

Nowoczesne standardy projektowania i realizacji infrastruktury miejskiego transportu szynowego.

Wstęp

W związku z postępującym tempem urbanizacji i następującym wzrostem gospodarczym, rośnie zapotrzebowanie na nowoczesne usługi transportowe i komunikację pasażerską w nowym wydaniu. W przypadku dużych aglomeracji miejskich gdzie natężenie potoków pasażerskich wyczerpuje fizyczne możliwości przepustowe korytarzy transportowych, od połowy lat 90-tych XX wieku ponownie znaczenia nabiera bezpieczny, bezkolizyjny i efektywny pasażerski transport szynowy. Przyspieszony proces urbanizacyjny w ostatnich latach spowodował coraz większe trudności w sprawnym i wygodnym przemieszczaniu się mieszkańców. Rzutuje to z kolei na pogorszenie się jakości życia i funkcjonowania całego organizmu miejskiego. Od sprawnej komunikacji zależy prawidłowe działanie wielu elementów aglomeracji. Jak pokazują doświadczenia wielu miast, komunikacja indywidualna oparta głównie na własnym samochodzie osobowym wyczerpała swoje możliwości rozwoju. Powodując ponadto dodatkowe zanieczyszczenia środowiska spalinami i hałasem. Rozwiązaniem problemu, co znajduje odbicie w przyjmowanych dokumentach życia społecznego, jest komunikacja zbiorowa, realizowana według nowoczesnych rozwiązań organizacyjnych i technicznych. Komunikacja ta oparta na systemie linii tramwajowych i szybkiej kolei miejskiej pozwala szybko i bezkolizyjnie, w sposób przyjazny dla środowiska budować połączenia odległych nawet dzielnic lub miejscowości w aglomeracji. Istotnym elementem tego systemu są trafnie przyjęte standardy projektowania i realizacji torowisk, węzłów przesiadkowych i przystanków oraz infrastruktury sieciowej.

1. Infrastruktura miejskich linii tramwajowych i szybkiego tramwaju - charakterystyka ogólna

Infrastruktura transportu szynowego w aglomeracjach miejskich odgrywa szczególną rolę, wynikającą zarówno z faktu iż jest elementem transportowego systemu komunikacji

tramwajowej (szybki tramwaj, lekka kolej miejska), jak też ma znaczenie jako element kształtujący w istotnej mierze system transportowy miast w ogóle. Torowiska w centrum miast, w pewnych okolicznościach spełniać mogą wspólną funkcję komunikacyjną dla tramwaju i autobusu (tzw. PAT-y), platformy przystankowe pełnią rolę obsługi podróżnych wsiadających i wysiadających z pojazdu, są często traktem komunikacji pieszej w rejonie całego węzła komunikacyjnego, jak też są ważnym elementem architektury miasta.

Jeśli na te funkcje nałoży się współczesne wymagania stawiane środkom zbiorowego transportu publicznego tj. łatwy dostęp dla pasażera (w tym ludzi starszych i niepełnosprawnych), niską wrażliwość na czynniki zewnętrzne, małe oddziaływanie na środowisko (zanieczyszczenie powietrza i hałas) i wysoki komfort podróży, przy jednoczesnym maksymalizowaniu efektów ekonomicznych, to widać w pełni złożoność i wagę całego procesu realizacyjnego (projektowanie, realizacja i eksploatacja) prowadzącego do założonych efektów i stawianych wymagań.

Jednym z podstawowych elementów tego systemu są przyjmowane standardy techniczne dla projektowania i wykonania torowisk, peronów i urządzeń towarzyszących jak też infrastruktury sieciowej (sieć trakcyjna jezdną, konstrukcje wsporcze) i zasilającej (sieci kablowe i podstacje trakcyjne prostownikowe). Zasadnicze znaczenie dla architektury miasta i poziomu obsługi pasażera mają rozwiązania stosowanych torowisk (wydzielone, wspólne z jezdnią) oraz konstrukcja peronów przystankowych z urządzeniami towarzyszącymi. Trochę w tle tych urządzeń pozostają systemy zasilania w energię elektryczną (zasadniczo jedyny rodzaj trakcji w komunikacji szynowej aglomeracyjnej). Ale to właśnie systemy zasilania trakcyjnego i układy napędowe nowoczesnych pojazdów szynowych stanowią w dużej mierze o efektywności i stosunkowo małym oddziaływaniu na środowisko. Zasadniczo projektuje się tu zasilanie prądem stałym o napięciu od 600 do 1500 V. W przypadku rozwiązań lekkiej kolei miejskiej czy systemów hybrydowych tramwajowo-kolejowych stosuje się również zasilanie prądem przemiennym.

2. Przystanki tramwajowe i węzły przesiadkowe

Przystanki tramwajowe jako główne miejsca obsługi pasażera powinny być kształtowane z zachowaniem wielu reguł i uwarunkowań. Wynika to z faktu, iż często są one zbudowane w zwartej przestrzeni miast i powiązane z miejscową infrastrukturą towarzyszącą. (chodniki, ulice, przejścia podziemne, kładki itp.) Zasadniczą funkcją przystanku jest umożliwienie pasażerowi oczekiwanie na pojazd i wejście do niego w sposób bezpieczny i zapewniający możliwie najwięcej wygody. Oznacza to przystępną lokalizację przystanku, sprawny system dojazdów (dojazdów), odpowiednio ukształtowaną infrastrukturę podstawową (peron, pochylnia, platformy dla niepełnosprawnych, wiaty itp.) oraz system informacji pasażerskiej (najlepiej dynamiczny i połączony z siecią komunikacyjną miasta) . Z tego wynika, że miejsce usytuowania przystanku powinno łączyć cechy małego „węzła” obsługi podróżnego z zapewnieniem mu spełnienia w miarę możliwości wszystkich potrzeb związanych z podróżą

komunikacją miejską (jak też aglomeracyjną). Współczesne, przystanki umieszczone są wzdłuż linii tramwajowych w odległości co 400 – 800 m, tak by umożliwić sprawne dotarcie do nich z miejsc kumulujących wyraźne strumienie pasażerów. Przystanki w rejonie węzłów komunikacyjnych winny spełniać rolę węzłów przesiadkowych. Doskonałym przykładem realizacji takiego obiektu w Polsce jest węzeł komunikacyjny „Młociny” w Warszawie (rys.1). Zaprojektowano w tym przypadku możliwość skomunikowania metra, tramwaju, autobusu oraz stworzono parkingi dla samochodów i rowerów. Zbiegają się tu linie tramwajowe zakończone pętlą tramwajową , jak też tory tranzytowe.



