

Adam Molecki

# Aspekty niezawodności systemu tramwajowego przy wykorzystaniu łącznic o charakterze technicznym

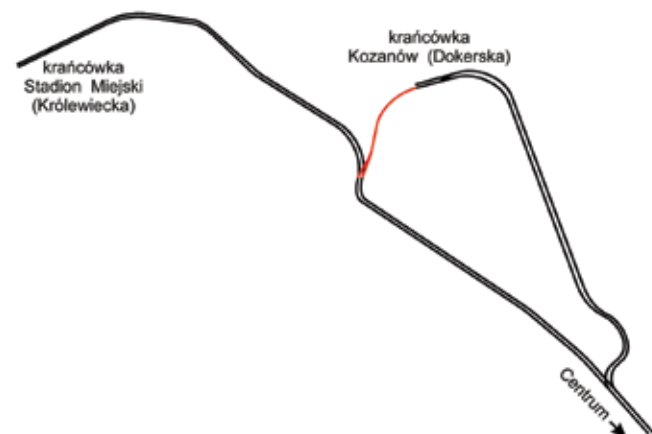
*Budowa tras tramwajowych należy do inwestycji niezwykle kosztownych. Naturalnie budowa każdej jest poprzedzona głębokimi analizami kosztów i korzyści. W tym artykule poruszono temat budowy połączeń o charakterze technicznym, czyli takich, których dominującą rolą nie jest umożliwienie przewozów a racjonalizacja prowadzenia komunikacji oraz zwiększanie niezawodności systemu komunikacyjnego.*

**Słowa kluczowe:** tramwaj, niezawodność, ekonomika transportu.

Nie licząc układów torowych zajezdni, większość torowisk tramwajowych ma charakter handlowy, czyli prowadzony jest nimi typowy ruch pasażerski. Wyjątkami są zwykle bardzo krótkie odcinki na pętlach między przystankami dla wysiadających i wsiadających oraz ewentualne tory odstawkowe. Wiele miast dysponuje dodatkowymi torami, będącymi pozostałością po dawnym przebiegu, których w całości bądź fragmentarycznie nie zlikwidowano. Obecnie służą one do rozmieszczania wagonów rezerwy ruchowej a także odstawiania wagonów, w których wykryto usterkę. Pozostają tam do czasu usunięcia takowej usterki bądź zholowania do zajezdni.

W przypadku Wrocławia takie torowisko można wskazać na ul. Wierzbowej (ok. 100 m toru pojedynczego) oraz w rejonie dawnego mostu mieszczkańskiego (ok. 570 m toru pojedynczego). W analogicznym charakterze wykorzystuje się torowisko wybudowane w ramach przygotowania węzła torowego na skrzyżowaniu ul. Władysława Jagiełły i Romana Dmowskiego do budowy nowej trasy tramwajowej (ok. 300 m toru pojedynczego). Ten fragment w niedalekiej perspektywie zmieni charakter, właśnie w związku z realizacją trasy tramwajowej wzdłuż ulic R. Dmowskiego, Długiej i Popowickiej [7].

Warto zwrócić uwagę też na łącznicę w dzielnicy Kozanów. Jej nietypowość wynika z faktu, iż została zbudowana z założenia jako tor techniczny. Jest to odcinek jednotorowy długości ok. 250 m.



**Rys. 1.** Układ torowy w dzielnicy Kozanów – kolorem czerwonym oznaczono łącznicę techniczną (opracowanie własne).

Łączy krawężnicę Kozanów (Dokerska) wzdłuż ul. Gwareckiej z torowiskiem przebiegającym wzdłuż ul. Pilczyckiej. Jej istnienie pozwala w sytuacjach awaryjnych na utrzymanie ruchu w dzielnicy. Obydwie trasy tędy przebiegające (wspomniana kończąca się na osiedlu mieszkaniowym oraz biegnąca do stadionu miejskiego) nie kończą się pętlami a jedynie krawężnicami. Łącznica pozwala objechać osiedle dookoła a dzięki temu stworzyć swoistą pętlę uliczną (rys. 1), co umożliwia obsługę 80% długości tychże tras za pomocą taboru jednokierunkowego. Jednocześnie pozwala na traktowanie tej trasy jako alternatywnej dla trasy do osiedla Pilczyce.

