

# Dopasowanie krawędzi peronowych do taboru w istniejących systemach tramwajowych na przykładzie Wrocławia

## Matching the platform edge placement to rolling stock in existing tram systems on the example of Wrocław



Igor Gisterek

dr inż.

Politechnika Wrocławska, Wydział  
Budownictwa Lądowego i  
Wodnego; Katedra Mostów i Kolei

igor.gisterek@pwr.edu.pl

**Streszczenie:** Praca stanowi przyczynek do opracowania optymalnego rozwiązania odległości poziomej i pionowej pomiędzy krawędzią peronową a progiem tramwaju we Wrocławiu. Opisano ogólną argumentację przemawiającą za rozwojem zbiorowego transportu szynowego w miastach, omówiono też podstawowe cechy atrakcyjnego systemu komunikacji miejskiej. Zebrano historyczne i bieżące prace skupiające się na położeniu podłogi wagonu względem peronu, z uwzględnieniem wybranych przepisów zagranicznych. Zaproponowano rozwiązania możliwe do zastosowania w warunkach wrocławskich. Zaznaczono konieczność prowadzenia dalszych szczegółowych badań i rozważań.

**Słowa kluczowe:** Transport miejski; Tramwaj; Peron; Przystanek

**Abstract:** The work contributes to the development of the optimal solution of the horizontal and vertical gap between the platform edge and the tramway threshold in Wrocław. General arguments for the development of urban rail transport have been described, and the basic features of an attractive system are discussed. Historical and current works focused on the position of the car floor with relation to the platform were collected, taking into account selected current foreign regulations. Suggested solutions possible for use in Wrocław conditions were posed. The necessity of carrying out further detailed studies and considerations.

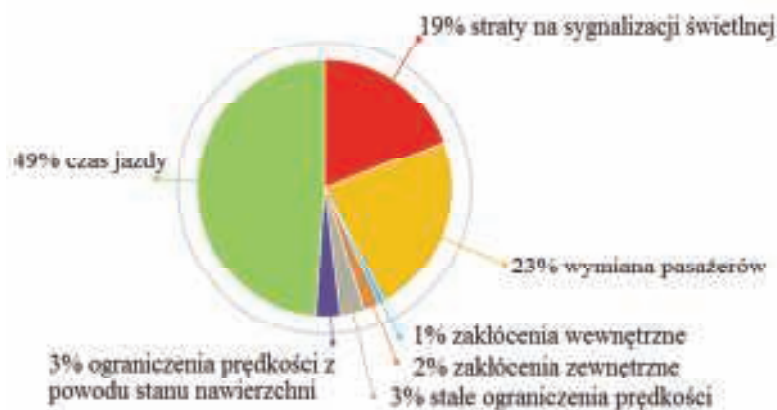
**Keywords:** Urban transport; Tramway; Platform; Tramway stop

Ze względu na znaczne koszty budowy i utrzymania infrastruktury transportowej oraz zakupu i eksploatacji pojazdów, coraz większy nacisk jest kładziony na ich efektywne wykorzystanie. Szczególnie przy inwestycjach dofinansowywanych ze środków unijnych jednym z podstawowych parametrów jest ich efektywność, czyli wewnętrzna stopa zwrotu inwestycji, którą wylicza się z uwzględnieniem spodziewanej liczby pasażerów. Obserwuje się, że przewoźnicy szynowi odnotowują w tej dziedzinie sytuację względnie stabilną, wyrażoną w najlepszym razie jednocyfrowym wzrostem. Przykładowo, według danych UTK [1], wzrost liczby pasażerów kolei wyniósł w 2016 roku 4,3%, ale przy aż 9,9% zwiększeniu pracy przewozowej. Tymczasem zasadniczy wzrost mobilności społeczeństwa dokonuje się w dalszym ciągu za pomocą motoryzacji

indywidualnej. Na przykładzie Wrocławia, liczba samochodów osobowych zarejestrowanych na 1000 mieszkańców wykazuje stałą tendencję wzrostową, rosnąc w latach 2005-2015 od poziomu 384 do 600 [2]. Świadczy to o realizowaniu zwiększonej mobilności społeczeństwa głównie za pomocą samochodów. Dopiero analiza przykładów zagranicznych pokazuje, gdzie ukryty jest prawdziwy potencjał komunikacji zbiorowej: o ile wszystkie koleje w Polsce przewiozły w roku 2016 około 292 mln pasażerów, o tyle sam jeden berliński system S-Bahn został wykorzystany w roku 2015 przez prawie 417 mln podróżnych [1,3]. Jeżeli polskie miasta mają podążać w tym samym kierunku, konieczne będzie przesunięcie środka ciężkości przewozów transportem szynowym z okazjonalnych podróży, odbywanych sporadycznie na długie dystanse, na

dojazdy codzienne wykonywane w celu realizacji podstawowych zagadnień bytowych: pracy, nauki, zaspokajania potrzeb życiowych oraz rekreacji.