Rys.1 Węzeł komunikacyjny „Młociny” - Warszawa

2.1. Platformy peronowe

Jako główny element infrastruktury przystanku odgrywa platforma peronowa zasadniczą rolę. Może to być wydłużony w kierunku osi toru chodnik, może być wysepka przystankowa, może być peron na przystankach węzłowych czy końcowych, może to być wreszcie miejsce wprost na ulicy przeznaczone do bezpośredniego wsiadania do wagonu tramwajowego. Podstawowa funkcja platformy peronu to zapewnienie pasażerowi , bezpiecznego, sprawnego i w miarę możliwości wygodnego wejścia do pojazdu. Wynika z tego wprost wymóg takiego ukształtowania krawędzi peronu, aby była ona możliwie najbliżej krawędzi stopnia wejścia (lub podłogi w pojazdach niskopodłogowych) wagonu, z zastrzeżeniem spełnienia wymogów skrajni budowli [1] tj. określonego konturu przestrzeni niezabudowanej (wg. abstraktu normy).

Oczywistym jest, że rozwiązania szczegółowe w zakresie wymogów skrajni budowlanej jak też skrajni kinematycznej taboru tramwajowego muszą być ze sobą bezwzględnie skorelowane. A stąd wniosek, że nie da się rozpatrywać zupełnie oddzielnie parametrów geometrycznych peronów w oderwaniu od konstrukcji pojazdu szynowego (zwłaszcza jego szerokości, wysokości podłogi w rejonie wejścia do pojazdu itp.) W drugiej połowie XX wieku ukształtowała się forma pojazdów tramwajowych z wysokością podłogi 900 mm ponad powierzchnią główki szyny (przy szerokości podłogi wagonu 2,20m – 2,40m).

Rozwój konstrukcji pojazdów i dążenie do zapewnienia pasażerowi maksymalnego komfortu doprowadziły do budowy wagonów tramwajowych o wysokości podłogi znacznie obniżonej tj. nawet do 300 ÷ 350 mm w rejonie wejścia ponad główką szyny. Dla poprawy wygody podróży zwiększono również w nowoczesnych konstrukcjach szerokość podłogi do 2,65 m (co jest jednocześnie najwyższą dopuszczalną szerokością tramwaju wg warunków technicznych i wspólną wartością dla konstruowanych ostatnio pojazdów szynowych dla tzw. lekkiej kolei miejskiej).

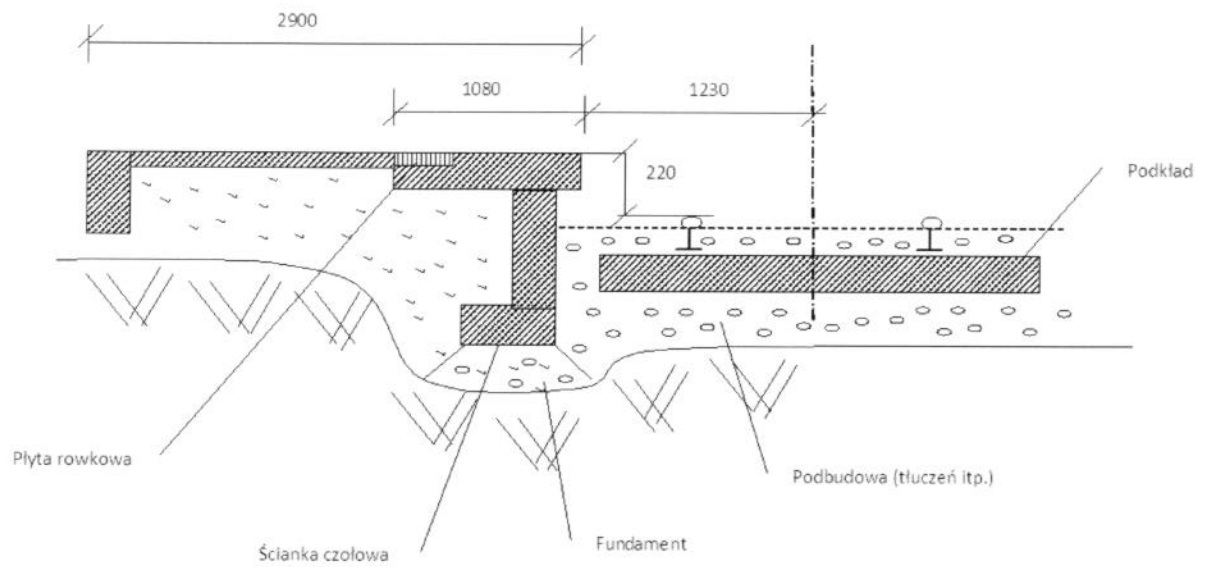
W związku z tym w obowiązujących dotychczas wytycznych technicznych dotyczących projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych z 1983r. [5] ukształtowała się historycznie geometria krawędzi peronu odległej od osi toru 1,25 m i wysokości 100 ÷ 140 mm ponad powierzchnią główki szyny. Długość wysepek peronowych wynosi zgodnie z ww. wytycznymi 30-45 m (co odpowiada składowi 2 lub 3 wagonowemu lub nowoczesnemu tramwajowi członowemu którego długość nie przekracza zasadniczo 32 m). Maksymalna długość wysepki peronowej nie powinna przekraczać 60m (przy maksymalnej, dopuszczalnej długości tramwaju – 65m). Szerokość wysepki wynosić winna minimum 1,50 – 2,00 m (bez wiaty), do 3,50 – 4,50 m (z wiatą). O ile wymiary dotyczące szerokości i długości wysepki wynikające z obowiązujących przepisów da się w procesie projektowania zasadniczo ukształtować również zgodnie z warunkami miejscowymi, o tyle odległość krawędzi peronu i jego wysokość wymaga komentarza.

