

# Wpływ nowoczesnych rozwiązań stosowanych w komunikacji tramwajowej na estetykę przestrzeni miejskiej

Adam Popiołek

*Projektowanie przestrzeni miejskiej jest zadaniem niezwykle trudnym z powodu konieczności pogodzenia interesów wielu grup jej użytkowników. Na kwestie funkcjonalne nakładają się wymagania środowiskowe, od spełnienia których zależy zdrowie mieszkańców. Odrębną sprawą są wymogi estetyczne i o ile w przypadku budynków od dawna są one oczywiste, o tyle infrastruktura techniczna miała za zadanie być przede wszystkim funkcjonalna. Wśród infrastruktury technicznej miast szczególnie wpływ na zagospodarowanie przestrzeni ma infrastruktura transportowa. Po epoce panowania w miastach samochodu osobowego, nadszedł czas powrotu do komunikacji zbiorowej. Zastosowanie nowoczesnych rozwiązań w dziedzinie transportu tramwajowego może mieć istotny wpływ na jakość przestrzeni miejskiej. W artykule omówiono ten problem na przykładzie nowobudowanych i modernizowanych sieci tramwajowych we Francji.*



mgr inż.  
Adam Popiołek  
Politechnika Wrocławska  
Instytut Inżynierii Lądowej,  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław  
adam.popiolek@pwr.edu.pl

## Wstęp

Francja jest krajem, w którym tramwajom nadano szczególną misję rewitalizacji przestrzeni miejskiej. Jest to związane ze swoistym renesansem komunikacji tramwajowej w tym państwie. Historycznie we Francji istniały łącznie 94 sieci tramwajowe określane mianem tramwajów pierwszej generacji. Zdecydowana większość z nich powstała w ostatniej dekadzie XIX i pierwszej dekadzie XX wieku. Niektóre zostały zlikwidowane zaledwie kilkanaście lat po zbudowaniu, jednak najwięcej zamknięć miało miejsce w trakcie i po II wojnie światowej (58 sieci). Kres epoki likwidacji tramwajów we Francji nastąpił w 1971 roku, a proces ten przetrwały jedynie trzy sieci: w Lille, Marsylii i Saint-Étienne. Odbudowa pozycji tramwaju w transporcie pasażerskim miast francuskich rozpoczęła się w 1985 roku wraz z oddaniem do użytku pierwszej sieci drugiej generacji w Nantes. Zastosowano nowoczesne, częściowo niskopodłogowe tramwaje Alstom TFS-1 (Tramway Français Standard). Kolejna wersja pojazdów Alstom TFS-2 trafiła na drugą nową sieć w Grenoble, a model ten stał się podstawowym typem tramwajów dostarczanych do obsługi wszystkich powstających sieci do 1994 roku. Zmiana tego stanu rzeczy nastąpiła w momencie zamówienia do Strasbourga tramwajów

Eurotram.

Od roku 1985 do połowy roku 2014 otwarto we Francji 20 nowych sieci tramwajowych, z czego 15 od roku 2000. Wszystkie powstały w miastach, w których komunikacja tramwajowa istniała już wcześniej i została zlikwidowana. Razem z sieciami, które przetrwały proces masowej likwidacji, daje to w sumie 23 istniejące sieci. W ich skład wchodzi odcinki klasycznego tramwaju ulicznego oraz dające się określić jako lekka kolej miejska lub tramwaj szybki (w tym tunelowy). Są także przykłady tramwaju dwusystemowego. Poza tym w trzech miastach (Caen, Clermont-Ferrand, Nancy) i aglomeracji Wielkiego Paryża (region Île-de-France) istnieją linie tzw. „tramwaju na oponach”. Są to pojazdy gabarytami zbliżone do tramwaju, poruszające się na ogumionych kołach po jezdniach drogowych, na znacznej długości wydzielonych. Pojazdy prowadzone są (w systemie Translohr obowiązkowo na całej długości, w systemie TVR na części trasy) za pomocą centralnie umieszczonej szyny. Zasilanie jest elektryczne za pomocą pantografów tramwajowych lub odbieraków trolejbusowych. Wiele wskazuje jednak na to, że rozwój systemów tego typu został wstrzymany - w aglomeracji Paryża po rozpoczęciu budowy dwóch linii Translohr (T5 i T6) zdecydowano, że kolejne (T7 i T8) będą budowane jako tramwaj klasyczny. Natomiast Caen i Nancy mają w planach, po zużyciu eksploatowanego obecnie taboru (lata odpowiednio 2017 i 2022), przebudowę swoich linii TVR na tramwajowe. Obecnie (połowa 2014 roku) trwa budowa trzech oraz planowanie jednej nowej sieci tramwaju klasycznego. Poza budową nowych postępuje i planowana jest rozbudowa niektórych istniejących systemów.

