

Propozycja nowelizacji tramwajowych przepisów budowlanych

Igor Gisterek, Adam Popiołek



dr inż. Igor Gisterek

Katedra Mostów i Kolei PWR

igor.gisterek@pwr.edu.pl



mgr inż. Adam Popiołek

Katedra Mostów i Kolei PWR,
doktorant

adam.popiolek@pwr.edu.pl

W artykule przedstawiono propozycję przepisów, które mogłyby stać się punktem wyjścia do dyskusji nad stworzeniem postulowanego od wielu lat "Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać torowiska tramwajowe". Obejmują one wszystkie elementy linii tramwajowej: układ przestrzenny, geometrię trasy, konstrukcję toru, przystanki, sterowanie ruchem, kwestie budowlane związane z siecią trakcyjną. Uwzględniają współczesny stan techniki w zakresie infrastruktury i taboru. Dotyczą torowisk tramwajowych prowadzonych nie tylko w pasie drogowym, ale także tych o niezależnym przebiegu, uzupełniając istotną lukę w obecnym prawodawstwie w tej dziedzinie. Autorzy pragną zwrócić uwagę, że zebranie, uporządkowanie i nowelizacja przepisów w zakresie infrastruktury tramwajowej na wzór warunków technicznych dla kolei, dróg czy metra jest konieczne dla zapewnienia możliwości rozwoju tej gałęzi transportu w zgodzie z najnowszymi osiągnięciami techniki. Jest to niezbędne dla zwiększenia atrakcyjności transportu publicznego, a przez to poprawę jakości życia w miastach.

Definicje i jednostki:

- a_{dop} – dopuszczalne nie zrównoważone przyspieszenie odśrodkowe [m/s^2]
- h – przechyłka [mm]
- z – strzałka łuku [mm]
- L – długość prosto- lub krzywoliniowego elementu trasy
- V – prędkość jazdy [km/h] (chyba, że zaznaczono inną jednostkę)
- phk – liczba pasażerów podróżujących w jednym kierunku na godzinę
- poc/h – liczba pociągów na godzinę

tabor ujednolicony – grupa pojazdów spełniających te same wymagania techniczne – eksploatacyjne, jak np. szerokość podłogi, jego odległość od krawędzi peronu, wysokość progu pojazdu ponad płaszczyznę główki szyn czy lokalizacja i szerokość drzwi

łuk wklęsły/wypukły – łuk pionowy, którego środek długości znajduje się na niższej/wyższej rzędnej niwelety, niż punkt środkowy cięciwy łączącej końce łuku

wstawka prosta – odcinek toru prostego w planie, łączący dwie krzywe zgodne lub przeciwne (odwrotne)

krawędź peronowa – górna najbardziej wysunięta w kierunku toru krawędź platformy przystankowej

platforma przystankowa – wyniesiony ponad poziom główki szyny obszar przyległy do torowiska tramwajowego, umożliwiający wsiadanie, wysiadanie oraz oczekiwanie pasażerów na pojazd transportu zbiorowego

przystanek wiedeński – rodzaj przystanku transportu zbiorowego, którego część platformy przystankowej stanowi jezdnia drogowa wyniesiona na długości przystanku do poziomu platformy przystankowej; krawędź jezdni przyległa do torowiska stanowi krawędź peronową; pasażerowie oczekują na pojazd transportu zbiorowego poza obszarem jezdni i wchodzi na nią po zatrzymaniu pojazdu przy krawędzi peronowej

przystanek z podniesionym pasem wsiadania – odmiana przystanku wiedeńskiego, w którym pomiędzy pasem ruchu a krawędzią peronową znajduje się pas platformy wyłączony z ruchu pojazdów samochodowych, oddzielony oznakowaniem pionowym i poziomym, z zabezpieczeniem za pomocą słupków przed zjechaniem pojazdów samochodowych na torowisko tramwajowe

przystanek z antyzatoką – rodzaj przystanku transportu zbiorowego, którego platformę przystankową stanowi miejscowe poszerzenie chodnika w kierunku torowiska

tor wydzielony – tor tramwajowy o nawierzchni nie przystosowanej do przejazdu innych pojazdów

tor zabudowany – tor tramwajowy o nawierzchni umożliwiającej incydentalny lub stały ruch kołowy

krawędź wejścia – górna najbardziej wysunięta w kierunku krawędzi peronowej krawędź obrysu nadwozia pojazdu trans-

portu zbiorowego na poziomie podłogi lub najniższego stopnia pojazdu, przy otwartych drzwiach

1. Wstęp

Zgodnie z obserwowanymi we wszystkich krajach rozwiniętych trendami, rozwój transportu zbiorowego w miastach w najbliższej przyszłości będzie oparty na szerszym niż dotąd stosowaniu trakcji elektrycznej, ze szczególnym uwzględnieniem transportu szynowego. Rozwój tej gałęzi transportu będzie obejmował modernizację istniejących układów szynowych, ale również budowę nowych linii i systemów tramwajowych, tramwaju szybkiego, tramwaju podmiejskiego, tramwaju dwusystemowego oraz kolei miejskich i aglomeracyjnych. Dotychczasowe badania wykazują niezbicie, że jednym z warunków koniecznych, aby dane miasto osiągnęło wysoki poziom zrównoważonego rozwoju i zostało uznane jako miejsce przyjemne do życia (most livable cities index), jest doskonale funkcjonujący system transportu zbiorowego, najlepiej elektrycznego. W większości z tych miast obecna jest prężna sieć tramwajowa.

Nowoczesny system transportu zbiorowego charakteryzuje się skalowalną zdolnością przewozową, odpowiednią bezkolizyjnością tras, wysokim priorytetem na skrzyżowaniach, dobrą dostępnością oraz nowoczesnym taborzem o wysokich parametrach technicznych.

Biorąc pod uwagę raczej archaiczny status dotychczasowych Wytucznych, brak wyrażnych działań mających na celu ich aktualizację oraz nie skoordynowane w skali kraju, przypadkowe i lokalne standaryzacje, opracowano niniejsze przepisy, które mają ambicje zawierać kompleksowe dane i zalecenia techniczne, dotyczące wybranych, kluczowych specjalności branżowych uczestniczących w procesie projektowania.

2. Charakterystyka podstawowych cech systemu szynowej komunikacji miejskiej

2.1. Umownie zdefiniowany transport tramwajowy obejmuje rozmaite rodzaje szynowego transportu miejskiego, podmiejskiego i międzymiastowego, pomiędzy którymi niezwykle trudno jest wyznaczyć granice. W stosunku do klasycznego tramwaju charakteryzuje się:

- nowoczesnym taborzem,
- skalowalną zdolnością przewozową od 2 000 do 18 000 i więcej pasażerów w godzinie w kierunku (phk),

- wysoką prędkością handlową w porównaniu do innych środków transportu, orientacyjnie około 20 km/h w śródmieściu i powyżej 20 km/h na pozostałych obszarach,
- odpowiednią częstotliwością kursowania, dopasowaną do spodziewanych potoków pasażerskich,
- wysoką funkcjonalnością, niezawodnością, dostępnością, komfortem i innymi cechami pozwalającymi na zachęcanie dotychczasowych użytkowników samochodów do zmiany swoich preferencji transportowych.

Dlatego nowoczesny transport tramwajowy wymaga przyjmowania wysokich parametrów technicznych, tak przy projektowaniu, jak i w czasie budowy, utrzymania i eksploatacji, oraz w zakresie konstrukcji taboru.

2.2. Transport tramwajowy jest stosowany na dość znacznie obciążonych kierunkach ruchu pasażerskiego, charakteryzując się niższą zdolnością przewozową niż metro i kolej miejska, ale wyższą niż linie autobusowe i trolejbusowe. Jego zalety uwidaczniają się szczególnie na obszarach śródmiejskich, gdzie nie ma możliwości zajmowania dodatkowej przestrzeni pod kolejne pasy ruchu w miarę wzrostu potoków pasażerskich.

2.3. Zaleca się stosowanie transportu tramwajowego dla potoków pasażerskich rzędu 2 000 – 18 000 phk. Dopuszcza się budowę tramwaju przy mniejszych potokach pasażerskich, jeżeli w najbliższej przyszłości planowane jest ich zwiększenie, np. poprzez rozbudowę osiedli przy trasie. W uzasadnionych przypadkach, częstotliwość ruchu może przekraczać 45 p/c/h. Również w przypadku infrastruktury istniejącej, dopuszczalne jest utrzymanie kursowania tramwajów przy mniejszych potokach pasażerskich.

2.4. Podstawową cechą systemu jest wysokie uprzywilejowanie tras, które może być realizowane fizycznie lub organizacyjnie.

2.5. Odległości międzyprzystankowe muszą stanowić kompromis pomiędzy wysoką prędkością handlową a dobrą dostępnością. Orientacyjnie, przystanki powinny być rozmieszczane co 150 – 200 m na obszarach staromiejskich, 200 – 300 m na obszarach śródmiejskich, 400 – 500 m na obszarach przedmiejskich i więcej w przypadku luk w zabudowie. Przyjmuje się założenie, że zasięg wysokiej atrakcyjności przystanku tramwajowego wynosi 150m drogi pieszej, mierzonej wzdłuż rzeczywistych ciągów pieszych, a nie w linii prostej, natomiast rejon ciężenia przystanku to 300m.

2.6. Stosuje się pojazdy jedno- lub wielocznowe niskopodłogowe, przy czym w uzasadnionych przypadkach mogą one kursować w trakcji ukrotnionej. Pojemność składu powinna być dostosowana do potoków pasażerskich i może się zmieniać nawet w ciągu dnia.

W tramwajach dwusystemowych zagadnienie wysokości podłogi musi być skorelowane z dostępnymi wysokościami peronów na odcinkach miejskim i kolejowym.

2.7. Ze względu na konieczność zapewnienia wyższego niż dotychczas poziomu komfortu w pojeździe przyjmuje się, że przynajmniej 30% miejsc powinno być siedzących, zaś wskaźnik maksymalnego napełnienia nie powinien przekraczać 4 osób na 1 m² powierzchni, zamiast dotychczasowych 6,67 albo 8.

3. Ogólne zasady planowania tras tramwajowych

3.1. Podstawę do projektowania tras tramwajowych stanowi studium uwarunkowań przestrzennych, plan rozwoju transportu zbiorowego, miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego oraz krótko-, średnio- i długoterminowe prognozy ruchu i zadań przewozowych.

3.2. Układ tras tramwajowych w dużych miastach i aglomeracjach powinien stanowić trzon transportu zbiorowego na głównych kierunkach przewozowych, pozostając w ścisłym powiązaniu z bardziej i mniej wydajnymi środkami transportu w węzłach przesiadkowych. W wielkich miastach i rozległych aglomeracjach rolę podstawowego środka przemieszczania się na znaczne odległości przejmują metro i kolej miejska.