Z formalnego punktu widzenia wysokość krawędzi peronu w granicach 100 ÷ 140 mm przy odległości 1,25 m od osi toru spełnia wymogi skrajni budowlanej ujęte w PN- K – 92009 tj. normie dotyczącej zagadnień skrajni [1], która określa wymaganą wolną przestrzeń obok toru do odległości 1,235 m i wysokości 170 mm (rys. 2).



Rys. 2 Standardowe rozwiązanie peronu przy torowisku wydzielonym - Szczecin

Jednakże biorąc pod uwagę wymogi stawiane współczesnemu transportowi aglomeracyjnemu oraz dostępność wszystkich urządzeń dla ludzi niepełnosprawnych, jak też wykorzystując możliwości jakie niosą nowe konstrukcje taboru, stwierdzić należy, że wymiary te nie wpisują się w pełni w obecne wymagania. Dotyczy to zwłaszcza wysokości peronu, która bezpośrednio rzutuje na wygodę i bezpieczeństwo wejścia do wagonu. Dla zupełnie pewnego i bezpiecznego wejścia ludzi starszych, jak też wjazdów wózków dziecięcych i inwalidzkich, różnica wysokości pomiędzy krawędzią peronu i podłogi wagonu w obrębie wejścia nie powinna przekraczać kilkunastu centymetrów. Dla nowoczesnych wagonów tramwajowych posiadających podłogę na wysokości $300 \div 350$ mm ponad główką szyny (w strefie wejść) oznacza to wymaganą wysokość peronu w granicach $200 \div 250$ mm. Oczywiście zmiana wysokości peronu pociąga za sobą konieczność korekty jego odległości od osi toru. Obecnie rozwiązania takie są już stosowane od kilku lat w krajach Europy zwłaszcza w Niemczech i Francji. Wg warunków normatywnych stosowanych w przedsiębiorstwie BVG Berlin skrajnia budowli w obrębie przystanków wynosi 1230 mm od osi toru do wysokości 225 mm ponad poziom główki szyny. W związku z tym perony konstruuje się w nowobudowanych i modernizowanych obiektach komunikacyjnych Berlina z zachowaniem odległości 1230 mm od osi toru, przy wysokości krawędzi peronu 220 mm ponad poziom główki szyny (rys.3) .



Rys. 3 Schemat peronu modernizowanego w przekroju poprzecznym – Berlin

Typową szerokość takiego peronu przyjmuje się w torowisku wydzielonym na 2,90m. Także nowe realizacje peronów na przystankach gdzie kursuje tabor niskopodłogowy w Polsce projektowane są w sposób zbliżony do powyższego. Przykładem mogą być perony na linii szybkiego tramwaju w Poznaniu (PST) zastosowane na przystankach końcowych (rys.4 i 5).

Nowoczesne standardy projektowania i realizacji infrastruktury miejskiego transportu szynowego.

Wstęp

W związku z postępującym tempem urbanizacji i następującym wzrostem gospodarczym, rośnie zapotrzebowanie na nowoczesne usługi transportowe i komunikację pasażerską w nowym wydaniu. W przypadku dużych aglomeracji miejskich gdzie natężenie potoków pasażerskich wyczerpuje fizyczne możliwości przepustowe korytarzy transportowych, od połowy lat 90-tych XX wieku ponownie znaczenia nabiera bezpieczny, bezkolizyjny i efektywny pasażerski transport szynowy. Przyspieszony proces urbanizacyjny w ostatnich latach spowodował coraz większe trudności w sprawnym i wygodnym przemieszczaniu się mieszkańców. Rzutuje to z kolei na pogorszenie się jakości życia i funkcjonowania całego organizmu miejskiego. Od sprawnej komunikacji zależy prawidłowe działanie wielu elementów aglomeracji. Jak pokazują doświadczenia wielu miast, komunikacja indywidualna oparta głównie na własnym samochodzie osobowym wyczerpała swoje możliwości rozwoju. Powodując ponadto dodatkowe zanieczyszczenia środowiska spalinami i hałasem. Rozwiązaniem problemu, co znajduje odbicie w przyjmowanych dokumentach życia społecznego, jest komunikacja zbiorowa, realizowana według nowoczesnych rozwiązań organizacyjnych i technicznych. Komunikacja ta oparta na systemie linii tramwajowych i szybkiej kolei miejskiej pozwala szybko i bezkolizyjnie, w sposób przyjazny dla środowiska budować połączenia odległych nawet dzielnic lub miejscowości w aglomeracji. Istotnym elementem tego systemu są trafnie przyjęte standardy projektowania i realizacji torowisk, węzłów przesiadkowych i przystanków oraz infrastruktury sieciowej.