## Aspekt niezawodności

Niezawodność komunikacji publicznej stanowi jeden z najistotniejszych czynników decydujących o jej wyborze do realizacji przemieszczeń [4]. W niektórych przypadkach osoby posiadające nieskrępowany dostęp do własnego samochodu, wybierają dojazd środkami komunikacji zbiorowej, nawet jeśli typowy czas dojazdu jest dłuższy, gdy jest on bardziej przewidywalny. W porównaniu do transportu szynowego, mniej podatnego na zatory drogowe. Niestety właśnie transport szynowy, jako sztywnotorowy, jest szczególnie narażony na unieruchomienie szlaku. Głównymi przyczynami są tego typu zdarzeń są:

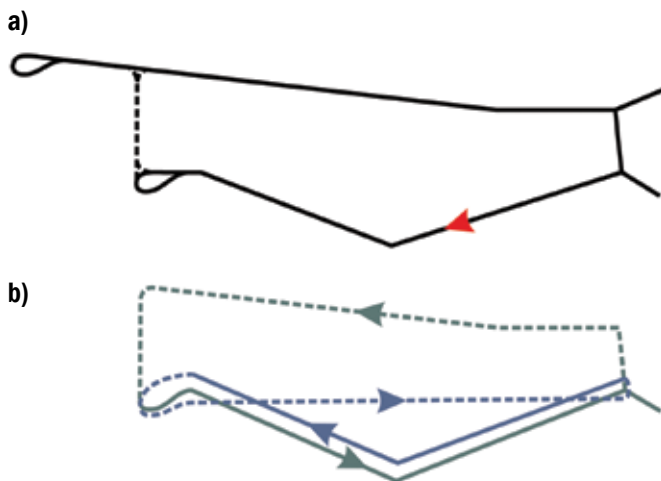
- ❖ usterki pojazdów uniemożliwiające dalszą jazdę,
- ❖ zerwanie sieci trakcyjnej,
- ❖ wykolejenia,
- ❖ uszkodzenia toru,
- ❖ zablokowania torowiska przez pojazd trzeci,
- ❖ wypadek drogowy.

Większość zatrzymań udaje się rozwiązać w przeciągu kilku, kilkunastu minut. Zdarzają się jednakowoż przypadki, w których przejazd uniemożliwiony jest nawet przez wiele godzin. Oczywiście w takich sytuacjach nieuniknione są komplikacje, dotyczące pasażerów. Występuje konieczność zorganizowania komunikacji zastępczej, przy czym nawet uruchomienie wszelkich dostępnych rezerw ludzkich i taborowych, może nie być wystarczające dla pokrycia potrzeb. Kilkukilometrowy korytarz transportowy może być całkowicie lub co najmniej częściowo wyłączony z obsługi.








Równolegle pojawia się problem o charakterze organizacyjnym – gdzie przekierować tramwaje, które nie mogą kontynuować jazdy w zaplanowanej relacji. Ich przekierowanie na inny szlak może spowodować nadmierne obciążenie podstacji trakcyjnych, przekroczenie przepustowości skrzyżowań [3], lub odcinków, czy wreszcie zakłócić obsługę końcówki (uniemożliwienie wymijania się składów poszczególnych linii na pętli) na trasie alternatywnej.

## Łącznice niezawodnościowe

Wśród opisanych wcześniej przyczyn unieczynnienia trasy tramwajowej, rzadkie są przypadki jednoczesnego zatrzymania ruchu w obydwu kierunkach. W kierunku przeciwnym do tego, na którym zaistniało zatrzymanie, problemem nie jest stan infrastruktury a brak taboru. Ten albo nie ma jak dojechać, gdy zablokowany



## Legenda:

-  miejsce jednokierunkowej blokady toru
-  torowisko podstawowe
-  torowisko łącznicy technicznej
-  przejazd tramwaju po trasie
-  przejazd tramwaju objazdem
-  przejazd handlowy autobusu zastępczego
-  przyspieszony powrót autobusu zastępczego

**Rys. 2.** Przykład ruchu zastępczego przy wykorzystaniu łącznicy niezawodnościowej: a) schemat układu torowego; b) organizacja ruchu zastępczego.

jest dojazd do pętli, albo nie ma sensu go wpuszczać by utknął nie mogąc opuścić odcinka.

