

mgr inż. Maciej Rochel

Koło Naukowe Dróg Kolejowych

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

e-mail: maciek.rochel@gmail.com

Nowoczesne rozwiązania z zakresu infrastruktury tramwajowej na przykładzie Krakowa w świetle tramwajowych przepisów budowlanych

Streszczenie:

Projektowanie linii tramwajowych opiera się w głównej mierze na przepisach powstałych w 1983 roku. Od tego czasu wiele zmieniło się w infrastrukturze i pojazdach tramwajowych. Na ulicach można spotkać nowoczesne, przegubowe, niskopodłogowe tramwaje będące wizytówką miasta. Od początku XXI wieku w Krakowie zakupiono ponad 100 nowych tramwajów, które stanowią obecnie ponad 30% całego taboru w mieście. Współczesne pojazdy szynowe poruszają się najczęściej po nowoczesnych, trwałych i estetycznych torowiskach tramwajowych, na przykład po torowiskach zielonych lub torowiskach z płyt prefabrykowanych w technologii „szyny w otulinie”.

W ramach pracy zaprezentowano syntezę obecnych przepisów dotyczących projektowania infrastruktury tramwajowej, przedstawiono jak zmienił się tabor i konstrukcje nawierzchni tramwajowych w przeciągu ostatnich 30 lat, a także przedłożono wybrane konstrukcje torowisk tramwajowych oraz tabor występujący na ulicach Krakowa. Na koniec przedstawiono wybrane elementy infrastruktury tramwajowej, których charakterystyka techniczna oparta na starych przepisach powoduje trudności w projektowaniu i eksploatacji linii tramwajowych oraz taboru.

Słowa kluczowe:

infrastruktura, tramwaj, przepisy

1. Wstęp

Pierwsze tramwaje na terenie Polski pojawiły się już w 1866 roku w Warszawie, a na początku XX wieku można było skorzystać z tramwaju w 32 miastach. Ten środek transportu przeżywa obecnie swój renesans w wielu krajach Europy, w tym w Polsce. Jest wydajniejszy, tańszy w eksploatacji oraz bardziej ekologiczny niż autobus. Rozbudowa sieci tramwajowych oraz zakupy nowego taboru, a także wprowadzanie nowych technologii w zakresie infrastruktury z roku na rok postępują coraz szybciej. Jednakże za rozwojem tego środka transportu nie nadążają aktualizacja przepisów projektowych dotyczące infrastruktury tramwajowej, a także samego taboru. Nowe linie tramwajowe lub modernizacje istniejących tras powstają na podstawie przepisów powstałych w 1983 roku [1]. Od tego czasu nie wydano żadnego dokumentu, który kompleksowo przedstawiałby zagadnienia związane z projektowaniem infrastruktury tramwajowej. Dopiero w 2013 r. pojawiły się plany aktualizacji wytycznych do projektowania infrastruktury tramwajowej przez Izbę Gospodarczą Komunikacji Miejskiej [2], które docelowo miałyby zostać wydane jako Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać torowiska tramwajowe i ich usytuowanie, na podstawie uregulowań przedstawionych w ustawie Prawo Budowlane. [3]

2. Obecny stan prawny

Podstawowym dokumentem, w którym opisano wymagania techniczne jakie powinno spełniać torowisko tramwajowe jest Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (z późn. zm.) [4]. W rozdziale 10 „Torowisko tramwajowe” przedstawiono wymagania dotyczące lokalizacji torowiska w ulicy, szerokości wydzielonego torowiska, pasów bezpieczeństwa, a także wytyczne dotyczące minimalnych promieni łuków poziomych oraz dopuszczalnych pochyłeń podłużnych. Są to jednak tylko bardzo ogólne wymagania, przedstawione w uproszczony sposób [5]. Drogowe warunki techniczne stanowią źródło przepisów przede wszystkim do projektowania dróg, a nie linii tramwajowych, pomimo faktu, że torowisko tramwajowe jest określone z definicji jako element pasa drogowego w art. 4 Ustawy z dnia 21 marca 1985r. o drogach publicznych (z późn. zm.) [6]. Z kolei w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie [7]

można znaleźć następujący zapis: „przepisów rozporządzenia nie stosuje się do linii tramwajowych”(§1.1 pkt. 2 ust. 1).

