznie wydajniejszy, skrócił się czas dostawy, poprawiła się punktualność, a praca pojazdu nie powodowała uciążliwego hałasu. Kluczowe wyzwanie, którym należy się zająć, to fakt, że firmy detaliczne musiałyby restrukturyzować swoje operacje odbioru towarów do godzin poza godzinami szczytu, co może spowodować wzrost kosztów dla tych przedsiębiorstw.

Podsumowując: ciche dostawy poza godzinami szczytu w szybszym tempie pomogą miastom stać się czystszy i mniej zatłoczonymi, niż byłoby to możliwe w innym przypadku [EIT Urban Mobility, 2020].

3.6. Badanie „ZeroEmissionDeliveries – Berlin”

Badanie „ZeroEmissionDeliveries – Berlin” [MAN, 2021a; NOW, b.d.], realizowane przez stowarzyszenie ekologiczne Transport&Environment na konkretnym przykładzie Grupy REWE, analizowało warunki, w których istniałaby możliwość przestawienia regionalnego transportu dostawczego na pojazdy elektryczne – tzn. dystrybucję artykułów spożywczych samochodami z napędem elektrycznym. W badaniu uczestniczył MAN Truck&Bus, oferując swoją wiedzę producenta taboru.

Koncern widzi w elektryfikacji miejskiego i regionalnego transportu towarowego i osobowego istotny potencjał w zakresie ochrony klimatu. Korzystanie z aut elektrycznych zasilanych wyłącznie energią elektryczną pozwoli na redukcję śladu CO₂ w transporcie. Zastąpienie flot o tradycyjnym napędzie wersjami z napędem elektrycznym to jednak proces bardzo złożony, wymagający powstania nowej infrastruktury ładowania oraz odpowiedniego dostosowania sieci elektrycznych i trybu pracy. Napęd elektryczny jest rozwijany, a za tym pojawiają się także nowe możliwości dla klientów. Jedną z nich, na przykład, polega na realizacji dostaw w centrach miast poza godzinami szczytu, przy zastosowaniu pojazdów z napędem elektrycznym, generujących znacznie mniej hałasu i wibracji. W tym zakresie MAN współpracował już w ramach projektu EIT Urban Mobility ZEUS. Rozpoczęte przez Transport&Environment badanie „ZeroEmissionDeliveries – Berlin” miało na celu pomiar na konkretnym przykładzie możliwości elektryfikacji. Trzon projektu tworzyli T&E, REWE Group, MAN Truck&Bus i Instytut Fraunhofer ISI. Ten ostatni nadzorował to badanie. Pozostałymi partnerami w tym projekcie byli: Stromnetz Berlin, Allego i Compleo.

Ten wspólny projekt stanowił ważny krok w kierunku wprowadzenia pojazdów elektrycznych do transportu dostawczego. Po licznych „projektach i mapach drogowych” nadszedł czas, aby przedstawić przedsiębiorstwom jasny obraz sytuacji. Przy pomocy Instytutu Fraunhofer ISI strony starały się ustalić, jakie możliwości istnieją już dzisiaj, a jakie działania muszą być podjęte przez polityków, operatorów infrastruktury oraz wytwórców pojazdów, aby elektryfikacja flot dystrybucyjnych w dużych miastach mogła się realnie rozpocząć.

Punkt wyjścia analizy stanowiły należące do REWE Group centra logistyczne Oranienburg i Alt-Mariendorf. Badanie przeprowadzono na praktycznym przykładzie regionalnego systemu logistycznego w Berlinie i okolicach. Przeanalizowano trasy dostawcze dla ponad 250 marketów REWE w tym regionie. Przy zaopatrywaniu supermarketów w Berlinie i w okolicy wszystko musi ze sobą współgrać. Niezawodne funkcjonowanie floty pojazdów dystrybucyjnych odgrywa tu więc kluczową rolę. Wcześniej, dzięki poprawie techniki jazdy i optymalizacji planów tras, udało się znacznie ograniczyć zużycie paliwa. Dlatego REWE było bardzo zainteresowane innowacyjnymi rozwiązaniami zapewniającymi poszanowanie surowców i zaangażowało się w ten projekt.