Warto zauważyć, iż niektóre korytarze transportowe, mimo braku fizycznego połączenia (a nawet celowości jego tworzenia w zakresie zapotrzebowania na przewozy), przebiega w niedużej odległości od siebie. Oznacza to, że pewnej części utrudnień można uniknąć właśnie budując łącznice techniczne. Przy tym koszt takiego przedsięwzięcia warto ograniczyć, licząc się ze sporadycznym wykorzystaniem. Naturalnym jest wniosek, iż łącznica taka powinna być jednotorowa z założeniem wskazywania obowiązującego kierunku ruchu przez dyspozyturę.

Podczas zatrzymania, funkcjonowanie takiego odcinka opierałoby się na stworzeniu trasy linii częściowo okólnej, jako trasy awaryjnej (rys. 2). Korzyści są dwojakie. Przede wszystkim ruch w jednym kierunku prowadzony jest normalnie, bądź w sposób zbliżony do normalnego, a zatem bez uciążliwości dla pasażerów. Jeśli jest to kierunek dominujący przewozowo w danym momencie, korzyść jest tym większa.

Pasażerowie, którzy mimo wszystko zmuszeni są do skorzystania z komunikacji zastępczej również zyskują. Ta jest prowadzona jednokierunkowo, a zatem w autobusy zastępcze mogą wracać szybciej do punktu początkowego. Bez obsługi przystanków w jednym kierunku, mniejsza liczba pojazdów może wykonać tę samą pracę przewozową, co oznacza większą częstotliwość i mniejsze obciążenie taboru zastępczego. Intuicyjnie zwracamy uwagę w tym miejscu na problem pojawienia »pustych przebiegów«. Jest to jednak złudne, gdyż sama natura problemów do nich prowadzi. Różnica polega na tym, iż w klasycznym przypadku puste, lub pustawe kursują wagony tramwajowe na trasie wska-

zanej, jako prowadzącej do alternatywnej końcówki. W wariantcie omawianym, w jednym kierunku tramwaje wykorzystywane są efektywnie. Niehandlowe przebiegi autobusów, prowadzą jedynie do obniżenia kosztów uruchomienia komunikacji zastępczej, poprzez ograniczenie zużycia paliwa. Co więcej, w konkretnych przypadkach, przebiegi te mogą być wyznaczone krótszą trasą.

## Łącznice dojazdowe

W niektórych miastach występują odcinki używane stale wyłącznie przy wyjazdach i zjazdach do zajezdni. Zajezdnie i warsztaty, jako obiekty wymagające rozległego terenu, a przy tym postrzegane często jako uciążliwe, lokalizowane są z dala od intensywnej zabudowy. W konsekwencji właściwa pętla tramwajowa może znajdować się o kilkaset metrów od zajezdni. Relatywnie krótki odcinek pokonywany jest codziennie przez szereg tramwajów, lecz jedynie w wybranych godzinach.

Biorąc pod uwagę, iż zasadniczo jest on wykorzystywany w zmiennym w zależności od pory dnia, lecz w ramach tych godzin stałym kierunku, może on być nawet jednotorowy. Ciekawostką może być w tym przypadku sterowanie ruchem. Klasyczna sygnalizacja mijankowa nie ma większego sensu. Nie powinno obowiązywać ograniczenie liczby pojazdów wjeżdżających na dany odcinek. Co więcej o obowiązującym w danym momencie kierunku, może decydować dyspozytura. Oczywiście byłby on zależny przede wszystkim od pory dnia, lecz dodatkowo zmieniany np. w przypadku konieczności sprowadzenia taboru, który uległ awarii.