3.3. Przy kompleksowym projektowaniu systemu transportowego w miastach należy dążyć do tego, żeby czas jednej podróży w obrębie dzielnic miejskich nie przekraczał 30 – 45 min, zaś w ramach zespołu miejskiego 45 – 60 min. Na czas podróży składają się czasy dojazdu do przystanku wraz z oczekiwaniami, czas jazdy, czas ewentualnych przesiadek oraz czas dojazdu do celu podróży (tzw. podróż od drzwi do drzwi).

3.4. Transport tramwajowy powinien obsługiwać główne węzły komunikacyjne, jak dworce kolejowe i autobusowe, osiedla mieszkaniowe, centra handlowe i dzielnice przemysłowe, obszary śródmiejskie i inne znaczące generatory ruchu oraz posiadać powiązania z przystankami innych środków transportu zbiorowego.

3.5. Trasy tramwajowe prowadzone są w pasach drogowych lub samodzielnie.

3.6. W układzie pionowym, trasy tramwajowe mogą być prowadzone na powierzchni terenu, na nasypach i w przekopach. Wyjątkowo uzasadnione jest prowadzenie odcinków tras na estakadach lub w tunelach. Decyzja o sposobie prowadzenia trasy powinna

być podjęta po wnikliwej analizie technicznej – ekonomicznej, środowiskowej oraz przy zapewnieniu optymalnej dostępności dla pasażerów.

3.7. Trasy tramwajowe mogą być powiązane w sposób umożliwiający przechodzenie taboru z wychodzącymi poza obszar zabudowany liniami podziemnymi (tramwaj podziemski) lub, za pomocą odcinków przejściowych, z liniami kolejowymi (tramwaj dwusystemowy).

4. Ogólne zasady eksploatacji układu linii tramwajowych

4.1. Zespół linii i urządzeń technicznych komunikacji tramwajowej, projektowany i realizowany dla całości organizmu miejskiego, również w oparciu o istniejące i modernizowane linie tramwajowe oraz współużytkowane i inkorporowane linie kolejowe, stanowi układ eksploatacyjny.

4.2. Układ nowo projektowanych linii tramwajowych należy ściśle łączyć z istniejącymi ciągami komunikacji zbiorowej.

4.3. Pod względem organizacyjnym, trasy tramwajowe można projektować jako linie oddzielne, nie związane ze sobą pod względem eksploatacyjnym, albo jako linie rozgałęziające się.

4.4. Należy przewidzieć połączenia techniczne pomiędzy poszczególnymi liniami sieci, dla umożliwienia przeprowadzania taboru i zjazdów do zajezdni.

4.5. Linie tramwajowe są jednotorowe lub dwutorowe. Na liniach dwutorowych zasadniczo prowadzony jest ruch prawostronny, poza przypadkami stacji w układzie kierunkowym i obsługiwanym taborom jednostronnym przystanków wyspowych lub innymi uzasadnionymi okolicznościami.

4.6. W początkowym okresie eksploatacji należy liczyć się z możliwością eksploatacji taboru różnych typów ze wszystkimi tego konsekwencjami technicznymi. Istotne jest takie skonstruowanie urządzeń technicznych, aby przejście do stanu docelowego przy obsłudze taboru ujednoliconym wymagało możliwie mało nakładów i prac budowlanych.

4.7. Zmiana kierunku jazdy na końcu trasy odbywa się na pętlach, krańcówkach lub torach manewrowo – postojowych.

4.8. Należy przewidzieć, najlepiej na krańcach linii, stacje techniczne – postojowe, pełniące funkcje zajezdni dla codziennej obsługi taboru, doraźnych napraw, czyszczenia taboru, okresowych przeglądów i remontów. Najczęściej w większych sieciach optymalnym rozwiązaniem są jedne główne warsztaty i kilka

hal postojowych z ograniczonym zakresem czynności technicznych.

5. Podstawowe zasady projektowania linii w planie i profilu

5.1. Zasady projektowania linii w planie

5.1.1. Przy projektowaniu torów należy dążyć do uzyskania jak najdłuższych odcinków prostych oraz położonych w łukach o wielkich promieniach $R > 20V$. Minimalna długość odcinka prostego powinna być tak dobrana, żeby czas przejazdu po nim z założoną prędkością wynosił 1s, w przestrzeni ulicznej 0,7s, jednak długość elementu nie może być mniejsza niż 6m. Zapis ten nie dotyczy wstawek prostych.

5.1.2. Jeżeli z zaprojektowanej trasy wynika konieczność stosowania krzywych, należy dążyć do stosowania jak największych promieni, aby umożliwić jazdę taboru z pełną prędkością wynikającą z jego charakterystyki technicznej.

5.1.3. Minimalny promień łuku poziomego powinien wynosić (wartość zalecana/minimalna):

- w torach szlakowych większe z: 300/150m lub 6V/3V

- w obrębie przystanków wg punktu 12.1.1

- w obrębie węzłów rozjazdowych 50/25m

- w torach technicznych (pętla, zajeżdnie,...) 50/20m

5.1.4. Od powyższych wartości możliwe są odstępstwa, zwłaszcza w przypadku torów związanych z przebiegiem ulic lub na skrzyżowaniach ulic, gdzie nie występuje węzeł rozjazdowy. Przy odstępstwie polegającym na zmniejszeniu wartości promienia poniżej bazowych wielkości konieczne jest zapewnienie odpowiednich, unikalnych charakterystyk taboru przeznaczonego do kursowania po danej trasie.

5.1.5. Minimalna długość łuku kołowego powinna być tak dobrana, żeby czas przejazdu po nim z założoną prędkością wynosił 1s, w przestrzeni ulicznej 0,7s, jednak długość elementu nie może być mniejsza niż 6m.

5.2. Zasady stosowania krzywych przejściowych

5.2.1. W torach tramwajowych należy łączyć odcinki proste z łukami kołowymi za pomocą krzywych przejściowych w postaci paraboli trzeciego stopnia lub kłoidy. Zasada powyższa nie dotyczy torów w węzłach rozjazdowych, gdzie na minimalnej długości krzywej przejściowej wypada krzyżownica. Wtedy układ torowy należy zaprojektować w taki sposób, żeby krzyżownica wypadła na łuku kołowym przejściowym.

5.2.2. Krzywe przejściowe stosuje się również na połączeniu dwóch łuków kołowych zgodnych, jeśli różnica przyspieszeń adop pomiędzy łukami przekracza wartość 20% dopuszczalnego niedoboru przechyłki w łuku o mniejszym promieniu.

5.2.3. Długość krzywej przejściowej powinna

być tak dobrana, żeby czas przejazdu po niej z założoną prędkością wynosił 1s, nie mniej niż 6m. W trudnych warunkach terenowych dopuszcza się czas 0,85s, nie mniej niż 5m.

5.2.4. Jeżeli w węźle stosowane są łuki kołowe przejściowe, ich promień powinien wynosić nie mniej niż 50m.

5.2.5. W wybranych torach na terenie zajeżdnie wyjątkowo dopuszcza się stosowanie znormalizowanych rozjazdów o promieniu toru zwrotnego 25 i 20m dla toru normalnego oraz 25, 20 i 18m dla toru wąskiego, bez krzywych przejściowych.

5.2.6. Długość wstawek prostych między łukami odwrotnymi (przeciwnymi) mierzona między:

- początkami krzywych przejściowych,
- początkami ramp przechyłkowych, jeśli nie ma krzywych przejściowych,
- najbliższymi punktami łuków kołowych lub łuków kołowych przejściowych,

powinna być tak dobrana, żeby czas jazdy po niej wynosił co najmniej 2s, w trudnych warunkach terenowych 1,5s, ale nie mniej niż 6m.

5.2.7. Na odcinku szlakowym, dla łuków zgodnych, zaleca się – o ile to możliwe – nie stosować wstawek prostych, lecz zastąpić je jednym z poniższych rozwiązań:

- pojedynczą krzywą przejściową,
- dwiema krzywymi przejściowymi,
- jednym łukiem o dużym promieniu,
- łukiem kosowym, jeśli wpisanie krzywej przejściowej jest niemożliwe.

Czas jazdy po wstawce prostej nie powinien być krótszy niż 1s, po krzywej przejściowej – 0,85s.

5.3. Zasady projektowania linii w profilu podłużnym

5.3.1. Tam, gdzie nie jest możliwe skuteczne odwodnienie torów za pomocą odwodnienia wgłębnego lub rowów, należy stosować pochylenia podłużne o wartości co najmniej 3‰.

5.3.2. Największe dopuszczalne pochylenie podłużne torów wynosi:

- w torach położonych w jezdni, ciągach pieszych i pieszo – jezdnych 40‰,
- w torach niezależnych 60‰.

Dopuszcza się odstępstwo od powyższych wartości do wartości granicznej 100‰, jednak musi ono być potwierdzone stosownymi obliczeniami trakcyjnymi dla każdego typu taboru osobno, a w przypadku torów położonych w jezdni, ciągach pieszych i pieszo – jezdnych musi uwzględniać również bezpieczeństwo pozostałych uczestników ruchu. Zaleca się zachowanie minimalnego pochylenia podłużnego toru wydzielonego co najmniej 0,5‰ ze względu na odwodnienie.

5.3.3. Spadki podłużne toru na przystankach wynoszą maksymalnie 25‰, zaleca się stosowanie pochyłeń nie większych niż 10‰.

5.3.4. Tory w zajeżdniach, tory postojowe, odstawcze i inne, gdzie ma miejsce długotrwały

postój pojazdów bez obsługi, należy projektować w pochyleniu nie większym niż 5‰, zalecana wartość wynosi 0‰.

5.3.5. Maksymalne długości odcinków o jednolitym pochyleniu nie są ograniczone dla pochyłeń mniejszych od 10‰ i przyjmują wartość $Li = 30000/im$ dla pochyłeń $\geq 10‰$. Dopuszcza się odstępstwo od powyższych wartości, jednak musi ono być potwierdzone stosownymi obliczeniami trakcyjnymi dla każdego typu taboru osobno.

5.3.6. Załomy profilu podłużnego powinny w zasadzie znajdować się na prostych w planie. W przypadkach szczególnych, dopuszcza się ich lokalizowanie w łukach poziomych o $R \geq 150m$ i w krzywych przejściowych do tych łuków prowadzących. Jeżeli załom będzie zaokrąglany łukiem pionowym ($z \geq 12mm$), łuk pionowy w całości musi mieścić się na jednym elemencie trasy w planie.

5.3.7. Jeżeli załom profilu wypada na łuku poziomym lub krzywej przejściowej, należy wykonać obliczenia komfortu pasażerów pod kątem przyspieszeń i zmiany przyspieszeń. Dopuszczalne przyspieszenia muszą mieścić się w zakresie 75% dopuszczalnego niedoboru przechyłki.

