

## ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA TRAMWAJOWYCH ROZJAZDÓW DUŻEJ PRĘDKOŚCI W WĘZŁACH SIECI WROCŁAWIA<sup>1</sup>

Igor GISTEREK

Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Praca zawiera rozważania na temat celowości i możliwości użycia rozjazdów tramwajowych specjalnej budowy (o dużym promieniu toru zwrotnego) na przykładzie rozwoju sieci wrocławskiej. Przedstawiono różnice w budowie pomiędzy rozjazdami zwykłymi i dużych prędkości. Zreferowano wyniki analizy dotyczącej wprowadzania takich rozjazdów w poszczególne węzły rozjazdowe. Omówiono wstępnie wytypowane lokalizacje. Przedstawiono wady i zalety tramwajowych rozjazdów dużych prędkości.

Słowa kluczowe: tor tramwajowy, rozjazd, rozjazd dużej prędkości, Wrocław.

### 1. WSTĘP

Jednym z istotniejszych wyzwań stojących dziś przed miejskim transportem zbiorowym jest konieczność ciągłego zwiększania jego atrakcyjności. Objawia się to na wiele sposobów, dotykając zarówno taboru, jak i infrastruktury, oraz koncentrując się szczególnie na aspektach istotnych z punktu widzenia pasażera. Prowadzone w ostatnich latach inwestycje czasem nie przynoszą oczekiwanych efektów w postaci wzrostu komfortu lub skrócenia czasu podróży. Pomimo zaangażowania poważnych środków finansowych, przekłada się to na brak istotnego wzrostu frekwencji w pojazdach. Przyczyną tego stanu jest przede wszystkim zespół czynników i okoliczności, znany jako szeroko pojęta atrakcyjność transportu zbiorowego, do której kluczowych składników możemy zaliczyć:

- czas jazdy, utożsamiany z prędkością przemieszczania,
- regularność jazdy, jako interwał pomiędzy kolejnymi kursami,
- częstotliwość kursowania, także jako kryterium oceny sprawności,
- punktualność jazdy jako wskaźnik ilościowo-jakościowy,
- dogodność połączeń związana z więźbą ruchu,
- wygodę podróżowania: ogrzewanie, klimatyzacja, łatwość wejścia do pojazdu,
- bezpieczeństwo jazdy,
- informację o przebiegu linii i układu, wewnątrz pojazdów i na przystankach,

---

<sup>1</sup> DOI 10.21008/j.1897-4007.2017.25.12

- kulturę obsługi – zachowanie pracowników [3, 5].

W istniejących sieciach tramwajowych, przy licznych ograniczeniach infrastrukturalnych, nie jest możliwe istotne zwiększenie prędkości na długich odcinkach bez poważnych inwestycji w rozwiązania bezkolizyjne. Dzięki zastosowaniu dedykowanych urządzeń, jak tramwajowe rozjazdy dużych prędkości, możliwe jest wyeliminowanie przyczyny jednego z poważniejszych ograniczeń prędkości jazdy na węzłach i rozgałęzieniach linii tramwajowych. Założono, że liczne zastosowanie takich rozjazdów w kluczowych punktach sieci w znaczący sposób wpłynie na poprawę warunków ruchu.

