1 WSTĘP

1.1 Podstawa opracowania

Prezentowany raport przedstawia wyniki opracowania pt. *„Studium przygotowawcze modernizacji układu tras tramwajowych w Warszawie wraz ze zbadaniem potrzeby wprowadzenia dwukierunkowego taboru tramwajowego na wybranych trasach”* wykonanego przez Zespół Doradców Gospodarczych TOR, Spółka z o.o. na zamówienie Miasta St. Warszawy.

1.2 Cel i zakres opracowania

Celem pracy było opracowanie studium przygotowawczego modernizacji układu tras tramwajowych w Warszawie wraz ze zbadaniem potrzeby wprowadzenia dwukierunkowego taboru tramwajowego na wybranych trasach. Wśród celów szczegółowych jako istotne należy wymienić:

- określenie zakresu i sposobu modernizacji układu tramwajowego w Warszawie,
- określenie potrzeb oraz parametrów w zakresie taboru,
- uaktualnienie prognoz ruchu tramwajowego z uwzględnieniem zmian zaproponowanych w ramach niniejszego opracowania,
- określenie priorytetów modernizacyjnych,
- szacunkowe określenie kosztów modernizacji,
- zaproponowanie harmonogramu modernizacji tras.

Zakresem opracowania objęto:

- inwentaryzację i analizę istniejących koncepcji i materiałów w zakresie niezbędnym dla weryfikacji modelu ruchu, analizy tras tramwajowych i eksploatowanego taboru oraz określenia kosztów jednostkowych,
- opracowanie założeń dotyczących rozwoju systemu transportowego Warszawy,
- opracowanie założeń dotyczących modernizacji tras tramwajowych,
- analizę wybranych tras – w zakresie geometrii, torowisk, przystanków, zajezdni i zasilania,
- analizę wybranych tras pod względem organizacji ruchu i priorytetów w ruchu ulicznym,
- analizę wybranych tras pod względem kolizji z układem drogowym, komunikacją zbiorową, zagospodarowaniem przestrzennym oraz zielenią, ponadlokalnymi systemami przyrodniczymi i obiektami wrażliwymi na budowę i eksploatację tras tramwajowych wraz z propozycją rozwiązania stwierdzonych kolizji,
- analizę węzłów wymiany ruchu w powiązaniu z innymi podsystemami transportu zbiorowego (autobus, metro, kolej) i powiązań przystanków tramwajowych z zagospodarowaniem przestrzennym i głównymi ciągami pieszymi,

- wykonanie prognoz ruchu z uwzględnieniem nowych danych o ruchu, uszczegółowionych danych o sieci, nowych rozkładów jazdy i zmian zaproponowanych w niniejszym studium,
- oszacowanie kosztów modernizacji/budowy układu tras tramwajowych,
- opracowanie wniosków dotyczących wyboru optymalnego układu tras tramwajowych do modernizacji,
- opracowanie wniosków co do efektywności proponowanych rozwiązań,
- opracowanie wniosków w zakresie efektywności zastosowania taboru dwukierunkowego,
- przedstawienie listy działań priorytetowych.

1.3 Układ raportu

Raport końcowy pracy podzielono na 3 tomy;

Tom I obejmujący 12 następujących rozdziałów:

- Rozdział 1 – Wstęp.
- Rozdział 2 – Założenia dotyczące rozwoju systemu transportowego Warszawy.
- Rozdział 3 – Analiza układu tras tramwajowych w Warszawie – wybór tras przewidzianych do modernizacji.
- Rozdział 4 – Wyniki badań ruchu i inwentaryzacji tras
- Rozdział 5 – Założenia dotyczące modernizacji tras tramwajowych.
- Rozdział 6 –Analiza szczegółowa tras – geometria, torowiska, przystanki i zasilanie.
- Rozdział 7 – Analiza szczegółowa tras – organizacja i sterowanie ruchem
- Rozdział 8- Prognozy ruchu
- Rozdział 9 – Wnioski z prognoz ruchu
- Rozdział 10 – Tabor dwukierunkowy
- Rozdział 11 – Oszacowanie kosztów modernizacji
- Rozdział 12 - Wnioski

Tom II zawierający następujące załączniki:

Załącznik 1 – Wyniki badań ruchu tramwajów.

Załącznik 2 – Wyniki inwentaryzacji wybranych tras tramwajowych.

Załącznik 3 – Rysunek układu komunikacji szynowej.

Załącznik 4 – Rysunek układu tras tramwajowych.

Załącznik 5 – Rysunki wybranych tras tramwajowych, skala 1:5000.

Tom III zawierający Syntezę pracy

1.4 Założenia wstępne dotyczące modernizacji tras tramwajowych

Na wstępie analiz prowadzonych w Studium autorzy przyjęli założenie, że modernizacja tras tramwajowych powinna stwarzać warunki dla skrócenia czasu podróży pasażerów tramwaju i zwiększenia niezawodności jego funkcjonowania. Należy przez to rozumieć stworzenie warunków dla jak najszybszego przejazdu tramwaju na trasach dojazdowych do centrum oraz zmianę charakteru tramwaju w centrum, gdzie ograniczenia prędkości wynikają z konieczności dużej wymiany pasażerów na przystankach. Środkiem realizacji tego celu powinno być poprawienie standardu technicznego tras oraz wymiana taboru na nowoczesny. Modernizacja tras tramwajowych powinna być jednak realizowana przy ograniczeniu do minimum inwestycji infrastrukturalnych (budowa tuneli, wiaduktów, itp.), a głównie poprzez:

- zapewnienie dla tramwaju priorytetu w ruchu metodami organizacji ruchu *(wzbudzanie zielonego sygnału na skrzyżowaniach i przejazdach, przedłużanie zielonego sygnału dla tramwaju opóźnionego w stosunku do rozkładu jazdy, skrócenie czasu oczekiwania na przystankach (synchronizacja zielonego światła z czasem wymiany pasażerów),*
- zapewnienie bezpieczeństwa ruchu tramwajów *(wygrodzenie torowisk, ograniczenie możliwości przejazdów w poprzek torowisk),*
- poprawienie komfortu wymiany pasażerów na przystankach *(lokalizacje przystanków, poszerzenie przystanków – lepszy dostęp pasażerów do tramwaju, wiaty, ogrodzenia),*
- poprawienie stanu torowisk, umożliwiające przyspieszenie ruchu tramwajów oraz zwiększenie komfortu podróżowania,
- wprowadzenie systemu informacji dla pasażerów w pojeździe i na przystanku *(rozkłady jazdy, czas do następnego tramwaju, informacja o awariach, odwołanych kursach, itp.)*
- poprawienie zasilania,

oraz wprowadzenie nowoczesnego taboru zapewniającego:

- lepszy komfort podróżowania,
- większą niezawodność funkcjonowania,
- sprawniejszą wymianę pasażerów na przystankach,
- lepszy dostęp do tramwaju dla osób starszych i niepełnosprawnych.

Autorzy składają podziękowania kierownictwu i pracownikom Biura Zarządu m.st. Warszawy oraz Zarządu Transportu Miejskiego, Zarządu Dróg Miejskich oraz przedsiębiorstwa Tramwaje Warszawskie za cenną pomoc w realizacji niniejszego Studium.

2 ZAŁOŻENIA DOTYCZĄCE ROZWOJU SYSTEMU TRANSPORTOWEGO WARSZAWY

2.1 Transport zbiorowy w polityce transportowej miasta

Wzrost liczby samochodów osobowych w Warszawie oraz przekształcenia przestrzenne (rozwój mieszkalnictwa poza śródmieściem oraz szybki rozwój peryferyjnych centrów handlowo-usługowych) powodują szybki wzrost liczby podróży samochodem. Przy wolno rozwijanym układzie drogowym po woduje to wzrost zatłoczenia obejmującego coraz większy obszar i trwającego coraz dłużej. Obniża to sprawność konwencjonalnej komunikacji zbiorowej (tramwaj, autobus), zwłaszcza autobusowej korzystającej z tych samych pasów ruchu co reszta pojazdów.

Trudna sytuacja skłoniła władze Warszawy do sformułowania w 1995 roku ogólnej polityki transportowej (Uchwała Rady Miasta Stołecznego Warszawy N r XXVI/193/95 z dnia 27 listopada 1995r w sprawie polityki transportowej dla m. st. Warszawy). Przyjęto, że *"**podstawą tej polityki jest strategia zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju)**"*. Jak wiadomo, strategia ta polega na poszukiwaniu kompromisu między celami społecznymi, ekonomicznymi i ochrony środowiska.

Punktem wyjścia było uznanie, że kontynuacja trendów doprowadzi nieuchronnie do wzrostu zatłoczenia ulic. W korkach ugrzęzną pojazdy komunikacji zbiorowej, co czynić ją będzie coraz mniej konkurencyjną w stosunku do samochodu osobowego. Wzrost kosztów eksploatacji miejskiej komunikacji zbiorowej będzie prowadził do ograniczania jej oferty przewozowej oraz powodował postępującą ucieczkę od niej pasażerów posiadających samochody. Doprowadzi to do degradacji środowiska miejskiego oraz dezintegracji miasta. Spadnie atrakcyjność niektórych obszarów (głównie śródmieścia i jego otoczenia). Nasilać się będą tendencje do dekoncentracji zabudowy, zwłaszcza do jej lokalizowania w strefie podmiejskiej. Wydłuży to podróże, a przede wszystkim zwiększy uzależnienie od samochodu.

Wzorując się na doświadczeniach krajów Unii Europejskiej, Europejskiej Konferencji Ministrów Transportu (ECMT) i OECD uznano, że niebezpieczeństwa można uniknąć przez przyjęcie polityki **zrównoważonego rozwoju**, której podstawowe zasady, to:

- ograniczenie roli samochodu w mieście i nadanie priorytetu transportowi zbiorowemu oraz ruchowi pieszemu i rowerowemu; dotyczy to zwłaszcza śródmieścia,
- położenie nacisku na rehabilitację i bardziej efektywne wykorzystanie istniejącej infrastruktury oraz urządzeń i ich modernizację; **dotyczy to zwłaszcza tramwaju,** a w odniesieniu do obszaru metropolitarnego także kolei podmiejskiej,
- priorytet w ruchu dla tramwajów i autobusów,
- rozszerzanie zakresu stosowania instrumentów fiskalnych: w pierwszej fazie opłat za parkowanie i korzystanie z pasa drogowego, w dalszej przyszłości opłat za korzystanie z dróg w najbardziej zatłoczonych rejonach miasta.

W latach 1997-1998 wykonano *„Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego M.St. Warszawy"*. Dotyczące transportu ustalenia studium przyjętego przez Radę M.St. Warszawy w 1998 roku były zgodne z kierunkami sformułowanej 3 lata wcześniej polityki transportowej, tak w części dotyczącej systemu transportowego jak i ogólnych kierunków rozwoju miasta.

Dla dokonania ostatecznych wyborów między wariantowymi propozycjami, władze miasta zleciły wykonanie studium „Analizy funkcjonalno-ruchowe wariantów systemu

transportowego Warszawy..." (1999), którego celem był wybór optymalnego programu modernizacji i rozbudowy tego systemu. Jednym z najważniejszych wniosków studium było potwierdzenie słuszności koncepcji modernizacji i rozwoju systemu transportu zbiorowego przez działanie równocześnie w następujących kierunkach:

- kontynuacja budowy metra,
- wykorzystanie potencjalnych możliwości systemu tramwajowego przez jego modernizację (obejmującą wymianę taboru, remonty torów i zasilania oraz poprawę jakości usług) oraz uzupełnienie systemu o wybrane odcinki,
- lepsze wykorzystanie kolei podmiejskiej, poczynając od rewitalizacji wybranej(ych) linii,
- szerokie zastosowanie rozwiązań inżynierii ruchu zapewniających priorytety w ruchu ulicznym dla tramwaju i autobusów; szczególne znaczenie mieć tu będzie realizacja systemu centralnego zarządzania ruchem CEZAR oraz współpracujących z nim systemów zarządzania ruchem autobusów i tramwajów oraz
- wprowadzenie wspólnego biletu.

Tylko w ten sposób, i pod warunkiem rozszerzenia systemu płatnego parkowania (SNPP) możliwe będzie zahamowanie wzrostu zatłoczenia dróg i ulic powodowanego wzrostem udziału samochodu w podróżach.

2.2 Planowany rozwój systemu transportu szynowego

Na podstawie materiałów przekazanych przez Wydział Planowania Przestrzennego i Architektury, Biura Zarządu m.st. Warszawy (Ustalenie wiążące nr 19 – Miejski System Transportu Szynowego) należy przewidywać, że w perspektywie kilkunastu lat rozwój systemu transportu szynowego będzie obejmować:

- kontynuację budowy I linii metra,
- budowę II i III linii metra,
- budowę nowej trasy tramwajowej Bemowo-Wilanów,
- budowę nowej trasy tramwajowej wzdłuż Trasy Mostu Północnego oraz ulic Myśliborskiej, Światowida i Modlińskiej na odcinku od ul. Marymonckiej do pętli Winnica.
- Tarchomin-Młociny,
- przedłużenie trasy tramwajowej w ciągu ulic Modlińskiej i Światowida na odc. od istniejącej pętli Żerań do rejonu ul. Myśliborskiej
- przedłużenie trasy tramwajowej w ciągu ul. Powstańców Śląskich od istniejącej pętli na ul. Powstańców Śląskich do ul. Broniewskiego,
- budowę trasy tramwajowej w ul. Powstańców Śląskich – od ul. Górczewskiej do ul. Radiowej
- budowę zajezdni tramwajowej Annopol

Schemat przyszłego systemu transportu szynowego przedstawiono na rys. 2.1

2.3 Modernizacja systemu tramwajowego

Włączenie do programu modernizacji tramwaju wynika z możliwości uzyskania znaczących efektów w stosunkowo krótkim czasie. Jest oczywiste, że najmniej zależne od zatłoczenia ulic jest metro, jednak - nawet przy znacznym przyśpieszeniu jego realizacji - jego rozwój nie będzie na tyle szybki, aby w ciągu najbliższych 5-10 lat latach mogło ono obsłużyć więcej niż kilkanaście procent mieszkańców. Sieć tramwajowa, o długości ok. 120 km, obsługuje przeważającą część gęsto zabudowanych obszarów miasta.

Tramwaj odczuwa skutki zatłoczenia mniej niż autobus. Na prawie całej sieci warszawskiej tory są wydzielone z jezdni i nawet przy braku priorytetu w sterowaniu ruchem, komunikacja tramwajowa jest bardziej punktualna i niezależna. Zostało to zauważone przez użytkowników i w ostatnim okresie zaobserwowano wzrost udziału tramwaju w przewozach. Stało się to pomimo stosunkowo niskiego komfortu podróżowania tramwajem ze względu na przestarzały tabor tramwajowy. Standard ten jest znacznie niższy niż w przypadku autobusu (nacisk położony był głównie na wymianę taboru autobusowego). Mimo tego obserwowany jest spadek liczby pasażerów przewożonych autobusami.

W tej sytuacji, zgodnie z ustaleniami polityki transportowej oraz omówionych wcześniej opracowań, Zarząd Miasta zdecydował się na działania zwiększające wykorzystanie możliwości istniejącego systemu tramwajowego poprzez jego modernizację, poczynając od wybranych tras. Zakres modernizacji obejmować będzie:

- modernizację infrastruktury przez remonty torów i systemu zasilania,
- wymianę taboru na nowoczesny niskopodłogowy,
- modernizację systemu zarządzania ruchem tramwajowym w powiązaniu z systemem zarządzania ruchem pojazdów indywidualnych,
- wprowadzenie uprzywilejowania za pomocą środków zarządzania ruchem miejskim,
- poprawę jakości usług (informacja, czystość, bezpieczeństwo osobiste itp.).

Dla uzyskania postawionych celów szczególne znaczenie posiadać będzie modernizacja i rozwój systemu zarządzania ruchem tramwajowym, w dalszej perspektywie powiązana z projektowanym Systemem Centralnego Zarządzania Ruchem CEZAR.

2.4 Zarządzanie ruchem

Unowocześnienie zarządzania ruchem drogowym oraz ruchem tramwajów i autobusów jest zgodne z ustaleniami polityki transportowej dla m.st. Warszawy. Jako jedno z zadań priorytetowych określono „modernizację systemu zarządzania ruchem, w tym sterowania, z uwzględnieniem wymogów priorytetu dla transportu zbiorowego i ograniczania ruchu samochodowego w wybranych obszarach". Jak wiadomo, po opracowaniu projektu systemu zarządzania ruchem w Warszawie, Rada Miasta, uchwałą (nr LXII/500/97) z dnia 22 grudnia 1997 r. zdecydowała o przystąpieniu do realizacji tego projektu. Aktualnie trwa przetarg na wykonawcę I etapu systemu.

Udoskonalenie wymienionych wyżej systemów zarządzania spowoduje:

- poprawę punktualności i regularności kursowania pojazdów,
- zwiększenie prędkości komunikacyjnej m.in. poprzez aktywne oddziaływanie na sygnalizację,
- utrzymanie ciągłości ruchu i skrócenie czasu usuwania skutków awarii, wypadków itp.,

- zwiększenie zdolności przewozowej komunikacji zbiorowej,
- poprawę warunków podróżowania, przede wszystkim ograniczenie zatłoczenia pojazdów przez operatywne dostosowywanie podaży miejsc do potrzeb,
- zapewnienie pasażerom pełnej informacji zarówno o charakterze okresowym (np. rozkładzie jazdy), jak i bieżącej (np. czas przybycia i nazwa najbliższego przystanku, połączenia przesiadkowe, zakłócenia i przerwy w ruchu),
- podniesienie bezpieczeństwa pasażerów,
- lepsze wykorzystanie taboru, co oznacza możliwość zmniejszenia stanu taboru, lub zwiększenia podaży usług na innych liniach obsługiwanych w sposób niewystarczający
- usprawnienie wykorzystania służb serwisowych i zaplecza technicznego.

3 WYBÓR TRAS DO MODERNIZACJI

3.1 Charakterystyka systemu tramwajowego w Warszawie

3.1.1 Linie komunikacyjne

Według stanu na wrzesień 2001r system komunikacji tramwajowej w Warszawie składa się z 31 linii tramwajowych, w tym:

- 29 linii stałych (numerowanych od 1 do 39) i
- 2 linii okresowych (numerowanych od 40 do 49).

Wszystkie linie obsługiwane są przez przedsiębiorstwo Tramwaje Warszawskie. Łączna długość linii tramwajowych wynosi 460,2 km, w tym:

- 431, 9 km ma charakter stałych linii tramwajowych, a
- 28,3 km funkcjonuje okresowo.

Średnia długość linii tramwajowych wynosi 14,8 km, przy czym najkrótsza linia (nr 21) liczy 8,8 km, a linia najdłuższa (nr 15) liczy 20,5 km.

W przypadku linii stałych ich charakterystyki są następujące:

- średnia odległość międzyprzystankowa - 456m,
- średnia prędkość komunikacyjna w dzień powszedni – 18,4 km/h,
- średnia prędkość eksploatacyjna w dzień powszedni – 15,0 km/h.

W odniesieniu do linii okresowych ich charakterystyki są następujące:

- średnia odległość międzyprzystankowa - 511m,
- średnia prędkość komunikacyjna w dzień powszedni – 18,8 km/h,
- średnia prędkość eksploatacyjna w dzień powszedni – 15,8 km/h.

Szczegółowe informacje dotyczące funkcjonowania poszczególnych tras w dzień powszedni przedstawiono w tabeli 3.1, a dane dotyczące dni świątecznych w tabeli 3.2.

3.1.2 Infrastruktura torowo-elektryczna

Infrastrukturę torowo-elektryczną tworzą obiekty i urządzenia związane z eksploatacją sieci torowej, sytemu zasilania trakcyjnego i sterowania zwrotnicami.

Według stanu na 01.09.2001 sieć torowa Tramwajów Warszawskich obejmuje łączną długość 275 km toru pojedynczego (kmtp), na którą składają się:

- tory eksploatowane w ruchu pasażerskim (szlakowe, na pętlach, w węzłach) – 242 kmtp,
- tory gospodarcze (w zajezdniach, itp.) – 33 kmtp.

Cechą charakterystyczną sieci torowej Tramwajów Warszawskich jest mały udział torowisk wspólnych z jezdnią o łącznej długości 26 kmtp stanowiących ok. 10% długości torów dla ruchu pasażerskiego, przy czym niekorzystnym czynnikiem dla eksploatacji tej grupy torowisk jest ich konstrukcja oparta na podbudowie z tłucznia kamiennego, bardzo podatnej na deformacje i wymagającej częstych napraw.

Torowiska wspólne z jezdnią na znacznie trwalszej podbudowie betonowej lub asfaltobetonowej występują tylko na łącznej długości 1,5 kmtp.

Szczególnymi obiektami sieci torowej wpływającymi na jej sprawną eksploatację są węzły rozjazdowe, tworzone przez łącznie 751 zwrotnic występujących w następujących grupach węzłów:

- w 24 odgałęzieniach tras (węzły trójkątne o różnym stopniu rozwinięcia),
- w 10 skrzyżowaniach tras (8 z relacjami skrętnymi, 2 bez relacji skrętnych),
- na 30 pętlach i 3 mijankach,
- w 4 zajezdniach i w 1 bazie torowo-sprzętowej.

Spośród 751 zwrotnic 62 zwrotnice są przystosowane do zdalnego przestawiania drogą radiową przez prowadzącego tramwaj, 35 zwrotnic jest przestawianych za pomocą tzw. sanek mocowanych na przewodzie jezdnym, a pozostałe 654 zwrotnice są przestawiane ręcznie (głównie na pętlach i w zajezdniach).

Elektryczne ogrzewanie zwrotnic w warunkach zimowych występuje w 552 zwrotnicach.

System zasilania trakcyjnego bazuje na 40 podstacjach o różnym stopniu wyposażenia i na sieci trakcyjnej wykonanej jako tzw. sieć skompensowana na długości odpowiadającej długości torów.

Obiektami związanymi z infrastrukturą torową są wysepki przystankowe, których łączna liczba na sieci TW wynosi 502 w tym 24 wysepki są położone w łukach o małym promieniu (R<100m.). Charakterystyki techniczne wysepek (oświetlenie, wymiary, wyposażenie w wiatę i rampę, itp.) są zróżnicowane, a jednym z parametrów związanych z jakością obsługi podróżnych jest wysokość krawędzi wysepki ponad poziom szyn nie przekraczająca w Warszawie 15cm.

3.1.3 Tabor tramwajowy

Łączna liczba taboru tramwajowego będącego w dyspozycji przedsiębiorstwa Tramwaje Warszawskie wynosi 869 wagonów (stan na czerwiec 2001r). Na liniach stałych w dzień powszedni w okresie szczytu przewozowego w ruchu (wg rozkładu) znajduje się 658 wozów[1], a w okresie międzyszczytu 468 wozów. W soboty, w ruchu znajdują się 394 wozy tramwajowe, a w dni świąteczne 386 wozów. Na liniach okresowych w dzień powszedni w okresie szczytu przewozowego w ruchu (wg rozkładu) znajdują się 52 wozy, a w okresie międzyszczytu 10 wozów. W soboty i w dni świąteczne linie okresowe nie funkcjonują.

3.1.4 Podaż miejsc w wozach

Podaż miejsc w wozach tramwajowych wynosi:

- w dzień powszedni w godzinach szczytu przewozowego – 46.8 tys. miejsc/godzinę,
- w dzień powszedni w godzinach międzyszczytowych – 31,5 tys. miejsc/godzinę,
- w soboty – 26 tys. miejsc/godzinę,
- w dni świąteczne – 25,4 tys. miejsc/godzinę.

[1] 658 wozów, w tym 329 wozów sterujących i 329 wozów doczepnych.

Wielkość planowej, miesięcznej pracy przewozowej w komunikacji tramwajowej wynosi ok. 4, 1 mln wozokm. (maj 2001),

3.1.5 Częstotliwość kursowania

Częstotliwości kursowania tramwajów są zróżnicowane. W godzinach ruchu szczytowego:

- 11 linii (37%) kursuje z częstotliwością co 4-10 minut,
- 6 linii (21%) kursuje z częstotliwością co 10-15 minut,
- 8 linii (28%) kursuje z częstotliwością co 15-20 minut,
- 4 linie (14%) kursują z częstotliwością co 20-30 minut.

W godzinach międzyszczytowych:

- 2 linie (7%) kursują z częstotliwością co 4-10 minut,
- 6 linii (21%) kursuje z częstotliwością co 10-15 minut,
- 4 linie (14%) kursują z częstotliwością co 15-20 minut,
- 14 linii (48%) kursuje z częstotliwością co 20-30 minut,
- 3 linie (10%) kursują z częstotliwością powyżej 30 minut.

W soboty:

- 1 linia (3%) kursuje z częstotliwością co 10-15 minut,
- 18 linii (62%) kursuje z częstotliwością co 15-20 minut,
- 1 linia (3%) kursuje z częstotliwością co 20-30 minut,
- 9 linii (32%) kursuje z częstotliwością powyżej 30 minut.

W dni świąteczne:

- 19 linii (66%) kursuje z częstotliwością co 15-20 minut,
- 1 linia (3%) kursuje z częstotliwością co 20-30 minut,
- 9 linii (31%) kursuje z częstotliwością powyżej 30 minut.

3.1.6 Jakość świadczonych usług

Punktualność tramwajów rozumiana jako procentowy udział liczby odjazdów z punktu kontrolnego uznanych jako punktualne (w tolerancji +2, -3 min) w łącznej zaobserwowanej liczbie odjazdów w danym dniu jest szacowana na 84,2%. Zawodność rozumiana jako procentowy udział liczby półkursów wadliwych (nie zrealizowanych w całości) do łącznej rozkładowej liczby półkursów na dany dzień jest szacowana na 0,71% (maksymalna - 1,19%).

3.1.7 Maksymalne potoki ruchu

Maksymalne potoki ruchu na poszczególnych liniach tramwajowych przedstawiono w tabeli 3.3.

Tabela.3.3. Potoki maksymalne na liniach tramwajowych

Numer Linii	Numer przystanku		Nazwa przystanku	Kierunek jazdy		Maksymalny potok pasażerski [pasaż../h]	Podaż miejsc	Stopień napełnienia
1	5074	01	POD KOŁO	→	ANN	630	750	84%
2	4028	03	RASZYŃSKA	→	ZEW	990	1450	68%
3	2001	06	AL. ZIELENIECKA	→	GCW	760	950	80%
4	1163	03	PARK PRASKI	→	WYS	1330	1750	76%
6	1006	03	RONDO STARZYŃSKIEGO	→	HUT	760	1000	76%
7	2131	05	RONDO WASZYNGTONA	→	OKE	1030	1200	86%
8	5008	03	ELEKCYJNA		WIA	780	1000	78%
9	4004	03	KINO OCHOTA	→	GCW	1370	1750	78%
10	7088	03	RONDO ONZ	→	SLU	1700	2000	85%
12	5074	01	POD KOŁO		ZIL	1690	1950	87%
13	5071	01	DEOTYMY	→	KAW	600	700	86%
15	7018	07	MURANOWSKA	→	OKE	1270	1750	73%
16	7088	03	RONDO ONZ	→	RAS	1730	2000	87%
17	7088	03	RONDO ONZ	→	SLU	1180	1450	81%
18	3240	03	WORONICZA	→	SLU	1260	1950	65%
19	7088	03	RONDO ONZ	→	WYS	570	1000	57%
20	5071	01	DEOTYMY	→	BAN	340	750	45%
21	2001	06	Al. ZIELENIECKA	→	WIA	650	1250	52%
22	2131	05	RONDO WASZYNGTONA	→	HUT	1330	2000	67%
24	2008	07	WIATRACZNA	→	KOL	700	1000	70%
25	2131	05	RODO WASZYNGTONA	→	OKE	1505	1700	89%
26	1163	03	PARK PRASKI	→	GOR	1490	2000	75%
27	6006	05	PKS MARYMONT	→	CMW	555	1250	44%
29	6040	03	SADY ŻOLIBORSKIE	→	BAN	720	1250	58%
32	1163	03	PARK PRASKI	→	NAR	960	1200	80%
33	7088	03	RONDO ONZ	→	WYS	1290	1750	74%
35	6040	03	SADY ŻOLIBORSKIE	→	WIL	1280	2000	64%
36	7013	08	CENTRUM	→	MRM	940	1000	94%

3.1.8 Obecnie stosowane metody nadzoru i sterowania ruchem

W 1996 r. wdrożono w przedsiębiorstwie „Tramwaje Warszawskie" system ciągłego monitorowania ruchu pociągów tramwajowych „Larus", zakupiony w Izraelskiej firmie Tadiran Ltd. Wersję pilotową systemu, obejmującą 35 pociągów tramwajowych przetestowano na dwóch wybranych liniach. W końcu 1996 r. objęto nim 400 pociągów tramwajowych. Po tym terminie nowy tabor jest fabrycznie wyposażany w urządzenia systemu.

W obecnej postaci „Larus[2]" nie jest systemem zarządzania ruchem, lecz może jedynie pełnić funkcje nadzoru ruchu tramwajowego. Dzięki zastosowaniu satelitarnego systemu lokalizacji pojazdów NAVSTAR – GPS (Navigation System with Timing and Reading – Global Positioning System), oraz sterowanego komputerem systemu radiofonicznej transmisji danych, możliwa jest bieżąca ocena punktualności kursowania tramwajów, otrzymywanie raportów dotyczących przebiegu pracy każdego pociągu, a także okresowych raportów dotyczących funkcjonowania całego taboru na liniach komunikacyjnych. Obecnie systemem tym objęte są wszystkie tramwaje obsługujące linie komunikacyjne w Warszawie. Aktualne położenie pociągów tramwajowych na mapie tras komunikacyjnych może być wyświetlane na ekranie monitora. Efektywne wykorzystanie systemu jest jednak utrudnione ze względu na występujące kłopoty z zapewnieniem ciągłości transmisji danych pomiędzy pojazdami i centralą ruchu.

Wdrożenie systemu „Larus" stworzyło możliwość nawiązywania bezpośredniej łączności fonicznej pomiędzy dyspozytorem w Centrali Ruchu a motorniczymi (łączność z jednym pojazdem lub z grupą pojazdów). Możliwe jest również wysyłanie z pojazdu specjalnego sygnału alarmowego, uruchamiającego natychmiastowe połączenie z dyspozytorem, co znacząco wpływa na bezpieczeństwo pracy motorniczych i pasażerów.

Jako podstawowe efekty wdrożenia systemu „Larus" w przedsiębiorstwie „Tramwaje Warszawskie" wymienia się:

- poprawę bezpieczeństwa motorniczych i pasażerów, wynikającą z możliwości niemal natychmiastowego odbioru w Centrali Ruchu sygnałów alarmowych nadawanych w chwilach zagrożenia,
- skrócenie czasów likwidacji awarii, co wynika ze znaczącego skrócenia (o około 50%) czasów powiadamiania o ich wystąpieniu,
- ograniczenie skutków zablokowania tras tramwajowych poprzez umożliwienie szybkiego przekazywania motorniczym dyspozycji kierujących pociągi tramwajowe na trasy zastępcze,
- automatyzację kontroli punktualności, umożliwiającą wyeliminowanie potrzeby prowadzenia takiej kontroli przez obserwatorów ZTM.

Funkcjonowanie miejskiego transportu zbiorowego w warunkach zatłoczenia sieci ulicznej skłania do poszukiwania efektywnych sposobów podwyższenia sprawności usług przewozowych. Wdrożenie systemu centralnego zarządzania ruchem w Warszawie (CEZAR) powinno przynieść również efekty polegające na podwyższeniu sprawności funkcjonowania systemu tramwajowego, w szczególności w tych rejonach, w których występują najgorsze warunki tramwajów. Powinno to doprowadzić do wzrostu atrakcyjności tramwajów w takim stopniu, aby powstrzymać i odwrócić proces przenoszenia się pasażerów z transportu zbiorowego do indywidualnego.

[2] Od roku 2000 system uzyskał nazwę SNRT 2000 (System Nadzoru Ruchu Tramwajów)

3.1.9 Ogólna charakterystyka priorytetów dla tramwajów

W komunikacji tramwajowej w Warszawie zasadnicze ułatwienia w ruchu pociągów wynikają ze znaczącego udziału torowisk wydzielonych z jezdni ulicznych. Łącznie 216,2 km toru pojedynczego przebiega po torowiskach wydzielonych, co oznacza ok. 90% łącznej długości torów eksploatowanych przez ruch pasażerski. Jest to niewątpliwie istotnym walorem warszawskiej komunikacji tramwajowej, jednak nie w pełni wykorzystanym.

W sygnalizacji świetlnej stosowane są dotychczas dwa rodzaje priorytetów dla ruchu pociągów tramwajowych:

- wzbudzanie sygnału zezwalającego na przejazd przez tramwaj bądź sygnalizacja aktualizowana przez tramwaj (zwykle w miejscach zmiany przebiegu wydzielonego torowiska w stosunku do jezdni położonych na odcinkach między skrzyżowaniami, lub w rejonach pętli tramwajowych):
- wydzielone fazy dla tramwajów w stałoczasowej sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach.

3.1.10 Zasady informowania pasażerów

Informacje dla pasażerów są przekazywane:

- w sposób tradycyjny w wozach i na przystankach (tj. rozkłady jazdy, przebiegi linii, schematy układu linii, itp.),
- w sposób dynamiczny w wybranych wozach (przebieg linii, możliwość przesiadek, informacja głosowa o najbliższym przystanku),
- poprzez internet (rozkłady jazdy, przebiegi linii, opłaty za przejazd).
- w postaci ulotek,
- poprzez komunikaty w prasie (gazety i pisma lokalne) oraz w TV (głównie w programie Warszawskiego Ośrodka Telewizyjnego),
- w wydzielonych punktach informacyjnych (Dw. Centralny, hala głównych kas biletowych ZTM przy ulicy Senatorskiej),
- poprzez punkt informacji telefonicznej Zarządu Transportu Miejskiego w Warszawie.

Nie istnieje natomiast system bieżącego informowania pasażerów na przystankach o aktualnych warunkach i możliwościach odbywania podróży oraz występujących zakłóceniach w funkcjonowaniu systemu tramwajowego.

3.2 Wybór tras do modernizacji

Zgodnie z wnioskami zawartymi w studium pt. *„Analizy funkcjonalno-ruchowe wariantów systemu transportowego Warszawy ze szczególnym uwzględnieniem komunikacji szynowej”* wykonanym na zamówienie Miasta St. Warszawa w roku 1999, zadaniem priorytetowym w zakresie systemu transportowego Warszawy powinna być modernizacja tras tramwajowych, prowadząca do stworzenia nowoczesnego, niezawodnego i komfortowego systemu komunikacji szynowej na trasach najbardziej obciążonych potokami pasażerskimi (w chwili obecnej i w prognozach na przyszłość) i tym samym zachęcenie mieszkańców Warszawy do korzystania z komunikacji zbiorowej.

W wyżej wymienionym opracowaniu do modernizacji wytypowano trasy tramwajowe o szczególnym znaczeniu w obsłudze obecnych i prognozowanych potoków pasażerskich w Warszawie. Wytypowano 6 następujących tras:

- wzdłuż Al. Jerozolimskich, co najmniej na odcinku Pl. Narutowicza-Most Poniatowskiego-Rondo Wiatraczna-Gocławek,
- wzdłuż Al. Solidarności, na odcinku Warszawa Wileńska-Most Śląsko Dąbrowski-pętla przy cm. Wolskim,
- wzdłuż Al. Jana Pawła II, na odcinku pętla przy ul. Potockiej - Rakowiecka,
- wzdłuż ul. Okopowa-Towarowa, na odcinku od Ronda Babka do Pl. Zawiszy,
- wzdłuż ul. Broniewskiego, na odcinku od Jarzębskiego do ul. Popiełuszki i warunkowo
- wzdłuż ul. Słomińskiego, na odcinku od Ronda Starzyńskiego do Ronda Babka.

Wszystkie te trasy prowadzą ruch wzdłuż podstawowych osi transportowych miasta i przebiegają przez jego ścisłe centrum. Także dane o ruchu (ruchu obecny oraz prognozowany dla roku 2015 wg wykonanych w ramach opracowania *„Analizy funkcjonalno-ruchowe wariantów systemu transportowego Warszawy ze szczególnym uwzględnieniem komunikacji szynowej”*[3]) potwierdzają istotną rolę wymienionych tras tramwajowych.

W stanie istniejącym trasy silnie obciążone ruchem pasażerskim to:

- Gocławek-Rondo Wiatraczna – do 4 440 pasażerów[4]
- Rondo Wiatraczna – Rondo Waszyngtona – do 4 600 pasażerów,
- Rondo Waszyngtona – Rondo Daszyńskiego – do 10 000 pasażerów (w tym Most Poniatowskiego),
- Dw. Centralny – Rondo Daszyńskiego – do 3 400 pasażerów,
- Rondo Zawiszy – Dw. Centralny - do 2 900 pasażerów,
- Potocka – Rondo Babka – do 4 700 pasażerów,
- Rondo Babka – Al. Solidarności – do 3 300 pasażerów,
- Al. Solidarności – Dw. Centralny – do 2 900 pasażerów,
- Rakowiecka – Dw. Centrlany - do 1 600 pasażerów,
- Cm. Wolski – Jana Pawła II - do 2 200 pasażerów,
- Dw. Wileński – Jana Pawła II - do 7 200 pasażerów,
- Rondo Starzyńskiego - Rondo Babka – Okopowa – Al. Solidarności – do 2 500 pasażerów,
- Al. Solidarności – Pl. Zawiszy – do 1 900 pasażerów.

[3] W ramach niniejszego Studium prognozy ruchu dla systemu tramwajowego zostały uaktualnione, z uwzględnieniem: wyników dodatkowych badań ruchu, zmian w rozkładach jazdy i układzie linii tramwajowych, rozwoju systemu transportowego (w tym wydłużenie metra), zaproponowanej koncepcji modernizacji tras. Wyniki prognoz ruchu przedstawiono w rozdziale 8.

[4] Dane w pasażerach na kierunek

oraz w przyszłości (rok 2015):

- Gocławek-Rondo Wiatraczna – do 4 850 pasażerów
- Rondo Wiatraczna – Rondo Waszyngtona – do 6 600 pasażerów,
- Rondo Waszyngtona – Rondo Daszyńskiego – do 9 000 pasażerów, w tym Most Poniatowskiego – 8 800 pasażerów,
- Plac Narutowicza – Dw. Centralny - do 4 600 pasażerów,
- Dw. Centralny – Rondo Daszyńskiego – do 4 800 pasażerów,
- Potocka – Rondo Babka – do 6 500 pasażerów,
- Rondo Babka – Al. Solidarności – do 5 600 pasażerów,
- Al. Solidarności – Dw. Centralny – do 5 800 pasażerów,
- Rakowiecka – Dw. Centrlany - do 4 850 pasażerów,
- Cm. Wolski – Jana Pawła II - do 3 300 pasażerów,
- Dw. Wileński – Jana Pawła II - do 5 800 pasażerów, w tym Most Śląsko-Dąbrowski – 5 700 pasażerów,
- Rondo Starzyńskiego - Rondo Babka – Okopowa – Al. Solidarności – do 2 600 pasażerów, w tym Most Gdański – 1 200 pasażerów.
- Al. Solidarności – Pl. Zawiszy – 4 100 passażerów.

Propozycja modernizacji zawarta w opracowaniu *„Analizy funkcjonalno-ruchowe wariantów systemu transportowego.....”* nie objęła tych tras tramwajowych, których przebiegi pokrywają się z planowanym rozwojem sieci metra. Uznano bowiem, że z jednej strony niecelowe byłoby poniesienie przez miasto w tym samym korytarzu transportowym, kosztów inwestycyjnych związanych z modernizacją tramwaju i budową metra. Z drugiej strony, usprawnienie obu tych podsystemów transportu zbiorowego prowadziłoby w dalszej perspektywie do ograniczenia efektywności ich funkcjonowania (przejmowanie pasażerów w ramach komunikacji zbiorowej). W szczególności dotyczy to tras:

– położonych wzdłuż ulic Mickiewicza-Andersa-Marszałkowska,

– położnych wzdłuż ulic Targowa-Grochowska,

– biegnących w kierunku os.Bródno.

W niniejszym Studium przy wyborze tras przewidzianych do modernizacji głównymi kryteriami były:

- zapisy „Polityki Transportowej M. St. Warszawy”, zgodnie z którymi za rozwiązania priorytetowe należy uważać modernizacje transportu szynowego na kierunkach promienistych do centrum miasta,
- wnioski ze studium. *„Analizy funkcjonalno-ruchowe wariantów systemu transportowego Warszawy ze szczególnym uwzględnieniem komunikacji szynowej”*,
- obecne i prognozowane obciążenie ruchem pasażerskim,

- plany rozwojowe miasta w zakresie rozbudowy systemu transportowego, w tym w szczególności rozwój sieci metra.

Stąd też na podstawie wstępnych analiz przeprowadzonych przez Zespół Doradców Gospodarczych TOR oraz w uzgodnieniu z Zamawiającym do szczegółowych analiz zakwalifikowano następujące trasy:

- wzdłuż Al. Jerozolimskich, na odcinku: **Pętla GOCŁAWEK - RONDO WIATRACZNA - MOST PONIATOWSKIEGO - PL. NARUTOWICZA - Pętla BANACHA,**
- wzdłuż Al. Solidarności, na odcinku: **Pętla CM. WOLSKI - MOST ŚLĄSKO DĄBROWSKI - WARSZAWA WILEŃSKA**,
- wzdłuż Al. Jana Pawła II, na odcinku: **PĘTLA PRZY UL. POTOCKIEJ - RAKOWIECKA,**
- wzdłuż ulic Słomińskiego-Okopowa-Towarowa, na odcinku: **RONDO STARZYŃSKIEGO - RONDO BABKA - PLAC ZAWISZY,**
- wzdłuż ul. Broniewskiego, na odcinku: **PĘTLA PIASKI – Pl. GRUNWALDZKI.**

4 WYNIKI BADAŃ RUCHU I INWENTARYZACJI TRAS

4.1 Wyniki badań ruchu

W ramach pracy przeprowadzono badania ruchu tramwajowego w okresie 6-18 września b.r. Badania ruchu objęły 5 tras tramwajowych wytypowanych do modernizacji:

- Rondo Starzyńskiego-Most Gdański-Słomińskiego-Rondo Babka-Okopowa-Towarowa-Pl. Zawiszy,
- Potocka-Jana Pawła II-Rakowiecka,
- Piaski-Broniewskiego,
- Gocławek-Grochowska-Rondo Wiatraczna-Most Poniatowskiego-Al. Jerozolimskie-Pl. Narutowicza-Banacha i
- Cm. Wolski-Al. Solidarności-Most Śląsko-Dąbrowski-Dworzec Wileński.