5.3.8. Promień łuku pionowego oblicza się ze wzoru $R_p = 0,35V^2$. Jeżeli warunki przestrzenne na to nie pozwalają, zamiast mnożnika 0,35 można przyjąć 0,25 dla łuków wypukłych (normalna wartość minimalna 500m, wyjątkowo dopuszczalna 300m) i 0,175 dla wklęsłych (normalna wartość minimalna 500m, wyjątkowo dopuszczalna 300m). Promień łuku pionowego wklęsłego i wypukłego w torach przejeżdżanych z prędkością nie większą niż 10 km/h dopuszcza się jako powiększoną o 10% wartość deklarowaną przez producenta taboru.

5.3.9. Długość wstawki prostej pomiędzy najbliższymi punktami sąsiednich łuków pionowych powinna być równa co najmniej długości najdłuższego składu kursującego po danej trasie.

5.3.10. Zaleca się kończyć łuki pionowe co najmniej 6 m przed początkiem peronu.

5.4. Szerokość toru

5.4.1. Szerokość toru tramwajowego wynosi 1435 (minimalnie 1430, maksymalnie 1450mm) lub 1000mm (minimalnie 996, maksymalnie 1020mm). W wyjątkowych, uzasadnionych przypadkach, dopuszczalne jest stosowanie odmiennych szerokości toru, należy jednak wtedy mieć na uwadze konieczne zmiany wartości granicznych oraz mnożników we wzorach dotyczących obliczeń geometrii toru.

5.4.2. W torach tramwajowych dopuszcza się stosowanie poszerzeń w łukach i rozjazdach o promieniach mniejszych niż 130m (o 20mm) i o promieniach pomiędzy 130 i 150m (o 15mm).

5.5. Przechyłka toru

5.5.1. W torach tramwajowych prostych i położonych w łukach o promieniu większym niż 4000m oraz w torach na węzłach rozjazdowych i w torach gospodarczych i technicznych przechyłki nie wykonuje się. Nie dotyczy to ramp przechyłkowych wprowadzanych na odcinkach prostych przed początkiem łuku kołowego, gdzie nie występują krzywe przejściowe oraz w przypadkach, gdy z powodu konstrukcji nawierzchni jezdni jej odwodnienie realizowane jest spadkiem poprzecznym, co wymusza wyższe położenie jednego toku szynowego, jednak o nie więcej niż 15mm. Ostatni opisywany przypadek powinien być zastępowany rozwiązaniem, w którym obszar nawierzchni drogowej między tokami szynowymi odwadnia się do rowka szyny i skrzynek odwodnieniowych, zaś dopiero nawierzchnia położona poza zewnętrznymi tokami szynowymi ma spadek poprzeczny od toru.

5.5.2. Przechyłkę wykonuje się poprzez wyniesienie zewnętrznego toku szynowego. Wartość przechyłki równoważącej oblicza się ze wzoru $h=11,8V^2/R$ dla toru 1435mm i $8,26V^2/R$ dla toru 1000mm.

5.5.3. Jeżeli niemożliwe jest uzyskanie prze-

chyłki równoważącej, dopuszczalne jest zastosowanie niedoboru przechyłki. Niedobór przechyłki oblicza się z zależności $nh=11,8(v^2/r)-h$ (dla toru 1000mm przyjmujemy mnożnik 8,26). Dopuszczalny niedobór przechyłki wynosi 100mm dla toru 1435, 85 dla toru 1000mm, wyjątkowo 130mm dla toru 1435, 105 dla toru 1000mm.

5.5.4. Dopuszczalna wartość przechyłki wynosi dla toru normalnego 150mm w nawierzchni podsypkowej i 180mm dla nawierzchni bezpodsypkowej, odpowiednio dla toru 1000mm - 100mm dla nawierzchni podsypkowej i 120mm dla nawierzchni bezpodsypkowej.

5.5.5. Wielkość maksymalną przechyłki powinno uzyskiwać się stopniowo na długości rampy przechyłkowej, która może być prostolub krzywoliniowa. Rampa prostoliniowa powinna mieć pochylenie nie większe, niż 1:10V. Prędkość podnoszenia koła na rampie przechyłkowej krzywoliniowej nie powinna przekraczać 50mm/s dla toru 1435mm i 40mm/s dla toru 1000mm, wyjątkowo 60mm/s dla toru 1435mm i 50mm/s dla toru 1000mm. Prędkość zmniejszania niedoboru przechyłki nie powinna przekraczać 55mm/s dla toru

1435mm i 55mm/s dla toru 1000mm, wyjątkowo 90mm/s dla toru 1435mm i 70mm/s dla toru 1000mm.

5.6. Zasady rozwiązania skrzyżowań z różnymi ciągami komunikacyjnymi

5.6.1. Skrzyżowania linii tramwajowych z innymi środkami transportu powinny zapewniać tramwajowi możliwie wysoką swobodę ruchu.

5.6.2. Skrzyżowania jednopoziomowe są realizowane m.in.:

- na skrzyżowaniach ulic i dróg wyposażonych w sygnalizację świetlną, przy czym ruch tramwajowy otrzymuje możliwie wysoki priorytet, co opisano w punkcie 13.4.1.,
- z ulicami i drogami, gdzie na przecięciach instaluje się sygnalizację świetlną wzbudzaną przez tramwaj lub inne środki poprawiające bezpieczeństwo pozostałych uczestników ruchu,
- z ciągami pieszymi i pieszo – jezdniowymi, z zachowaniem odpowiednich środków bezpieczeństwa,
- wyjątkowo z liniami kolejowymi, gdzie indywidualnego opracowania wymagają przede wszystkim: kompatybilność obu systemów zabezpieczenia ruchu, skrzyżowanie dwóch sieci trakcyjnych o różnych napięciach oraz skrzyżownice.

6. Skrajnia i szerokość torowiska

6.1. Skrajnia taboru

6.1.1. Skrajnia taboru jest to linia obrysu figury płaskiej, stanowiąca podstawę do określenia największych dopuszczalnych wymiarów taboru w przekroju poprzecznym.

6.1.2. Pionowa oś symetrii skrajni taboru pokrywa się z pionową osią symetrii wagonu i toru. Oś pozioma skrajni taboru leży w płaszczyźnie główek szyn.

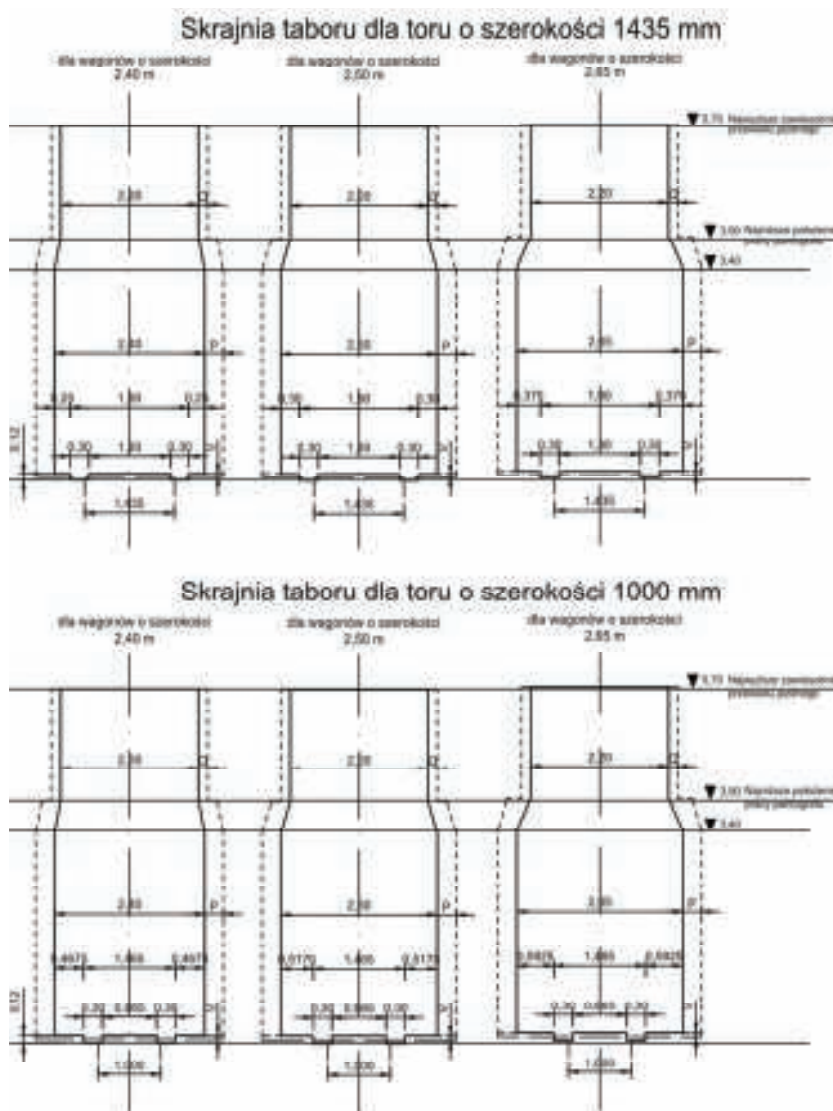
6.1.3. Dopuszcza się przekroczenie skrajni taboru pojazdu przez lusterka, progi i inne wysunięte elementy, pod warunkiem nieprzekraczania skrajni budowli.

6.1.4. Kształt i wymiary skrajni taboru dla wagonów o szerokości 2,40m, 2,50m i 2,65 m przedstawiono na Rysunku 1. W przypadku stosowania wagonów o innej szerokości należy dokonać stosownych przeliczeń.

6.2. Skrajnia budowli

6.2.1. Skrajnia budowli jest to linia obrysu figury płaskiej, stanowiąca podstawę do określenia w przekroju poprzecznym wolnej przestrzeni dla ruchu pojazdów szynowych, na zewnątrz której powinny znajdować się wszelkie budowle, urządzenia i przedmioty położone przy torze, za wyjątkiem urządzeń przeznaczonych do bezpośredniego współdziałania z taborem jak sieć trakcyjna czy krawędzie peronowe.

6.2.2. Pionowa i pozioma oś symetrii skrajni budowli pokrywa się z pionową i poziomą osią skrajni taboru.



1. Skrajnia taboru

6.2.3. Skrajnia budowli uwzględnia odległość skrajni taboru od obiektów stałych, którą poza obrębem przystanków należy przyjmować na wysokości nadwozia jako 0,50m dla obiektów punktowych (których długość mierzona wzdłuż toru jest mniejsza lub równa 3,0m) i 0,75m dla obiektów ciągłych (których długość mierzona wzdłuż toru jest mniejsza lub równa 3,0m). Odległość 0,75m może być w wyjątkowych warunkach zmniejszona do 0,50m pod warunkiem zapewnienia co 20m nisz o głębokości co najmniej 0,75m, wysokości co najmniej 2,10m i szerokości nie mniejszej niż 1,5m. Nie dotyczy to ogrodzeń i żywopłotów. Na wysokości pantografu odległość skrajni taboru od obiektów budowlanych wynosi 0,4m.