Badanie miało między innymi przynieść odpowiedzi na następujące pytania [MAN, 2021a]:

- jakie pojazdy są potrzebne?
- jak wygląda optymalny plan tras dla pojazdu elektrycznego?

- jak można stworzyć sprawny mix obejmujący infrastrukturę prywatną i publiczną?
- jakie wymagania wynikają z tego dla sieci rozdzielczej i wytwórców energii?

Przy realizacji badania T&E pomocne okazały się cenne doświadczenia dotyczące eTGM, które od 2018 roku MAN gromadzi w rzeczywistych warunkach eksploatacji w ramach realizowanego w Austrii projektu CNL. Sam projekt T&E dotyczący bezemisyjnego transportu dostawczego dostarczył wszystkim jego uczestnikom istotnych informacji z powodu wzięcia pod uwagę konkretnych wymagań Grupy REWE. W szczególności na tej podstawie wspólnie z zespołem sprzedaży MAN będą możliwe do ustalenia niezbędne specyfikacje dla przyszłej palety pojazdów elektrycznych. Poza tym da się stwierdzić, jaka infrastruktura systemów ładowania będzie musiała powstać w środowisku miejskim w najbliższych latach.

4. Podsumowanie

Poprawa podtrzymywalnego dobrobytu oraz szeroko i głęboko pojętego wysokiego standardu życia osób mieszkających w miastach jest procesem złożonym, wielowymiarowym, opartym na licznych zmiennych silnie na siebie wzajemnie wpływających i się kształtujących. Proces ten wymaga bowiem m.in. włączenia w niego licznych stron – interesariuszy oraz takiego poprowadzenia, by w wyniku odpowiednich działań dochodziło do wykształcenia efektów synergicznego wzrostu ogólnej pojętej życiowej wartości dodanej (rozpatrywany według określonych kryteriów wzrost standardu życia przy mniejszym obciążeniu infrastruktury, niższych kosztach czy zredukowanym śladzie środowiskowym). Jest to w takim razie, a przynajmniej powinien być, proces oparty na holizmie i eklektyzmie, który musi być właściwie sterowany i wdrażany. Kluczowe w tym pozostają płynność, pewność oraz dalsza optymalizacja kosztowo-zasobowa przy stale poprawianym – zredukowanym – śladzie środowiskowym. Tylko mianowicie wtedy można się spodziewać korzyści we wszystkich założonych obszarach. Co więcej, ten wzrost ulega synergicznemu zdynamizowaniu w sytuacji wprowadzenia taboru proekologicznego – w pełni elektrycznego bądź przynajmniej hybrydowego – hybrydy równoległej z rozbudowanym trybem do jazdy odbywanej wyłącznie w oparciu o energię elektryczną. Przy tym ten tabor co najmniej zelektryfikowany pełni tu rolę zasadniczego czynnika determinującego i warunkującego – narzędzia pozwalającego nieraz w ogóle na zachodzenie tego procesu, a jeśli już on zachodzi, na maksymalne spożytkowanie korzyści z tego wynikłych i ich akcelerację. Po pierwsze, w aktualnych warunkach bez taboru tego rodzaju, a dokładnie bez zapewnianych przez niego cichobieżności i ograniczonej wibracyjności, nie da się wcale realizować takich dostaw lub da się je realizować w ograniczonym zakresie. Po drugie, tabor ten pozwala na uzyskanie skojarzonych korzyści ekologicznych. Do tego dochodzą zauważalne w obszarze kosztowym korzyści ekonomiczne, wyniki z działań organizacyjnych, polegających na zmianie okienek czasowych wykonywania zadań przewozowych. Jednocześnie takie korzyści ekonomiczne i ekologiczne zachodzą także nawet przy wykorzystaniu do dostarczania w miastach w godzinach pozaszczytowych tradycyjnych pojazdów silnikowych z jednostką