W czterech miastach (Lille, Lyon, Marsy-

lia, Tuluzja) i aglomeracji Paryża tramwaje współpracują z metrem. Szczególnie ciekawy jest przypadek regionu paryskiego, gdzie tramwaje nie docierają do centrum aglomeracji, a obsługują połączenia obwodowe i dowozowe do metra oraz kolei aglomeracyjnej RER. Każda linia stanowi system technicznie wydzielony, mimo że w kilku miejscach istnieją punkty styku pomiędzy niektórymi z tras. We wszystkich sieciach tramwaje współpracują z różnymi formami komunikacji autobusowej (w tym w kilku trolejbusowej).

Na terytorium Francji wjeżdżają także tramwaje z krajów sąsiednich. Do Sarreguemines docierają po linii kolejowej tramwaje dwusystemowe z niemieckiego Saarbrücken. Na odcinku 3 kilometrów (z jednym przystankiem) przez francuskie terytorium przejeżdżają tramwaje podmiejskiej linii nr 10, dla których miastem macierzystym jest szwajcarska Bazylea, ponadto planowane jest przedłużenie dwóch kolejnych linii podmiejskich o odcinki położone we Francji. W ciągu kilku lat do Francji dotrzeć mają także tramwaje z Genewy, a pojazdy linii D kursującej w Strasbourgu wjadą na teren Niemiec.

## Nowoczesne torowiska tramwajowe

Wpływ torowiska tramwajowego na estetykę przestrzeni miejskiej w bardzo dużym stopniu zależy od jego konstrukcji. Wyróżnia się tory odkryte oraz zabudowane. Do pierwszej grupy zaliczają się tory o konstrukcji analogicznej do klasycznego toru kolejowego, czyli rusztu torowego składającego się z szyn przytwierdzonych do poprzecznych podkładów ułożonych na warstwie podsypki z tłucznia kamiennego. Wybitnie techniczny charakter takiego rozwiązania sprawia, że torowiska

tramwajowe mogą stanowić pasma graniczne, bariery przestrzenne (także wizualne), co w zwartej miejskiej zabudowie jest zjawiskiem niepożądanym. Fakt ten może dodatkowo potęgować umieszczenie ogrodzenia na międzytorzu lub w otoczeniu linii tramwajowej. Drugą grupę stanowią torowiska zabudowane. Zabudowa może być wykonana w postaci bruku, nawierzchni drogowej, trawnika. Można wśród nich wyróżnić zabudowy przejezdne i nieprzejezdne dla pojazdów samochodowych. Nawierzchnie przejezdne mogą być przeznaczone do intensywnego lub incydentalnego ruchu pojazdów drogowych.