Aby ograniczyć do minimum zaangażowanie dyspozytorów w czynnościach powtarzalnych, należałoby założyć zasady dopuszczenia przejazdu:

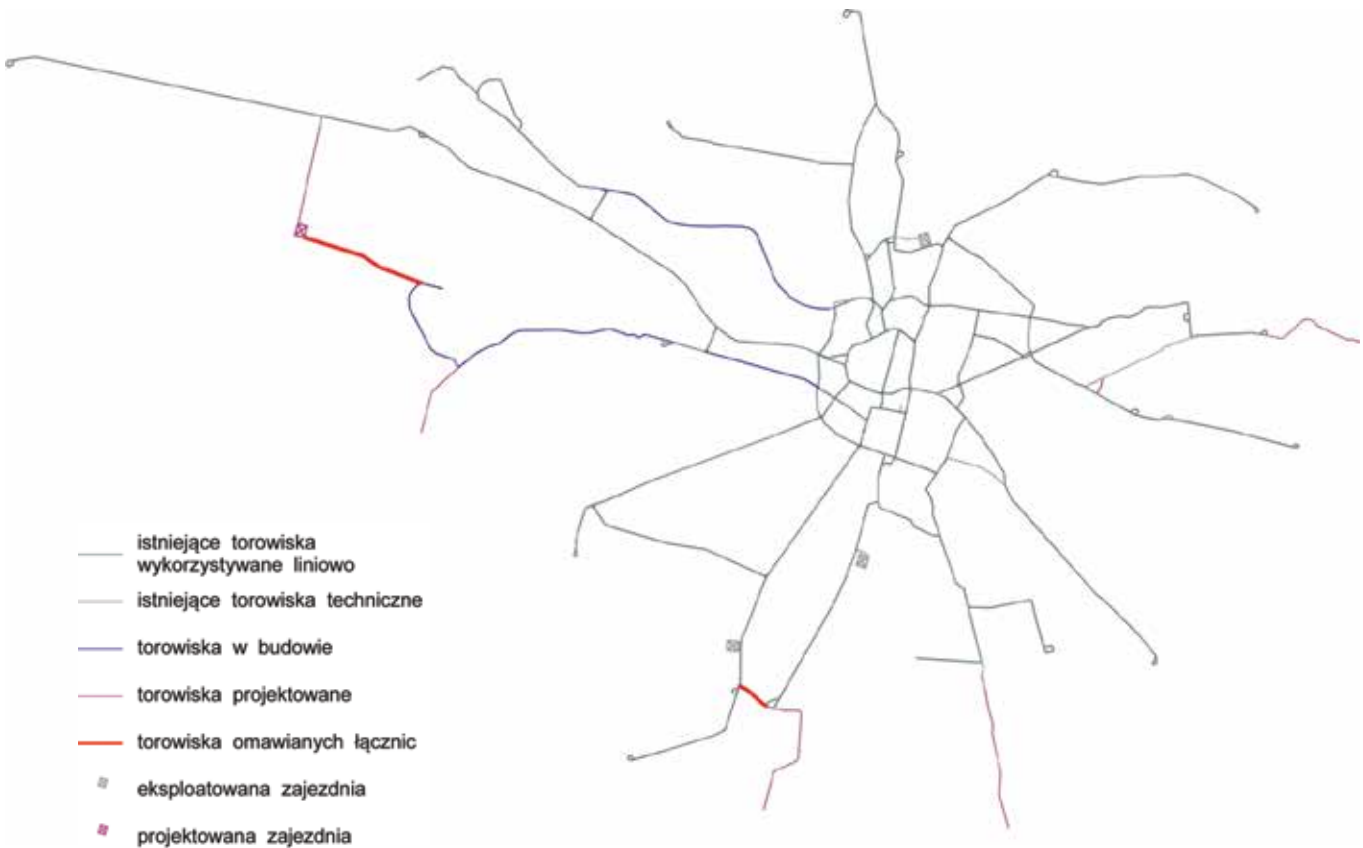
- ❖ automatyczne ustalanie jednego kierunku ruchu w czasie godzin wyjazdów i zjazdów do zajezdni z nielimitowaną liczbą pojazdów wjeżdżających;
- ❖ w godzinach bez przewidzianych wyjazdów i zjazdów z zajezdni, funkcjonowanie jako typowy odcinek jednotorowy dwukierunkowy;
- ❖ niezależnie od pory dnia, możliwość przejścia przez dyspozyturę manualnego ustalania kierunku ruchu.

Co prawda w niektórych przedsiębiorstwach komunikacyjnych, odchodzi się od jakichkolwiek niesterowanych zdalnie zwoznic poza terenem zajezdni, niemniej w tym przypadku godnym rozważenia jest stosowanie bezpiecznie rozpruwalnych samopowrotnych (zwanych również sprężynowymi). Wymagają one co prawda ograniczenia prędkości przejazdu, szczególnie w kierunku na ostrze, niemniej ma to mniejsze znaczenie w świetle przeznaczenia do przejazdów technicznych.