Oprócz przepisów ogólnych powstałych w formie legislacji rządowych istnieją również normy związane z projektowaniem, budową i utrzymaniem infrastruktury tramwajowej. Są to następujące dokumenty:

- Polska Norma PKN, „Torowiska Tramwajowe”, PN-K-92011, styczeń 1998r. [8];
- Polska Norma PKN, „Komunikacja miejska, Sieć jezdna tramwajowa i trolejbusowa” PN-K-92002, grudzień 1997r. [9];
- Polska Norma PN-K-92008:1998 „Komunikacja miejska. Skrajnia kinematyczna wagonów tramwajowych” [10];
- Polska Norma PN-K-92009:1998 „Komunikacja miejska. Skrajnia budowli. Wymagania” [11].

Z powodu braku szczegółowych przepisów dotyczących projektowania torowisk tramwajowych zarządcy infrastruktury tramwajowej korzystają z dokumentu, który powstał w 1983 roku - „Wytycznych technicznych projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych” [1]. Wytyczne nie mają statusu dokumentu prawnie obowiązującego, ale pomimo tego są dokumentem powszechnie stosowanym wśród zarządców infrastruktury. Zawiera on kompleksowe ujęcie całokształtu problematyki związanej z projektowaniem geometrycznym, budową i utrzymaniem torowisk tramwajowych. Wytyczne wprowadzają ujednolicone i uporządkowane nazewnictwo oraz pojęcia występujące przy infrastrukturze tramwajowej. Niestety wraz z rozwojem technologii i nowych rozwiązań projektowych większość przedstawionych tam rozwiązań i propozycji projektowych staje się w dzisiejszych czasach nieaktualna.

Brak działań ustawodawcy w zakresie problematyki projektowania, budowy i utrzymania infrastruktury tramwajowej zmusił zarządców infrastruktury do stworzenia własnych wytycznych technicznych. W Krakowie, w kwietniu 2017 roku uchwalono Zarządzeniem Dyrektora Zarządu Infrastruktury Komunalnej i Transportu dokument „Wytyczne techniczne do projektowania infrastruktury tramwajowej” [12].

Krakowskie wytyczne techniczne zawierają szczegółowy opis wymagań w podziale na branże: torowisko tramwajowe, sieć trakcyjna, sterowanie i ogrzewanie zwrotnic, zasilanie elektromagnetyczne trakcji tramwajowej. W dziale dotyczącym torowisk tramwajowych znajdują się opisy:

- zalecanych rozwiązań konstrukcyjnych w rozbiciu na typy torowisk – wydzielone, zabudowane, w obrębie węzła rozjazdowego, itd.,

- rozjazdów,
- peronów przystankowych,
- smarownic torowych
- odwodnienia.

Począwszy od kwietnia 2017 r. wszystkie nowe projekty opracowywane dla inwestycji na terenie Krakowa powinny być przygotowane w oparciu o obecnie obowiązujące akty prawne oraz wytyczne uchwalone przez Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu.

Przy interpretacji obecnego stanu prawnego, traktuje się linię tramwajową jako część drogi publicznej, więc co za tym idzie projektowaniem i wykonawstwem linii tramwajowych zajmują się inżynierowie budownictwa, którzy uzyskali uprawnienia do projektowania oraz wykonawstwa budownictwa drogowego. Wielu z nich brakuje wiedzy na temat infrastruktury tramwajowej, co prowadzi do sytuacji, że projekty budowlane i wykonawcze opracowują osoby z odpowiednią wiedzą, ale posiadające uprawnienia do projektowania w zakresie budowlanych obiektów kolejowych. Nie są one uprawnione do podpisywania tych dokumentacji, więc muszą znaleźć się dodatkowe osoby z wykształceniem drogowym skłonne podpisać i sprawdzić projekt jako projektant i sprawdzający. Obecna sytuacja bardzo komplikuje wszystkie inwestycje tramwajowe i wymaga zwiększonych nakładów finansowych, na de facto, zdublowaną kadrę inżynierów – projektantów, kierowników robót oraz kierowników budów.