1. Infrastruktura miejskich linii tramwajowych i szybkiego tramwaju - charakterystyka ogólna

Infrastruktura transportu szynowego w aglomeracjach miejskich odgrywa szczególną rolę, wynikającą zarówno z faktu iż jest elementem transportowego systemu komunikacji tramwajowej (szybki tramwaj, lekka kolej miejska), jak też ma znaczenie jako element

kształtujący w istotnej mierze system transportowy miast w ogóle. Torowiska w centrum miast, w pewnych okolicznościach spełniać mogą wspólną funkcję komunikacyjną dla tramwaju i autobusu (tzw. PAT-y), platformy przystankowe pełnią rolę obsługi podróżnych wsiadających i wysiadających z pojazdu, są często traktem komunikacji pieszej w rejonie całego węzła komunikacyjnego, jak też są ważnym elementem architektury miasta.

Jeśli na te funkcje nałoży się współczesne wymagania stawiane środkom zbiorowego transportu publicznego tj. łatwy dostęp dla pasażera (w tym ludzi starszych i niepełnosprawnych), niską wrażliwość na czynniki zewnętrzne, małe oddziaływanie na środowisko (zanieczyszczenie powietrza i hałas) i wysoki komfort podróży, przy jednoczesnym maksymalizowaniu efektów ekonomicznych, to widać w pełni złożoność i wagę całego procesu realizacyjnego (projektowanie, realizacja i eksploatacja) prowadzącego do założonych efektów i stawianych wymagań.

Jednym z podstawowych elementów tego systemu są przyjmowane standardy techniczne dla projektowania i wykonania torowisk, peronów i urządzeń towarzyszących jak też infrastruktury sieciowej (sieć trakcyjna jezdna, konstrukcje wsporcze) i zasilającej (sieci kablowe i podstacje trakcyjne prostownikowe). Zasadnicze znaczenie dla architektury miasta i poziomu obsługi pasażera mają rozwiązania stosowanych torowisk (wydzielone, wspólne z jezdnią) oraz konstrukcja peronów przystankowych z urządzeniami towarzyszącymi. Trochę w tle tych urządzeń pozostają systemy zasilania w energię elektryczną (zasadniczo jedyny rodzaj trakcji w komunikacji szynowej aglomeracyjnej). Ale to właśnie systemy zasilania trakcyjnego i układy napędowe nowoczesnych pojazdów szynowych stanowią w dużej mierze o efektywności i stosunkowo małym oddziaływaniu na środowisko. Zasadniczo projektuje się tu zasilanie prądem stałym o napięciu od 600 do 1500 V. W przypadku rozwiązań lekkiej kolei miejskiej czy systemów hybrydowych tramwajowo-kolejowych stosuje się również zasilanie prądem przemiennym.

2. Przystanki tramwajowe i węzły przesiadkowe

Przystanki tramwajowe jako główne miejsca obsługi pasażera powinny być kształtowane z zachowaniem wielu reguł i uwarunkowań. Wynika to z faktu, iż często są one zbudowane w zwartej przestrzeni miast i powiązane z miejscową infrastrukturą towarzyszącą (chodniki, ulice, przejścia podziemne, kładki itp.) Zasadniczą funkcją przystanku jest umożliwienie pasażerowi oczekiwania na pojazd i wejście do niego w sposób bezpieczny i zapewniający możliwie najwięcej wygody. Oznacza to przystępną lokalizację przystanku, sprawny system dojazdów (dojazdów), odpowiednio ukształtowaną infrastrukturę podstawową (peron, pochylnia, platformy dla niepełnosprawnych, wiaty itp.) oraz system informacji pasażerskiej (najlepiej dynamiczny i połączony z siecią komunikacyjną miasta). Z tego wynika, że miejsce usytuowania przystanku powinno łączyć cechy małego „węzła” obsługi podróżnego z zapewnieniem mu spełnienia w miarę możliwości wszystkich potrzeb związanych z podróżą komunikacją miejską (jak też aglomeracyjną). Współczesne, przystanki umieszczane są wzdłuż linii tramwajowych w odległości co 400 – 800 m, tak by umożliwić sprawne dotarcie

do nich z miejsc kumulujących wyraźne strumienie pasażerów. Przystanki w rejonie węzłów komunikacyjnych winny spełniać rolę węzłów przesiadkowych. Doskonałym przykładem realizacji takiego obiektu w Polsce jest węzeł komunikacyjny „Młociny” w Warszawie (rys.1). Zaprojektowano w tym przypadku możliwość skomunikowania metra, tramwaju, autobusu oraz stworzono parkingi dla samochodów i rowerów. Zbiegają się tu linie tramwajowe zakończone pętlą tramwajową, jak też tory tranzytowe.



Rys.1 Węzeł komunikacyjny „Młociny” - Warszawa

2.1. Platformy peronowe

Jako główny element infrastruktury przystanku odgrywa platforma peronowa zasadniczą rolę. Może to być wydłużony w kierunku osi toru chodnik, może być wysepka przystankowa, może być peron na przystankach węzłowych czy końcowych, może to być wreszcie miejsce wprost na ulicy przeznaczone do bezpośredniego wsiadania do wagonu tramwajowego. Podstawowa funkcja platformy peronu to zapewnienie pasażerowi, bezpiecznego, sprawnego i w miarę możliwości wygodnego wejścia do pojazdu. Wynika z tego wprost wymóg takiego ukształtowania krawędzi peronu, aby była ona możliwie najbliżej krawędzi stopnia wejścia (lub podłogi w pojazdach niskopodłogowych) wagonu, z zastrzeżeniem spełnienia wymogów skrajni budowli [1] tj. określonego konturu przestrzeni niezabudowanej (wg. abstraktu normy).