Badania ruchu tramwajów prowadzono w dni powszednie, w godzinach ruchu szczytowego – rannego (w okresie 7.30-9.00) i popołudniowego (w okresie 15.30-17.30). Badania były prowadzone z wykorzystaniem przeszkolonych obserwatorów umieszczonych w wozach tramwajowych i notujących następujące parametry ruchu tramwaju:

- czas startu z punktu początkowego trasy,
- czasy zatrzymania tramwaju na przystanku,
- czasy otworzenia drzwi tramwaju na przystanku,
- czasy zakończenia wymiany pasażerów,
- czasy ruszenia tramwaju z przystanku,
- czasy wjazdu i zjazdu tramwaju ze skrzyżowania,
- czasy postoju tramwaju na trasie wymuszone występowaniem przejść dla pieszych i przejazdów bez sygnalizacji.
- czasy postoju tramwaju na dojeździe do przystanku wymuszone kolejką wozów stojących na przystanku,
- czas dojazdu do końcowego punktu trasy.

Dla każdej z tras wykonano 4 przejazdy pomiarowe w obu kierunkach. Łącznie dla wszystkich tras wykonano 80 jazd pomiarowych (rano i popołudniu, tam i z powrotem).

Dane pomiarowe zebrano w celu obliczenia:

- średnich czasów przejazdu na wybranych trasach,
- średnich czasów przejazdu poszczególnych odcinków trasy,
- średnich, minimalnych i maksymalnych czasów wymiany pasażerów,
- średnich, minimalnych i maksymalnych strat czasu na skrzyżowaniach z sygnalizacją, na skrzyżowaniach bez sygnalizacji, na przejściach dla pieszych i przejazdach,
- średnich prędkości tramwaju na odcinkach i trasie,
- porównania parametrów rozkładowych tramwaju z pomierzonymi.

Harmonogram pomiarów w podziale na trasy przedstawiono w tabeli 4.1, schemat tras wybranych do badań ruchu tramwajowego przedstawiono na rys. 4.1

Wyniki pomiarów ruchu przedstawiono w załączniku 1, w tabelach:

- **Tab. Z1.1:** Wyniki badań ruchu dla trasy tramwajowej Gocławek-Grochowska-Rondo Wiatraczna-Most Poniatowskiego-Al. Jerozolimskie-Pl. Narutowicza-Banacha,
- **Tab. Z1.2:** Wyniki badań ruchu dla trasy tramwajowej Rondo Starzyńskiego-Most Gdański-Słomińskiego-Rondo Babka-Okopowa-Towarowa-Pl. Zawiszy,
- **Tab. Z1.3:** Wyniki badań ruchu dla trasy tramwajowej Cm. Wolski-Al. Solidarności-Most Śląsko-Dąbrowski-Dworzec Wileński,
- **Tab. Z1.4:** Wyniki badań ruchu dla trasy tramwajowej Potocka-Jana Pawła II-Rakowiecka,
- **Tab. Z1.5:** Wyniki badań ruchu dla trasy tramwajowej Piaski-Pl. Grunwaldzki

4.2 Wyniki inwentaryzacji tras

W pracy przeprowadzono inwentaryzacje wybranych tras tramwajowych pod kątem identyfikacji podstawowych kolizji z otoczeniem w tym w szczególności:

- identyfikacji ulic biegnących wzdłuż analizowanej trasy tramwajowej,
- identyfikacji przystanków (w tym ich usytuowania w stosunku do skrzyżowania),
- identyfikacji skrzyżowań trasy tramwajowej z ulicami (i innymi trasami szynowymi) sterowanych sygnalizacją świetlną,
- identyfikacji skrzyżowań trasy tramwajowej z ulicami, bez sterowania sygnalizacją świetlną,
- identyfikacji skrzyżowań trasy tramwajowej z przejściami dla pieszych sterowanych sygnalizacją świetlną,
- identyfikacji skrzyżowań trasy tramwajowej z przejściami dla pieszych, bez sterowania sygnalizacją świetlną,
- identyfikacji skrzyżowań trasy tramwajowej z przejazdami,
- identyfikacji rodzaju zagospodarowania przestrzennego wzdłuż odcinków trasy tramwaju i ewentualnych kolizji,
- identyfikacji typu torowiska tramwajowego pod kątem jego usytuowania w stosunku do osi jezdni (kolizje z ulicami na odcinkach trasy) i typu zamocowania toru,
- identyfikacji rodzaju sieci trakcyjnej,
- identyfikacji najważniejszych obiektów usytuowanych wzdłuż trasy (podstawowych generatorów ruchu),
- identyfikacji miejsc potencjalnie niebezpiecznych,
- identyfikacji ważnych węzłów wymiany ruchu.

Wyniki inwentaryzacji zostały przedstawione w załączniku 2, w następujących tabelach:

- **Tab. Z2.1** Wyniki inwentaryzacji trasy tramwajowej Gocławek-Grochowska-Rondo Wiatraczna-Most Poniatowskiego-Al. Jerozolimskie-Pl. Narutowicza-Banacha,
- **Tab. Z2.2** Wyniki inwentaryzacji trasy tramwajowej Rondo Starzyńskiego-Most Gdański-Słomińskiego-Rondo Babka-Okopowa-Towarowa-Pl. Zawiszy,
- **Tab. Z2.3** Wyniki inwentaryzacji trasy tramwajowej Cm. Wolski-Al. Solidarności-Most Śląsko-Dąbrowski-Dworzec Wileński
- **Tab. Z2.4** Wyniki inwentaryzacji trasy tramwajowej Potocka-Jana Pawła II-Rakowiecka,
- **Tab. Z2.5** Wyniki inwentaryzacji trasy tramwajowej Piaski-Pl. Grunwaldzki.

Wyniki inwentaryzacji przystanków w zakresie:

- wymiarów platformy przystankowej (długość i szerokość),
- wyposażenia przystanku w wygrodzenie, wiatę i pochylnię dla wózków,
- stanu nawierzchni przystanku

oraz wyniki inwentaryzacji stanu technicznego torowiska przedstawiono w rozdziale 6 przy okazji analizy szczegółowej poszczególnych tras.

5 ZAŁOŻENIA DOTYCZĄCE MODERNIZACJI TRAS TRAMWAJOWYCH

5.1 Wstęp

W niniejszym rozdziale przedstawiono wymagania jakie spełnić powinien zmodernizowany system nowoczesnego tramwaju. Wymagania te dotyczą:

- infrastruktury: tory, zasilanie, przystanki,
- nowoczesnego taboru niskopodłogowego, który - zgodnie z podstawowymi założeniami koncepcji - zastąpi tabor dotychczas eksploatowany,
- zmian w organizacji i sterowaniu ruchem (układ linii, częstotliwość kursowania, priorytet w ruchu, łączność z centrum dyspozytorskim, itp.),
- systemu informowania pasażerów,
- usprawnienia węzłów przesiadkowych (dostępność przystanków, ułatwienia w przesiadaniu się).

Wymagania zostały sformułowane przy założeniu, że w wyniku modernizacji standard obsługi pasażerów na dotychczasowych trasach tramwajowych osiągnie nową, wyższą jakość, przy czym efekt ten zostanie osiągnięty przy możliwie niskim zaangażowaniu środków finansowych.

Planowane w ten sposób działania modernizacyjne są zgodne z ogólnymi tendencjami obserwowanymi w miastach Unii Europejskiej oraz innych rozwiniętych krajów OECD. Ogólna polityka promowania transportu zbiorowego obejmuje, między innymi, renesans tramwaju. Przykładem tego są takie kraje jak Francja, Wielka Brytania, Niemcy, Austria, Włochy czy Szwajcaria gdzie modernizowane są istniejące linie tramwajowe oraz budowane nowe, często na trasach, gdzie przed laty eksploatowano tramwaj. W okresie ostatnich 20 lat wybudowano ponad 20 nowych systemów nowoczesnego tramwaju i zmodernizowano wiele systemów istniejących. Oferowany wysoki standard podróżowania powoduje, że tramwaj nie kojarzy się więcej z przestarzałym tramwajem z pierwszej połowy XX stulecia.

Dowodem pozytywnego stosunku do nowoczesnego tramwaju są poniższe sformułowania opublikowanej przez Unię Europejską we wrześniu 2001 roku Białej Księgi dot. kierunków polityki transportowej do 2010 roku[1].

"Ekonomicznym, wysoko ocenianym przez miasta i popularnym wśród pasażerów środkiem transportu jest tramwaj szybki na wydzielonym torowisku. Jest to konsekwencja rewitalizacji tramwajów, którym projektanci nadali futurystyczną formę. Dzięki wprowadzeniu wagonów niskopodłogowych ułatwiono warunki podróżowania osób z ograniczonymi możliwościami poruszania się. Nowe projekty, częściowo sfinansowane przez Komisję Europejską, umożliwiły realizację nowych rozwiązań, które radykalnie zmieniają wizerunek tramwaju. Takie miasta, jak Wiedeń, Sztutgart, Freiburg, Strassburg i Nance uzyskały widoczny postęp w zmianie podziału zadań przewozowych przez rozwijanie tej formy transportu. Zahamowały wzrost udziału samochodu przez inwestowanie w inne, niż drogi, środki transportu. Udział samochodu spada o 1% rocznie, podczas gdy w większości miast nadal rośnie on znacznie bardziej niż ta liczba".

[1] European Commission. White Paper - European transport policy for 2010: time to decide. September 2001.

Głównym elementem projektów jest wprowadzenie nowoczesnego taboru niskopodłogowego, przyciągającego pasażerów komfortem podróżowania, estetyką i niezawodnością. Pełne ujawnienie się zalet nowoczesnego tramwaju następuje wówczas gdy wraz z wymianą taboru spełnione są wymagania w zakresie infrastruktury, w tym szczególnie dotyczące jakości torowiska i systemu zasilania oraz w zakresie organizacji i sterowania ruchem w korytarzu trasy.

Atrakcyjność projektów modernizacji tramwaju wiąże się także z tym, że koszty ich realizacji są wielokrotnie (5 - 30 razy)[2] niższe od kosztów budowy trasy metra. Wprawdzie prędkość podróżowania jest mniejsza od oferowanej przez metro, ale większa gęstość sieci i lepsza dostępność przystanków w znacznej mierze rekompensują tę różnicę. Miasta, które zdecydowały się na wprowadzenie nowoczesnego niskopodłogowego tramwaju, uzyskały w krótkim czasie i niższym kosztem, atrakcyjny środek szybkiej komunikacji miejskiej.

Oprócz niższych kosztów realizacji do zalet zmodernizowanej komunikacji tramwajowej można zaliczyć:

- wyższą prędkość komunikacyjną (krótszy czas przejazdu) w stosunku do innych typów transportu naziemnego,
- stosunkowo krótki (w porównaniu z metrem) czas dojścia pieszego do przystanku zlokalizowanego z reguły w poziomie ulicy (bez konieczności pokonywania różnicy poziomów),
- wysoki komfort podróżowania wynikający z nowoczesnego taboru; dla znacznej części podróżnych jazda po powierzchni jest bardziej atrakcyjna niż w tunelu,
- niezawodność i punktualność, wynikające z zastosowania systemów nadzoru ruchu i priorytetów w ruchu ulicznym.

Poniżej scharakteryzowano podstawowe wymagania, które powinien spełniać tabor i infrastruktura nowoczesnego tramwaju. Zdecydowano się je przedstawić w szerszej formie, formułując także wymagania w stosunku do odcinków nowobudowanych, mając na uwadze możliwość pewnych modyfikacji przebiegu poszczególnych tras lub ich wydłużania. Wymagania odniesiono do warunków warszawskich biorąc pod uwagę np. plany w zakresie zakupu taboru, zainstalowane systemy nadzoru i informacji itp.

5.2. Wymagania dla taboru

Nowoczesny tabor tramwajowy, w tym niskopodłogowy, oferowany jest przez wiele firm europejskich. Tabor oferowany przez te firmy posiada zróżnicowane charakterystyki techniczne.

Z przeprowadzonych analiz, w tym przeglądu cech taboru wprowadzanego do eksploatacji w miastach europejskich wynikają następujące podstawowe wymagania, jakie spełniać powinien tabor dla modernizowanych tras tramwajowych:

- długość wagonu wielo-członowego - ok. 30m,
- prędkość maksymalna - 70 km/h,
- trójfazowe silniki asynchroniczne,

[2] Dolna wartość dotyczy przypadków budowy nowych tras z krótkimi odcinkami w tunelu, lub na estakadach, górna przypadków modernizacji istniejących linii.

- zdolność do rekuperacji energii,
- niska podłoga na całej długości wagonu usytuowana na wysokości ok. 350 mm nad główką szyny z jej obniżeniem w drzwiach wejściowych do poziomu 300 mm,
- udział miejsc siedzących (przy wskaźniku napełnienia 4 pas./m^2 powierzchni do stania) powinien być nie mniejszy niż 30%,
- liczba i szerokość drzwi dostosowane do obserwowanej i przewidywanej w Warszawie wymianie pasażerów (liczba wsiadających i wysiadających w godzinach szczytowego obciążenia),
- klimatyzacja/ogrzewanie,
- wagony powinny być wyposażone w urządzenia systemu nadzoru ruchu tramwajów, systemu informacji pasażera, sterowania zwrotnicami oraz systemu pobierania opłat za przejazdy,
- rozwiązanie wagonu powinno umożliwiać instalowanie dodatkowych urządzeń niezbędnych dla zapewnienia współpracy z systemem zarządzania ruchem ulicznym (wywoływanie priorytetu w sygnalizacji świetlnej) oraz dodatkowych urządzeń systemu informowania pasażerów.

Powyższe wymagania nie obejmują kwestii związanych z ewentualnym wprowadzeniem wagonów dwukierunkowych. Temat ten omówiono w rozdziale 10.

Jak wiadomo, przedsiębiorstwo Tramwaje Warszawskie (TW) posiada własne doświadczenia w określaniu wymagań dla taboru niskopodłogowego. Wymagania te sformułowano dla potrzeb postępowań przetargowych na dostawy taboru. TW planują w najbliższych latach zakup 50 niskopodłogowych, jednokierunkowych wagonów wieloczłonowych o długości 26-32 m z silnikami asynchronicznymi o wysokich parametrach ruchowych. Z analizy "wymagań technicznych określających przedmiot zamówienia" oraz dodatkowych informacji uzyskanych od przedstawicieli TW wynika, że zamawiany tabor niskopodłogowy spełni większość sformułowanych wyżej wymagań.

Do najważniejszych kwestii, od których zależeć będzie standard usług należą:

- wysokość podłogi tramwaju,
- udział miejsc do siedzenia,
- wymagań dotyczących tzw. urządzeń systemowych.

W odniesieniu do wysokości podłogi pod pojęciem "niska podłoga" należy rozumieć rozwiązanie, stosowane w najnowszej generacji wagonów tramwajowych. W wagonach "niskopodłogowych" podłoga jest usytuowana na wysokości ok. 350 mm nad główką szyny z lokalnymi obniżeniami w sąsiedztwie drzwi wejściowych do poziomu 300 mm. Z posiadanych informacji wynika, że tabor zamawiany dla Warszawy posiadać będzie opisaną charakterystykę. Ewentualny zakup taboru tylko częściowo niskopodłogowego nie zapewni użytkownikom oczekiwanego wysokiego komfortu i nie spełni on wszystkich kryteriów stawianych nowoczesnej komunikacji tramwajowej.

W kwestii udziału miejsc do siedzenia w warunkach przetargowych TW stawiany jest wymóg, zapewnienia 20% miejsc siedzących w całkowitej liczbie miejsc. Dla obliczenia całkowitej pojemności wagonu przyjmowany jest wskaźnik napełnienia znamionowego równy 0,15m^2 na pasażera stojącego. Odpowiada to napełnieniu ok. 6,7 pas./m^2 powierzchni do stania. Wielkość ta, przyjmowana od lat przez Tramwaje Warszawskie za normatywną przy

planowaniu częstotliwości kursowania (podaży miejsc), jest za wysoka z punktu widzenia jakości oferowanych usług, zwłaszcza w dalszej perspektywie.

Dla osiągnięcia zakładanej jakości komunikacji tramwajowej, należy w planowaniu eksploatacji nowoczesnego tramwaju przyjmować - i to tylko dla okresu szczytowego obciążenia - wartości niższe, rzędu 0,20-0,25 m^2 na pasażera stojącego (4-5 pas./m^2 powierzchni do stania). Przy wynikającej z wymagań przetargowych liczbie miejsc siedzących (20% przy napełnieniu 6,7 pas./m^2), ich rzeczywisty udział przy napełnieniu 5 pas./m^2 wynosiłby 25%, a przy napełnieniu 4 pas./m^2 odpowiednio 30%. Wskaźnik ten uznać można za możliwy do przyjęcia w I etapie (ze względu na konieczność minimalizowania kosztów eksploatacyjnych), jednak w dalszej perspektywie (przy kolejnych zakupach) należałoby zwiększać udział miejsc siedzących.

Jak wiadomo, konsekwencją przyjęcia wskaźników normatywnego (średniego) napełnienia są wskaźniki napełnienia przyjmowane za podstawę przy projektowania mechanicznej konstrukcji wagonu oraz torowiska. Konsekwencją przyjęcia wskaźnika 6,7 pas./m^2 jest wymaganie projektowania konstrukcji taboru i konstrukcji torów na obciążenie 10 pas./m^2. Zwiększenie udziału miejsc siedzących oznaczałoby zmniejszenie masy wagonu (mniejsza liczba pasażerów).

Dodatkowo stawiane są wymagania wyposażenia tramwaju we wszystkie stosowane w taborze Tramwajów Warszawskich urządzenia systemowe, to jest:

- urządzenia systemu nadzoru ruchu tramwajów SNRT 2000,
- urządzenia systemu informacji pasażera BUSE,
- urządzenia do sterowania zwrotnic - MESIT,
- urządzenia systemu pobierania opłat za przejazdy - ASCOM MONETEL.

Listę należy rozszerzyć o urządzenia zapewniające współpracę systemu nadzoru ruchu tramwajów z systemem zarządzania ruchem drogowym oraz urządzeń związanych z zaawansowanymi systemami informowania pasażerów.

Biorąc pod uwagę, że zamawiany obecnie tabor będzie wprowadzany na zmodernizowane trasy, konieczne jest zapewnienie takich cech techniczno-eksploatacyjnych nowego taboru, aby umożliwiły one spełnienie wyżej sformułowanych wymagań, beż czego nie będzie możliwe uzyskanie wszystkich zakładanych efektów modernizacyjnych.

5.3 Wymagania dotyczące infrastruktury - torowiska, przystanki, zasilanie

W niniejszym Studium, w przypadku wymagań stawianych trasie nowoczesnego tramwaju, uwaga jest skoncentrowana na sposobie adaptacji istniejących tras tramwajowych do warunków umożliwiających efektywne eksploatowanie taboru niskopodłogowego. Jak już wspomniano wyżej, zdecydowano się jednak zagadnienie to ująć szerzej i sformułować wymagania, jakie dotyczą przypadku projektowania nowych odcinków jak też przypadku prowadzenia remontu torowiska o większym zakresie.

Z kolei w warunkach modernizowanej trasy za dopuszczalną należy uznać możliwość dokonywania odstępstw od tych wymagań i etapowe dochodzenie do wymaganych standardów. W poniższym tekście zaznaczono te wymagania, które należy traktować jako niezbędne w przypadku modernizacji.

Należy podkreślić, że nowoczesny tabor niskopodłogowy może być eksploatowany na obecnych trasach bez wykonywania ich adaptacji. Oznaczałoby to jednak, że na odcinkach na których parametry odbiegają od podanych poniżej, konieczne byłoby wprowadzenie lokalnych ograniczeń prędkości, a przystanki nie umożliwiłyby pełnego wykorzystania waloru "niskiej podłogi". Tym samym nie mogłyby być wykorzystane wszystkie zalety kosztownego taboru, w tym trudno byłoby uzyskać wyższą prędkość komunikacyjną. Takie podejście byłoby także sprzeczne z samą ideą modernizacji tras, według której zaoferowanie nowej jakości na trasach tramwajowych (pod każdym względem) jest efektywnym środkiem do pozyskania pasażerów transportu zbiorowego.

Podstawowym wymaganiem jakie powinna spełniać nowoczesna komunikacja tramwajowa jest zapewnienie przebiegu jego trasy po torowisku wydzielonym, niezależnym ruchowo od samochodów i innych pojazdów komunikacji miejskiej.

Inne wymagania dotyczące torowisk dla nowoczesnego tramwaju można podzielić na wymagania dotyczące:

- ukształtowania w planie, profilu podłużnym i przekroju poprzecznym w odniesieniu do trasy, węzłów rozjazdowych i przystanków,
- konstrukcji nawierzchni torowej, drogowej i przystankowej

Najważniejsze wymagania stawiane przy projektowaniu tras dla nowoczesnego tramwaju obejmują:

- ukształtowanie trasy w planie i profilu powinno umożliwiać rozwijanie prędkości chwilowej do 70 km/h,
- pas terenu rezerwowany dla torowiska tramwaju (przy założeniu szerokości pudła wagonu - 2,40m) powinien mieć minimalną szerokość:
  - dla torowiska bez słupów na międzytorzu – 6,80m,
  - dla torowiska ze słupami na międzytorzu – 7,80m,
  - dla torowiska z ogrodzeniem na międzytorzu - 7,40m,
  - dla torowiska w rejonie przystanku (po stronie przystanku) - od osi torowiska bez słupów na międzytorzu do krawężnika drogowego – 6,00 – 7,50m,
  - dla torowiska w rejonie przystanku (po stronie przystanku) - od osi torowiska ze słupami na międzytorzu do krawężnika drogowego - 6,50 - 8,00m,
- w warunkach gdy trasa tramwajowa jest prowadzona wzdłuż ulic, promienie łuków są determinowane przebiegiem ulicy w planie; zaleca się jednak aby na trasie promień łuku w planie był nie mniejszy niż 300m, a promień minimalny 150m; natomiast na pętlach, w węzłach rozjazdowych i na skrzyżowaniach ulic promienie minimalne powinny wynosić 25m (wartość zalecana – 50m), odcinki proste trasy należy łączyć z łukami za pomocą krzywych przejściowych; dla łączenia odcinków prostych z łukami o promieniu mniejszym niż 100m może być stosowany łuk koszowy o promieniach 50 i 100m,
- na łukach należy stosować poszerzenia międzytorza wynikające z norm dotyczących skrajni budowli z uwzględnieniem charakterystyki przewidywanego do eksploatacji taboru,
- pomiędzy łukami odwrotnymi, na trasie należy stosować odcinki proste o długości wynikającej z charakterystyki taboru i prędkości; na węzłach rozjazdowych i w

zajezdniach, gdzie prędkość jest ograniczona, można nie stosować odcinków prostych pomiędzy łukami odwrotnymi,

- przystanki powinny być lokalizowane na odcinkach prostych; możliwa jest lokalizacja przystanków na łukach o promieniu nie mniejszym niż 300m po ich stronie wewnętrznej; lokalizacja przystanków na łukach po stronie zewnętrznej wymaga zastosowania dodatkowych urządzeń technicznych zapewniających motorniczemu pełną widzialność drzwi pociągu w każdych warunkach atmosferycznych (np. zastosowanie kamer); szczegółowe wymagania dotyczące przystanków sformułowano w punkcie 5.6,
- zaleca się, aby wysokość peronu ponad główkę szyny była równa 260mm,
- zaleca się, aby minimalna użytkowa długość peronu była równa 32m i była dostosowana do docelowej długości wagonu wieloczłonowego (26-32m). Przy częstotliwości ruchu tramwajów powyżej 10 poc/h oraz przed skrzyżowaniami z sygnalizacją długość peronów powinna wynosić 65-70m,
- zaleca się aby pochylenie trasy w obrębie przystanku nie przekraczało 10‰, maksymalnie nie więcej niż 25‰,
- kolizje trasy tramwaju z układem drogowym, przejściami dla pieszych oraz innymi trasami komunikacji zbiorowej powinny być ograniczone; wymaga się aby w przypadku wystąpienia takich kolizji ruch tramwajów był sterowany za pomocą sygnalizacji świetlnej,
- zaleca się aby trasa tramwaju była wyposażona w możliwie małą liczbę zwrotnic i krzyżownic, zwrotnice powinny mieć automatyczne sterowanie i ogrzewanie oraz powinny być zlokalizowane poza pasami ruchu samochodowego i ciągami pieszymi (ze względu na problem zanieczyszczania letniego i zimowego oraz problem niszczenia przez ciężki ruch samochodowy),
- zaleca się by trasa tramwaju była tak zaprojektowana aby była możliwość skracania linii, zawracania i objazdów przez wykorzystanie istniejących pętli i połączeń torów.

Poza wyżej sformułowanymi, ukształtowanie trasy spełniać powinno pozostałe wymagania zawarte w "Wytycznych projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych".

Przedstawione wyżej wymaganie dotyczące wysokości peronu ponad główkę szyny (260 mm) wynika z faktu, że - zgodnie z wymaganiami sformułowanymi w punkcie 5.2 - zamawiane wagony niskopodłogowe posiadać będą podłogę na wysokości 350 mm nad główką szyny. Przy drzwiach wejściowych podłoga jest obniżona do poziomu 300 mm. Rzeczywista wysokość podłogi jest dodatkowo uzależniona od obciążenia wagonu (od liczby pasażerów znajdujących się wewnątrz wagonu). Krawędź peronu nie powinna się znajdować wyżej niż krawędź podłogi w drzwiach wejściowych (nawet przy zużytych kołach tramwaju i dużym obciążeniu pasażerami w warunkach zatłoczenia). W przeciwnym wypadku może wystąpić efekt potykania się wysiadających pasażerów. Zalecana wysokość peronów zapewni szybkie wsiadanie i wysiadanie pasażerów do tramwajów niskopodłogowych oraz będzie istotnym udogodnieniem dla niepełnosprawnych.

Wymagania dotyczące konstrukcji nawierzchni torowej i drogowej w torowiskach wynikają z następujących przesłanek:

- Nowoczesny tabor tramwajowy, produkowany jako wieloczłonowe wagony niskopodłogowe o mniejszej liczbie kół niż obecnie stosowane, charakteryzuje się zwiększonymi o ok. 20% naciskami osi, co przy zakładanym zwiększeniu prędkości jest

związane ze zwiększonymi oddziaływaniami dynamicznymi pojazdów na konstrukcję torowiska; w przypadku stosowania podbudowy podsypkowej z tłucznia kamiennego prowadzi to w konsekwencji do przyspieszonego narastania trwałych deformacji toków szynowych w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

- Wzrost nierówności toru oprócz niekorzystnych skutków w postaci nadmiernych przyspieszeń obniżających komfort podróży wywołuje efekt lawinowego procesu degradacji toru, ponieważ jazda po torze z nierównościami powoduje coraz większe oddziaływania dynamiczne i szybko prowadzi do narastania uszkodzeń w postaci zużycia bocznego szyn, generującego hałas zużycia falistego powierzchni tocznej, pękania szyn na złączach oraz przeciążenia elementów konstrukcyjnych wagonu zwiększającego ich zużycie i awaryjność i wymagającego w skrajnych wypadkach wprowadzenia lokalnych ograniczeń prędkości.
- Usuwanie nierówności toru wymaga nie tylko zwiększonych nakładów na ich utrzymanie, lecz również przyczynia się do zmniejszenia atrakcyjności komunikacji tramwajowej wskutek hałasu związanego z prowadzeniem w porze nocnej remontów torów lub zakłóceń w organizacji ruchu wywołanych okresowym zamykaniem fragmentów tras dla wykonania remontu w porze dziennej.
- Wyeliminowanie lub znaczne ograniczenie tych niekorzystnych skutków przyspieszonego narastania nierówności torów można uzyskać przez zastąpienie konstrukcji torowisk z podbudową podsypkową na konstrukcje bezpodsypkowe z podbudową betonową lub asfaltobetonową. Jest to szczególnie wymagane w torowiskach wspólnych z jezdnią i w węzłach rozjazdowych, gdzie dodatkowym wymaganiem jest zapewnienie istotnej dla wagonów niskopodłogowych wolnej przestrzeni na wysokości 60mm powyżej powierzchni główek szyn pozbawionej elementów nawierzchni drogowej wystających ponad ten poziom wskutek nierównomiernego osiadania podbudowy podsypkowej i zapadnięć szyn względem nawierzchni drogowej.
- Wprowadzenie torowisk wspólnych z jezdnią na podbudowie bezpodsypkowej wymaga około dwukrotnie większych nakładów na modernizację torowiska w porównaniu do konstrukcji z podsypką tłuczniową i jest związane z koniecznością długoterminowych (co najmniej 1-miesięcznych) zamknięć fragmentów tras.
- Na odcinkach tras o mniejszej częstotliwości przejazdów zmniejszenie niekorzystnych skutków ruchowych modernizacji torowisk można osiągnąć wprowadzając tabor dwukierunkowy i stosując mijankowo ruch jednotorowy. Na trasach o dużej częstotliwości przewozów wymiana podbudowy na bezpodsypkową będzie wymagać okresowego wprowadzania komunikacji zastępczej na remontowanych trasach i szczególnej organizacji robót dla skrócenia czasu remontu.
- Pewne ograniczenie skutków stosowania podbudowy podsypkowej w torowiskach wspólnych z jezdnią – zwłaszcza na przejazdach tramwajowych – można uzyskać stosując nawierzchnię drogową zintegrowaną konstrukcyjnie z nawierzchnią torową, dzięki czemu można wyeliminować nierównomierne osiadanie torów i jezdni. Koszt takich rozwiązań jest około 50% wyższy od obecnie stosowanych konstrukcji nawierzchni drogowej na przejazdach.

Biorąc pod uwagę wysokie koszty modernizacji torowisk poprzez wymianę konstrukcji nawierzchni proponuje się opracowanie programu (harmonogramu) zastępowania torowisk z podsypką tłuczniową torowiskami o konstrukcji bezpodsypkowej. Poza względami funkcjonalnymi program ten uwzględniać powinien czynnik ekonomiczny (analiza z

uwzględnieniem czynnika czasu, tzn. rachunek z dyskontowaniem kosztów i korzyści). Należy oczekiwać, że analiza doprowadzi do wniosku, że zmiana konstrukcji będzie bardziej opłacalna na odcinkach obciążonych dużym ruchem. Może się również okazać, że na odcinkach o mniejszym ruchu bardziej opłacalne będzie pozostawienie obecnego typu konstrukcji.

Oprócz wymagań dotyczących konstrukcji nawierzchni torowisk na trasie podwyższenie atrakcyjności komunikacji tramwajowej zależy od spełnienia następujących, dodatkowych wymagań dotyczącymi nawierzchni na przystankach, zarówno w obrębie wysepek przystankowych, jak i w torowisku:

- Platformy przystankowe powinny być wyposażone w jednakową nawierzchnię, o cechach przeciwdziałających poślizgowi, krawędzie platform przystankowych powinny być oznakowane (jaskrawe linie, nawierzchnia z wypustkami) w celu zabezpieczenia osób niewidomych i słabo widzących.
- Dla usprawnienia utrzymania czystości na przystankach i ogólnego podniesienia ich estetyki celowe jest wprowadzanie w obrębie przystanku zabudowy torowiska w postaci płyt prefabrykowanych lub warstwy asfaltobetonu.
- Przystanki powinny być wyposażone w odpowiednie podjazdy (rampy) z poziomu jezdni/chodnika na platformę w celu umożliwienia wjazdu wózkom inwalidzkim i wózków z dziećmi.

System zasilania modernizowanych tras tramwajowych powinien zapewnić niezawodność zasilania oraz pełne wykorzystanie walorów użytkowych układów napędowych nowej generacji, w które wyposażony będzie nowoczesny taboru. Tabor ten, ze względu na lepsze właściwości dynamiczne przy wyższych prędkościach powoduje chwilowe zwiększone zapotrzebowanie na energię, jednak wobec rekuperacji energii przy hamowaniu oraz przy bardziej efektywnym systemie napędowym (brak strat energii przy rozruchu) sumaryczne zużycie energii jest mniejsze. Szczególne znaczenie ma modernizacja systemu zasilania na najbardziej obciążonych odcinkach tras, na których następuje zwiększenie częstotliwości kursowania tramwajów. Konieczna jest także rezerwa mocy na przypadek dodatkowego obciążenia odcinków (większa częstotliwość kursowania) w okresie likwidacji skutków awarii i wypadków. Ze względu na zaawansowane rozwiązania techniczne nowoczesnego taboru napięcie powinno być w granicach określonych normami (420-720V).

W sumie, biorąc pod uwagę uwarunkowania związane z projektem modernizacji tramwajów w Warszawie za kluczowe wymagania w zakresie trasy tramwaju należy uznać:

- zalecenie aby trasa tramwaju była prowadzona na wydzielonym torowisku, niezależnie od ruchu samochodów i innych pojazdów komunikacji miejskiej,
- zalecenie aby wysokość peronów przystankowych ponad główkę szyny była równa 260mm,
- zalecenie dotyczące minimalnych długości peronu: 35m (użytkowa 32m) przy częstotliwości poniżej 10 poc./h oraz 65-70m przy częstotliwości ruchu tramwajów powyżej 10 poc./h,
- zapewnienie wymaganego konturu przestrzeni niezabudowanej zgodnie z normą na skrajnię budowli, a zwłaszcza zapewnienie poszerzeń międzytorzy w łukach,

- wymaganie dotyczące ograniczenia kolizji trasy tramwaju z układem drogowym, przejściami dla pieszych oraz innymi trasami komunikacji zbiorowej poprzez usunięcie kolizji bądź też wprowadzenie sygnalizacji świetlnej,
- zalecenie w zakresie ograniczenia liczby zwrotnic i krzyżownic na trasie, w tym ich wyposażenie w automatyczne sterowanie i ogrzewanie oraz ich lokalizowane poza pasami ruchu samochodowego i ciągami pieszymi,
- zalecenie w zakresie zapewnienia możliwości skracania linii, zawracania i objazdów m.in. przez wykorzystanie istniejących pętli i połączeń torów,
- wymaganie stopniowego wprowadzania – zwłaszcza w torowiskach wspólnych z jezdnią – podbudowy bezpodsypkowej, a w obrębie przystanków zabudowy torowiska; zakres i harmonogram wymiany nawierzchni powinien wynikać z analizy ekonomicznej uwzględniającej rozkład w czasie wydatków na budowę i utrzymanie (z dyskontowaniem).

5.4. Wymagania w zakresie organizacji i sterowania ruchem

Na modernizowanych trasach tramwajowych należy wprowadzić nowoczesny system zarządzania ruchem tramwajowym o zintegrowanych funkcjach: nadzoru i sterowania ruchem.

Do podstawowych zadań realizowanych przez taki system[3] należy zaliczyć:

- lokalizację tramwajów na trasach komunikacyjnych i kontrolę przestrzegania rozkładu jazdy,
- kontrolę wyjazdów i zjazdów do zajezdni,
- wymianę informacji między tramwajem i centralą ruchu w kanałach cyfrowym i fonicznym; umożliwi to szybkie wykrywanie awarii i zagrożeń bezpieczeństwa podróżnych i personelu oraz przyspieszenia reakcji,
- przekazywanie kompleksowych informacji opisujących stany eksploatacyjne w całej sieci komunikacyjnej,
- wspomaganie komputerowe decyzji podejmowanych przez dyspozytora,
- oddziaływanie na sterowniki sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach.

Praktyczne efekty zastosowania nowoczesnego systemu zarządzania ruchem tramwajowym obejmują:

- zapewnienie ciągłej, automatycznej kontroli punktualności kursowania każdego pojazdu, co zmusza motorniczych do przestrzegania rozkładu jazdy na całej trasie komunikacyjnej,
- usprawnienie działania dyspozytorów nadzorujących funkcjonowanie komunikacji tramwajowej, wynikającego ze stałego dopływu pełnych i aktualnych informacji o stanach eksploatacyjnych (w tym awariach) oraz niezawodnego systemu wspomagania decyzji w zakresie dyspozytorskiego sterowania ruchem w przypadkach zakłóceń w planowej realizacji usług przewozowych,

[3] Część niżej wymienionych funkcji może być realizowana przez rozwijany od 1995 roku system nadzoru ruchu, który od 2000 roku nazywany jest "Systemem Nadzoru Ruchu Tramwajów" (SNRT 2000).

- skrócenie czasów likwidacji awarii,
- ograniczenie skutków zablokowania tras tramwajowych poprzez umożliwienie szybkiego przekazywania motorniczym dyspozycji dotyczących kierowania tramwajów na trasy zastępcze, ewentualnie skrócenia trasy,
- poprawę bezpieczeństwa motorniczych i pasażerów, wynikającą z możliwości niemal natychmiastowego odbioru przez służby nadzoru ruchu sygnałów alarmowych nadawanych w chwilach zagrożenia.

Docelowo duże znaczenie dla podwyższenia jakości systemu zarządzania ruchem tramwajowym będzie mieć jego powiązanie z przygotowywanym do wdrożenia systemem zarządzania ruchem drogowym (CEZAR). Umożliwi to m.in. selektywną detekcję pociągów tramwajowych i priorytetowe ich traktowanie przez system sterowania ruchem na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną. Priorytet dla tramwaju będzie realizowany zarówno na poziomie pojedynczych skrzyżowań, jak również ciągów ulic. Zakłada się możliwość zróżnicowania poziomów priorytetu, biorąc pod uwagę opóźnienie i/lub napełnienie tramwaju, konieczność rozładowania spiętrzeń itp.

Biorąc pod uwagę plany szybkiej realizacji projektów modernizacji tras tramwajowych, niezbędne będzie jednak podjęcie działań umożliwiających przydzielanie priorytetów dla tramwaju przy przejeżdżaniu przez skrzyżowania z sygnalizacją świetlną jeszcze przed wdrożeniem systemu CEZAR[4] na obszarze całego miasta. Możliwość przydzielania priorytetu dla ruchu tramwajów jest jednym z dwóch (oprócz wymiany taboru na nowoczesny) kluczowych warunków, które warunkują sukces projektu modernizacji tras tramwajowych. Udzielanie priorytetu, prowadzące do redukcji strat czasu tramwajów, będzie oznaczać konieczność wydłużania lub możliwie szybkiego przywoływania faz zezwalających na przejazd tramwaju. Aby to osiągnąć niezbędne będzie wyposażenie taboru w odpowiednie urządzenia, zainstalowanie systemu detekcji tramwajów oraz modernizacja sterowania sygnalizacją świetlną na wybranych skrzyżowaniach.

W warunkach występujących obecnie w Warszawie, efektywność dyspozytorskiego sterowania ruchem tramwajowym zależy także w znacznym stopniu od istnienia pętli awaryjnych, które pozwalałyby na zmiany kierunków jazdy niektórych tramwajów w celu skrócenia niektórych półkursów, stwarzając w ten sposób warunki dla możliwie szybkiego przywrócenia planowej organizacji ruchu zakłóconej przez wypadki, awarie taboru, torowiska lub systemu zasilania (sieci trakcyjnej).

Wprowadzenie nowoczesnego systemu zarządzania ruchem tramwajowym będzie wymagało także podwyższania kwalifikacji pracowników służb nadzoru ruchu. Równolegle z postępem prac wdrożeniowych niezbędne będzie zatem przeprowadzenie szkoleń tych pracowników.

Podsumowując, za podstawowe wymagania w zakresie organizacji i sterowania ruchem należy uznać:

- wprowadzenie sygnalizacji świetlnych na wszystkich skrzyżowaniach tramwaju z drogami, przejazdami, przejściami dla pieszych i innymi trasami komunikacji zbiorowej, lub likwidację kolizji,

[4] Za prawdopodobny harmonogram wdrożenia systemu CEZAR należy uznać: wdrożenie systemu w obszarze pilotowym (fragment Mokotowa): koniec roku 2003, rozszerzenie systemu na obszar Śródmieścia: koniec 2006, rozszerzenie systemu na obszar całego miasta: ok. roku 2010.

- ograniczenie dostępności do trasy tramwaju (pieszych i pojazdów) na odcinkach pomiędzy przystankami,
- zapewnienie priorytetu dla tramwaju przy przejeżdżaniu przez główne skrzyżowania z drogami oraz przy ruszaniu z przystanku (gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą); priorytet powinien być udzielany poprzez wydłużenie lub możliwie szybkie przywołanie fazy zezwalającej na przejazd tramwaju,
- zapewnienie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju przy przejeżdżaniu przez inne skrzyżowania i przy ruszaniu z przystanku (gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą); priorytet powinien być udzielany w taki sposób aby nie powodować dodatkowych strat czasu tramwajów,
- zapewnienie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju przy ruszaniu z przystanku gdy przystanek zlokalizowany jest przed przejściem dla pieszych z sygnalizacją świetlną,
- zapewnienie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju przy przejeżdżaniu przez przejazdy drogowe i przejścia dla pieszych; priorytet powinien być udzielany w taki sposób aby nie powodować strat czasu dla tramwajów,
- zapewnienie priorytetu dla nowoczesnego tramwaju w przypadku krzyżowania się z inną, nie objętą programem modernizacji trasą tramwajową; priorytet powinien być udzielany poprzez wydłużenie lub możliwie szybkie przywołanie fazy zezwalającej na przejazd nowoczesnego tramwaju; dopuszczane są odstępstwa w przypadku gdy obie trasy są obciążone znacznym ruchem tramwajów (> 20 poc./h),
- brak priorytetu w przypadku krzyżowania się dwóch równorzędnych tras tramwajowych; wyjątkiem mogą być sytuacje awaryjne (np. konieczność rozładowania spiętrzenia pociągów na jednej z krzyżujących się tras),
- automatyczne śledzenie położenia tramwajów na trasie dla potrzeb systemu informacji dla pasażerów, bezpieczeństwa ruchu oraz kontroli punktualności,
- zapewnienie wymiany informacji między tramwajem i centralą ruchu z wykorzystaniem kanałów cyfrowych i fonicznych,
- zapewnienie możliwości przekazania ustalonych sygnałów alarmowych pomiędzy tramwajem i centralą ruchu,
- przekazywanie do centrali ruchu kompleksowych informacji opisujących stany eksploatacyjne na trasie tramwaju,
- zapewnienie możliwości kontroli wjazdów i zjazdów do zajezdni,
- wyposażenie trasy nowoczesnego tramwaju (na wybranych skrzyżowaniach) w połączenia torowe umożliwiające - w sytuacjach awaryjnych - skręcanie tramwajów w celu rozszerzenia możliwości wyboru tras zastępczych,
- zapewnienie możliwości współpracy z innymi systemami, w tym systemem zarządzania ruchem pojazdów, systemem zarządzania ruchem autobusów, itp.