6.2.4. Odległość skrajni taboru od obiektów stałych na peronie do wysokości skrajni pieszej powinna wynosić co najmniej 2,00m dla budowli projektowanych i 1,50m dla istniejących.

6.2.5. Najmniejszą dopuszczalną wysokość w świetle dla budowli, pod którymi przebiegają tory tramwajowe, ustala się na:

- 0,40m ponad poziom najwyższego punktu sieci trakcyjnej z dopuszczeniem stosowania kotwien sieci trakcyjnej do budowli masywnej,
- 0,20m ponad poziom najwyższego punktu sieci trakcyjnej bez możliwości kotwienia sieci trakcyjnej do budowli i z zapewnieniem braku możliwości zetknięcia elementów pod napięciem z elementami konstrukcji,
- 0,20m ponad najwyższym punktem pojazdu w najbardziej niekorzystnych warunkach (nowe koła, nowe szyny, pojazd pusty) dla odcinków przejeżdżanych z zastosowaniem innego sposobu zasilania niż napowietrzna sieć trakcyjna.

6.2.6. Powyższe zapisy nie dotyczą budowli istniejących. Dopuszcza się dalszą eksploatację torów tramwajowych pod takimi obiektami z zastosowaniem należytych środków bezpieczeństwa.

6.2.7. Kształt i wymiary skrajni budowli dla wagonów o szerokości 2,40m przedstawiono na Rysunku 2. Dla wagonów o innej szerokości należy dokonać stosownych przeliczeń.

6.2.8. Poszerzenia skrajni taboru i budowli oblicza się z następujących wzorów:

$$P_i = \frac{5}{R}$$

$$Q_i = \frac{0,5}{R}$$

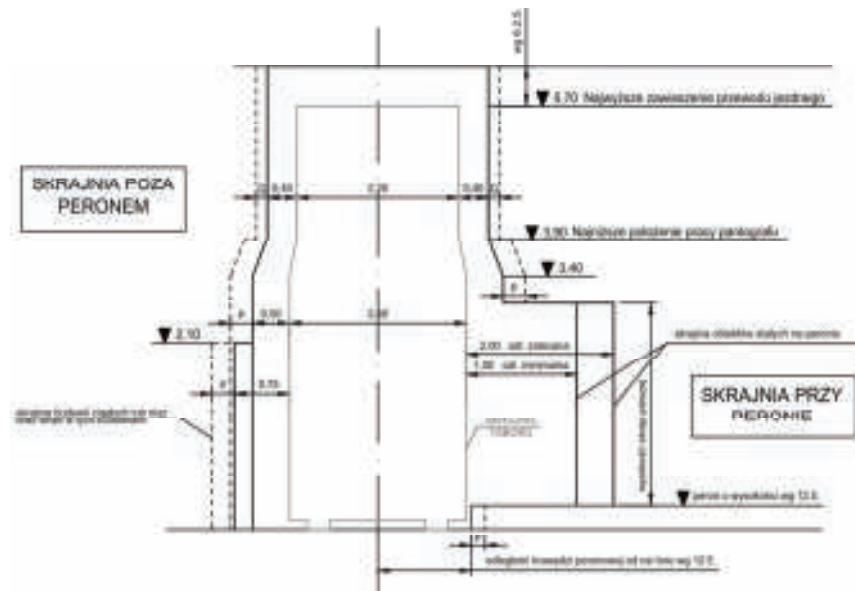
gdzie:

P_i, Q_i - poszerzenie po wewnętrznej stronie łuku [m]

R - promień łuku poziomego [m]

- dla zewnętrznej strony łuku poziomego toru

$$P_a = \frac{5}{R} \quad \text{dla łuków o } R \geq 25m$$



2. Skrajnia budowli dla wagonów o szerokości 2,40 m

$$P_a = \frac{5}{R} + \left(\frac{25}{R} - 1 \right) \cdot \frac{168}{R^2} \quad \text{dla łuków o } R < 25m$$

$$Q_a = 0$$

gdzie:

P_a, Q_a - poszerzenie po wewnętrznej stronie łuku [m]

R - promień łuku poziomego [m]

6.2.9. Obniżenie skrajni taboru na łuku wklęsłym lub wypukłym pionowym toru

$$V = \frac{5}{R_v}$$

gdzie:

V - obniżenie skrajni na łuku pionowym toru [m]

R_v - promień łuku pionowego toru [m]

6.2.10. Poszerzenia skrajni taboru i budowli w planie należy wprowadzać na krzywych przejściowych. Gdy krzywe przejściowe nie występują, poszerzenia należy wprowadzać w następujący sposób:

- przy przejściu z prostej w łuk - Rysunek 3
- pomiędzy dwoma łukami - Rysunek 4

6.3. Szerokość torowiska

6.3.1. Szerokość pasa terenu koniecznego dla przeprowadzenia trasy zależy od sposobu jej prowadzenia w istniejącym terenie oraz możliwości zapewnienia odwodnienia.

6.3.2. Torowiska tramwajowe należy zasadniczo projektować jako wydzielone. Na ulicach i drogach klas niższych od GP dopuszcza się projektowanie torowisk wspólnych z jezdnią. Dopuszczalne jest również umieszczanie torowisk w ciągach pieszych i pieszojezdnich.

6.3.3. Minimalna odległość pomiędzy wagonami na sąsiednich torach powinna wynosić 0,50m.

6.3.4. Rozstaw osiowy torów tramwajowych na szlaku na torze prostym w planie powinien

wynosić nie mniej niż:

- d+0,5 - gdy międzytorze jest wolne,
- d+1,50 m - gdy na międzytorzu są słupy trakcyjne,
- d+1,10 m - gdy na międzytorzu jest ogrodzenie,
- d+0,70 m - na pasach autobusowo-tramwajowych,
- gdzie: d - szerokość taboru tramwajowego [m].

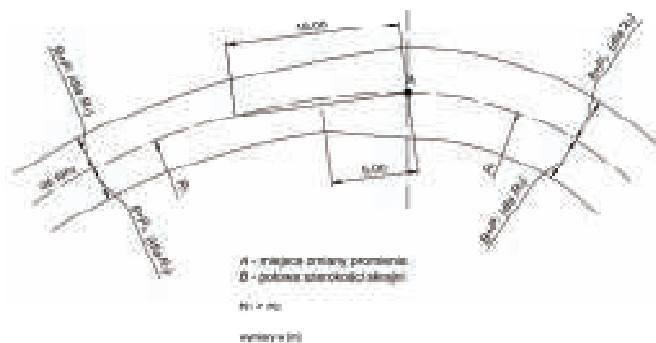
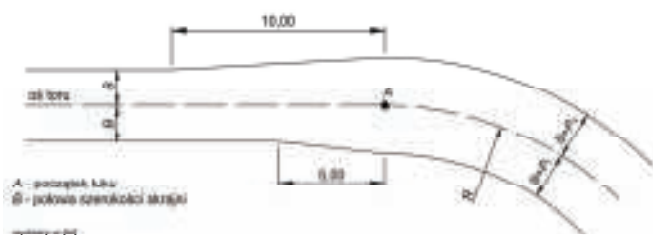
Dla torowisk leżących w łukach w planie należy doliczyć poszerzenia skrajni.

6.3.5. W przypadku, gdy torowisko tramwajowe przylega bezpośrednio do jezdni, chodnika lub ścieżki rowerowej, odległość pomiędzy skrajnią taboru a krawędzią torowiska nie może być mniejsza niż 0,75m.

7. Podtorze

7.1. Podtorze jest budowlą ziemną wykonaną na gruncie rodzimym jako nasyp lub przekop wraz z urządzeniami ją zabezpieczającymi i odwadniającymi, na której jest ułożona nawierzchnia toru tramwajowego. Jako powierzchnię rozgraniczającą nawierzchnię od podtorza przyjmuje się spód warstwy podsypki tłuczniowej w torze podsypkowym oraz dolną powierzchnię płyty lub ławy betonowej lub bitumicznej w nawierzchniach bezpodsynekowych. Warstwa ochronna, o ile występuje, jest elementem podtorza.

7.2. Na długości obiektów inżynierskich podtorze stanowi konstrukcja tych obiektów, ewentualnie z pośrednictwem naziomu. Na mostach, wiaduktach i stropach pomieszczeń podziemnych zaleca się stosowanie konstrukcji toru w wysokim stopniu tłumiących drgania i hałas. Należy pamiętać, że hałas może być generowany również przez elementy konstrukcji mostowej, np. środki dźwigarów, należy zatem podjąć odpowiednie kroki już na etapie projektu wstępnego konstrukcji



3. Wprowadzenie poszerzenia skrajni przy przejściu z prostej w łuk

4. Zmiana poszerzenia skrajni pomiędzy dwoma łukami

mostowej. Na mostach i wiaduktach, gdzie zastosowano szyny Vignoles'a, należy stosować odbojnice lub urządzenia równoważne, jak odpowiednio ukształtowane koryta szynowe w nawierzchni bezpodsytkowej, według przepisów kolejowych.

7.3. Odwodnienie podtorza na terenach bez dostępu do sieci kanalizacyjnej należy w zasadzie wykonywać za pomocą rowów bocznych, z odprowadzeniem wody do cieków, zbiorników, studni chłonnych lub zbiorników odprowadzających z pośrednictwem niezbędnych urządzeń do jej wstępnego oczyszczania, jak osadniki czy separatory tłuszczu.

7.4. Odwodnienie podtorza na terenach zurbanizowanych, wyposażonych w sieć kanalizacyjną, należy podłączyć do ww. sieci.

7.5. Odwodnienie poprzez nadanie górnej powierzchni podtorza spadku poprzecznego o wartości od 2 do 5% może obejmować maksymalnie 3 tory lub maksymalnie 20m w jednym kierunku.

7.6. Pochylenie skarp przekopów i nasypów zaleca się projektować jako nie większe niż 1:1,5. Przekrój poprzeczny podtorza zaleca się kształtować według przepisów dotyczących podtorza kolejowego.

8. Nawierzchnia – zagadnienia wspólne

8.1. Nawierzchnia toru tramwajowego składa się z szyn, mocowań i podbudowy. Wyróżnia się następujące podziały nawierzchni tramwajowych:

- podsytkowe i bezpodsytkowe,
- odkryte i zabudowane,
- z punktowym i ciągłym podparciem i przytwierdzeniem szyn.

8.2. Nawierzchnia toru tramwajowego może być zabudowana w sposób umożliwiający wyjątkowy lub normalny ruch pojazdów samochodowych. W przypadku przewidywania prowadzenia po torze normalnego ruchu pojazdów, nawierzchnia toru powinna spełniać wymagania nośności jak dla klasy co najmniej KR3. W przypadku przewidywanego normalnego ruchu pojazdów ciężkich, w tym autobusów, nawierzchnia powinna odpowiadać co najmniej klasie KR4.