Konstrukcja torów zabudowanych może mieć formę toru klasycznego lub bezpodsytkowego. W przypadku nawierzchni przewidzianych do stałego ruchu pojazdów drogowych (torowiska w jezdni z dopuszczonym ruchem ogólnym lub autobusów), ze względu na trwałość, nie stosuje się obecnie zabudowanych torów klasycznych. Wyjątkiem mogą być poprzeczne przejazdy wykonane analogicznie do przejazdów kolejowych. Warto zwrócić uwagę, że w przypadku torów klasycznych zabudowanych bardzo utrudnione są niektóre ich naprawy - m.in. podbijanie, które stanowi także typową czynność utrzymaniową, wymaga zwykle rozbiórki zabudowy. W związku z tym do torów zabudowanych szczególnie predestynowane są nawierzchnie bezpodsytkowe, w których warstwa podsypki oraz podkładów została zastąpiona betonową płytą, rusztem lub przez betonowe ławy podszytne (podkłady podłużne). Ich zaletą jest bardzo dobre utrzymywanie parametrów geometrycznych toru i zapobieganie kumulowaniu odkształceń trwałych. Powoduje to brak konieczności wykonywania czynności utrzymaniowych i naprawczych w postaci podbijania i nasuwania. Ma też bardzo duże znaczenie w kwestii dopasowania krawędzi peronowych na przystankach do krawędzi wejścia pojazdów - zapewnienie niezmienności położenia toru i krawędzi peronowej umożliwia bardzo dokładne ich wzajemne dopasowanie, co w przypadku sieci francuskich często oznacza maksymalną odległość w pionie i poziomie na poziomie 20 milimetrów. W przypadku nawierzchni przeznaczonych do ruchu mieszanego z pojazdami drogowymi istotną zaletą jest brak różnicy osiadań nawierzchni torowej i drogowej, co ma ogromny wpływ na trwałość konstrukcji oraz równość jezdni.

W przypadku zabudów nieprzejezdnych dla pojazdów drogowych podstawowym

rozwiązaniem są zabudowy trawiaste. Występują zwykle w przypadku torów o konstrukcji bezpodsytkowej, chociaż znane są rozwiązania przykrycia w ten sposób nawierzchni klasycznych. Torowiska trawiaste posiadają znakomite walory estetyczne oraz szereg cech wpływających pozytywnie na ekologię miejskiego środowiska, a także na koszty funkcjonowania miasta. Korzyści związane są z regulacją bilansu wodnego, redukcją hałasu oraz zanieczyszczeń powietrza. Badania niemieckie [3] wykazały, że torowiska trawiaste są w stanie zatrzymać średnio 70% trafiającej na nie w ciągu roku wody z opadów atmosferycznych. W ciągu lata efekt ten jest jeszcze większy i może osiągać 90%. Zjawisko to przyczynia się do redukcji ilości wody odprowadzanej do kanalizacji, a przez to umożliwia projektowanie mniej pojemnych i tańszych systemów odwodnienia. Znacząco redukuje też możliwość wystąpienia przypadków przepełnienia kanalizacji w wyniku intensywnych opadów. Ponadto pozostała część wody odpływającej z toru zatrawionego jest czystsza od spływającej z jezdni i innych powierzchni szczelnych.

Wpływ powierzchni trawiastych na klimat w mieście polega też na regulacji temperatury. Szczelna miejska zabudowa powoduje powstawanie tzw. „miejskich wysp ciepła”, które wzmagają występowanie i efekty ekstremalnych zjawisk pogodowych. Zieleni redukuje ten efekt poprzez pobieranie energii potrzebnej do fotosyntezy, chłodzenie przez parowanie (energia potrzebna do odparowania 1 litra wody chłodzi 200 m<sup>3</sup> powietrza o 10°C), zapobieganie nadmiernemu nagrzewaniu się powierzchni. [3] Jest to szczególnie ważne, gdy zatrawione torowisko w gęsto zabudowanej przestrzeni miejskiej jest jedynym zielonym elementem ulicy. Ponadto trawiasta zabudowa redukuje nagrzewanie się samego toru - według badań prowadzony w Dreźnie szyny toru klasycznego mogą nagrzewać się do ponad 50°C, podczas, gdy temperatura szyn w torze zielonym utrzymuje się w granicach 25-30°C. Ma to wpływ na trwałość toru.

