

Podobnie jak w przypadku taboru autobusowego, także i w przypadku taboru tramwajowego wyraźnie widać duży udział nowoczesnych tramwajów niskopodłogowych – takich producentów, jak Bombardier, Stadler czy Pesa. Na chwilę obecną tabor tych trzech producentów to łącznie 148 sztuk taboru, czyli 39,3% stanu inwentarzowego wagonów tramwajowych (tabela 3.3).

MPK Kraków może posłużyć jako przykład silnego gospodarza, rozbudowanego operatora transportu publicznego. Spółka obsługuje dwie trakcje (autobusową i tramwajową), intensywnie inwestuje w tabor (zarówno autobusy z napędem alternatywnym, jak i tramwaje niskopodłogowe). Przedsiębiorstwo jest innowacyjne, czego dowodem mogą być chociażby plany pozyskania taboru wodorowego (MPK Kraków, 2021d) czy testy tramwaju przemieszczającego się autonomicznie*.

Warszawski Transport Publiczny i największy operatorzy

Warszawski Transport Publiczny jest organizowany i nadzorowany przez Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, dla którego przewozy są realizowane przez operatorów – zarówno komunalnych, jak i prywatnych (Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, 2021a).

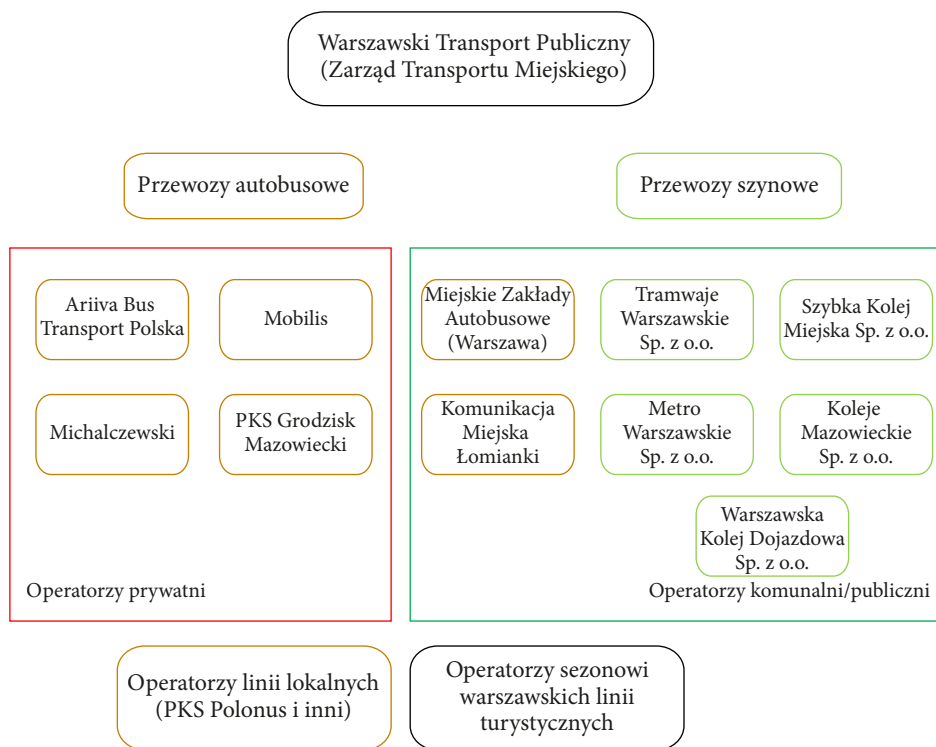
Warszawski sposób organizacji transportu publicznego łączy wiele form dostępu do rynku (patrząc z punktu widzenia nauk ekonomicznych). Jest on największym w skali kraju systemem komunikacji miejskiej, tak jak i Warszawa jest zdecydowanie największym w kraju ośrodkiem miejskim (i centrum aglomeracji). Tym samym Warszawa jest dobrym miejscem do analiz i obserwacji – w zakresie zarówno zarządzania transportem publicznym, i jak wdrażanych innowacji.

Patrząc na warszawski system transportu publicznego, warto wyjść od pozycji organizatora. Zarząd Transportu Miejskiego skupia swoją aktywność na trzech polach: przewozu, handlu i inwestycji. W ramach działalności przewozowej ZTM Warszawa realizuje między innymi zadania dotyczące potrzeb przewozowych – planowania, organizacji i koordynacji układu komunikacyjnego oraz rozkładu jazdy, a także bieżącej koordynacji i nadzoru nad funkcjonowaniem transportu zbiorowego – dla Warszawy i współpracujących gmin. Ważnym elementem działania ZTM jest także prowadzenie postępowań prowadzących do zawarcia umów o świadczenie usług w zakresie transportu zbiorowego (a następnie, po zawarciu tych umów, kontrola jakości ich realizacji). ZTM odpowiada także za zarządzanie i rozwój obiektów infrastruktury komunikacyjnej (w tym węzłów przesiadkowych, pętli autobusowych i tramwajowych, przystanków czy parkingów typu P&R). W obszarze handlowym ZTM skupia się na opracowaniu polityki taryfowej, sprzedaży biletów oraz ich kontroli, a w obszarze inwestycyjnym – na inicjowaniu przedsięwzięć inwestycyjnych dotyczących zarówno budowy czy modernizacji obiektów i urządzeń, jak i doko-

* Opisane szerzej w rozdziale 4.

nywania zakupów inwestycyjnych związanych z transportem zbiorowym (Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, 2021a).

Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie współpracuje z operatorami komunalnymi i operatorami prywatnymi. Umowy z operatorami prywatnymi są zawierane między innymi w komunikacji autobusowej, w której obok przewoźnika komunalnego (Miejskie Zakłady Autobusowe, około 1439 autobusów) funkcjonują między innymi Arriva Bus Transport Polska (142 autobusy) czy Mobilis (169 autobusów). Na poniższym schemacie przedstawiono strukturę przewozów z podziałem na trakcje, operatorów i ich formę prawną.