5.5 System informowania pasażerów

System zarządzania ruchem tramwajowym z możliwością automatycznego lokalizowania tramwajów na trasach i kontroli zgodności ich kursowania z rozkładem jazdy będzie stwarzać

możliwość usprawnienia obsługi informacyjnej pasażerów. W związku z powyższym nowoczesna trasa tramwajowa powinna zapewniać:

na przystankach:

- możliwość wyświetlania bieżących informacji o spodziewanych czasach przyjazdu tramwajów poszczególnych linii na przystanek; czasy te powinny być określane na podstawie analizy aktualnego położenia pojazdów na trasach,
- możliwość wyświetlania komunikatów o poważniejszych zakłóceniach, wymuszających zmiany tras odbywania podróży lub też środków przewozowych,
- sygnalizację foniczną zapowiadającą przyjazd tramwaju (dla osób niewidomych i słabo widzących),

oraz

- dostęp do podstawowego zestawu informacji o przebiegach linii, rozkładzie jazdy, telefonach alarmowych, cenach biletów,
- czytelną informację drogowskazową o obiektach położonych w sąsiedztwie przystanku,

w tramwajach:

- dostęp do podstawowego zestawu informacji o trasie linii, możliwych przesiadkach i cenach biletów,
- możliwość wyświetlania bieżących informacji o lokalizacji tramwaju na trasie (zapowiedź nazwy następnego przystanku),
- możliwość wyświetlania aktualnego czasu,
- możliwość przekazywania zapowiedzi głosowych nazwy następnego przystanku.

Oprócz informacji przekazywanych w tramwajach i na przystankach system powinien objąć także przekazywanie informacji poprzez strony internetowe ZTM i TW oraz w przypadku awarii umożliwiać szybkie organizowanie ruchomych posterunków informacyjnych.

5.6. Przystanki i węzły

Najważniejsze wymagania dotyczące modernizacji przystanków są następujące:

- wszystkie przystanki na trasie powinny mieć ujednolicony standard w zakresie stosowanych materiałów, rozlokowania urządzeń dla podróżnych, podstawowego wyposażenia i kolorystyki,
- długość przystanku powinna być dostosowana do taboru i częstotliwości ruchu (por. punkt 5.3),
- wysokość platform powinna być dostosowana do charakterystyki tramwajów niskopodłogowych, których podłoga przy drzwiach wejściowych jest obniżona do 300mm ponad główkę szyny; zgodnie z wymaganiami określonymi w punkcie 5.3 przewiduje się podwyższenie peronów do wysokości 260mm nad główkę szyny,
- szerokość peronów powinna być uzależniona od liczby potencjalnych pasażerów lecz nie mniejsza niż 2,5m szerokości użytkowej (3,25m szerokość całej wysepki) – na przystankach o dużej wymianie pasażerów zaleca się przyjęcie minimalnej szerokości

użytkowej 4m, a w przypadku przystanków, na których przewiduje się dojścia piesze w innym poziomie - 4,50m,

- na przystankach zlokalizowanych przy jezdni należy stosować pełną osłonę oddzielającą peron od jezdni; służy ona do ochrony przed pojazdami oraz ochlapywaniem oczekujących pasażerów; osłony powinny uniemożliwiać pieszym przekraczanie jezdni poza oznakowanymi przejściami,
- przystanki powinny być wyposażone w wiaty ochronne z ławkami; wymiary wiat oraz liczba miejsc siedzących powinny być uzależnione od spodziewanej liczby pasażerów; wymiary wiaty nie powinny być mniejsze niż 1,5m na 4,5m, w tym z zapewnieniem minimum 6 miejsc siedzących; na przystankach o większej wymianie pasażerów zaleca się stosowanie długich wiat albo pełnego (wykonanego z przeźroczystego materiału) zadaszenia przystanku na całej długości i szerokości platformy przystankowej z zapewnieniem do 20 miejsc siedzących,
- przystanki powinny być wyposażone w urządzenia do informacji wizualnej i fonicznej w celu zapowiadania przyjazdu kilku najbliższych pociągów oraz informowania o występujących zakłóceniach w ruchu (por. punkt 5.5),
- przystanki powinny być wyposażone w zestaw ujednoliconej informacji obejmującej: dane o trasach i rozkładach jazdy tramwajów kursujących z danego przystanku, przepisy porządkowe i taryfy przewozowej, plan miasta ze szczególnym uwzględnieniem schematów sieci komunikacji miejskiej,
- przystanki powinny być wyposażone w informację drogowskazową o obiektach położonych w sąsiedztwie przystanku,
- przystanki powinny być oświetlone,
- przystanki powinny być wyposażone w niepalne, estetyczne kosze na śmieci,
- wybrane przystanki (położone na uboczu, obsługujące znaczną liczbę pasażerów) powinny być wyposażone w kamery telewizyjne,
- przystanki obsługujące znaczną liczbę pasażerów powinny być wyposażone w automaty do sprzedaży biletów.

Wśród najważniejszych wymagań dotyczących modernizacji węzłów wymiany ruchu należy wymienić:

- przystanki, ze względu na możliwość zastosowania priorytetów dla tramwaju w sygnalizacji świetlnej, w miarę możliwości powinny być lokalizowane przed skrzyżowaniami,
- przystanki powinny być lokalizowane jak najbliżej głównych generatorów ruchu (centra handlowe, stacje kolejowe, metra, itp.),
- drogi dojścia do przystanków i bezpośrednie sąsiedztwo przystanków powinno być szczególnie chronione przed ingerencją parkujących samochodów (zakazy parkowania, egzekwowanie przepisów prawa),
- w przypadku krzyżowania się trasy tramwaju z trasami innych systemów transportu szynowego na różnych poziomach (kolej, metro), zaleca się stosowanie przejść podziemnych łączących bezpośrednio platformy przystankowe obu systemów; w takich przypadkach należy uwzględniać także potrzeby osób niepełnosprawnych i starszych,

między innymi przez instalowanie wind oraz przewidywać dodatkowe informacje o kierunkach dojścia i kierunkach odjazdu poszczególnych środków transportu.

Dodatkowo proponuje się opracowanie projektu architektonicznego przystanków różnej kategorii z wiatami przystankowymi o różnym rozmiarze. Chodzi o to, aby przystanki spełniały nie tylko warunek funkcjonalności, ale także stały się wyróżnikiem nowoczesnych tras tramwajowych w Warszawie (z ewentualnym zróżnicowaniem poszczególnych linii) i elementem podnoszącym jakość przestrzeni miejskiej.

5.7. Inne wymagania

Przy planowaniu układu linii i rozkładów jazdy, dla uzyskania odpowiedniej jakości usług, zaleca się przyjąć taktowy rozkład jazdy oraz określić minimalną częstotliwość na odcinkach tras:

- na najbardziej obciążonych odcinkach centralnych - w szczycie 3 minuty, poza szczytem 5 minut,
- na pozostałych odcinkach - w szczycie 5 minut, poza szczytem 10 minut.

Jednym z najważniejszych warunków powodzenia w uatrakcyjnianiu transportu zbiorowego jest radykalna poprawa osobistego bezpieczeństwa pasażerów i personelu. Poza odpowiednim wyposażeniem tras modernizowanego tramwaju w urządzenia do monitorowania stanu bezpieczeństwa, niezbędne jest zaprojektowanie odpowiedniego systemu nadzoru i reagowania podobnego do poprawnie funkcjonującego systemu zastosowanego w metrze warszawskim.

6. ANALIZA WYBRANYCH TRAS POD WZGLĘDEM MODERNIZACJI INFRASTRUKTURY

6.1 Zakres analizy i przyjęte założenia

Analiza przedstawiona w niniejszym rozdziale dotyczy oceny stanu istniejącego i potrzeb modernizacyjnych infrastruktury wybranych tras tramwajowych, w tym:

- układu geometrycznego trasy,
- konstrukcji i stanu technicznego torowiska,
- przystanków,
- urządzeń sytemu zasilania trakcyjnego,
- pętli i zajezdni,
- zjazdów awaryjnych.

Z typowego zbioru obiektów stanowiących infrastrukturę systemu komunikacji tramwajowej w niniejszym rozdziale wyłączono urządzenia sterowania i zabezpieczenia ruchu tramwajów, które ze względu na ich powiązania z ogólnym systemem sterowania komunikacją i ruchem miejskim zostały oddzielnie omówione w rozdziale 7.

Podstawą analizy są opisane w rozdziale 5 wymagania jakie powinny być spełnione w odniesieniu do systemu infrastruktury nowoczesnej komunikacji tramwajowej. Porównanie stanu istniejącego z tymi wymaganiami pozwoliło ocenić zakres modernizacji niezbędnej do osiągnięcia przyjętych standardów. Należy jednak zaznaczyć, że zakres ten może być formułowany przy różnych założeniach dotyczących strategii osiągnięcia stanu docelowego.

W Studium przyjęto, że strategia modernizacji tras tramwajowych, uwzględniając aktualne uwarunkowania finansowe komunikacji miejskiej oraz cel nadrzędny jakim jest stworzenie podstawowych warunków niezbędnych do rozpoczęcia szybkiego procesu unowocześniania sytemu komunikacji tramwajowej, polegać będzie na ograniczaniu kosztów modyfikacji infrastruktury i etapowaniu realizacji niezbędnych działań.

Spośród trzech podstawowych elementów składających się na system nowoczesnego tramwaju: nowoczesny tabor, sprawna organizacja ruchu i dostosowana do nich infrastruktura ta ostatnia dziedzina stwarza najwięcej możliwości do etapowania procesu modernizacji. Proces ten dotyczy bowiem funkcjonującego sytemu, którego infrastruktura już dziś zapewnia bezpieczne i w miarę sprawne przewozy pasażerskie. W tej sytuacji etapowanie działań modernizacyjnych w dziedzinie infrastruktury powinno być planowane z uwzględnieniem następującej hierarchii celów:

1. Zapewnienie warunków do sprawniejszej i wygodniejszej niż obecnie wymiany pasażerów na przystankach połączone z podniesieniem standardu oczekiwania i informacji.
2. Usunięcie ograniczeń prędkości i związane z tym poprawienie komfortu jazdy poprzez zmniejszenie niekorzystnych oddziaływań na pasażerów w postaci niezrównoważonych przyspieszeń bocznych wynikających z:
   - stanu technicznego torowisk,
   - układu geometrycznego trasy.

3. Zapewnienie nieograniczonej przejezdności tras z uwagi na wymagania skrajni taboru przy mijaniu się wagonów na łukach oraz skrajni budowli przy mijaniu wysepek przystankowych i innych obiektów przytorowych.
4. Zmniejszenie niekorzystnych oddziaływań na otoczenie trasy i na pasażerów w postaci hałasu i wibracji związanych ze wzrostem prędkości i częstotliwości przejazdów.
5. Wydłużenie okresów międzynaprawczych i zwiększenie efektywności utrzymania torowisk poprzez wprowadzanie nowych standardów konstrukcyjnych.

Sprecyzowanie celów i przyjęcie ich określonej hierarchii jest uzasadnione m.in. tym, że realizowane w Tramwajach Warszawskich bieżące procesy utrzymania infrastruktury również zawierają elementy modernizacji związane z wdrażaniem rozwiązań wynikających z naturalnego rozwoju techniki. Zakres ilościowy i jakościowy tych procesów jest jednak inny, niż w wypadku analizowanego przedsięwzięcia, podporządkowany jest on bowiem zasadom gospodarki ograniczonymi środkami niezbędnymi do zapewnienia przeciętnego standardu infrastruktury w skali całej sieci.

Standard ten wynika w dużym stopniu z aktualnych możliwości – głównie finansowych, ale także organizacyjnych i technicznych, jednak nie w pełni odpowiada on potrzebom wynikającym z analizowanego w Studium projektu wprowadzenia na określonych trasach nowoczesnego tramwaju, stanowiącego nową jakość w dotychczasowym systemie komunikacji miejskiej Warszawy i odpowiadającego oczekiwaniom społecznym.

Uwzględniając powyższe założenia analizą objęto infrastrukturę pięciu tras tramwajowych, których wybór uzasadniono w rozdziale 3.

6.2 Źródła informacji i kryteria oceny

Informację o charakterystyce technicznej i o aktualnym stanie obiektów infrastruktury opracowano na podstawie dokumentacji udostępnionej w Zakładzie Torowo-Budowlanym Tramwajów Warszawskich (ZTB TW) oraz na podstawie oględzin i niezbędnych pomiarów przeprowadzonych przez zespół autorów opracowania.

Przedstawiona w dalszej części ocena infrastruktury została dokonana z uwagi na potrzeby modernizacji wynikające z wymagań opisanych w rozdziale 5, na podstawie wspólnych dla wszystkich tras kryteriów, uwzględniających przedstawioną powyżej strategię etapowania zakresu modernizacji oraz wstępny, studialny charakter niniejszego opracowania.

6.2.1 Układ geometryczny tras

Układ geometryczny tras analizowano w odniesieniu do przyjętych wymagań związanych z ukształtowaniem trasy w:

- profilu podłużnym i
- planie sytuacyjnym w powiązaniu z przekrojem poprzecznym (poszerzenia międzytorza na łukach z uwagi na skrajnię).

Stwierdzono, że na wybranych trasach, tak jak i na całej sieci tramwajowej w Warszawie**, nie występują** pochylenia podłużne przekraczające na znaczących długościach (ponad 100 m) wartości 40‰, a wyokrąglenia załomów niwelety nie wykazują wartości promieni łuków pionowych mniejszych niż 1000m.

Z tego powodu zagadnienie ukształtowania trasy w profilu podłużnym (płaszczyźnie pionowej) nie będzie przedmiotem dalszych analiz, jako nieistotne dla określenia ewentualnego zakresu modernizacji.

Wymagania dotyczące ukształtowania trasy w planie sytuacyjnym (płaszczyźnie poziomej) analizowano w zakresie **promieni łuków, krzywych przejściowych i poszerzeń międzytorzy** w łukach.

Ocena potrzeby przebudowy łuków, których promienie nie spełniają wymaganej wartości minimalnej 150m na odcinkach międzywęzłowych i 25m w węzłach rozjazdowych nie może być dokonywana wyłącznie z uwagi na arytmetyczną relację wartości istniejących i wymaganych. Dodatkowym, istotnym kryterium tej oceny – zmieniającym niekiedy wniosek końcowy jest odległość łuku do przystanku lub węzła rozjazdowego. Jeśli bowiem odległość ta jest niewielka, to ewentualne ograniczenie prędkości spowodowane zbyt małym promieniem łuku nie ma znaczenia wobec konieczności zmniejszenia tej prędkości ze względu na węzeł rozjazdowy lub zatrzymanie na przystanku.

W odniesieniu do poszczególnych tras wyszczególnienie tych miejsc, gdzie nie są spełnione powyższe warunki minimalnych promieni łuków poziomych, ma charakter analizy jakościowej, a nie ilościowej i sygnalizuje problem wymagający szczegółowej oceny w następnej fazie prac – np. w ramach studium wykonalności.

Na etapie studium przygotowawczego uzasadnione jest ograniczenie analizy tego problemu do oszacowania jego wpływu na prędkość. Dokładniejsza ocena wynikających stąd potrzeb przebudowy łuku oraz zakresu ilościowego (a tym samym kosztowego) ewentualnej przebudowy wymaga szczegółowych obliczeń i zaprojektowania zmian układu geometrycznego trasy, co wykracza poza ramy przyjęte dla niniejszego Studium.

Podobny charakter ma analiza poszczególnych tras z uwagi na spełnienie wymagania zalecanych wartości promieni łuków poziomych (300m na odcinkach międzywęzłowych i 50m w węzłach rozjazdowych) oraz analiza poszerzenia międzytorza w łukach z uwagi na skrajnię.

Z analizą ukształtowania geometrycznego tras jest ściśle związane **stosowanie krzywych przejściowych.** Na sieci Tramwajów Warszawskich jest ono ograniczone do stosowania w łukach o małych promieniach występujących poza węzłami rozjazdowymi oraz niektórych węzłach rozjazdowych o rozbudowanym układzie geometrycznym.

Jako krzywe przejściowe pomiędzy prostą i łukiem o promieniu $R \leq 50$m są stosowane łuki koszowe o typowym układzie promieni R=100/50m na długości 2x5,236m. Nie zapewniają one ciągłej zmiany przyrostu przyspieszenia bocznego na przejściu z prostej w łuk i rozwiązanie to może być dopuszczalne dla prędkości nie przekraczających 30km/h.

Określona w wytycznych projektowania możliwość stosowania krzywych przejściowych w postaci paraboli trzeciego stopnia nie jest w praktyce wykorzystywana, co powoduje przy prędkościach przekraczających 40km/h odczucie gwałtownego przyrostu przyspieszenia bocznego i wpływa niekorzystnie na narastanie zużycia szyn i kół oraz lokalnych deformacji toru. Deformacje takie narastają w ciągu wieloletniej eksploatacji torowisk, która w praktyce nie obejmuje w ramach bieżącego utrzymania toru dokładnej korekty układu geometrycznego i często zdarza się, że łuki poziome o promieniu określonym w dokumentacji wykazują krzywiznę trudną do zdefiniowania.

Spełnienie wymagań dotyczących takiego ukształtowania trasy, aby łuki wykazywały ściśle określone krzywizny, a krzywe przejściowe były parabolami trzeciego stopnia i dzięki temu

przyspieszenia boczne nie pogarszały komfortu jazdy wymaga szczegółowej analizy układu geometrycznego poszczególnych łuków dokonanej na podstawie geodezyjnych pomiarów stanu istniejącego i wprowadzenia na tej podstawie odpowiednich korekt w ramach planowych napraw średnich lub głównych. Zakres robót związanych z korektą krzywizn i wprowadzaniem krzywych przejściowych w ramach napraw toru nie ma istotnego wpływu na koszty modernizacji i z tego powodu nie będzie przedmiotem dalszych analiz.

W analizie układu geometrycznego tras dostosowywanych do wprowadzenia nowoczesnego tramwaju istotne znaczenie ma ocena potrzeby modernizacji węzłów rozjazdowych i łuków o małych promieniach dla zapewnienia wymaganych **poszerzeń międzytorza** z uwagi na skrajnię mijających się w łuku pojazdów.

Zagadnienie to jest trudne do jednoznacznej oceny ze względu na niedostosowanie obowiązujących w tym zakresie polskich norm na skrajnię budowli i skrajnię taboru do współczesnych rozwiązań taboru wieloczłonowego, którego podwozie nie zawsze bazuje na wózkach obrotowych przewidywanych w normie. Dlatego też w wymaganiach określonych w rozdziale 5 słusznie przyjęto, że poszerzenia międzytorza w łukach powinny być analizowane nie tylko na podstawie normy, lecz także z uwzględnieniem charakterystyk nowoczesnego taboru. Stwarza to jednak konieczność posiadania takich charakterystyk dotyczących konkretnego typu pojazdu planowanego do wprowadzenia na sieci, co nie zawsze jest możliwe na etapie studium przygotowawczego poprzedzającego zwykle wyłonienie takiego pojazdu dopiero w drodze przetargu.

Z tego powodu w Studium analizę występowania na wybranych trasach wymaganych poszerzeń międzytorzy w łukach, ograniczono do porównania opracowanego przez ZTB TW wykazu łuków, na których występują przekroczenia skrajni z powodu nieodpowiednich poszerzeń (lub ich braku) z planowanym przebiegiem tych tras. Ocena ilościowa zakresu przebudowy takich łuków nie jest możliwa na etapie studium przygotowawczego wymaga bowiem nie tylko wspomnianej już znajomości charakterystyk konkretnego typu pojazdu, lecz także opracowania szczegółowego projektu zmian układu geometrycznego wszystkich powiązanych ze sobą części danego węzła rozjazdowego.

W analizach poszczególnych tras, wyszczególnienie miejsc o niewłaściwych poszerzeniach międzytorza ma więc charakter informacji wskazującej na potrzebę bliższego zbadania tego problemu w ramach dalszych etapów prac nad modernizacją sieci Tramwajów Warszawskich.

6.2.2 Konstrukcja i stan techniczny torowisk

Konstrukcja nawierzchni torowej na sieci Tramwajów Warszawskich jest zdominowana zarówno w torowiskach wydzielonych, jak i wspólnych z jezdnią przez rozwiązania z podbudową podsypkową. Dwa odcinki torowisk wspólnych z jezdnią przy zastosowaniu nawierzchni bezpodsypkowej (tzw. konstrukcja węgierska) łącznie z kilkoma przejazdami o tej konstrukcji stanowią mniej niż 1% ogólnej długości torowisk wspólnych z jezdnią i nie występują one na żadnej z analizowanych tras.

Zasady konstrukcji nawierzchni podsypkowych i bezpodsypkowych stosowanych w torowiskach tramwajowych przedstawiają rysunki 6.A i 6.B.

Oceniając konstrukcje torowisk na sieci TW z uwagi na spełnienie określonego w rozdziale 5 wymagania dotyczącego stosowania **w torowiskach wspólnych z jezdnią** nawierzchni na

podbudowie bezpodsypkowej należy stwierdzić, że wymaganie to nie jest spełnione na odcinkach trasy Cm. Wolski-Dw. Wileński. Stan ten nie warunkuje jednak obligatoryjnie wprowadzenia nowoczesnego tramwaju na tej trasie, lecz wskazuje na potrzebę etapowania zmian konstrukcji torowiska dla stworzenia w przyszłości warunków do jego efektywniejszej eksploatacji poprzez ograniczenie deformacji toru, a tym samym zmniejszenie potrzeb naprawczych.

Z tego powodu i ze względu na co najmniej dwukrotnie wyższe koszty budowy nawierzchni bezpodsypkowych w porównaniu z konstrukcjami na podbudowie podsypkowej, nie jest postulowane w ramach pierwszego etapu modernizacji podejmowanie kosztownego procesu wymiany podbudowy w torowiskach dostosowywanych do eksploatacji nowoczesnego tramwaju niskopodłogowego. W dalszej perspektywie wymianę podbudowy torowisk (np. w ramach planowanych napraw głównych) należy jednak traktować jako uzasadnioną, głównie na tych odcinkach tras, na których występuje silne obciążenie ruchem tramwajów.

Częściowe eliminowanie wad nawierzchni podsypkowej w torowiskach wspólnych z jezdnią (nierównomierne osiadanie toru i nawierzchni drogowej wystającej po pewnym okresie eksploatacji ponad poziom główek szyn) można następować dzięki stosowaniu rozwiązań, w których nawierzchnia torowa jest konstrukcyjnie powiązana z nawierzchnią drogową stanowiącą zabudowę torowiska. Co warto podkreślić, takie rozwiązania w postaci prefabrykowanych płyt typu MU-T mocowanych sprężyście w komorach łubkowych szyn są ostatnio wdrażane przez ZTB TW na przejazdach tramwajowych.

Ocena stanu technicznego torowisk przeprowadzona dla potrzeb niniejszego Studium ma z założenia uproszczony zakres i bazuje na następujących wskaźnikach udostępnionych przez Zakład Torowo-Budowlany TW:

– warunki eksploatacji charakteryzowane nie tylko czasem jaki upłynął od ostatniej naprawy głównej, lecz również przeniesionym obciążeniem przewozami, tj. średnią roczną liczbą pociągów dwuwagonowych i łączną liczbą takich pociągów liczoną od czasu ostatniej naprawy głównej,

– występowanie łuków – zwłaszcza o małych promieniach – na analizowanej trasie, co ma związek z prognozowanym narastaniem nierównomiernego zużycia bocznego szyn wpływającego na komfort jazdy.

Dodatkowymi wskaźnikami uwzględnionymi przy ogólnej ocenie stanu technicznego torowiska, a tym samym potrzeb jego modernizacji, są:

– wskaźniki charakteryzujące stan geometryczny toru, a zwłaszcza jego wichrowatość, określane na podstawie ciągłego pomiaru toromierzem mikroprocesorowym;

– zużycie szyn szacowane na podstawie oględzin i wyrywkowych pomiarów profilomierzem oraz pomiarów szerokości toru;

– różnice poziomów pomiędzy powierzchnią toczną szyn i zabudową toru (wystawanie płyt prefabrykowanych ponad główki szyn) określane na podstawie oględzin w torowiskach wydzielonych i zabudowanych;

– plany ZTB TW dotyczące napraw średnich i głównych w roku 2002.

Uwzględniając powyższe czynniki, ale bez szczegółowego definiowania ich wartości progowych, dokonano uproszczonej analizy stanu technicznego torowisk, której wyniki sprowadzono do jednej z dwóch konkluzji:

- stan torowiska jest dobry i nie wymaga napraw modernizacyjnych (oznaczenie „D”),

- stan torowiska uzasadnia potrzebę przeprowadzenia naprawy w ramach programu modernizacji (oznaczenie „M.").

Uzasadnione wstępnym charakterem niniejszego studium uproszczenie tej analizy polega na przyjęciu jednego, uogólnionego dla wszystkich odcinków zakresu napraw odpowiadającego naprawie głównej. Zakres ten jest zróżnicowany tylko z uwagi na rodzaj konstrukcji torowiska (wspólne z jezdnią, wydzielone zabudowane lub niezabudowane, węzeł rozjazdowy). Zróżnicowanie to znalazło wyraz w wartościach kosztów jednostkowych przyjętych w części dotyczącej kosztów modernizacji (rozdział 11).

W rzeczywistości zakres tych robót będzie bardziej zróżnicowany i powinien być ustalony oddzielnie dla każdego odcinka na podstawie dokładniejszej analizy jakościowej i ilościowej stanu technicznego oraz potrzeb naprawczych. Analizy takie powinny być przedmiotem studiów wykonalności każdej z tras.

W odniesieniu do węzłów rozjazdowych zakwalifikowanych do modernizacji informacje o zakresie naprawy są rozszerzone o liczby zwrotnic (oznaczenie „z") i liczby krzyżownic (oznaczenie „k") planowanych do wymiany. Odpowiednie układy tych elementów składają się na rozjazdy tworzące węzeł.

Wyniki oceny stanu technicznego torowisk na poszczególnych trasach wraz z informacją o występujących na nich rodzajach konstrukcji torowiska i warunkach eksploatacyjnych przedstawiono w postaci tabel oznaczonych kolejnym numerem trasy i indeksem literowym „a".

Informacje te są przyporządkowane odcinkom składowym - węzłom i odcinkom międzywęzłowym - na jakie została podzielona każda z analizowanych tras.

Przyjęto, że warunki eksploatacji charakteryzowane są obciążeniem przewozami liczonym od ostatniej naprawy głównej i stanowiącym iloczyn średniego rocznego obciążenia wyrażanego liczbą pociągów i czasu od naprawy głównej wyrażonego w latach.

Podane w tabelach wartości czasów od naprawy głównej są wartościami uśrednionymi – w praktyce decyzje o naprawach podejmowane są często dla odcinków krótszych niż długość odcinka międzywęzłowego. Wskutek tego przy takim samym obciążeniu przewozami na całym odcinku międzywęzłowym jego stan techniczny i konstrukcja torowiska są zróżnicowane.

Jest to cecha niekorzystna wynikająca w pewnym stopniu z występujących w przeszłości znacznych ograniczeń finansowych, których skutkiem było wykonywanie napraw tylko na tych odcinkach, których stan zagrażał bezpieczeństwu jazdy.

Przyjęcie w niniejszym studium obciążenia przewozami jako głównego – ale nie wyłącznego – kryterium kwalifikacyjnego do naprawy modernizacyjnej stanowi rozwinięcie stosowanej w praktyce przez ZTB TW metody planowania napraw, w której okres eksploatacji torowiska, wraz z wynikami oględzin i pomiarów ma duże znaczenie dla podejmowanych decyzji o terminie i zakresie napraw.

Dodatkową informacją stanowiącą ogólną charakterystykę procesu utrzymania torowisk w TW są zestawienia czasów od naprawy głównej ilustrujące również ogólny stan torowisk. W Studium pogrupowano je w trzech przedziałach czasowych: do 5 lat, od 5 do 10 lat i powyżej 10 lat. Zestawienia te przedstawiono osobno dla każdej z analizowanych tras w postaci wykresu i tabeli oznaczonej kolejnym numerem trasy i indeksem literowym „b".

W odniesieniu do informacji zawartych w tabelach dotyczących konstrukcji i stanu torowisk należy zwrócić uwagę, że jednostką odniesienia jest tu **długość torowiska dwutorowego**, a nie długość toru pojedynczego, jak to jest wykazywane w dokumentacjach ZTB TW. Taką samą zasadę przyjęto w odniesieniu do węzłów rozjazdowych, w których dla długości torowiska dwutorowego ustalono koszt jednostkowy uwzględniający uśrednione koszty wymiany zwrotnic i krzyżownic tworzących węzeł i występujących równocześnie w torach leżących na analizowanej trasie, jak i w torach krzyżujących się w tym węźle. Przyjęcie wskaźników odniesionych do długości torowiska dwutorowego, a nie do pojedynczego toru stanowi świadome uproszczenie informacji uzasadnione wstępnym charakterem analiz zawartych w niniejszym studium bowiem w praktyce na odcinkach międzywęzłowych długości poszczególnych torów różnią się.

6.2.3 Przystanki

Wyniki oceny potrzeb modernizacyjnych dotyczących przystanków uznano za bardzo ważne ze względu na ich znaczenie w przyjętej hierarchii celów związanych z etapowaniem modernizacji infrastruktury (patrz pkt. 6.1). Dostosowanie przystanków dla potrzeb eksploatacji nowoczesnego tramwaju to przede wszystkim dostosowanie jego wymiarów takich jak długość, szerokość i wysokość ponad poziom główek szyn (PGS) do planowanych wymiarów wagonu i potoku podróżnych korzystających z przystanku. Wymiary te zostały określone w rozdziale 5 zgodnie ze współczesnymi wymaganiami w tej dziedzinie, a ich dodatkowa ilustracja w przekroju poprzecznym przedstawiona jest na rysunku 6.C. Przy ustalaniu minimalnej szerokości platformy przystankowej przyjęto wymóg zapewnienia trzech pasów ruchu pieszego (3x0,5m.) i co najmniej 1m szerokości na konstrukcję wiaty (chodzi o konstrukcję wspierającą dach i ławki – wymiary zadaszenia powinny być większe).

Wysokość wysepek powinna też być podporządkowana nadrzędnemu celowi jakim jest stworzenie pasażerom dogodnych warunków do korzystania z tramwaju. Stąd też dla pełnego wykorzystania walorów nowoczesnego wagonu niskopodłogowego na analizowanych trasach niezbędne jest podwyższenie poziomu wysepek przystankowych ze 150mm do 260mm. Jest to operacją prosta technicznie, ale w praktyce wywołująca szereg trudnych problemów.

Jeden z tych problemów jest związany z prowadzeniem wymiany pasażerów z dotychczasowego wagonu o wysokiej podłodze na podwyższonej do 260mm platformie przystankowej. Wagony typu 13N i 105N eksploatowane w Warszawie mają drzwi umieszczone na przednim i tylnym skosie pudła wagonu, gdzie krawędź stopnia położona jest w zmiennej odległości od krawędzi platformy przystankowej. Sytuacja taka może być niebezpieczna dla pasażerów (zwłaszcza dla osób starszych i dzieci), wtedy gdy wsiadając z platformy przystankowej nie sięgną oni nogą do stopnia wagonu, narażając się tym samym na spadnięcie nogi (z wysokości 260 mm, a nie jak dotychczas tylko z wysokości 150 mm) w lukę pomiędzy platformą przystankową i wagonem tramwaju.

Innym problem dotyczy dostosowywania skrajni kinematycznej wagonu niskopodłogowego do krawędzi platformy przystankowej położonej w dotychczas stosowanej w Warszawie odległości 1250mm od osi toru ale na wysokości 260mm, podczas gdy norma na skrajnię przewiduje w tej odległości maksymalną wysokość 170mm od PGS. Pomijając formalną niezgodność z normą, która z założenia nie jest przystosowana do współczesnych wagonów, należy liczyć się z możliwością kolizji pudła wagonu z krawędzią platformy przystankowej o powyższych współrzędnych. Zakres tych kolizji będzie jednak można ostatecznie ocenić

znając charakterystyki kinematyczne konkretnego typu pojazdu, jaki zostanie wybrany do eksploatacji na sieci TW.

Dla porównania można przytoczyć dane o ukształtowaniu krawędzi platformy przystankowej tramwajów w Berlinie, gdzie eksploatowane są wagony typu GT6 (testowane również w Warszawie) o szerokości pudła 2,30m, a krawędź platformy położona jest w odległości 1230mm od osi toru na wysokości 260mm od PGS.

Rozwiązaniu obu tych problemów może sprzyjać proponowane w Studium, wprowadzenie na wybranych trasach wyłącznie nowoczesnych wagonów niskopodłogowych i takie dostosowanie do nich położenia krawędzi platformy przystankowej, aby walor niskiej podłogi był w pełni wykorzystany, a zagrożenie kolizji pudła wagonu z przystankiem było wyeliminowane. Na pozostałych trasach, na których będzie dominował ruch dotychczasowych wagonów z wysoką podłogą, krawędź platformy przystankowej pozostanie niezmieniona.

Przyjęcie powyższego założenia ma istotne konsekwencje dla oceny niezbędnego zakresu modernizacji przystanków, która na każdym z nich powinna obejmować podwyższenie poziomu platformy przystankowej. Koszty ewentualnego zwiększenia długości i szerokości platformy przystankowej będą się bowiem inaczej kształtować jeśli będą powiązane z kosztami podwyższenia poziomu platformy przystankowej, niż gdyby były ponoszone tylko dla zmiany powierzchni użytkowej przystanku bez zmiany jego poziomu. Zakładając, że dostosowanie przystanków do nowego taboru może być również etapowane (w miarę wprowadzania modernizacji poszczególnych tras), w zestawieniach informacji o przystankach wydzielono informację o zakresie ilościowym zmian powierzchni wysepki (wydłużenie i poszerzenie) niezbędnym dla osiągnięcia standardów ustalonych w rozdziale 5.

Jedną z konsekwencji proponowanego poszerzenia i wydłużenia wysepek przystankowych może być także przebudowa przyległej jezdni. W przeprowadzonej analizie tras wskazano na występowanie takich zagrożeń, pociągających za sobą konieczność zmian w organizacji ruchu, przesunięć (lub zamknięć) pasów ruchu, a niekiedy także przesunięć drzew lub słupów trakcyjnych z ich dotychczasowej lokalizacji.

W Studium dokonano oceny wszystkich przystanków na poszczególnych trasach pod kątem możliwości poszerzenia i wydłużenia wysepek. Określenie stopnia trudności działań oraz szacunkowych kosztów związanych z modernizacją wymagało bowiem ustalenia, które korekty platform przystankowych będą następować przy założeniu przesunięć (lub ograniczeń liczby) pasów ruchu na jezdni. Autorzy opracowania, przyjmując jako warunek podstawowy istotne zwiększenie komfortu podróży pasażerów tramwaju uznali, że poszerzenie platformy przystankowej może odbywać się kosztem przesunięcia lub ograniczenia szerokości jezdni, a odstępstwo od tej zasady może występować jedynie w sytuacjach wyjątkowych.

Takie **założenie jest też zgodne z Polityką Transportową Warszawy**, w której za najważniejsze uznaje się działania prowadzące do nadania priorytetu transportowi zbiorowemu (tramwajowi) na głównych osiach transportowych prowadzących do centrum miasta.

Informacje o wyposażeniu przystanków i ich wymiarach oraz potrzebach w zakresie modernizacji (oddzielnie dwóch kierunków na danej trasie) przedstawiono w dalszych podpunktach w tabelach oznaczonych kolejnym numerem trasy i indeksem literowym „c” lub „d”.

6.2.4 System zasilania trakcyjnego i urządzeń elektrycznych

Na system zasilania trakcyjnego składają się następujące grupy obiektów:

– urządzenia elektroenergetycznych podstacji trakcyjnych,

– układ kablowy,

– sieć trakcyjna.

Urządzenia elektryczne, których eksploatacja jest organizacyjnie powiązana z urządzeniami zasilania trakcyjnego stanowią przede wszystkim napędy zwrotnicowe i układy sterujące napędami.

Urządzenia elektroenergetyczne zasilające poprzez układy kablowe sieć trakcyjną są zlokalizowane w 40 podstacjach modernizowanych według realizowanego obecnie w Tramwajach Warszawskich programu związanego z ich dostosowaniem do aktualnych standardów obowiązujących w tej dziedzinie techniki. Z programu modernizacji podstacji trakcyjnych pozostało jeszcze 16 podstacji do realizacji. Modernizacja podstacji warunkuje nie tylko niezawodność systemu komunikacji tramwajowej, lecz również obniżenie kosztów energii zużywanej przez sieć tramwajową – koszty te obecnie kształtują się w wysokości około 3,5 mln zł rocznie. Ich obniżenie dzięki wprowadzeniu w nowoczesnym taborze systemów odzysku energii podczas hamowania pojazdu (systemy rekuperacji prądu) są powiązane z dostosowaniem urządzeń podstacji i układu kablowego do skonsumowania energii oddawanej przez hamujące tramwaje do sieci w ramach rekuperacji.

Nie są to jednak czynniki warunkujące obligatoryjnie wprowadzenie na analizowanych trasach nowoczesnego tramwaju, zwłaszcza przy uwzględnieniu przedstawionych poprzednio priorytetów, do których należy poprawa jakości podróżowania tramwajem. Przeprowadzenie na analizowanych trasach działań modernizacyjnych związanych głównie z wprowadzeniem nowoczesnego taboru, systemu sterowania ruchem tramwajów, systemu informowania pasażerów i modernizacji przystanków nie wywoła dodatkowego zapotrzebowania na energie elektryczną i tym samym nie spowoduje konieczności modernizacji podstacji trakcyjnych i układu kablowego. Mając to na uwadze i jednocześnie znając duży stopień zaawansowania modernizacji systemu zasilania trakcyjnego prowadzonej aktualnie przez Tramwaje Warszawskie, w szczegółowych analizach dotyczących poszczególnych tras nie określano ilościowo zakresu planowanej na tych trasach modernizacji systemu zasilania. Problemy te były przedmiotem analizy na podstawie materiałów i informacji otrzymanych w Tramwajach Warszawskich i w dalszym etapie wdrażania projektu nowoczesnej komunikacji tramwajowej w Warszawie – tj. na etapie studium wykonalności, powinny być one przedmiotem bardziej szczegółowej analizy uwzględniającej aktualny wówczas stan programu modernizacji.

Taki sam wniosek dotyczy zagadnień modernizacji układów kablowych i urządzeń napędzania i sterowania zwrotnicami. W tej ostatniej dziedzinie stopień zaawansowania programu modernizacji realizowanego Przez Tramwaje Warszawskie jest największy – do końca roku 2001 modernizacją będzie objęte ponad 75% zwrotnic zaplanowanych do wymiany w węzłach rozjazdowych (78 zwrotnic).

6.2.5 Pętle i zajezdnie

Analizą zostały objęte trasy, na których występuje 6 pętli o następującej ogólnej charakterystyce układu torowego:

Trasa nr 1:

- pętla Gocławek – pięć torów o łącznej długości 539 mtp, cztery platformy przystankowe, postulowana przez ZTM rozbudowa ze względu na planowane zwiększenie linii korzystających z tej pętli,
- pętla Banacha – cztery tory o łącznej długości 613 mtp w tym jeden odstawczy (bez przejazdu) o długości 106 mtp, trzy platformy przystankowe, postulowana przez ZTM rozbudowa ze względu na planowane zwiększenie linii korzystających z tej pętli.

Trasa nr 3:

- pętla Potocka– pięć torów o łącznej długości 424 mtp, w tym jeden odstawczy (bez przejazdu) o długości 84 mtp, platformy przystankowe poza pętlą,
- pętla Rakowiecka– jeden tor o długości 130 mtp, platformy przystankowe poza pętlą, promień łuku R=22m., zmodernizowana w 1999r, praktycznie bez możliwości rozbudowy ze względu na ograniczenie terenowe.

Trasa nr 4:

- pętla Piaski – cztery tory o łącznej długości 515 mtp, dwie platformy, planowana do modernizacji z rozbudową układu torowego w ramach budowy trasy Bemowo II

Trasa nr 5:

- pętla Wola (Cm. Wolski) – pięć torów o łącznej długości 732 mtp, cztery platformy, zmodernizowana w roku 2001.

Na wszystkich tych pętlach występują łuki spełniające wymagania minimalnej wartości R=18m ustalone dla pętli i zajezdni w specyfikacji na zakup tramwaju niskopodłogowego. Promienie tych łuków mieszczą się w granicach 22 – 30 m

Na podstawie analizy potrzeb modernizacyjnych wynikających z wymagań technicznych dotyczących charakterystyk planowanego wagonu niskopodłogowego nie stwierdzono konieczności rozbudowy układu torowego na żadnej z w/w pętli. Ten sam wniosek wynika z analizy potrzeb ruchowych przy uwzględnieniu postulowanych w pozostałej części Studium zmian organizacji postoju wagonów na pętli. Na pętlach należy natomiast przeprowadzić modernizację w zakresie dostosowania platform przystankowych do przyjętych w rozdziale 5 wymagań, za wyjątkiem wymagania minimalnej szerokości platformy – od wymagania tego mogą być czynione odstępstwa uzasadnione znacznie mniejszym potokiem podróżnych w porównaniu do przystanków występujących na trasie.