Kolejnym pozytywnym wpływem torowisk trawiastych na środowisko miejskie jest redukcja zanieczyszczeń powietrza. Na powierzchniach liści osadzają się cząstki szkodliwych dla ludzi i zwierząt pyłów. Część z nich może być przez rośliny przetwarzana lub wiązana w ich strukturze. Powoduje to lokalną redukcję zanieczyszczeń zawieszonych w powietrzu, czemu sprzyja lokalizacja torowisk trawiastych blisko miejsca ich emisji od transportu sa-

mochodowego.

Zabudowa torowisk może też przyczynić się do redukcji hałasu w stosunku do torów klasycznych. Wiele zależy w tej kwestii od elementów zastosowanych w konstrukcji nawierzchni. Duży efekt daje wypełnienie komór szynowych wkładkami z materiału elastycznego, co tłumi hałas pochodzący od drgań szyjki szyny. W przypadku torowisk zabudowanych nawierzchnią przejezdną istotne jest, aby z powodu zwiększonej w stosunku do toru klasycznego sztywności konstrukcji, zastosować elementy tłumiące drgania, np. w postaci mat podtorowych. Bardzo korzystne parametry redukcji drgań pochodzących z toru mają torowiska trawiaste. Dodatkowo powodują one tłumienie hałasu odbitego, co jest istotne w gęstej zabudowie. Mogą także tłumić hałas pochodzący od pojazdów, w których emisja występuje głównie w dole części, w okolicach wózków i pochodzi od silników trakcyjnych, przekładni głównych i styku koła z szyną. Ostonięcie we wszystkich nowoczesnych tramwajach wózków jezdnych powoduje częściowe odbicie hałasu w kierunku toru.

Wymienione zalety sprawiają, że w krajach wysoko rozwiniętych zabudowane konstrukcje torów bezpodsytkowych stają się rozwiązaniem typowym na nowych i przebudowywanych trasach tramwajowych. Nie bez znaczenia są kwestie estetyczne, które nabierają coraz większego znaczenia w projektowaniu infrastruktury technicznej miast. Wygląd torowisk zabudowanych, w szczególności tych nie przeznaczonych do intensywnego ruchu mieszanego z pojazdami drogowymi, redukuje efekt bariery przestrzennej. Jak zostało wspomniane, szczególne walory estetyczne posiadają torowiska zatrawione. Ilość zieleni w otoczeniu znacząco wpływa na warunki i zadowolenie z życia mieszkańców miast oraz ich zdrowie. W świadomych społeczeństwach działania proekologiczne istotnie wpływają też na wizerunek transportu zbiorowego i publiczne poparcie dla nowych inwestycji.

Renesans komunikacji tramwajowej we Francji spowodował nie tylko zmianę zachowań komunikacyjnych mieszkańców, ale także przyczynił się znacząco do rewitalizacji przestrzeni miejskiej, w szczególności po epoce urbanistyki modernistycznej i dominacji indywidualnego transportu samochodowego. Charakterystyczną cechą nowych francuskich sieci tramwajowych jest tworzenie tras o przebiegu meandrującym wśród zabudowy. Przebieg linii jest uzależniony od kształtu zabudowy i położenia generatorów ruchu,