Rodzajem transportu szynowego dedykowanego przewozom codziennym są m.in. tramwaje. Obserwowane w ostatnich latach ze stosunkowym nasileniem inwestycje w rozwój i naprawę infrastruktury oraz wymianę lub modernizację taboru szynowej komunikacji miejskiej nie zawsze przynoszą pożądane efekty, często owocując nieznacznym wzrostem liczby pasażerów. Podłoże tego zjawiska jest wieloaspektowe i złożone, ponadto silnie zależne od lokalnych uwarunkowań. Można jednak spróbować je sprowadzić do wspólnego mianownika, określanego stopniem atrakcyjności transportu zbiorowego. Napływ pasażerów zaczyna się wtedy, gdy sumaryczna atrakcyjność transportu



1. Składowe całkowitego czasu jazdy tramwaju (Drezno, 2012), za [6]

szynowego przewyższa łączną jakość pozostałych środków przemieszczania się. Wśród podstawowych składników atrakcyjności komunikacji miejskiej można wymienić:

- 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, wentylacja, łatwość wejścia do pojazdu,
- bezpieczeństwo jazdy,
- informację o przebiegu linii i układu, wewnątrz pojazdów i na przystankach,
- kulturę obsługi - zachowanie pracowników [4, 5].

Wiele spośród tych kryteriów jest trudno mierzalnych, a uznanie określonego parametru za atrakcyjny podlega indywidualnej ocenie użytkowników. Można bezpiecznie założyć, że ciągła poprawa takich kluczowych parametrów jak czas przejazdu, zasięg linii czy punktualność ma istotny wpływ na frekwencję w transporcie zbiorowym tak długo, jak pozwala zachować te czynniki na poziomie co najmniej konkurencyjnym do transportu samochodowego. Subtelność zrównoważonego transportu w miastach polega również na tym, że często ułatwienie dla jednego środka komunikacji pociąga zamierzone lub przypadkowe utrudnienia dla pozostałych uczestni-

ków ruchu. Przykładowo, przydzielenie tramwajom wysokiego priorytetu w sygnalizacji świetlnej może zepsuć efekt zielonej fali dla samochodów, ale też otwarcie nowej ulicy doprowadzającej ruch do centrum zwiększa napływ aut i spowoduje blokowanie transportu zbiorowego tam, gdzie wcześniej nie miało to miejsca.

Rozpatrując poszczególne składniki atrakcyjności środka transportu należy spostrzec, że na każdy z wymienionych wyżej podpunktów składa się cała gromada cech, uwarunkowań i zależności, niejednokrotnie wzajemnie powiązanych, czasami też sprzecznych. Chcąc uzyskać poprawę stanu rzeczy, można podjąć działania wieloaspektowe, można też skoncentrować się na pojedynczych składowych, przykładowo przez zwiększenie prędkości handlowej. Analiza stanu istniejącego, pokazanego na przykładzie Drezna na Rys. 1, wskazuje, że orientacyjnie połowa całkowitego czasu jazdy przypada na ruch pojazdu, jedna czwarta to czas wymiany pasażerów, zaś ostatnia ćwierć to utrudnienia i przeszkody w ruchu, za których lwią część odpowiadają straty czasu wynikające z oczekiwania na sygnał zezwalający na jazdę. Można z tego wyciągnąć wniosek, że największy zysk zostanie osiągnięty przy poprawie w zakresie jednego z trzech kluczowych udziałów: czystego czasu jazdy, wymiany pasażerów lub oczekiwania na sygnał. Prędkość ruchu tramwaju w mieście jest wypadkową z ogólnego ograniczenia prędkości na odcinkach szlakowych i węzłach, rozmieszczenia przystanków wzdłuż trasy oraz racjonalnych przy-

spiesznień przy rozruchu i hamowaniu pojazdu, zatem przy rozsądnie zaplanowanej sieci pole manewru jest tu raczej niewielkie. Z kolei podnoszenie priorytetu dla tramwajów do poziomu bezwzględnego lub pełnego też nie zawsze jest możliwe, szczególnie tam, gdzie ważne ciągi transportu zbiorowego krzyżują się, co na obszarze centrum ma miejsce stosunkowo często. Oczywiście odbywa się to przy założeniu, że tramwaj jest już częściowo uprzywilejowanym uczestnikiem ruchu; w Polsce, nawet w nowych realizacjach ciągle nie można przyjmować takiego założenia automatycznie.