## 2. TRAMWAJOWY ROZJAZD DUŻYCH PRĘDKOŚCI

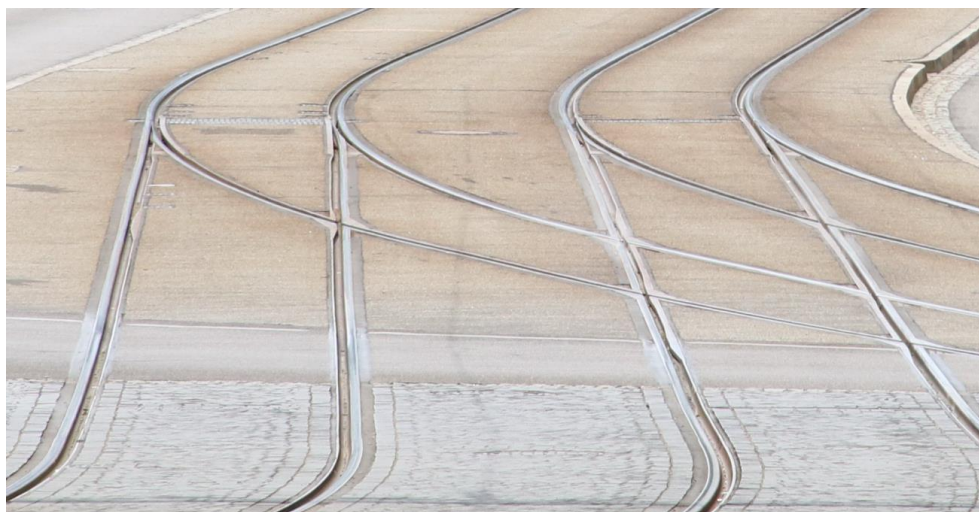
W standardowym rozjeździe tramwajowym, zbudowanym z typowych półzwoznic i krzyżownic płytkorowkowych i opartym na promieniu toru zwrotnego 50 m, prędkość przejazdu ograniczona jest najczęściej do 10 lub 15 km/h. Na potrzeby pracy [2] przyjęto autorską definicję, zgodnie z którą rozjazd dużej prędkości umożliwia przejazd z prędkością nie mniejszą niż 50% wartości obowiązującej na przyległym odcinku szlaku. Ponieważ na trasach tramwajowych w torze zabudowanym najczęściej obowiązującą prędkością jest 50 km/h, a w torze wydzielonym 70 km/h, warunki definicji spełni rozjazd zapewniający prędkość jazdy na kierunku zasadniczym i zwrotnym nie mniejszą niż odpowiednio 25 i 35 km/h. Według przykładowych materiałów producenta [8, 9], będą to konstrukcje o promieniach toru zwrotnego 100, 150 i 190 m. Wartości niedoboru przechyłki dla toru normalnego zestawiono w tabeli 1; standardowo należy je przyrównać do maksymalnego niedoboru przechyłki wynoszącego 150 mm.

Tab. 1. Wartości niedoboru przechyłki w wybranych rozjazdach [mm]

Promień toru zwrotnego [m]	Prędkość [km/h]				
	30	35	40	45	50
100	106	145	189		
150	71	96	126	159	
190	56	76	99	126	155

Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że warunek powyższy spełniają odpowiednio rozjazdy o promieniu 100 m dla prędkości 35 km/h, 150 m dla 40 km/h i 190 m dla 45 km/h. W pracy [2] analizowano możliwość zastosowania na obszarze wrocławskiej sieci tramwajowej rozjazdu o promieniu 190 m. W znanych przykładach wykonania, zainstalowanych w Pradze, charakteryzuje się on układem geometrycznym identycznym z rozjazdem kolejowym Rz -190 - 1:9, czyli promień toru zwrotnego wynosi 190 m, skos rozjazdu 1:9, długość od początku do punktu matematycznego 10523 mm oraz od punktu matematycznego do końców – 16 615 mm.

Podstawowym profilem szynowym do jego wykonania jest 49E1 [4]. Ze względu na konieczność dopasowania konstrukcji do węższych obręczy kół tramwajowych, wymagane było wykonanie indywidualnego kształtu krzyżownicy głębokorowkowej oraz zastosowanie prowadnic na całej długości toków szynowych w łuku. Dyskusyjna jest również kwestia wbudowania takiego rozjazdu w nawierzchnię drogową, przede wszystkim z powodu konieczności indywidualnego wykonania elementów wypełniających, głębokich i szerokich wolnych przestrzeni przy iglicach oraz znacznej powierzchni stalowych profili w płaszczyźnie nawierzchni. W odróżnieniu od rozjazdów o promieniu 190 m, rozjazdy o promieniu do 150 m dają się wbudowywać podobnie łatwo, jak konstrukcje standardowe (rys. 1).