Do obiektów infrastruktury stanowiących zaplecze do obsługi wagonów należą **zajezdnie**. Spośród czterech eksploatowanych w Tramwajach Warszawskich zajezdni (zajezdnia Mokotów - Woronicza, zajezdnia Północ – Pstrowskiego, zajezdnia Praga – Kawęczyńska, zajezdnia Wola – Wolska/Siedmiogrodzka) do obsługi wagonów niskopodłogowych kwalifikują się zasadniczo dwie – zajezdnia Mokotów i zajezdnia Północ.

Zajezdnia Praga przy ul. Kawęczyńskiej obsługuje wprawdzie cały aktualnie eksploatowany przez TW park wagonów niskopodłogowych (30 wagonów), ale uwzględnianie jej w dalszej perspektywie nie jest celowe ze względu na planowane wyłączenie tej zajezdni z normalnej eksploatacji w związku z budową Alei Tysiąclecia. Planowane jest w związku z tym wybudowanie nowej zajezdni na Annopolu obsługującej część sieci tramwajowej po stronie Pragi - inwestycja ta jednak nie jest związana z analizowaną w niniejszym studium modernizacją i nie będzie brana pod uwagę w dalszej części.

Zajezdnia Wola z aktualnie występującym w niej układem torowym na wjazdach do hal postojowych nie może być brana pod uwagę jako zaplecze dla nowoczesnych wagonów wieloczłonowych ze względu na przekroczenia skrajni przez mijające się wagony i przez wagony wjeżdżające przez niektóre wrota do hali.

W pozostałych dwóch zajezdniach możliwa jest obsługa nowego taboru przy wdrożeniu rozpoczętych obecnie projektów dodatkowego wyposażenia tych zajezdni w następujące urządzenia w halach postojowych:

- pomosty balkonowe zapewniające obsługę urządzeń położonych na dachu wagonu,
- zespoły pojemników, podajników, suszarek itp. do dystrybucji piachem przewidywanym do stosowania w każdym pojeździe dla stworzenia lepszych warunków przyspieszania i hamowania wagonów.

Ocena możliwości obsługowych wagonów w w/w zajezdniach wskazuje, że dla wprowadzenia na sieć TW wagonów niskopodłogowych nie jest konieczna ich modernizacja, a dodatkowa rozbudowa obecnego zaplecza i dostosowanie wyposażenia może być zapewnione z bieżących środków eksploatacyjnych.

6.2.6 Zjazdy awaryjne

Potrzeba zjazdów awaryjnych wynika z dążenia do ograniczania niekorzystnych skutków ruchowych związanych z unieruchomieniem wagonu na trasie. W tym celu niezbędna jest możliwość odholowywania (zwykle pchania) wagonu do miejsca tymczasowego postoju i tym samym odblokowania trasy. Analiza poszczególnych tras z uwagi na możliwości zjazdów awaryjnych została dokonana przy założeniu, ze zjazdy z jednej trasy dostosowanej do nowoczesnego taboru nie powinny odbywać się kosztem ograniczania prędkości na innej trasie o takim samym charakterze. Miejscami tymczasowego postoju uszkodzonego wagonu mogą być w ograniczonym czasie pętle i przede wszystkim zajezdnie. Aktualnie możliwości zjazdów awaryjnych są następujące:

<u>Trasa nr 1 (od pętli Gocławek):</u>

- pętla Wiatraczna → ul. Grochowska, → ul. Kijowska → ul. Kawęczyńska (zajezdnia)
- rondo Waszyngtona → ul. Zieleniecka → ul Kijowska → ul. Kawęczyńska (zajezdnia)
- plac Starynkiewicza,
- plac Narutowicza.

Dla stworzenia na centralnym odcinku tej trasy o długości ok. 4000 m (od ronda Waszyngtona do placu Starynkiewicza) możliwości zjazdów awaryjnych można rozważać wybudowanie jednotorowych relacji prawoskrętnych na skrzyżowaniu Al. Jerozolimskich i ul. Marszałkowskiej z następującymi dalszymi trasami zjazdów awaryjnych:

- dla zjazdów z kierunku wschodniego: w ciąg ul. Marszałkowskiej,
- dla zjazdów z kierunku zachodniego: ul. Marszałkowską do placu Zbawiciela i dalej do pętli na placu Narutowicza.

Analiza wykazuje, że aktualne ukształtowanie skrzyżowania Al. Jerozolimskich i ul. Marszałkowskiej nie zapewnia możliwości przejazdu tramwaju bez konieczności zajęcia części pasa jezdni wokół ronda, co może być wyjątkowo dopuszczone dla sporadycznych zjazdów awaryjnych lub nocnych przejazdów wagonów gospodarczych, a nie dla regularnego

ruchu. Decyzja o wprowadzeniu zjazdów w tym miejscu powinna wynikać z analiz przeprowadzonych w studium wykonalności po uwzględnieniu potencjalnych zakłóceń w ruchu spowodowanych unieruchomieniem wagonów na tym odcinku trasy.

Trasa nr 2 (od ronda Starzyńskiego):

- skrzyżowanie ul. Słomińskiego i ul. Międzyparkowej: → ul. Mickiewicza → zajezdnia Północ,
- rondo „Babka": → ul. Okopowa → Al. Solidarności → zajezdnia Wola lub
  ul. Popiełuszki → ul. Słowackiego → zajezdnia Północ
- rondo Waszyngtona :→ ul. Zieleniecka ul Kijowska ul. Kawęczyńska (zajezdnia)

Trasa nr 3 (od pętli Potocka):

- rondo „Babka": → ul. Okopowa → Al. Solidarności → zajezdnia Wola
- skrzyżowanie Al. Jana Pawła i Al. Solidarności: → Al. Solidarności → zajezdnia Wola
- rondo ONZ: → ul. Kasprzaka → ul. Skierniewicka→ zajezdnia Wola
- skrzyżowanie Al. Niepodległości i ul. Nowowiejskiej: → ul. Nowowiejska→pętla plac Narutowicza
- zjazd do zajezdni Mokotów.

Trasa nr 4 (od pętli Piaski):

- rondo „Babka": → ul. Okopowa → Al. Solidarności → zajezdnia Wola

Trasa nr 5 (od pętli Cm. Wolski):

- skrzyżowanie ul. Wolska/Skierniewicka → ul. Skierniewicka→ zajezdnia Wola
- skrzyżowanie Al.. Solidarności i ul. Towarowa/Okopowa → ul. Towarowa→ ul. Kasprzaka → ul. Skierniewicka→ zajezdnia Wola
- skrzyżowanie Al. Solidarności /plac Bankowy→ ul. Marszałkowska → plac Grzybowski
- skrzyżowanie Al. Solidarności/ul. Targowa: → ul. Targowa →pętla ZOO (Ratuszowa) lub pętla Czynszowa

6.3 Analizy istniejącej infrastruktury i zakresu modernizacji na wybranych trasach

Przedstawione powyżej zasady inwentaryzacji stanu istniejącego, jej zakresu, źródeł informacji i formy wyników zostały wykorzystane do analizy infrastruktury na każdej z wybranych tras. Wyniki tych analiz przedstawiono poniżej.

6.3.1 Trasa nr 1: od pętli Gocławek do pętli Banacha

Przebieg analizowanej trasy z zaznaczeniem występujących na niej węzłów, przystanków i miejsc, gdzie nie są spełnione wymagania ustalone w rozdziale 5 przedstawia rys. 6-1.

6.3.1.1 Układ geometryczny

Oceniając układ geometryczny trasy stwierdzono, że na odcinkach międzywęzłowych oraz na pętlach i w węzłach rozjazdowych łuki o promieniach mniejszych niż wartości zalecane (odpowiednio 300m. i 50m.) a nawet mniejszych niż wartości minimalne (odpowiednio 150m. i 25m.) określone w rozdz. 5, występują w następujących miejscach trasy:

Lokalizacja	Istniejący promień łuku [m.]	Długość łuku [m. torowiska}
Pętla Gocławek (przed i za petlą)	<25	35
Pętla Wiatraczna (przed i za petlą)	<25	50
Ul. Waszyngtona (przejazd za Rondem)	150	80
Al. Poniatowskiego (przed Rondem	140	23
Waszyngtona)	200	30
Al. Jerozolimskie (za Pl. Zawiszy)	100	22
Ul. Grójecka (dojazd do Pl. Zawiszy)	150	22
Ul. Grójecka (kontrałuki za przystankami)	2x150	20
Skrzyżowanie ulic Banacha i Grójeckiej	26/50	50
	250	116
Pętla Banacha – wjazd i wyjazd z pętli	25 i 50	45

Biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żaden z nich nie kwalifikuje się do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

6.3.1.2 Konstrukcja torowiska

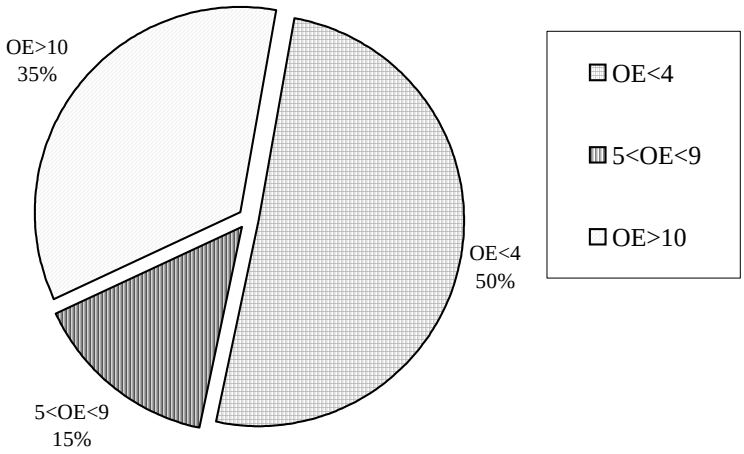
Zestawienie informacji o konstrukcji torowiska (wspólne z jezdnią, wydzielone z jezdni), warunkach eksploatacji (czas od naprawy głównej, obciążenie przewozami) i wynikających z nich wnioskach dotyczących zakresu niezbędnej modernizacji zawiera tabela 6.1a.

W tabeli 6.1b i na dotyczącym jej wykresie 6.1 zestawiono informacje dotyczące czasu eksploatacji torowisk w trzech przedziałach czasowych: do 5 lat, od 5 do 10 lat i powyżej 10 lat. Należy stwierdzić, że na 50% długości trasy czas eksploatacji torowiska nie przekracza 5 lat (w tym są także odcinki zmodernizowane w tym roku), a na 35% długości trasy czas eksploatacji torowisk przekracza 10 lat.

Tabela 6.1b Zestawienie informacji o czasie eksploatacji torowisk na trasie 1

Okres eksploatacji (OE)	Długości trasy [mt]			
	Torowisko wspólne z jezdnią	Wydzielone z jezdni		RAZEM
		Torowisko zabudowane	Torowisko niezabudowane	
[lata]	[mt]	[mt]	[mt]	[mt]
OE<4	205	501	5252	5958
5<OE<9	0	83	1 637	1720
OE>10	0	1062	3021	4083

Wykres 6.1 Zestawienie informacji o czasie eksploatacji torowisk na trasie nr 1
(OE - okres eksploatacji [lata])



Na podstawie wyników przedstawionych w tabeli 6.1a do naprawy torowiska w ramach modernizacji zakwalifikowano na analizowanej trasie następujące węzły rozjazdowe i odcinki:

Lp	Lokalizacja	Zakres ilościowy [m. torowiska] Węzeł	Odcinek międzywęzłowy
1	Pętla Gocławek	150 (6x1k+1z)	
2	Ul. Grójecka	-	196
3	Ul. Banacha	-	371
4	Pętla Banacha	100 (6x1k+1z)	

6.3.1.3 Przystanki

W tabelach 6.1c i 6.1d przedstawiono wyniki inwentaryzacji przystanków, w tym:

– długość przystanku,

– średnią szerokość użytkową przystanku,
– minimalną szerokość pasa ruchu pieszego,
– stan wyposażenia (wygrodzenie, wiata, pochylnia, nawierzchnia)

oraz zakres niezbędnej przebudowy, w tym:

– wydłużenie wysepki,
– poszerzenie wysepki,
– zakres potrzebnej przebudowy jezdni przyległej do wysepki.

Na trasie pętla Gocławek-Pętla Banacha niezbędne będzie przeprowadzenie modernizacji wszystkich 50 przystanków (po 25 w każdym kierunku). Modernizacja powinna objąć:

– podwyższenie wszystkich wysepek przystankowych do poziomu 260mm,
- wykonanie pochylni dla wózków na wszystkich przystankach[1],
- wyposażenie w wiaty 32[2] oraz pełne zadaszenie 18-tu przystanków,
- jednoczesne poszerzenie i przedłużenie wysepki na 20 przystankach,
- zwiększenie długości 13 przystanków (od 4.0m do 38m),
- zwiększenie szerokości 6 przystanków (od 0,95m do 1,45m).

6.3.1.4 System zasilania

W odniesieniu do systemu zasilania Trasy Pętla Gocławek-Pętla Banacha przeanalizowano zagadnienia związane z:

– podstacjami trakcyjnymi,
– układem kabli podstacji trakcyjnych,
– siecią trakcyjną tramwajową,
– napędami układem sterowania zwrotnic.

W Studium wykorzystano opracowanie wykonane w Zakładzie Urządzeń Elektrycznych i w Zakładzie Torowo-Budowlanym Tramwajów Warszawskich pt. „Uwarunkowania i szacunkowe koszty dostosowania trasy WZ, trasy NS i ciągu Al. Jerozolimskie do zwiększenia prędkości i częstotliwości kursowania tramwajów".

W tabeli 6.1e przedstawiono zestawienie podstawowych danych dotyczących stanu istniejącego w zakresie systemu zasilania.

[1] Obecnie 52% przystanków na kierunku Gocławek-Banacha i 64% przystanków na kierunku Bamacha-Gocławek jest wyposażonych w pochylnie dla niepełnosprawnych. Jednak z uwagi na konieczność podniesienia wysokości platformy na każdym przystanku niezbędne będzie wykonanie pochylni.

[2] Obecnie 52% przystanków na kierunku Gocławek-Banacha i 48% przystanków na kierunku Banacha-Gocławek jest wyposażonych w wiaty przystankowe. Jednak dla uzyskania jednolitego standardu wyposażenia przystanków na nowoczesnej trasie tramwajowej, postuluje się by wszystkie przystanki były wyposażone w nowe wiaty i zadaszenia.

Tabela 6.1e Zestawienie informacji dotyczących podstacji trakcyjnych

l.p	Nazwa podstacji	Lokalizacja	Odcinek zasilania	Plan modernizacji
1	WINNICKA WK-27	Ul. Winnicka przy Pasteura	Ul. Grójecka: od Banacha do Niemcewicza	Kompleksowa modernizacja-rok 2002
2	JEROZOLIMSKIE AJ-47	Al.Jerozolimskie 134	Ul. Grójecka/Al. Jerozolimskie: od Niemcewicza do Chałubińkiego	Nie wymagana
3	PERECA PR-25	Ul. Pereca 9	Al. Jerozolimskie: od Chałubińskiego do Emilii Plater	Nie wymagana
4	ZŁOTA KN-51	Ul. Złota 3	Al. Jerozolimskie: od Emilii Plater do Muzeum Narodowego	Nie wymagana
5	ZAJĘCZA ZZ-75	Ul. Zajęcza1/3	Al. Jerozolimskie: od Muzeum Narodowego do warszawskiego przyczółka mostu Poniatowskiego	Nie wymagana
6	WASZYNGTONA WG-55	Al. Waszyngtona 3A	Al. Jerozolimskie/Al. Waszyngotna: od warszawskiego przyczółka mostu Poniatowskiego do ul. Międzynarodowej	Nie wymagana
7	DOBROWOJA D-17	Ul. Dobrowoja 14/16	Al. Waszyngtona: od ul. Międzynarodowej do ul. Czapelskiej	Kompleksowa modernizacja-rok 2002
8	ŻÓŁKIEWSKIEGO ŻŁ-85	Ul. Żółkiewskiego 9	Ul. Grochowska: od Ronda Wiatraczna do pętli Gocławek	Nie wymagana

Zaproponowana w niniejszym Studium koncepcja modernizacji Trasy Tramwajowej od Pętli Gocławek do Pętli Banacha zakłada:

- utrzymanie częstotliwości kursowania tramwajów na poziomie zbliżonym do obecnego; obecnie 52-55 tramwajów/h, a docelowo maksymalnie 60 tramwajów/h,
- utrzymanie dotychczasowych prędkości międzyprzystankowych tramwaju; proponowane w pracy podniesienie prędkości komunikacyjnej ma następować poprzez ograniczenie strat czasu, a nie zwiększenie prędkości jazdy,
- ograniczenie liczby przyspieszeń i hamowań tramwaju, poprzez ograniczenie liczby punktów kolizyjnych.

Przeprowadzenie działań modernizacyjnych na analizowanej trasie, głównie związanych z wprowadzeniem nowoczesnego taboru, systemu sterowania ruchem tramwajów, systemu informowania pasażerów i modernizacji przystanków nie wywoła dodatkowego zapotrzebowania na energie elektryczną i tym samym nie spowoduje konieczności modernizacji podstacji trakcyjnych i układu kablowego. Prowadzone prace modernizacyjne w stosunku do podstacji (w tym planowane w stosunku do dwóch Dobrowoja, Winnicka) podniosą jakość systemu zasilania trasy, jednak koszt tych działań nie może obciążać proponowanego zakresu modernizacji tras.

W odniesieniu do sieci trakcyjnej należy stwierdzić że istnieje konieczność:

- wymiany starych i wyeksploatowanych słupów trakcyjnych i trakcyjno-oświetleniowyh na pętlach Gocławek i Pl. Narutowicza oraz
- modernizacji sieci trakcyjnej polegającej na wykonaniu kompensacji przewodów jezdnych i wymianie przewodów

Działania te przyczynią się do poprawy niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz do zniesienia konieczności sezonowej regulacji sieci. Zakresem modernizacji należy objąć odcinki:

- Pętla Gocławek-Rondo Wiatraczna,
- Rondo Waszyngtona-Pl. Zawiszy,
- Pl. Narutowicza-Grójecka

6.3.1.5 Kolizje

Proponowany zakres modernizacji infrastruktury (układ geometryczny trasy, konstrukcja torowiska, przystanki) dla trasy Pętla Gocławek-Pętla Banacha nie obejmuje działań związanych z wydłużeniem trasy tramwajowej lub zmianą jej przebiegu. Proponowane zmiany dotyczą głównie modyfikacji wysepek przystankowych i tym samym rozbudowy lekkich i rozbieralnych konstrukcji budowlanych.

Podsumowując należy stwierdzić, że proponowana w Studium modernizacji infrastruktury nie będzie wywoływać kolizji trasy z:

- istniejącym i planowanym zagospodarowaniem przestrzennym,
- z ponadlokalnymi systemami przyrodniczymi,
- obiektami wrażliwymi na budowę i eksploatacje tras tramwajowych,
- uzbrojeniem inżynieryjnym.

Należy jednak zaznaczyć, że zidentyfikowano liczne potencjalne kolizje z układem drogowym wywołane proponowanymi zmianami wymiarów wysepek przystankowych. Łącznie na 50 przystanków przewidzianych do modernizacji na trasie Pętla Gocławek-Pętla Banacha, kolizje mogą wystąpić na 19 z nich (38%). Zidentyfikowano także 15 kolizji wywołujących konieczność przesunięcia drzew. Szczegółową identyfikację punktów kolizyjnych przedstawiono w tabelach 6.1c i d oraz na rysunkach.

6.3.1.6 Podsumowanie

Podsumowanie proponowanego zakresu modernizacji trasy tramwajowej Pętla Gocławek-Pętla Banacha przedstawiono w tabeli 6.1f. Tabela ta zawiera szacunkową specyfikację proponowanych działań w zakresie modernizacji:

- konstrukcji torowiska,
- rozjazdów,
- układu geometrycznego trasy,
- przystanków,
- systemu zasilania trakcyjnego.

Tabela 6.1f. Specyfikacja zakresu modernizacji trasy Pętla Gocławek-Pętla Banacha

l.p.	Rodzaj robót	Jednostka	Zakres ilościowy
1	Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	567
2	Modernizacja torowiska (wspólne z jezdnią)	m	0
3	Modernizacja torowiska (zabudowane)	m	0
4	Modernizacja torowiska w węźle rozjazdowym	m	250
5	Przebudowa geometrii toru	m	-
6	Podwyższenie wysepek	m^2	10 900
7	Dobudowa wysepek	m^2	2 897
8	Budowa wiaty	szt.	32
9	Budowa zadaszenia	szt.	18
10	Budowa wygrodzenia	m	3517
11	Wyposażenie w system informacji	szt.	50
12	Przesunięcie pasa ruchu na skutek poszerzenia przystanku	szt.	14
13	Przesunięcie drzew	szt.	15
14	Przesunięcie słupów	szt.	22
15	Przesunięcie wysepki autobusowej	szt.	3
16	Modernizacja sieci trakcyjnej	Grójecka-Pl. Narutowicza	
17	Modernizacja sieci trakcyjnej	Pl. Zawiszy-Rondo Waszyngtona	
18	Modernizacja sieci trakcyjnej	Pętla Gocławek-Rondo Wiatraczna	

W tabeli 6.1g przedstawiono szacunkową specyfikację działań dla odcinka trasy: Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza, niezbędnych w przypadku etapowania modernizacji trasy.

Tabela 6.1g. Specyfikacja zakresu modernizacji dla odcinka Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza

l.p.	Rodzaj robót	Jednostka	Zakres ilościowy
1	Modernizacja torowiska	m	-
2	Modernizacja węzła rozjazdowego	sztuki	-
3	Przebudowa geometrii toru	m	-
4	Podwyższenie wysepek	m^2	7 163
5	Dobudowa wysepek	m^2	954
6	Budowa wiaty	sztuki	16
7	Budowa zadaszenia	sztuki	14
8	Budowa wygrodzenia	m	2 061
9	Wyposażenie w system informacji	sztuki	30
10	Przesunięcie pasa ruchu na skutek poszerzenia przystanku	sztuki	6
11	Przesunięcie drzew	sztuki	10
12	Przesunięcie słupów	sztuki	15
13	Przesunięcie wysepki autobusowej	sztuki	-
14	Modernizacja sieci trakcyjnej	Pl. Zawiszy-Rondo Waszyngtona	
15	Modernizacja sieci trakcyjnej	Pętla Gocławek-Rondo Wiatraczna	
16	Modernizacja zwrotnic	Szt.	-

6.3.2 Trasa nr 2: od Ronda Starzyńskiego do Placu Zawiszy

Przebieg analizowanej trasy z zaznaczeniem występujących na niej węzłów, przystanków i miejsc, gdzie nie są spełnione wymagania ustalone w rozdziale 5 przedstawia rys. 6.2.

6.3.2.1 Układ geometryczny

Oceniając układ geometryczny trasy stwierdzono, że na odcinkach międzywęzłowych oraz w węzłach rozjazdowych łuki o promieniach mniejszych niż wartości zalecane (odpowiednio 300m i 50m) a nawet mniejszych niż wartości minimalne (odpowiednio 150m. i 25m.) określone w rozdz. 3, występują w następujących miejscach trasy:

- na odcinku międzywęzłowym: ul. Towarowa przy ul. Łuckiej i przy ul. Chłodnej łuki o promieniu ok. 200m,
- ul. Okopowa przy ul. Leszno łuk o promieniu R<150m,
- wjazd na rondo Babka łuk o promieniu 150m na długości ok. 70m,
- ul. Słomińskiego w rejonie ul. Międzyparkowej – łuki o promieniach ok. 100m na łącznej długości ok. 200m.

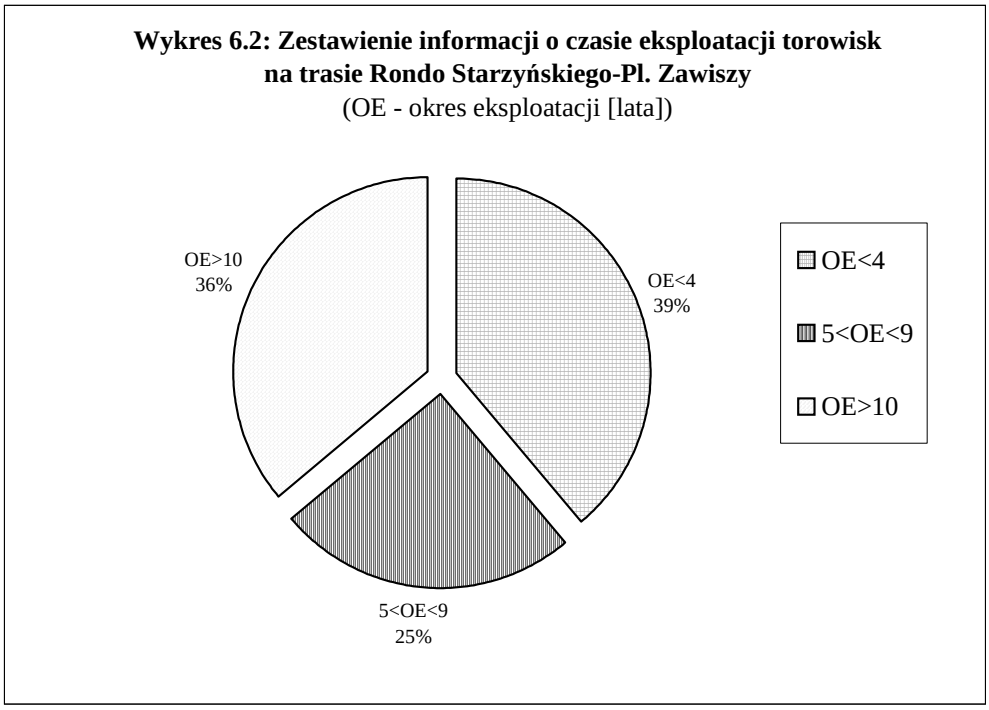
Biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków i skrzyżowań wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żaden z nich nie kwalifikuje się do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

6.3.2.2 Konstrukcja torowiska

Zestawienie informacji o konstrukcji torowiska, warunkach eksploatacji i wynikających z nich wnioskach dotyczących zakresu niezbędnej modernizacji zawiera tabela 6.2.a. Podsumowanie wyników w odniesieniu do czasów od naprawy głównej charakteryzujących ogólnie warunki eksploatacyjne na analizowanej trasie zawierają tabela 6.2.b i wykres 6.2. Zestawiono w nich informacje dotyczące czasu eksploatacji torowisk w trzech przedziałach czasowych: do 5 lat, od 5 do 10 lat i powyżej 10 lat. Należy stwierdzić, że długość torowisk nowych (ok. 39% długości trasy) i o czasie eksploatacji ponad 10 lat (36%) jest zbliżona.

Tabela 6.2b Zestawienie informacji o czasie eksploatacji torowisk na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy

Okres eksploatacji (OE)	Długości trasy [mt]			
	Torowisko wspólne z jezdnią	Wydzielone z jezdni		RAZEM
		Torowisko zabudowane	Torowisko niezabudowane	
[lata]	[mt]	[mt]	[mt]	[mt]
OE<4	166	0	2284	2450
5<OE<9	30	0	1 554	1584
OE>10	0	482	1804	2286



Na podstawie wyników przedstawionych w tabeli 6.2.b. do naprawy torowiska w ramach modernizacji zakwalifikowano na analizowanej trasie następujące węzły rozjazdowe i odcinki:

Lp	Lokalizacja	Zakres ilościowy napraw [m. torowiska] Węzeł	Odcinek międzywęzłowy
1	Ul. Słomińskiego		482
2	Ul. Okopowa		664
3	Węzeł rozjazdowy Rondo Daszyńskiego	70 (6x1k+1z)	

6.3.2.3 Przystanki

W tabelach 6.2c i 6.2d przedstawiono wyniki inwentaryzacji przystanków, w tym:

- długość przystanku,
- średnią szerokość użytkową przystanku,
- minimalną szerokość pasa ruchu pieszego,
- stan wyposażenia (wygrodzenie, wiata, pochylnia, nawierzchnia)

oraz zakres niezbędnej przebudowy, w tym:

- wydłużenie wysepki,
- poszerzenie wysepki,
- zakres potrzebnej przebudowy jezdni przyległej do wysepki.

Na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy niezbędne będzie przeprowadzenie modernizacji wszystkich 32 przystanków (15 na kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy i 17 na kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego), w tym:

- podwyższenie wszystkich platform przystankowych do poziomu 260mm,
- wykonanie pochylni dla wózków na wszystkich przystankach[3],
- wyposażenie w wiaty przystankowe 16[4] i pełne zadaszenie 14 przystanków,
- jednoczesne poszerzenie i przedłużenie platformy przystankowej na 8 przystankach,
- zwiększenie długości 13 przystanków (od 4.0m do 33m),
- zwiększenie szerokości 3 przystanków (od 0,75m do 1,25m).

6.3.2.4 System zasilania

W odniesieniu do systemu zasilania Trasy Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy przeanalizowano zagadnienia związane z:

- podstacjami trakcyjnymi,
- układem kabli podstacji trakcyjnych,
- siecią trakcyjną tramwajową,
- napędami układem sterowania zwrotnic.

W tabeli 6.2e przedstawiono zestawienie podstawowych danych dotyczących stanu istniejącego w zakresie systemu zasilania.

[3] Obecnie 71% przystanków na kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego i 53% przystanków na kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy jest wyposażonych w pochylnie dla niepełnosprawnych. Jednak z uwagi na konieczność podniesienia wysokości platformy na każdym przystanku niezbędne będzie wykonanie pochylni.

[4] Obecnie 82% przystanków na kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego i 40% przystanków na kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy jest wyposażonych w wiaty przystankowe. Jednak dla uzyskania jednolitego standardu wyposażenia przystanków na nowoczesnej trasie tramwajowej, postuluje się by wszystkie przystanki były wyposażone w nowe wiaty i zadaszenia.

Tabela 6.2e Zestawienie informacji dotyczących podstacji trakcyjnych

l.p	Nazwa podstacji	Lokalizacja	Odcinek zasilania	Plan modernizacji
1	STARZYŃSKIEGO ST-69	Pl. Starzyńskiego	Rondo Starzyńskiego Most Gdański	wymaga modernizacji
2	MIĘDZYPARKOWA MP-29	Międzyparkowa/Słonimskiego	Most Gdański – Dw. Gdański	nie wymagana
3	NISKA NI-23	Niska 28	Dw. Gdański – ul. Okopowa ul. Leszno	nie wymagana
4	SIEDMIOGRODZKA SD-21	ul. Siedmiogrodzka	ul. Leszno – Al. Solidarności	nie wymagana
5	GRZYBOWSKA GR-63	ul. Grzybowska/Wronia	Al. Solidarności – ul. Towarowa, ul Srebrna	wymaga modernizacji
6	AL. JEROZOLIMSKIE AJ-47	Al. Jerozolimskie	ul. Srebrna – Pl. Zawiszy	nie wymaga

Zaproponowana w niniejszym Studium koncepcja modernizacji Trasy Tramwajowej od Ronda Starzyńskiego do Pl. Zawiszy zakłada:

- utrzymanie częstotliwości kursowania tramwajów na poziomie zbliżonym do obecnego; na najbardziej obciążonym odcinku (Al. Solidarności-Pl. Zawiszy) obecnie ok. 30 tramwajów/h, a docelowo maksymalnie 33 tramwaje/h,
- utrzymanie dotychczasowych prędkości międzyprzystankowych tramwaju; proponowane w pracy podniesienie prędkości komunikacyjnej ma następować poprzez ograniczenie strat czasu, a nie zwiększenie prędkości jazdy,
- ograniczenie liczby przyspieszeń i hamowań tramwaju, poprzez ograniczenie liczby punktów kolizyjnych.

Przeprowadzenie działań modernizacyjnych na analizowanej trasie, głównie związanych z wprowadzeniem nowoczesnego taboru, systemu sterowania ruchem tramwajów, systemu informowania pasażerów i modernizacji przystanków nie wywoła dodatkowego zapotrzebowania na energie elektryczną i tym samym nie spowoduje konieczności modernizacji podstacji trakcyjnych i układu kablowego.

W odniesieniu do sieci trakcyjnej należy stwierdzić że istnieje konieczność:

- wymiany starych i wyeksploatowanych słupów trakcyjnych i trakcyjno-oświetleniowych oraz
- modernizacji sieci trakcyjnej polegającej na wykonaniu kompensacji przewodów jezdnych i wymianie przewodów

Działania te przyczynią się do poprawy niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz do zniesienia konieczności sezonowej regulacji sieci. Zakresem modernizacji należy objąć cały odcinek od Ronda Starzyńskiego do Pl. Zawiszy.

6.3.2.5 Kolizje

Proponowany zakres modernizacji infrastruktury (układ geometryczny trasy, konstrukcja torowiska, przystanki) dla trasy Rondo Starzyńskiego-Pl. Narutowicza nie obejmuje działań związanych z wydłużeniem trasy tramwajowej lub zmianą jej przebiegu. Proponowane zmiany dotyczą głównie modyfikacji wysepek przystankowych i tym samym rozbudowy lekkich i rozbieralnych konstrukcji budowlanych.

Podsumowując należy stwierdzić, że proponowana w Studium modernizacji infrastruktury nie będzie wywoływać kolizji trasy z:

- istniejącym i planowanym zagospodarowaniem przestrzennym,
- z ponadlokalnymi systemami przyrodniczymi,
- obiektami wrażliwymi na budowę i eksploatacje tras tramwajowych,
- uzbrojeniem inżynieryjnym.

Należy jednak zaznaczyć, że zidentyfikowano liczne potencjalne kolizje z układem drogowym wywołane proponowanymi zmianami wymiarów wysepek przystankowych. Łącznie na 38 przystanków przewidzianych do modernizacji na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, kolizje mogą wystąpić na 6 z nich (16%). Zidentyfikowano także jedną kolizję wywołującą konieczność przesunięcia drzew. Szczegółową identyfikację punktów kolizyjnych przedstawiono w tabelach 6.2c i d oraz na rysunkach.

6.3.2.6 Podsumowanie

Podsumowanie proponowanego zakresu modernizacji trasy tramwajowej Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy przedstawiono w tabeli 6.2f. Tabela ta zawiera szacunkową specyfikację proponowanych działań w zakresie modernizacji:

- konstrukcji torowiska,
- rozjazdów,
- układu geometrycznego trasy,
- przystanków,
- systemu zasilania trakcyjnego.

Tabela 6.2f. Specyfikacja zakresu modernizacji trasy Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy

l.p.	Rodzaj robót	Jednostka	Zakres ilościowy
1	Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	664
2	Modernizacja torowiska (wspólne z jezdnią)	m	30
3	Modernizacja torowiska (zabudowane)	m	482
4	Modernizacja torowiska w węźle rozjazdowym	m	70
5	Przebudowa geometrii toru	m	-
6	Podwyższenie wysepek	m^2	7 353
7	Dobudowa wysepek	m^2	1849
8	Budowa wiaty	szt.	18
9	Budowa zadaszenia	szt.	14
10	Budowa wygrodzenia	m	2163
11	Wyposażenie w system informacji	szt.	38
12	Przesunięcie pasa ruchu na skutek poszerzenia przystanku	szt.	1
13	Przesunięcie drzew	szt.	1
12	Przesunięcie słupów	szt.	1
13	Modernizacja sieci trakcyjnej	Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy	

6.3.3 Trasa nr 3: od Pętli Potocka do Pętli Rakowiecka

Przebieg analizowanej trasy z zaznaczeniem występujących na niej węzłów, przystanków i miejsc, gdzie nie są spełnione wymagania ustalone w rozdziale 5 przedstawia rys. 6.3.

6.3.3.1 Układ geometryczny

Oceniając układ geometryczny trasy stwierdzono, że na odcinkach międzywęzłowych oraz na pętlach i w węzłach rozjazdowych łuki o promieniach mniejszych niż wartości zalecane (odpowiednio 300m. i 50m.) a nawet mniejszych niż wartości minimalne (odpowiednio 150m. i 25m.) określone w rozdz. 3, występują w następujących miejscach trasy:

Lokalizacja	Istniejący promień łuku [m.]	Długość łuku [m. torowiska}
Pętla Rakowiecka	<25	75
skrzyżowanie Al. Niepodległości/ ul. Rakowiecka	50/33	25
Rondo ONZ (o obrębie węzła rozjazdowego – planowana przebudowa 2002r)	<50	80
Al.Jana Pawła/ ul. Elektoralna	120	30
ul Popiełuszki/ ul. Słowackiego	50	28

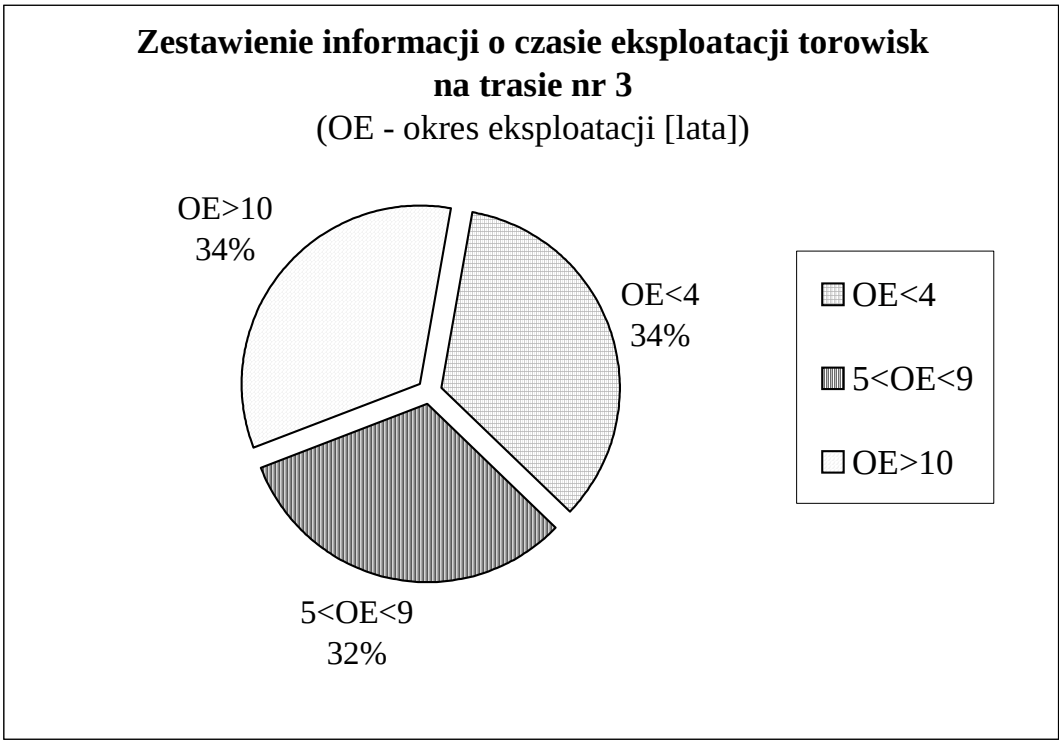
Biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków i skrzyżowań wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żaden z nich nie kwalifikuje się do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

6.3.3.2 Konstrukcja torowiska

Zestawienie informacji o konstrukcji torowiska, warunkach eksploatacji i wynikających z nich wnioskach dotyczących zakresu niezbędnej modernizacji zawiera tabela 6.3.a. Podsumowanie wyników w odniesieniu do czasów od naprawy głównej charakteryzujących ogólnie warunki eksploatacyjne na analizowanej trasie zawierają tabela 6.3.b i wykres 6.3. Zestawiono w nich informacje dotyczące czasu eksploatacji torowisk w trzech przedziałach czasowych: do 5 lat, od 5 do 10 lat i powyżej 10 lat. Należy stwierdzić, że torowiska nowe stanowią ok. 35% długości trasy. Duży jest także odsetek torowisk starych o czasie eksploatacji ponad 10 lat (31%).

Tabela 6.3b Zestawienie informacji o czasie eksploatacji torowisk na trasie Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka

Okres eksploatacji (OE)	Długości trasy [mt]			
	Torowisko wspólne z jezdnią	Wydzielone z jezdni		RAZEM
		Torowisko zabudowane	Torowisko niezabudowane	
[lata]	[mt]	[mt]	[mt]	[mt]
OE<4	654	286	1818	2758
5<OE<9	170	700	1666	2536
OE>10	63	0	2621	2684



Na podstawie wyników przedstawionych w tabeli 6.3.b. do naprawy torowiska w ramach modernizacji zakwalifikowano na analizowanej trasie następujące odcinki:

Lp	Lokalizacja	Rodzaj konstrukcji	Zakres ilościowy napraw [m. torowiska] Odcinek międzywęzłowy
1	Al. Jana Pawła (Stawki-Solidarności)	niezabudowane	1078
2	Al. Jana Pawła. (Solidarniości-ONZ)	niezabudowane	249
3	Al. Jana Pawła. (Solidarniości-ONZ,	wspólne z jezdnią	34
4	Ul. Rakowiecka	niezabudowane	267

6.3.3.3 Przystanki

W tabelach 6.3c i 6.3d przedstawiono wyniki inwentaryzacji przystanków, w tym:

– długość przystanku,

– średnią szerokość użytkową przystanku,

– minimalną szerokość pasa ruchu pieszego,

– stan wyposażenia (wygrodzenie, wiata, pochylnia, nawierzchnia)

oraz zakres niezbędnej przebudowy, w tym:

– wydłużenie wysepki,

– poszerzenie wysepki,

– zakres potrzebnej przebudowy jezdni przyległej do wysepki.