Przykład Drezna nie jest całkowicie miarodajny w warunkach polskich. Torowiska od roku 1993 są tam intensywnie przebudowywane i modernizowane, stąd odcinki w kiepskim stanie technicznym są coraz krótsze i rzadziej spotykane. Również struktura taborowa przekracza jakością przykłady krajowe: tabor miejskiego przewoźnika DVB składa się z prawie 170 wagonów niskopodłogowych, oraz niecałych 20 sztuk wozów Tatra, analogicznych konstrukcyjnie do tramwaju Konstal 105N. Na tej podstawie należy przyjąć założenie, że w miastach polskich połączone udziały strat czasu biorące się z oczekiwania na sygnał zezwalający, wymiany pasażerów oraz jazdy ze zmniejszoną prędkością dominują nad czasem „czystej” jazdy, dając znaczne możliwości poprawy stanu rzeczy. Przełoży się to na szereg pozytywnych zjawisk, do których zalicza się m.in.:

- zwiększenie frekwencji w pojazdach transportu zbiorowego, czyli korzystniejszą strukturę ruchu (modal split),
  - obniżenie kosztów funkcjonowania przez szybszą wymianę pasażerów, skrócenie rozkładów jazdy, krótsze postoje,
  - zwiększenie prędkości handlowej, ale nie kosztem innych uczestników ruchu,
  - zniesienie barier fizycznych dla osób o ograniczonej mobilności,
  - poprawę bezpieczeństwa i komfortu wszystkich pasażerów.
- Jednym ze sposobów zwiększenia

atrakcyjności transportu tramwajowego może być przyspieszenie wymiany pasażerów, realizowane poprzez wzajemne przybliżenie krawędzi peronowej oraz progu pojazdu. Poniżej opisano historyczne i bieżące uwarunkowania tego czynnika.

## Wybrane rozwiązania historyczne

Od samego początku pasażerskiego transportu szynowego funkcjonował dogmat głoszący, że podłoga pojazdu przebiega ponad najwyższym punktem jego kół. Przy okazji pod pudłem znajdowało się miejsce na większość osprzętu elektrycznego oraz inne urządzenia. Często prowadziło to do powstawania konstrukcji dość kuriozalnych, jak na rys. 2.

Taki stan rzeczy nie był szczególnie uciążliwy w początkowych latach funkcjonowania systemów tramwajowych, oraz przez dłuższy czas w mniejszych miejscowościach. Stosunkowo niska intensywność ruchu oraz mała pojemność wagonów nie powodowała istotniejszych zakłóceń w utrzymywaniu rozkładu jazdy. Realne problemy zaczęły się w ostatniej dekadzie XIX wieku, kiedy w większych miastach ruch tramwajowy stał się na tyle intensywny, że konieczne było podjęcie odpowiednich środków zaradczych. Do próbowanych rozwiązań należało m.in.: stosowanie doczep, wydłużanie wagonów (w tym pierwsze próby budowy wozów wieloczołnowych), zwiększanie prędkości jazdy, wydłużanie odstępów międzyprzystankowych. Zauważono jednocześnie, że znaczne straty czasu powodowane są przez wymianę pasażerów na przystankach oraz związany z tym system sprzedaży biletów osobom wsiadającym. Poza przeniesieniem sprzedaży biletów do wnętrza wozu, podjęto dwojakie próby rozwiązania problemu: przez budowę wysokich peronów, dopasowanych do podłogi pojazdu, co było w zasadzie niemożliwe w przypadku klasycznego tramwaju poruszającego się w przestrzeni ulicznej w ruchu mieszanym, oraz przez obniżenie podłogi w pojazdach, co stało się realne już w początku XX



2. Tramwaj elektryczny z ekstremalnie wysoką podłogą, ok. 1895 (domena publiczna) [7]



3. Tramwaj niskopodłogowy firmy Brill, Vancouver, ok. 1910 [8]

wieku wraz ze zmniejszeniem rozmiarów silników elektrycznych oraz zastosowaniem wózków typu Maximum (rys. 3).

Pomimo stosunkowo dynamicznego rozwoju takich konstrukcji szybko zaczęły wychodzić na jaw ich mankamenty, których nie dało się usunąć przy ówczesnym stanie techniki. Pojazdy te nie nadawały się na trasy ze znacznymi pochyleńmi podłużnymi, ponieważ praktycznie nie były w stanie pokonywać łuków pionowych toru, natomiast centralnie umieszczone drzwi albo były stosunkowo wąskie i w ten sposób utrudniały przepływ pasażerów, albo istotnie osłabiały konstrukcję wozu powodując jej odkształcenia i pękanie. Dlatego też, pomijając epizod z wagonem „Montos” w latach 30., konstrukcje niskopodłogowe ponownie zaczęto rozwijać dopiero w

końcówce lat 80. XX wieku.