3. Nowoczesne technologie w transporcie szynowym – konstrukcje torowisk tramwajowych

Wytyczne z roku 1983r. [1] dzieliły konstrukcje torowisk tramwajowych na nawierzchnie wydzielone, zabudowane w jezdni, nawierzchnie specjalne oraz torowiska na terenie zajezdni i hal naprawczych. Podstawowe założenia przedstawione w wytycznych, czyli trwałość, niezawodność i elastyczność pracy konstrukcji torowiska pozostały do dzisiaj. Zmienił się natomiast sposób w jaki osiąga się te założenia. Obecnie nie liczy się tylko to, żeby nawierzchnia była jak najtańsza. Często wymaga się odpowiedniej estetyki lub wpasowania w okoliczną zabudowę będącą pod ochroną konserwatorską. Odpowiedzią producentów na nowe wyzwania przy budowie i modernizacji torowisk tramwajowych są konstrukcje bezpodsypkowe takie jak na przykład:

- torowiska zielone na żelbetowych belkach wzdłużnych,

- zintegrowana nawierzchnia torowo-drogowa – żelbetowe płyty prefabrykowane w systemie „szyny w otulinie”.

Są to jedynie wybrane konstrukcje torowisk tramwajowych. Obecnie na rynku ilość rozwiązań technicznych jest ogromna, a każdy zarządca infrastruktury może wybrać odpowiedni dla niego system, który będzie wprowadzał na każdym nowym lub remontowanym odcinku sieci tramwajowej. Unifikacja rozwiązań konstrukcyjnych pozwala obniżyć koszty eksploatacji oraz poprawia niezawodność sieci komunikacyjnej.

Przedstawione w referacie wybrane rozwiązania techniczne są z powodzeniem stosowane na krakowskiej sieci tramwajowej. Ponadto są one sugerowane do stosowania w Wytycznych technicznych do projektowania infrastruktury tramwajowej [12] stworzonych w 2017 roku przez ZIKiT.

3.1. Torowisko zielone na żelbetowych belkach wzdłużnych

Kraków, będący pionierem w torowiskach zielonych (pierwsze rozwiązanie tego typu zostało zastosowane w 2000r. na ul. Bronowickiej), może obecnie pochwalić się największym odsetkiem tego typu konstrukcji w całej Polsce. Jest to około 25 km toru pojedynczego, co stanowi około 12,9% wszystkich torowisk tramwajowych w mieście [13].

Na budowie linii tramwajowej na osiedle Ruczaj (Czerwone Maki) zastosowano system Moll [14]. W tym systemie szyny mocowane są do prefabrykowanych żelbetowych belek wzdłużnych za pomocą przytwierdzeń typu „W”. Belki wzdłużne są ze sobą połączone co około 300 metrów za pomocą kotew. System może być stosowany na prostych i na łukach o promieniach nie mniejszych niż 250 metrów.

Belki żelbetowe są osadzone na odpowiednio przygotowanym podłożu. Wypełnienie między belkami wzdłużnymi może być wykonane w technologii toru zielonego – humus na warstwie piasku z pokryciem trawą lub rozchodnikami, lub też zasypane tłuczniem.



Rysunek 10. Tor zielony w technologii Moll podczas budowy, Kraków, trasa tramwajowa na Ruczaj
Źródło: [15]

3.2. Zintegrowana nawierzchnia torowo-drogowa – żelbetowe płyty prefabrykowane w systemie „szyna w otulinie”

System zintegrowanej nawierzchni torowo-drogowej tzw. „szyna w otulinie” jest to konstrukcja stosowana przede wszystkim na torowiskach zabudowanych – w obrębie pasów autobusowo-tramwajowych, na torowiskach prowadzonych w jezdni, na przejazdach i przejściach dla pieszych. Konstrukcja polega na budowie toru tramwajowego z szyn rowkowych typu 60R2 osadzonych w prefabrykowanych żelbetowych płytach torowych za pomocą masy zalewowej na bazie żywicy poliuretanowych z wkładkami z tworzywa sztucznego. Płyty torowe są położone na odpowiednio przygotowanym podłożu. Dzięki przekładce podszynowej pod stopką oraz zalewie z żywicy szyna posiada ciągłe sprężyste podparcie [17].