Rysunek 3.2. Operatorzy Warszawskiego Transportu Publicznego

Źródło: (Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, 2021c).

W ramach sieci Warszawskiego Transportu Publicznego funkcjonują zarówno operatorzy korzystający z infrastruktury współdzielonej (choćby operatorzy autobusowi i regionalni operatorzy kolejowi), jak i tacy, którzy działają na dedykowanej infrastrukturze, dostępnej tylko dla nich. Tak jest chociażby w przypadku przewozów tramwajowych (Tramwaje Warszawskie Sp. z o.o.) czy sieci metra (Metro

Warszawskie Sp. z o.o.), a także (choć tu już w części także poza obszarem miasta) przewozów kolejowych (Warszawska Kolej Dojazdowa Sp. z o.o.). Z punktu widzenia realizowanej pracy przewozowej największy jest udział Miejskich Zakładów Autobusowych (praca przewozowa na poziomie 85,7 mln wozokm, 32% przewozów), Tramwajów Warszawskich (52,3 mln wozokm, 20% przewozów) i Metra Warszawskiego (42,1 mln wozokm, 16% przewozów) (Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, 2021b).

Warszawski Transport Publiczny (sieć Zarządu Transportu Miejskiego w Warszawie) to największy system aglomeracyjnego transportu publicznego w kraju (tabela 3.4). Należy zwrócić uwagę na kilka jego charakterystycznych elementów:

Tabela 3.4. Zestawienie operatorów w sieci ZTM Warszawa z uwzględnieniem liczby wozów w ruchu

Operator	Trakcja	Liczba wozów w ruchu	Uwagi
Tramwaje Warszawskie	tramwaj	792	podano przeliczeniową liczbę wagonów
Metro Warszawskie	metro	324	podano liczbę wagonów
Szybka Kolej Miejska	kolej	122	podano liczbę wagonów
Miejskie Zakłady Autobusowe	autobus	1127	
Mobilis	autobus	147	
Arriva	autobus	126	
PKS Grodzisk Mazowiecki	autobus	50	
Michalczewski	autobus	25	
KM Łomianki	autobus	24	
Wszyscy operatorzy łącznie		2737	

Źródło: (Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, 2021b).

- tramwaje Warszawskie Sp. z o.o. – przewoźnik tramwajowy posiada monopol w swojej trakcji, który zasadniczo jest monopolem naturalnym, operator odpowiada dodatkowo za zarządzanie (swoją) infrastrukturą;
- metro Warszawskie Sp. z o.o. – jedyny w kraju przewoźnik metra; odpowiada za obsługę kolei podziemnej na dwóch głównych liniach, a dodatkowo za zarządzanie infrastrukturą i systemami związanymi z koleją podziemną;
- Miejskie Zakłady Autobusowe Sp. z o.o. – największy miejski przewoźnik autobusowy w kraju; z 1499 autobusów wyjeżdżających na trasy w ramach WTP 1127 (75,2%) stanowią autobusy MZA (Informator ZTM, 2021, s. 4);
- największa w skali kraju liczba autobusów uruchamianych przez operatorów prywatnych – choć z uwagi na skalę działania całego systemu transportowego procentowy udział w liczbie uruchamianych autobusów ogółem nie wydaje się duży.

3.4. Świadczenie usługi i oczekiwania klientów

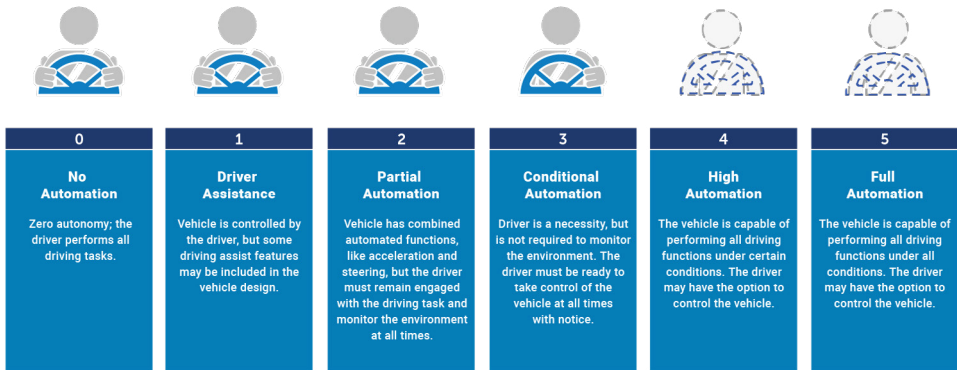
Usługi transportu publicznego są ciekawym tematem do badań i analiz między innymi ze względu na subiektywizm oceny użytkownika. Klient ocenia usługę z perspektywy jednostki, a jednostkowa ocena może bardzo mocno się różnić od oceny systemowej.

W literaturze przedmiotu wiele uwagi poświęca się kryteriom oceny jakości usług przewozowych. Wypracowane są uniwersalne wskaźniki oceny tej jakości, które przedstawiono poniżej. Należy jednak zauważyć, że część tych wskaźników ma charakter subiektywny, wynikający z indywidualnej oceny danych kryteriów przez pasażerów. Warto tu wskazać chociażby temat temperatury w pojazdach – jak powszechnie wiadomo, odczuwanie temperatury przez każdego człowieka jest odmienne, a pojazd komunikacji publicznej nigdy nie zapewni takich warunków temperaturowych, które odpowiadałyby każdej jednostce. Subiektywizm oceny sprawia, że tym bardziej konieczne jest wypracowanie uniwersalnych standardów i zasad, tak aby w możliwie obiektywny sposób zapewnić jak najlepsze warunki podróżowania i spełniać oczekiwania możliwie dużej grupy klientów.