spalinową zasilaną paliwami na bazie węglowodorowej. Tym samym nawet w tym przypadku nocne dostawy są dostawami bardziej ekologicznymi oraz tańszymi, w układach czy to bezwzględnych, czy względnych – przeliczeniowych na tkm. W rezultacie, w sytuacji występowania określonych ograniczeń, wykorzystanie do takich dostaw pojazdów z tradycyjnym układem napędowym należy uznać za pewne wyjście ekologicznie i ekonomicznie suboptymalne.

Niemniej wykonywanie dostaw w godzinach pozaszczytowych wiąże się także z koniecznymi zmianami organizacyjnymi. Z jednej strony dotyczą one samego przygotowania takich dostaw od strony organizacji jazd, w tym wyznaczania tzw. okienek – slotów interakcji z obsługą magazynową i w punkcie odbioru. Z drugiej zaś wymagają wcześniejszego uzyskania odpowiedniego stopnia akceptacji i przyzwolenia społecznego, w tym w pierwszym rzędzie wśród personelu związanego z obsługą takich dostaw w obiektach handlowych bądź restauracyjnych.

Generalnie, jak wykazano w artykule, dostawy czy nawet odbiór śmieci mogą się zacząć odbywać w porach, w których dotychczas w większości sytuacji bywały zwyczajnie niemożliwe. Takie przesunięcie oznacza natomiast:

- poruszanie się po mniej zatłoczonych ulicach, z mniejszą liczbą operacji start-stop, co mimo wszystko może się przekładać na zwiększenie zasięgu pojazdów,
- ograniczanie powstawania korków z tytułu poruszania się przez ciężarówki w godzinach szczytu.

Poza samym zmniejszeniem liczby pojazdów istotną rolę odgrywa/pełni tu wyeliminowanie dwóch innych kluczowych czynników korkotwórczych, związanych z wersjami dystrybucyjnymi i komunalnymi poruszającymi się w godzinach wzmożonego ruchu, tj.:

- zabierania śmieci czy wykonywania dostaw na wąskich ulicach jednokierunkowych bądź jednopasmowych, co często automatycznie oznacza powstawanie na nich korka,
- wykonywania operacji manewrowych przy dojeździe do punktu docelowego (sklep, restauracja, hotel, miejsce odbioru śmieci) i potem opuszczaniu go, co często utrudnia lub wręcz na chwilę wstrzymuje ruch innych pojazdów.

Do tego przy wykonywaniu dostaw nocą (*peak-off*) dochodzą:

- wyższa średnia prędkość i bardziej płynna jazda, bez częstych hamowań, zatrzymań i przyspieszeń,
- krótszy czas przejazdu – dojazdu do punktu docelowego,
- mniejsze zużycie paliwa oraz mniejsze obciążenie pojazdu, przekładające się na redukcję jego TCO (przykładowo mniejsza liczba hamowań mniej obciąża układ hamulcowy, co wydłuża żywotność jego komponentów i tym samym redukuje koszty związane z ich wymianą),
- mniejsze obciążenie – stres i zmęczenie – kierowcy,
- łatwość dojazdu do sklepu czy restauracji oraz łatwość parkowania – znalezienia miejsca parkingowego – przy obsługiwanym obiekcie, ale z wyłączeniem odbioru śmieci z bloków. W odniesieniu do tych ostatnich łatwiej da się bowiem dojechać za dnia, w godzinach pracy mieszkańców, gdyż wówczas pod budynkami parkuje mniej aut osobowych,

- możliwość wykonania w tym samym czasie większej pracy przewozowej, w dodatku po niższym koszcie jednostkowym.