Producenci tego systemu oferują prefabrykowane płyty torowe o różnych wymiarach i zastosowaniach – od podstawowych płyt na odcinki proste, po elementy drobniejsze instalowane na łukach lub wypełniające międzytorze. System ten jest preferowanym rozwiązaniem przez ZIKiT w Krakowie i z powodzeniem został zastosowany podczas remontu ulicy Podwale, a także ulic Basztowej i Dunajewskiego. [18]



Rysunek 11. Torowisko w technologii ERS – Kraków, ul. Basztowa
Źródło: [19]

4. Nowoczesne technologie w transporcie szynowym – tabor tramwajowy

W czasach publikacji Wytycznych technicznych [1] podstawowym taborze tramwajowym na krakowskiej sieci, ale także w pozostałych miastach Polski były tramwaje produkcji firmy Konstal, modele 102N i 105N. Były to tramwaje polskiej produkcji o prostej konstrukcji. Tramwaj 102N był to pojazd dwuczłonowy, osadzony na trzech wózkach, zwykle kursujący pojedynczo. Natomiast tramwaj 105N był to pojazd jednoczłonowy, oparty na dwóch wózkach, kursujący w składach dwu- lub trzywagonowych. Wszystkie tramwaje kursujące w Krakowie były wysokopodłogowe. Pierwsza poważna wymiana taboru nastąpiła w 1989 roku, kiedy MPK Kraków zakupiło z Norymbergi używane wagony T4 wraz z doczepkami B4 pochodzące z końca lat 50. Były to pojazdy mniej awaryjne oraz bardziej zaawansowane technologicznie niż polskie produkcje. W 1994 roku do miasta sprowadzono tramwaje Düwag GT6 stanowiące przegubową wersję tramwaju T4. Eksploatację T4 zakończono w 2002 roku, doczepki B4 w 2009 roku, natomiast tramwajów GT6 w 2012 roku. Kolejnymi importowanymi tramwajami były modele:

- SGP/Lohner E1 + C3 – wagony sprowadzone z Wiednia, dwuczłonowe, jednokierunkowe wagony tramwajowe osadzone na 3 wózkach z doczepą (C3), w pełni wysokopodłogowe,
- Bombardier-Rotax E6 (EU8N) – wagony dwuczłonowe, dwukierunkowe, wysokopodłogowe, sprowadzone z Wiednia, kompleksowo zmodernizowane w Krakowie. W ramach modernizacji dodano środkowy człon niskopodłogowy oraz zlikwidowano jedną kabinę motorniczego i drzwi po jednej stronie pojazdu,

- Düwag GT8S – trzyczłonowe, dwukierunkowe wagony tramwajowe osadzone na 4 wózkach, w pełni wysokopodłogowe,
- Man - Nürnberg N8S-NF – trzyczłonowe, dwukierunkowe wagony tramwajowe osadzone na 4 wózkach, z częścią niskopodłogową w drugim członie.

Powyżej opisane tramwaje były ostatnimi, importowanymi, używanymi tramwajami w Krakowie. Począwszy od 1999 roku MPK Kraków zaczęło kupować nowoczesne tramwaje niskopodłogowe. Są to modele:

- Bombardier NGT6 – trzyczłonowy niskopodłogowy wagon tramwajowy o długości 26 metrów, zakupiono 50 sztuk w latach 1999 - 2005,
- Bombardier NGT8 – trzyczłonowy niskopodłogowy wagon tramwajowy o długości 32,83 metrów, zakupiono 24 sztuki w latach 2012 – 2013,
- Pesa 2014N „Krakowiak” – czteroczłonowy niskopodłogowy wagon tramwajowy o długości 42 metrów, zakupiono 36 sztuk w roku 2015,
- Newag 126N „Newelo” – tramwaj konstrukcyjnie bliźniaczy do modelu NGT8, wyprodukowany w jednym egzemplarzu,
- Protram 405N – prototypowy tramwaj powstały w wyniku modernizacji trzech wagonów 105Na, ma długość 41 metrów i jest częściowo niskopodłogowy,
- Solaris/Stadler Tramino – tramwaj zbliżony do modelu NGT8, zamówienie obejmuje 50 sztuk, dostawa jest planowana na lata 2019-2020.