Na początek warto się zastanowić, jakie mogą być kryteria obiektywnej oceny jakości komunikacji publicznej jako systemu transportowego cechującego się odpowiednim poziomem sprawności. Mogą nimi być (Rejmoniak, 1985):

- czas jazdy,
- regularność jazdy,
- częstotliwość kursowania,
- punktualność jazdy,
- dogodność połączeń,
- wygoda podróżowania,
- bezpieczeństwo jazdy,
- informacja,
- kultura obsługi.

Każdy z tych punktów stanowi osobny, duży obszar zainteresowania badających transport publiczny. W największym skrócie czas jazdy jest rozumiany jako prędkość przemieszczania się pojazdu i przekłada się bezpośrednio na rzeczywiście pokonywany dystans. Regularność kursowania pojazdów to stały interwał pomiędzy poszczególnymi kursami, pożądaną przy planowaniu podróży i ułatwiającą zapamiętanie rozkładu jazdy. Częstotliwość kursowania to odstęp między kursami uznawany niekiedy za kryterium oceny sprawności – zwłaszcza gdy wysoka częstotliwość kursowania pozwala na osiągnięcie wysokiej przepustowości, niezbędnej do uzyskania w przestrzeni miejskiej. Punktualność jazdy to wskaźnik jakościowy oceniający wykonanie zadań przewozowych. Dogodność połączeń ma związek z więzłą ruchu,



Rysunek 4.2. Klasyfikacja autonomii ruchu według NHTSA

Źródło: (NHTSA, 2021).

O ile w przypadku pojazdów szynowych można spotkać wiele sprawnie funkcjonujących autonomicznych systemów transportowych (choćby linii metra), o tyle znacznie ciekawsza wydaje się perspektywa drogowych pojazdów tego typu. Dynamika ruchu drogowego sprawia, że autonomia ruchu jest tu niesamowitym wyzwaniem technicznym i organizacyjnym. Tym ważniejsze są zatem wszelkie próby stworzenia funkcjonujących rozwiązań w tym zakresie.

Jako przykład może tu posłużyć między innymi projekt HEAT realizowany w mieście Hamburg (rysunek 4.3). Projekt pod nazwą HEAT – Hamburg Electric Autonomous Transport to projekt badawczo-rozwojowy między innymi miejskiego przewoźnika transportu publicznego HOCHBAHN. Celem jest sprawdzenie możliwości realizacji przewozów pojazdem autonomicznym jako sposobu na tworzenie nowych, bardziej elastycznych form mobilności. Projekt jest realizowany od 2019 roku. Na pierwszym etapie rozpoczęto testy pojazdu bez pasażerów, z maksymalną prędkością 15 km/h. Na drugim etapie zakłada się zwiększenie prędkości do 25 km/h i kursy z pasażerami. Pojazd autonomiczny kursuje specjalnie wyznaczoną trasą o długości 1,8 km. Biegnie ona przez obszar portu w Hamburgu i ma pięć przystanków. Projekt HEAT ma kilka podstawowych celów: sprawdzenie, czy autonomiczne minibusy mogą spełniać swoją funkcję w budowaniu publicznego systemu transportowego i zapewnić wsparcie do innych form transportu oferowanego przez HOCHBAHN, ale także zebranie doświadczeń z pierwszej ręki – bezpośrednio od pasażerów korzystających z nowej formy realizacji usług transportowych. HEAT ma doprowadzić także do zdefiniowania wymagań dla technologii pojazdów i infrastruktury drogowej. A to wszystko razem ma sprawić, że zaufanie do technologii autonomicznych w przyszłości będzie większe (Hochbahn.de, 2021). Partnerami projektu są między innymi instytucje i firmy branżowe.



Rysunek 4.3. Pojazd autonomiczny projektu HEAT

Źródło: (Heat, 2021).

W październiku 2020 roku minibus przewiózł pierwszych pasażerów. Na samym początku pojazdem mogły podróżować maksymalnie trzy osoby, do tego dwóch członków obsługi. To pierwsze takie testy – pojazdu autonomicznego z pasażerami, na publicznej drodze. Oficjalnie pojazd zaprezentowano na ITS World Congress w Hamburgu w październiku 2021 roku. Specjaliści komentują, że to wielki krok w mobilności miejskiej. Infrastruktura drogowa i integracja z zewnętrznymi systemami to zadanie, które realizuje w projekcie Siemens Mobility. Rolą HOCHBAHN było między innymi dostarczenie wysokiej rozdzielczości map, które obrazują trasę przejazdu praktycznie co do centymetrów. A celem wprowadzenia takich pojazdów do ruchu ma być między innymi zapewnienie nowego rodzaju usług wszędzie tam, gdzie większe pojazdy byłyby niepraktyczne – poza godzinami szczytu czy w obszarach poza centrum miast (Hill, 2020).

Testy pojazdu autonomicznego są także prowadzone w Szwecji. W styczniu 2021 roku rozpoczęły się testy w Goeteborgu. Projekt nazwany „S3, Shared Shuttle Services” jest częścią programu „Next Generation travel and transport” realizowanego wspólnie z rządem. Testy pojazdu w ruchu są kolejnym etapem projektu. Dwa autonomiczne minibusy kursują pomiędzy przystankiem „Hugo Hammars Kaj”, gdzie znajduje się duży parking samochodowy, a Regnbågsgatan – dużym węzłem transportu publicznego. Liderem projektu jest firma RISE (Chalmers.se, 2021).