co w efekcie daje większe, niż wynikałoby z odległości w linii prostej, długości tras. Kosztem nieznacznego wydłużenia czasu przejazdu uzyskuje się znacznie lepszą dostępność do przystanków, co w efekcie daje wysoką prędkość komunikacyjną w relacji „od drzwi do drzwi”. Aby zminimalizować straty czasu, prawie wszystkie torowiska tramwajowe są wydzielone z ruchu ogólnego, a na skrzyżowaniach stosuje się sterowanie ruchem z priorytetem wysokiego poziomu dla komunikacji miejskiej. W celu zapewnienia wysokiej dostępności dla pasażerów, trasy tramwajowe w miastach francuskich często prowadzone są w oderwaniu od głównych tras drogowych, które, z racji uciążliwości intensywnego ruchu samochodowego, przebiegają z dala lub po obrzeżach struktur funkcjonalno-przestrzennych (w szczególności dotyczy to osiedli mieszkaniowych). Tramwaje wjeżdżają w rejon osiedli, często bez towarzyszącej ulicy. W wielu miejscach, szczególnie w centralnych i zabytkowych rejonach miast, zdecydowano się na wprowadzenie tramwaju do stref pieszych. Tam, gdzie tramwaje poruszają się wzdłuż ulic, ruch samochodowy został uspokojony, zarówno poprzez redukcję liczby pojazdów indywidualnych (przejęcie przewozów przez komunikację tramwajową) i ograniczenie prędkości (a przez to hałasu). Sprzyjała temu konieczność uzyskania miejsca pod budowę torowiska, które najczęściej znajdowało się w pasie po zwężeniu jezdni i redukcji liczby pasów ruchu - w efekcie tego powstało bardzo wiele ulic o przekroju dwujezdniowym z jezdniami jednopasowymi i torowiskiem w środku, wiele zostało przekształconych na jednokierunkowe, a z części zupełnie usunięto ruch samochodowy. Przy przebudowie ulic skorzystali także rowerzyści. Na francuskich sieciach tramwajowych można także zauważyć elastyczne podejście do umiejscowienia torowiska w przekroju poprzecznym ulicy (temat ten szerzej omówiony jest w artykule [4]). Jednym z licznych przykładów jest Place de la République w Dijon, który przed przebudową podporządkowany był ruchowi samochodowemu. Na placu zbiegało się dwanaście ulic na dziesięciu wlotach. Na środku, wokół pomnika piątego prezydenta Republiki Francuskiej Sadi'ego Carnot, istniał parking, a ruchu wokół niego odbywał się po trzech pasach według zasad ruchu okrężnego. Poza tym istniały dwie jezdnie przecinające plac, skracające niektóre relacje, nie wymuszając jazdy wokół centralnej wyspy. Budowa składającej się z dwóch linii sieci tramwajowej (lata 2010-2012) spowodowała, że plac stał się miejscem rozgałę-

zienia trasy prowadzącej z południa miasta i dworca kolejowego Dijon Ville na odnogi w kierunku północnym i wschodnim. Jezdnia wokół placu została zwężona do dwóch pasów. Dwutorowe torowisko tramwajowe zlokalizowano wzdłuż południowego boku placu oraz w miejscu dotychczasowych jezdni przecinających obwiednię. Dwa z trzech wlotów torowisk tramwajowych znalazły się w miejscach, w których znajdowały się wloty skupiające po dwie ulice co wymusiło ich przebudowę. Ulice na wszystkich wlotach (także na tych, na których nie ma torowiska tramwajowego) zostały zwężone i nastąpiły duże zmiany w organizacji ruchu. Wszystkie te działania spowodowały znaczące zmniejszenie natężenia i uproszczenie struktury ruchu (przebudowa skrzyżowań w celu uproszczenia struktury ruchu jest w przypadku budowy nowych tras tramwajowych we Francji normą - skrzyżowania takie ułatwiają uzyskanie priorytetu dla komunikacji zbiorowej). Miejsce po parkingu na środku placu zostało przekształcone w rozległą strefę pieszą. Wzdłuż wschodniego i zachodniego boku placu zlokalizowano przystanki tramwajowe. Z uwagi na fakt, że plac jest jednym z ważnych węzłów przesiadkowych, znajdują się na nim także przystanki autobusowe. Są one umiejscowione przy wyspie centralnej placu, zatem przesiadki pomiędzy autobusami i tramwajami odbywają się w obrębie strefy pieszej i nie wymagają przekraczania jezdni z ruchem ogólnym. Relacje linii tramwajowych i autobusowych nie pokrywają się - na etapie analiz założono przebudowę systemu transportu zbiorowego, wyznaczono siedem najważniejszych ciągów komunikacyjnych, z czego trzy przeznaczono do obsługi tramwajom, a pozostałe dla różnych form komunikacji autobusowej [5]. Drugim zrewitalizowanym w ramach budowy sieci tramwajowej placem jest plac przeddworcowy przed dworcem Dijon Ville, na którym na wprost wyjścia, w miejscu dawnego parkingu, znalazły się krańcówka tramwajowa linii T1 oraz pętla autobusowa.