8.3. Nawierzchnię toru tramwajowego należy dobierać w taki sposób, aby zapewnić możliwie wysoką jej trwałość oraz aby odpo-

wiednio zredukować oddziaływania toru na pobliskie budynki i ludzi w nich przebywających, zgodnie ze stosownymi normami lub ich odpowiednikami. Również hałas należy ograniczać w możliwie dużym stopniu przez umiejętny dobór elementów nawierzchni.

8.4. Do typowych profili tramwajowych zalicza się szyny główkowe (kolejowe, Vignoles'a), rowkowe oraz blokowe. Zaleca się stosowanie szyn Vignoles'a na prostych i w łukach o $R \geq 150m$ w torze odkrytym. Alternatywnie, jeśli odcinek szyn rowkowych miałby być nie dłuższy niż 100m, możliwe jest stosowanie specjalnych profili przyszynowych, dopasowanych do szyn 49E1, dla ukształtowania żłobka przy główce szyny.

8.5. Styki szyn należy spawać lub zgrzewać. Wyjątkowo, jeżeli tor układany jest tymczasowo, dopuszcza się styki klasyczne (łubki).

8.6. Uzupełnieniem profili szynowych są profile i elementy specjalne, służące do wyrobu krzyżownic, iglic i opornic. Zalicza się do nich m.in. szyny płytkorowkowe, szyny stołeczkowe, szyny szerokogłówkowe, szyny dwugłówkowe, kształtowniki zwrotnicowe i bloki krzyżownic.

8.7. Zaleca się wykonywanie krzyżownic głębokorowkowych, dla szerokości obręczy 95 – 105mm w zakresie kątowym 17,7 – 35g. Dla innych szerokości obręczy zakres kątowy należy indywidualnie przeliczyć.

8.8. W miejscach narażonych na podłużny przesuw szyn lub konstrukcji stanowiącej podtorze należy stosować styki dylatacyjne (urządzenia wyrównawcze).

8.9. Przytwierdzenie szyn powinno zapewniać ich pracę w zakresie sprężystym. Ze względu na rosnące wymagania dotyczące emisji hałasu i drgań należy dążyć do takich rozwiązań, w których stopka, szyjka i powierzchnie główki nie stykające się z kołami otulone są materiałem o charakterystyce sprężysto – tłumiącej. Dobór parametrów takiego materiału powinien uwzględniać planowane do osiągnięcia efekty tłumiące oraz wpływ innych stosowanych w konstrukcji toru elementów sprężystych, jak maty podtorowe. W konstrukcji przytwierdzeń punktowych należy odchodzić od stosowania łapek sztywnych, przenoszących drgania bezpośrednio z szyn na sztywną podbudowę lub zakotwione w niej dyble. Dobre wyniki można osiągnąć również za pomo-

cą odpowiednio dobranego przytwierdzenia ciągłego, w postaci wkładek gumowych lub elastycznych mas zalewowych.

8.10. Wkładki przyszynowe mogą być wykonywane z materiałów o charakterystyce zbliżonej do gumy lub z materiałów sztywnych. Nie zaleca się stosowania bloczków betonowych wklejanych cienkowarstwowo w komory szynowe.

8.11. W torach na łukach o promieniu mniejszym niż 100m zaleca się stosowanie poprzeczek torowych o takim profilu, by zapewniały stabilność szerokości toru zarówno przy zbliżaniu się, jak i oddalaniu szyn.

8.12. W przypadku występowania łuków poziomych na odcinkach o znacznym pochyleniu podłużnym (powyżej 25‰), należy przy szynach wewnętrznych Vignoles'a stosować odbojnice. Odbojnice wykonuje się analogicznie jak na kolei.

9. Nawierzchnia – tor podsytkowy

9.1. W torze klasycznym zaleca się stosować podkłady strunobetonowe lub z drewna twardego. Podkłady należy układać prostopadle do szyn, w odstępach osiowych 60 – 80cm, zależnie od przewidywanego natężenia ruchu i rodzaju szyn.

9.2. Podkłady powinny być zagłębione w podsypce do swojej górnej powierzchni, z zachowaniem odległości co najmniej 5cm między spodem stopki szyny a górną powierzchnią podsypki.

9.3. Najmniejsza grubość podsypki mierzonej pod tym tokiem szynowym, gdzie jest jej mniej, powinna wynosić 20cm. W przypadku stosowania wibroizolacyjnych mat podtorowych, grubość podsypki może ulec zmniejszeniu.

9.4. Skarpy przyzmy podsypki powinny posiadać pochylenie nie większe niż 1:1,5.

9.5. Szerokość obsypania czoł podkładów powinna wynosić co najmniej 30cm.

9.6. Zaleca się układanie podsypki na warstwie ochronnej (filtracyjnej) i/lub geotekstyliach.

9.7. Dla umożliwienia zmechanizowanych robót torowych (podbijanie toru, oczyszczanie tłuczni itp.) nie należy umieszczać w podsypce żadnych przewodów, instalacji i innych urządzeń niewidocznych dla operatorów sprzętu, za wyjątkiem obiektów koniecznych

do umieszczenia właśnie w tym miejscu, jak pętle indukcyjne.

9.8. Jeżeli tor klasyczny ma zostać zasypany kruszywem do poziomu główki szyny, zaleca się uprzednie otulenie profilu szynowego elementami wibroizolacyjnymi.

10. Nawierzchnia – tor bezpodsypkowy

10.1. Ze względu na intensywny rozwój nawierzchni bezpodsypkowych oraz ich korzystne charakterystyki należy założyć, że docelowo tor podsypkowy będzie stosowany wyłącznie na odcinkach podmiejskich i innych znacznie oddalonych od zabudowy, oraz przebiegających w terenie mało wrażliwym na hałas i drgania, jak tereny przemysłowe. Przy remontach na terenie zurbanizowanym należy więc wymieniać istniejące odcinki toru klasycznego na bezpodsypkowe lub zmodyfikowane, np. przez dodanie wibroizacyjnych mat podtorowych lub sprężystych podpór podkładów oraz otulenie szyn elementami wibroizacyjnymi.

10.2. Nie zaleca się stosowania takich konstrukcji, w których szyna w całości wystaje ponad poziom otaczającej nawierzchni. Zaleca się zagłębienie szyn co najmniej do szczytu szynki.

10.3. Wypełnienie nawierzchni bezpodsypkowej zabudowanej może być dostępne dla innych rodzajów ruchu normalnie, tylko w sytuacjach awaryjnych (przejazd służb ratunkowych) lub niedostępne (nawierzchnie zielone itp.). Warunkuje to dobór konstrukcji nawierzchni.

10.4. Ustrój nośny nawierzchni bezpodsypkowej najczęściej składa się z monolitycznych lub prefabrykowanych elementów żelbetowych. Właściwe charakterystyki pracy szyn uzyskiwane są za pomocą więcej niż jednego stopnia tłumienia drgań w formie sprężysto – tłumiących przekładek, podkładek, podlewów czy mat.

10.5. Uzyskanie znacznego stopnia redukcji oddziaływań na otoczenie realizuje się najczęściej za pomocą tzw. lekkich lub ciężkich systemów masowo – sprężystych, w których konstrukcja toru spoczywa na podbudowie za pośrednictwem powierzchniowych, pasmowych lub punktowych podpór elastycznych. Każdorazowo konieczne jest wykonanie dokładnych symulacji charakterystyk pracy danej konstrukcji toru z uwzględnieniem rodzaju i przeznaczenia pobliskich budowli.

10.6. Podbudowa nawierzchni bezpodsypkowej może być wykonana z asfaltobetonu, betonu lub gruntu stabilizowanego.

11. Rozjazdy i skrzyżowania torów

11.1. Rozjazdy i węzły rozjazdowe powinny być projektowane tak, aby umożliwić jak najwyższą dopuszczalną prędkość jazdy i przepustowość układu torowego.

11.2. Zaleca się, żeby rodzaj szyn, z których

wykonano rozjazd, był taki sam jak w torze przyległym.

11.3. Zwrotnice powinny być wyposażone w urządzenia do automatycznego przekładania iglic oraz w ogrzewanie.

11.4. Skrzyżki rozjazdowe powinny być skanalizowane.

11.5. Zwrotnice usytuowane w pasach ruchu, ciągach pieszych i rowerowych powinny być wyposażane w napędy umożliwiające łagodne przekładanie iglic (np. hydrauliczne).

11.6. W rozjazdach o małych promieniach zaleca się stosować typowe półzwrotnice.

11.7. Skrzyżowania torów nie związane z węzłami rozjazdowymi należy projektować w taki sposób, aby zachować właściwe trójkąty widoczności.

11.8. Rozjazdy i skrzyżowania mogą być układane w poziomie lub na pochyleniu oraz na łukach pionowych wklęsłych o promieniu $\geq 1000\text{m}$ i wypukłych o promieniach $\geq 2500\text{m}$.

11.9. Rozjazdów i skrzyżowań zasadniczo nie powinno się lokalizować na pochyleniach większych niż 30‰.

11.10. Dopuszcza się wykonywanie skrzyżowań i połączeń torów kolejowych i tramwajowych, pod warunkiem zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, w tym widoczności, oraz kompatybilności standardów technicznych toru i taboru.

12. Przystanki

12.1. Wytyczne ogólne

12.1.1. Przystanki powinny być usytuowane na odcinkach prostych. Wyjątkowo, w trudnych warunkach, dopuszcza się lokalizację przystanku na łuku poziomym, pod warunkiem zapewnienia dobrej widoczności tej burty pojazdu, gdzie odbywa się wymiana pasażerów. Widoczność ta może być zapewniona np. przez zastosowanie lusterek lub kamer własnych pojazdu, luster zewnętrznych lub kamer i monitorów. Minimalny promień łuku poziomego z przystankiem wynosi 500m dla peronu na zewnątrz łuku i 250m dla peronu wewnątrz łuku.

12.1.2. W pochyleniu podłużnym, przystanki powinny odpowiadać warunkom zapisanym w punkcie 5.3.3.

12.1.3. Zaleca się wykonywanie przystanków w formie wyspowej, przystanków wiedeńskich, z podniesionym pasem wsiadania, z antyzatoką lub z wsiadaniem z przylegającego do torowiska chodnika. W przypadku budowy nowych lub przebudowy istniejących przystanków niedopuszczalne jest stosowanie rozwiązań z platformą przystankową położoną na poziomie główki szyny lub przylegającej jezdni. Istniejące przystanki tego typu, zwłaszcza z dojściem przez więcej niż jeden pas ruchu, jako stwarzające szczególne zagrożenie dla pasażerów, należy przy najbliższej okazji przebudować. Wyniesienie platformy przystankowej ponad główkę szyny zależne jest od wysokości krawędzi peronowej okre-

ślonej w pkt. 12.5.9.-12.5.15.

12.1.4. Jeżeli krawędź peronowa położona jest przy torowisku, po którym odbywa się ruch kołowy, jego prędkość nie powinna przekraczać 50 km/h.