Zdecydowanie bardziej popularnym rozwiązaniem były wozy tramwajowe wysokopodłogowe, oparte na założeniach wagonu PCC, rozwijanego w USA od połowy lat 30. Od tego momentu datuje się również powszechne instalowanie pierwszych drzwi wagonu na skosie pudła przed przednim wózkiem. O ile w warunkach przestronnych ulic i szerokich pudeł wozów amerykańskich skos ten miał znaczenie głównie estetyczne, o tyle przeszczepienie schematu PCC na warunki europejskie zaowocowało silnie zwężającymi się pomostami. Jest to bezpośrednia przyczyna obecnego do dziś mankamentu, polegającego na zagrożeniu bezpieczeństwa wsiadających z wysokich peronów tramwajowych – nawet przy bardzo dobrym dopasowaniu krawędzi do



4. Drzwi z ruchomym stopniem stosowane w Zurychu, fot. Andrew Nash (fragment)

szerokości wozu szerokość szczeliny w skosie przyrasta gwałtownie.

Pomimo znacznego postępu i wprowadzenia licznych cech obecnych w tramwajach do dziś, wozy PCC miały też swoje wady. Należała do nich wysokość pierwszego stopnia, czyli różnica pomiędzy płaszczyzną główek szyn a poziomem progu pojazdu. Nawet w wagonach pochodnych, eksploatowanych do dziś, zagadnienie to nie zostało należycie rozwiązane: w niekorzystnej sytuacji, np. przy wsiadaniu z poziomu jezdni brukowanej ze znacznym spadkiem poprzecznym, wysokość pierwszego stopnia przekracza 50cm, co stanowi wartość zaporową dla wszystkich osób o ograniczonej mobilności. Pośrednim rozwiązaniem tego problemu, stosowanym zarówno w dawniejszych tramwajach wysokopodłogowych, jak i współczesnych niskopodłogowych, jest rozkładany lub wysuwany spod progu dodatkowy stopień.

## Rozwiązania bieżące

Rozwiązania stosowane aktualnie dla możliwie dobrego dopasowania krawędzi peronu do progu pojazdu można podzielić na dwie zasadnicze grupy: urządzenia stałe (w tym regulowane okresowo) i ruchome. Te pierwsze są z natury rzeczy mniej skomplikowane technicznie, natomiast wymagają utrzymania wysokiej stałości położenia toru względem peronu oraz ograniczenia dopuszczalnych tolerancji zużycia pionowego i boczno-

szyn i innych luzów. Druga grupa ze względu na swój koszt, skomplikowanie techniczne oraz konieczność nakładów na bieżące utrzymanie należy ilościowo do zdecydowanej mniejszości. Realizacje te są liczebnie zdominowane przez stopnie wysuwane lub odkładane z pojazdu w momencie otwierania drzwi, ale istnieją również urządzenia instalowane na peronie, zamykające szczelinę poziomą lub unoszące fragment nawierzchni peronu do wysokości drzwi pojazdu [9]. Niezależnie od wyboru konkretnego rozwiązania, celem ich stosowania jest możliwie znaczne zwiększenie poziomu bezpieczeństwa i komfortu wsiadających, jednak musi zostać zachowany pewien zapas wynikający z nieidealnie powtarzalnej trajektorii ruchu pojazdu w torze. Kwestią bezsporną jest konieczność istnienia takiej tolerancji, natomiast dyskusyjna jest jej wartość liczbowa. Zarządcy infrastruktury i przewoźnicy postulują utrzymanie szczeliny pionowej i poziomej o wielkości około 100mm, uwzględniając jednocześnie wystąpienie złożenia wszystkich możliwych niekorzystnych okoliczności i granicznego wyeksploatowania, tj. zużycia szyn, obręczy, amortyzatorów, ugięcia zawieszenia, oblodzenia peronu, odkształcenia jego krawędzi oraz deformacji toru. Należy wyraźnie podkreślić, że tak szeroki margines zaniedbania eksploatacyjnego jest nie do pogodzenia z jakimikolwiek normatywnymi udostępniającymi transport zbiorowy osobom o ograniczo-