Rys. 1. Rozjazdy o promieniu 150m z krzyżownicami głębokorowkowymi (Chemnitz, Niemcy). Fot. Adam Popiołek (fragment)

### 3. ANALIZA MOŻLIWOŚCI LOKALIZACYJNYCH

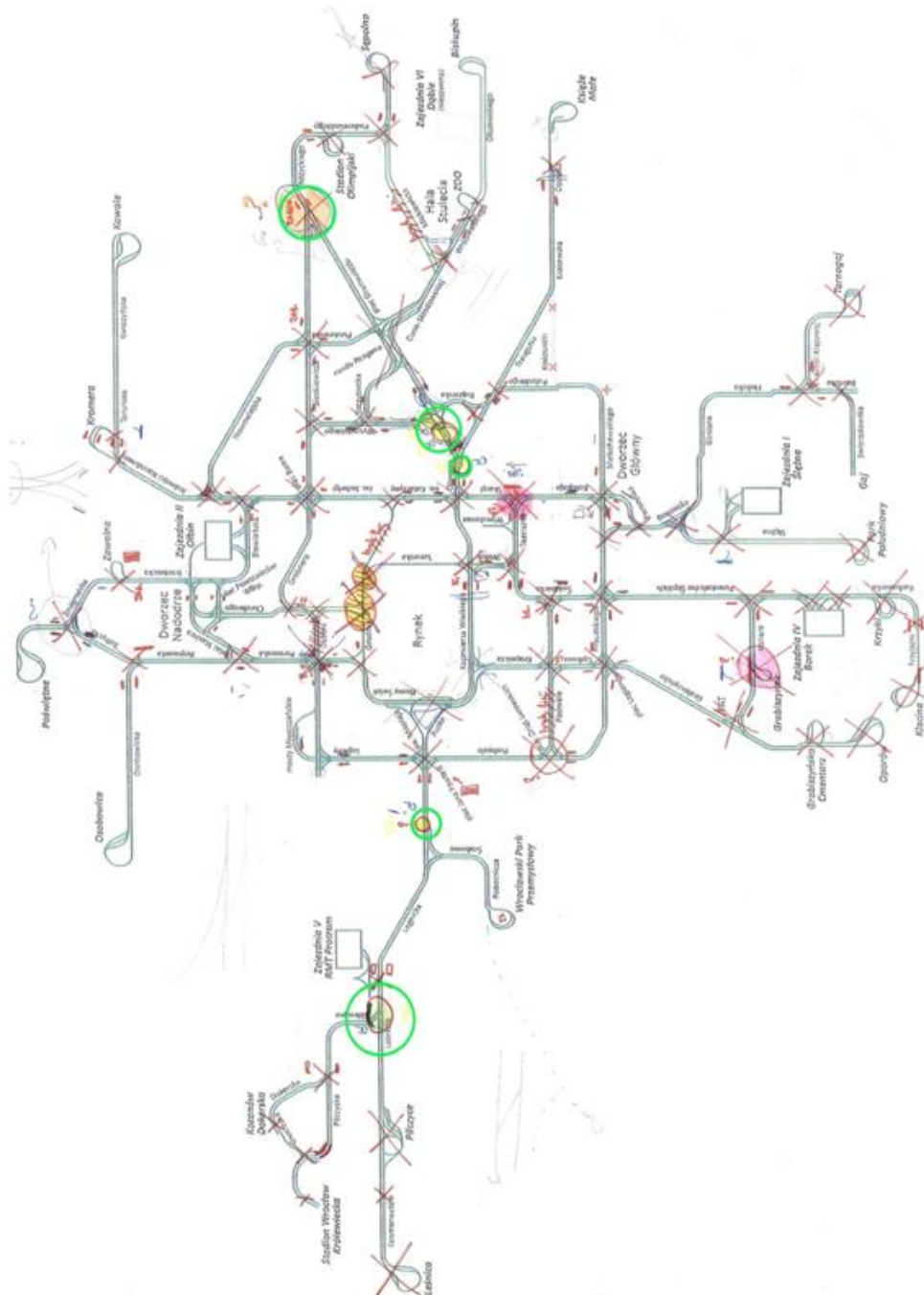
Wrocławska sieć tramwajowa ma charakter rusztowo – rozgałęźny z linią obwodową. Tramwaje konne uruchomiono we Wrocławiu w roku 1877 (BSEG), elektryczne – w roku 1893 (ESB), zaś miejski przewoźnik (SSB) rozpoczął działalność w 1902 roku. W wyniku przekształceń własnościowych ostatecznie przejął on kontrolę nad torowiskami i wagonami wcześniejszych, prywatnych spółek, doszło również do uproszczenia niepotrzebnych już, konkurujących wzajemnie odcinków tras, szczególnie w ścisłym centrum. Kolejna istotna fala uproszczeń kształtu sieci miała miejsce w latach 70. i 80. XX wieku, kiedy wyeliminowano wszystkie trasy obsługujące bezpośrednio Rynek i przeniesiono ruch na trasę W-Z, czyli ul. Kazimierza Wielkiego. Pomimo działań celowych i zniszczeń wojennych,

sieć nadal obfituje w łuki o małych promieniach i liczne węzły rozjazdowe, głównie trzy- i czterowlotowe. Zdarzają się też rozległe, skomplikowane układy torowe, jak choćby na rondzie Reagana czy placu Powstańców Wielkopolskich.