Oczywistym jest, że rozwiązania szczegółowe w zakresie wymogów skrajni budowli jak też skrajni kinematycznej taboru tramwajowego muszą być ze sobą bezwzględnie skorelowane. A stąd wniosek, że nie da się rozpatrywać zupełnie oddzielnie parametrów geometrycznych peronów w oderwaniu od konstrukcji pojazdu szynowego (zwłaszcza jego szerokości,

wysokości podłogi w rejonie wejścia do pojazdu itp.) W drugiej połowie XX wieku ukształtowała się forma pojazdów tramwajowych z wysokością podłogi 900 mm ponad powierzchnią główki szyny (przy szerokości pudła wagonu 2,20m – 2,40m).

Rozwój konstrukcji pojazdów i dążenie do zapewnienia pasażerowi maksymalnego komfortu doprowadziły do budowy wagonów tramwajowych o wysokości podłogi znacznie obniżonej tj. nawet do 300 ÷ 350 mm w rejonie wejścia ponad główką szyny. Dla poprawy wygody podróży zwiększono również w nowoczesnych konstrukcjach szerokość pudła do 2,65 m (co jest jednocześnie najwyższą dopuszczalną szerokością tramwaju wg warunków technicznych i wspólną wartością dla konstruowanych ostatnio pojazdów szynowych dla tzw. lekkiej kolei miejskiej) .

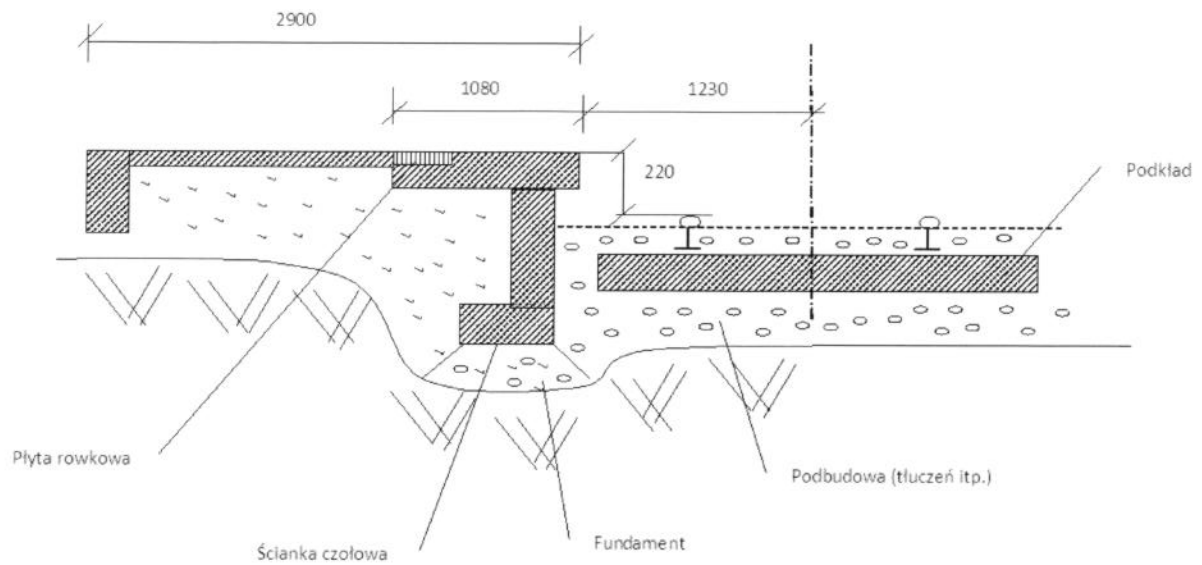
W związku z tym w obowiązujących dotychczas wytycznych technicznych dotyczących projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych z 1983r. [5] ukształtowała się historycznie geometria krawędzi peronu odległej od osi toru 1,25 m i wysokości 100 ÷ 140 mm ponad powierzchnią główki szyny. Długość wysepek peronowych wynosi zgodnie z w/w wytycznymi 30-45 m (co odpowiada składowi 2 lub 3 wagonowemu lub nowoczesnemu tramwajowi członowemu którego długość nie przekracza zasadniczo 32 m). Maksymalna długość wysepki peronowej nie powinna przekraczać 60m (przy maksymalnej , dopuszczalnej długości tramwaju – 65m). Szerokość wysepki wynosić winna minimum 1,50 – 2,00 m (bez wiaty) , do 3,50 – 4,50 m (z wiatą). O ile wymiary dotyczące szerokości i długości wysepki wynikające z obowiązujących przepisów da się w procesie projektowania zasadniczo ukształtować również zgodnie z warunkami miejscowymi, o tyle odległość krawędzi peronu i jego wysokość wymaga komentarza.

Z formalnego punktu widzenia wysokość krawędzi peronu w granicach 100 ÷ 140 mm przy odległości 1,25 m od osi toru spełnia wymogi skrajni budowli ujęte w PN- K – 92009 tj. normie dotyczącej zagadnień skrajni [1], która określa wymaganą wolną przestrzeń obok toru do odległości 1,235 m i wysokości 170 mm (rys. 2).



Rys. 2 Standardowe rozwiązanie peronu przy torowisku wydzielonym - Szczecin

Jednakże biorąc pod uwagę wymogi stawiane współczesnemu transportowi aglomeracyjnemu oraz dostępność wszystkich urządzeń dla ludzi niepełnosprawnych, jak też wykorzystując możliwości jakie niosą nowe konstrukcje taboru, stwierdzić należy, że wymiary te nie wpisują się w pełni w obecne wymagania. Dotyczy to zwłaszcza wysokości peronu, która bezpośrednio rzutuje na wygodę i bezpieczeństwo wejścia do wagonu. Dla zupełnie pewnego i bezpiecznego wejścia ludzi starszych, jak też wjazdów wózków dziecięcych i inwalidzkich, różnica wysokości pomiędzy krawędzią peronu i podłogi wagonu w obrębie wejścia nie powinna przekraczać kilkunastu centymetrów. Dla nowoczesnych wagonów tramwajowych posiadających podłogę na wysokości 300 ÷ 350 mm ponad główką szyny (w strefie wejść) oznacza to wymaganą wysokość peronu w granicach 200 ÷ 250 mm. Oczywiście zmiana wysokości peronu pociąga za sobą konieczność korekty jego odległości od osi toru. Obecnie rozwiązania takie są już stosowane od kilku lat w krajach Europy zwłaszcza w Niemczech i Francji. Wg warunków normatywnych stosowanych w przedsiębiorstwie BVG Berlin skrajnia budowli w obrębie przystanków wynosi 1230 mm od osi toru do wysokości 225 mm ponad poziom główki szyny. W związku z tym perony konstruuje się w nowobudowanych i modernizowanych obiektach komunikacyjnych Berlina z zachowaniem odległości 1230 mm od osi toru, przy wysokości krawędzi peronu 220 mm ponad poziom główki szyny (rys.3) .