## Przykład potencjalnego zastosowania

Poniżej opisano dwa miejsca we Wrocławiu, gdzie zastosowanie łącznic o charakterze technicznym jest dalece zasadne (rys. 3).

Pierwsza to połączenie trasy do osiedli Krzyki i Klecina z trasą do Parku Południowego (w przyszłości również do osiedla Ołtaszyn i być może podwrocławskiej wsi Wysoka [1]). Choć każda z tras prowadzona jest niezależnie na odcinkach liczących po ponad 3 km, w linii prostej obydwie końcówki dzieli niecałe 500 metrów. Teren typowanego korytarza łączącego jest wolny od zabudowy, niemniej zadrzewiony, co dodatkowo przemawia za budową odcinka jako jednotorowego. Przy obydwu trasach położone są również zajezdnie, co oznacza, że potencjalna blokada torowiska, może wiązać się paraliżem większej części sieci, np. ze



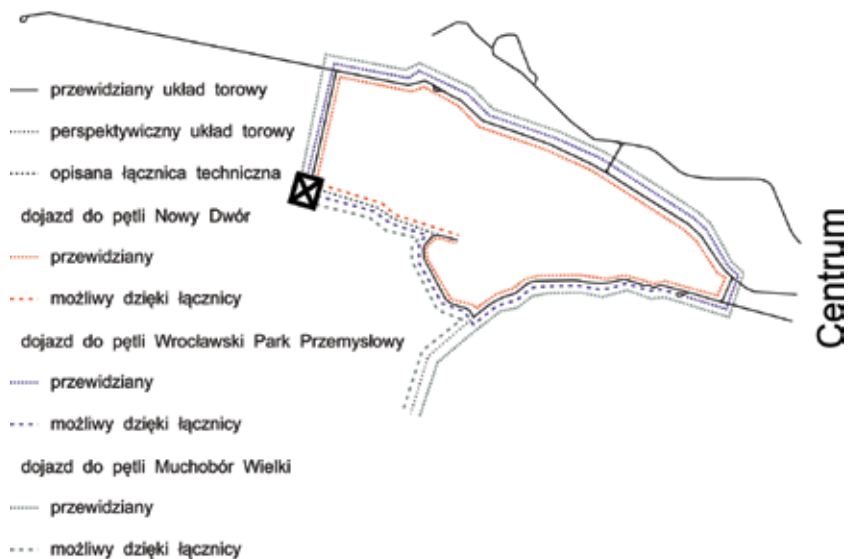
**Rys. 3.** Lokalizacja wartych rozważenia nowych odcinków technicznych

względem na brak możliwości realizacji porannych wyjazdów. Koszt przedsięwzięcia powinien zamknąć się w kwocie około dwudziestu milionów złotych. Taka suma jest oczywiście niebagatelna, szczególnie biorąc pod uwagę niehandlowy charakter połączenia, niemniej koszty społeczne ponoszone obecnie w sytuacjach awaryjnych są również olbrzymie.

Druga idea połączenia technicznego ma odmienne źródła. Wzmocnienie potencjału niezawodnościowego jest relatywnie niewielkie. Korzyści wynikałyby raczej z codziennej eksploatacji, choć również w wąskim zakresie. Przy ulicy Szczecińskiej, nieopodal linii kolejowej Wrocław – Legnica, projektowana jest nowa zajezdnia tramwajowa. Co prawda chwilowo inwestycja została wstrzymana ze względu na trudności budżetowe, wywołane ograniczeniami w funkcjonowaniu gospodarki w 2020 roku [6], niemniej niekwestionowana konieczność budowy sprawia, że jest to jedynie odsunięcie w czasie. Przewiduje się, iż włączenie jej do torowiska przebiegającego wzdłuż ulicy Kosmonautów. Równocześnie będzie ona położona relatywnie niedaleko pętli nowoprojektowanej trasy tramwajowej okalającej osiedle Nowy Dwór. Dzielić je ma zaledwie około 1,5 km, przy czym długość potencjalnej łącznicy wynosiłaby około 1,3 km. Aspekty przemawiające za realizacją tego przedsięwzięcia to:

- ❖ uniezależnienie dużej zajezdni tramwajowej (przewiduje się ją do obsługi 150, a docelowo nawet 200 składów [8]),

- ❖ skrócenie trasy dojazdu z zajezdni do pętli przy ulicy Rogowskiej z 12,8 km do 1,5 km (rys. 4),
- ❖ skrócenie trasy dojazdu z zajezdni do pętli Wrocławski Park Przemysłowy przy ul. Robotniczej z około 8,2 km do 6,1 km (rys. 4),
- ❖ potencjalna możliwość utrzymania ruchu jednokierunkowego w przypadku częściowej blokady torowiska.



**Rys. 4.** Skrócenie efektywnej drogi dojazdu z zajezdni do pętli przez wykorzystanie łącznicy technicznej



W tym przypadku długość proponowanej łącznicy jest znacząco większa, a co więcej, jej realizacja wiązałaby się z koniecznością budowy wiaduktu na wspomnianą linią kolejową oraz przejazdu pod towarową łącznicą kolejową Wrocław Gądów – Wrocław Zachodni. Stąd też koszt nawet jednotorowej trasy mógłby przekroczyć nawet sześćdziesiąt milionów złotych, mimo przebiegu w terenie słabo zurbanizowanym. Tym bardziej istotnym byłoby uzyskanie oszczędności wynikających z jednotorowej formy odcinka. Przeciwstawić temu należy korzyści wynikające z niższych kosztów dojazdu do pętli, a zatem efektywnego prowadzenia ruchu. Na cele kalkulacji przyjęto wstępnie:

- ❖ obsługę osiedla Nowy Dwór dwiema liniami tramwajowymi,
- ❖ rozpoczęcie biegu jednej linii na pętli Wrocławski Park Przemysłowy,
- ❖ wyjazdy poranne oraz zjazdy wieczorne realizowane z wykorzystaniem łącznicy w 60 % kursów,
- ❖ wyjazdy oraz zjazdy brygad szczytowych realizowane z wykorzystaniem łącznicy w 80 % kursów,
- ❖ szczytową częstotliwość kursowania co 12 minut dla każdej z linii (podobnie jak ma to miejsce obecnie dla linii tramwajowych we Wrocławiu).

Przy takich założeniach rocznie oszczędzanych byłoby ponad 100 tysięcy pociągokilometrów. Można zatem oszacować potencjalne oszczędności na ponad milion złotych rocznie. W tym stanie rzeczy nie można stwierdzić, że inwestycja będzie samofinansującą się. Okres jej bezpośredniego zwrotu byłby dłuższy od żywotności, nawet jeżeli nie wliczać kosztów obsługi potencjalnego kredytu zaciągniętego na realizację inwestycji. Na jej korzyść mogłaby zaś wpłynąć zmiana kosztu wykonywanych przejazdów oraz zwiększenie pracy przewozowej. Nawet obecnie część środowisk aktywistów miejskich sugeruje, że funkcjonowanie tej trasy w oparciu o dwie linie standardowej częstotliwości, nie będzie wystarczające. Na przeszkodzie może jednak stanąć przepustowość układu torowego w centrum miasta [2]. Perspektywicznie planowana jest również budowa odnogi nowopowstającej trasy do osiedla Muchobór Wielki [5]. W tym przypadku również dojazd do pętli z nowoprojektowanej zajezdni byłby krótszy o ponad 8 km. Biorąc te czynniki pod uwagę, suma rocznych oszczędności mogłaby potencjalnie urosnąć nawet do blisko dwóch milionów złotych.

Ponadto, realizację tej inwestycji można również rozważać w kontekście możliwości budowy trasy do osiedla Kuźniki. Dziś nie jest ona brana pod uwagę, właśnie ze względu na konieczność przekroczenia linii kolejowej, gdzie stosunek kosztu do korzyści, jest niski na tle innych rozpatrywanych do budowy odcinków. Jeżeli jednak traktować obydwie inwestycje łącznie, część łącznicy wraz z głównymi obiektami inżynierskimi stanowiłaby ich część wspólną. Niezależnie od założenia, że wspólny fragment byłby zbudowany jako dwutorowy i zwiększona byłaby liczba przejazdów, wskaźniki efektywności obydwu uległyby znaczącej poprawie. Dla porządku należy wspomnieć, iż dla tak projektowanej linii, dojazd do pętli z zajezdni z wykorzystaniem łącznicy byłby krótszy o około 12,5 km. Trudno uznać tę łącznicę za inwestycję gwarantującą zysk, niemniej z punktu widzenia strategicznego dla funkcjonowania transportu w mieście, można uznać ją za co najmniej wartą rozważenia.