Algorytm przygotowany dla dyplomanta realizującego pracę [2] miał na celu wyselekcjonowanie tych węzłów rozjazdowych, na których wprowadzenie rozjazdów dużej prędkości byłoby realne technicznie oraz celowe. Analiza planu schematycznego całej sieci wrocławskich torowisk objęła wszystkie węzły, skrzyżowania i rozgałęzienia torów. Następnie wyeliminowano te, w których zwiększenie promieni relacji skrętnych wiązałoby się z koniecznością wyburzeń budynków zlokalizowanych wzdłuż rozpatrywanych ulic, lub równie poważnych interwencji przestrzennych (zmiana lokalizacji wlotów tuneli czy przejść podziemnych, zasypianie fragmentu fosy). W kolejnym etapie wykreślono te lokalizacje, w których perony położone są w bezpośredniej bliskości proponowanego rozjazdu, zaś zmiana ich lokalizacji w obrębie węzła jest niecelowa, np. z przyczyn organizacyjnych, lub mało realna. Ostatecznym ograniczeniem sensowności zastosowania tramwajowych rozjazdów dużej prędkości jest położenie ich na wlocie lub wylocie takiego węzła, w którego centrum leżą krzyżownice płytkie o kącie zbliżonym do prostego. Ponieważ dzisiejszy stan techniki nie pozwala na skuteczne zastąpienie itakich krzyżownic głębokorowkowymi, więc w dalszym ciągu konieczne jest ograniczenie prędkości, zatem rozjazd może podwyższyć prędkość przejazdu tylko na wybranych relacjach (łuk w prawo lub lewo). Warunek ten został zapisany dla wytypowania tych lokalizacji, gdzie umieszczenie przedmiotowych rozjazdów przyniesie maksymalne korzyści. Analiza ostatnich realizacji [6, 7] dowodzi jednak, że zarządcy infrastruktury godzą się na użycie rozjazdów o dużych promieniach nawet w bezpośredniej bliskości przystanków, wyłącznie dla korzyści utrzymaniowych i zmniejszenia oddziaływań w postaci drgań i hałasu. Końcowe wnioski z powyższej analizy przedstawiono w syntetyczny sposób na rys. 2, gdzie zielonymi okręgami objęto wytypowane lokalizacje. Wbrew pierwotnym oczekiwaniom okazało się, że w obrębie całej sieci jedynie pięć rozjazdów położonych w czterech węzłach można zastąpić rozjazdami dużych prędkości i uzyskać korzystne skrócenie czasu jazdy.

Wymienione lokalizacje to:

- skrzyżowanie ulic Legnickiej i Milenijnej,
- skrzyżowanie ulic Legnickiej i Śrubowej,
- skrzyżowanie ulicy Traugutta i pl. Powstańców Warszawy,
- plac Społeczny (dwa wloty),
- skrzyżowanie przy zachodnim wlocie mostu Szczytnickiego.



Rys. 2. Schematyczny plan sieci tramwajowej we Wrocławiu z węzłami typowanymi do instalacji rozjazdów dużych prędkości (objęte zielonymi okręgami), za [2]