nej mobilności. Przepisy wykonawcze do najbardziej chyba liberalnego w tej kwestii prawa, szwajcarskiej ustawy zwanej skrótowo BehiG [10], zakładają dopuszczalne wartości szczeliny poziomej i pionowej odpowiednio 50 i 50 albo 70 i 30mm. Istotną różnicę stanowi tu kontekst: we francuskich sieciach tramwajowych wymiary szczelin są jeszcze mniejsze, ponieważ w zasadzie bez wyjątku systemy te budowane są od nowa, natomiast szwajcarskie przystanki tramwajowe są w przytłaczającej większości modernizowane [11-14]. W jednej z pionierskich prac sprzed niemal 20 lat [15] powyższe zagadnienie zostało dość szczegółowo opisane. Autor stwierdza wyraźnie, że stosowanie szczeliny o wymiarze 50mm jest optymalne i z powodzeniem stosowane w systemach metra, SKM i tramwaju szybkiego. Wymienia również dwa powody, dla których nie należy go stosować w przypadku tramwaju klasycznego. Pierwszy - może to doprowadzić do zablokowania drzwi, które wisiałyby zbyt nisko nad peronem. Drugi - w przypadku peronów położonych na łuku przy każdych drzwiach, a przy peronach prostych - przy drzwiach umieszczonych na skosie przy początku lub końcu pojazdu, wielkość szczeliny poziomej wzrasta do wartości niebezpiecznych, nawet 25-30cm [15]. Od tamtego momentu przemysł znalazł satysfakcjonujące i skuteczne rozwiązania powyższych problemów, masowo stosowane w przypadku nowych realizacji. Problem skrzydeł drzwi przesuwających się nad peronem rozwiązano na dwa sposoby: albo drzwi przesuwiają się nad sunkowo szerokim progiem pojazdu, w żadnym momencie nie wisząc nad powierzchnią peronu, albo zasadnicze płyty drzwi kończą się około 25cm nad podłogą wagonu, a pozostała część otworu zamykana jest przez stopień, który w pozycji pionowej uzupełnia płaszczyznę drzwi, zaś podczas postoju obraca się do poziomu i zamyka w ten sposób szczelinę poziomą, jak na rys. 4.

Problem skośnego ustawienia fragmentów pudła wagonu w stosunku do peronu i związanej z tym nadmier-

nej wielkości poziomej szczeliny wiązuje się lokalizując gdzie to tylko możliwe przystanki przy prostych odcinkach toru, nawet kosztem zmiany ich dotychczasowej lokalizacji, oraz tak rozmieszczając drzwi na długości pojazdu, żeby zawsze wypadały na burcie poza skosem wagonu. W utrzymaniu małej szczeliny pionowej, kompensując skutki zużycia kół, szyn czy obciążenia pojazdu dużą liczbą pasażerów pomagają systemy automatycznej regulacji wysokości podłogi, stosowane już nawet w tramwajach produkcji krajowej [16]. Jak już zaznaczono, rozwiązania te są skuteczne i łatwe stosowalne w przypadku nowych inwestycji. Zagadnienie staje się o wiele bardziej złożone przy modernizacji istniejących sieci tramwajowych, zwłaszcza tych, gdzie rozmaite typy wagonów mają różną szerokość pudła w jego dolnej części oraz odmienne wysokości progów. W dalszej części opisano propozycję rozwiązania tego problemu na przykładzie tramwajów wrocławskich.

## Propozycja rozwiązania dla Wrocławia

Tabor tramwajowy MPK Wrocław składa się z 362 wozów różnych typów, z których najstarsze zostały wyprodukowane w 1975, a najnowsze w 2015 roku [17]. W podziale na typy i stan ten przedstawia się następująco: wagony PESA 2010NW – 8 sztuk, Skoda 19T – 31 szt., Skoda 16T – 17 szt., Moderus Beta – 6 szt., Protram 205 – 26 szt., Protram 204 – 12 szt. (6 pociągów), Konstal 105Na i pochodne – 264 szt. (132 pociągi), łącznie 225 pociągów. Pod względem wymiarów zewnętrznych oraz podziału na człony należy więc rozpatrywać 6 różnych typów pojazdów, ponieważ Skody 16T i 19T w tym zakresie się nie różnią. Bezpośrednia analiza wieku pojazdów może prowadzić do następujących wniosków: gdyby chcieć natychmiast wycofać z eksploatacji wagony czterdziestoletnie i starsze, w roku 2017 należałoby zapewnić 34 nowe składy, dla wagonów 35-letnich byłyby to już 74 składy, natomiast przyjmując trzydzie-

stoletni okres eksploatacji, konieczny byłby pilny zakup aż 106 składów o ujednoliconej długości około 30m. Powyższe zestawienie nie uwzględnia jednak istotnego faktu, że większość (168 sztuk) wozów 105Na zostało zmodernizowanych przez Protram od roku 2005, przez co okres ich eksploatacji został dodatkowo wydłużony. Należy jednak oczekiwać, że nawet one powinny zostać zastąpione nowszymi wozami do około roku 2025. Rodzi to konieczność zakupu dużej partii nowych tramwajów (około 130 sztuk) w ciągu najbliższej dekady. Założenie to nie uwzględnia planów rozwoju wrocławskiej sieci, przedstawionych we Wrocławskim Programie Tramwajowym [18], które zwiększy zapotrzebowanie o co najmniej kilkanaście nowych pojazdów, zatem łączna liczba potrzebnych nowych wagonów może osiągnąć lub nawet przekroczyć 150 sztuk.