Niemniej trzeba podkreślić, że o ile wskazane rodzaje i sfery korzyści mają charakter bardziej uniwersalny – tzn. mogą wystąpić przy innych analogicznych wdrożeniach – o tyle sam wymiar – konkretne wartości – tych korzyści będzie podlegał silnym zmianom różnicującym i indywidualizującym w zależności od każdego konkretnego przypadku wdrożenia. W szczególności w tej analizie trzeba wziąć pod uwagę:

- specyfikę każdego przypadku, w tym długość trasy dojazdowej, masę ładunku, topografię i układ pokonywanych tras, liczbę punktów i odcinków ograniczania prędkości na pokonywanych trasach (limity prędkości, światła oraz ich liczba, godziny działania i przy działaniu synchronizacja – tzw. zielona fala, skrzyżowania, ronda, przeszkody w nawierzchni – tzw. martwi policjanci, itd.), łatwość dojazdu do wskazanych punktów odbioru i łatwość zadokowania przy nich/do nich, by dokonać rozładunek,
- referencyjne koszty i czas przejazdów realizowanych w dzień w godzinach szczytu do tych samych punktów odbioru. Istotna kwestia badawcza będzie się też mogła odnosić do zagadnienia, czy jako referencyjny będzie eksploatowany jeszcze tabor tradycyjny z silnikiem spalinowym, zelektryfikowany tabor hybrydowy spalinowo-elektryczny, tabor w pełni elektryczny czy może już tabor wodorowy na ogniwa paliwowe,
- unormowania prawne w tym zakresie – rozpatrywane tu unormowania zasadniczo odnoszą się do dwóch grup przepisów. Pierwsza obejmuje zarówno przepisy krajowe, jak i lokalne, dotyczące ruchu pojazdów, przykładowo przepisy miejscowe, mogące zawierać pewne rozwiązania ograniczające, jak zakazy jazdy nocą albo dodatkowe opłaty za jazdy o tej porze, jak i wspierające – pozwolenia na jazdy nocne, jeśli są realizowane pojazdami cichobieżnym. W ramach drugiej uwzględnione muszą być przepisy krajowe w sferze zatrudniania i wynagradzania, w tym długości dnia pracy, dodatków za pracę w nadgodzinach czy nocą itd.,
- wynikające z punktu poprzedniego ewentualne dodatkowe koszty, które muszą być ponoszone przy przewozach nocą. Powyższe może dotyczyć wyższych płac (dodatków) jednego kierowcy, konieczności wprowadzenia drugiego kierowcy bądź wyższych płac specjalnie pozostawionego personelu magazynowego w miejscu wydania oraz personelu przyjmującego w miejscu odbioru, jeśli nie jest to personel i tak pracujący w tych porach w tych lokalizacjach.

Zarazem najszersze, najgłębsze i najdłuższe badania w poruszanej tematyce zostały wykonane w Szwecji. Dotyczyły one największej liczby wziętych pod uwagę elementów, w tym dokładnie porównywano odmienne typy taboru, badano alternatywne opcje dostaw, analizowano różne inne aspekty. Skupiono się także na przeprowadzeniu wielu analiz i wyliczeń, a nie jedynie samej ocenie badanych zjawisk. W rezultacie badania te – poprzez swój eklektyzm zrywający z monokazualnością oraz holizm – tworzą najlepszą odnośnikową bazę teoretyczno-wiedзовo-implementacyjną zarówno dla przyszłych testów tego rodzaju w realnych środowiskach wdrożeniowych, jak i dla środowiska naukowego, zdaniem autora, umożliwiając dalszy konieczny rozwój badań w tym obszarze.