## Podsumowanie

W artykule przedstawiono uzasadnienie dla tworzenia torowisk tramwajowych dedykowanych potrzebom technicznym. Najslab-

szym aspektem tego typu przedsięwzięć jest ich rola w kształtowaniu wizerunku władz miejskich. Przeciętny mieszkaniec nie rozważa kwestii niezawodności całego systemu transportowego. Bez wątplenia odnotuje jednak budowę odcinka, który nie służy bezpośrednio przewozom pasażerskim, podczas gdy w wielu miejscach oczekiwana jest budowa odcinków o charakterze typowo handlowym.

Podczas analizy, zanim odrzuci się tego typu inwestycje, należy uwzględnić takie czynniki jak zwiększenie niezawodności, zmniejszenie strat związanych zatrzymaniami ruchu, tudzież skrócenie czasu sprowadzania do zajezdni tramwaju, który uległ usterce. Warto również zwrócić uwagę, iż opisany krótszy dojazd do pętli to nie tylko koszt jako taki, lecz również oszczędność godzin roboczych motorniczych. W obecnych czasach wiele przedsiębiorstw komunikacyjnych boryka się z trudnościami w pozyskiwaniu personelu. Zwiększenie efektywnego czasu pracy, wiąże się nieodzownie z ograniczeniem braków kadrowych.

Opisane przykłady łącznic są szczególne. Dotyczą między innymi rezerwowych dojazdów do i z trzech zajezdni tramwajowych. Przy braku realizacji opisanych odcinków, relatywnie niewielka usterka może spowodować odcięcie od sieci każdej z nich. O szczególnym znaczeniu można było mówić na przykładzie remontu torowiska w 2019 roku, gdy jedną z zajezdni trzeba było unieruchomić na wiele tygodni. Choć było to wydarzenie planowane i wagony zostały przeniesione w inne lokalizacje, utrudnienia były ogromne. W tym przypadku szczęśliwie dotyczyło to niewielkiej zajezdni. Przy największej obecnie eksploatowanej, czy tej nowoprojektowanej, perturbacje byłyby niewspółmiernie większe.

## Bibliografia:

1. *Konsultacje dotyczące budowy nowej trasy tramwajowej na osiedle Ołtaszyn*, Raport, Biuro ds. Partycypacji Społecznej Urzędu Miejskiego Wrocławia, Wrocław, 2018 r.
2. Molecki A., *Metro w miastach liczących mniej niż milion mieszkańców*, 2013 r., Nr 4
3. Molecki A., *Udrażnianie węzłów tramwajowych w awaryjnych sytuacjach ruchowych*, TTS Technika Transportu Szynowego, 2020 r., nr 3-4.
4. Rudnicki A., *Jakość komunikacji miejskiej*, SITK, Kraków, 1999 r.
5. *Wrocławski Program Tramwajowy (WPT)*, Urząd Miejski Wrocławia, Wrocław, 2016 r.
6. <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/wroclaw-niebedzie-zajezdni-tramwajowej-nowe-zerniki-65344.html> - odsłona 25.11.2020 r.
7. <https://www.wroclaw.pl/niebawem-przetarg-na-kolejne-odcinki-trasy-tramwajowej-przez-popowice> - odsłona 25.11.2020 r.
8. <https://www.wroclaw.pl/nowa-zajezdnia-tramwajowa-we-wroclawiu-konkurs> - odsłona 25.11.2020 r.

### Tram network reliability aspects with technical connectors use

*The construction of tram routes is an extremely expensive investment. The construction of each of them is preceded by a cost-benefit analysis. The paper presents matter of technical connections construction, where dominant role is not to enable transport, but to rationalize communication and increase the reliability of the communication system.*

**Keywords:** tram, reliability, transport economics.