Rysunek 12. Wizualizacja nowego tramwaju dla Krakowa – Tramino Kraków, produkcja Solaris/Stadler
Źródło: [20]

Nowoczesne tramwaje to konstrukcje odmienne od starych wysokopodłogowych modeli tramwajów kursujących w Krakowie. Wśród zmian parametrów taboru tramwajowego od lat 80 XX wieku można wymienić [21]:

- rezygnację z pociągów łączonych z wagonów na rzecz pojazdów jednoprzestrzennych,
- zwiększenie długości taboru z 20-30 metrów do 30-42 metrów,
- zwiększenie masy pojazdu przypadającą na jeden wózek dochodzącą nawet do 15t,
- zwiększenie konstrukcyjnej prędkości maksymalnej tramwajów do 70 km/h.

Wraz z pojawianiem się nowych tramwajów, coraz częściej powstają unikatowe pojedyncze serie pojazdów różniące się konstrukcją i wyposażeniem od innych pojazdów. Różnice między modelami współczesnych tramwajów to:

- rodzaj wózków (obrotowe lub nieobrotowe),
- rodzaj osadzenia kół (klasyczne zestawy kołowe, koła swobodne, oś portalowa),
- rodzaj napędu (od dwóch do czterech silników na wózek),
- rodzaj sprężynowania (od klasycznych sprężyn śrubowych po miechy pneumatyczne).

5. Problematyczne zagadnienia z zakresu tramwajowych przepisów budowlanych

5.1. Przebieg trasy tramwajowej w planie – przechyłka i łuki przejściowe

W przypadku torowiska zabudowanego w jezdni układ geometryczny toru tramwajowego w planie jest powiązany z przyległą infrastrukturą drogową. Natomiast w przypadku torowisk wydzielonych jest możliwość dowolnego kształtowania promienia łuku poziomego oraz przechyłki na tym łuku. Wytyczne techniczne [1] w zakresie obliczeń przechyłki przyjmują dwie wartości przechyłek: minimalną i normalną. Wytyczne posługują się ogólnie przyjętym wzorem zaczerpniętym z przepisów kolejowych:

$$h = \frac{11,8 * V^2}{R} \quad (1)$$

gdzie: h – obliczona przechyłka, V – prędkość pojazdu szynowego, R – promień łuku poziomego.

Przechyłka normalna według [1] jest obliczana przy założeniu, że tylko 2/3 tramwajów może poruszać się z prędkością maksymalną na danym odcinku co uzasadnia zmniejszenie przechyłki o 2/3. Po przyjęciu tego założenia powstaje wzór:

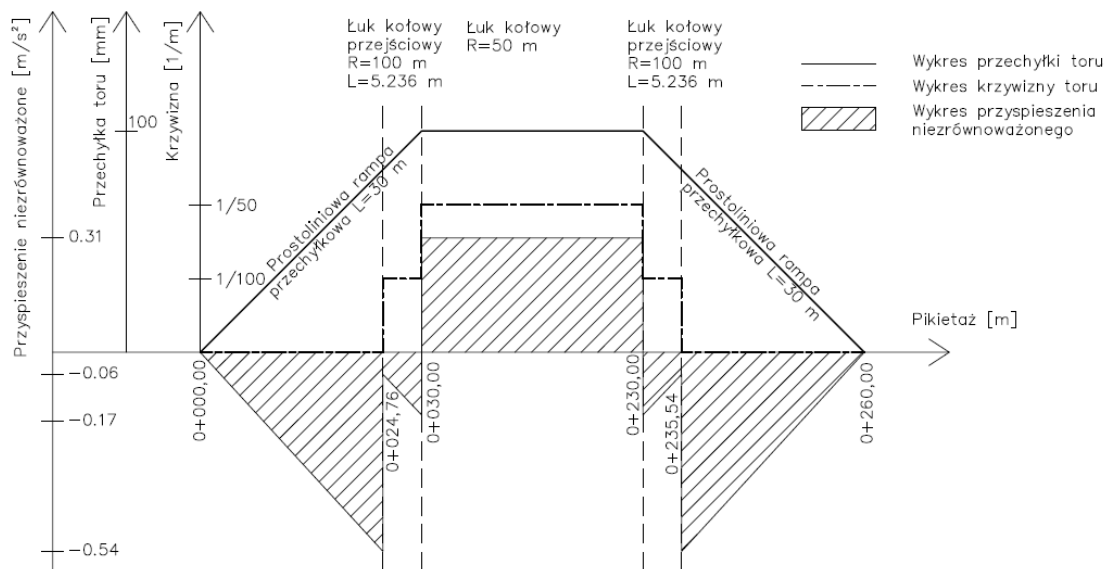
$$h = \frac{2}{3} * \frac{11,8 * V^2}{R} = \frac{7,87 * V^2}{R} \approx \frac{8 * V^2}{R} \quad (2)$$