Na trasie Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka niezbędne będzie przeprowadzenie modernizacji wszystkich 34 przystanków, w tym:

- podwyższenie wszystkich platform przystankowych do wysokości 260mm,
- wykonanie pochylni dla wózków na wszystkich przystankach[5],
- wyposażenie w wiaty przystankowe 14[6] i pełne zadaszenie 20 przystanków,
- jednoczesne poszerzenie i przedłużenie platformy przystankowej na 15 przystankach,
- zwiększenie długości 7 przystanków (od 3.0m do 13m),
- zwiększenie szerokości 4 przystanków (od 0,50m do 1,65m).

6.3.3.4 System zasilania

W odniesieniu do systemu zasilania Trasy Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka przeanalizowano zagadnienia związane z:

[5] Obecnie 71% przystanków na kierunku Pętla Potocka-Pętla Rakowicecka i 59% przystanków na kierunku Pętla Rakowiecka-Pętla Potocka jest wyposażonych w pochylnie dla niepełnosprawnych. Jednak z uwagi na konieczność podniesienia wysokości platformy na każdym przystanku niezbędne będzie wykonanie pochylni.

[6] Obecnie **tylko** 65% przystanków na kierunku Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka i 59% przystanków na kierunku Pętla Rakowiecka-Pętla Potocka jest wyposażonych w wiaty przystankowe. Jednak dla uzyskania jednolitego standardu wyposażenia przystanków na nowoczesnej trasie tramwajowej, postuluje się by wszystkie przystanki były wyposażone w nowe wiaty i zadaszenia.

- podstacjami trakcyjnymi,
- układem kabli podstacji trakcyjnych,
- siecią trakcyjną tramwajową,
- napędami układem sterowania zwrotnic.

W tabeli 6.3e przedstawiono zestawienie podstawowych danych dotyczących stanu istniejącego w zakresie systemu zasilania.

Tabela 6.3e Zestawienie informacji dotyczących podstacji trakcyjnych

l.p	Nazwa podstacji	Lokalizacja	Odcinek zasilania	Plan modernizacji
1	WŁOŚCIAŃSKA WŁ-41	ul. Włościańska przy Hali Marymonckiej	Od Pętli Potocka do ul. Krasińskiego	częściowo zmodernizowana – modernizacja w roku 2002
2	RYDYGIERA RA-59	ul. Rydygiera 5	Od ul. Krasińskiego do Ronda Babka	Przewidywana modernizacja lub budowa nowej podstacji przy ul. Broniewskiego
3	NISKA NI-23	ul. Niska 28	Od Ronda Babka do ul. Nowolipki	Nie wymagana
4	ORLA-R-43	ul. Orla przy Elektoralnej	Od ul. Nowolipki do ul. Ogrodowej	Nie wymagana
5	PERECA-PR-25	ul. Pereca 9	Od ul. Ogrodowej do ul. Nowogrodzkiej	Nie wymagana
6	FILTROWA F-11	ul. Filtrowa 3	Od ul. Nowogrodzkiej do ul. Batorego	Przewidywana modernizacja 2002r
7	WIŚNIOWA WI-45	ul. Wiśniowa 71	Od ul. Batorego do ul. Rakowieckiej	Nie wymagana
8	CHODKIEWICZA CH-67	ul. Chodkiewicza 13a	Od Al. Niepodległości do pętli Rakowiecka	Przewidywana modernizacja 2002r

Zaproponowana w niniejszym Studium koncepcja modernizacji Trasy Tramwajowej od Pętli Potocka do Pętli Rakowiecka zakłada:

- utrzymanie częstotliwości kursowania tramwajów na poziomie zbliżonym do obecnego; jedyny odcinek na którym wystąpi zwiększenie częstotliwości kursowania tramwajów to: Pl. Grunwaldzki-Rondo Babka (obecnie ok. 53 tramwajów/h, a docelowo maksymalnie 60 tramwajów/h,
- utrzymanie dotychczasowych prędkości międzyprzystankowych tramwaju; proponowane w pracy podniesienie prędkości komunikacyjnej ma następować poprzez ograniczenie strat czasu, a nie zwiększenie prędkości jazdy,
- ograniczenie liczby przyspieszeń i hamowań tramwaju, poprzez ograniczenie liczby punktów kolizyjnych.

Przeprowadzenie działań modernizacyjnych na analizowanej trasie, głównie związanych z wprowadzeniem nowoczesnego taboru, systemu sterowania ruchem tramwajów, systemu informowania pasażerów i modernizacji przystanków nie wywoła dodatkowego

zapotrzebowania na energie elektryczną i tym samym nie spowoduje konieczności modernizacji podstacji trakcyjnych i układu kablowego.

Wyjątek będzie stanowić podstacja „Rydygiera" w stosunku do której należy przewidywać bądź modernizację urządzeń elektroenergetycznych (przebudowa rozdzielnicy prądu SN i uzupełnienie układu kablowego) bądź też wybudowanie nowej podstacji trakcyjnej przy ul. Broniewskiego.

W odniesieniu do sieci trakcyjnej należy stwierdzić że istnieje konieczność:

- wymiany starych i wyeksploatowanych słupów trakcyjnych i trakcyjno-oświetleniowych w ul. Rakowieckiej i częściowo na Rondzie Babka oraz
- modernizacji sieci trakcyjnej polegającej na wykonaniu kompensacji przewodów jezdnych i wymianie przewodów.

Działania te przyczynią się do poprawy niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz do zniesienia konieczności sezonowej regulacji sieci. Zakresem modernizacji należy objąć odcinek Al. Jana Pawła II od ul. Krochmalnej do ul. Nowogrodzkiej

6.3.3.5 Kolizje

Proponowany zakres modernizacji infrastruktury (układ geometryczny trasy, konstrukcja torowiska, przystanki) dla trasy Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka nie obejmuje działań związanych z wydłużeniem trasy tramwajowej lub zmianą jej przebiegu. Proponowane zmiany dotyczą głównie modyfikacji wysepek przystankowych i tym samym rozbudowy lekkich i rozbieralnych konstrukcji budowlanych.

Podsumowując należy stwierdzić, że proponowana w Studium modernizacji infrastruktury nie będzie wywoływać kolizji trasy z:

- istniejącym i planowanym zagospodarowaniem przestrzennym,
- z ponadlokalnymi systemami przyrodniczymi,
- obiektami wrażliwymi na budowę i eksploatacje tras tramwajowych,
- uzbrojeniem inżynieryjnym.

Należy jednak zaznaczyć, że zidentyfikowano liczne potencjalne kolizje z układem drogowym wywołane proponowanymi zmianami wymiarów wysepek przystankowych. Łącznie na 34 przystanki przewidziane do modernizacji na trasie Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka, kolizje mogą wystąpić na 17 z nich (50%). Zidentyfikowano także 7 kolizji wywołujących konieczność przesunięcia drzew. Szczegółową identyfikację punktów kolizyjnych przedstawiono w tabelach 6.3c i d oraz na rysunkach.

6.3.3.6 Podsumowanie

Podsumowanie proponowanego zakresu modernizacji trasy tramwajowej Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka przedstawiono w tabeli 6.3f. Tabela ta zawiera szacunkową specyfikację proponowanych działań w zakresie modernizacji:

- konstrukcji torowiska,

- rozjazdów,
- układu geometrycznego trasy,
- przystanków,
- systemu zasilania trakcyjnego.

Tabela 6.3f. Specyfikacja zakresu modernizacji trasy Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka

l.p.	Rodzaj robót	Jednostka	Zakres ilościowy
1	Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	1594
2	Modernizacja torowiska (zabudowane)	m	34
3	Modernizacja torowiska w węźle rozjazdowym	m	-
4	Przebudowa geometrii toru	m	-
5	Podwyższenie wysepek	m^2	8 402
6	Dobudowa wysepek	m^2	1714
7	Budowa wiaty	szt.	14
8	Budowa zadaszenia	szt.	20
9	Budowa wygrodzenia	m	2477
10	Wyposażenie w system informacji	szt.	34
11	Przesunięcie pasa ruchu na skutek poszerzenia przystanku	szt.	15
12	Przesunięcie drzew	szt.	14
13	Przesunięcie słupów	szt.	14
14	Modernizacja sieci trakcyjnej	ul. Krochmalna-ul. Nowogrodzka	
15	Wymiana słupów trakcyjnych	szt.	30
16	Modernizacja podstacji „Rydygiera”	szt.	1

6.3.4 Trasa nr 4: od Pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego

Przebieg analizowanej trasy z zaznaczeniem występujących na niej węzłów, przystanków i miejsc, gdzie nie są spełnione wymagania ustalone w rozdziale 5 przedstawia rys. 6.4.

6.3.4.1 Układ geometryczny

Oceniając układ geometryczny trasy stwierdzono, że na odcinkach międzywęzłowych oraz na pętlach i w węzłach rozjazdowych łuki o promieniach mniejszych niż wartości zalecane (odpowiednio 300m. i 50m.) i mniejszych niż wartości minimalne (odpowiednio 150m. i 25m.) określone w rozdz. 3, występują w następujących miejscach trasy:

- na odcinku międzywęzłowym: ul. Broniewskiego/ ul. Popiełuszki – promień R=50 m na dł. 45m (przed węzłem rozjazdowym
- wjazd na pętlę Piaski 35m

Biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków i skrzyżowań wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żaden z nich nie kwalifikuje się do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

6.3.4.2 Konstrukcja torowiska

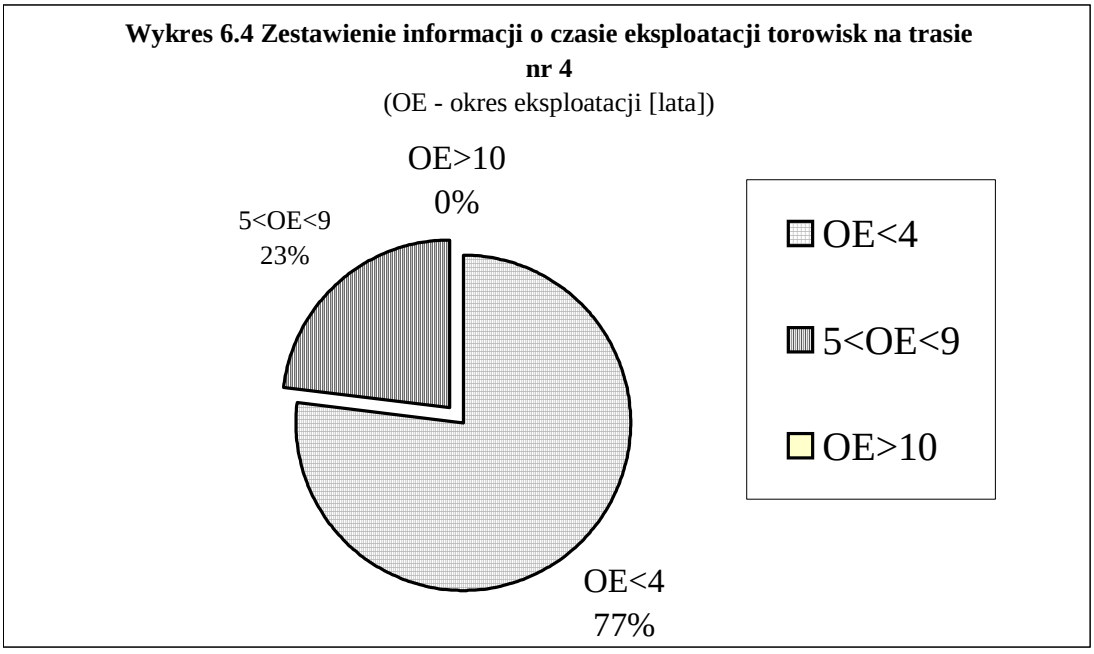
Zestawienie informacji o konstrukcji torowiska, warunkach eksploatacji i wynikających z nich wnioskach dotyczących zakresu niezbędnej modernizacji zawiera tabela 6.4.a. Podsumowanie wyników w odniesieniu do czasów od naprawy głównej charakteryzujących ogólnie warunki eksploatacyjne na analizowanej trasie zawierają tabela 6.4.b i wykres 6.4. Zestawiono w nich informacje dotyczące czasu eksploatacji torowisk w trzech przedziałach czasowych: do 5 lat, od 5 do 10 lat i powyżej 10 lat. Należy stwierdzić, że stan torowisk na tym odcinku przedstawia się bardzo dobrze. Torowiska nowe stanowią aż 77% długości trasy, a wiek pozostałych 23% nie przekracza 9 lat.

Tabela 6.4b Zestawienie informacji o czasie eksploatacji torowisk na trasie od Pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego

Okres eksploatacji (OE)	Długości trasy [mt]			
	Torowisko wspólne z jezdnią	Wydzielone z jezdni		RAZEM
		Torowisko zabudowane	Torowisko niezabudowane	
[lata]	[mt]	[mt]	[mt]	[mt]
OE<4	0	0	2006	2006
5<OE<9	0	0	600	600

Wykres 6.4 Zestawienie informacji o czasie eksploatacji torowisk na trasie nr 4

(OE - okres eksploatacji [lata])



Na podstawie wyników przedstawionych w tabeli 6.4.b. do naprawy torowiska w ramach modernizacji zakwalifikowano 600m odcinek torowiska (niezabudowanego) wzdłuż ul. Broniewskiego.

6.3.4.3 Przystanki

W tabelach 6.4c i 6.4d przedstawiono wyniki inwentaryzacji przystanków, w tym:

- długość przystanku,
- średnią szerokość użytkową przystanku,
- minimalną szerokość pasa ruchu pieszego,
- stan wyposażenia (wygrodzenie, wiata, pochylnia, nawierzchnia)

oraz zakres niezbędnej przebudowy, w tym:

- wydłużenie wysepki,
- poszerzenie wysepki,
- zakres potrzebnej przebudowy jezdni przyległej do wysepki.

Na trasie Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki Rakowiecka niezbędne będzie przeprowadzenie modernizacji wszystkich 14 przystanków, w tym:

- podwyższenie wszystkich platform przystankowych do poziomu 260mm,
- wykonanie pochylni dla wózków na wszystkich przystankach[7],
- wyposażenie w wiaty przystankowe 10[8] oraz pełne zadaszenie4 przystanków,
- jednoczesne poszerzenie i przedłużenie platformy przystankowej na 2 przystankach,
- zwiększenie długości 10 przystanków (od 4.0m do 17m),

6.3.4.4 System zasilania

W odniesieniu do systemu zasilania Trasy Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki przeanalizowano zagadnienia związane z:

- podstacjami trakcyjnymi,
- układem kabli podstacji trakcyjnych,
- siecią trakcyjną tramwajową,
- napędami układem sterowania zwrotnic.

W tabeli 6.4e przedstawiono zestawienie podstawowych danych dotyczących stanu istniejącego w zakresie systemu zasilania.

[7] Obecnie 86% przystanków na trasie Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki jest wyposażonych w pochylnie dla niepełnosprawnych. Jednak z uwagi na konieczność podniesienia wysokości platformy na każdym przystanku niezbędne będzie wykonanie pochylni.

[8] Obecnie 86% przystanków na trasie Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki jest wyposażonych w wiaty przystankowe. Jednak dla uzyskania jednolitego standardu wyposażenia przystanków na nowoczesnej trasie tramwajowej, postuluje się by wszystkie przystanki były wyposażone w nowe wiaty i zadaszenia.

Tabela 6.4e Zestawienie informacji dotyczących podstacji trakcyjnych

l.p	Nazwa podstacji	Lokalizacja	Odcinek zasilania	Plan modernizacji
1	SOKRATESA SK-81	ul. Sokratesa	pętla Piaski (Jarzębskiego) do ul. Elbląskiej	Planowana
2	RYDYGIERA RA-59	ul. Rydygiera 5	Od ul. Krasińskiego do Ronda Babka	Przewidywana modernizacja lub budowa nowej podstacji przy ul. Broniewskiego

Zaproponowana w niniejszym Studium koncepcja modernizacji trasy tramwajowej od Pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego zakłada:

- nieduże zwiększenie częstotliwości kursowania tramwajów z ok. 37 tramwajów/h obecnie do 42 tramwajów/h docelowo,
- utrzymanie dotychczasowych prędkości międzyprzystankowych tramwaju; proponowane w pracy podniesienie prędkości komunikacyjnej ma następować poprzez ograniczenie strat czasu, a nie zwiększenie prędkości jazdy,
- ograniczenie liczby przyspieszeń i hamowań tramwaju, poprzez ograniczenie liczby punktów kolizyjnych.

Przeprowadzenie działań modernizacyjnych na analizowanej trasie, głównie związanych z wprowadzeniem nowoczesnego taboru, systemu sterowania ruchem tramwajów, systemu informowania pasażerów i modernizacji przystanków nie spowoduje istotnego wzrostu zapotrzebowania na energie elektryczną i tym samym nie spowoduje konieczności modernizacji podstacji trakcyjnych i układu kablowego. W przypadku wystąpienia większego zapotrzebowania, będzie istniała możliwość wykorzystania modernizacji podstacji „Rydygiera", modernizowanej przy okazji trasy Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka.

W odniesieniu do sieci trakcyjnej należy stwierdzić że istnieje konieczność modernizacji sieci trakcyjnej polegającej na wykonaniu kompensacji przewodów jezdnych. Działania te przyczynią się do poprawy niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz do zniesienia konieczności sezonowej regulacji sieci. Zakresem modernizacji należy objąć odcinek Pętla Piaski-pl. Grunwaldzki.

6.3.4.5 Kolizje

Proponowany zakres modernizacji infrastruktury (układ geometryczny trasy, konstrukcja torowiska, przystanki) dla trasy Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki nie obejmuje działań związanych z wydłużeniem trasy tramwajowej lub zmianą jej przebiegu. Proponowane zmiany dotyczą głównie modyfikacji wysepek przystankowych i tym samym rozbudowy lekkich i rozbieralnych konstrukcji budowlanych.

Podsumowując należy stwierdzić, że proponowana w Studium modernizacji infrastruktury nie będzie wywoływać kolizji trasy z:

- istniejącym i planowanym zagospodarowaniem przestrzennym,
- z ponadlokalnymi systemami przyrodniczymi,
- obiektami wrażliwymi na budowę i eksploatacje tras tramwajowych,
- uzbrojeniem inżynieryjnym.

Zidentyfikowano tylko 1 kolizję z układem drogowym na skutek proponowanych zmian wymiarów wysepek przystankowych (przystanek Piaski) i nie zidentyfikowano kolizji wywołujących konieczność przesunięcia drzew. Szczegółową identyfikację punktów kolizyjnych przedstawiono w tabelach 6.4c i d oraz na rysunkach.

6.3.3.6 Podsumowanie

Podsumowanie proponowanego zakresu modernizacji trasy tramwajowej Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki przedstawiono w tabeli 6.4f. Tabela ta zawiera szacunkową specyfikację proponowanych działań w zakresie modernizacji:

- konstrukcji torowiska,
- rozjazdów,
- układu geometrycznego trasy,
- przystanków,
- systemu zasilania trakcyjnego.

Tabela 6.4f. Specyfikacja zakresu modernizacji trasy Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki

l.p.	Rodzaj robót	Jednostka	Zakres ilościowy
1	Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	600
2	Modernizacja torowiska w węźle rozjazdowym	m	-
3	Przebudowa geometrii toru	m	-
4	Podwyższenie wysepek	m^2	3 207
5	Dobudowa wysepek	m^2	1775
6	Budowa wiaty	szt.	10
7	Budowa zadaszenia	szt.	4
8	Budowa wygrodzenia	m	910
9	Wyposażenie w system informacji	szt.	14
10	Przesunięcie pasa ruchu na skutek poszerzenia przystanku	szt.	1
11	Modernizacja sieci trakcyjnej	Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki	

6.3.5 Trasa nr 5: od Pętli Cm. Wolski do Dw. Wileńskiego

Przebieg analizowanej trasy z zaznaczeniem występujących na niej węzłów, przystanków i miejsc, gdzie nie są spełnione wymagania ustalone w rozdziale 5 przedstawia rys. 6.5.

6.3.5.1 Układ geometryczny

Oceniając układ geometryczny trasy stwierdzono, że na odcinkach międzywęzłowych oraz w węzłach rozjazdowych łuki o promieniach mniejszych niż wartości zalecane (odpowiednio 300m. i 50m.) i mniejszych niż wartości minimalne (odpowiednio 150m. i 25m.) określone w rozdz. 3, występują w następujących miejscach trasy:

- na odcinku międzywęzłowym: Al. Solidarności/ ul. Bielańska R= 120m na dług. 90m

- w węźle Pl. Bankowy/Al. Solidarności R=80m na dług. 23m, i R=100m na dług. 28m

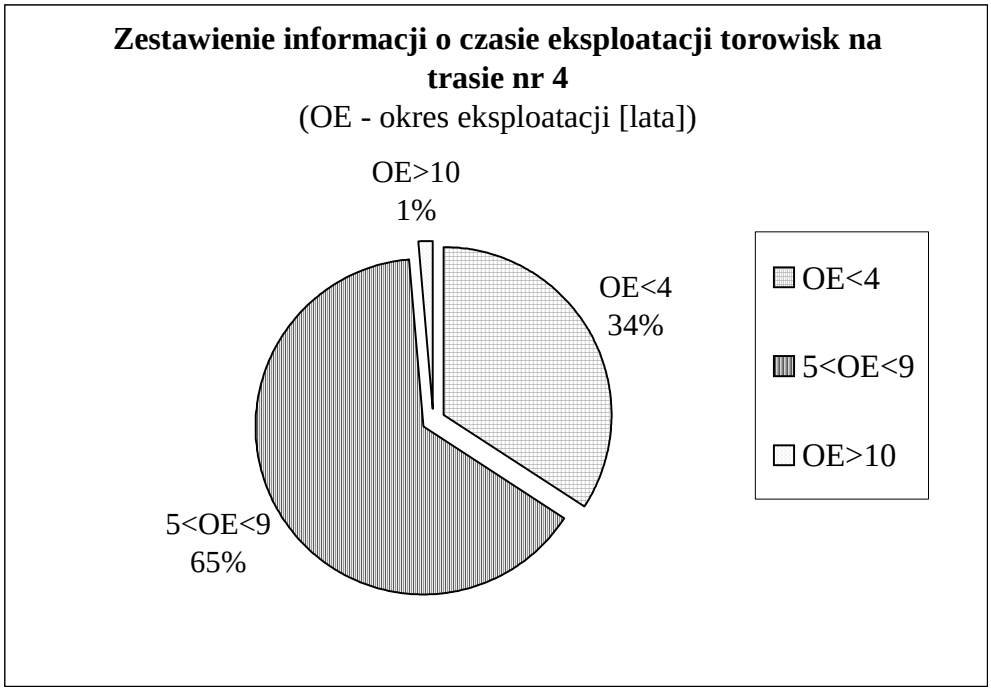
Biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków i skrzyżowań wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żaden z nich nie kwalifikuje się do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

6.3.5.2 Konstrukcja torowiska

Zestawienie informacji o konstrukcji torowiska, warunkach eksploatacji i wynikających z nich wnioskach dotyczących zakresu niezbędnej modernizacji zawiera tabela 6.5.a. Podsumowanie wyników w odniesieniu do czasów od naprawy głównej charakteryzujących ogólnie warunki eksploatacyjne na analizowanej trasie zawierają tabela 6.5.b i wykres 6.5. Zestawiono w nich informacje dotyczące czasu eksploatacji torowisk w trzech przedziałach czasowych: do 5 lat, od 5 do 10 lat i powyżej 10 lat. Należy stwierdzić, że torowiska nowe stanowią ok. 51% długości trasy, natomiast odsetek torowisk starych o okresie eksploatacji ponad 10 lat – ok. 30%).

Tabela 6.5b Zestawienie informacji o czasie eksploatacji torowisk na trasie Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński

Okres eksploatacji (OE)	Długości trasy [mt]			
	Torowisko wspólne z jezdnią	Wydzielone z jezdni		RAZEM
		Torowisko zabudowane	Torowisko niezabudowane	
[lata]	[mt]	[mt]	[mt]	[mt]
OE<4	1237,6	0	2751,5	3989
5<OE<9	2343,2	310,2	636,4	3290
OE>10	50,7	0	543,9	595



Na podstawie wyników przedstawionych w tabeli 6.5.b. do naprawy torowiska w ramach modernizacji zakwalifikowano na analizowanej trasie następujące odcinki:

Lp	Lokalizacja	Rodzaj konstrukcji	Zakres ilościowy napraw [m. torowiska] Odcinek międzywęzłowy
2	Al. Solidarności (Towarowa-Żelazna)	Wydzielone	544

6.3.5.3 Przystanki

W tabelach 6.5c i 6.5d przedstawiono wyniki inwentaryzacji przystanków, w tym:

- długość przystanku,
- średnią szerokość użytkową przystanku,
- minimalną szerokość pasa ruchu pieszego,
- stan wyposażenia (wygrodzenie, wiata, pochylnia, nawierzchnia)

oraz zakres niezbędnej przebudowy, w tym:

- wydłużenie wysepki,
- poszerzenie wysepki,
- zakres potrzebnej przebudowy jezdni przyległej do wysepki.

Na trasie Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński niezbędne będzie przeprowadzenie modernizacji wszystkich 30 przystanków, w tym:

- podwyższenie 28 platform przystankowych do poziomu 260mm,
- wykonanie pochylni dla wózków na 28 przystankach[9],
- wyposażenie w wiaty przystankowe 12[10] oraz pełne zadaszenie 18 przystanków,
- jednoczesne poszerzenie i przedłużenie platformy przystankowej na 10 przystankach,
- zwiększenie długości 9 przystanków (od 5.0m do 21m),
- zwiększenie szerokości 7 przystanków (od 0,25m do 1,25m).

6.3.5.4 System zasilania

W odniesieniu do systemu zasilania Trasy Pętla Cm. Wolski- Dw. Wileński przeanalizowano zagadnienia związane z:

[9] Obecnie 71% przystanków na kierunku Pętla Potocka-Pętla Rakowicecka i 59% przystanków na kierunku Pętla Rakowiecka-Pętla Potocka jest wyposażonych w pochylnie dla niepełnosprawnych. Jednak z uwagi na konieczność podniesienia wysokości platformy na każdym przystanku niezbędne będzie wykonanie pochylni.

[10] Obecnie **tylko** 65% przystanków na kierunku Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka i 59% przystanków na kierunku Pętla Rakowiecka-Pętla Potocka jest wyposażonych w wiaty przystankowe. Jednak dla uzyskania jednolitego standardu wyposażenia przystanków na nowoczesnej trasie tramwajowej, postuluje się by wszystkie przystanki były wyposażone w nowe wiaty i zadaszenia.

- podstacjami trakcyjnymi,
- układem kabli podstacji trakcyjnych,
- siecią trakcyjną tramwajową,
- napędami układem sterowania zwrotnic.

W tabeli 6.5e przedstawiono zestawienie podstawowych danych dotyczących stanu istniejącego w zakresie systemu zasilania.

Tabela 6.5e Zestawienie informacji dotyczących podstacji trakcyjnych

l.p	Nazwa podstacji	Lokalizacja	Odcinek zasilania	Plan modernizacji
1	GOLESZOWSKA GO-57	Ul. Goleszowska 4	Od Fortu Wola do Al. Prymasa 1000-lecia	Przewidywana modernizacja po roku 2002
2	BEMA BE-83	Ul. Bema 99	Od Al. Prymasa 1000-lecia do ul. Płockiej	Nie wymagana
3	SIEDMIOGRODZKA SD-21	Ul. Siedmiogrodzka 20	Od ul. Płockiej-do ul. Okopowej	Nie wymagana
4	GRZYBOWSKA GR-63	ul. Grzybowska 67/69	Od ul. Okopowej do ul. Żelaznej	Przewidywana modernizacja po roku 2002
5	ORLA OR-43	ul. Orla przy Elektoralnej	Od ul. Żelaznej do ul. Nowy Przejazd	Nie wymagana
6	ZAJĘCZA ZZ-75	Ul. Zajęcza 1/3	Od ul. Nowy Przejazd do Mostu Śląsko-Dąbrowskiego	Nie wymagana
7	JAGIELLONSKA JG-39	Ul Jagiellońska 35	Od mostu do ul. Targowej	Nie wymagana

Zaproponowana w niniejszym Studium koncepcja modernizacji Trasy Tramwajowej od Pętli Cm. Wolski do Dw. Wileńskiego zakłada:

- utrzymanie częstotliwości kursowania tramwajów na poziomie zbliżonym do obecnego; wystąpi zwiększenie częstotliwości kursowania tramwajów z ok. 28 tramwajów/h obecnie, do 30 tramwajów/h docelowo,
- utrzymanie dotychczasowych prędkości międzyprzystankowych tramwaju; proponowane w pracy podniesienie prędkości komunikacyjnej ma następować poprzez ograniczenie strat czasu, a nie zwiększenie prędkości jazdy,
- ograniczenie liczby przyspieszeń i hamowań tramwaju, poprzez ograniczenie liczby punktów kolizyjnych.

Przeprowadzenie działań modernizacyjnych na analizowanej trasie, głównie związanych z wprowadzeniem nowoczesnego taboru, systemu sterowania ruchem tramwajów, systemu informowania pasażerów i modernizacji przystanków nie wywoła zatem dodatkowego zapotrzebowania na energie elektryczną i nie spowoduje konieczności modernizacji podstacji trakcyjnych i układu kablowego.

W odniesieniu do sieci trakcyjnej należy stwierdzić że istnieje konieczność:

- wymiany starych i wyeksploatowanych słupów trakcyjnych i trakcyjno-oświetleniowych na ul. Wolskiej na odcinku Redutowa-Cm. Wolski,

- modernizacji sieci trakcyjnej polegającej na wykonaniu kompensacji przewodów jezdnych i wymianie przewodów.

Działania te przyczynią się do poprawy niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz do zniesienia konieczności sezonowej regulacji sieci. Zakresem modernizacji należy objąć cały odcinek od Cm. Wolskiego do Dw. Wileńskiego

6.3.5.5 Kolizje

Proponowany zakres modernizacji infrastruktury (układ geometryczny trasy, konstrukcja torowiska, przystanki) dla trasy Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński nie obejmuje działań związanych z wydłużeniem trasy tramwajowej lub zmianą jej przebiegu. Proponowane zmiany dotyczą głównie modyfikacji wysepek przystankowych i tym samym rozbudowy lekkich i rozbieralnych konstrukcji budowlanych.

Podsumowując należy stwierdzić, że proponowana w Studium modernizacji infrastruktury nie będzie wywoływać kolizji trasy z:

- istniejącym i planowanym zagospodarowaniem przestrzennym,
- z ponadlokalnymi systemami przyrodniczymi,
- obiektami wrażliwymi na budowę i eksploatacje tras tramwajowych,
- uzbrojeniem inżynieryjnym.

Należy jednak zaznaczyć, że zidentyfikowano liczne potencjalne kolizje z układem drogowym wywołane proponowanymi zmianami wymiarów wysepek przystankowych. Łącznie na 30 przystanków przewidzianych do modernizacji na trasie Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński, kolizje mogą wystąpić na 14 z nich (47%). Zidentyfikowano także 1 kolizję wywołującą konieczność przesunięcia drzew. Szczegółową identyfikację punktów kolizyjnych przedstawiono w tabelach 6.5c i d oraz na rysunkach.

6.3.5.6 Podsumowanie

Podsumowanie proponowanego zakresu modernizacji trasy tramwajowej Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński przedstawiono w tabeli 6.5f. Tabela ta zawiera szacunkową specyfikację proponowanych działań w zakresie modernizacji:

- konstrukcji torowiska,
- rozjazdów,
- układu geometrycznego trasy,
- przystanków,
- systemu zasilania trakcyjnego.

Tabela 6.5f. Specyfikacja zakresu modernizacji trasy Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński

l.p.	Rodzaj robót	Jednostka	Zakres ilościowy
1	Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	544
3	Modernizacja torowiska w węźle rozjazdowym	m	-
4	Przebudowa geometrii toru	m	-
5	Podwyższenie wysepek	m^2	5 813
6	Dobudowa wysepek	m^2	1 775
7	Budowa wiaty	szt.	12
8	Budowa zadaszenia	szt.	18
9	Budowa wygrodzenia	m	1872
10	Wyposażenie w system informacji	szt.	30
11	Przesunięcie pasa ruchu na skutek poszerzenia przystanku	szt.	7
12	Przesunięcie drzew	szt.	1
13	Przesunięcie słupów	szt.	6
14	Modernizacja sieci trakcyjnej	Cm. Wolski-Dw. Wileński	

6.4 Wnioski

1. Modernizacja infrastruktury powinna być realizowana etapami planowanymi z uwzględnieniem następującej hierarchii celów:
   - zapewnienie warunków do sprawniejszej i wygodniejszej niż obecnie wymiany pasażerów na przystankach połączone z podniesieniem standardu oczekiwania i informacji,
   - usunięcie ograniczeń prędkości i związane z tym poprawienie komfortu jazdy poprzez zmniejszenie niekorzystnych oddziaływań na pasażerów w postaci niezrównoważonych przyspieszeń bocznych wynikających ze stanu technicznego torowisk i układu geometrycznego trasy,
   - zapewnienie nieograniczonej przejezdności tras z uwagi na wymagania skrajni taboru przy mijaniu się wagonów na łukach oraz skrajni budowli przy mijaniu wysepek przystankowych i innych obiektów przytorowych,
   - zmniejszenie niekorzystnych oddziaływań na otoczenie trasy i na pasażerów w postaci hałasu i wibracji związanych ze wzrostem prędkości i częstotliwości przejazdów,
   - wydłużenie okresów międzynaprawczych i zwiększenie efektywności utrzymania torowisk poprzez wprowadzanie nowych standardów konstrukcyjnych.
2. Występujące na analizowanych trasach odstępstwa w dziedzinie układu geometrycznego trasy polegające na przekroczeniu ustalonych minimalnych wartości łuków poziomych nie powodują bezpośrednich ograniczeń prędkości ze względu na ich położenie w pobliżu przystanków wywołujących i tak zmniejszenie prędkości – z tego powodu nie wymagają one podejmowania modernizacji obejmującej zmianę okładu geometrycznego tych łuków. W łukach położonych na odcinkach międzywęzłowych poza strefą przystanków należy w

ramach najbliższych napraw głównych wprowadzać krzywe przejściowe zapewniające mniejsze siły boczne a tym samym korzystniejsze oddziaływania na pasażerów i mniejsze zużycie elementów jezdnych toru i wagonu.

3. Stwierdzone w ramach analizy nieprzystosowanie jednego węzła rozjazdowego do bezkolizyjnego mijania się wagonów z uwagi na skrajnię kinematyczną taboru (Pl. Zawiszy) wymaga dalszej szczegółowej analizy z uwzględnieniem charakterystyk konkretnego typu wagonu niskopodłogowego wybranego do eksploatacji w Tramwajach Warszawskich. Analizą taka powinny być także objęte inne węzły spełniające obecnie wymagania skrajni z bardzo małymi tolerancjami. Decyzje modernizacyjne w tej sprawie mogą być podjęte w ramach dalszych etapów wprowadzania nowoczesnego tramwaju na sieć tramwajową Warszawy i połączone z kompleksową przebudową węzłów rozjazdowych w zakresie konstrukcji nawierzchni i układu geometrycznego.
4. W torowiskach wspólnych z jezdnią oraz w torowiskach wydzielonych i zabudowanych należy w ramach planowania najbliższych napraw głównych rozważyć możliwość zmiany konstrukcji podbudowy na konstrukcję bezpodsypkową zapewniającą większą trwałość i wolniejsze narastanie odkształceń wywołujacych hałas, wibracje, a tym samym niższy komfort jazdy. Decyzja w tej sprawie powinna zależeć od wyników analizy kosztów i korzyści z uwzględnieniem dyskontowania. Wprowadzanie nawierzchni bezpodsypkowych w ramach napraw głównych powinno przede wszystkim nastąpić w węzłach rozjazdowych wspólnych z jezdnią. W pierwszym etapie wprowadzania nowoczesnego tramwaju doskonalenie konstrukcji nawierzchni torowej powinno obejmować stosowanie w torowiskach nowych rozwiązań materiałowych w postaci izolatorów wibroakustycznych i nowych technologii utrzymania obejmującego zwłaszcza systematyczne szlifowanie powierzchni tocznej szyn.
5. Zasadnicze działania modernizacyjne w dziedzinie infrastruktury polegają na usprawnieniu wymiany podróżnych korzystających z nowoczesnego wagonu i stworzeniu nowych, wyższych jakościowo warunków dla obsługi pasażerów na przystankach. Wymaga to przebudowy wysepek przystankowych polegającej na ich dostosowaniu do wymiarów wagonów niskopodłogowych, a zwłaszcza podporządkowania wysokości wysepek nadrzędnemu celowi jakim jest stworzenie pasażerom dogodnych warunków do korzystania z tramwaju. Stąd też dla pełnego wykorzystania walorów nowoczesnego wagonu niskopodłogowego na analizowanych trasach niezbędne jest podwyższenie poziomu wysepek przystankowych ze 150mm do 260mm. Modernizacja polegająca na przebudowie platformy przystankowej powinna objąć na analizowanych trasach łącznie 160 przystanków.
6. Zajezdnie i pętle eksploatowane obecnie na sieci TW nie wymagają obligatoryjnej modernizacji jako warunku wprowadzenia nowoczesnego wagonu niskopodłogowego, lecz wprowadzenia zmian organizacyjnych w dziedzinie postoju na pętlach i usprawnień technicznych w obsłudze wagonów w dwóch spośród czterech eksploatowanych obecnie zajezdni.

7 ANALIZA SZCZEGÓŁOWA TRAS – ORGANIZACJA I STEROWANIE RUCHEM

7.1 Wstęp

W niniejszym rozdziale przeprowadzono analizę tras tramwajowych wybranych do modernizacji pod kątem:

- organizacji ruchu tramwajowego,
- kolizji trasy tramwaju z otoczeniem,
- priorytetów tramwaju w ruchu ulicznym,
- powiązania przystanków z zagospodarowaniem przestrzennym,
- funkcjonowania węzłów wymiany ruchu,
- czasu podróży tramwajem i obserwowanych prędkości komunikacyjnych,
- czasu przeznaczanego na wymianę pasażerów na przystankach,
- czasu traconego na przystankach,
- czasu traconego w punktach kolizyjnych.

Wyniki analizy posłużyły do przedstawienia propozycji zmian w organizacji ruchu i sterowaniu na trasach oraz zmian w organizacji węzłów przesiadkowych. W szczególności w niniejszym rozdziale przedstawiono:

- propozycje modyfikacji wybranych węzłów wymiany ruchu,
- propozycje zmian w zakresie zabezpieczenia dojść pieszych do przystanków (wprowadzenie sterowania ruchem),
- propozycje w zakresie ograniczenia strat czasu na przystankach,
- propozycje w zakresie ograniczenia strat czasu w punktach kolizyjnych tras (skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych),
- propozycje w zakresie podniesienia prędkości jazdy tramwajów na odcinkach.

Z uwagi na charakter Studium sformułowano jedynie koncepcję organizacji i sterowania ruchem na trasach oraz zalecenia i propozycje. Nie projektowano natomiast szczegółowych rozwiązań uznając, że powinno to nastąpić w fazie studium wykonalności tras i następnych.
Uwaga ta dotyczy także proponowanych zmian w sygnalizacji świetlnej oraz sposobu realizacji priorytetu dla tramwaju. W związku z małym prawdopodobieństwem szybkiej realizacji systemu CEZAR i jego rozszerzenia na obszary przez które przebiegają analizowane trasy, za niezbędne należy uznać wyposażenie każdej z tras w odrębny system sterowania ruchem. System ten powinien gwarantować m.in. możliwość udzielania bezwzględnego lub warunkowego priorytetu dla tramwaju przejeżdżającego przez punkt kolizyjny.
W zależności od charakteru przydzielanego priorytetu, system sterowania za pomocą podsystemu detekcji, powinien z odpowiednim wyprzedzeniem wykrywać położenie tramwaju oraz umożliwiać przesyłanie informacji (dzięki pętlom indukcyjnym, kamerom, urządzeniom w pojazdach, itp) do sterowników sygnalizacji świetlnej. Projekt systemu sterowania powinien być elementem szczegółowego projektu technicznego modernizacji poszczególnych tras tramwajowych, a przeprowadzenie modernizacji powinno następować równocześnie z wprowadzeniem systemu sterowania ruchem.

7.2 Trasa: Pętla Gocławek – Pętla Banacha

7.2.1 Organizacja ruchu tramwajowego (w tym kolizje i priorytety w ruchu ulicznym)

Trasa tramwajowa od Pętli Gocławek do Pętli Banacha jest trasą dwutorową, przebiegającą po torowisku wydzielonym z jezdni. Położenie torowiska w stosunku do jezdni jest zróżnicowane:

- na odcinku od Pętli Gocławek do skrzyżowania z ul. Garwolińską (za przystankami Czapelska) tory dla obu kierunków jazdy położone są na wydzielonym torowisku po jednej stronie jezdni ul. Grochowskiej,
- na odcinku od skrzyżowania z ul. Garwolińską do Ronda Wiatraczna wydzielone torowisko przebiega środkiem ul. Grochowskiej,
- na odcinku od Ronda Wiatraczna do końcowego odcinka Ronda Waszyngtona tory tramwajowe położone są po obu stronach jezdni ul. Waszyngtona, przy czym w końcowej części odcinka (przed wlotem na Rondo Waszyngtona) ruch tramwajów odbywa się po torowisku przebiegającym przez środek ul. Waszyngtona,
- na odcinku od Ronda Waszyngtona do skrzyżowania ulicy Grójeckiej z ulicami Banacha i Bitwy Warszawskiej 1920 r. trasa przebiega po torowisku wydzielonym położonym w osi ulic,
- na odcinku ul. Banacha - od skrzyżowania z ul. Grójecką do Pętli tramwajowej - następuje zmiana położenia torowiska, które przebiega po prawej stronie jezdni ul. Banacha.

Na całej trasie występuje po 25 przystanków dla każdego kierunku jazdy.

Trasa przebiega kolizyjnie w stosunku do jezdni prowadzących ruch samochodowy oraz przejść dla pieszych. W większości miejsc kolizyjnych ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej. W tabelach 7.1 i 7.2 zestawiono elementy trasy tramwajowej w podziale na kierunki jazdy.