Rys. 3 Schemat peronu modernizowanego w przekroju poprzecznym – Berlin

Typową szerokość takiego peronu przyjmuje się w torowisku wydzielonym na 2,90m. Także nowe realizacje peronów na przystankach gdzie kursuje tabor niskopodłogowy w Polsce projektowane są w sposób zbliżony do powyższego. Przykładem mogą być perony na linii szybkiego tramwaju w Poznaniu (PST) zastosowane na przystankach końcowych (rys.4 i 5).



Rys. 4 Peron linii Poznańskiego Szybkiego Tramwaju (PST)



Rys. 5 Konstrukcja peronów na przystanku końcowym PST

Ich wysokość to 220 mm ponad poziom główki szyny, a odległość od osi toru do krawędzi peronu 1310 mm. Istotną trudnością w stosowaniu peronów o podwyższonej wysokości w zwartej zabudowie centrów miast jest brak miejsca na właściwe rozwiązanie dojścia dla podróźnych (platformy dla wózków), gdyż stosowanie schodów z oczywistych względów nie jest możliwe do zrealizowania. Pewnym rozwiązaniem pośrednim jest zastosowanie na zwykłych przystankach ruchomych platform podnoszących się do wysokości podłóg taboru niskopodłogowego dla umożliwienia wjazdu wózków. Dominującym obecnie przy projektowaniu torowisk wydzielonych zdaje się być pogląd o konieczności budowy peronów o podwyższonej wysokości, zapewniając tym samym pełny komfort korzystającym z tramwaju podczas wsiadania. Jednakże w zwartych zabudowach i ciasnych przestrzeniach centrów miast nadal przyjmuje się różnorakie rozwiązania, do braku peronów włącznie, stosując tu jedynie uspokojenie ruchu samochodów przez jego odpowiednią organizację, czy przez oznakowanie, czy wręcz uniemożliwienie przejazdu w czasie gdy tramwaj znajduje się w strefie przystanku.

2.2. Wiaty i wygradzenia

Zgodnie z zaleceniem polskich warunków projektowania i budowy linii tramwajowych, przystanki powinny być wyposażone w wiaty dla pasażerów, ustawione zgodnie z wymogami skrajni, z zachowaniem odpowiednio zwiększonej szerokości peronu (rys.6).



Rys. 6 Wiaty przystankowa nowoczesnej konstrukcji - Brema

Dodatkowo dla zachowania bezpieczeństwa korzystających, wysepki przystankowe należy odgradzić od strony ulicy lub toru sąsiedniego płotkami lub barierkami z zachowaniem

warunków skrajni drogowej i tramwajowej. Płotki takie ustawia się również w sposób uniemożliwiający przejście pasażerów w miejscach niedozwolonych (rys. 7).



Rys. 7 Zabudowa przystanków końcowych - Kraków

2.3. Informacja pasażerska

Do współczesnych tendencji należy dostarczenie korzystającym z komunikacji publicznej w miarę możliwości pełnej i aktualnej informacji na temat rozkładu jazdy. Aby uzyskać aktualność w zmiennych warunkach eksploatacyjnych informacja taka musi być dynamiczna czyli zmienna w czasie. Przekazuje ona wiedzę na temat najbliższych kursów pociągów tramwajowych, ich opóźnień ewentualnie innych zmian w organizacji ruchu. Realizuje się to poprzez system elektronicznych tablic informacyjnych wyświetlających nr linii, aktualną godzinę odjazdu lub też inne niezbędne pasażerowi informacje (rys. 8).



Rys. 8 Tablica informacyjna LCD - Brema

Podsumowując można powiedzieć, że infrastruktura nowoczesnych przystanków tramwajowych składająca się z peronów (ewentualnie wydzielonych części chodnika dla pieszych) , wiat, wygradzeń, systemu urządzeń informacji pasażerskiej, elementów dojścia lub dojazdu (zwłaszcza w węzłach komunikacyjnych) oraz czasem automatów biletowych stanowi obecnie element architektury i zabudowy przestrzeni miasta. Przestrzeń ta powinna być zabudowana w sposób przyjazny człowiekowi, łącząc jednocześnie funkcje użyteczne (w tym bezpieczeństwo) z estetyką. Ponieważ rola komunikacji szynowej w aglomeracjach będzie w najbliższym czasie wzrastać, a jednocześnie wystąpią coraz dotkliwiej braki wolnej przestrzeni, najważniejszym jest zatem łączenie funkcji węzłowych np. wspólne perony autobusowo- tramwajowe (PAT) bez utraty innych walorów takiego przystanku. Jednak z uwagi na niezaprzeczalne walory w zakresie przepustowości, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa podróży dobrze zaprojektowana infrastruktura i funkcjonalny tabor tramwajowy (kolei miejskiej) nie będą miały w najbliższych latach - jak się wydaje – w dużych aglomeracjach innej alternatywy (rys.9).