Efektom budowy nowych torowisk i równoległego uspokajania ruchu samochodowego jest poprawa wyglądu ulic oraz sytuacji innych uczestników ruchu drogowego. Na ulicach i skrzyżowaniach pojawiają się nowe przejścia dla pieszych, w przypadku istniejących zwężenie jezdni powoduje poprawę bezpieczeństwa przez skrócenie przejścia i budowę azyli. Poszerzane są chodniki, które często oddzielone zostają od jezdni pasem postojowym dla samochodów. Jak zostało wspomniane, pojawiają się nowe rozwiązania dla rowerzystów w postaci wydzielonych dróg dla rowerów,

pasów na jezdni czy możliwości jazdy po jezdni w miejscach, gdzie wcześniej było to, z powodu natężenia ruchu samochodów, niebezpieczne (np. na fragmentach zwężonego Bulwaru Marszałków - Boulevards des Maréchaux - w Paryżu po budowie linii tramwajowej T3 - obecnie T3a). Budowa nowych linii tramwajowych prowadzona jest ze szczególnym poszanowaniem miejskiej zieleni. Dąży się do zachowania jak największej liczby starych drzew oraz sadi się nowe (w ramach budowy linii T3 w Paryżu posadzono około 1000 nowych drzew, z czego 600 przy trasie tramwaju i 400 w ulicach przyległych [6], a w Orleanie przy pierwszej linii - 1300 drzew). Poza tym powszechnie stosowane są torowiska trawiaste. W uzyskaniu estetycznego wyglądu ulic i przeciwdziałaniu wrażeniu istnienia bariery przestrzennej pomaga fakt nie stosowania na międzytorzu oraz w otoczeniu torowisk ogrodzeń, także w przypadku przylegania torowiska bezpośrednio do chodnika czy drogi rowerowej. Wystarczającą informacją dotyczącą granicy między obszarem przeznaczonym do ruchu pieszych i tramwajów jest zmiana sposobu zabudowy lub faktury posadzki, szpaler drzew lub inne punktowe elementy i niska zieleni.

Wszystkie sieci tramwajowe we Francji przeznaczone są do obsługi przez pojazdy dwukierunkowe. W związku z tym wyposażone są w krańcówki na końcach tras, które w wydaniu francuskim zajmują znacznie mniej terenu niż klasyczne pętle - mogą mieścić się nawet w pasach rozdziału wielojezdniowych ulic. Stosowanie krańcówek ułatwia też przedłużanie tras o nowe odcinki bez ingerencji w infrastrukturę istniejącą (wiele tras na w różnych miastach było już w ten sposób rozbudowywanych, dotyczy to m.in. paryskich linii T1, T2 i T3). Ponieważ niektóre sieci są projektowane od razu z perspektywą rozwoju na wiele lat i podziałem na etapy, w przypadku zastosowania rozgałęzień w ich miejscach budowane są od razu kompletne węzły rozjazdowe, aby nie było konieczności przebudowy nowej infrastruktury w przyszłości (np. w Angers i Reims). Poza tym typowym wyposażeniem torowisk są połączenia międzytorowe, umożliwiające prowadzenie ruchu po jednym torze na poszczególnych odcinkach, w przypadku wstrzymania ruchu przez awarię czy wypadek, a także w czasie prac remontowych.