Tabela 7.1. Zestawienie elementów trasy tramwajowej: Pętla Gocławek – Pętla Banacha

Lp.	Przystanek	Ulica	Rodzaj kolizji	Sterowanie ruchem
1	Gocławek 04			
2		Grochowska	przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
3		Grochowska	skrzyżowanie z ul. Podolską	brak sygnalizacji
4	Kwatery Głównej 01			
5		Grochowska	przejście dla pieszych	z sygnalizacją
6	Żółkiewskiego 03			
7		Grochowska	przejście dla pieszych	z sygnalizacją
8	Pl. Szembeka 03			
9		Grochowska	skrzyżowanie z ulicami Chłopickiego i Zamieniecką	z sygnalizacją
10	Wspólna Droga 03			
11		Grochowska	skrzyżowanie z ul. Wspólna droga	z sygnalizacją
12		Grochowska	przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
13	Czapelska 01			
14		Grochowska	zmiana przebiegu torowiska w stosunku do jezdni	z sygnalizacją

Tabela 7.1.c.d.

15		Wjazd na Rondo Wiatraczna	skrzyżowanie z przejściem dla pieszych oraz jezdnią wokół wyspy centralnej	z sygnalizacją
16		Zjazd z Ronda Wiatraczna	skrzyżowanie z torami tramwajowymi	brak sygnalizacji
17		Zjazd z Ronda Wiatraczna	skrzyżowanie z jezdnią wokół wyspy centralnej	brak sygnalizacji
18	Wiatraczna 07			
19		Waszyngtona	kilka przejazdów (wyjazdy bramowe z posesji)	brak sygnalizacji
20		Waszyngtona	przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
21	Grenadierów 03			
22		Waszyngtona	skrzyżowanie z ul. Grenadierów	z sygnalizacją
23		Waszyngtona	skrzyżowanie z ul. Miedzyborską	z sygnalizacją
24		Waszyngtona	przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
25		Waszyngtona	skrzyżowanie z ul. Kinową	z sygnalizacją
26	Kinowa 03			
27		Waszyngtona	przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
28		Waszyngtona	przejazd (wjazd/wyjazd techniczny z parku)	brak sygnalizacji
29	Park Skaryszewski 03			
30		Waszyngtona	przejście dla pieszych	z sygnalizacją
31		Waszyngtona	przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
32		Waszyngtona	przejazd (wjazd/wyjazd techniczny z parku)	brak sygnalizacji
33	Berezyńska 01			
34		Waszyngtona	przejście dla pieszych	z sygnalizacją
35		Waszyngtona	zmiana przebiegu toru w stosunku do jezdni	z sygnalizacją
36		Waszyngtona	skrzyżowanie z ulicami Zieleniecką i francuską (Rondo Waszyngtona)	z sygnalizacją
37	Rondo Waszyngtona 05			
38	Most Poniatowskiego 04			
39	Muzeum Narodowe 06			
40		Al. Jerozolimskie	skrzyżowanie z ul. Nowy świat (Rondo de Gaulle'a)	z sygnalizacją
41	DH Smyk 06			
42		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ul. Kruczą	z sygnalizacją
43	Centrum 10			
44		Al. Jerozolimskie	skrzyżowanie z ul. Marszałkowską (Rondo Dmowskiego)	z sygnalizacją
45		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ul. Emilii Plater	z sygnalizacją
46	Dw. Centralny 08			
47		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ulicami Jana Pawła II i Chałubińskiego (rondo)	z sygnalizacją
48	Pl. Starynkiewicza 04			
49		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ul. Żelazną	z sygnalizacją
50		Al. Jerozolimskie	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
51	Pl. Zawiszy 06			
52		Al. Jerozolimskie	skrzyżowanie z ul. Towarową (rondo)	z sygnalizacją
53		Grójecka	Przejazd	brak sygnalizacji

Tabela 7.1.c.d.

54	Daleka 02			
55		Grójecka	przejście dla pieszych	z sygnalizacją
56		Grójecka	skrzyżowanie z ul. Niemcewicza	z sygnalizacją
57		Wjazd na Pl. Narutowicza	przejazd przez jezdnię wokół wyspy centralnej, przejście dla pieszych i skrzyżowanie z torami tramwajowymi	z sygnalizacją
58	Pl. Narutowicza 08			
59		Zjazd z Pl. Narutowicza	przejazd przez jezdnię wokół wyspy centralnej, przejście dla pieszych i skrzyżowanie z torami tramwajowymi	brak sygnalizacji
60	Wawelska 04			
61		Grójecka	skrzyżowanie z ul. Grzymały	z sygnalizacją
62	Kino Ochota 04			
63		Grójecka	przejście dla pieszych	z sygnalizacją
64		Grójecka	skrzyżowanie z ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r.	z sygnalizacją
65	Bitwy Warszawskiej 1920 r. 07			
66		Banacha	Skrzyżowanie z ul. Pawińskiego	z sygnalizacją
67	Banacha 05			

Tabela 7.2. Zestawienie elementów trasy tramwajowej: Pętla Banacha - Pętla Gocławek

Lp.	**Przystanek**	**Ulica**	**Rodzaj kolizji**	**Sterowanie ruchem**
1	Banacha 05			
2		Banacha	Skrzyżowanie z ul. Pawinskiego	z sygnalizacją
3		Banacha	Skrzyżowanie z ul. Grójecką	z sygnalizacją
4	Bitwy Warszawskiej 03			
6	Kino Ochota 03			
7		Grójecka	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
8	Wawelska 03			
9		Grójecka	Skrzyżowanie z ul. Grzymały	z sygnalizacją
10		Wjazd na Pl. Narutowicza	Przejazd przez jezdnię wokół wyspy centralnej	brak sygnalizacji
11	Pl. Narutowicza 07			
12		Zjazd z Pl. Narutowicza	Przejazd przez jezdnię wokół wyspy centralnej, przejście dla pieszych i skrzyżowanie z torami tramwajowymi	z sygnalizacją
13		Grójecka	Skrzyżowanie z ul. Niemcewicza	z sygnalizacją
14	Daleka 01			
15		Grójecka	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
16		Grójecka	Przejazd	brak sygnalizacji
17		Grójecka	Skrzyżowanie z ul. Towarową (rondo)	z sygnalizacją
18	Pl. Zawiszy 05			
19		Al. Jerozolimskie	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
20	Pl. Starynkiewicza 03			
21		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ul. Żelazną	z sygnalizacją
22		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ulicami Jana Pawła II i Chałubińskiego (rondo)	z sygnalizacja
23	Dw. Centralny 07			
24		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ul. Emilii Plater	z sygnalizacją

Tabela 7.2.c.d.

25	Centrum 09			
26		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ul. Marszałkowską (Rondo Dmowskiego)	z sygnalizacją
27	DH Smyk 05			
28		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ul. Kruczą	z sygnalizacją
29	Muzeum Narodowe 05			
30		Al. Jerozolimskie	Skrzyżowanie z ul. Nowy Świat (Rondo De Gaulle`a)	z sygnalizacją
31	Most Poniatowskiego 03			
32	Rondo Waszyngtona 06			
33		Waszyngtona	Skrzyżowanie z ulicami Zieleniecką i Francuską (Rondo Waszyngtona)	z sygnalizacją
34		Waszyngtona	Zmiana przebiegu toru w stosunku do jezdni	z sygnalizacją
35		Waszyngtona	Skrzyżowanie z ul. Saską	z sygnalizacją
36	Berezyńska 02			
37		Waszyngtona	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
38		Waszyngtona	Skrzyżowanie z ul. Międzynarodową	z sygnalizacją
39	Park Skaryszewski 04			
40		Waszyngtona	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
41		Waszyngtona	Przejazd (wyjazd z działek)	brak sygnalizacji
42		Waszyngtona	Skrzyżowanie z ul. Kinową	z sygnalizacją
43	Kinowa 04			
44		Waszyngtona	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
45		Waszyngtona	Skrzyżowanie z ul. Międzyborską	z sygnalizacją
46		Waszyngtona	Skrzyżowanie z ul. Grenadierów	z sygnalizacją
47	Grenadierów 04			
48		Waszyngtona	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
49		Waszyngtona	Przejazd do ul. Garibaldiego	brak sygnalizacji
50		Wjazd na Rondo Wiatraczna	Przejazd przez przejście dla pieszych i jezdnię wokół wyspy centralnej	brak sygnalizacji
51	Wiatraczna 06			
52		Zjazd z Ronda Wiatraczna	Przejazd przez przejście dla pieszych i jezdnię wokół wyspy centralnej	z sygnalizacją
53		Grochowska	Zmiana przebiegu torowiska w stosunku do jezdni	z sygnalizacją
54	Czapelska 02			
55		Grochowska	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
56	Wspólna Droga 04			
57		Grochowska	Skrzyżowanie z ul. Wspólna Droga	z sygnalizacją
58	Pl. Szembeka 04			
59		Grochowska	Skrzyżowanie z ulicami Chłopickiego i Zamieniecką	z sygnalizacją

Tabela 7.2.c.d.

60	Żółkiewskiego 04			
61		Grochowska	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
62		Grochowska	Przejazd w ul. Podolską	brak sygnalizacji
63	Kwatery Głównej 02			
64		Grochowska	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
65	Gocławek 06			

Priorytety w ruchu tramwajów nas trasie Pętla Gocławek – Pętla Banacha polegają jedynie na prowadzeniu ruchu po wydzielonych torowiskach. Na trasie występuje jednak wiele punktów kolizyjnych. Mimo że w większości tych miejsc ruch jest sterowany za pomocą sygnalizacji świetlnej, to jednak występują tam straty czasu tramwajów. Straty te wynikają z braku priorytetów dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej.

7.2.2 Powiązania przystanków tramwajowych z zagospodarowaniem przestrzennym

Zagospodarowanie przestrzenne wzdłuż trasy tramwajowej Pętla Gocławek – Pętla Banacha ma zmienny charakter. Na odcinku od Pętli Gocławek do Ronda Wiatraczna trasa przebiega przez tereny niskiej zabudowy wielorodzinnej (osiedla Gocławek, Ostrobramska, Olszynka Grochowska).
Na odcinku od Ronda Wiatraczna do Ronda Waszyngtona trasa przebiega przez tereny zwartej zabudowy mieszkaniowej wysokiej oraz granicami terenów rekreacyjnych (ogródki działkowe, Park Skaryszewski).
Na odcinku od Ronda Waszyngtona do skrzyżowania Al. Jerozolimskich z ul. Nowy Świat trasa przebiega w znacznej części przez most i wiadukt tworzące Al. Księcia Poniatowskiego.
Począwszy od skrzyżowania Al. Jerozolimskich z ul. Nowy Świat (przystanki Muzeum Narodowe) aż do Pl. Zawiszy trasa tramwajowa przebiega przez obszar centrum Warszawy o dominujących funkcjach handlowo – usługowych, biurowych i mieszkaniowych o wysokiej koncentracji miejsc pracy i zamieszkania.
Na odcinku od Pl. Zawiszy do Pętli Banacha trasa przebiega przez tereny zwartej zabudowy mieszkaniowej wysokiej.
Usytuowanie przystanków oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego obszarów obsługiwanych przez komunikację tramwajową na trasie Pętla Gocławek – Pętla Banacha.

Średnia odległość międzyprzystankowa w kierunku do Banacha wynosi 482 m, a w kierunku do Pętli Gocławek 496 m.

7.2.3 Węzły wymiany ruchu na trasie Pętla Gocławek – Pętla Banacha

Na trasie zidentyfikowano 7 dużych i 2 mniejsze węzły wymiany ruchu pasażerskiego, które zestawiono w tabeli 7.3 wraz z przedstawieniem powiązań omawianej trasy tramwajowej z metrem, koleją, tramwajem i autobusem, a także celami ruchu pieszego.

Tabela 7.3. Zestawienie węzłów wymiany ruchu na trasie: Pętla Gocławek–Pętla Banacha.

Nr	Nazwa węzła	Typ węzła	**Istotny z uwagi na powiązania**				
			z metrem	z koleją	z tramwajem	z autobusem	piesze
1	Pl. Szembeka	mały	-	-	-	+	+
2	RONDO WIATRACZNA	duży	-	-	+	+	+
3	RONDO WASZYNGTONA	duży	-	-	+	+	+
4	MUZEUM NARODOWE	duży	-	+	-	+	+
5	CENTRUM	duży	+	+	+	+	+
6	DWORZEC CENTRALNY	duży	-	+	+	+	+
7	PL. ZAWISZY	duży	-	+	+	+	+
8	Pl. Narutowicza	mały	-	-	+	+	+
9	BITWY WARSZAWSKIE J 1920R	duży	-	-	+	+	+

7.2.4 Organizacja i sterowanie ruchem

7.2.4.1 Czas podróży na trasie

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych w kierunku jazdy **od Pętli Gocławek do Pętli Banacha** (długość trasy: 11,57 km) w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że łączny średni czas podroży wynosi 2441 sekund (40 minut i 41 sekund), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 1656 sekund (ok. 68% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 785 sekund (ok. 32% czasu podróży).

Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie wynosi **17,06 km/godz.**

W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono niewielkie (o około 4%) skrócenie średniego czasu podróży w stosunku do warunków ruchu występujących w godzinach szczytu porannego. Czas ten wyniósł 2344 sekundy (39 minut i 4 sekundy), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 1624 sekundy (ok. 69% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 720 sekund (ok. 31% czasu podróży).

Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie w godzinach szczytu popołudniowego była nieco wyższa niż szczytu rannego i wynosiła **17,76 km/godz.**

Na tej podstawie można stwierdzić, że w obecnie występujących warunkach ruchu czas podróży od Pętli Gocławek do Pętli Banacha jest taki sam w godzinach szczytu porannego i popołudniowego, jak również występują te same proporcje łącznego czasu przejazdu odcinków międzyprzystankowych i łącznego czasu postoju na przystankach.

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych w kierunku jazdy **od Pętli Banacha do Pętli Gocławek** do (długość trasy: 11,72 km) w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że łączny średni czas podróży wynosi 2272 sekundy (37 minut i 52 sekundy), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 1738 sekund (ok. 76% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 534 sekundy (ok. 24 % czasu podróży).

Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie wynosi **18,57 km/godz.**

W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono wydłużenie (o około 7%) średniego czasu podróży w stosunku do warunków ruchu występujących w godzinach szczytu porannego. Czas ten wyniósł 2438 sekund (40 minut i 38 sekund), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 1833 sekundy (ok. 75% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 605 sekund (ok. 25% czasu podróży).

W rezultacie średnia prędkość komunikacyjna na trasie w godzinach szczytu popołudniowego była niższa niż w godzinach szczytu rannego i wynosiła **17,30 km/godz.,** przy czym w obu okresach występują te same proporcje łącznego czasu przejazdu odcinków międzyprzystankowych i łącznego czasu postoju na przystankach. Oznacza to, że niższa niż w okresie porannym prędkość komunikacyjna tramwajów była spowodowana w jednakowym stopniu przez wydłużone czasy przejazdu odcinków międzyprzystankowych oraz przez wydłużone czasy postojów na przystankach.

7.2.4.2 Czasy wymiany pasażerów na przystankach

W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na omawianej trasie tramwajowej łączne średnie czasy wymiany pasażerów na przystankach w godzinach szczytu porannego i popołudniowego różniły się istotnie dla kierunku Pętla Gocławek – Pętla Banacha i nie różniły się istotnie dla kierunku przeciwnego. Wyniosły one:

- dla kierunku Pętla Gocławek – Pętla Banacha:
  - 404 sekundy w szczycie porannym (co stanowi około 51% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),
  - 312 sekund w szczycie popołudniowym (co stanowi około 43% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),
- dla kierunku Pętla Banacha – Pętla Gocławek:
  - 272 sekundy w szczycie porannym (co stanowi około 51% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),
  - 248 sekund w szczycie popołudniowym (co stanowi około 41% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),

Z zestawionych wielkości wynika, że czasy wymiany pasażerów na przystankach są niższe w godzinach szczytu popołudniowego niż w godzinach szczytu porannego, przy czym utrzymują się te same proporcje czasu wymiany pasażerów w stosunku do czasów postoju tramwajów na przystankach.

Średni czas wymiany pasażerów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 10,3s-16,8 s. przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas wymiany pasażerów wynosił 4s (przystanek Kwatery Głównej 02 – szczyt popołudniowy), a najdłuższy 34s (Centrum 09 - szczyt popołudniowy). Rozkład czasów wymiany pasażerów na tej trasie wskazuje, że dominuje czas wymiany pasażerów w przedziale od 11 do 20s – 46%, Równocześnie przedział do 10s obejmuje 41% przystanków na trasie.

Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy Pętla Gocławek - Pętla Banacha odbywa się dość sprawnie, jednak należy oczekiwać pewnych oszczędności w czasie z tego tytułu po przeprowadzeniu modernizacji.
W godzinach szczytu porannego najdłuższe średnie czasy wymiany pasażerów zarejestrowano na następujących przystankach:
- Muzeum Narodowe 06 - 25 s (kierunek od Pętli Gocławek),
- DH Smyk 06 - 28 s (kierunek od Pętli Gocławek),
- Centrum 10 - 29 s (kierunek od Pętli Gocławek),
- Dw. Centralny 08 - 21 s (kierunek od Pętli Gocławek),
- Centrum 09 - 34 s (kierunek od Pętli Banacha),

W godzinach szczytu popołudniowego najdłuższe średnie czasy wymiany pasażerów zarejestrowano na następujących przystankach:
- Centrum 10 - 23 s (kierunek od Pętli Gocławek),
- Dw. Centralny 08 - 29 s (kierunek od Pętli Gocławek),
- Pl. Starynkiewicza 04 - 21 s (kierunek od Pętli Gocławek),
- Pl. Zawiszy 06 - 33 s (kierunek od Pętli Gocławek
- Centrum 09 - 32 s (kierunek od Pętli Banacha).

Oznacza to, że najdłuższe czasy postoju tramwajów w związku z wymianą pasażerów występują na przystankach położonych w centrum miasta. Wymiana pasażerów na pozostałych przystankach wymaga znacznie krótszych czasów postoju tramwajów.

7.2.4.3 Czasy tracone przez tramwaj na przystankach

Przez czas tracony przez tramwaj na przystankach rozumie się czas jaki upływa od momentu zakończenia wymiany pasażerów[1] do chwili ruszenia z przystanku. W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Pętla Gocławek - Pętla Banacha łączne średnie czasy postoju tramwajów na przystankach były zróżnicowane i wynosiły:
- dla kierunku Pętla Gocławek-Pętla Banacha, w szczycie porannym – 785 sekund (w tym 404s. na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pętla Gocławek-Pętla Banacha, w szczycie popołudniowym – 720 sekund (w tym 312s na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pętla Banacha-Pętla Gocławek, w szczycie porannym – 534 sekund (w tym 272s na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pętla Banacha-Pętla Gocławek, w szczycie popołudniowym – 605 sekund (w tym 248s. na wymianę pasażerów),

Stąd średni czas postoju tramwajów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 22,3s-32,7s. i był nawet trzykrotnie wyższy niż czas potrzebny na wymianę pasażerów przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas postoju tramwaju wynosił 10s (przystanki Berezyńska 02, Kwatery Głównej 02), a najdłuższy **106s!** (Pl. Zawiszy 06 – szczyt popołudniowy).
Podsumowując należy stwierdzić, że na trasie Pętla Gocławek-Pętla Banacha średnie straty czasu wynikające z oczekiwania tramwaju na przystanku na włączenie się do ruchu są znaczne i wynoszą odpowiednio:
- dla kierunku Pętla Gocławek – Pętla Banacha, w szczycie porannym – 279 sekund,
- dla kierunku Pętla Gocławek – Pętla Banacha, w szczycie popołudniowym – 234 sekundy,
- dla kierunku Pętla Banacha – Pętla Gocławek, w szczycie porannym – 183 sekundy,
- dla kierunku Pętla Banacha – Pętla Gocławek, w szczycie popołudniowym – 237 sekund.

[1] Czas ten dodatkowo pomniejszany był o 3 sekundy uznawane za czas niezbędny dla zamknięcia drzwi tramwaju

Największe straty czasu na przystankach są odnotowywane:

<u>na kierunku Pętla Gocławek – Pętla Banacha, szczyt poranny:</u>
- przystanek Pl. Zawiszy 06 – średnie straty czasu do 58 sekund,
- przystanek Pl. Starynkiewicza 04 – średnie straty czasu do 36 sekund,
- przystanek Dw. Centralny 08 – średnie straty czasu do 24 sekund,
- przystanek Daleka 02 – średnie straty czasu do 22 sekund,
- przystanek Wawelska 04 – średnie straty czasu do 21 sekund.

<u>na kierunku Pętla Gocławek – Pętla Banacha, szczyt popołudniowy:</u>
- przystanek Pl. Zawiszy 06 – średnie straty czasu do 70 sekund,
- przystanek Pl. Starynkiewicza 04 – średnie straty czasu do 60 sekund,
- przystanek Centrum 10 – średnie straty czasu do 43 sekund,
- przystanek Wawelska 04 – średnie straty czasu do 20 sekund.

<u>na kierunku Pętla Banacha – Pętla Gocławek, szczyt poranny:</u>
- przystanek Wawelska 03 – średnie straty czasu do 31 sekund,
- przystanek Centrum 09 – średnie straty czasu do 27 sekund,
- przystanek Rondo Waszyngtona 06 – średnie straty czasu do 27 sekund,
- przystanek Muzeum Narodowe 05 – średnie straty czasu do 23 sekund.

<u>na kierunku Pętla Banacha – Pętla Gocławek, szczyt popołudniowy:</u>
- przystanek Wawelska 03 – średnie straty czasu do 43 sekund,
- przystanek Rondo Waszyngtona 06 – średnie straty czasu do 36 sekund,
- przystanek Muzeum Narodowe 05 – średnie straty czasu do 34 sekund,
- przystanek Centrum 09 – średnie straty czasu do 27 sekund,
- przystanek Pl. Narutowicza 07 – średnie straty czasu do 21 sekund.

W poniższych tabelach zaproponowano wprowadzenie zmian w zakresie sterowania ruchem tramwajów ruszających z przystanku. W tym celu przyjęto następujące założenia:
- Jako czas tracony rozumiany jest czas upływający od zamknięcia drzwi tramwaju (z uwzględnieniem 3 sekund niezbędnych na zamknięcie drzwi) do ruszenia tramwaju z przystanku.
- W przypadku czasu traconego po modernizacji przyjęto:
  - 0s czasu traconego w przypadku gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą, przejściem dla pieszych, przejazdem,
  - 5s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą oraz trasą tramwaju obciążoną ruchem powyżej 20poc./h,
  - 30s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się w ważnym węźle komunikacyjnym i nie dostaje priorytetu
- Po analizie obecnego czasu wymiany pasażerów na przystankach na omawianej trasie zdecydowano się utrzymać te same wartości dla stanu po modernizacji. Należy oczekiwać, że modernizacja trasy zwiększy liczbę pasażerów i wymianę ruchu na przystankach. Jednak wprowadzone nowoczesne rozwiązania w tym nowy typ taboru powinny pozwolić utrzymać dotychczasowe czasy wymiany.

Tabela 7.4. Kierunek: Pętla Gocławek – Pętla Banacha – szczyt poranny

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Gocławek 04	-	0	Nie wymagane	-		-
2	Kwatery Głównej 01	11	0	Nie wymagane	11	0	-
3	Żółkiewskiego 03	19	15	Sygnalizacja	19	0	bezwzględny
4	Pl. Szembeka 03	22	11	Sygnalizacja	22	0	bezwzględny
5	Wspólna Droga 03	18	16	Sygnalizacja	18	0	bezwzględny
6	Czapelska 01	16	0	Nie wymagane	16	0	-
7	Wiatraczna 07	21	0	Nie wymagane	21	0	-
8	Grenadierów 03	16	24	Sygnalizacja	16	0	bezwzględny
9	Kinowa 03	17	0	Nie wymagane	17	0	-
10	Park Skaryszewski 03	18	8	Sygnalizacja	18	0	bezwzględny
11	Berezyńska 01	15	5	Sygnalizacja	15	0	bezwzględny
12	Rondo Waszyngtona 05	16	0	Nie wymagane	16	0	-
13	Most Poniatowskiego 04	14	0	Nie wymagane	14	0	-
14	Muzeum Narodowe 06	25	18	Sygnalizacja	25	30	brak
15	DH Smyk 06	28	6	Sygnalizacja	28	0	bezwzględny
16	Centrum 10	29	10	Sygnalizacja	29	5	warunkowy
17	Dw. Centralny 08	21	24	Sygnalizacja	21	30	brak
18	Pl. Starynkiewicza 04	14	36	Sygnalizacja	14	0	bezwzględny
19	Pl. Zawiszy 06	17	58	Sygnalizacja	17	30	brak
20	Daleka 02	10	22	Sygnalizacja	10	0	bezwzględny
21	Pl. Narutowicza 08	15	3	Brak sygnalizacji	15	0	bezwzględny
22	Wawelska 04	13	21	Sygnalizacja	13	0	bezwzględny
23	Kino Ochota 04	16	2	Sygnalizacja	16	0	bezwzględny
24	Bitwy Warszawskiej	17	0	Sygnalizacja	17	5	warunkowy
25	Banacha 05	-	-	Nie wymagane	-	-	-
	Łącznie:	404	279		404	100	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**179 s**	

Tabela 7.5. Kierunek: Pętla Gocławek – Pętla Banacha – szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Gocławek 04	-	-	Nie wymagane	-	-	-
2	Kwatery Głównej 01	9	3	Nie wymagane	9	0	-
3	Żółkiewskiego 03	8	9	Sygnalizacja	8	0	bezwzględny
4	Pl. Szembeka 03	9	30	Sygnalizacja	9	0	bezwzględny
5	Wspólna Droga 03	12	2	Sygnalizacja	12	0	bezwzględny
6	Czapelska 01	11	0	Nie wymagane	11	0	-
7	Wiatraczna 07	12	0	Nie wymagane	12	0	-
8	Grenadierów 03	12	2	Sygnalizacja	12	0	bezwzględny
9	Kinowa 03	13	0	Nie wymagane	13	0	-
10	Park Skaryszewski 03	18	8	Sygnalizacja	18	0	bezwzględny
11	Berezyńska 01	10	2	Sygnalizacja	10	0	bezwzględny
12	Rondo Waszyngtona 05	11	0	Nie wymagane	11	0	-
13	Most Poniatowskiego 04	9	0	Nie wymagane	9	0	-
14	Muzeum Narodowe 06	9	21	Sygnalizacja	9	30	brak
15	DH Smyk 06	19	0	Sygnalizacja	19	0	bezwzględny

Tabela 7.5 c.d.

16	Centrum 10	23	43	Sygnalizacja	23	5	warunkowy
17	Dw. Centralny 08	29	18	Sygnalizacja	29	30	brak
18	Pl. Starynkiewicza 04	21	60	Sygnalizacja	21	0	bezwzględny
19	Pl. Zawiszy 06	33	70	Sygnalizacja	33	30	brak
20	Daleka 02	9	16	Sygnalizacja	9	0	bezwzględny
21	Pl. Narutowicza 08	17	7	Brak sygnalizacji	17	0	bezwzględny
22	Wawelska 04	9	20	Sygnalizacja	9	0	bezwzględny
23	Kino Ochota 04	10	9	Sygnalizacja	10	0	bezwzględny
24	Bitwy Warszawskiej	10	14	Sygnalizacja	10	5	warunkowy
25	Banacha 05	-	-	Nie wymagane	-	-	-
	Łącznie:	312	334		312	100	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**234 s**	

Tabela 7.6 Kierunek: Pętla Banacha – Pętla Gocławek - szczyt poranny

Nr	**Przystanek**	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		Typ sterowania	**Czas**		**Priorytet w sygnalizacji**
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Banacha 05	-	-	nie wymagane	-	-	-
2	Bitwy Warszawskiej 03	15	0	nie wymagane	15	0	-
3	Kino Ochota 03	17	9	Sygnalizacja	17	0	bezwzględny
4	Wawelska 03	10	31	Sygnalizacja	10	0	bezwzględny
5	Pl. Narutowicza 07	15	0	Sygnalizacja	15	0	bezwzględny
6	Daleka 01	11	17	Sygnalizacja	11	0	bezwzględny
7	Pl. Zawiszy 05	15	0	nie wymagane	15	0	-
8	Pl. Starynkiewicza 03	11	4	Sygnalizacja	11	0	bezwzględny
9	Dw. Centralny 07	15	0	nie wymagane	15	0	-
10	Centrum 09	34	27	Sygnalizacja	34	5	warunkowy
11	DH Smyk 05	11	2	Sygnalizacja	11	0	bezwzględny
12	Muzeum Narodowe 05	10	23	Sygnalizacja	10	30	brak
13	Most Poniatowskiego 03	9	0	nie wymagane	9	0	-
14	Rondo Waszyngtona 06	14	27	Sygnalizacja	14	0	bezwzględny
15	Berezyńska 02	8	0	nie wymagane	8	0	-
16	Park Skaryszewski 04	9	0	nie wymagane	9	0	-
17	Kinowa 04	8	0	nie wymagane	8	0	-
18	Grenadierów 04	8	0	nie wymagane	8	0	-
19	Wiatraczna 06	11	0	nie wymagane	11	0	-
20	Czapelska 02	7	0	nie wymagane	7	0	-
21	Wspólna Droga 04	8	16	Sygnalizacja	8	0	bezwzględny
22	Pl. Szembeka 04	9	17	Sygnalizacja	9	0	bezwzględny
23	Żółkiewskiego 04	10	10	Sygnalizacja	10	0	bezwzględny
24	Kwatery Głównej 02	6	0	nie wymagane	6	0	-
25	Gocławek 06	-	-	nie wymagane	-	-	-
	Łącznie:	272	183		272	35	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**148 s**	

Tabela 7.7. Kierunek: Pętla Banacha – Pętla Gocławek - szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Banacha 05	-	-	nie wymagane	-	-	-
2	Bitwy Warszawskiej 03	16	0	nie wymagane	16	0	-
3	Kino Ochota 03	14	15	Sygnalizacja	14	0	bezwzględny
4	Wawelska 03	11	43	Sygnalizacja	11	0	bezwzględny
5	Pl. Narutowicza 07	15	21	Sygnalizacja	15	0	bezwzględny
6	Daleka 01	7	8	Sygnalizacja	7	0	bezwzględny
7	Pl. Zawiszy 05	12	0	nie wymagane	12	0	-
8	Pl. Starynkiewicza 03	9	5	Sygnalizacja	9	0	bezwzględny
9	Dw. Centralny 07	16	0	nie wymagane	16	0	-
10	Centrum 09	32	27	Sygnalizacja	32	5	warunkowy
11	DH Smyk 05	12	8	Sygnalizacja	12	0	bezwzględny
12	Muzeum Narodowe 05	15	34	Sygnalizacja	15	30	brak
13	Most Poniatowskiego 03	9	0	nie wymagane	9	0	-
14	Rondo Waszyngtona 06	11	36	Sygnalizacja	11	0	bezwzględny
15	Berezyńska 02	7	0	nie wymagane	7	0	-
16	Park Skaryszewski 04	8	0	nie wymagane	8	0	-
17	Kinowa 04	8	0	nie wymagane	8	0	-
18	Grenadierów 04	6	0	nie wymagane	6	0	-
19	Wiatraczna 06	7	0	nie wymagane	7	0	-
20	Czapelska 02	5	0	nie wymagane	5	0	-
21	Wspólna Droga 04	9	10	Sygnalizacja	9	0	bezwzględny
22	Pl. Szembeka 04	10	9	Sygnalizacja	10	0	bezwzględny
23	Żółkiewskiego 04	9	11	Sygnalizacja	9	0	bezwzględny
24	Kwatery Głównej 02	4	0	nie wymagane	4	0	-
25	Gocławek 06	-	-	nie wymagane	-	-	-
Łącznie:		248	237		248	35	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**202 s**	

Podsumowując należy stwierdzić, że dzięki zastosowaniu sterowania ruchem jest możliwe uzyskanie redukcji strat czasu przy ruszaniu tramwaju z przystanków na poziomie:

- na kierunku Pętla Gocławek – Pętla Banacha, w godzinie szczytu porannego do 179s,
- na kierunku Pętla Gocławek – Pętla Banacha, w godzinie szczytu popołudniowego do 234s,
- na kierunku Pętla Banacha – Pętla Gocławek, w godzinie szczytu porannego do 148s,
- na kierunku Pętla Banacha – Pętla Gocławek, w godzinie szczytu popołudniowego do 202s

Uzyskanie takiego efektu wymaga wprowadzenia bezwzględnego priorytetu na większości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną, przez które przebiega omawiana trasa.

7.2.4.4 Czasy tracone na odcinkach międzyprzystankowych trasy

Wyniki przeprowadzonych pomiarów ruchu tramwajów wykazały, że na trasie od Pętli Gocławek do Pętli Banacha średnie czasy tracone na odcinkach międzyprzystankowych wynoszą łącznie:

- dla kierunku: Pętla Gocławek - Pętla Banacha w szczycie porannym – 154 sekundy,
- dla kierunku: Pętla Gocławek - Pętla Banacha w szczycie popołudniowym – 100 sekund,

- dla kierunku: Pętla Banacha - Pętla Gocławek w szczycie porannym – 190 sekund,
- dla kierunku: Pętla Banacha - Pętla Gocławek w szczycie popołudniowym – 228 sekund.

Straty czasu na odcinkach międzyprzystankowych w kierunku jazdy od Pętli Banacha do Pętli Gocławek są większe niż w przeciwnym kierunku jazdy.

Wobec dużej liczby skrzyżowań z sygnalizacją świetlną omawiane straty czasu występują głównie wlotach tych skrzyżowań. Największe straty czasu na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną zarejestrowano:

na kierunku: Pętla Gocławek - Pętla Banacha:

- na wlocie skrzyżowania Al. Jerozolimskich z ul. Jana Pawła II i Chałubińskiego – 36s,
- na zjeździe tramwajów ze skrzyżowania ul. Grójeckiej z ul. Banacha i Bitwy Warszawskiej 1920 r. – 22s,
- na wlocie skrzyżowania ul. Banacha z ul. Pawińskiego – 22s,
- na wjeździe tramwajów na Rondo Wiatraczna – 18s;

na kierunku: Pętla Banacha - Pętla Gocławek:

- na wlocie skrzyżowania Al. Jerozolimskich z ul. Jana Pawła II i Chałubińskiego – 37s,
- na wlocie skrzyżowania ul. Banacha z ul. Grójecką – 31s,
- na wjeździe tramwajów na Pl. Zawiszy – 24s,
- na zjeździe tramwajów z Ronda Wiatraczna – 24s,
- na wlocie skrzyżowania Al. Jerozolimskich z ul. Żelazną – 24s,
- na wlocie skrzyżowania ul. Grójeckiej z ul. Niemcewicza – 23s.

Wobec braku sygnalizacji świetlnej na wjeździe tramwajów z ul. Waszyngtona na Rondo Wiatraczna średnie zarejestrowane straty czasu wynoszą tam 16 sekund.

Zredukowanie strat czasu na odcinkach międzyprzystankowych powinno nastąpić w wyniku zastosowania priorytetów w sygnalizacji świetlnej na tych skrzyżowaniach, w rejonie których położone są przystanki tramwajowe (tabele 7.4-7.7) z dodatkowym wprowadzeniem priorytetów dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej:

- na skrzyżowaniu ul. Banacha z ul. Pawińskiego,
- na skrzyżowaniu ul. Banacha z ul. Grójecką (priorytet warunkowy dla tramwajów wjeżdżających na skrzyżowanie z wlotu ul. Banacha),
- na skrzyżowaniu ul. Grójeckiej z ul. Niemcewicza,
- na wjeździe tramwajów z ul. Waszyngtona na Rondo Wiatraczna.

Zastosowanie tych rozwiązań pozwoliłoby zredukować straty czasu na odcinkach międzyprzystankowych:

- na kierunku od Pętli Gocławek do Pętli Banacha: o około 149 sekund w godzinach szczytu porannego i około 95 sekund w godzinach szczytu popołudniowego,
- na kierunku od Pętli Banacha do Pętli Gocławek: o około 120 sekund w godzinach szczytu porannego i około 158 sekund w godzinach szczytu popołudniowego.

7.2.2 Kolizje tramwaju z relacjami skrętnymi ruchu samochodowego

Zapewnienie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju na trasie Pętla Gocławek - Pętla Banacha oraz wykorzystanie w pełni zalet torowiska wydzielonego z jezdni wymaga także istotnego ograniczenia kolizji tramwaju z ruchem na relacjach prawo i lewoskrętów na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju. Ograniczenie to może zostać wprowadzone poprzez:

- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach - wydzielenie pasów dla prawo i lewo skrętów oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji,
- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach – zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo,
- wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji - sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych.

Poniżej, w tabeli przedstawiono zestawienie 16 punktów kolizji tramwaju z relacjami ruchu na skrętach w prawo i w lewo, identyfikację problemu oraz propozycje modyfikacji w zakresie geometrii skrzyżowań i sterowania ruchem. Szczegółowe rozwiązania w każdym z wymienionych przypadków powinny zostać opracowane w ramach studium wykonalności modernizacji tras.

Tabela 7.8 Zestawienie punktów kolizji tramwaju z relacjami skrętnymi

Lp.	Nazwa ulicy poprzecznej	Identyfikacja problemu – punkt kolizyjny	Propozycja modyfikacji
1	Podolska	• Prawy skręt z ul. Grochowskiej (kierunek do centrum) w ul. Podolską, • Lewy skręt z ul. Grochowskiej (kierunek od centrum) w ul. Podolską	• Wydzielony pas dla skrętu w prawo w ul. Podolską. • Wydzielony pas dla skrętu w lewo (kierunek od centrum) w ul. Podolską. • Zawężenie przekroju ulicy Grochowskiej na skrzyżowaniu z ul. Podolską dla ruchu na wprost do dwóch pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
2	Chłopickiego	• Prawy skręt z ul. Grochowskiej (kierunek do centrum) w ul. Chłopickiego.	• Wydzielony pas dla skrętu w prawo w ul. Chłopickiego. • Utrzymanie zakazu skrętu w lewo (kierunek od centrum) w ul. Chłopickiego. • Zawężenie przekroju ulicy Grochowskiej na skrzyżowaniu z ul. Chłopickiego dla ruchu na wprost w kier. Centrum do dwóch pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętu
3	Wspólna Droga	• Prawy skręt z ul. Grochowskiej (kierunek do centrum) w ul. Wspólna Droga • Lewy skręt z ul. Grochowskiej (kierunek od centrum) w ul. Wspólna Droga.	• Wydzielony pas dla skrętu w prawo w ul. Wspólna Droga. • Wydzielony pas dla skrętu w lewo (kierunek od centrum) w ul. Wspólna Droga • Zawężenie przekroju ulicy Grochowskiej na skrzyżowaniu z ul. Wspólna Droga dla ruchu na wprost do dwóch pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętów .

Tabela 7.8 c.d.

4	Grenadierów	• Prawy skręt z ul. Waszyngtona (kierunek do centrum) w ul. Grenadierów, • Lewy skręt z ul. Waszyngtona (kierunek od centrum) w ul. Grenadierów	• Wydzielony pas dla skrętu w prawo w ul. Grenadierów. • Wydzielony pas dla skrętu w lewo (kierunek od centrum w ul. Grenadierów. • Utrzymanie zakazu skrętu w lewo (kierunek do centrum) w ul. Grenadierów, • Utrzymanie zakazu skrętu w prawo (kierunek od centrum) w ul. Grenadierów, • Zawężenie przekroju ulicy Waszyngtona na skrzyżowaniu z ul. Grenadierów dla ruchu na wprost do jednego pasa ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
5	Międzyborska	• Prawy skręt z ul. Waszyngtona (kierunek od centrum) w ul. Międzyborską, • Lewy skręt z ul. Waszyngtona (kierunek do centrum) w ul. Międzyborską	• Wydzielony pas dla skrętu w prawo (kire. od centrum) w ul. Międzyborską. • Wydzielony pas dla skrętu w lewo (kierunek do centrum) w ul. Międzyborską, • Utrzymanie zakazu skrętu w lewo (kierunek od centrum) w ul. Międzyborską, • Utrzymanie zakazu skrętu w prawo (kierunek do centrum) w ul. Międzyborską, • Zawężenie przekroju ulicy Waszyngtona na skrzyżowaniu z ul. Międzyborską dla ruchu na wprost do jednego pasa ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
6	Kinowa	• Prawy skręt z ul. Waszyngtona (kierunek do centrum) w ul. Kinową, • Prawy skręt z ul. Waszyngtona (kierunek od centrum) w ul. Kinową	• Wydzielone pasy dla skrętu w prawo w ul. Kinową. • Utrzymanie zakazów skrętu w lewo z Al. Waszyngtona w ul. Kinową, • Zawężenie przekroju ulicy Waszyngtona na skrzyżowaniu z ul. Kinowa dla ruchu na wprost do jednego pasa ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
7	Międzynarodowa	• Prawy skręt z ul. Waszyngtona (kierunek od centrum) w ul. Międzynarodową.	• Wydzielony pas dla skrętu w prawo (od centrum) w ul. Międzynarodową. • Zawężenie przekroju ulicy Waszyngtona na skrzyżowaniu z ul. Międzynarodową dla ruchu na wprost do jednego pasa ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętów w prawo
8	Saska		• Utrzymanie zakazów skrętu w ul. Saską.
9	Krucza		Utrzymanie zakazów skrętu w ul. Kruczą.
10	Emilii Plater	• Lewy skręt z Al. Jerozolimskich (kierunek do centrum) w ul. Emilii Plater. • Lewy skręt z Al. Jerozolimskich (kierunek od centrum) w ul. Emilii Plater.	• Zachowanie wydzielonego pasa do skrętu w lewo (kierunek od Wisły) w ul. Emilii Plater. • Zachowanie wydzielonego pasa do skrętu w lewo (kierunek do Wisły) w ul. Emilii Plater. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów

Tabela 7.8 c.d.