Z kolei już ponad 300 pasażerów przejechało ponad 1000 kilometrów (stan na dzień 13.07.2021 roku) autonomicznym minibusem dookoła uniwersytetu w Cambridge (rysunek 4.4). Automatyczny pojazd kursuje z Madingley Park&Ride od

czerwca 2021 roku, aby sprawdzić możliwość wykorzystania pojazdów autonomicznych w transporcie publicznym do potencjalnego zastosowania w przyszłości. To pierwszy przypadek w Wielkiej Brytanii, gdy autonomiczny pojazd (w dodatku tak mocno „personalizowany“) dzieli ulicę z „normalnym“ ruchem drogowym w trakcie regularnych przewozów pasażerskich. Każdy przejazd ze względów bezpieczeństwa odbywa się z obsługą dwóch operatorów, którzy są gotowi do przejścia kontroli nad pojazdem, gdyby wystąpiła taka konieczność. Pasażerowie są ankietowani, pod kątem odczuć związanych z podróżą. Ponad 97% przewiezionych pasażerów mówi, że wsiałoby do takiego pojazdu ponownie, bez zawahania. Cały projekt jest prowadzony przez Greater Cambridge Partnership, Smart Cambridge i inżynierów z firmy Aurigo. Celem takich testów jest stworzenie możliwości dla regularnej eksploatacji tego typu pojazdów jako transportu publicznego dostarczanego według zapotrzebowania („na życzenie“) (Greatercampridge.co.uk, 2021).



Rysunek 4.4. Pojazd autonomiczny projektu Cambridge

Źródło: (GreaterCambridge.org.uk, 2021).

Malaga ogłosiła się pierwszym miastem testującym w ruchu pasażerskim „pełnowymiarowy“ autobus miejski. 12-metrowy pojazd na pierwszy rzut oka wygląda tak jak inne autobusy miejskie – za kierownicą siedzi kierowca, sprzedaje bilety. W praktyce jednak rola kierowcy jest ograniczona – nie naciska on pedału przyspieszenia i nie kręci kierownicą, a autobus porusza się samodzielnie – wykorzystuje się w nim czujniki, kamery i technologię GPS. Analiza otoczenia w czasie rzeczywistym pozwala na automatyczną reakcję – na przykład w razie wtargnięcia pieszego na jezdnię. Innowacyjny projekt prowadzą: firma transportowa Avanza i miasto Malaga. Władze miasta są dumne z projektu – wskazując, że to pierwsze testy „praw-

dziwego“, dużego autobusu w rzeczywistym ruchu miejskim. W 2021 roku testowe przejazdy autobusów elektrycznych bez kierowcy uruchomiono także w Singapurze (McMurtry, 2021).

W styczniu 2021 roku Chiny ogłosiły wprowadzenie nowych regulacji prawnych, co pozwoli na testy pojazdów autonomicznych na publicznych autostradach. Czterokilometrowy tor testowy dla autonomicznych autobusów stworzył koncern technologiczny Huawei. W Szkocji część autostrady E8 koło Edynburga ma być przeznaczona dla autonomicznych autobusów – będą kursować specjalnie wydzielonym pasem, niedostępnym dla innych pojazdów. Podobnie jak autobusy w Maladze, szkockie pojazdy mają mieć na pokładzie kierowców (Fleming, 2021).

Pojazdy autonomiczne mają potencjał szerszego wykorzystania w rzeczywistych warunkach transportu publicznego. Dotychczasowe doświadczenia to jednak raczej kursy pojedynczych pojazdów, nadzorowanych przez człowieka, często w specyficznych warunkach – częściowego lub całkowitego odseparowania od ruchu drogowego. Jako mocne strony przemawiające za możliwością wprowadzenia autonomicznych pojazdów do ruchu wskazuje się między innymi bezpieczeństwo – automatyzacja ruchu pozwoliłaby na zniwelowanie skutków zdarzeń drogowych, gdyż pojazdy tego typu będą miały więcej rozwiązań technicznych podnoszących poziom bezpieczeństwa. Mówi się także o zwiększeniu mobilności osób niepełnosprawnych – chodzi o nowe możliwości i wyższy komfort ich przemieszczania. Redukcja kosztów kongestii to kolejna ważna zaleta. Jako słabe strony wskazuje się między innymi trudności komunikacyjne zaawansowanych technicznie pojazdów, konieczność „zaufania“ technologii i urządzeniom oraz kwestie odpowiedzialności prawnej (Neumann, 2018).

Na świecie są już z powodzeniem wykorzystywane systemy transportu szynowego działające w sposób autonomiczny. O ile jednak zautomatyzowanie ruchu na wydzielonym torowisku pojazdu szynowego jest w zasięgu współczesnych możliwości technicznych, o tyle wyzwaniem pozostaje zautomatyzowanie „klasycznego” ruchu tramwajowego. Poniżej wskazano dwa przykłady miast i prac związanych z automatyzacją ruchu tramwajowego.

Kilka lat temu Siemens Mobility stworzył asystenta jazdy tramwajowej – Siemens Tram Assistant, którego zadaniem jest wspieranie motorniczych, między innymi ostrzeganie przed kolizją. Rozwiązanie to wdrożono w tramwajach w Hadze (Holandia) i Ulm (Niemcy), już wkrótce ma ono być także wprowadzone w tramwajach w Bremie (Niemcy) i Kopenhadze (Dania). Następnym etapem było zaprezentowanie w trakcie jazd testowych pierwszego autonomicznego tramwaju – w 2018 roku, we współpracy z przewoźnikiem z Poczdamu (Niemcy). Pojazd jest gotowy do kolejnych etapów – „uczenia się” sposobu funkcjonowania sygnalizacji świetlnej i współpracy z infrastrukturą. Wykorzystując wiele lat doświadczenia w zakresie automatyki, analizę danych i sztuczną inteligencję, firma nadal optymalizuje sposób poruszania się pojazdu (Siemens.com, 2021).

wym – PKN Orlen. Prace nad pojazdem trwają od dwóch lat (businessinsider.com, 2021). Zaprezentowano go we wrześniu 2021 roku na targach kolejowych TRAKO. To pierwszy na polskim rynku projekt wykorzystania wodoru w transporcie szynowym, co nie oznacza, że jest to pierwszy tego typu projekt na rynku europejskim.