## Sieci trakcyjne

Klasyczne tramwaje zasilane są zasadniczo z górnej sieci jezdnej (zwanej też napowietrzną siecią jezdnią lub skrótowo siecią

trakcyjną). Jest to element infrastruktury tramwajowej, który ze względu na estetykę budzi najczęściej zastrzeżenia i kontrowersji. Często stosowanym rozwiązaniem są sieci łańcuchowe. Mają one rozbudowaną konstrukcję analogiczną do sieci kolejowych, składającą się z liny nośnej oraz przewodu jezdnego, podwieszono do niej za pomocą wieszaków. Wysięgniki są rozbudowane. Sieci te nierzadko są w pełni skompensowane - kompensacji różnic napięcia powodowanych zmianami temperatury poddawany jest zarówno przewód jezdny, jak i linia nośna. Na nowych francuskich trasach tramwajowych stosuje się natomiast powszechnie sieci górne płaskie, które nie posiadają liny nośnej ani wieszaków, co znacznie zmniejsza ilość przewodów i masę całej sieci. W związku z tym zawieszenia oraz konstrukcje wsporcze mogą być mniej masywne, co przyczynia się do poprawy estetyki. Sieci te są nieskompensowane, pod względem zawieszenia podobne do sieci trolejbusowych.

Słupy i inne konstrukcje wsporcze niektórych francuskich sieci tramwajowych są projektowane indywidualnie i posiadają atrakcyjne wzornictwo - np. słupy na paryskich liniach T3a i T3b czy stosowane w Miluzie bramki trakcyjne w postaci kolorowych łuków rozpiętych nad obydwo torami. Poza tym mogą stanowić one także podporę dla latarni oświetlenia ulicznego, przez co unika się konieczności ustawiania w przekroju ulicy dwóch rzędów słupów. W przeciwieństwie do rozwiązania klasycznego ze słupami zlokalizowanymi na międzytorzu, stosuje się często słupy umieszczone z boku torowiska z jednostronnym wysięgnikiem nad dwa tory. Ma to duże znaczenie ekonomiczne - ustawienie słupów obok torowiska redukuje jego szerokość o około jeden metr (uwzględniając pas bezpieczeństwa pomiędzy nadwoziem tramwaju a słupem z obu stron), a to z kolei powoduje zmniejszenie objętości robót ziemnych (korytowanie, wymiana gruntu, wykonanie warstw konstrukcyjnych podtorza) o kilkanaście procent. Powszechne jest też podwieszanie sieci górnej do lin rozpiętych nad ulicą (jezdniami i torowiskiem) mocowanych do słupów umieszczonych po bokach ulicy oraz kotwienie takich lin do budynków, co zupełnie eliminuje konstrukcje wsporcze z przestrzeni.

Nietypowe rozwiązania sieci zasilającej stosuje się tam, gdzie zawieszenie sieci napowietrznej jest niepożądane ze względów estetycznych lub funkcjonalnych [2] (w żadnym wypadku nie jest to jednak powód do rezygnacji z komunikacji tramwajowej w danym miejscu). W Nicei zastosowano zasilanie z baterii trakcyjnych do przejazdu przez dwa odcinki pozbawione sieci gór-

nej. Kilka lat wcześniej opracowany został przez Alstom, pierwotnie dla Bordeaux, system zasilania APS w postaci trzeciej szyny umieszczonej centralnie w torze między szynami tocznymi. Odbieraki prądu znajdują się pod podwoziem wagonu. W celu uniknięcia porażenia prądem, szyna podzielona jest na dziesięciometrowe sekcje, a zasilany jest odcinek znajdujący się aktualnie pod przejeżdżającym tramwajem. Ze względu na dużą złożoność układu, system ten jest droższy od tradycyjnej sieci napowietrznej. Po początkowych problemach związanych z rozwiązaniem prototypowym, znalazł on uznanie i został zainstalowany na blisko 15 km sieci tramwajowej w Bordeaux oraz krótszych odcinkach w Reims, Orleanie, Angers i Tours, a poza Francją trwa instalacja w Dubaju. Jego montaż możliwy jest na torach o różnej konstrukcji i zabudowie (w tym klasycznych i trawiastych). Do innych podobnych systemów należy też rozpowszechniony we Włoszech system produkcji Ansaldo STS o nazwie TramWave.