11	Żelazna	• Lewy skręt z Al. Jerozolimskich (kierunek do centrum) w ul. Żelazną. • Lewy skręt z Al. Jerozolimskich (kierunek od centrum) w ul. Lindleya	• Wprowadzenie zakazów skrętu w lewo.
12	Daleka	• Przejazd przez torowisko (zawrotka)	• Likwidacja przejazdu
13	Pl. Narutowicza	• Przejazd przez torowisko za Pl. Narutowicza (kier. od centrum)	• Wydzielony pas dla skrętu w lewo (kierunek od centrum) za Pl. Narutowicza, • Zawężenie przekroju ulicy Grójeckiej na skrzyżowaniu z ul. Barską dla ruchu na wprost do dwóch pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętów
14	Wawelska	• Lewy skręt z ul. Grójeckiej (kierunek do centrum) w ul. Wawelską • Lewy skręt z Grójeckiej (kierunek od centrum) w ul. Wawelską	• Wydzielony pas dla skrętu w lewo (kierunek do centrum) w ul. Wawelską. • Wydzielony pas dla skrętu w lewo (kierunek od centrum) w ul. Wawelską • Zawężenie przekroju ulicy Grójeckiej na skrzyżowaniu z ul. Wawelską dla ruchu na wprost do dwóch pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętów .

7.2.3 Podsumowanie

W tabeli 7.9 i na rys. 7.1 przedstawiono zbiorcze zestawienie zmian dotyczących sterowania ruchem dla trasy Gocławek - Banacha

Tabela 7.9 Zbiorcze zestawienie zmian w sterowaniu ruchem: Gocławek - Banacha

Nr	Punkt kolizyjny	Sterowanie w stanie istniejącym	Sterowanie po modernizacji	Rodzaj priorytetu dla tramwaju
1	Podolska	NIE	TAK	bezwzględny
2	Żółkiewskiego	TAK	TAK	bezwzględny
3	Pl. Szembeka	TAK	TAK	bezwzględny
4	Wspólna Droga	TAK	TAK	bezwzględny
5	Czapelska – przejście dla pieszych	NIE	TAK	bezwzględny
6	Grochowska – przejazd	TAK	TAK	bezwzględny
7	Wiatraczna – wjazd na rondo	TAK	TAK	bezwzględny
8	Wiatraczna – zjazd z ronda	TAK	TAK	bezwzględny
9	Waszyngtona - przejście dla pieszych 1	NIE	TAK	bezwzględny
10	Grenadierów	TAK	TAK	bezwzględny
11	Międzyborska	TAK	TAK	bezwzględny
12	Waszyngtona - przejście dla pieszych 2	NIE	TAK	bezwzględny
13	Kinowa	TAK	TAK	bezwzględny
14	Waszyngtona - przejście dla pieszych 3	NIE	TAK	bezwzględny

Tabela 7.9 c.d.

15	Międzynarodowa	TAK	TAK	bezwzględny
16	Waszyngtona - przejście dla pieszych 4	NIE	TAK	bezwzględny
17	Saska	TAK	TAK	bezwzględny
18	Waszyngtona - przejazd	TAK	TAK	bezwzględny
19	Rondo Waszyngtona	TAK	TAK	bezwzględny
20	Rondo de Gaulle`a	TAK	TAK	brak
21	Krucza	TAK	TAK	bezwzględny
22	Rondo Dmowskiego	TAK	TAK	warunkowy
23	Emilii Plater	TAK	TAK	bezwzględny
24	Chałubińskiego	TAK	TAK	brak
25	Żelazna	TAK	TAK	bezwzględny
26	Miedziana – przejście dla pieszych	TAK	TAK	bezwzględny
27	Pl. Zawiszy	TAK	TAK	brak
28	Daleka – przejście dla pieszych	TAK	TAK	bezwzględny
29	Niemcewicza	TAK	TAK	bezwzględny
30	Pl. Narutowicza - wjazd	TAK	TAK	bezwzględny
31	Pl. Narutowicza - zjazd	NIE	TAK	bezwzględny
32	Wawelska	TAK	TAK	bezwzględny
33	Kino Ochota – przejście dla pieszych	TAK	TAK	bezwzględny
34	Banacha	TAK	TAK	warunkowy
35	Banacha - przejazd	TAK	TAK	bezwzględny
36	Pawińskiego	TAK	TAK	bezwzględny

W powyższych tabelach nie uwzględniono innych poza sterowaniem sygnalizacją, rozwiązań w inżynierii drogowej usprawniających ruch tramwajów. Ze względu na bezpieczeństwo i sprawność przejazdu tramwajów z większą prędkością zaleca się:

- likwidację lewoskrętów wzdłuż trasy tramwajowej na następujących skrzyżowaniach:
  - Al. Jerozolimskie/Żelazna,
  - Grójecka/Daleka,
- specjalne oznakowanie strefy skrzyżowania wspólnej z torowiskiem w celu ograniczenia blokowania przejazdu tramwajom przez pojazdy wykonujące manewr skrętu w lewo w następujących lokalizacjach:
  - Al. Jerozolimskie/Emilii Plater,
  - Grójecka/Wawelska,
- specjalne oznakowanie strefy ronda wspólnej z torowiskiem w celu ograniczenia blokowania przejazdu tramwajom przez inne pojazdy:
  - Rondo Waszyngtona,
  - Rondo de Gaulle`a,
  - Rondo Dmowskiego,
  - Rondo Al. Jerozolimskie/Chałubińskiego,
  - Rondo Pl. Zawiszy,
- specjalne oznakowanie strefy drobnych przejazdów bramowych i parkowych zlokalizowanych wzdłuż Al. Waszyngtona.

Wyżej wymienione oraz postulowane rozwiązania w postaci wprowadzenia priorytetów w sygnalizacji świetlnej na niemal każdym skrzyżowaniu, przez które przebiega analizowana trasa tramwajowa (z pominięciem jedynie skrzyżowań Al. Jerozolimskich z ul. Towarową oraz z ul. Jana Pawła II i Chałubińskiego oraz z ul. Nowy Świat) pozwoliłyby na zredukowanie czasów podróży:

- na kierunku jazdy od Pętli Gocławek do Pętli Banacha: o około 358 sekund w godzinach szczytu porannego i około 359 sekund w godzinach szczytu popołudniowego,
- na kierunku jazdy od Pętli Banacha do Pętli Gocławek: o około 297 sekund w godzinach szczytu porannego i około 390 sekund w godzinach szczytu popołudniowego.

Oznaczałoby to wzrost prędkości komunikacyjnych. W tabeli 7.10 przedstawiono porównanie prędkości komunikacyjnych na analizowanej trasie tramwajowej przed i po modernizacji.

Tabela 7.10 Porównanie średnich prędkości komunikacyjnych w stanie istniejącym i po wprowadzeniu rozwiązań redukujących straty czasu

	Średnia prędkość komunikacyjna w stanie istniejącym	Średnia prędkość komunikacyjna po redukcji strat czasu	Wzrost średniej prędkości komunikacyjnej
Pętla Gocławek – Pętla Banacha			
Szczyt poranny	17,06 km/godz	19,99 km/godz	2,93 km/godz (17%)
Szczyt popołudniowy	17,76 km/godz	20,98 km/godz	3,22 km/godz (18 %)
Pętla Banacha – Pętla Gocławek			
Szczyt poranny	18,57 km/godz	21,36 km/godz	2,79 km/godz (15 %)
Szczyt popołudniowy	17,30 km/godz	20,60 km/godz	3,30 km/godz (19 %)

Zastosowanie priorytetów dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej (przy równoczesnym prowadzeniu ruchu tramwajowego po wydzielonych torowiskach) oprócz oszczędności wynikających z ograniczenia strat czasu na skutek zatrzymań przyczyni się również do ograniczenia strat czasu tramwajów spowodowanych koniecznością częstego hamowania i przyspieszania. Stworzenie warunków istotnie poprawiających płynność jazdy, w powiązaniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru, powinno przyczynić się do podniesienia prędkości jazdy przez odcinki międzyprzystankowe. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że jeżeli w rezultacie bardzo dobrego stanu technicznego torowisk oraz parametrów technicznych nowoczesnego taboru nastąpiłoby skrócenie łącznego czasu jazdy po trasie o około 20 %, wówczas możliwe jest osiągnięcie średniej prędkości komunikacyjnej wynoszącej 25 km/godz.

7.3 Trasa: Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy

7.3.1 Organizacja ruchu tramwajowego w tym kolizje i priorytety w ruchu ulicznym.

Trasa tramwajowa Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy na całym ciągu posiada dwa tory oraz przebiega na wydzielonym torowisku. Na całej trasie torowisko jest usytuowane w osi jezdni i co za tym idzie na odcinkach trasy nie występują kolizje tramwaju z ruchem samochodowym. Analiza przebiegu trasy wskazuje, że na kierunku Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy występuje 15 przystanków oraz 19 punktów kolizyjnych w tym 12 z sygnalizacją świetlną, a na kierunku Pl. Zawiszy-Rondo Starzyńskiego występuje 17 przystanków i 20 punktów kolizyjnych, w tym 13 z sygnalizacją świetlną. Zestawienie elementów trasy przedstawiono w tabelach 7.11 i 7.12.

Tabela 7.11. Zestawienie elementów trasy tramwajowej Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy

	Nazwa przystanku	**Nazwa ulicy**	**Rodzaj kolizji**	**Sterowanie ruchem**
1	Rondo Starzyńskiego 03			
2	Wybrzeże Helskie 03			
3	Most Gdański 04			
4	-	Słomińskiego	Przejazd 1	brak sygnalizacji
5	Park Traugutta 04			
6	-	Słomińskiego	Przejazd 2	brak sygnalizacji
7	-	Słomińskiego	Przejazd 3	brak sygnalizacji
8	Dworzec Gdański 12			
9	-	Słomińskiego	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
10	Dworzec Gdański 10			
11		Słomińskiego	Przejazd 4	brak sygnalizacji
12	Baseny Inflancka 02			
13	-	Słomińskiego	Skrzyżowanie z Al. Jana Pawła II	brak sygnalizacji
14	Powązkowska 04			
15	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Powązkowską	z sygnalizacją
16	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Stawki	z sygnalizacją
17	Niska 03			
18	-	Okopowa	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
19	Cm. Żydowski 03			
20	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Anielewicza	z sygnalizacją
21	Żytnia 01			
22	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Żytnią	z sygnalizacją
23	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Leszno	z sygnalizacją
24	-	Okopowa	Skrzyżowanie z Al. Solidarności	z sygnalizacją
25	Okopowa 07			
26	-	Towarowa	Skrzyżowanie z ul. Chłodną	brak sygnalizacji
27	Grzybowska 05			
28	-	Towarowa	Skrzyżowanie z ul. Grzybowską	z sygnalizacją
29	Rondo Daszyńskiego 05			
30	-	Towarowa	Skrzyżowanie z ul. Kasprzaka	z sygnalizacją
31	-	Towarowa	Skrzyżowanie z ul. Srebrną	z sygnalizacją
32	-	Towarowa	Przejazd 5	brak sygnalizacji
33	Pl. Zawiszy 13			
34	-	Towarowa	Skrzyżowanie z Al. Jerozolimskimi	z sygnalizacją

Tabela 7.12. Zestawienie elementów trasy tramwajowej Pl. Zawiszy-Rondo Starzyńskiego

	Nazwa przystanku	**Nazwa ulicy**	**Rodzaj kolizji**	**Sterowanie ruchem**
1	-	Towarowa	Skrzyżowanie z Al. Jerozolimskimi	z sygnalizacją
2	Pl. Zawiszy 14			
3	-	Towarowa	Przejazd 5	brak sygnalizacji
4	-	Towarowa	Skrzyżowanie z ul. Srebrną	z sygnalizacją
5	Rondo Daszyńskiego	Towarowa		
6	-	Towarowa	Skrzyżowanie z ul. Kasprzaka	z sygnalizacją
7	Grzybowska			
8	-	Towarowa	Skrzyżowanie z ul. Grzybowską	z sygnalizacją
9	-	Towarowa	Skrzyżowanie z ul. Chłodną	brak sygnalizacji
10	-	Towarowa	Skrzyżowanie z Al. Solidarności	z sygnalizacją
11	Okopowa 8			
12	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Leszno	z sygnalizacją
13	Żytnia			
14	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Żytnią	z sygnalizacją
15	Dzielna 02			
16	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Dzielną	z sygnalizacją
17	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Anielewicza	z sygnalizacją
18	Cm. Żydowski 04			
19	Niska 04			
20	-	Okopowa	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
21	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Stawki	z sygnalizacją
22	Powązkowska 03			
23	-	Okopowa	Skrzyżowanie z ul. Powązkowską	z sygnalizacją
24	-	Okopowa	Skrzyżowanie z Al. Jana Pawła II	brak sygnalizacji
25	Rondo Babka			
26	Baseny Inflancka 01			
27	-	Słomińskiego	Przejazd 4	brak sygnalizacji
28	Dworzec Gdański 11			
29	-	Słomińskiego	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
30	Dworzec Gdański 13			
31	-	Słomińskiego	Przejazd 3	brak sygnalizacji
32	-	Słomińskiego	Przejazd 2	brak sygnalizacji
33	Park Traugutta			
34	-	Słomińskiego	Przejazd 1	brak sygnalizacji
35	Most Gdański 03			
36	Wybrzeże Helskie 04			
37	Rondo Starzyńskiego 04			

Priorytety w ruchu tramwajów na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy wynikają głównie z istnienia wydzielonego (w stosunku do jezdni) torowiska. Na trasie występują jednak liczne punkty kolizyjne, które chociaż w większości sterowane sygnalizacją wywołują straty czasu w ruchu tramwajów. Straty te wynikają z braku zabezpieczenia ruchu tramwajów w punktach kolizyjnych nie wyposażonych w sygnalizację świetlną oraz z braku priorytetów dla tramwaju w sygnalizacji świetlnej.

7.3.2 Powiązanie przystanków tramwajowych z zagospodarowaniem przestrzennym

Zagospodarowanie przestrzenne wzdłuż trasy tramwajowej Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy ma zmienny charakter. Trasa tramwajowa nie wchodzi w kolizje z obiektami o znaczeniu przyrodniczym lub historycznym oraz nie wchodzi w kolizje oraz nie przecina obszarów przyrodniczo i historycznie cennych lub chronionych. Na odcinku ul. Okopowej pomiędzy ul. Powązkowską, a ul. Anielewicza trasa przebiega wzdłuż cmentarzy Powązkowskiego i

Żydowskiego, będąc oddzieloną od ich murów, pasem zieleni, chodnikiem i jezdnią. Szczegółowe dane przedstawiono w rozdziale 4.
W punkcie początkowym trasy (Rondo Starzyńskiego) występuje wysoka zabudowa mieszkaniowa. Powiązanie z przystankami tramwajowymi następuje poprzez przejścia dla pieszych i ciągi piesze związane z układem komunikacyjnym ronda.
Dalej trasa tramwajowa przebiega w wykopie oraz na dolnym poziomie Mostu Gdańskiego. Na tym odcinku występuje brak zabudowy. Pomiędzy Mostem Gdańskim, a Dworcem Gdańskim występuje zabudowa niska o małym zagęszczeniu (składy, biura). Trasa przebiega w pobliżu Parku Traugutta.
W pierwszej części odcinka od Dworca Gdańskiego do Ronda Babka nie występuje zabudowa. W drugiej, od przystanku Baseny Inflancka, trasa od południa sąsiaduje ze zwartą, wysoką zabudową mieszkaniową oraz kompleksem basenów przy ul. Inflanckiej.
Na odcinku od Ronda Babka do ul. Stawki nie występuje gęsta zabudowa mieszkaniowa. Dominują małe obiekty rzemieślnicze i handlowe. Trasa tramwaju graniczy z murem Cmentarza Powązkowskiego.
Na odcinku od ul Stawki do ul. Anielewicza, trasa tramwaju najpierw sąsiaduje z obiektami szkolnymi, z centrum handlowym Klif, a później z murem Cmentarza Żydowskiego.
Na odcinku od ul. Anielewicza do Al. Solidarności wzdłuż trasy występuje na przemian gęsta i luźna wysoka zabudowa mieszkaniowa oraz obiekty handlowe. W dalszej części trasy, do Pl. Zawiszy dominują obiekty, handlowe, biurowe i przemysłowe.
Wśród najważniejszych obiektów generujących ruch pasażerski, położonych wzdłuż trasy należy wymienić:

- w rejonie przystanku Rondo Starzyńskiego - osiedle mieszkaniowe położone na północ od ronda, ogród zoologiczny oraz przystanek kolejowy Warszawa ZOO (na linii Legionowo-Dworzec Gdański),
- w rejonie przystanków Dworzec Gdański – dworzec kolejowy Warszawa Gdańska,
- w rejonie przystanku Rondo Babka – osiedle mieszkaniowe Stawki,
- w rejonie przystanku Powązkowska – Cmentarz Powązkowski (duży ruchu okresowy) oraz osiedle mieszkaniowe Stawki,
- w rejonie przystanku Niska – zespoły szkół średnich położonych po obu stronach ulicy okopowej,
- w rejonie przystanku Cm. Żydowski – centrum handlowe Klif oraz biurowce położone po zachodniej stronie ul. Okopowej,
- w rejonie przystanku Okopowa – osiedla mieszkaniowe o zabudowie wysokiej,
- w rejonie przystanku Pl. Zawiszy – osiedla mieszkaniowe o zabudowie wysokiej biurowce, hotel. dworzec kolejowy Warszwa Ochota.

Usytuowanie przystanków oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego obszarów obsługiwanych przez komunikację tramwajową na trasie Rondo Starzyńskiego – Pl. Zawiszy. Średnia odległość międzyprzystankowa w kierunku do centrum wynosi 450,7 m, a w kierunku do Ronda Stzrzyńskiego 394,4 m..

7.3.3. Węzły wymiany ruchu na trasie Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy

7.3.3.1 Przystanki

W tabeli 7.13 przedstawiono wyniki analizy usytuowania przystanków na trasie oraz sposobu zabezpieczenia dojść pieszych. W tabeli tej przedstawiono także propozycje zmian w tym zakresie, głównie poprzez postulowanie wprowadzenia sygnalizacji świetlnej. Zaproponowane zmiany wynikają także z opisywanych w poniższych punktach, zagadnień związanych ze sterowaniem ruchem tramwajów.

Przeprowadzone analizy wskazują, że usytuowanie przystanków wzdłuż trasy Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy jest poprawne. Biorąc pod uwagę zagospodarowanie przestrzenne należy także stwierdzić, że nie stwierdzono potrzeb w zakresie wprowadzenia dodatkowych przystanków. Zaleca się jednak:

- przeprowadzenie modernizacji węzła komunikacyjnego Dworzec Gdański, szczególnie w kontekście przedłużenia I linii metra i spodziewanej dużej wymiany pasażerów pomiędzy wszystkimi dostępnymi tam środkami transportu (metro, kolej tramwaj, autobus miejski, autobus podmiejski). W odniesieniu do analizowanej trasy tramwaju modernizacja ta powinna dotyczyć głownie usytuowania obu przystanków Dworzec Gdański oraz zabezpieczenia przejść dla pieszych. Pożądane byłoby rozwiązanie dojść do metra, kolei i tramwaju w sposób bezkolizyjny (przejście podziemne). Rozstrzygniecie w tym względzie wykracza jednak poza ramy tego studium,
- rozważenie celowości przesunięcia przystanku Okopowa 07 (na kierunku Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy) przed skrzyżowanie z Al. Solidarności w celu skrócenia dojść pieszych do zabudowy wysokiej i ułatwienia sterowania ruchem tramwajów,
- rozważenie celowości przesunięcia przystanku Okopowa 08 (na kierunku Pl. Zawiszy-Starzyńskiego) przed skrzyżowanie z Al. Solidarności w celu ułatwienia sterowania ruchem tramwajów[2].

Tabela 7.13 Analiza usytuowania przystanków i dojść pieszych

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**	
	Nazwa przystanku	Położenie platformy przystankowej	Dojście piesze – przejście	Położenie platformy przystankowej	Dojście piesze – przejście
Kierunek: Rondo Starzyńskiego – Pl. Zawiszy					
1	Rondo Starzyńskiego 03	za skrzyżowaniem	bez sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
2	Wybrzeże Helskie 03	na moście	bezkolizyjne	bez zmian	bez zmian
3	Most Gdański 04	na moście	bezkolizyjne	bez zmian	bez zmian
4	Park Traugutta 04	między skrzyżowaniami	bez sygnalizacji	bez zmian	**wprowadzenie sygnalizacji świetlnej**
5	Dworzec Gdański 12	za skrzyżowaniem	bez sygnalizacji	**wskazana przebudowa węzła**	**wskazana przebudowa węzła**
6	Dworzec Gdański 10	za przejściem	z sygnalizacją	**wskazana przebudowa węzła**	**wskazana przebudowa węzła**

[2] Wobec planowanych zasadniczych zmian w ukształtowaniu skrzyżowania Al. Solidarności z ul. Okopową (zastosowanie wyspy centralnej z ewentualnym poprowadzeniem niektórych relacji ruchu w innym poziomie) niezbędne jest rozważenie w ramach prac projektowych celowości przesunięcia wymienionych przystanków.

Tabela 7.13 c.d.

7	Baseny Inflancka 02	-	bez sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
8	Powązkowska 04	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
9	Niska 03	przed przejściem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
10	Cm. Żydowski 03	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
11	Żytnia 01	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
12	Okopowa 07	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	**Do rozważenia przesunięcie przystanku przed skrzyżowanie**	bez zmian
13	Grzybowska 05	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
14	Rondo Daszyńskiego 05	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
15	Pl. Zawiszy 13	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
Kierunek: Pl. Zawiszy- Rondo Starzyńskiego					
1	Pl. Zawiszy 14	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
2	Rondo Daszyńskiego	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
3	Grzybowska	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
4	Okopowa 8	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	**Do rozważenia przesunięcie przystanku przed skrzyżowanie**	bez zmian
5	Żytnia	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
6	Dzielna 02	przed przejściem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
7	Cm. Żydowski 04	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
8	Niska 04	przed przejściem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
9	Powązkowska 03	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
10	Rondo Babka	za skrzyżowaniem	bez sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
11	Baseny Inflancka 01	-	bez sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
12	Dworzec Gdański 11	przed przejściem	z sygnalizacją	**wskazana przebudowa węzła**	**wskazana przebudowa węzła**
13	Dworzec Gdański 13	przed skrzyżowaniem	bez sygnalizacji	**wskazana przebudowa węzła**	**wskazana przebudowa węzła**
14	Park Traugutta	między skrzyżowaniami	bez sygnalizacji	bez zmian	**wprowadzenie sygnalizacji świetlnej**
15	Most Gdański 03	na moście	bezkolizyjne	bez zmian	bez zmian
16	Wybrzeże Helskie 04	na moście	bezkolizyjne	bez zmian	bez zmian
17	Rondo Starzyńskiego 04	Przed skrzyżowaniem	bez sygnalizacji	bez zmian	bez zmian

7.3.3.2 Węzły wymiany ruchu

Na trasie Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy zidentyfikowano 5 dużych i 4 mniejszej wielkości węzły wymiany ruchu. Ich zestawienie z przedstawieniem powiązań trasy tramwaju z metrem, koleją, tramwajem, autobusem i celami pieszymi zawiera tabela 7.14.

Tabela 7.14 Zestawienie węzłów wymiany ruchu na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy

Nr	Nazwa węzła	Typ węzła	Istotne z uwagi na powiązania				
			z metrem	z koleją	z tramwajem	z autobusem	piesze
1	RONDO STARZYŃSKIEGO	duży	-	+	+	+	+
2	Most Gdański	mały	-	-	-	+	-
3	Park Traugutta	mały	-	-	+	+	-
4	DWORZEC GDAŃSKI	duży	+	+	+	+	-
5	RONDO BABKA	duży	-	-	+	+	+
6	Powązkowska	mały	-	-	-	+	++
7	AL.SOLIDARNOŚCI	duży	-	-	+	+	+
8	Rondo Daszyńskiego	mały	-	-	+	+	-
9	PL. ZAWISZY	duży	-	+	+	+	+

7.3.4 Organizacja i sterowanie ruchem

7.3.4.1 Czas podróży na trasie

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych na kierunku **Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy** (długość trasy: 5,82 km) w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że średnia prędkość komunikacyjna wynosi 14,6 km/h, a łączny średni czas podroży wynosi 1463 sekundy (24 minuty i 23 sekund), w tym:

- średni czas postoju na przystankach: 396 sekund (ok. 27% czasu podróży),
- średni czas jazdy między przystankami (z zatrzymaniami): 1067 sekund (73% czasu podróży) w tym:
  - średni czas wymiany pasażerów: 164 sekundy (ok. 11% czasu podróży),
  - średni czas jazdy (bez zatrzymań): 829 sekund (ok. 57% czasu podróży),
  - średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 470 sekund (32% czasu podróży).

W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono wzrost średnich prędkości komunikacyjnych (15,4 km/h) i zmniejszenie się średniego czasu podróży do 1399 sekund (23 minuty i 19 sekundy), w tym:

- średni czas postoju na przystankach: 293 sekundy (ok. 21% czasu podróży),
- średni czas jazdy między przystankami (z zatrzymaniami): 1106 sekund (79% czasu podróży) w tym:
  - średni czas wymiany pasażerów: 154 sekundy (ok. 11% czasu podróży),
  - średni czas jazdy (bez zatrzymań): 796 sekund (ok. 57% czasu podróży),
  - średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 449 sekund (32% czasu podróży).

Skrócenie czasu podróży w szczycie popołudniowym wynikało ze skrócenia czasu postoju tramwaju na przystankach o 103 sekundy (27%), szybszej jazdy taboru (skrócenie czasu jazdy o 33 sekundy). Skrócenie to nastąpiło pomimo znacznego wzrostu zakłóceń w ruchu wynikających z przejazdów tramwaju przez punkty kolizyjne (wzrost średnich strat czasu o 74 sekundy (ok. 24%).

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych na **kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego** w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że średnia prędkość komunikacyjna wynosi 13,8 km/h, a łączny średni czas podroży jest wyższy niż dla kierunku odwrotnego i wynosi 1520 sekund (25 minut i 20 sekund), w tym:
- średni czas postoju na przystankach: 368 sekund (ok. 24% czasu podróży),
- średni czas jazdy między przystankami (z zatrzymaniami): 1152 sekundy (76% czasu podróży) w tym:
  - średni czas wymiany pasażerów: 178 sekund (ok. 11,5% czasu podróży),
  - średni czas jazdy (bez zatrzymań): 853 sekund (ok. 56% czasu podróży),
  - średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 489 sekund (32% czasu podróży).

W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono wzrost średnich prędkości komunikacyjnych (16,2 km/h) i zmniejszenie się średniego czasu podróży do 1299 sekund (21 minut i 39 sekund), w tym:
- średni czas postoju na przystankach: 317 sekund (ok. 24% czasu podróży),
- średni czas jazdy między przystankami (z zatrzymaniami): 982 sekundy (76% czasu podróży) w tym:
  - średni czas wymiany pasażerów: 169 sekund (ok. 13% czasu podróży),
  - średni czas jazdy (bez zatrzymań): 763 sekund (ok. 59% czasu podróży),
  - średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 367 sekundy (28% czasu podróży).

Skrócenie czasu podróży w szczycie popołudniowym wynikało głównie ze skrócenia czasu występowania zakłóceń w ruchu wynikających z przejazdów tramwaju przez punkty kolizyjne i oczekiwania na zielone światło (zmniejszenie strat czasu o 121 sekund) oraz ze skrócenia czasu jacy (90 sekund).

7.3.4.2 Czasy wymiany pasażerów na przystankach

W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Rondo Starzyńskiego - Plac Zawiszy łączne średnie czasy wymiany pasażerów na przystankach były zbliżone i wynosiły:
- dla kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy, w szczycie porannym – 164s,
- dla kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy, w szczycie popołudniowym – 154s,
- dla kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, w szczycie porannym – 178s,
- dla kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, w szczycie popołudniowym – 169s.

Stąd średni czas wymiany pasażerów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 10,1s-11,7s, przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas wymiany pasażerów wynosił 5s (przystanek Wybrzeże Helskie 04), a najdłuższy 19s (Rondo Starzyńskiego 03 – szczyt poranny). Rozkład czasów wymiany pasażerów na tej trasie wskazuje, że dominuje czas wymiany pasażerów w przedziale do 10s - 62%, a w przedziale od 11 do 20s – 38%.

Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy odbywa się dość sprawnie i nie należy oczekiwać istotnych oszczędności w czasie z tego tytułu po przeprowadzeniu modernizacji.

7.3.4.3 Czas tracony przez tramwaj na przystankach

Przez czas tracony przez tramwaj na przystankach rozumie się czas jaki upływa od momentu zakończenia wymiany pasażerów[3] do chwili ruszenia z przystanku. W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy łączne średnie czasy postoju tramwajów na przystankach były zróżnicowane i wynosiły:

- dla kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy, w szczycie porannym – 396 sekund (w tym 164 sekundy na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy, w szczycie popołudniowym – 293 sekundy (w tym 154 sekundy na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, w szczycie porannym – 368 sekund (w tym 178 sekund na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, w szczycie popołudniowym – 317 sekund (w tym 169 sekund na wymianę pasażerów).

Stąd średni czas postoju tramwajów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 19,3s-26,4s. i był nawet trzykrotnie wyższy niż czas potrzebny na wymianę pasażerów, przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas postoju tramwaju wynosił 8s (przystanek Wybrzeże Helskie 03), a najdłuższy **95s!** (Pl. Zawiszy 13 – szczyt poranny).

Podsumowując należy stwierdzić, że na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy średnie straty czasu wynikające z oczekiwania tramwaju na przystanku na włączenie się do ruchu wynoszą odpowiednio:

- dla kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy, w szczycie porannym – 194s,
- dla kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy, w szczycie popołudniowym – 96s,
- dla kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, w szczycie porannym – 139s,
- dla kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, w szczycie popołudniowym – 101s.

Największe straty czasu na przystankach są odnotowywane:

<u>na kierunku Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, szczyt poranny:</u>

- przystanek Pl. Zawiszy 13 – średnie straty czasu do 77 sekund,
- przystanek Powązkowska 04 – średnie straty czasu do 43 sekund,
- przystanek Rondo Daszyńskiego 05 – średnie straty czasu do 31 sekund,
- przystanek Żytnia 01 – średnie straty czasu do 27 sekund.

<u>na kierunku Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, szczyt popołudniowy:</u>

- przystanek Pl. Zawiszy 13 – średnie straty czasu do 43 sekund,
- przystanek Rondo Daszyńskiego 05 – średnie straty czasu do 24 sekund.

<u>na kierunku Pl. Zawiszy - Rondo Starzyńskiego, szczyt poranny:</u>

- przystanek Powązkowska 03 – średnie straty czasu do 32 sekund,
- przystanek Rondo Daszyńskiego 06 – średnie straty czasu do 31 sekund,
- przystanek Grzybowska 06 – średnie straty czasu do 22 sekund.

[3] Do pomierzonego czasu wymiany pasażerów dodawano 3 sekundy wynikające z konieczności otworzenia i zamknięcia drzwi tramwaju.

na kierunku Pl. Zawiszy - Rondo Starzyńskiego, szczyt popołudniowy:
- przystanek Rondo Daszyńskiego 06 – średnie straty czasu do 37 sekund,
- przystanek Powązkowska 03 – średnie straty czasu do 32 sekund.

W tabelach 7.15 -7.18 zaproponowano wprowadzenie zmian w zakresie sterowania ruchem tramwajów ruszających z przystanku. W tym celu przyjęto następujące założenia:
- jako czas tracony rozumiany jest czas upływający od zamknięcia drzwi do ruszenia tramwaju z przystanku.
- czas wymiany pasażerów jest powiększany o 3 sekundy, czas niezbędny na zamknięcie drzwi tramwaju.
- w przypadku czasu traconego po modernizacji przyjęto:
  - 0s czasu traconego w przypadku gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą, przejściem dla pieszych, przejazdem,
  - 5s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą oraz trasą tramwaju obciążoną ruchem powyżej 20poc./h,
  - 30s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się w ważnym węźle komunikacyjnym i nie dostaje priorytetu.
- po analizie obecnego czasu wymiany pasażerów na przystankach na omawianej trasie zdecydowano się utrzymać te same wartości dla stanu po modernizacji. Należy oczekiwać, że modernizacja trasy zwiększy liczbę pasażerów i wymianę ruchu na przystankach. Jednak wprowadzone nowoczesne rozwiązania w tym nowy typ taboru powinny pozwolić utrzymać dotychczasowe czasy wymiany.

Tabela 7.15 Czas tracony na przystankach, kierunek: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, szczyt poranny

Nr	Przystanek	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		**Typ sterowania**	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
		[s]	[s]		[s]	[s]	
1	Rondo Starzyńskiego 03	22	0	nie wymagane	22	0	-
2	Wybrzeże Helskie 03	11	0	nie wymagane	11	0	-
3	Most Gdański 04	10	0	nie wymagane	10	0	-
4	Park Traugutta 04	14	0	brak sygnalizacji	14	0	bezwzględny
5	Dworzec Gdański 12	15	0	nie wymagane	15	0	-
6	Dworzec Gdański 10	12	0	brak sygnalizacji	12	0	bezwzględny
7	Baseny Inflancka 02	11	0	nie wymagane	11	0	-
8	Powązkowska 04	15	43	sygnalizacja	15	5	warunkowy
9	Niska 03	15	10	sygnalizacja	15	0	bezwzględny
10	Cm. Żydowski 03	12	6	sygnalizacja	12	0	bezwzględny
11	Żytnia 01	15	27	sygnalizacja	15	0	bezwzględny
12	Okopowa 07	14	0	nie wymagane	14	0	-
13	Grzybowska 05	11	0	sygnalizacja	11	0	bezwzględny
14	Rondo Daszyńskiego 05	13	31	sygnalizacja	13	5	warunkowy
15	Pl. Zawiszy 13	18	77	sygnalizacja	18	30	brak
	Łącznie:	208	194		208	40	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**154s**	

Tabela 7.16 Czas tracony na przystankach, kierunek: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		**Typ sterowania**	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
		[s]	[s]		[s]	[s]	
1	Rondo Starzyńskiego 03	13	0	nie wymagane	10	0	-
2	Wybrzeże Helskie 03	8	0	nie wymagane	5	0	-
3	Most Gdański 04	10	1	nie wymagane	7	0	-
4	Park Traugutta 04	11	5	brak sygnalizacji	8	0	bezwzględny
5	Dworzec Gdański 12	11	0	nie wymagane	8	0	-
6	Dworzec Gdański 10	11	0	brak sygnalizacji	8	0	bezwzględny
7	Baseny Inflancka 02	9	0	nie wymagane	6	0	-
8	Powązkowska 04	15	8	sygnalizacja	12	5	warunkowy
9	Niska 03	15	4	sygnalizacja	12	0	bezwzględny
10	Cm. Żydowski 03	15	5	sygnalizacja	12	0	bezwzględny
11	Żytnia 01	15	6	sygnalizacja	12	0	bezwzględny
12	Okopowa 07	15	0	nie wymagane	12	0	-
13	Grzybowska 05	16	1	sygnalizacja	13	0	bezwzględny
14	Rondo Daszyńskiego 05	19	24	sygnalizacja	16	5	warunkowy
15	Pl. Zawiszy 13	16	43	sygnalizacja	13	30	brak
	Łącznie:	199	96		154	40	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**69s**	

Tabela 7.17 Czas tracony na przystankach, kierunek: Pl. Zawiszy –Rondo Starzyńskiego, szczyt poranny

Nr	Przystanek	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		**Typ sterowania**	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
		[s]	[s]		[s]	[s]	
1	Pl. Zawiszy 14	17	1	nie wymagana	17	0	-
2	Rondo Daszyńskiego 06	19	31	sygnalizacja	19	5	warunkowy
3	Grzybowska 06	20	22	sygnalizacja	20	0	bezwzględny-
4	Okopowa 08	13	1	nie wymagane	13	0	-
5	Żytnia 02	13	14	sygnalizacja	13	0	bezwzględny-
6	Dzielna 02	10	8	sygnalizacja	10	0	bezwzględny-
7	Cm. Żydowski 04	14	0	Sygnalizacja	14	0	bezwzględny-
8	Niska 04	17	14	Sygnalizacja	17	0	bezwzględny-
9	Powązkowska 03	12	32	Sygnalizacja	12	5	warunkowy
10	Rondo Babka 07	11	3	nie wymagana	11	0	-
11	Baseny Inflancka 01	11	0	nie wymagana	11	0	-
12	Dw. Gdański 11	12	10	Sygnalizacja	12	0	bezwzględny
13	Dw. Gdański 13	11	1	brak sygnalizacji	11	0	bezwzględny
14	Park Traugutta 05	12	1	brak sygnalizacji	12	0	bezwzględny
15	Most Gdański 03	12	0	nie wymagana	12	0	-
16	Wybrzeże Helskie 04	10	1	nie wymagana	10	0	-
17	Rondo Starzyńskiego 08	14	-		14		-
	Łącznie:	228	139		228	10	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**129s**	

Tabela 7.18 Czas tracony na przystankach, kierunek: Pl. Zawiszy –Rondo Starzyńskiego, szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		**Typ sterowania**	Czas		Priorytet
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	W sygnalizacji
		[s]	[s]		[s]	[s]	
1	Pl. Zawiszy 14	20	0	nie wymagana	20	0	-
2	Rondo Daszyńskiego 06	15	37	sygnalizacja	15	5	warunkowy
3	Grzybowska 06	13	12	sygnalizacja	13	0	bezwzględny-
4	Okopowa 08	16	2	nie wymagane	16	0	-
5	Żytnia 02	18	0	sygnalizacja	18	0	bezwzględny-
6	Dzielna 02	13	8	sygnalizacja	13	0	bezwzględny-
7	Cm. Żydowski 04	13	0	sygnalizacja	13	0	bezwzględny-
8	Niska 04	11	1	sygnalizacja	11	0	bezwzględny-
9	Powązkowska 03	11	32	sygnalizacja	11	5	warunkowy
10	Rondo Babka 07	12	1	nie wymagana	12	0	-
11	Baseny Inflancka 01	9	0	nie wymagana	9	0	-
12	Dw. Gdański 11	11	7	sygnalizacja	11	0	bezwzględny
13	Dw. Gdański 13	12	0	brak sygnalizacji	12	0	bezwzględny
14	Park Traugutta 05	12	0	brak sygnalizacji	12	0	bezwzględny
15	Most Gdański 03	11	0	nie wymagana	11	0	-
16	Wybrzeże Helskie 04	8	1	nie wymagana	8	0	-
17	Rondo Starzyńskiego 08	17	0		17		-
Łącznie:		222	101		222	10	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**91s**	

Podsumowując należy stwierdzić, że dzięki zastosowaniu sterowania ruchem jest możliwe uzyskanie redukcji strat czasu przy ruszaniu tramwaju z przystanków na poziomie:

- na kierunku Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, w godzinie szczytu porannego do 154s,
- na kierunku Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, w godzinie szczytu popołudniowego do 69s,
- na kierunku Pl. Zawiszy- Rondo Starzyńskiego, w godzinie szczytu porannego do 129s,
- na kierunku Pl. Zawiszy- Rondo Starzyńskiego, w godzinie szczytu popołudniowego do 91s,

Uzyskanie takiego efektu wymaga:

- wprowadzenia nowej sygnalizacji świetlnej na dwóch przejazdach przez ul. Słomińskiego przy przystankach Park Traugutta 04 i 05 – z bezwzględnym priorytetem dla tramwaju,
- wprowadzenia nowej sygnalizacji świetlnej na przejeździe przez ul. Słomińskiego przy przystanku Dworzec Gdański 10 z bezwzględnym priorytetem dla tramwaju,
- zmian w sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach tramwaju z ulicami: Stawki, Anielewicza, Żytnią, Grzybowską, Srebrną - z przyznaniem bezwzględnego priorytetu dla tramwaju,
- zmian w sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach tramwaju z ulicami: Powązkowską, i Kasprzaka - z przyznaniem warunkowego priorytetu dla tramwaju.
- Zmian w sygnalizacji świetlnej na przejściach dla pieszych w sąsiedztwie przystanków Niska i Dzielna – z przyznaniem bezwzględnego priorytetu dla tramwaju.

7.3.4.4 Czasy tracony przez na odcinkach trasy

W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Rondo Starzyńskiego - Plac Zawiszy łączny średni czas tracony na odcinkach (skrzyżowania przejazdy, przejścia dla pieszych) wynosi:

- dla kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy, w szczycie porannym – 238 sekund,
- dla kierunku Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy, w szczycie popołudniowym – 312 sekund,
- dla kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, w szczycie porannym – 299 sekund,
- dla kierunku Plac Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, w szczycie popołudniowym – 219 sekund.

Największe straty czasu na odcinkach trasy są odnotowywane:

<u>na kierunku Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy:</u>

- przy przejeździe przez Al. Solidarności: średnio od 91-162 sekund,
- przy przejeździe przez Rondo Babka: średnio od 45-76 sekund,
- przy przejeździe przez Rondo Daszyńskiego: średnio od 40-52 sekund,
- przy przejeździe przez ul. Powązkowską: średnio 22 sekundy,
- przy przejeździe przez Pl. Zawiszy: średnio od 14-18 sekund.

<u>na kierunku Pl. Zawiszy-Rondo Starzyńskiego:</u>

- przy przejeździe przez Al. Solidarności: średnio od 62-132 sekund,
- przy przejeździe przez Pl. Zawiszy: średnio od 34-61 sekund,
- przy przejeździe przez Rondo Babka: średnio od 38-47 sekund,
- przy przejeździe przez ul. Leszno: średnio od 27-39 sekund,
- przy przejeździe przez ul. Dzielną: średnio 27-28 sekund.

W tabelach 7.18 -7.21 przedstawiono proponowane zmiany w zakresie sterowania ruchem tramwajów na odcinkach trasy (przy przejazdach przez skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych). Niektóre z rozwiązań pokrywają się z rozwiązaniami proponowanymi dla ograniczenia strat czasu na przystankach. Przyjęto następujące założenia:

- 0s czasu traconego w przypadku gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą, przejściem dla pieszych, przejazdem,
- 5s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą oraz trasą tramwaju obciążoną ruchem powyżej 20poc./h,
- 30s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się w ważnym węźle komunikacyjnym i nie dostaje priorytetu.