Wartości przechyłki obliczone na podstawie tego wzoru, dla danych prędkości pojazdów i promienia łuków zostały przedstawione w tabeli w Wytycznych technicznych [1]. Przechyłkę minimalną przyjmuje się natomiast bezpośrednio z tabeli na łukach torów zabudowanych w jezdni, gdzie profil poprzeczny drogi uniemożliwia zastosowanie przechyłki normalnej.

Przyjęte założenie o ograniczonej ilości pojazdów poruszających się z prędkością maksymalną dla przechyłki normalnej jest już założeniem nieaktualnym. Nowoczesny tabor tramwajowy charakteryzuje się dobrymi parametrami dynamicznymi – szybko przyspiesza i efektywnie hamuje. Należy więc w nowych przepisach powrócić do wzoru (1) i przyjąć założenie, że każdy tramwaj porusza się z prędkością maksymalną. Przełoży się to na zwiększenie komfortu jazdy i zmniejszenie zużycia kół i szyn tramwajowych, a dzięki temu zmniejszy się koszt utrzymania infrastruktury tramwajowej [5].

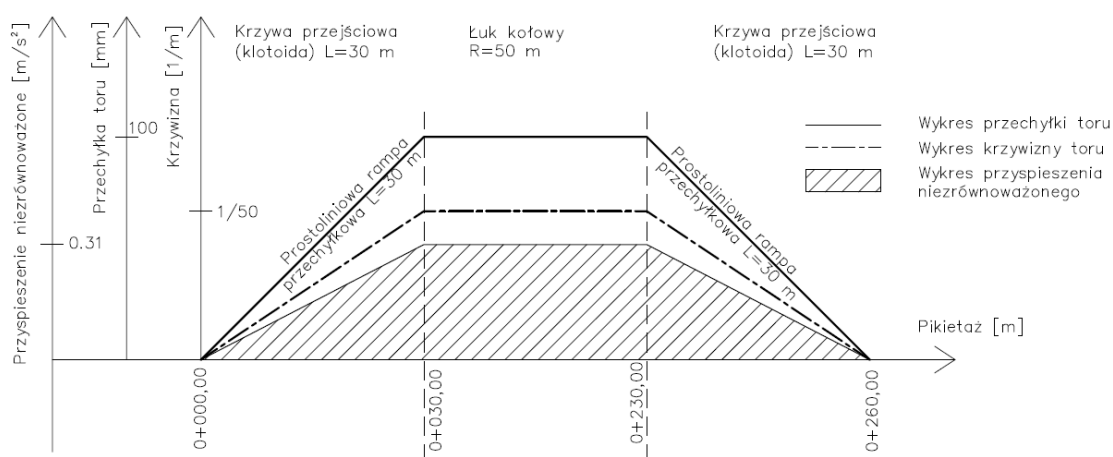
W przypadku torowisk tramwajowych na przejściu z odcinka prostego na łuk kołowy z przechyłką stosuje się prostoliniowe rampy przechyłkowe o długości nie związanej z prędkością ruchu (jak w przypadku linii kolejowych), lecz o stałym pochyleniu 1:300. Długość rampy przechyłkowej nie jest również powiązana z długością krzywej przejściowej. Wytyczne [1] zakładają, że na łukach o promieniach mniejszych niż 100 metrów należy wykonać krzywe przejściowe w postaci łuków o promieniach stopniowo malejących lub paraboli 3-ego stopnia, co jednak nie jest zwykle stosowane. Przyjęte rozwiązanie z krzywą koszącą jest niekorzystne z punktu widzenia komfortu jazdy oraz utrzymania torowiska. Powoduje ono powstanie dwóch punktów nieciągłości krzywizny i nagłej zmiany przyspieszenia odśrodkowego.