W związku z faktem, że w niedalekiej przyszłości powinna nastąpić wymiana około połowy taboru MPK, należy opracować i wdrożyć wspólne wytyczne zakupowe, które określą pożądane parametry techniczne nowych wagonów niezależnie od wytwórni realizującej kontrakt. Wytyczne te muszą uwzględniać również ujednolicenie wymiarów zewnętrznych pojazdu, w tym liczbę i rozmieszczenie drzwi na długości wozu, wysokość progu czy odległość progu od osi toru. Wprowadzenie takich wspólnych wymogów pozwoli na zapewnienie kompatybilności wszystkich nowych tramwajów z nowo powstającą i modernizowaną infrastrukturą dostosowaną do potrzeb pasażerów o ograniczonej mobilności, niezależnie od tego, czy dostawy będą pochodzić od różnych producentów, czy nie. Wytyczne te muszą uwzględniać możli-

wość długiego okresu wykorzystania stosunkowo nowych wagonów już posiadanych przez MPK, ponieważ ich eksploatacja może zakończyć się nawet po roku 2050. U podstaw takiego założenia leży fakt, że obecnie nie jest znany powód, dla którego dzisiejsze tramwaje całkowicie bądź niemal całkowicie niskopodłogowe mają być zastępowane konstrukcjami doskonalniejszymi, zatem w świetle dzisiejszego stanu techniki należy oczekiwać ich jak najdłuższego użytkowania.

Analiza zamówień nowych wagonów tramwajowych dowodzi, że w krajach rozwiniętych zdecydowanie przeważają konstrukcje w 100% niskopodłogowe, jednak zdarzają się również pojazdy z około 2/3 niskiej podłogi przy zachowaniu rozmieszczenia na jej długości wszystkich dwuskrzydłowych drzwi. Pojazd jest wtedy funkcjonalnie podzielony w taki sposób, że strefa dla pasażerów jadących na nieduże odległości obejmuje relatywnie mniej miejsc siedzących i więcej stojących, szczególnie w pobliżu drzwi, natomiast podróżnym jadącym dłużej dedykowany jest obszar w strefie podwyższonej podłogi, za to z dużą liczbą foteli. Standardowym rozwiązaniem, wspólnym dla tych dwóch typów wozów jest szerokość pudła wynosząca 2,40 lub 2,65m i wysokość progu pojazdu 300mm nad płaszczyzną główek szyn. Dzisiejsze wrocławskie tramwaje przewidziane do dalszej wieloletniej eksploatacji obejmują cztery typy wagonów: Skoda (16T i 19T), Protram 205WrAs, Moderus Beta oraz PESA 2010NW. Dla powyższych typów w Tabeli 1 wykonano zestawienie dwóch podstawowych przy projektowaniu peronów parametrów: odległości poziomej od osi toru prostego do progu wozu, opisanej jako półszerokość, i wysokości progu pojazdu. Ze względu

Tab. 1. Szerokości i wysokości w progu wrocławskich wagonów tramwajowych

Lp.	Typ wagonu	Półszerokość [cm]	Wysokość [cm]
1	Konstal 105Na	112	43
2	Protram 205WrAs	117	38
3	Moderus Beta	117	35
4	Skoda 16T i 19T	120	35
5	PESA 2010NW	120	35



5. Skoda 19T z rozłożoną rampą przy makiecie peronu 1285/270mm



6. Drzwi tramwaju Skoda Forcity Plus wyposażone w próg

na częściowy brak dostępu do danych producenta, polegano na pomiarze własnym z dokładnością do 1cm. W tramwajach z różną wysokością wejść podawano najniższe. Dla porównania, do tabeli 1 wpisano również parametry tramwaju Konstal 105Na.