### Tramwaje

Na estetykę komunikacji tramwajowej znacząco wpływa także wygląd i jakość taboru. Tworzenie nowych sieci oznacza kupowanie dla nich pojazdów fabrycznie nowych, w przypadku Francji do niedawna prawie wyłącznie od jednego renomowanego, krajowego producenta - firmy Alstom. Niektóre z miast uczyniły z taboru tramwajowego element kreowania wizerunku komunikacji zbiorowej oraz samego miasta. Indywidualnie projektowany wygląd mają pojazdy m.in. w Bordeaux, Lyonie, Marsylii, Paryżu, Reims czy Strasbourgu. Te w Marsylii kształtem czoła mają przypominać dziób statku, świadczący o portowym charakterze miasta, natomiast w Reims - kieliszki do szampana, z którego miasto słynie. Formę tę wybrali mieszkańcy spośród trzech propozycji. Poza tym pojazdy charakterystyczne są dzięki zastosowaniu w malowaniu nadwozi oraz wnętrzach dziesięciu różnych, intensywnych barw. Niezwykle futurystyczny projekt został natomiast zastosowany w najnowszej sieci tramwajowej w Tours. Tramwaje posiadają bardzo oryginalne gładkie, czarne czoła oraz lustrzane panele nadwozia. Charakteryzują się też niespotykanym do tej pory oświetleniem w postaci pasów świetlnych przebiegających od podwozia po dach oraz podświetleniem drzwi. Pomimo tak znaczących różnic w wyglądzie, wszystkie wymienione wyżej tramwaje pod względem technicznym są tego samego typu - Alstom Citadis 302 (w wersji

pięcicoślonojowej o długości około 32 m) i 402 (w wersji siedmiocślonojowej o długości około 43 m).

### Zagospodarowanie otoczenia torowiska tramwajowego

W otoczeniu torowiska tramwajowego znajdują się obiekty służące do obsługi pasażerów (perony z ich wyposażeniem) oraz pozostałe elementy wyposażenia ulic. W przypadku budowy lub przebudowy, w warunkach francuskich także one podlegają procesowi projektowania pod kątem designu. Standardowe wyposażenie w postaci wiat może mieć nietypową formę, także oznakowanie przystanku nie jest zdefiniowane przez przepisy drogowe, a jego położenie wyznacza określone ukształtowanie przestrzeni oraz symbole, które są charakterystyczne dla konkretnej sieci.

### Podsumowanie

W artykule przedstawiono wpływ nowoczesnych rozwiązań stosowanych w poszczególnych podsystemach transportu tramwajowego na przestrzeń miejską, na przykładzie odradzającej się na niespotykaną dotąd skalę komunikacji tramwajowej w miastach Francji. Szczególny nacisk położono na rewitalizację przestrzeni ulicznej, zmiany sposobu jej zagospodarowania przez wprowadzenie nowego elementu w postaci torowiska tramwajowego oraz estetyki elementów infrastruktury, w tym sieci trakcyjnej. Zwrócono także uwagę na kwestie ekologiczne dotyczące nowych konstrukcji torowisk. ◀

### Materiały źródłowe

- [1] Groneck C., Schwandl R.: Tram atlas Frankreich. Robert Schwandl Verlag, Berlin 2014
- [2] Wesołowski J.: Miasto w ruchu. Instytut Spraw Obywatelskich, Łódź 2008
- [3] Effect and Function of Green Tracks, Publication of Grüngleisnetzwerk
- [4] Makuch J., Popiołek A.: Torowisko tramwajowe w przekroju ulicy dwujezdniowej, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne. 2013, nr 3, s. 257-272
- [5] Graff M.: Tramwaje w Dijon. Technika Transportu Szynowego 9/2012, str.:33-36.
- [6] Raczyński J.: Linie tramwajowe w regionie paryskim. Technika Transportu Szynowego 9/2007, str.:34-41.