#### 4. OPIS WYTYPOWANYCH LOKALIZACJI

Skrzyżowanie ulic Legnickiej i Milenijnej położone jest w zachodniej części Wrocławia, obejmując jeden z najsilniej obciążonych ruchem ciągów tramwajowych, położony w pasie rozdziału szerokiej arterii samochodowej. W dającej się przewidzieć przyszłości kilka linii zostanie przeniesionych na nową trasę wzdłuż ul. Popowickiej, jednak ul. Milenijna pozostanie istotnym łącznikiem między tymi dwoma równoległymi na długim odcinku ciągami. Pod względem torowym, na opisywanym skrzyżowaniu zlokalizowano rozjazd dwutorowy podwójny prawy. Dzięki stosunkowo prostemu układowi węzła, bez nadmiernej ingerencji w sąsiednie działki możliwe jest zwiększenie promieni relacji skrętnej do 120 m, co umożliwi przejazd z prędkością 40 km/h. Również rozmieszczenie przystanków jest korzystne; przystanek Kwiska położony jest ok. 250 m przed osią ul. Milenijnej, a sąsiednie przystanki: DH Astra w ciągu Legnickiej / Lotniczej oraz Kologista przy ul. Pilczyckiej oddalone są od niego o odpowiednio 550 i 1450 m. Daje to wystarczające uzasadnienie dla utrzymania korzystnych parametrów geometrycznych trasy, jednak dla zapewnienia niezakłóconego przejazdu w ciągu Milenijnej, konieczne jest jeszcze zwiększenie promienia łuku na skrzyżowaniu Milenijnej i Popowickiej. Koncepcja wymusza przesunięcie wstecz jednego wlotu i jednego wylotu jezdnii na skrzyżowanie, co nieco zmniejszy jego przepustowość. Dla osiągnięcia w pełni poprawnego funkcjonowania ciągu, konieczne byłoby również przestrojenie systemu ITS na omawianych skrzyżowaniach w celu uzyskania pełnego priorytetu dla tramwaju, w tym i wszystkich następnym przypadkach.

Drugie z wymienionych, skrzyżowanie ulic Legnickiej i Śrubowej, położone jest bliżej centrum miasta niż skrzyżowanie z Milenijną. Jest ono obciążone wszystkimi liniami przebiegającymi na wprost ciągiem Legnicka / Lotnicza, i dodatkowo jedną linią skręcającą w kierunku pętli Wrocławski Park Przemysłowy. W niedalekiej przyszłości również to połączenie może zyskać na znaczeniu, ponieważ zaawansowany jest już projekt trasy tramwajowej na osiedle Nowy Dwór, która ma przebiegać m.in. ul. Robotniczą. Obecnie relacja skrętna używana w ruchu liniowym (od centrum) zrealizowana jest przez odgięcie trasy przed skrzyżowaniem i wprowadzenie torów kierunkowych w ul. Legnickiej. Pomimo znacznego oddalenia najbliższych przystanków (licząc od skrzyżowania, po ok. 300 m do przystanków pl. Strzegomski i Zachodnia oraz 420 m do przystanku Śrubowa; przystanek Dolmed powinien zostać usunięty dla lepszego powiązania ciągów Legnickiej i Robotniczej), tramwaje jadące na wprost zmuszone są do znacznego zmniejszenia prędkości podczas przejazdu przez rozjazd typowy. Wprowadzenie w tym miejscu rozjazdu dużych prędkości umożliwiłoby istotne zwiększenie prędkości przejazdu, do 70 km/h na ciągu i punktowo w rozjeździe przynajmniej 50 km/h. Zgodnie z analizą przedstawioną w [2], łuk relacji skrętnej może przyjąć promień nawet 120 m, zapewniając prędkość przejazdu wynoszącą 35 lub 40 km/h, zależnie od możliwości wykonania przechyłki.

Skrzyżowanie ulicy Traugutta i pl. Powstańców Warszawy również obejmuje istotny wrocławski ciąg tramwajowy, łączący pl. Dominikański z rondem Reagana. Obecnie tor przebiegający w kierunku wschodnim rozdwa się przed skrzyżowaniem na tory kierunkowe, z których na tor zwrotny kierowana jest słabiej obciążona relacja w ul. Traugutta, obejmująca linie 3 i 5. Zwiększenie promienia w relacji zasadniczej jest możliwe, jednak przy wartości 190 m konieczne byłoby wyeliminowanie jednego z trzech pasów ruchu przyległej jezdni. Działanie tego typu jest zawsze cierpko oceniane przez kierowców, ale pozostaje zgodne z Wrocławską Polityką Mobilności [10], jako uprzywilejowujące transport publiczny kosztem indywidualnego na obszarze centrum. Rozwiązanie tego węzła za pomocą rozjazdu dużych prędkości jest możliwe na dwa sposoby, ale logicznym jest uprzywilejowanie relacji silniej obciążonej ruchem. Wszystkie pożądane cechy lokalizacji, zwłaszcza odpowiednio znaczne oddalenie przystanków, są tu zrealizowane.