Rys. 9 Nowoczesna architektura przystanku tramwajowego - Praha

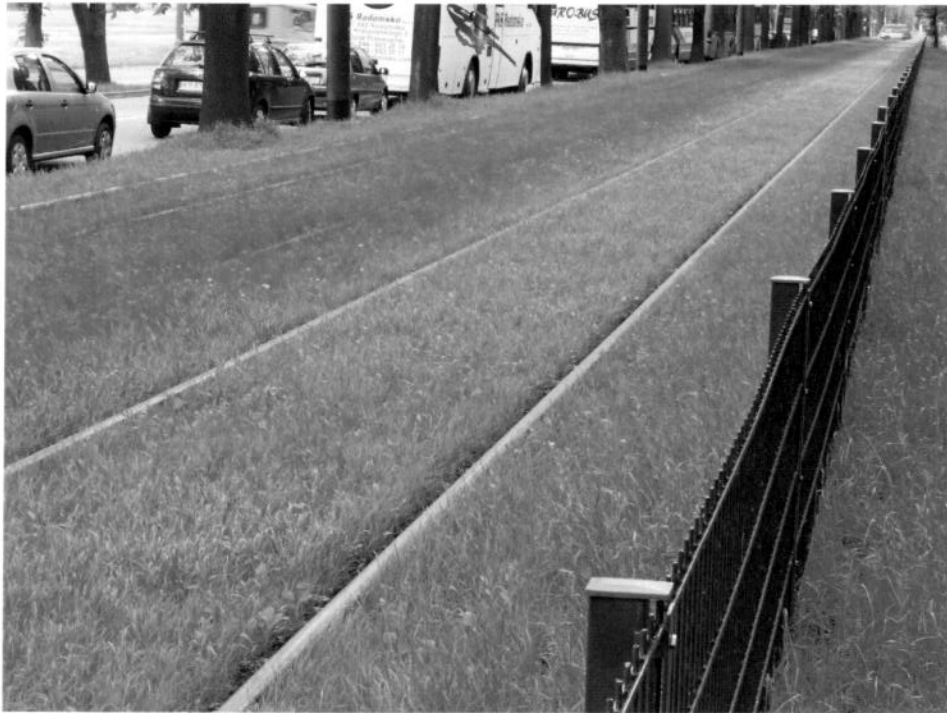
3. Torowiska

Torowisko tramwajowe to zgodnie z PN-K-92011 [2] pas terenu zajęty przez tory tramwajowe wraz z podtorzem, warstwą filtracyjną, podsypką, podbudową toru i torem tramwajowym oraz urządzeniami towarzyszącymi. Najważniejszym z punktu widzenia eksploatacji systemu elementem torowiska jest tor tramwajowy z podbudową (w formie ławy tłuczniowej, ławy prefabrykowanej, poprzecznych podkładów drewnianych lub strunobetonowych czy ramy prefabrykowanej). Tor jako konstrukcja przejmująca bezpośrednie oddziaływania od kół taboru narażony jest na intensywne zużywanie i odkształcenia. Z uwagi na to konstrukcja toru (standard elementów konstrukcyjnych) ma pierwszorzędne znaczenie.

Tradycyjnym stosowanym do dzisiaj rozwiązaniem jest tor o budowie analogicznej do toru kolejowego tj. składający się z szyn rowkowych RI60 lub kolejowych S49 (49E1) opartych na podkładach drewnianych lub prefabrykowanych (PST94, Ps83 itp.) i przytwierdzeniem pośrednim typu K lub sprężystym typu SB3(4) czy Sk12(14) Vossloh. Rama torowa zatopiona w podsypce tłuczniowej (rys.10). Dla torowisk wspólnych z jezdnią przestrzeń pomiędzy tokami szynowymi zabudowana jest płytami prefabrykowanymi małogabarytowymi lub kostką ceramiczną typu POLBRUK. Możliwe jest też pokrycie nawierzchni jezdni nakładką asfaltową.