W 2016 roku na targach InnoTrans w Berlinie koncern Alstom zaprezentował pociąg Coradia iLint – skład pociągu regionalnego przedstawiony jako pierwszy na świecie pociąg pasażerski zasilany alternatywnym dla tradycyjnych silników diesla napędem wodorowym. Dwa lata później, w 2018 roku, pojazd wprowadzono do ruchu pasażerskiego w Niemczech. Dzięki zastosowaniu napędu opartego na ogniwach paliwowych pojazd jest określany jako zeroemisyjny. Projekt był realizowany przez zespoły Alstom z Niemiec i Francji przy wsparciu niemieckich władz państwowych, chociażby poprzez narodowy program wsparcia innowacji w ogniwa paliwowe i technologie wodorowe (alstom.com, 2021a). W czerwcu 2021 roku innowacyjny pociąg przyjechał do Polski, gdzie przechodzi próby na torze testowym w Żmigrodzie. Pojawienie się pojazdu w Polsce zbiegło się z ogłoszeniem planów rozwoju niskoemisyjnego transportu kolejowego (alstom.com, 2021b).

Po długim okresie testów na 123-kilometrowej trasie w Dolnej Saksonii w marcu 2022 roku 14 pociągów zasilanych wodorem wejdzie do obsługi linii pomiędzy Buxtehude koło Hamburga a nadmorskim miastem Cuxhaven. Od pięciu lat Alstom promuje pociągi zasilane ogniwami paliwowymi jako alternatywę dla silników dieslowskich i ma na koncie sukcesy: wspomniany projekt niemiecki, a także pierwsze zamówienie od narodowych kolei francuskich na hybrydowe, wodorowo-elektryczne pociągi, zamówienie na 27 pociągów dla niemieckiego RMV i 6 pociągów (z planami kolejnych 8) do Włoch (fortune.com, 2021).

Zasilanie bateryjne w pojazdach szynowych

Jako przykład innowacji może także posłużyć warszawska próba przebudowy klasycznego wagonu tramwajowego na wagon zasilany bateryjnie. Modernizacja ta została przeprowadzona w tramwaju typu 116N nr 3002 i miała dać odpowiedź na pytanie, na ile możliwe jest wykorzystanie tramwaju zasilanego bateryjnie w normalnej eksploatacji miejskiej.

W 2005 roku podjęto prace projektowe nad przebudową tramwaju na zasilanie bateryjne. Tramwaje Warszawskie wspólnie z Instytutem Elektrotechniki przygotowały projekt modyfikacji układu elektrycznego tramwaju. W wagonie zamontowano akumulatory niklowo-kadmowe, lokalizując je w wysokopodłogowej części wagonu pod siedzeniami. Pojazd wyposażono w dodatkowe urządzenia kontrolne (aby dać motorniczemu możliwość nadzoru nad wykorzystywanym sposobem zasilania). Pierwsze próby przeprowadzono w sierpniu 2005 roku, we wrześniu 2005 roku odbywały się jazdy pokazowe. W październiku 2005 roku wagon trafił do codziennej eksploatacji. Baterie akumulatorów usunięto z tramwaju w 2008 roku, a wagon stał się ponownie „klasycznym”, typowym wagonem liniowym (Tramwar.pl, 2021).

W innych polskich miastach nie realizowano dotychczas takich projektów – tramwaje pozostają zasilane z napowietrznej sieci trakcyjnej, choć coraz częściej w nowych wagonach standardem jest możliwość awaryjnego zjazdu spod izolatora sieci trakcyjnej lub ze skrzyżowania z wykorzystaniem standardowo montowanych akumulatorów. Inaczej wygląda kwestia zasilania bateryjnego pojazdów spalinyowych – tu standardem staje się wspieranie zasilaniem bateryjnym trolejbusów, wspomniane we wcześniejszym podrozdziale.

4.6. Systemy informatyki i automatyki dla operatora i organizatora transportu

Cyfryzacja i digitalizacja jest jednym z wyraźniej zaznaczających się trendów w gospodarce XXI wieku. Podobnie jest w branży transportu publicznego, gdzie można zauważyć dynamiczny rozwój zarówno systemów automatyki, jak i systemów informatycznych. W niniejszym podrozdziale przedstawiono kilka grup rozwiązań wykorzystywanych w ramach szeroko rozumianej cyfryzacji transportu publicznego. Obszar ten jest niezwykle dynamiczny i praktycznie każdy rok przynosi nowe rozwiązania dotyczące systemów informatycznych dla transportu publicznego.

Wdrażanie systemów informatycznych należy rozpatrywać na dwóch płaszczyznach. Pierwsza to digitalizacja procesów, związana z wdrażaniem narzędzi informatycznych zamiast innych narzędzi lub dodatkowo – celem usprawnienia procesów biznesowych czy poprawy jakości usług (lub jednego i drugiego). Drugi element to wprowadzenie rozwiązań o charakterze mobilnym – dzięki powszechności urządzeń mobilnych systemy informatyczne coraz częściej pozwalają na dostęp mobilny. Tym samym możliwa jest komunikacja pomiędzy systemem a użytkownikiem (jedno- lub dwukierunkowa, w zależności od kontekstu biznesowego) z pominięciem jakichkolwiek ograniczeń przestrzennych, czasowych czy lokalizacyjnych.

W niniejszym podrozdziale przedstawiono kilka podstawowych typów narzędzi informatycznych wykorzystywanych przez operatorów i organizatorów transportu. Ponieważ są one często rozwiązaniami wdrożonymi dopiero w ostatnich latach lub też podlegają dopiero wdrożeniu, z powodzeniem można je uznać za innowację.

Jako najtrudniejsze, ale też i najciekawsze problemy z punktu widzenia planowania (zarówno strategicznego, jak i operacyjnego) należy uznać problemy z zakresu optymalizacji. Planowanie, dyspozycja i kontrola, a także rozliczanie stanowią dla licznych flot pojazdów operujących z wielu lokalizacji wyzwanie logistyczne wymagające wykorzystania techniki informatycznej (Kisielewski, 2017, s. 81).