Wprowadzenie rozjazdów dużych prędkości na placu Społecznym jest geometrycznie możliwe tylko w relacji łączącej plac Dominikański i most Pokoju. Ponieważ ten kierunek jest relatywnie słabo obciążony ruchem (linie 2 i 10) oraz nie przewiduje się zwiększenia jego znaczenia przynajmniej do momentu wybudowania torowiska w ul. Wyszyńskiego do mostu Warszawskiego, nie rekomenduje się obecnie wbudowania w tym miejscu opisywanego rozjazdu. W relacji zasadniczej, łączącej plac Dominikański i rondo Reagana przez most Grunwaldzki, efekt wbudowania rozjazdu byłby zniwelowany przez występowanie leżącego bezpośrednio za nim skrzyżowania torów pod kątem zbliżonym do prostego, a następnie przystanku „Urząd Wojewódzki”.

Ostatnia wytypowana lokalizacja to zbieg ulicy Grunwaldzkiej i placu Grunwaldzkiego przy zachodnim końcu mostu Szczytnickiego. Ponieważ osie tych ulic zbiegają się przy moście pod kątem około  $40^{\circ}$ , strzałki łuków przyjmują tu stosunkowo niewielkie wartości i zwiększenie ich promieni do 190m nie wiązałoby się z istotnymi korektami przebiegu. Sprawę dodatkowo ułatwia fakt, że w jakiś czas po przebudowie mostu dokonano zmiany organizacji ruchu samochodowego, umożliwiając wjazd z mostu w ul. Grunwaldzką z tylko jednego pasa. Do utrudnień należy natomiast zaliczyć położenie planowanego rozjazdu częściowo na moście, którego niweleta przebiega w łuku pionowym o małym promieniu, oraz konieczność wbudowania rozjazdu w nawierzchnię drogową ze względu na wykorzystanie pasa torowiska przez autobusy i samochody. Wszystkie pożądane cechy lokalizacji, w tym odpowiednio znaczne oddalenie przystanków, również tu są zrealizowane.

## **5. KORZYŚCI I RYZYKA PŁYNĄCE ZE STOSOWANIA ROZJAZDÓW DUŻYCH PRĘDKOŚCI**

Zyskiem płynącym ze stosowania rozjazdów dużych prędkości jest choćby zmniejszenie zużycia szyn i kół taboru, spowodowanych przejazdem przez łuk o zdecydowanie większym promieniu. Konsekwencje długotrwałego nacierania

obrzeża koła na wargę rowka szyny w łuku rozjazdu o małym promieniu pokazano na rysunku 3. Wytwórca szacuje, że przy zastosowaniu rozjazdu dużej prędkości trwałość kluczowych elementów rozjazdu wydłuży się dwukrotnie, co oznacza mniejsze nakłady na remonty i konserwację [4]. Podstawową przyczyną tego stanu rzeczy jest istotne zmniejszenie kąta natarcia koła na szynę, oraz użycie specjalnie dobranej krzyżownicy głębokorowkowej do węższych niż kolejowe obręczy kół tramwajowych.



Rys. 3. Całkowicie zużyta warga rowka wewnętrznego toku szynowego w łuku, prowizorycznie zastąpiona płaskownikiem

Najistotniejszą korzyścią płynącą ze stosowania rozjazdów o dużych promieniach jest jednak skrócenie czasu jazdy. W poniższym przykładzie obliczeniowym przyjęto przejazd tramwaju o długości 30 m z prędkością maksymalną 50 km/h i przyspieszeniem rozruchu i hamowania  $1,0 \text{ m/s}^2$  pomiędzy przystankami oddalonymi o 500 m w dwóch przypadkach: kiedy odcinek jest pozbawiony przeszkód, oraz kiedy w połowie jego długości położony jest rozjazd o długości 20 m, na którym obowiązuje prędkość jazdy 15 km/h. Stosując powszechnie znane, „kolejowe” wzory na straty czasu przy rozruchu i hamowaniu uzyskuje się wynik wynoszący 49,89 s dla przypadku pierwszego i 64,99 s dla przypadku drugiego. W warto-