12.2. Powiązanie przystanków z otoczeniem

12.2.1. Lokalizację i liczbę przystanków należy dostosować do istniejącego i planowanego w najbliższym czasie sposobu zagospodarowania przyległego terenu, stwarzając możliwie dogodne warunki dojścia oraz zapewniając możliwie krótkie przesiadki na inne rodzaje transportu zbiorowego. Dojścia do przystanków powinny być tak usytuowane, żeby zapewnić bezpieczne i wygodne połączenia z ciągami pieszymi oraz innymi przystankami.

12.2.2. Przy lokalizacji przystanków należy brać pod uwagę możliwość bezpośredniego ich powiązania z wielkimi generatorami ruchu, jak dworce kolejowe, centra handlowe, zakłady pracy i inne.

12.2.3. Odległości między przystankami powinny odpowiadać zapisom punktu 2.5.

12.2.4. W miejscach dwupoziomowego krzyżowania się linii tramwajowej i innego ciągu transportowego należy w pierwszej kolejności rozważyć możliwość bezpośredniego powiązania peronów.

12.2.5. Przystanki na skrzyżowaniach wyposażonych w sygnalizację świetlną zaleca się lokalizować za skrzyżowaniem. Inne rozmieszczenie powinno być w przekonujący sposób uzasadnione.

12.2.6. W szczególnych przypadkach dopuszcza się zatrzymywanie tego samego tramwaju na więcej niż jednym przystanku w obrębie tego samego węzła.

12.2.7. Zespół peronów oraz dojść do nich powinien tworzyć czytelny układ funkcjonalny.

12.3. Układ funkcjonalny i wyposażenie przystanków

12.3.1. Zaleca się wykonywanie obustronnych dojść pieszych do przystanków wyspowych.

12.3.2. Obecność i wielkość pomieszczeń przeznaczonych do oczekiwania pasażerów określa się w każdym przypadku indywidualnie, w zależności m.in. od spodziewanych potoków pasażerskich oraz częstotliwości kursowania.

12.3.3. Przystanki powinno się wyposażać w dynamiczną informację pasażerską. Przykładowo, znane są tablice informacyjne umieszczone powyżej skrajni pieszej, małogabarytowe wyświetlacze zastępujące papierowy rozkład jazdy oraz systemy informacji głosowej.

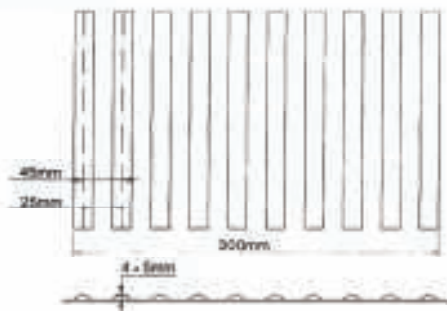
12.3.4. Przystanki powinny być oświetlone.

12.3.5. Informacja pasażerska na przystankach położonych przed skrzyżowaniem lub węzłem rozjazdowym powinna określać kierunek, w którym tramwaj będzie się poruszał za skrzyżowaniem.

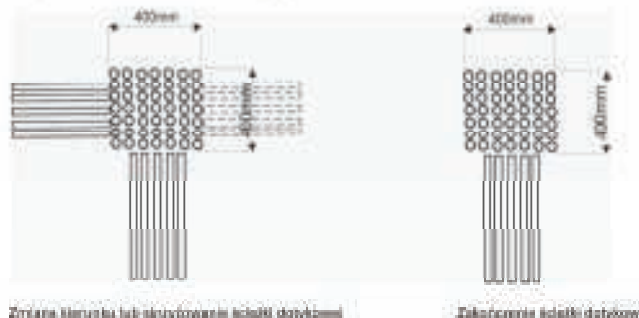
12.4. Krańcówki i pętle

12.4.1. Na krańcach tras tramwajowych należy

1. Wzór elementu ścieżki dotykowej



2. Wzór skrzyżowania i zakończenia ścieżki dotykowej



1. Wzór elementu dotykowego ostrzegawczego



2. Układ rozmieszczenia elementów dotykowych ostrzegawczych



3. Układ oznakowania strefy zagrożenia



5. Wzór elementu oraz skrzyżowania i zakończenia ścieżki dotykowej, za [11]

6. Wzór elementu oraz skrzyżowania i zakończenia ścieżki dotykowej, na podstawie [11]

projektować pętle lub krańcówki, wyposażone w tory manewrowo – postojowe, umożliwiające zawracanie, postój i wyprzedzanie pociągów. Ponadto zaleca się projektować również pętle lub krańcówki pośrednie, służące do kończenia biegu części pojazdów na trasie.

12.4.2. W miejscach, gdzie projektuje się pętle lub krańcówki, w zależności od uzasadnienia ruchowego, może wystąpić potrzeba umożliwienia wjazdu z kilku kierunków tras.

12.4.3. Zaleca się lokalizowanie na pętlach i krańcówkach pojedynczych peronów przyjazdowych i odjazdowych. W uzasadnionych przypadkach, przy spodziewanym gwałtownym napływie pasażerów (stadiony itp.), można zastosować więcej peronów. Nie zaleca się wykonywania osobnych peronów dla każdej linii przy torach na pętli, w szczególności przy torach położonych w łukach.

12.4.4. Liczba torów na pętli lub krańcówce powinna być równa liczbie linii kończących tam bieg powiększonej o jeden tor rezerwowi.

12.4.5. W przypadku występowania na pętli lub krańcówce peronów innych środków transportu, należy zadbać o bardzo dobre ich wzajemne powiązanie. Najwygodniejsze jest umożliwienie powiązanie parami np. peronu przyjazdowego tramwajowego z odjazdowym autobusowym, przy wspólnej krawędzi lub przez szerokość peronu dwukrawędziowego.

12.4.6. Perony lub krawędzie peronowe przeznaczone wyłącznie dla wysiadających mogą oferować ograniczony zakres usług (bez wiaty, automatu biletowego, ławek itp.) ze względu

na przewidywany brak osób oczekujących.

12.5. Podstawowe charakterystyki przystanków

12.5.1. Szerokość peronu należy przyjmować w zależności od spodziewanych potoków pasażerskich.

12.5.2. Minimalna szerokości peronu jednokrawędziowego powinna uwzględniać następujące obszary:

- strefę zagrożenia, której granice powinny być oznakowane znakami wizualnymi w postaci pasów o kolorze kontrastującym z kolorem posadzki i szerokości nie mniejszej niż 0,1 m umieszczonej bezpośrednio przy krawędzi peronowej oraz szerokości nie mniejszej niż 0,05 m umieszczonej w odległości nie mniejszej niż 0,5 m od krawędzi peronowej; układ oznakowania strefy zagrożenia określa Rysunek 5,

- pas oznakowania dotykowego o stałej szerokości nie mniejszej niż 0,4 m i nie większej niż 0,60 m; wzór elementu oraz rozmieszczenia dotykowych znaków ostrzegawczych określa Rysunek 5,

- trasę wolną od przeszkód, której minimalna zalecana szerokość przy dobrej dostępności miejsca powinna wynosić 1,50m; w przypadku peronów o dużej wymianie pasażerskiej szerokość ta powinna być zwiększona; w przypadku ograniczonej dostępności przestrzeni szerokość trasy wolnej od przeszkód może zostać zmniejszona; trasa wolna od przeszkód może być zadana w sposób nie naruszający pionowego wymiaru skrajni ruchu pieszego oraz nie wymagający umieszczenia w nim podpór,

- pas urządzeń przystankowych, w którym umieszczone są elementy systemu informacji pasażerskiej, wiaty lub podpory zadaszenia, ogrodzenia itp. oraz który przeznaczony jest dla osób oczekujących na pojazd; szerokość pasa powinna być uzależniona od wyposażenia peronu oraz spodziewanych potoków pasażerskich.

12.5.3. Jeżeli po stronie przeciwnej do krawędzi peronowej peron wyspowy przylega do jezdni, należy przewidzieć ogrodzenie.

12.5.4. Minimalna szerokości peronu dwukrawędziowego musi uwzględniać podwójną szerokość strefy zagrożenia, pasa oznakowania dotykowego oraz trasy wolnej od przeszkód.

12.5.5. Trasa wolna od przeszkód powinna być wyraźnie oznaczona za pomocą informacji wizualnej. Zaleca się, aby informacje o trasie wolnej od przeszkód powinny być przekazywane za pomocą znaków rozpoznawanych dotykiem, mapy w alfabecie Braille'a.

12.5.6. Na całej długości trasy wolnej od przeszkód powinna przebiegać ścieżka dotykowa. Wzór elementu oraz skrzyżowania i zakończenia ścieżki dotykowej określa Rysunek 6.

12.5.7. W przypadku przystanków wiedeńskich i z podniesionym pasem wsiadania, strefę zagrożenia należy wyznaczyć przy krawędzi obszaru oczekiwania dla pasażerów.

12.5.8. Długość peronu powinna być równa długości najdłuższego pociągu plus 4m dla przystanków pojedynczych oraz dwie długości najdłuższego pociągu plus 7m dla przystanków podwójnych. Wyjątkowo, w trudnych warunkach przestrzennych dopuszcza się odstępstwo od tej zasady, jednak w żąd-

nich okolicznościach drzwi pojazdu prowadzące do przedziału pasażerskiego nie mogą znajdować się poza krawędzią peronową. Nie zaleca się projektowania przystanków potrójnych i dłuższych.

12.5.9. Każdy zarządca infrastruktury tramwajowej zobowiązany jest na mocy niniejszych przepisów do ustalenia standardowych, obowiązujących w obrębie zarządzanej sieci tramwajowej, parametrów odnoszących się do krawędzi peronowej położonej na odcinku prostym w planie:

- poziomej odległości krawędzi peronowej od osi toru,
- wysokości krawędzi peronowej w odniesieniu do płaszczyzny główek szyn,
- poziomej odległości krawędzi wejścia pojazdów od osi toru,
- wysokości krawędzi wejścia pojazdów w odniesieniu do płaszczyzny główek szyn.

Krawędź wejścia może stanowić krawędź nadwozia pojazdu lub krawędź zamocowanego do nadwozia elementu (progu) stanowiącego poszerzenie pojazdu na długości wejść. Konieczna jest możliwie pełna standaryzacja tych wielkości w skali sieci, natomiast w skali kraju - pożądana.

12.5.10. W przypadku pojazdów fabrycznie nowych:

- pozioma odległość pomiędzy krawędzią peronową prostą w planie a krawędzią wejścia nie powinna być większa niż 50 mm i mniejsza niż 20 mm,
- pionowa odległość pomiędzy krawędzią peronową prostą w planie a krawędzią wejścia nie powinna być większa niż 50 mm powyżej krawędzi peronowej oraz 30 mm poniżej krawędzi peronowej, przy czym należy uwzględnić maksymalne dopuszczalne obniżenie krawędzi wsiadania wynikające z ugięcia zawieszenia pod obciążeniem użytkowym. Zakres zasadniczy możliwego położenia krawędzi wejścia względem krawędzi peronowej określa Rysunek 7.