Z danych zestawionych w tabeli wynika, że wysokość progów we wrocławskich wozach tramwajowych nie przyjmuje wartości mniejszych niż 35cm ponad pgs (płaszczyznę główek szyn), natomiast najszersze tramwaje dochodzą do 120cm półszerokości od osi toru. Z powyższymi wartościami porównano przedstawioną przez MPK Wrocław propozycję, w której krawędź peronowa znajduje się 1285mm od osi toru i 270mm ponad pgs. Z porównania wynika, że różnica pionowa między peronem a progiem w stanie nominalnym (nowy tabor, peron, tor) może osiągać wartość nawet 11cm, zaś pozioma – prawie 12cm, co znacznie przekracza wartości zawarte w [10]. Problem ten można rozwiązać w następujące sposoby: przesuwając peron bliżej toru i podnosząc go, wprowadzając modyfikacje do taboru, lub stosując oba te rozwiązania jednocześnie. Oczywiście istnieją warunki brzegowe, ograniczające możliwości doboru: odległość peronu od osi toru ograniczona jest półszerokością najszerszego tramwaju wynoszącą 1200mm, oraz wysokością najniższego progów pojazdu wynoszącą 350mm, z marginesami bezpieczeństwa. Propozycje rozwiązań z tego płynących przedstawiono poniżej:

a) Peron o wymiarach 1285/270, brak modyfikacji w taborze istniejącym. Przyjęcie tego rozwiązania

oznacza, że wymiana pasażerów odbywa się w warunkach korzystniejszych, niż na jakimkolwiek peronie istniejącym we Wrocławiu, ale w dalszym ciągu nie jest zapewniona obsługa pasażerów niepełnosprawnych ruchowo bez rozkładania rampy (Rys. 5). Tabor przysły powinien zostać lepiej dopasowany do peronu przez obniżenie nominalnej krawędzi wejścia do 300mm ponad pgs, zastosowanie systemu utrzymywania wysokości podłogi w zakresie 270-300mm oraz zamontowanie progów zmniejszających szczelinę poziomą do 45mm, przy zachowaniu półszerokości pudła wynoszącej 1200mm.

b) Peron o wymiarach 1285/300, modyfikacje w taborze istniejącym. W wagonach 204WrAs i Beta zastosowano w członie niskopodłogowym drzwi odskokowo – uchylne, co sprawia, że podczas otwierania i zamykania płyty przechodzą na wysokości kilku cm ponad peronem (uszczelka gumowa doszczelniająca dolną krawędź drzwi sięga poniżej progów). W praktyce okazałoby się, że perony 300mm i wyższe już przy niewielkim zużyciu kół i obciążeniu pojazdu uniemożliwiają otwarcie drzwi. Problem ten można rozwiązać w łatwy sposób przy założeniu, że drzwi w członie niskopodłogowym można wymienić na odskokowo – przesuwne. Pozostałe drzwi tramwaju zawieszane są o około 8cm wyżej, więc nie stanowią problemu. Szczelinę poziomą we wszystkich typach wozów należy zmniejszyć

do wielkości 45mm przez wtórne zamontowanie progów. W wagonach istniejących konieczne będzie zwiększenie nakładów na utrzymanie, wywołane koniecznością utrzymania obniżenia progów w czasie eksploatacji w zakresie 0-5cm. Przykład drzwi tramwaju wyposażonego w progi pokazano na Rys. 6. Obsługa pasażerów o ograniczonej mobilności będzie możliwa w wagonach Skoda i PESA, utrudniona w wozach Protram i Moderus. Tabor przysły o półszerokości jak w a) i wysokości nominalnej 330mm, z systemem utrzymywania wysokości podłogi w zakresie 300-330mm.

c) Peron o wymiarach 1285/320, modyfikacje taboru istniejącego. Dla zmniejszenia szczeliny poziomej do wartości około 45mm należy zamontować opisane wyżej progi. Pomimo dobrego dopasowania wysokościowego, problemem w taborze istniejącym jest brak systemu utrzymywania wysokości podłogi – margines na obniżenie progów spowodowane ugięciem zawieszania łącznie ze zużyciem obręczy kół wynosi zaledwie 30mm, przy dopuszczonym obecnie zmniejszeniu promieni kół w wyniku zużycia obręczy o 40mm, co zwiększy nakłady utrzymaniowe ponad rozsądną miarę. Konieczne będzie również sprawdzenie wartości odsunięcia otwartych drzwi odskokowo – przesuwnych od burty wozu. We wszystkich tramwajach należy zainstalować progi dla osiągnięcia efektu opisanego w b). Tabor przysły o pół-

szerokości jak w a) i wysokości nominalnej 350mm (tożsamej z wozami PESA i Skoda), z systemem utrzymywania wysokości podłogi w zakresie 320-350mm.