ściach bezwzględnych, różnica wynosi 15,10 s, można więc argumentować, że w porównaniu z czasem jazdy od pętli do pętli wynoszącym 30 czy 50 minut nie robi większej różnicy. Z drugiej strony, warto uświadomić sobie dwa fakty: czas przejechania tego konkretnego odcinka w przypadku niekorzystnym jest o ponad 30% dłuższy, a może to być fragment toru stanowiący wąskie gardło, silnie obciążony ruchem. Ponadto, zysk czasowy dla jednej osoby, przejeżdżającej ten odcinek dwa razy dziennie przez 250 dni roboczych wynosi 7550 s, czyli ponad 2 godziny rocznie; jeżeli z linii tramwajowej skorzysta codziennie 5000 osób, otrzymujemy zysk społeczny w postaci niemal 10 500 godzin rocznie, które można przeznaczyć na pracę, wypoczynek czy wychowanie dzieci. Aby w ciągu roku przepracować te same 10 500 godzin, potrzebnych jest ponad 5 etatów po 8 godzin dziennie. Dopiero takie wyliczenie pokazuje skalę całkowitej korzyści płynącej z usprawniania ruchu poprzez poprawę infrastruktury. Dowodzi również, jak daleko mylna jest popularna, powtarzana często przez decydentów opinia, że „dla kilku minut zysku nie opłaca się – robić remontu, zmieniać programu sygnalizacji, wydzielać torowiska...”. Ponadto, stanowi potwierdzenie faktu, że dla wprowadzenia istotnych ulepszeń w organizacji miejskiego transportu zbiorowego nie zawsze są potrzebne spektakularne i kosztowne inwestycje; podobny efekt można często osiągnąć, pieczołowicie i ze zrozumieniem tematu zbierając drobne zyski czasowe na poszczególnych szlakach i węzłach sieci.

Tramwajowe rozjazdy dużej prędkości nie są wolne od wad i cech charakterystycznych które sprawiają, że ich wbudowanie i eksploatacja są bardziej kłopotliwe, niż w przypadku rozjazdów standardowych. Długość całkowita konstrukcji wynosząca ponad 27 metrów mocno ogranicza możliwość jej ułożenia w przestrzeni ulicznej nawet tam, gdzie jest uzasadniona ruchowo. Następnym problemem jest wbudowanie w nawierzchnię drogową przestrzeni międzyszynowych w rozjeździe o promieniu 190 m; istnieją wprawdzie rozwiązania, najczęściej oparte na żelbetowych elementach prefabrykowanych, które pozwalają na wkomponowanie rozjazdów kolejowych w powierzchnie placów i dróg, jednak są one dedykowane głównie rozwiązaniom przemysłowym. W ruchu miejskim, zwłaszcza z udziałem pieszych i rowerzystów, istotne jest bardzo dokładne wypełnienie przestrzeni przyszynowych, czego standardowe rozwiązania nie zapewniają w wystarczającym stopniu. Niezależnie od wybranego systemu, konieczne jest pozostawienie wolnej przestrzeni między iglicami i opornicami; nawet przy wyeliminowaniu ruchu pieszego i rowerowego ze strefy zwrotnicy, przy zastosowaniu kolejowych profili szynowych i iglicowych pozostałe szczeliny są relatywnie długie i głębokie, dodatkowo rodząc problemy z odwodnieniem nawierzchni. Następnym zagadnieniem jest konieczność odpowiedniego rozmieszczenia detektorów systemu ITS. Dla zapewnienia odpowiedniej pracy sterownika sygnalizacji na skrzyżowaniu, na którym zainstalowany jest rozjazd dużej prędkości, konieczne jest zapewnienie właściwej odległości między detektorem a rozjazdem wynoszącej co najmniej 200m [4]. W warunkach miejskich często oznacza to konflikt z poprzednim skrzyżowaniem lub innymi przeszkodami, jak przejścia lub przejazdy przez tory, o ile