Powszechnie wykorzystywane jest pojęcie „inteligentnych systemów transportowych” odnoszące się do wszelkich rozwiązań informatycznych ułatwiających

i usprawniających funkcjonowanie systemów transportowych. Pojęcie to jest bardzo pojemne, w Polsce zwykło się nim nazywać systemy informatyczne wspierające zarówno transport publiczny, jak i ruch samochodowy. W obu przypadkach można mówić o jednej grupie systemów – bowiem obie te grupy użytkowników korzystają przecież z tej samej miejskiej przestrzeni. Praktycznie każde duże polskie miasto ma już spore doświadczenia w tym zakresie.

Zgodnie z definicją inteligentne systemy transportowe mogą świadczyć szeroki zakres usług obejmujący między innymi:

- obsługę rynku,
- zarządzanie ruchem,
- zarządzanie pojazdami,
- zarządzanie transportem publicznym,
- zarządzanie bezpieczeństwem,
- elektroniczny pobór opłat,
- obsługę klienta (Tomaszewska, 2015, za: Wojewódzka-Król i Rolbiecki, 2010).

W niniejszym opracowaniu skupiono się na tych elementach, które dotyczą *stricto* transportu publicznego – ruchu pojazdów komunikacji publicznej czy też wsparcia w świadczeniu tych usług w jakiegokolwiek formie. Stąd miejsce na systemy dynamicznej informacji pasażerskiej, systemy dyspozytorskie, systemy zarządzania pojazdami itp.

Dynamiczne systemy informacji pasażerskiej

System dynamicznej informacji pasażerskiej to jeden z bardziej widocznych przykładów innowacji związanych z informatyzacją procesów w transporcie publicznym. W ostatnich latach na ulicach zdecydowanej większości polskich miast pojawiły się elektroniczne tablice informacyjne przekazujące pasażerom informacje o czasie przyjazdu pojazdu na przystanek.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że choć są to najbardziej widoczne elementy systemu dynamicznej informacji pasażerskiej, to pełnią jedynie funkcję urządzeń „wyjściowych” dla danych z takiego systemu. Tym samym brak odpowiedniej treści do wyświetlenia sprawia, że ich funkcjonalność jest ograniczona. A jeżeli taka informacja miałaby pokazywać tylko i wyłącznie rozkładowy czas przyjazdu na przystanek – można ją uznać za porównywalną pod względem funkcjonalności do tradycyjnego rozkładu jazdy.

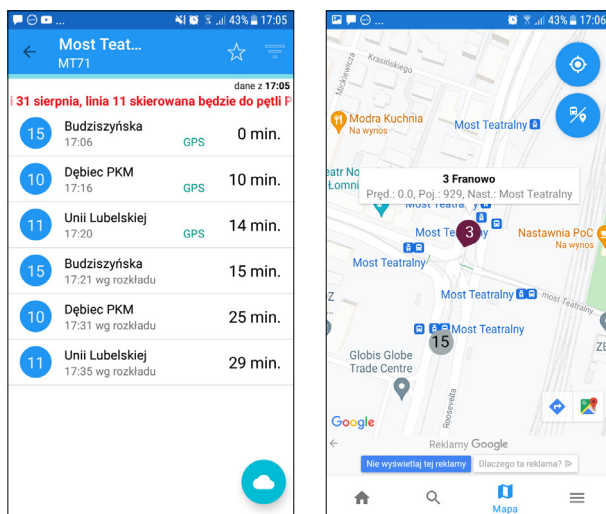
„Sercem” systemu dynamicznej informacji pasażerskiej jest zatem system informatyczny, który zbiera informacje na temat położenia pojazdów i prognozuje czas przyjazdu na przystanek. Oczywiście dane te mają charakter prognozy, dzięki odpowiednim algorytmom ma to być jednak prognoza możliwie bliska rzeczywistości.

W ostatnich latach upowszechniły się także aplikacje mobilne pozwalające przenieść funkcjonalność tablicy przystankowej na ekran telefonu komórkowego.

Rozwiązanie to ma kilka podstawowych zalet. Po pierwsze, w dobie taniego dostępu do transmisji danych za pośrednictwem operatorów komórkowych pozwala ono w łatwy i praktycznie bezkosztowy sposób korzystać z udogodnienia użytkownikom telefonów komórkowych. Po drugie, zwykle aplikacje są na tyle uniwersalne, by z powodzeniem wykorzystywali je użytkownicy typowych smartfonów z popularnymi systemami operacyjnymi. Po trzecie, zwłaszcza na obszarach peryferyjnych, gdzie ekonomicznie nieuzasadnione byłoby inwestowanie w drogie, przystankowe tablice elektroniczne, aplikacja mobilna daje dostęp do informacji o kursowaniu pojazdów komunikacji publicznej w czasie rzeczywistym.

Niezwykle ważnym elementem jest zapewnienie otwartego dostępu do danych na temat pojazdów komunikacji publicznej. Poczynienie odpowiednich założeń już na etapie budowania systemu informatycznego do zarządzania ruchem pojazdów i informacji pasażerskiej pozwala później tworzyć aplikacje mobilne także podmiotem niezależnym, co daje możliwość udostępnienia pasażerom nowych, ciekawych aplikacji mobilnych, nie zawsze bezpośrednio związanych z operatorem systemu czy organizatorem transportu.

Przykładowe zrzuty ekranu z dwóch aplikacji mobilnych służących udostępnianiu informacji pasażerom przedstawiono na rysunku 4.10. Na zdjęciu lewym – aplikacja *Wirtualny monitor*, a na niej „tablica przystankowa” z godzinami odjazdów pojazdów (dane dynamiczne są oznaczone dopiskiem „GPS”). Na zdjęciu prawym – widok mapy w aplikacji *Kiedy pojedę* – obok funkcji „tablicy przystankowej” ta aplikacja pozwala wyświetlić pojazdy na mapie wraz z ich numerem taborowym, aktualną prędkością jazdy, najbliższym przystankiem oraz linią i kierunkiem jazdy.