Tabela 1. Zasadnicze stwierdzone w badaniach korzyści związane z realizacją dostaw poza godzinami szczytu – oparte głównie na badaniach szwedzkich

Rodzaj korzyści	Wymiar korzyści
Czasowe	Skrócenie czasu dostaw nawet o 30%
Kosztowe	Spadek kosztów nawet o 45% – mógłby być wyższy, gdyby nie m.in. dodatkowe koszty kierowców. Możliwe także niższe koszty eksploatacji wynikłe z bardziej płynnej jazdy
Wydajnościowe	Wzrost wydajności nawet o 40% – możliwość wykonania tej samej pracy przewozowej w zdecydowanie krótszym czasie bądź w tym samym czasie, przy użyciu tych samych ludzi i taboru, większej pracy przewozowej
Organizacyjne	Możliwość lepszego zarządzania personelem, możliwość docelowego zmniejszenia liczby ludzi i pojazdów niezbędnych do wykonania tej samej pracy przewozowej – czynnik ludzki odgrywa tu ważną rolę wobec niedoborów wykwalifikowanych pracowników
Mobilnościowe	Upłynnienie ruchu, likwidacja pewnych sytuacji korkogennych związanych m.in. z manewrowaniem, przeniesienie ruchu z godzin komunikacyjnego szczytu na godziny pozaszczytowe (w tej materii nie wykonano jeszcze dokładnych badań pozwalających na prezentację dokładnych danych, ale wskazano na zasadnicze obszary notowanej poprawy)
Ekologiczne	Spadek zużycia paliwa w układach bezwzględny i względny (w przeliczeniu na tkm) przez tabor tradycyjny, spadek zużycia energii przez tabor elektryczny/zelektryfikowany, niższa emisja hałasu wskutek przejścia na tabor zelektryfikowany
Przechowaniowe	Usprawnienie pracy i podniesienie jej bezpieczeństwa w magazynach, lepsze wykorzystanie przestrzeni magazynowej, zwiększenie rotacji towarów w magazynach. Wszystko to może w efekcie prowadzić do pewnej redukcji powierzchni magazynowej w ogóle, z licznymi korzyściami z tego wynikłymi w powiązanych układach kosztowym i przestrzennym (mniej powierzchni zajętej na magazyn, niższe opłaty i koszty z tego tytułu)

Źródło: opracowanie własne.

Tym samym dostawy w godzinach pozaszczytowych stanowią jedno z narzędzi poprawy standardu życia mieszkańców miast. Nie wymagają żadnych zmian po stronie infrastrukturalnej i taborowej, albo wymagają jedynie elektryfikacji pojazdów dystrybucyjnych, co i tak już zachodzi. Niemniej wiążą się one wyłącznie z koniecznymi zmianami organizacyjnymi, w praktyce przy odpowiednim przyzwoleniu społecznym niezbyt kłopotliwymi do implementacji. Jak wykazano, wielowymiarowe korzyści (tabela 1) związane z właściwym wdrożeniem są zaś niepodważalne, czy to w układzie kosztowym, mobilnościowym, ludzko-zasobowym, czy środowiskowym.

Jednocześnie ważne pozostaje zaprezentowanie pytań i pól badawczych. Może to zostać spożytkowane w trakcie realizacji w przyszłości analogicznych wdrożeń, gdyż może wówczas pozwolić na unikanie pewnych błędów, zwrócenie uwagi na określone wyzwania i zagrożenia oraz zwiększenie uwagi przy samym wprowadzaniu.

Autor chce wyrazić przekonanie, że ta publikacja, jedna z pierwszych w naszym kraju poświęconych tej niezwykle ciekawej tematyce, przyczyni się do dalszych poszerzonych i pogłębionych badań nad tą problematyką. Przy czym kwestia dotyczy nie tylko publikowania dalszych opracowań *stricte* naukowych odnoszących się do wskazanej sfery, ale także wdrożenia programów badawczych – prób pilotażowych dokonywanych w realnych warunków w polskich miastach przez polskich przewoźników dla zainteresowanych podmiotów. Pierw-