one również objęte są sygnalizacją. Mankamentem ograniczającym korzyści z zainstalowania rozjazdu dużej prędkości jest układ geometryczny wielu węzłów – o ile tory za przynajmniej jednym (najczęściej jednym, zasadniczym) torem rozjazdu przecinają się pod kątem zbliżonym do prostego, konieczne jest zastosowanie w tym miejscu krzyżownic płytkorowkowych, na których obowiązuje ograniczenie prędkości do 10 – 15 km/h. To ogranicza korzyść w postaci zwiększonej prędkości jazdy do wyłącznie relacji zwrotnych. Pełne wykorzystanie możliwości rozjazdów ma miejsce jedynie w węzłach o kształcie Y lub T oraz w układach torowych złożonych z rozjazdów zwyczajnych i skrzyżowań torów o łącznej funkcjonalności kolejowych rozjazdów krzyżowych pojedynczych lub podwójnych (X z relacjami skrętnymi). Ostatnim kryterium, w którym rozjazd dużej prędkości przegrywa ze standardowym, jest cena. Większe koszty wbudowania urządzenia biorą się z jego większych rozmiarów, więc zużycia stali i liczniejszego doboru podkładów lub większej powierzchni podbudowy betonowej.

## 6. PODSUMOWANIE

Po stosunkowo długim okresie utrzymywania sztywnego podziału na tramwaj, kolej miejską i metro obserwuje się powrót do charakterystycznego około sto lat temu przenikania poszczególnych rodzajów transportu szynowego. Wyrazami tych trendów są licznie powstające linie tramwajów podmiejskich i dwusystemowych, lekkie koleje dojazdowe czy daleko idące przebudowy i modernizacje układów istniejących. Nadrzędnym celem tych działań jest próba zwiększenia atrakcyjności transportu zbiorowego przez poprawę jego zasięgu, atrakcyjności, czasu przejazdu czy lepsze wykorzystanie nakładów inwestycyjnych. Stosowanie rozjazdów o większych niż standardowe promieniach toru zwrotnego stanowi jeden ze składników postępu. Ponieważ polskie przepisy i wytyczne w tym zakresie obrazują stan techniki sprzed czterdziestu lat, istnieje pilna potrzeba ich aktualizacji [1]. Niniejszy artykuł wpisuje się w cykl prac opisujących poszczególne rozwiązania techniczne, których istnienie warto zdaniem autora zauważyć i wdrożyć z korzyścią dla bezpieczeństwa i komfortu pasażera miejskiego transportu zbiorowego.

## LITERATURA

- [1] Gisterek I., Popiołek A.: Propozycja nowelizacji tramwajowych przepisów budowlanych. Przegląd Komunikacyjny 9/2015 s. 115-125.
- [2] Gonera J.: Projekt rozmieszczenia tramwajowych rozjazdów dużej prędkości we Wrocławiu, praca dyplomowa inżynierska, PWr, 2016.
- [3] Jurczak M.: Integracja i konkurencja jako sposoby kształtowania publicznego transportu zbiorowego na przykładzie aglomeracji poznańskiej. Rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, 2013.
- [4] Pavlíček L., Hinčica L., Mašek P., Grossmann M.: První vignolova vyhybka v tramvajové síti DP Praha. Československý Dopravak 4/2013.

- [5] Rejmoniak A.: Kryteria sprawności działania systemu komunikacji miejskiej. Transport Miejski nr 12/85.
- [6] Dokumentacja projektowa przebudowy układu torowego dworca Chemnitz Hauptbahnhof dla obsługi tramwaju. Arge Spiekermann, VMS, CVAG 2011.
- [7] Dokumentacja wyjazdu naukowo – studialnego Gera – Jena – Chemnitz, 08.2017
- [8] Materiały handlowe firmy DT Vyhybkarna a strojirna a.s., 2015.
- [9] Materiały handlowe firmy Prazska strojirna a.s., 2015.
- [10] Wrocławska Polityka Mobilności, UM Wrocław 2013.

## **ANALYSIS OF A POSSIBILITY TO USE HIGH SPEED TRAM TURNOUTS IN WROCLAW TRAM NETWORK'S KNOTS**

### **Summary**

The work includes discussion on the purpose and possibility of using special tramway turnouts (with a large radius of the turning track) on the example of the Wrocław network. The differences in construction between ordinary and high speed switches are presented. The results of the analysis concerning the introduction of such turnouts into the individual track junctions are presented. Pre-selected locations are discussed. The advantages and disadvantages of high-speed tramway turnouts are presented.

Keywords: tramway track, switch, high speed turnout, Wrocław.

Dane autora:

Dr inż. Igor Gisterek

Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Katedra Mostów i Kolei

e-mail: igor.gisterek@pwr.edu.pl

telefon: +48 71 320 4556