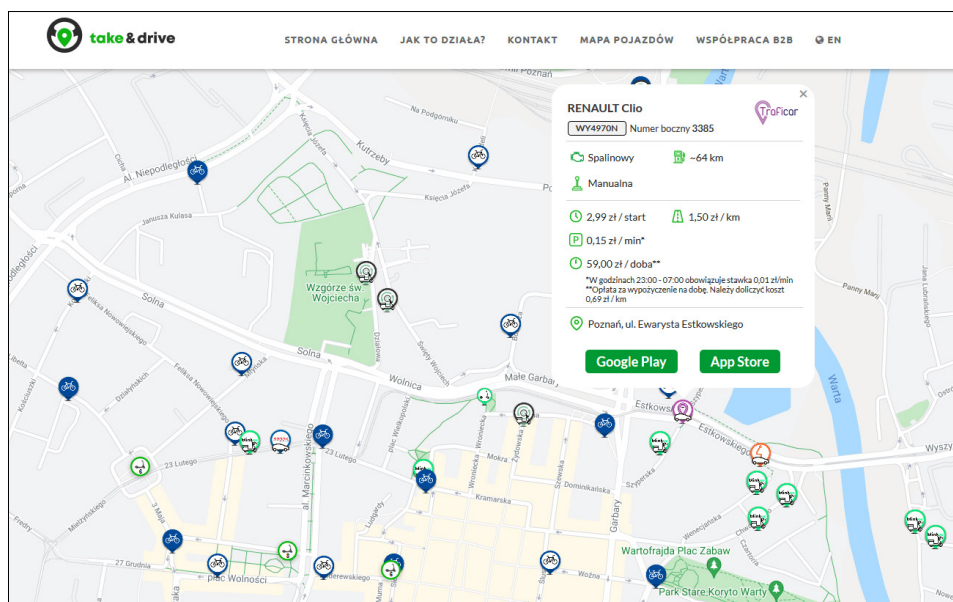
Rysunek 4.10. Aplikacje mobilne dla pasażerów – *Wirtualny monitor* i *Kiedy pojedę*

Źródło: *Wirtualny monitor* i *Kiedy pojedę*.

wariantach – w ruchu są pojazdy indywidualnie użytkowane, hulajnogi czy rowery udostępniane przez operatorów prywatnych oraz rowery miejskie i elektryczne. Za innowację miejską można także uznać systemy typu *car sharing* – i choć dziś wszyscy przyzwyczaili się już do ich obecności na ulicach polskich miast, kilka lat temu uchodziły za rozwiązanie nowe i innowacyjne.

Rolą samorządów miejskich jest nie tylko tworzenie systemów regularnie kursującej komunikacji publicznej, ale przede wszystkim szeroko rozumiane wspieranie miejskiej mobilności. A to oznacza wdrażanie także rozwiązań, które wspierają indywidualne przemieszczanie się po mieście, z wykorzystaniem zarówno UTO, jak i pojazdów prywatnych czy współdzielonych. Za miejskie innowacje można zatem uznać wszystkie te rozwiązania, które w nowoczesny sposób wspierają mobilność – także w zakresie parkowania, systemów opłat i płatności, aplikacji mobilnych czy nawet nowoczesnych, innowacyjnych elementów infrastruktury przesiadkowej.

Nowe rozwiązania – infrastrukturalne, informatyczne, systemowe – wspomagają miejską mobilność. Z powodzeniem można je uznać za innowacyjne. Coraz częściej pojawiają się także rozwiązania o charakterze integracyjnym. Jako przykład posłużyć tu może aplikacja pokazująca dostępność samochodów, skuterów czy rowerów publicznych wypożyczanych na minuty. Mowa o aplikacji *Take&drive*, z której przykładowy zrzut ekranu przedstawiono na rysunku 4.16. Aplikacja ta integruje informację na temat dostępnych pojazdów, a przy samej rezerwacji odsyła do systemu zewnętrznego.



Rysunek 4.16. Aplikacja *Take&drive* – dostępność pojazdów z wielu systemów współdzielenia

Źródło: (Take&drive, 2021).

Modele mobilności „na żądanie”, dotyczącej pojazdów współdzielonych, sprawdzają się przede wszystkim w miastach. Pozwalają one rozwiązać problem blokujący rozwój wielu miast – związany z koniecznością zapewnienia mobilności. I nie chodzi o same samochody, ale o sposób ich wykorzystywania (Szymczak, 2018).