sze analizy w tym zakresie zostały wykonane dla Polskiej Izby Spedycji i Logistyki [Brach, 2025]. Równocześnie zwraca się w nich uwagę na szereg kluczowych barier, jakie w takim wymiarze nie pojawiły się w innych krajach, jak przykładowo niechęć wielkich koncernów z branż logistycznej i dystrybucji żywności – handlu detalicznego do chociaż wstępnego przeprowadzenia prób tego typu. Brak jest też wspierającej polityki państwa, wieloletnich programów badawczych pokrywających koszty oraz – zdaniem autora najważniejsze – wielokrotnie chęci zachodnich podmiotów do wsparcia badań naukowych prowadzonych w naszym kraju. W tym kontekście autor nie jest upoważniony do podania nazw konkretnych firm, lecz może wskazać, że często są to dokładnie te same przedsiębiorstwa i ich rodzime filie, które w swoich krajach macierzystych oraz na innych, wybranych rynkach zachodnioeuropejskich z chęcią przynajmniej współfinansują prace tego rodzaju. U nas, pomimo znacznych przychodów (przykładowo przychody roczne sieci takich jak Lidl, Jeronimo/Biedronka [Kaszuba, 2025]), nie chcą na takie inicjatywy przeznaczać prawie żadnych środków.

Bibliografia

Materiały niepublikowane

1. Brach, J. (2025). *Nocne dostawy*. Analiza na prawach rękopisu wykonana dla PISiL.
2. Brach, J. (2022). *Co mogą zmienić kryzys i pandemia w kwestii planowania miast i miejskiej przestrzeni – casus pojazdów elektrycznych i niskoemisyjnych*. Dokument wewnętrzny przygotowany dla Dyrekcji MPK Wrocław w ramach prac nad dalszą poprawą funkcjonowania systemu komunikacji miejskiej w mieście Wrocławiu, maszynopis na prawach rękopisu – wersja uzupełniona.
3. Brach, J. (2021). *Co mogą zmienić kryzys i pandemia w kwestii planowania miast i miejskiej przestrzeni – casus pojazdów elektrycznych i niskoemisyjnych*. Dokument wewnętrzny przygotowany dla Dyrekcji MPK Wrocław w ramach prac nad dalszą poprawą funkcjonowania systemu komunikacji miejskiej w mieście Wrocławiu, maszynopis na prawach rękopisu – wersja bazowa.
4. Daimler – Mercedes-Benz Vans (2018). Materiały i analizy wewnętrzne.
5. HITS (2020–2024). Materiały wewnętrzne.

Wydawnictwa zwarte

1. Brach, J. (2023). *Wybrane aspekty podniesienia efektywności ciężkich i mega-/ultraciężkich miejskich przewozów dystrybucyjnych w warunkach zachodnioeuropejskich*. Wrocław: UEW.
2. Łomża, A., Larsson, D. (2018). *Zrównoważony transport miejski. Wymiana doświadczeń między Szwecją a Polską*. Warszawa: Biuro Radcy Handlowego Ambasady Szwecji.
3. Szoltysek, J. (2011). *Kreowanie mobilności mieszkańców miast*. Warszawa: Wolters Kluwer Polska.
4. Tundys, B. (2008). *Logistyka miejska, koncepcje, systemy, rozwiązania*. Warszawa: Difin.