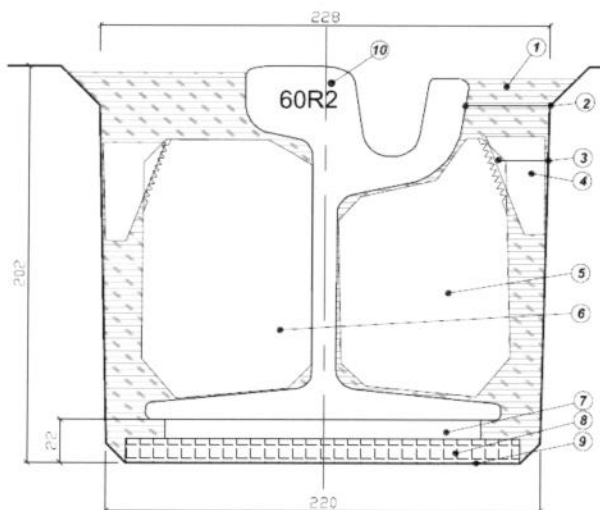


Rys. 10 Torowisko wydzielone z torem klasycznym na linii PST



Rys. 11 Torowisko trawiaste - Kraków

Nowoczesne konstrukcje torów tramwajowych są to tory o szynach z podparciem ciągłym na sprężystym posadowieniu. Typowym przykładem takiego rozwiązania jest szyna w otulinie elastycznej. System składa się zasadniczo z profili wypełniających komory łukowe szyny i ciągłej przekładki elastycznej o stałej i ściśle określonej sztywności. Pozostałe pola przekroju przyszynowego wypełnione są masą zalewową o specjalnych właściwościach izolacyjnych. Powstała w ten sposób konstrukcja bezpodsytkowa charakteryzuje się znacznie lepszymi właściwościami w zakresie wibroizolacji, emisji hałasu, odpornością na prądy błądzące czy dokładnością geometryczną toru. Ugięcia takiej konstrukcji w eksploatacji wynoszą 1,0-2,5 mm. Dopuszczalny nacisk osi pojazdu na szynę do 157 kN. Jej trwałość i zasadniczo „bezturmaniowa” eksploatacja sprawiają, że koszty eksploatacji takiego toru są wyraźnie mniejsze od tradycyjnej konstrukcji. W wyniku tego powstaje tor zapewniający bardzo dobre właściwości eksploatacyjne, gwarantujący wysoki komfort użytkownika i znakomite warunki współpracy koła z szyną. Wadą rozwiązania jest wyższy koszt zabudowy i wymagany precyzyjny montaż. Jednakże w warunkach nowoczesnego transportu szynowego w obrębie aglomeracji miejskich ten typ konstrukcji staje się coraz bardziej dominujący. Przykładem takiego rozwiązania projektowego stosowanego od lat w Europie Zachodniej, a ostatnio również w Polsce jest system szyny w otulinie ERS (Embedded Rail System).



Rys. 12 Przekrój systemu mocowania ERS-Tram

1. sprężysta otulina szyny - masa zalewowa Edilon Corkelast®
2. powierzchnia zagruntowana materiałem Edilon Primer U90WB
3. powierzchnia pokryta materiałem Edilon Primer 21 zwiększającym przyczepność masy zalewowej
4. klin do regulacji położenia szyny w płaszczyźnie poziomej
5. wewnętrzna wkładka komorowa Edilon Fillerblock,
6. zewnętrzna wkładka komorowa Edilon Fillerblock,
7. podkładki podszynowe do regulacji położenia szyny w płaszczyźnie pionowej
8. ciągła, sprężysta przekładka podszynowa Edilon Resilient Strip
9. klej Edilon Dex-G do wklejenia przekładki podszynowej,
10. szyna 60R1 (Ri 60) / 60R2 (Ri 60 N)

Nawierzchnię torową tramwajową tego typu zastosowano w modernizacjach Mostu Poniatowskiego i zajezdni Młociny w Warszawie, Mostu Grunwaldzkiego we Wrocławiu czy ulicy Gliwickiej w Katowicach.



Rys. 13 Przykładowe rozwiązania systemu zabudowy szyny w otulinie

W celu poprawy estetyki torowisk i ich właściwości tłumienia hałasu stosuje się również torowiska z szyną w otulinie profili bocznych i przekładek wibroizolacyjnych, o nawierzchni pokrytej trawą (rys.11). Cechy takiego rozwiązania ograniczają w sposób widoczny negatywny wpływ komunikacji szynowej na środowisko, zwiększając jednocześnie biologicznie aktywną powierzchnię w obszarach zabudowanych. Wszystkie te rozwiązania cechuje wspólna zasadnicza cecha tj. szerokość toru (zasadniczo 1435mm, rzadziej 1000mm i wyjątkowo inne), oraz jego geometryczne ukształtowanie. Geometria toru wyznaczana jest jego ukształtowaniem w płaszczyźnie poziomej (w planie) i płaszczyźnie pionowej (w profilu). Położenie toru w planie zakłada promienie łuków poziomych w normalnych warunkach na szlaku zasadniczo $R=150m$ lub większe, minimum $R=50m$. W rejonie węzłów o ciasnej zabudowie, pętli tramwajowych i rozjazdach $R=25m$. W przypadku łuków torowych o promieniu mniejszym od $R=150m$ należy przewidzieć zastosowanie szyn rowkowych. Położenie w profilu wyznacza głównie pochylenie podłużne niwelety projektowane zasadniczo jako max. 50%. Takie parametry geometryczne toru (poza łukami poziomymi o promieniu mniejszym od $R=100m$) umożliwiają eksploatację nowoczesnego taboru szynowego o dość zróżnicowanych cechach konstrukcyjnych odbiegających niekiedy swoją budową od typowego taboru tramwajowego.

Podsumowanie

Standardy projektowania i realizacji infrastruktury miejskiego transportu szynowego jako wyjściowe kategorie planistyczne i techniczne w cyklu inwestycyjnym mają istotne znaczenie w całym procesie budowlanym, od studiów przedprojektowych, poprzez projekty architektoniczno- budowlane na realizacji inwestycji i jej eksploatacji kończąc. W związku z tym sprawa doboru i zastosowania konkretnych grup rozwiązań technicznych rzutuje bezpośrednio na wiele płaszczyzn , na których oceniana jest przydatność poszczególnych projektów. Przykładem może być zabudowa torowisk o nowoczesnej konstrukcji w centrach zabytkowych miast, gdzie cechy tłumienia wibracji, hałasu czy prądów błędzących mają zasadnicze znaczenie. Równie istotnym elementem architektury o cechach wysokiej użyteczności jest konstrukcja peronów przystankowych i urządzeń towarzyszących. Decyzja o zastosowaniu wybranych rodzajów rozwiązań powinna być wypracowana w wyniku analizy czynników ekonomicznych, społecznych i technicznych na etapie prac studialnych i projektowych.

BIBLIOGRAFIA

1. PN-K- 92009 Komunikacja miejska. Skrajnia budowli. Wymagania.
2. PN-K-92011 Torowiska tramwajowe. Wymagania i badania.
3. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, Dz. U. z dn. 14.05.1999r.
4. Wesołowski J. , Współczesne przystanki tramwajowe „ Technika transportu szynowego”, 2006 , nr 6.
5. Wytyczne techniczne projektowania , budowy i utrzymanie torów tramwajowych, Warszawa- 1983
6. Materiały projektowe, opisowe i reklamowe dotyczące modernizacji linii tramwajowych w Berlinie – udostępnione przez BVG Berlin.
7. Materiały informacyjne TINES, www.tines.pl
8. Gazeta.pl Warszawa