12.5.11. Powyższe parametry powinny być zachowane w całym okresie eksploatacji taboru oraz infrastruktury, co wymaga zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych zapewniających niezmienną wzajemną pozycję toru i krawędzi peronowej, w szczególności stosowania konstrukcji bezpodsykowych toru lub elementów dystansowych w nawierzchniach podsykowych, oraz odpowiedniego systemu utrzymania taboru i toru w zakresie ograniczonego dopuszczalnego zużycia profili obrzeży kół oraz szyn. Zaleca się użytkowanie taboru z regulowanym zawieszeniem, pozwalającego na uzyskanie różnicy wysokości +20, -10mm niezależnie od stopnia zużycia szyn, kół czy obciążenia wozu.

12.5.12. Dla zwiększenia bezpieczeństwa można zastosować dodatkowe środki po stronie infrastruktury i taboru. Krawędź peronowa może zostać wyposażona w gumowe nakładki, lub analogiczne elementy stałe lub regulowane, stanowiące nieduży wspornik. Ściany

boczne pudła tramwaju powinno się kształtować jako zaokrąglone łukiem o bardzo dużym promieniu i najszerszym miejscu tramwaju w połowie wysokości kabiny pasażerskiej (przekrój „beczkowy”), oraz wystających na kilka – kilkanaście centymetrów progów, będących najbardziej wysuniętymi elementami wozu na wysokości dolnej krawędzi nadwozia. Dzięki takiemu ukształtowaniu, drzwi mogą otwierać się nawet przy krawędziach peronowych wyższych niż podłoga w pojeździe, pomimo minimalnej szczeliny poziomej.

12.5.13. W przypadku sieci istniejących standardowe parametry krawędzi peronowych powinny zostać ustalone na podstawie parametrów krawędzi wejścia taboru eksploatowanego. Wysokość krawędzi peronowej powyżej główki szyny należy określić na podstawie wysokości krawędzi wsiadania pojazdów niskopodłogowych i niskowejściowych. Zakres możliwego położenia krawędzi wejścia względem krawędzi peronowej określa Rysunek 7. W przypadku pojazdów eksploatowanych dopuszczalne jest wykorzystanie zakresu rozszerzonego. Zaleca się, aby w przypadku sieci dostosowanych do kursowania pojazdów o maksymalnej szerokości nadwozia 2,40 m pozioma odległość krawędzi peronowej od osi toru została ustalona jako 1,25 m. W przypadku konieczności zmniejszenia szczeliny należy zastosować w taborze zewnętrzne progi.

12.5.14. Parametry krawędzi peronowych oraz oznaczenia stref zagrożenia powinny zostać docelowo ujednolicone na całej sieci. Na mocy niniejszych przepisów każdy zarządca sieci zobowiązany jest do opracowania harmonogramu dostosowania wszystkich peronów do standardowych parametrów krawędzi peronowej oraz oznaczeń strefy zagrożenia.

12.5.15. W przypadku peronów położonych na łuku w planie, odległość krawędzi peronowej od osi toru powinna uwzględniać dodatkowe poszerzenie skrajni według oceny zarządcy sieci.

12.5.16. Dopuszcza się stosowanie urządzeń ruchomych w formie podnośników, dźwigów i innych, których platforma zrównuje się wysokościowo z poziomem progu pojazdu. Ze względu na koszty montażu i eksploatacji są

to urządzenia niezalecane.

12.5.17. Odległości poziome między pojazdem i peronem opisane w pkt. 12.5.10, 12.5.13 mogą być zwiększone, jeśli ruchome urządzenia służące do zamknięcia lub ograniczenia szczeliny, zainstalowane w pojeździe lub na peronie jest w stanie rozłożonym ograniczyć szczelinę do szerokości nie większej niż 50mm. Podczas wymiany pasażerów urządzenia ruchome mogą dotyczyć krawędzi peronowej lub wagonu (szczelina 0mm).

12.5.18. Przystanki, na których przy jednej krawędzi obsługiwane są tramwaje i autobusy, powinny być wyposażone w krawędź o profilu umożliwiającym dojeżdżanie do niej kołami autobusu styczniowo (z dotknięciem krawędzi boczną powierzchnią opony), bez ryzyka uszkodzenia pojazdu (tzw. Combibord i pochodne).

12.5.19. Dostęp do platformy przystankowej powinien być bezstopniowy. Pochylenie podłużne pochylni nie powinno przekraczać 5%.

13. Sterowanie ruchem, sygnalizacja i oznakowanie

13.1. Sterowanie ruchem

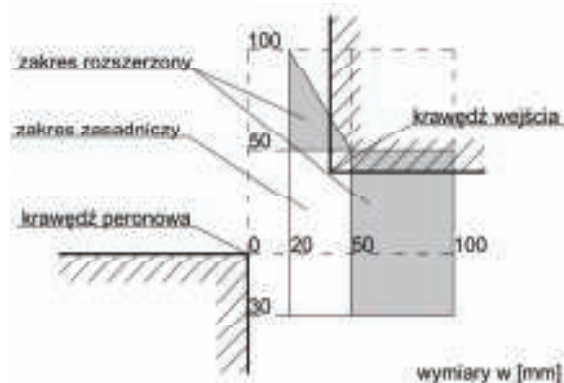
13.1.1. Na sieciach tramwajowych można stosować następujące sposoby prowadzenia ruchu:

- na widoczność, z uwzględnieniem sygnałów podawanych przez drogową sygnalizację świetlną oraz znaków i wskaźników umieszczonych przy torze,
- za pomocą urządzeń blokady odstępowej punktowej lub liniowej z sygnałami świetlnymi bądź sygnalizacją kabinową (ETCS, SOP).

13.1.2. Blokadę odstępową punktową stosuje się do osłaniania odcinków linii o długości jednego odstępu blokowego.

13.1.3. Blokadę odstępową liniową stosuje się do osłaniania odcinków linii o długości więcej niż jednego odstępu blokowego. Na liniach tramwajowych można stosować blokadę dwustawną lub trzystawną. Liczba i długość odstępu blokowych powinna odpowiadać projektowanej przepustowości linii. Długości odstępu blokowych nie mogą być mniejsze niż długość drogi hamowania roboczego.

13.1.4. Urządzenia blokady odstępowej nale-



7. Zakres możliwego położenia krawędzi wejścia względem krawędzi peronowej

ży stosować w szczególności w miejscach o ograniczonej widoczności, obligatoryjnie w tunelach.

13.1.5. Szczególnym przypadkiem są odcinki jednotorowe lub sploty torów, w których podział na odstępy determinują miejsca umożliwiające mijanie.

13.2. Sygnalizacja

13.2.1. Na liniach tramwajowych stosuje się sygnały dla kierujących pojazdami transportu zbiorowego określone w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach, Załącznik nr 3. [24] Sygnały te stosuje się także na liniach tramwajowych nie związanych z drogami.

13.2.2. Z uwagi na brak możliwości wyświetlenia sygnału oznaczającego, że za chwilę podawany będzie sygnał zezwolenia na ruch, w sygnalizacjach nowych oraz przebudowywanych zabrania się stosowania sygnalizatorów typu ST, STK i STT.

13.2.3. W przypadku, gdy strumienie różnych rodzajów środków transportu zbiorowego poruszających się przez skrzyżowanie pokrywają się, nie należy przewidywać dla nich osobnych sygnalizatorów.

13.2.4. Sygnalizatory zapowiadające SBz powinny być stosowane przed sygnalizatorami zlokalizowanymi na odcinkach międzyprzystankowych a także w miejscach, gdzie widoczność sygnalizatora jest ograniczona.

13.2.5. Jeżeli przystanek jest zlokalizowany przed sygnalizatorem, należy stosować sygnał SBd wspólnie z sygnalizatorem ogólnym lub kierunkowym.

13.2.6. Zaleca się stosowanie sygnału SBd indywidualnie na przystankach umożliwiających obsługę więcej niż jednego pojazdu jednocześnie, w miejscach zapewniających widoczność sygnału przez prowadzącego pojazdy zatrzymujące się w dalszych sektorach. Sygnał ten powinien być powtórzeniem sygnałów SBd umieszczonych pod sygnalizatorem głównym bez rozdziału na kierunki.

13.2.7. W blokadzie odstępowej punktowej należy stosować sygnalizatory ogólne SB.

13.2.8. W blokadzie odstępowej liniowej należy stosować zestaw sygnałów SBLs. Na liniach o przebiegu niezależnym od dróg, dla zwiększenia czytelności sygnałów z większej odległości, można stosować zestaw sygnalizatorów barwnych SBLb.

13.3. Oznakowanie

13.3.1. Zestaw znaków i wskaźników przeznaczonych do stosowania na liniach tramwajowych zawiera rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warun-

ków ich umieszczania na drogach, Załącznik nr 1. [24] Znaki te stosuje się także na liniach tramwajowych nie związanych z drogami.

13.4. Priorytety w ruchu tramwajowym

13.4.1. Wyróżnia się następujące rodzaje priorytetów w ruchu miejskim:

- bezwzględny - gwarantuje brak innych pojazdów na torze,
- pełny - sygnał „jedź” gwarantowane, o ile nie ma kolizji z innym tramwajem,
- wysoki - duże prawdopodobieństwo sygnału „jedź”,
- koordynacja tramwajowa - brak konieczności hamowania dla przejazdu z prędkością nie wyższą niż średnia,
- ważony - przydział sygnału „jedź” na podstawie analizy strat czasu użytkowników skrzyżowania,
- częściowy - sygnał „jedź” może być wprowadzany pomiędzy inne fazy,
- koordynacja tramwajowo-samochodowa - efekt zbliżony jak przy częściowym, ruch tramwajowy odbywa się w tym samym czasie i kierunku co ruch samochodowy dysponujący „zieloną falą”,
- wydłużenie sygnału - przy zgłoszeniu, inaczej brak priorytetu,
- brak - sygnalizacja stałoczasowa,
- ujemny - zwiększenie strat czasu w stosunku do „brak”.

Zaleca się stosowanie priorytetu nie niższego niż koordynacja tramwajowa. Stosowanie priorytetów niższych należy każdorazowo w sposób przekonujący uzasadnić, tworząc wyjątek od ogólnej zasady pierwszeństwa transportu zbiorowego przed indywidualnym. W uzasadnionych przypadkach, w wielkich węzłach komunikacyjnych z krzyżowaniem i rozgałęzianiem tras tramwajowych dopuszcza się stosowanie sygnalizacji stałoczasowej.