Artykuły naukowe

1. Brach, J. (2020). Dostawy w nocy oszczędzają czas i redukują emisje, *Ciężarówki i Autobusy*, 7(13), s. 31–42.
2. Ejdyś, S. (2021). Model of a Sustainable Transport System on the Example of Olsztyn, *Ochrona Środowiska*, 23, s. 811–822.
3. Etukudoh, E.A., Adefemi, A., Ilojany, V.I., Umoh, A.A., Ibekwe, K.I., Sikhakhane Nwokiedigwu, Z.Q. (2024). A Review of Sustainable Transportation Solutions: Innovations, Challenges, and Future Directions, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(1), s. 1440–1452.
4. Liu, Y.H., Liao, W.Y., Li, L., Huang, Y.T., Xu, W.J., Zeng, X.L. (2019). Reduction Measures for Air Pollutants and Greenhouse Gas in the Transportation Sector: A Cost-Benefit Analysis, *Journal of Cleaner Production*, 207, s. 1023–1032.
5. Mohan, D., Tiwari, G. (1999). Sustainable Transport Systems: Linkages Between Environmental Issues, Public Transport, Non-Motorised Transport and Safety, *Economic and Political Weekly*, 34(25), s. 1589–1596.
6. Pamucar, D., Deveci, M., Canitez, F., Paksoy, T., Lukovac, V. (2021). A Novel Methodology for Prioritizing Zero-Carbon Measures for Sustainable Transport, *Sustainable production and consumption*, 27, s. 1093–1112.
7. Patil, P. (2021). Sustainable Transportation Planning: Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions in Urban Areas, *Empirical Quests for Management Essences*, 1(1), s. 45–57.
8. Shah, K.J., Pan, S.Y., Lee, I., Kim, H., You, Z., Zheng, J.M., Chiang, P.C. (2021). Green Transportation for Sustainability: Review of Current Barriers, Strategies, and Innovative Technologies, *Journal of Cleaner Production*, 326, 129392.
9. Skowroński, A. (2006). Zrównoważony rozwój perspektywą dalszego postępu cywilizacyjnego, *Problemy Ekorozwoju*, 2, s. 47–57.

Materiały internetowe

1. Civitas Eccentric (2023). *FastTrack Case Study – Stockholm*, <https://civitas.eu/resources/fast-track-case-study-stockholm> (dostęp: 5.10.2025).
2. Civitas Eccentric (2025). *Sustainable Mobility Solutions in Stockholm*, https://civitas.eu/sites/default/files/civitas_eccentric_booklet_stockholm_web.pdf (dostęp: 5.10.2025).
3. Closer (2021a). *Logistik inte bara transporter*, <https://closer.lindholmen.se/nyheter/logistik-inte-bara-transporter> (dostęp: 11.12.2022).
4. Closer (2021b). *Stor utrullning av elektrifierade tunga vägtransporter*, <https://closer.lindholmen.se/nyheter/stor-utrullning-av-elektrifierade-tunga-vagtransporter> (dostęp: 11.12.2022).
5. Closer (2022a). *Hur påverkar digitaliseringen logistiken?*, <https://closer.lindholmen.se/fokusomraden/hur-paverkar-digitaliseringen-logistiken> (dostęp: 11.12.2022).
6. Closer (2022b). *Off-Peak transporter – ett val som är bra för miljön*, <https://closer.lindholmen.se/nyheter/peak-transporter-ett-bra-miljoval> (dostęp: 4.01.2025).
7. Closer (2023). *The HITS Collaboration Has Become a HIT!*, <https://closer.lindholmen.se/en/news/hits-collaboration-has-become-hit> (dostęp: 5.12.2022).
8. Closer (2025). <https://closer.lindholmen.se/en/project/hits-2> (dostęp: 5.10.2025).