- d) Peron o wymiarach 1245/270, brak modyfikacji w taborze istniejącym. Rozwiązanie takie powoduje zmniejszenie szczeliny poziomej do wartości poniżej 5cm dla tramwajów szerszych (Skoda, PESA) i ok. 8cm dla węższych (Protram, Moderus), nie wymusza więc montażu progów na większości taboru istniejącego. Niestety, ze względu na różne wysokości progów w wozach, albo pozostawia dużą wartość szczeliny pionowej, albo interferuje z przestrzenią przeznaczoną na ruch płytów drzwi. Zmniejsza się też poziomy margines błędu, zatem należałoby stosować tu rozwiązania „zmiękczone” krawędź peronu, np. w formie gumowych nakładek oraz opcjonalnie listew poślizgowych na wagonach. Zaleca się dobór taboru przyszłego o półszerokości 1200mm, wysokości nominalnej 300mm, z systemem utrzymywania wysokości podłogi w zakresie 270 - 300mm.
- e) Peron o wymiarach 1245/300, brak modyfikacji w taborze istniejącym. Problem opisany w c) rozszerza się na wszystkie obecne wagony niskopodłogowe, pomimo stosowania w wozach PESY i Skody drzwi odskokowo – przesuwnych. Trudności i ograniczenia eksploatacyjne związane z koniecznością zapewnienia odpowiedniego zapasu związanego z otwieraniem drzwi nad płaszczyzną peronu sprawiają, że rozwiązanie to nie będzie dalej analizowane.

Niezależnie od wyboru jednego z powyższych rozwiązań, można zwiększyć margines zapasu eksploatacyjnego przez odsunięcie stałych elementów peronu dalej od osi toru, natomiast przybliżenie części ruchomych, regulowanych lub elastycznych, co szczególnie opisano w pracy [9]. Możliwe jest również postulowanie innych odległości poziomych i pionowych,

jednak przy eksploatowanych wozach o różnej szerokości i wysokości żadne rozwiązanie nie zapewni minimalnych, jednakowych wielkości szczeliny dla wszystkich typów tramwajów.

## Podsumowanie

Niniejszy artykuł stanowi jedynie wstęp do zakresu problematyki, z jaką należy się zmierzyć podczas dostosowywania istniejącego systemu tramwajowego do wprowadzenia rozwiązania bezstopniowego przy wymianie pasażerów. Dalsze rozważania, w tym możliwość poszerzania pudła wagonu ponad peronem, rozwiązania peronów tramwajowo – autobusowych, analiza wielokryterialna oraz wnioski końcowe zostaną zaprezentowane w kolejnej publikacji. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Powrót pasażerów. Najlepszy rok od 2008. Rynek Kolejowy, UTK, 27.01.2017
- [2] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia - polityka zrównoważonej mobilności. Materiały UM Wrocław, 07.02.2017
- [3] <http://www.s-bahn-berlin.de/unternehmen/firmenprofil/kurzfassung.htm>, dostęp 02.2017
- [4] Jurczak M.: Integracja i konkurencja jako sposoby kształtowania publicznego transportu zbiorowego na przykładzie aglomeracji poznańskiej. Rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, 2013
- [5] Rejmoniak A.: Kryteria sprawności działania systemu komunikacji miejskiej, Transport Miejski nr 12/85
- [6] Damit Bahn und Bus pünktlich sind. Broszura DVB Dresden, 2013
- [7] <http://snippetsfromthedust.blogspot.com/2014/09/ive-been-working-on-railroad.html>

- [8] Elsner H.: The Hedley-Doyle stepless streetcar. 80 years ahead of its time. N.J. International, 1997
- [9] Gisterek I.: Innowacyjne konstrukcje krawędzi peronowych, materiały konferencji Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania w Kolejnictwie, 2013
- [10] Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz, BehiG) vom 13. Dezember 2002 (Stand am 1. Januar 2017)
- [11] Stadtbahnen in Deutschland. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. VDV, 2000.
- [12] Rozporządzenie Republiki Francuskiej: Arrêté du 13 juillet 2009 relatif à la mise en accessibilité des véhicules de transport public guidé urbain aux personnes handicapées et à mobilité réduite. NOR: DEVT0912618A.
- [13] Faivre C., Alauzet A., Marin – Lammellet C.: Etude portant sur les difficultés de franchissement des lacunes quai-seuil par les usagers de fauteuil roulant lors de l'accès aux transports guidés. INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité), 2009
- [14] Materiały Tiseo SMTC z dn. 21.09.2007
- [15] Makuch J.: "Właściwe kształtowanie krawędzi przystanków tramwajowych w świetle sukcesywnego wprowadzania taboru niskopodłogowego w miastach polskich", XIII Konferencja Naukowa: Pojazdy Szynowe 98
- [16] Moderus Gamma - po latach jest (informacja prasowa), InfoTram.pl, data dostępu 18.11.2016 [http://inforail.pl/moderus-gamma-po-latach-jest\\_more\\_89189.html](http://inforail.pl/moderus-gamma-po-latach-jest_more_89189.html)
- [17] Wykaz tramwajów MPK Wrocław, stan na 26.02.2016, data dostępu 23.02.2017
- [18] Kruszyna M. et al.: Wrocławski Program Tramwajowy, 2016.