13.4.2. W ruchu odbywającym się po torach współużytkowanych z koleją należy liczyć się z możliwością stopniowego wprowadzania systemu ETCS poziomu 1,2 lub 3. W takiej sytuacji konieczne będzie wyposażenie taboru tramwajowego w stosowne urządzenia. Według dzisiejszego stanu wiedzy, wdrażanie systemu ETCS na torach użytkowanych wyłącznie przez tramwaje jest niecelowe. Na torach współużytkowanych z koleją pojazdy tramwajowe otrzymują wyłącznie priorytet bezwzględny, na ogólnych zasadach ruchu kolejowego.

14. Zasady zasilania energią elektryczną

Zasady zasilania energią elektryczną określają odrębne przepisy.

15. Sieć trakcyjna i pozostałe systemy zasilania

15.1. Jako standardowy system elektryfikacji torów tramwajowych przyjmuje się prąd stały o napięciu nie przekraczającym 750V, z

dotatnią biegunowością w sieci jezdnej lub jej odpowiedniku. Stosowanie innych napięć oraz prądu przemiennego dopuszcza się pod warunkiem określenia zasięgu strefy niebezpiecznej od elementów znajdujących się pod napięciem.

15.2. Dopuszcza się stosowanie innych sposobów zasilania pojazdów oraz łączenia więcej niż jednego w jednym systemie. Do sposobów liniowych można zaliczyć m.in. zasilanie sztywnym przewodem napowietrzonym, z trzeciej szyny, z sekcjonowanej szyny ulicznej (APS i podobne), indukcyjnie (Primeve i podobne) oraz z silnikiem liniowym. Do sposobów autonomicznych - silniki spalinyowe i inne, gromadzenie energii elektrycznej w kondensatorach, akumulatorach czy koła zamachowe.

15.3. Ze względu na koszty, rezygnację z sieci trakcyjnej rozpatruje się na krótkich odcinkach, z reguły położonych w centrach miast, w miejscach o szczególnym znaczeniu, jak historyczne osie widokowe, bezpośrednia bliskość cennych zabytków i tym podobne.

15.4. Wyróżnia się sieci trakcyjne górne: łańcuchowe skompensowane, łańcuchowe półskompensowane, łańcuchowe nieskompensowane i płaskie. Spotyka się również sieci płaskie skompensowane. Należy zasadniczo na obszarach zabudowanych stosować sieć płaską z podwieszeniem typu delta, w miarę możliwości skompensowaną, za wyjątkiem tych torowisk, gdzie spodziewane jest osiągnięcie prędkości tramwajów równych lub większych niż 70km/h i na których uzasadnione jest wprowadzenie sieci łańcuchowej skompensowanej. Pozostałych rodzajów nie zaleca się do stosowania.

15.5. Konstrukcje wsporcze sieci jezdnej powinny zapewnić jej bezpieczną eksploatację przy możliwie małej ingerencji w otoczenie i niskich kosztach. Dlatego stosowanie słupów trakcyjnych powinno być możliwie ograniczone, do wspomnianych w punkcie 15.4 ciągów ruchu przyspieszonego oraz do tych miejsc, gdzie zabudowa jest na tyle odsunięta od toru, że kotwienie sieci do ścian jest nieracjonalne bądź technicznie nieuzasadnione.

15.6. Kotwienie sieci do ścian odbywa się za pomocą rozet i haków. Haki i rozety ścienne mogą być umieszczone w murach budynków i budowli, w odległości co najmniej 0,50m od narożnika budynku lub krawędzi otworów okiennych, balkonów i podobnych. Haki mogą być umieszczane w odległości wzajemnej nie mniejszej niż 0,5m, a rozety - 1,0m. Ograniczenia powyższe nie dotyczą sytuacji, kiedy elementy te zostały uwzględnione w konstrukcji budynku i odpowiednio wzmocniono zbrojenie, zamontowano konssole wsporcze czy szyny kotwiące lub podjęto

inne, celowe działania.

15.7. Pozostałe aspekty projektowania, budowy i eksploatacji sieci trakcyjnej regulują odrębne przepisy.

16. Zaplecze techniczno – eksploatacyjne

16.1. Wytyczne ogólne

Dla projektowanych tras tramwajowych należy przewidzieć odpowiednie zaplecze techniczno – eksploatacyjne. Można je stworzyć poprzez wzniesienie nowych budynków lub adaptację istniejących zajezdni. Zakres i wyposażenie zaplecza powinny zapewnić:

- miejsce na postój taboru w czasie poza przebywaniem na trasie,
- obsługę taboru, mającą na celu utrzymanie go w stałej sprawności i gotowości do ruchu,
- możliwość likwidowania zakłóceń w ruchu, spowodowanych awarią lub wypadkiem taboru,
- możliwość wykonywania okresowych przeglądów i napraw taboru w określonym zakresie,
- możliwość naprawy sprzętu technicznego i wyposażenia zdemontowanego z linii, których remont nie wymaga użycia specjalnych maszyn i urządzeń,
- prowadzenie gospodarki magazynowej dla wszystkich rodzajów służb.

16.2. Podstawowe obiekty i jednostki organizacyjne zaplecza

W skład zaplecza techniczno – eksploatacyjnego powinny wchodzić następujące obiekty i jednostki organizacyjne:

- zajezdnia,
- zaplecze techniczne obsługi trasy (warsztaty obsługi torów, sieci i innych urządzeń technicznych),
- brygady awaryjne (pogotowia techniczne),
- warsztaty naprawcze.

16.3. Lokalizacja

Lokalizacja stacji techniczno – eksploatacyjnej powinna zapewniać:

- możliwie bliskie położenie przy trasie,
- łatwość realizacji budowy dzięki korzystnemu ukształtowaniu terenu i występowaniu gruntów nośnych,
- możliwość wykonania krótkich przyłączy instalacji,
- brak kolizji z zagospodarowaniem terenu przyległego.

17. Ochrona środowiska

17.1. Linie tramwajowe powinny wywierać możliwie mały negatywny wpływ na otoczenie. W szczególności dotyczy to obszarów intensywnie zurbanizowanych.

17.2. Należy dążyć do stosowania takich technologii i materiałów, żeby tory tramwajowe generowały możliwie mało drgań i hałasu, z uwzględnieniem wpływu tych oddziaływań na sąsiednie budynki i ludzi w nich się znajdu-

jących. Nie zaleca się odsuwania linii tramwajowych na znaczną odległość od zabudowy, ponieważ wydłuża to łączny czas podróży i obniża konkurencyjność transportu zbiorowego.

17.3. Zalecenia powyższe można osiągnąć przez między innymi:

- stosowanie łuków i rozjazdów o dużych promieniach,
- stosowanie nowoczesnych konstrukcji toru z zastosowaniem materiałów wibroizolacyjnych,
- planowanie zieleni ochronnej,
- rozważenie możliwości w przypadku spowodowanego braku skuteczności innych rozwiązań, stosowania ekranów akustycznych, ekranów antywibracyjnych, wałów ziemnych lub specjalnego zabezpieczenia budynków.

17.4. Transport tramwajowy powinien podlegać zasadzie zrównoważonego rozwoju. Szczególną uwagę należy zwrócić na:

- oszczędne używanie energii do celów trakcyjnych i nietrakcyjnych, jej rekuperację i pozyskiwanie ze źródeł odnawialnych,
- właściwe gospodarowanie zasobami, z podkreśleniem konieczności dokonywania bieżącej konserwacji i napraw dla wydłużenia cyklu życia konstrukcji i uzyskania oszczędności na rzadszych remontach (analiza LCC),
- oszczędne użytkowanie materiałów i surowców,
- niską emisję zanieczyszczeń i produkcję odpadów,
- poszanowanie istniejącej zieleni, szczególnie wysokiej,
- prawidłową gospodarkę przestrzenną.

17.5. Budowa i remont tras tramwajowych powinny jednocześnie stanowić przyczynek do rewitalizacji przyległej przestrzeni miejskiej, zgodnie z francuską strategią „tramwaj upiększa miasto”. Kompleksowa realizacja tego typu zagadnień generuje prawidłowe zachowania komunikacyjne, zwiększa społeczną akceptację transportu zbiorowego, podnosi wartość nieruchomości oraz poprawia jakość życia mieszkańców. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Tymczasowe wytyczne do projektowania szybkiej komunikacji tramwajowej. MAGTiOŚ 1981
- [2] Wytyczne techniczne projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych. MAGTiOŚ 1983
- [3] Norma PN-K-92009: 1998 Komunikacja miejska. Skrajnia budowl. Wymagania
- [4] Norma PN-K-92008 Skrajnia kinematyczna wagonów tramwajowych
- [5] Norma PN-85/B-02170 Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki
- [6] Norma PN-88/B-02171 Ocena wpływu

drgań na ludzi w budynkach

- [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 czerwca 2011 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane metra i ich usytuowanie (Dz.U. 2011 nr 144 poz. 859)
- [8] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1300/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności odnoszących się do dostępności systemu kolei Unii dla osób niepełnosprawnych i osób o ograniczonej możliwości poruszania się
- [9] Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV). Bundesamt für Verkehr, Schweiz 2014
- [10] Warunki techniczne projektowania i budowy wydzielonych torowisk tramwajowych przystosowanych do wspólnej eksploatacji z autobusami, część II. Transcomp, 1996
- [11] Building sustainable and efficient tram depots for cities in the 21st century. STIB et al., 2012
- [12] Darr E., Fiebig W.: Feste Fahrbahn. Eurailpress, 2006
- [13] Fendrich L. (wyd.): Handbuch Eisenbahninfrastruktur. Springer, 2006
- [14] Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab), 1987
- [15] Stadtbahnen in Deutschland: innovativ - flexibel - attraktiv. VDV, 2000
- [16] Molecki B., Skrzymowski O., Znaki tramwajowe w Polsce. Część I - znaki ostrzegawcze, zakazu i nakazu, Transport miejski 3/2003
- [17] Molecki B., Skrzymowski O., Znaki tramwajowe w Polsce. Część II - znaki ostrzegawcze, zakazu informacyjne i taborowe, Transport miejski 4/2003
- [18] Molecki B., Skrzymowski O., Molecki A., Unifikacja sygnalizacji świetlnej dla pojazdów komunikacji zbiorowej, Transport miejski 4/2004
- [19] Molecki B., Pryncypia sygnalizacji w miejskim transporcie zbiorowym, Technika Transportu Szynowego, 7-8/2012
- [20] Gąsior W., Molecki B., Oznakowanie miejsca zatrzymania na przystankach tramwajowych, Technika Transportu Szynowego, 9/2012
- [21] Gisterek I., Popiołek A.: Możliwości kształtowania geometrii linii tramwajowych. Infraszyn 2014
- [22] Oleksiewicz W.: Nowoczesne konstrukcje torowisk tramwajowych – kierunki rozwoju. 2006
- [23] Wesołowski J., Miasto w ruchu. Przewodnik po dobrych praktykach w organizowaniu transportu miejskiego, Instytut Spraw Obywatelskich 2008
- [24] Projekt publikacji - Propozycja nowelizacji zestawu sygnałów i znaków do stosowania na liniach tramwajowych