9. Closer (b.d.). <https://closer.lindholmen.se/projekt/hits-1> (dostęp: 5.12.2022).
10. Closer HITS (b.d.). *HITS*, <https://closer.lindholmen.se/en/project/hits> (dostęp: 5.10.2025).
11. Closer REEL (2022a). <https://closer.lindholmen.se/projekt/reel> (dostęp: 11.12.2022).
12. Closer REEL (2022b). https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2022-11/reel-report_0.pdf (dostęp: 11.12.2022).
13. EIT Urban Mobility (2020). *ZEUS Project Presents Quick Wins for Low Impact Urban Supplies*, <https://www.eiturbanmobility.eu/zeus-project-presents-quick-wins-for-low-impact-urban-supplies/> (dostęp: 12.01.2022).
14. EIT Urban Mobility (2021). *Zero Emission off-peak Urban Deliveries – ZEUS*, <https://www.eiturbanmobility.eu/projects/zero-emission-off-peak-urban-deliveries-zeus/> (dostęp: 11.10.2021).
15. HAVI (2023). <https://www.havi.com/press/havis-electrification-journey-continues-new-hybrid-delivery-vehicle-netherlands> (dostęp: 12.02.2023).
16. ITRL Seminars (2023). *Webinar on Sustainable Urban Freight in Stockholm. Research results from the HITS-project*, https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2023-11/peter-georen_introduction-and-overview-hits-project.pdf (dostęp: 15.11.2023).
17. Kaszuba, K. (2025). *Ranking TOP 20 sieci spożywczych w Polsce 2025. Oto najwięksi detaliści*, <https://www.wiadomoscihandlowe.pl/handel-i-dystrybucja/ranking-top-20-sieci-spozywczych-w-polsce-2025-oto-najwieksi-detalisci-2529107> (dostęp: 7.10.2025).
18. MAN (2021a). *Food Distribution with Electric Trucks*, <https://press.mantruckandbus.com/corporate/en/food-distribution-with-electric-trucks---man-participates-in-study-in-berlin/> (dostęp: 11.10.2021).
19. MAN (2021b). *MAN Electrifies Inner-City Logistics*, <https://press.mantruckandbus.com/corporate/man-electrifies-inner-city-logistics/> (dostęp: 11.10.2021).
20. NOW (b.d.). *Project Investigates Feasibility of Zero-Emission Deliveries in Berlin*, <https://www.now-gmbh.de/en/news/pressreleases/project-investigates-feasibility-of-zero-emission-deliveries-in-berlin/> (dostęp: 11.12.2022).
21. Prasad, C. (2020). *Sustainable Transportation for Cities*, https://www.researchgate.net/publication/364815439_Sustainable_Transportation_for_Urban_Areas (dostęp: 4.10.2025).
22. Scania (2019). *Night-Time Deliveries Save Time and Slash Emissions*, <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/night-time-deliveries-save-time-and-slash-emissions.html> (dostęp: 25.12.2021).
23. Scania (2021). *HAVI to Use New Plug-In Hybrid Truck from Scania in Research*, <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/HAVI-to-use-new-plug-in-hybrid-truck-from-Scania-in-research.html> (dostęp: 11.12.2021).
24. Scania Denmark (2022). *Nyheder fra Scania*, <https://www.scania.com/dk/da/home/about-scania/newsroom.html#/embedded/newsroom/scania-dk/story/fra-el-hybrid-til-fuldelektriske-lastbiler-cwbi1ryx> (dostęp: 11.12.2022).
25. *Synonim.net* (2021). *Zrównoważony*, <https://synonim.net/synonim/zr%C3%B3wnowa%C5%BCony> (dostęp: 11.12.2021).
26. United Nations (2016). *Mobilizing Sustainable Transport for Development: Analysis and Policy Recommendations*, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2375Mobilizing%20Sustainable%20Transport.pdf> (dostęp: 3.10.2025).

27. United Nations (2021). *Sustainable Transport, Sustainable Development. Interagency Report for Second Global Sustainable Transport Conference*, https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021-10/Transportation%20Report%202021_FullReport_Digital.pdf (dostęp: 3.10.2025).

Materiały audio

1. Polskie Radio – Archiwum Programu 1, 27 grudnia 1985 r., Radio Kierowców, prowadzący Marian Przetakiewicz-Leśniewski (dostęp: 10.04.2001).

Deliveries During Off-Peak Hours, Including Night Hours: Economic, Organisational and Implementation Analysis

Abstract

This article discusses the feasibility of implementing off-peak deliveries to stores and restaurants in cities. Its goal is to demonstrate the numerous benefits that can be achieved by implementing such deliveries in a controlled manner. The main research claim is that the proper implementation of evening or night-time deliveries of specific cargo to cities in the retail and restaurant sectors provides the opportunity to produce numerous benefits in various areas, including economic, environmental and organisational aspects. There is therefore a strong economic, social and environmental rationale for such deliveries. The data and information used come from secondary sources in the form of publications, including scientific ones, presented by Swedish and German research centres, as well as the companies themselves, including fleet providers and their customers in the retail and restaurant sectors involved in the implementation of off-peak deliveries.

Keywords: modern cities, deliveries during off-peak hours