Dla przykładu, na poniższym wykresie przedstawiono jak zmienia się przyspieszenie niezrównoważone, przechyłka toru i jego krzywizna dla łuku poziomego o $R=50$ m, $L=200$ m, $V=25$ km/h z przechyłką normalną wynoszącą 100 mm (wartość z [1]). Przejście z prostej w łuk zostało zaprojektowane za pomocą krzywej koszącej o promieniu $R=100$ m i długości 5,236 m. Długość łuku kołowego została przeskalowana celem lepszej czytelności rysunku.



Rysunek 13. Wykresy przechyłki toru, zmian krzywizny oraz wartości przyspieszenia nie zrównoważonego dla krzywej przejściowej w postaci krzywej koszarowej jednostopniowej.
Źródło: opracowanie własne.

Gdyby przyjąć dla zadanego łuku zaprojektowanie krzywej przejściowej w postaci kłotoidy (tak jak w przepisach kolejowych) i powiązanie z jej długością rampy przechyłkowej uzyskuje się znacznie bardziej korzystne warunki jazdy oraz komfortu podróży przedstawione na poniższym wykresie:



Rysunek 14. Wykresy przechyłki toru, zmian krzywizny oraz wartości przyspieszenia nie zrównoważonego dla krzywej przejściowej w postaci kłotoidy.
Źródło: opracowanie własne.

Przyspieszenie odśrodkowe narasta w sposób ciągły i liniowy, nie występują punkty nieciągłości krzywizny. Wynika z tego, że korzystniejsze z punktu widzenia komfortu podróży i eksploatacji nawierzchni oraz taboru tramwajowego jest projektowanie na łukach o małych promieniach krzywych przejściowych w postaci kłotoidy powiązanych ściśle z rampą przechyłkową.

5.2. Trasa tramwajowa w profilu – maksymalne pochylenia podłużne

Według Rozporządzenia [4] maksymalne pochylenie podłużne torowiska tramwajowego może wynosić 5% na szlaku, o ile kursujące tramwaje mają odpowiednie własności trakcyjne, 3% na dojazdach do wiaduktu lub estakady oraz 2,5% przy peronach tramwajowych i na rozjazdach. Są to wartości dość rygorystyczne, które mogłyby zostać zwiększone, szczególnie dla nowego taboru. Jak pokazuje przykład linii tramwajowej na ulicy Podgórnej w Poznaniu jest możliwe wykonanie większych pochyleń (w tym przypadku 6%) jednak przy odpowiednim ograniczeniu taborowym oraz prędkości maksymalnej przy jeździe w dół [20]. Zwiększenie dopuszczalnych pochyleń podłużnych byłoby przede wszystkim możliwe w przypadku nowych sieci tramwajowych, takich jak np. w Olsztynie. Dopuszczenie większych pochyleń podłużnych rozwiązałoby wiele problemów z budową nowych linii tramwajowych. Ograniczyłoby to konieczność wykonywania długich najazdów na obiekty inżynieryjne oraz zmniejszyłoby koszty i ilość robót ziemnych.

6. Podsumowanie

Konstrukcje torowisk tramwajowych i tabor zmieniają się w coraz szybszym tempie. Z roku na rok, przybywa nowych tramwajów, a infrastruktura staje się trwała, bezpieczna i estetyczna. Wraz z rozwojem technologii nie postępuje jednak rozwój prawa. Obowiązujące obecnie Wytyczne techniczne [1] są już dokumentem nieaktualnym i wymagają dostosowania do nowoczesnego taboru i infrastruktury tramwajowej. Jak pokazano w referacie, wybrane zagadnienia dotyczące projektowania torowisk tramwajowych są, w świetle obowiązujących przepisów, archaiczne i problematyczne – zarówno dla pasażera pod względem komfortu podróży, jak i dla zarządcy infrastruktury z uwagi na szybsze zużycie nawierzchni tramwajowej i taboru.

Należy dążyć do przygotowania kompleksowych zmian w przepisach dotyczących infrastruktury tramwajowej. Nowy dokument powinien rozwinąć tematykę projektowania i wykonawstwa infrastruktury tramwajowej bazując na doświadczeniach zagranicznych i kolejowych przepisach. Plany Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej [2] doskonale wpisują się w ten postulat. Ponadto, w świecie naukowym można znaleźć przykłady publikacji, takich jak [22], które przedstawiają propozycje przepisów mogących znaleźć się w nowym dokumencie. Należy w szerokim gronie naukowców, projektantów i wykonawców stworzyć nowy dokument, który będzie odpowiadał potrzebom jakie stawia nowoczesna infrastruktura tramwajowa oraz tabor.