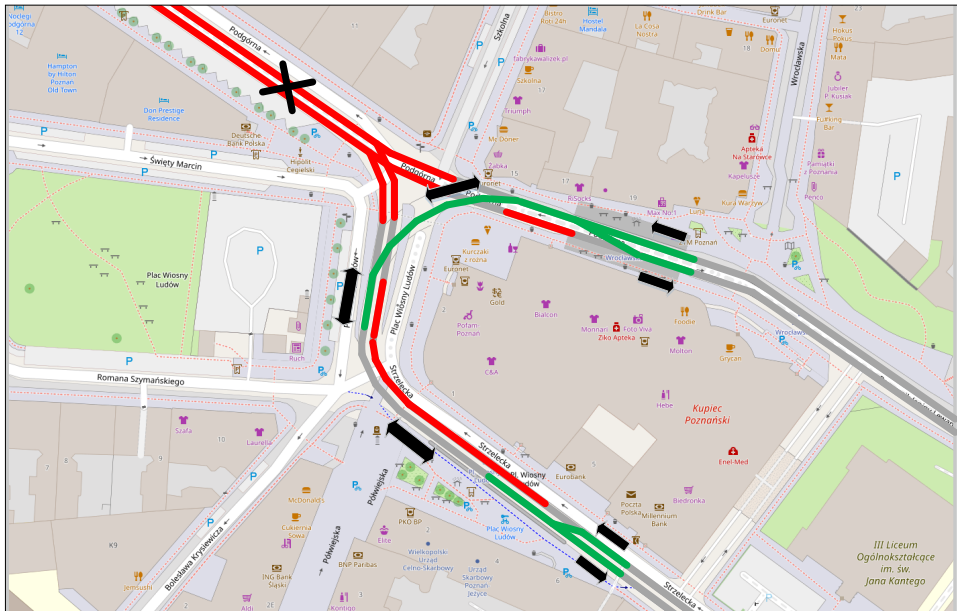
4.8. Wybrane innowacje organizacyjne

Zgodnie z wieloma definicjami za innowację można uznać także nowy sposób organizacji procesów, wcześniej niespotykany i niestosowany, na przykład w wybranym kontekście. Idąc tym tropem, nowy sposób organizacji przewozów lub organizacja procesów w sposób nowy i nietypowy również może zostać uznana za działalność o charakterze innowacyjnym. W tym miejscu wskazane zostaną dwa przykłady innowacyjnej organizacji ruchu w zakresie transportu szynowego. O ile w przypadku transportu drogowego znacznie łatwiej wprowadzić takie rozwiązania, o tyle w przypadku transportu szynowego z wiadomych względów należy je uznać za rozwiązania o charakterze innowacyjnym.

Kolejny przykład to pierwszy w Poznaniu (i prawdopodobnie pierwszy w Polsce) podwójny rozjazd nakładkowy z torem tymczasowym umożliwiającym poruszanie się tramwajów w kierunku dotychczas nieobsługiwanych. Rozjazdy nakładkowe są coraz częściej stosowane w polskich przedsiębiorstwach komunikacyjnych. Zwykle są montowane, aby umożliwić przejazd z toru na tor sąsiedni na tymczasowych, ślepych końcówkach tramwajowych. Stanowią alternatywę dla stosowanych wcześniej rozjazdów zabudowanych w torowisku w sposób klasyczny. Dzięki ułożeniu rozjazdu nakładkowego na istniejącym torowisku czas jego montażu znacznie się skraca. Sporadycznie takie rozjazdy (parami) są także wykorzystywane do utworzenia odcinka jednotorowego, który pozwala utrzymać komunikację tramwajową w trakcie remontu po jednym torze, ale dwukierunkowo – taki przejazd jest zwykle zabezpieczony także sygnalizacją świetlną.

W Poznaniu u zbiegu ul. Wrocławskiej, Strzeleckiej, Podgórznej i Św. Marcin zastosowano dwa rozjazdy nakładkowe, które kierują tramwaje na jeden tor. Nietypowość tego rozwiązania polega na ułożeniu dodatkowo łuku torowiska tymczasowego w relacji dotychczas nieobsługiwanej – co pozwala nie tylko prowadzić ruch po jednym torze, ale zapewnia też utrzymanie komunikacji tramwajowej pomimo zamknięć torowych ulic sąsiednich. Z uwagi na geometrię ulic, na których ułożono torowisko, i konieczność utrzymania odpowiedniego promienia łuku oraz nachylenia toru, możliwe było ułożenie w tym miejscu tylko jednego toru – stąd decyzja o wprowadzeniu ruchu wahadłowego. Szczegółowy układ nietypowego torowiska przedstawiono na rysunku 4.17 – kolorem szarym oznaczając stałe to-

rowisko tramwajowe, kolorem czerwonym – obszar wyłączony z ruchu z powodu remontu, a kolorem zielonym – tymczasowe torowisko i rozjazdy nakładkowe. Przejazd tramwaju tymże odcinkiem przedstawiono na rysunku 4.18.



Rysunek 4.17. Schemat układu torowego dla torowiska tymczasowego

Źródło: opracowanie własne, podkład mapowy: (Openstreetmap.org, 2021).



Rysunek 4.18. Przejazd tramwaju łukiem torowiska tymczasowego

Modernizacja torowiska na ul. Podgórznej to część „Programu Centrum” – projektu kompleksowej modernizacji torowisk tramwajowych w centrum Poznania. Tymczasowe torowisko tramwajowe uruchomiono 10 kwietnia 2021 roku (MPK Poznań, 2021a). Zastosowane rozwiązanie należy uznać za innowację z kilku powodów. Po raz pierwszy wykorzystano torowisko tymczasowe do utrzymania nie tylko przejezdności i ruchu tramwajowego, ale i stworzenia nowej relacji (łuk torowiska). Wykorzystano także podwójny rozjazd nakładkowy – również używany dotychczas głównie do innych celów (zapewnienia zmiany kierunku jazdy). Dodatkowo zabudowano (pierwszy raz w Poznaniu) dedykowaną sygnalizację świetlną ze sterowaniem radiowym – każdy tramwaj podjeżdżający do odcinka jednotorowego zgłasza do sterownika potrzebę wyświetlenia sygnału na semaforze i otrzymuje zgodę na wjazd na odcinek jednotorowy.

Podobne rozwiązanie można było zaobserwować w Ostrawie, kiedy to w trakcie budowy wiaduktu na ul. Vyskovickéj torowisko tramwajowe ułożono na tymczasowej podbudowie, w miejscu jednego z pasów dla samochodów – co pokazano na rysunku 4.19.



Rysunek 4.19. Przejazd tramwaju torowiskiem tymczasowym w Ostrawie

Takie innowacje organizacyjne i procesowe pozwalają na utrzymanie ruchu tramwajowego niezależnie od prowadzonych prac infrastrukturalnych.

Jeżeli uznamy za innowację także sposób organizacji transportu i gromadzenie wiedzy na temat sposobu jego funkcjonowania, to za innowacje o charakterze organizacyjnym należy uznać również powołanie do życia niezależnego ciała doradczego, wspomagającego organizatora transportu publicznego.

W 2018 roku przy Zarządzie Transportu Miejskiego w Warszawie powstała Rada Warszawskiego Transportu Publicznego – powołana do życia jako miejsce