Bibliografia

- [1] *Wytyczne techniczne projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych*, MAGTiOŚ, Warszawa, 1983.
- [2] *Projekt wytycznych Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej na temat warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać torowiska tramwajowe i ich usytuowanie*, opracowanie Biura Studiów i Projektów TRAMPROJEKT, Warszawa, 2013.
- [3] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo Budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414 z późn. zm.).
- [4] 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. 1999 nr 43 poz. 430 z późn. zm.).
- [5] Oleksiewicz W., Kraśkiewicz C., *Rozwój konstrukcji i układu geometrycznego torowisk tramwajowych, jako istotny element postępu w miejskim transporcie szynowym*, „Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie”, Seria: Materiały Konferencyjne, 2013, 3 (102).
- [6] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. 1985 nr 14 poz. 60 z późn. zm.).
- [7] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. 1998 nr 151 poz. 987).
- [8] Polska Norma PKN, „Torowiska Tramwajowe”, PN-K-92011, 1998r.
- [9] Polska Norma PKN, „Komunikacja miejska, Sieć jezdna tramwajowa i trolejbusowa”, PN-K-92002, 1997r.
- [10] Polska Norma PN-K-92008:1998, „Komunikacja miejska. Skrajnia kinematyczna wagonów tramwajowych”, 1998 r.
- [11] Polska Norma PN-K-92009:1998, „Komunikacja miejska. Skrajnia budowli. Wymagania”, 1998 r.
- [12] *Wytyczne techniczne do projektowania infrastruktury tramwajowej*, Załącznik nr 8 do Zarządzenia Nr 43/2017 Dyrektora Zarządu Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie z dnia 28 kwietnia 2017 roku, Kraków, 2017 r.
- [14] Materiały informacyjne producenta „Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych STRUNBET Sp. z o. o”, Bogumiłowice, 2018 r.
- [16] Materiały informacyjne producenta „TINES Capital Group SA”, Warszawa, 2018 r.
- [21] Rychlewski J., Firlik B., Straszewski W., *Wytyczne projektowania torów tramwajowych a obecnie używany tabor tramwajowy*, „Archiwum instytutu inżynierii lądowej”, nr 25, 2017 r.

[22] Gisterek I., Popiołek A., *Propozycja nowelizacji tramwajowych przepisów budowlanych*, Przegląd komunikacyjny, nr 9, 2015 r.

Źródła internetowe

[13] <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/zielone-torowiska-znane-od-stu-lat-gonimy-europe-52050.html/> [dostęp: 10 grudzień 2018 r.]

[15] <https://www.skyscrapercity.com/> [dostęp: 13 grudzień 2018 r.]

[18] Notatka prasowa firmy TAUMER Sp. z o.o., <https://www.taumer.com/> [dostęp: 1 grudzień 2018 r.]

[19] <https://www.fakt.pl/> [dostęp: 14 grudzień 2018 r.]

[20] <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/jak-bedzie-wygladac-krakowski-tramwaj-od-solarisa-i-stadlera-59728.html> [dostęp: 20.12.2018 r.]

Modern solutions in the field of a tramway infrastructure by the example of Cracow in the light of tramway construction legislation

Summary:

The design of tram lines is based mainly on regulations created in 1983. Since then, much has changed in infrastructure and tram vehicles. You can meet modern, articulated, low-floor trams being the showcase of the city. Since the beginning of the 21st century, over 100 new trams have been purchased, which currently account for more than 30% of the entire fleet in the city. Modern rail vehicles usually move along modern, long-lasting and aesthetic tramway tracks, for example on green tracks or tracks made of pre-assembled panels in the embedded rail system technology.

As part of the work, a synthesis of the current provisions regarding the design of the tram infrastructure was presented, how tram vehicles and tramway structures have changed over the last 30 years, as well as selected constructions of tramway tracks and tramways appearing on the streets of Krakow. At the end, selected elements of the tram infrastructure are presented, whose technical characteristics based on old regulations cause difficulties in the design and operation of tram lines and tram vehicles.

Keywords:

infrastructure, tramway, regulations