Tabela 7.19 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, szczyt poranny

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
Nr	Punkt kolizyjny	Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
2	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
3	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
4	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
5	Rondo Babka	45	NIE	5	TAK	warunkowy
6	Powązkowska	22	TAK	0	TAK	warunkowy
7	Stawki	8	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Anielewicza	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
9	Żytnia	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Leszno	9	TAK	0	TAK	bezwzględny
11	Al. Solidarności	91	TAK	30	TAK	brak
12	Chłodna	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
13	Grzybowska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
14	Rondo Daszyńskiego	40	TAK	0	TAK	warunkowy
15	Srebrna	9	TAK	0	TAK	bezwzględny
16	Pl. Zawiszy	14	TAK	0	TAK	brak
	Łącznie:	238		35		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**203s**		

Tabela 7.20 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, szczyt popołudniowy

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
Nr	Punkt kolizyjny	Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
2	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
3	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
4	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
5	Rondo Babka	76	NIE	5	TAK	warunkowy
6	Powązkowska	0	TAK	0	TAK	warunkowy
7	Stawki	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Anielewicza	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
9	Żytnia	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Leszno	4	TAK	0	TAK	bezwzględny
11	Al. Solidarności	162	TAK	30	TAK	brak
12	Chłodna	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
13	Grzybowska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
14	Rondo Daszyńskiego	52	TAK	0	TAK	warunkowy
15	Srebrna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
16	Pl. Zawiszy	18	TAK	0	TAK	brak
	Łącznie:	312		35		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**277s**		

Tabela 7.21 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Pl. Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, szczyt poranny

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
Nr	Punkt kolizyjny	Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Plac Zawiszy	61	TAK	30		brak
2	Srebrna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Rondo Daszyńskiego	0	TAK	5	TAK	warunkowy
4	Grzybowska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
5	Chłodna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
6	Al. Solidarności	132	TAK	30	TAK	brak
7	Leszno	27	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Żytnia	O	NIE	0	TAK	bezwzględny
9	Dzielna	27	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Anielewicza	14	TAK	0	TAK	bezwzględny
11	Stawki	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
12	Powązkowska	0	TAK	5	TAK	warunkowy
13	Rondo Babka	38	NIE	5	TAK	warunkowy
14	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
15	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
16	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
17	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	299		70		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**229s**		

Tabela 7.22 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Pl. Zawiszy-Rondo Starzyńskiego, szczyt popołudniowy

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
Nr	Punkt kolizyjny	Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Plac Zawiszy	34	TAK	30		brak
2	Srebrna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Rondo Daszyńskiego	0	TAK	5	TAK	warunkowy
4	Grzybowska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
5	Chłodna	1	TAK	0	TAK	bezwzględny
6	Al. Solidarności	62	TAK	30	TAK	brak
7	Leszno	39	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Żytnia	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
9	Dzielna	28	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Anielewicza	8	TAK	0	TAK	bezwzględny
11	Stawki	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
12	Powązkowska	0	TAK	5	TAK	warunkowy
13	Rondo Babka	47	NIE	5	TAK	warunkowy
14	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
15	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
16	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
17	Słomińskiego przejazd	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	219		70		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**149s**		

7.3.5 Kolizje tramwaju z relacjami skrętnymi ruchu samochodowego

Zapewnienie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy oraz wykorzystanie w pełni zalet torowiska wydzielonego z jezdni wymaga także istotnego ograniczenia kolizji tramwaju z ruchem na relacjach prawo i lewoskrętów na ulicach

biegnących równolegle do trasy tramwaju. Ograniczenie to może zostać wprowadzone poprzez:
- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach - wydzielenie pasów dla pojazdów skręcających w prawo i w lewo oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji,
- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach – zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo,
- wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji – zastosowanie sygnalizacji wielofazowej z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych.

Poniżej, w tabeli 7.23 przedstawiono zestawienie 8 punktów kolizji tramwaju z relacjami ruchu na skrętach w prawo i w lewo, identyfikację problemu oraz propozycje modyfikacji w zakresie geometrii skrzyżowań i sterowania ruchem. Szczegółowe rozwiązania w każdym z wymienionych przypadków powinny zostać opracowane w ramach studium wykonalności modernizacji tras.

Tabela 7.23 Zestawienie punktów kolizji tramwaju z relacjami ruchu na skrętach

Lp.	Nazwa ulicy poprzecznej	Identyfikacja problemu – punkt kolizyjny	Propozycja modyfikacji
1	Powązkowska	• Lewy skręt (z dwóch pasów ruchu) z ul. Okopowej (kierunek do Ronda Babka) w ul. Powązkowską	• Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
2	Anielewicza	• Lewy skręt z ul. Okopowej w ul. Anielewicza • Zawracanie na ul. Okopowej	• Wydzielony pas dla skrętu w lewo na ul. Okopowej. • Zakaz zawracania na ul. Okopowej dla relacji od centrum • Zawężenie północnego wlotu ulicy Okopowej dla ruchu na wprost do dwóch pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętu w lewo
3	Żytnia	• Lewy skręt z Okopowej (kierunek do centrum) w ul. Żytnią	• Wydzielony pas dla skrętu w lewo na ul. Okopowej. • Zawężenie północnego wlotu ulicy Okopowej dla ruchu na wprost do dwóch pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętu w lewo
4	Leszno	• Lewy skręt z Okopowej (kierunek do centrum) w ul. Leszno	• Wydzielony pas dla skrętu w lewo na ul. Okopowej. • Zawężenie północnego wlotu ulicy Okopowej dla ruchu na wprost do dwóch pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętu w lewo
5	Al. Solidarności	• Lewe skręty z ul. Okopowej	• Przebudowa skrzyżowania w rondo z ruchem kierowanym sygnalizacją świetlną
6	Chłodna	• Lewy skręt z ul. Towarowej (kierunek od centrum) w ul. Chłodną • Lewy skręt z ul. Towarowej (kierunek od centrum) w ul. Chłodną	• Wydzielony pas dla skrętów w lewo na obu wlotach ul. Towarowej. • Zawężenie wlotów ulicy Towarowej dla ruchu na wprost do 2 pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów

Tab. 7.23 c.d.

7	Grzybowska	• Lewy skręt z ul. Towarowej (kierunek od centrum) w ul. Grzybowską • Lewy skręt z ul. Towarowej (kierunek od centrum) w ul. Grzybowską	• Wydzielony pas dla skrętów w lewo na obu wlotach ul. Towarowej. • Zawężenie wlotów ulicy Towarowej dla ruchu na wprost do 2 pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
8	Srebrna	• Zawracanie na ul. Towarowej (kierunek od centrum)	• Wydzielony pas dla skrętów w lewo na południowym wlocie ul. Towarowej. • Zawężenie wlotu ulicy Towarowej dla ruchu na wprost do 2 pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla zawracania

7.3.6 Podsumowanie

W tabeli 7.24 i na rys. 7.2 przedstawiono zbiorcze zestawienie zmian dotyczących sterowania ruchem dla trasy Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy.

Tabela 7.24 Zbiorcze zestawienie zmian w sterowaniu ruchem: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy

Nr	Punkt kolizyjny	Sterowanie w stanie istniejącym	Sterowanie po modernizacji	Rodzaj priorytetu dla tramwaju
1	Słomińskiego przejazd 1	NIE	TAK	bezwzględny
2	Słomińskiego przejazd 2	NIE	TAK	bezwzględny
3	Słomińskiego przejazd 3	NIE	TAK	bezwzględny
4	Słomińskiego przejazd 4	NIE	TAK	bezwzględny
5	Rondo Babka	NIE	TAK	warunkowy
6	Powązkowska	TAK	TAK	warunkowy
7	Stawki	TAK	TAK	bezwzględny
8	Niska – przejście	TAK	TAK	bezwzględny
9	Anielewicza	TAK	TAK	bezwzględny
10	Dzielna	TAK	TAK	bezwzględny
11	Żytnia	TAK	TAK	bezwzględny
12	Leszno	TAK	TAK	bezwzględny
13	Al. Solidarności	TAK	TAK	brak
14	Chłodna	NIE	TAK	bezwzględny
15	Grzybowska	TAK	TAK	bezwzględny
16	Rondo Daszyńskiego	TAK	TAK	warunkowy
17	Srebrna	TAK	TAK	bezwzględny
18	Towarowa przejazd 5	N IE	TAK	bezwzględny
19	Pl. Zawiszy	TAK	TAK	brak

W tabeli 7.25 przedstawiono zestawienie obliczonych redukcji strat czasu na przystankach i w punktach kolizyjnych tras.

Tabela 7.25 Zestawienie obliczonych redukcji strat czasu na przystankach i w punktach kolizyjnych tras

	Stan istniejący			Stan po modernizacji			
	Czas tracony		Suma strat czasu	Czas tracony		Suma strat czasu	Redukcja strat czasu
	Na przystankach	Na odcinkach		Na przystankach	Na odcinkach		
	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy							
szczyt poranny	194	238	432	40	35	75	**357**
szczyt popołudniowy	96	312	408	40	35	75	**333**
Pl. Zawiszy-Rondo Starzyńskiego							
szczyt poranny	139	299	438	10	70	80	**358**
szczyt popołudniowy	101	219	320	10	70	80	**240**

Zaproponowane zmiany w zakresie sterowania ruchem wzdłuż trasy tramwajowej będą wpływać korzystnie na ograniczenie strat czasu zarówno godzinach ruchu szczytowego jak też w godzinach międzyszczytowych. Oznaczać to będzie, że czas podróży pasażerów na analizowanej trasie będzie w ciągu całego dnia zbliżony.

W tabeli 7.26 przedstawiono porównanie średnich prędkości komunikacyjnych na analizowanej trasie tramwajowej przed i po modernizacji.

Tabela 7.26 Porównanie zmian średnich prędkości komunikacyjnych na trasie tramwajowej

	Średnia prędkość tramwaju na trasie w stanie istniejącym[4]	Średnia prędkość tramwaju na trasie po redukcji strat czasu	Wartość podwyższenia prędkości w wyniku redukcji strat czasu
Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy			
szczyt poranny	14, 6 km/h	19 km/h	4,4 km/h (wzrost o 23%)
szczyt popołudniowy	15,4 km/h	19,7 km/h	4,3 km/h (wzrost o 22%)
Pl. Zawiszy-Rondo Starzyńskiego			
szczyt poranny	13,8 km/h	18 km/h	4,2 km/h (wzrost o 23%)
szczyt popołudniowy	16,2 km/h	19,7 km/h	3,5 km/h (wzrost o 18%)

Wprowadzenie sterowania ruchem wzdłuż analizowanej trasy tramwajowej oprócz oszczędności wynikających z ograniczenia strat czasu na skutek zatrzymań, przyczyni się także do ograniczenia strat czasu tramwaju wynikających z częstego hamowania i przyspieszania. To w połączeniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru powinno przyczynić się do podniesienia średniej prędkości jazdy na odcinkach.
Przeprowadzone obliczenia wskazują, że możliwe jest osiągnięcie oszczędności w tym względzie na poziomie 21-28%, co w połączeniu z redukcją strat czasu na przystankach oraz

[4] Prędkości średnie uzyskane w trakcie pomiarów na trasie tramwajowej Rondo-Starzyńskiego - Pl. Zawiszy są niższe niż prędkości komunikacyjne podawane przez ZTM w Warszawie (średnie na linii nr 1 – 19,97 km/h, a na linii nr 29 – 18,13 km/h. Należy jednak zaznaczyć, że pomiary zostały wykonane w godzinie szczytu, w tedy gdy warunki ruchu tramwajów były najmniej korzystne, a dane podawane przez ZTM dotyczą całej linii w tym odcinków poza centrum, gdzie liczba kolizji tramwaju z otoczeniem, a tym samym straty czasu są mniejsze.

w punktach kolizyjnych pozwoli na osiągnięcie na analizowanej trasie średniej prędkości komunikacyjnej na poziomie 25 km/h.

Porównanie średnich prędkości jazdy na odcinkach w stanie istniejącym i zalecenia w odniesieniu do prędkości na trasie po modernizacji przedstawiono w tabeli 7.27.

Tabela 7.27 Porównanie średnich prędkości jazdy na odcinkach przed i po modernizacji.

	Średni czas jazdy bez zatrzymań (w stanie istniejącym)	Średnia prędkość tramwaju na odcinkach (w stanie istniejącym)	Średnia prędkość komunikacyjna		Niezbędna średnia prędkość jazdy na odcinkach (po modernizacji)
			(po redukcji strat czasu)	(po redukcji strat czasu i zwiększeniu prędkości odcinkowej	
Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy					
szczyt poranny	829 s	25,3 km/h	19 km/h	25 km/h	37,5 km/h wzrost o 24%
szczyt popołudniowy	796 s	26,3 km/h	19,7 km/h	25 km/h	37 km/h wzrost o 22%
Pl. Zawiszy-Rondo Starzyńskiego					
szczyt poranny	853 s	24,6 km/h	18 km/h	25 km/h	40,1 km/h wzrost o 28%
szczyt popołudniowy	763 s	27,5 km/h	19,7 km/h	25 km/h	39,2 km/h wzrost o 21%

7.4 Trasa: Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka

7.4.1 Organizacja ruchu tramwajowego w tym kolizje i priorytety w ruchu ulicznym.

Trasa tramwajowa Potocka - Rakowiecka na całym ciągu posiada dwa tory oraz przebiega na wydzielonym torowisku. Na odcinku Potocka – Metro Pole Mokotowskie (skrzyżowanie Al. Niepodległości i ul. Rakowieckiej) torowisko jest usytuowane w osi jezdni i co za tym idzie kolizje tramwaju z ruchem samochodowym występują jedynie na skrzyżowaniach oraz przejazdach. Analiza przebiegu trasy wskazuje, że na kierunku Potocka-Rakowiecka występuje 18 przystanków oraz 42 punkty kolizyjne w tym 23 sterowane sygnalizacją świetlną, a na kierunku Rakowiecka - Potocka występuje 17 przystanków i 40 punktów kolizyjnych, w tym 23 sterowane z sygnalizacją świetlną. Zestawienie elementów trasy przedstawiono w tabelach 7.28 i 7.29.

Tabela 7.28. Zestawienie elementów trasy tramwajowej Potocka-Rakowiecka

	Nazwa przystanku	**Nazwa ulicy**	**Rodzaj kolizji**	**Sterowanie ruchem**
1	Potocka - pętla		Wyjazd z pętli tramwajowej	brak sygnalizacji
2	Potocka 03			
3	-	Słowackiego	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi	z sygnalizacją
4	-	Słowackiego	Przecięcie ul. Słowackiego	z sygnalizacją
5	-	Popiełuszki	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
6	-	Popiełuszki	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
7	Popiełuszki 03			
8	-	Popiełuszki	Skrzyżowanie z ul. Krasińskiego	z sygnalizacją
9	-	Popiełuszki	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
10	Pl. Grunwaldzki 03			
11	-	Pl. Grunwaldzki	Skrzyżowanie z u. Broniewskiego	z sygnalizacją
12	-	Pl. Grunwaldzki	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi	z sygnalizacją
13	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ulicami Słomińkiego i Okopową (wlot na rondo)	brak sygnalizacji
14	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi z ulic Słomińskiego i Okopowej (na rondzie)	brak sygnalizacji
15	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ulicami Słomińkiego i Okopową (wylot z ronda)	brak sygnalizacji
16	Rondo Babka 05			
17	-	Al. Jana Pawła II	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
18	-	Al. Jana Pawła II	Przejazd dla samochodów nr 1	brak sygnalizacji
19	Stawki 05			
20	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Stawki oraz torami tramwajowymi	z sygnalizacją
21	Anielewicza 05			
22	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Anielewicza	z sygnalizacją
23	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Nowolipki	z sygnalizacją
24	Nowolipki 05			
25	-	Al. Jana Pawła II	Przejazd dla samochodów nr 2	brak sygnalizacji
26	-	Al. Jana Pawła II	Przejazd dla samochodów nr 3	brak sygnalizacji
27	Kino Femina 09			
28	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z Al. Solidarności oraz torami tramwajowymi	z sygnalizacją
29	-	Al. Jana Pawła II	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
30	-	Al. Jana Pawła II	Przejazd dla samochodów nr 4	brak sygnalizacji

Tab. 7.28 c.d.

31	Hala Mirowska 03			
32	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Elektoralną	z sygnalizacją
33	-	Al. Jana Pawła II	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
34	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Grzybowską	z sygnalizacją
35	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ulicami Prostą i Świętokrzyską (wlot na rondo)	z sygnalizacją
36	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi z ulicy Prostej (na rondzie)	z sygnalizacją
37	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ulicami Prostą i Świętokrzyską (wylot z ronda)	z sygnalizacją
38	Rondo ONZ 03			
39	Dw. Centralny 09			
40	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z Al. Jerozolimskimi (wlot na rondo)	z sygnalizacją
41	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi w Al. Jerozolimskich (na rondzie)	z sygnalizacją
42	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z Al. Jerozolimskimi (wylot z ronda)	brak sygnalizacji
43	Koszykowa 03			
44	-	Chałubińskiego	Skrzyżowanie z ul. Koszykową	z sygnalizacją
45	Nowowiejska 03			
46	-	Al. Niepodległości	Skrzyżowanie z ul. Nowowiejską i torami tramwajowymi	z sygnalizacją
47	-	Al. Niepodległości	Skrzyżowanie z Trasą Łazienkowską	z sygnalizacją
48	GUS 03			
49	-	Al. Niepodległości	Przejazd dla samochodów nr 5	brak sygnalizacji
50	Biblioteka Narodowa 03			
51	-	Al. Niepodległości	Skrzyżowanie z ul. Batorego	z sygnalizacja
52	Metro Pole Mokotowskie 03			
53	-	Al. Niepodległości	Skrzyżowanie z ul. Rakowiecką i przecięcie zachodniej jezdni Al. Niepodległości	z sygnalizacją
54	-	Rakowiecka	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
55	-	Rakowiecka	Przejazd nr 6	brak sygnalizacji
56	-	Rakowiecka	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
57	Rakowiecka-SGGW 03			
58	-	Rakowiecka	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
59	-	Rakowiecka	Wjazd na pętlę tramwajową	brak sygnalizacji
60	Rakowiecka - pętla			

Tabela 7.29 Zestawienie elementów trasy tramwajowej Rakowiecka - Potocka

	Nazwa przystanku	**Nazwa ulicy**	**Rodzaj kolizji**	**Sterowanie ruchem**
1	Rakowiecka - pętla			
2	-	Rakowiecka	Wyjazd z pętli tramwajowej	brak sygnalizacji
3	-	Rakowiecka	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
4	Rakowiecka-SGGW 04			
5	-	Rakowiecka	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
6	-	Rakowiecka	Przejazd 6	brak sygnalizacji
7	-	Rakowiecka	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
8	-	Rakowiecka	Skrzyżowanie z ul. Rakowiecką i przecięcie zachodniej jezdni Al. Niepodległości	z sygnalizacją
9	Metro Pole Mokotowskie 04			
10	-	Al. Niepodległości	Skrzyżowanie z ul. Batorego	z sygnalizacją
11	Biblioteka Narodowa 04			
12	-	Al. Niepodległości	przejazd dla samochodów nr 5	brak sygnalizacji
13	GUS 04			
14	-	Al. Niepodległości	Skrzyżowanie z Trasą Łazienkowską	z sygnalizacją
15	Nowowiejska 04			
16	-	Al. Niepodległości	Skrzyżowanie z ul. Nowowiejską i torami tramwajowymi	z sygnalizacją
17	Koszykowa 04			
18	-	Chałubińskiego	Skrzyżowanie z ul. Koszykową	z sygnalizacją
19	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z Al. Jerozolimskimi (wlot na rondo)	z sygnalizacją
20	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi w Al. Jerozolimskich (na rondzie)	z sygnalizacją
21	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z Al. Jerozolimskimi (wylot z ronda)	brak sygnalizacji
22	Dw. Centralny 10			
23	Rondo ONZ 04			
24	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ulicami Prostą i Świętokrzyską (wlot na rondo)	z sygnalizacją
25	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi z ulicy Prostej (na rondzie)	z sygnalizacją
26	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ulicami Prostą i Świętokrzyską (wylot z ronda)	z sygnalizacją
27	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Grzybowską	z sygnalizacją
28	Hala Mirowska 04			
29	-	Al. Jana Pawła II	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
30	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Elektoralną	z sygnalizacją
31	-	Al. Jana Pawła II	przejazd dla samochodów nr 4	brak sygnalizacji
32	-	Al. Jana Pawła II	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
33	Kino Femina 10			
34	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z Al. Solidarności oraz torami tramwajowymi	z sygnalizacją
35	-	Al. Jana Pawła II	przejazd dla samochodów nr 3	brak sygnalizacji
36	-	Al. Jana Pawła II	przejazd dla samochodów nr 2	brak sygnalizacji
37	Nowolipki 06			
38	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Nowolipki	z sygnalizacją

Tabela 7.29 c.d.

39	Anielewicza 06			
40	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Anielewicza	z sygnalizacją
41	Stawki 06			
40	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ul. Stawki oraz torami tramwajowymi	z sygnalizacją
41	-	Al. Jana Pawła II	przejazd dla samochodów nr 1	brak sygnalizacji
42	-	Al. Jana Pawła II	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
43	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ulicami Słomińkiego i Okopową (wlot na rondo)	brak sygnalizacji
44	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi z ulic Słomińkiego i Okopowej (na rondzie)	brak sygnalizacji
45	-	Al. Jana Pawła II	Skrzyżowanie z ulicami Słomińkiego i Okopową (wylot z ronda)	brak sygnalizacji
46	Rondo Babka 06			
47	-	Pl. Grunwaldzki	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi	z sygnalizacją
48	-	Pl. Grunwaldzki	Skrzyżowanie z u. Broniewskiego	z sygnalizacją
49	Pl. Grunwaldzki 04			
50	-	Popiełuszki	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
51	Popiełuszki 04			
52	-	Popiełuszki	Skrzyżowanie z ul. Krasińskiego	z sygnalizacją
53	-	Popiełuszki	Przejście dla pieszych	z sygnalizacją
54	-	Popiełuszki	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
55	-	Słowackiego	Przecięcie ul. Słowackiego	z sygnalizacją
56	-	Słowackiego	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi	z sygnalizacją
57	Potocka 04			
58		Słowackiego	Wjazd na pętlę tramwajową	brak sygnalizacji
59	Potocka - pętla			

Priorytety w ruchu tramwajów na trasie Potocka - Rakowiecka wynikają głównie z istnienia wydzielonego (w stosunku do jezdni) torowiska. Na trasie występują jednak liczne punkty kolizyjne, które chociaż w większości sterowane sygnalizacją wywołują straty czasu w ruchu tramwajów. Straty te wynikają z braku zabezpieczenia ruchu tramwajów w punktach kolizyjnych nie wyposażonych w sygnalizację świetlną oraz z braku priorytetów dla tramwaju w sygnalizacji świetlnej.

7.4.2 Powiązanie przystanków tramwajowych z zagospodarowaniem przestrzennym

Zagospodarowanie przestrzenne wzdłuż trasy tramwajowej Potocka - Rakowiecka ma zmienny charakter. Trasa tramwajowa nie wchodzi w kolizje z obiektami o znaczeniu przyrodniczym lub historycznym oraz nie wchodzi w kolizje ani nie przecina obszarów przyrodniczo i historycznie cennych lub chronionych.

W punkcie początkowym trasy (Potocka) występuje ważny punkt przesiadkowy dla kierunków podróżowania do centrum, na Bielany, do Łomianek oraz na prawą stronę Wisły ze szczególnym uwzględnieniem Bródna i Tarchomina. Powiązanie z przystankami tramwajowymi następuje poprzez podziemne przejścia dla pieszych. Po zachodniej stronie ul. Słowackiego występuje koncentracja obiektów handlowych: Hali Marymonckiej i sporego targowiska typu bazarowego.

Na odcinku ul. Popiełuszki pomiędzy ul. Słowackiego a Pl. Grunwaldzkim trasa przebiega wzdłuż wysokiej zabudowy mieszkaniowej. Dalej trasa tramwajowa przebiega przez wiadukt nad linią kolejową. Na tym odcinku występuje brak zabudowy. Pomiędzy Rondem Babka, a

Rondem ONZ występuje zabudowa wysoka mieszkaniowa oraz obiekty handlowo-usługowe i liczne biura.
Na odcinku od Ronda ONZ do Trasy Łazienkowskiej („Ł") nie występuje gęsta zabudowa mieszkaniowa natomiast dominują obiekty użyteczności publicznej, budynki Politechniki Warszawskiej oraz liczne biura i małe obiekty handlowe. Trasa przebiega także w bezpośrednim sąsiedztwie kolejowego Dworca Centralnego.
Na odcinku od Trasy „Ł" do ul. Batorego, trasa tramwaju sąsiaduje z parkiem Pole Mokotowskie oraz obiektami użyteczności publicznej.
Na odcinku od ul. Batorego do pętli Rakowiecka wzdłuż trasy występuje gęsta i wysoka zabudowa mieszkaniowa oraz obiekty akademickie (SGH i SGGW).

Wśród najważniejszych obiektów generujących ruch pasażerski, położonych wzdłuż trasy należy wymienić:
- w rejonie pętli Potocka – Hala Marymoncka, duże targowisko, szkoły, warsztaty MZA,
- w rejonie przystanków Stawki, Anielewicza i Nowolipki – duże osiedle mieszkaniowe o zabudowie wysokiej,
- w rejonie przystanków Kino Femina – koncentracja obiektów handlowych, biurowych oraz usługowych,
- w rejonie przystanków Hala Mirowska – Hala Mirowska, duże targowisko, obiekty biurowe,
- w rejonie przystanków Rondo ONZ – duże skupisko obiektów biurowych i handlowych,
- w rejonie przystanków Dworzec Centralny – dworzec kolejowy Warszawa Centralna, stacja końcowa WKD, hotele, obiekty biurowe,
- w rejonie przystanków Koszykowa i Nowowiejska – obiekty Politechniki Warszawskiej, szpital,
- w rejonie przystanku GUS – budynek Głównego Urzędu Statystycznego,
- w rejonie przystanku Biblioteka Narodowa – obiekty Biblioteki Narodowej i Urzędu Patentowego,
- w rejonie przystanku Metro Pole Mokotowskie – uczelnie SGH i SGGW,
- w rejonie przystanku Rakowiecka-SGGW – osiedla mieszkaniowe,

Szczegółowe dane o zagospodarowaniu wzdłuż trasy przedstawiono w rozdziale 4.

7.4.3. Węzły wymiany ruchu na trasie Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka

7.4.3.1 Przystanki

W tabeli 7.30 przedstawiono wyniki analizy usytuowania przystanków na trasie oraz sposobu zabezpieczenia dojść pieszych. W tabeli przedstawiono także propozycje zmian w tym zakresie, np. poprzez postulowanie wprowadzenia sygnalizacji świetlnej.
Przeprowadzone analizy wskazują, że usytuowanie przystanków wzdłuż trasy Potocka - Rakowiecka jest poprawne. Biorąc pod uwagę zagospodarowanie przestrzenne, nie stwierdzono szczególnych potrzeb w zakresie wprowadzenia dodatkowych przystanków.

Zaleca się jednak rozważenie celowości przeniesienia przystanku Rondo Babka (na kierunku do Potockiej przed rondo) w celu skrócenia dojść pieszych do zabudowy wysokiej i ułatwienia sterowania ruchem tramwajów.

Tabela 7.30 Analiza usytuowania przystanków i dojść pieszych

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**	
	Nazwa przystanku	Położenie platformy przystankowej	Dojście piesze – przejście	Położenie platformy przystankowej	Dojście piesze – przejście
Kierunek: Potocka – Rakowiecka					
1	Potocka 03	przed skrzyżowaniem	poprzez przejście podziemne i od strony Parku Kaskada bez sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
2	Popiełuszki 03	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
3	Pl. Grunwaldzki 03	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
4	Rondo Babka 05	przed skrzyżowaniem	brak sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
5	Stawki 05	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
6	Anielewicza 05	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
7	Nowolipki 05	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
8	Kino Femina 09	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
9	Hala Mirowska 03	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
10	Rondo ONZ 03	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
11	Dw. Centralny 09	przed skrzyżowaniem	poprzez przejście podziemne	bez zmian	bez zmian
12	Koszykowa 03	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
13	Nowowiejska 03	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
14	GUS 03	za skrzyżowaniem	poprzez przejście podziemne	bez zmian	bez zmian
15	Biblioteka Narodowa 03	między skrzyżowaniami	Poprzez kładkę	bez zmian	bez zmian
16	Metro Pole Mokotowskie 03	przed skrzyżowaniem	poprzez przejście podziemne	bez zmian	bez zmian
17	Rakowiecka-SGGW 03	między skrzyżowaniami	brak sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
Kierunek: Rakowiecka – Potocka					
1	Rakowiecka-SGGW 04	między skrzyżowaniami	brak sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
2	Metro Pole Mokotowskie 04	za skrzyżowaniem	poprzez przejście podziemne	bez zmian	bez zmian
3	Biblioteka Narodowa 04	między skrzyżowaniami	poprzez kładkę	bez zmian	bez zmian
4	GUS 04	przed skrzyżowaniem	poprzez przejście podziemne	bez zmian	bez zmian
5	Nowowiejska 04	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
6	Koszykowa 04	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
7	Dw. Centralny 10	za skrzyżowaniem	poprzez przejście podziemne	bez zmian	bez zmian
8	Rondo ONZ 04	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian

Tab. 7.30 c.d.

9	Hala Mirowska 04	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
10	Kino Femina 10	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
11	Nowolipki 06	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
12	Anielewicza 06	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
13	Stawki 06	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
14	Rondo Babka 06	za skrzyżowaniem	brak sygnalizacji	rozważyć przesunięcie przystanku przed skrzyżowanie	bez zmian
15	Pl. Grunwaldzki 04	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
16	Popiełuszki 04	Przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
17	Potocka 04	za skrzyżowaniem	poprzez przejście podziemne i od strony Parku Kaskada bez sygnalizacji	bez zmian	bez zmian

Średnia odległość międzyprzystankowa w kierunku do centrum wynosi 495,8 m, a w kierunku do pętli Potocka 497,4 m. Są to znaczne odległości, które przy wprowadzeniu priorytetów w ruchu tramwajowym pozwalają na uzyskanie wysokich prędkości komunikacyjnych.

7.4.3.2 Węzły wymiany ruchu

Na trasie Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka zidentyfikowano 6 dużych i 8 mniejszej wielkości węzłów wymiany ruchu. Ich zestawienie z przedstawieniem powiązań trasy tramwaju z metrem, koleją, tramwajem, autobusem i celami pieszymi zawiera tabela 7.31

Tab. 7.31 Zestawienie węzłów wymiany ruchu na trasie Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka

Nr	Nazwa węzła	Typ węzła	Istotne z uwagi na powiązania				
			z metrem	z koleją	z tramwajem	z autobusem	piesze
1	POTOCKA*	duży	-/+	-	+	+	+
2	Popiełuszki	mały	-	-	-	+	-
3	Pl. Grunwaldzki	mały	-	-	+	+	+
4	RONDO BABKA	duży	-	-	+	+	-
5	Stawki	mały	-	-	-	+	-
6	Anielewicza	mały	-	-	-	+	+
7	Nowolipki	mały	-	-	-	+	-
8	AL.SOLIDARNOŚCI	duży	-	-	+	+	+
9	RONDO ONZ**	duży	-/+	-	+	+	+
10	DW. CENTRALNY	duży	-	+	+	+	+
11	Koszykowa	mały	-	-	-	+	+
12	Nowowiejska	mały	-	-	+	-	+
13	GUS	mały	-	-	-	+	-
14	METRO POLE MOKOTOWSKIE***	duży	+	-	-/+	+	+

* - Planowane powiązanie z I linią metra
** - Planowane powiązanie z II linią metra
*** - Planowane powiązanie z linią szybkiego tramwaju Bemowo-Wilanów

7.4.4 Organizacja i sterowanie ruchem

7.4.4.1 Czas podróży na trasie

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych na kierunku **Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka** (długość trasy: 7,93 km) w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że średnia prędkość komunikacyjna wynosi 16,4 km/h, a łączny średni czas podroży wynosi 1742 sekund (29 minut i 2 sekundy), w tym:
- średni czas postoju na przystankach: 486 sekund (ok. 28% czasu podróży),
- średni czas jazdy między przystankami (z zatrzymaniami): 1256 sekund (72% czasu podróży) w tym:
  - średni czas wymiany pasażerów: 225 sekund (ok. 13% czasu podróży),
  - średni czas jazdy (bez zatrzymań): 1119 sekund (ok. 64% czasu podróży),
  - średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 350 sekund (20% czasu podróży).

W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono niewielki wzrost średnich prędkości komunikacyjnych (16,8 km/h) i zmniejszenie się średniego czasu podróży do 1700 sekund (28 minut i 20 sekund), w tym:
- średni czas postoju na przystankach: 497 sekund (ok. 29% czasu podróży),
- średni czas jazdy między przystankami (z zatrzymaniami): 1203 sekund (71% czasu podróży) w tym:
  - średni czas wymiany pasażerów: 285 sekund (ok. 17% czasu podróży),
  - średni czas jazdy (bez zatrzymań): 796 sekund (ok. 64% czasu podróży),
  - średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 285 sekundy (16,8% czasu podróży).

Skrócenie czasu podróży w szczycie popołudniowym wynikało ze skrócenia czasu zatrzymań na skrzyżowaniach o 16s i szybszej jazdy taboru (skrócenie czasu jazdy o 37s). Skrócenie to nastąpiło pomimo znacznego wzrostu czasu wymiany pasażerów (wzrost o 60s).

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych na kierunku **Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka** w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że średnia prędkość komunikacyjna wynosi 16,1 km/h, a łączny średni czas podroży jest wyższy niż dla kierunku odwrotnego i wynosi 1780 sekund (29 minut i 40 sekund), w tym:
- średni czas postoju na przystankach: 393 sekundy (ok. 22% czasu podróży),
- średni czas jazdy między przystankami (z zatrzymaniami): 1387 sekund (78% czasu podróży) w tym:
  - średni czas wymiany pasażerów: 194 sekundy (ok. 11% czasu podróży),
  - średni czas jazdy (bez zatrzymań): 1093 sekundy (ok. 61% czasu podróży),
  - średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 445 sekund (25% czasu podróży).

W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono spadek średnich prędkości komunikacyjnych (15,4 km/h) i zwiększenie się średniego czasu podróży do 1855 sekund (30 minut i 55 sekund), w tym:
- średni czas postoju na przystankach: 532 sekundy (ok. 29% czasu podróży),
- średni czas jazdy między przystankami (z zatrzymaniami): 1323 sekundy (71% czasu podróży) w tym:
  - średni czas wymiany pasażerów: 269 sekund (ok. 14,5% czasu podróży),
  - średni czas jazdy (bez zatrzymań): 1112 sekund (ok. 60% czasu podróży),
  - średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 430 sekund (23% czasu podróży).

Wydłużenie czasu podróży w szczycie popołudniowym wynikało głównie ze zwiększenia się czasu postoju na przystankach (wzrost o 139 sekund), w tym wzrostu czasu wymiany pasażerów o 75 sekund.

7.4.4.2 Czasy wymiany pasażerów na przystankach

W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka łączne średnie czasy wymiany pasażerów na przystankach są dłuższe w kierunku do ul. Rakowieckiej i wynosiły:
- dla kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka, w szczycie porannym – 225s,
- dla kierunku Pętla Potocka – Petla Rakowiecka, w szczycie popołudniowym – 285s,
- dla kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, w szczycie porannym – 194s,
- dla kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, w szczycie popołudniowym – 269s.

Widać wyraźny wzrost czasów wymiany pasażerów w szczycie popołudniowym o ok. 26% dla kierunku do Pętli Rakowiecka i 38% dla kierunku do Pętli Potocka.
Średni czas wymiany pasażerów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 11,4s-13,2s w szczycie porannym i 15,8s - 16,8s w szczycie popołudniowym, przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas wymiany pasażerów wyniósł 4s (przystanek Rondo Babka 06 w szczycie porannym), a najdłuższy 28s (Dw. Centralny 10 w szczycie popołudniowym). Rozkład czasów wymiany pasażerów na tej trasie wskazuje, że dominuje czas wymiany pasażerów w przedziale 9s - 14s - 50%, a w przedziale do 8s znalazło się 12% zatrzymań i od 15s wzwyż – 38%.
Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na większości przystanków trasy odbywa się dość sprawnie i nie należy oczekiwać istotnych oszczędności w czasie z tego tytułu po przeprowadzeniu modernizacji. Natomiast należy rozważyć możliwości skrócenia czasów wymiany na niektórych przystankach, na których wymiana trwa powyżej 20 s. Należą do nich: Kino Femina 09 i 10 i Anielewicza 05. Przystanki te są obecnie wyposażone w wąskie wysepki przystankowe, co przy bardzo dużej wymianie pasażerów stanowi utrudnienie i wywołuje straty czasu. W celu usprawnienia obsługi pasażerów w pracy zaproponowano poszerzenie wymienionych przystanków.

7.4.4.3 Czas tracony przez tramwaj na przystankach

Przez czas tracony przez tramwaj na przystankach rozumie się czas jaki upływa od momentu zakończenia wymiany pasażerów[1] do chwili ruszenia z przystanku. W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Potocka - Rakowiecka łączne średnie czasy postoju tramwajów na przystankach były zróżnicowane i wynosiły:

[1] Do pomierzonego czasu wymiany pasażerów dodawano 3 sekundy wynikające z konieczności otworzenia i zamknięcia drzwi tramwaju.

- dla kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka, w szczycie porannym – 486 sekund (w tym 225 sekund na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka, w szczycie popołudniowym – 497 sekund (w tym 285 sekund na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, w szczycie porannym – 393 sekundy (w tym 194 sekundy na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, w szczycie popołudniowym – 532 sekundy (w tym 269 sekund na wymianę pasażerów),

Stąd średni czas postoju tramwajów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 23,1s-31,3 s. i był około dwukrotnie wyższy niż czas potrzebny na wymianę pasażerów, przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas postoju tramwaju wyniósł 9s (przystanek Biblioteka Narodowa 04 – szczyt poranny), a najdłuższy **74s!** (Kino Femina 10 – szczyt popołudniowy).
Podsumowując należy stwierdzić, że na trasie Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka średnie straty czasu wynikające z oczekiwania tramwaju na przystanku na włączenie się do ruchu wynoszą odpowiednio:

- dla kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka, w szczycie porannym – 213s,
- dla kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka, w szczycie popołudniowym – 164s,
- dla kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, w szczycie porannym – 151s,
- dla kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, w szczycie popołudniowym – 219s.

Największe straty czasu na przystankach są odnotowywane:

<u>na kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka, szczyt poranny:</u>

- przystanek Stawki 05 – średnie straty czasu do 42 sekund,
- przystanek Potocka 03 – średnie straty czasu do 31 sekund,
- przystanek Koszykowa 03 – średnie straty czasu do 29 sekund,
- przystanek Pl. Grunwaldzki 03 – średnie straty czasu do 22 sekund.

<u>na kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka, szczyt popołudniowy:</u>

- przystanek Potocka 03 – średnie straty czasu do 43 sekund,
- przystanek Dw. Centralny 09 – średnie straty czasu do 33 sekund,
- przystanek Stawki 05 – średnie straty czasu do 20 sekund.

<u>na kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, szczyt poranny:</u>

- przystanek Nowowiejska 04 – średnie straty czasu do 30 sekund,
- przystanek Kino Femina 10 – średnie straty czasu do 25 sekund,
- przystanek Hala Mirowska 04 – średnie straty czasu do 24 sekund.

<u>na kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, szczyt popołudniowy:</u>

- przystanek Nowowiejska 04 – średnie straty czasu do 41 sekund,
- przystanek Hala Mirowska 04 – średnie straty czasu do 36 sekund,
- przystanek Anielewicza 06 - średnie straty czasu do 33 sekund,
- przystanek Kino Femina 10 – średnie straty czasu do 25 sekund.

W tabelach 7.32 - 7.35 zaproponowano wprowadzenie zmian w zakresie sterowania ruchem tramwajów ruszających z przystanku. W tym celu przyjęto następujące założenia:

- jako czas tracony rozumiany jest czas upływający od zamknięcia drzwi do ruszenia tramwaju z przystanku.

- czas wymiany pasażerów jest powiększany o 3 sekundy, czas niezbędny na zamknięcie drzwi tramwaju.
- w przypadku czasu traconego po modernizacji przyjęto:
  - 0s czasu traconego w przypadku gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą, przejściem dla pieszych, przejazdem,
  - 5s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą oraz trasą tramwaju obciążoną ruchem powyżej 20poc./h,
  - 30s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się w ważnym węźle komunikacyjnym i nie dostaje priorytetu.
- po analizie obecnego czasu wymiany pasażerów na przystankach na omawianej trasie zdecydowano się utrzymać te same wartości dla stanu po modernizacji. Należy oczekiwać, że modernizacja trasy zwiększy liczbę pasażerów i wymianę ruchu na przystankach. Jednak wprowadzone nowoczesne rozwiązania w tym nowy typ taboru powinny pozwolić utrzymać dotychczasowe czasy wymiany na większości przystanków. W przypadku przebudowy przystanków Kino Femina 09 i 10 oraz Anielewicza 05 można spodziewać się w godzinach szczytów komunikacyjnych redukcji czasu wymiany pasażerów o ok. 10s.

Tabela 7.32 Czas tracony na przystankach, kierunek: Potocka - Rakowiecka, szczyt poranny

Nr	Przystanek	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		**Typ sterowania**	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
		[s]	[s]		[s]	[s]	
1	Potocka 03	14	41	Sygnalizacja	14	5	warunkowy
2	Popiełuszki 03	18	17	Sygnalizacja	18	0	bezwzględny
3	Pl. Grunwaldzki 03	9	22	Sygnalizacja	9	30	brak
4	Rondo Babka 05	9	0	nie wymagane	9	0	-
5	Stawki 05	12	42	Sygnalizacja	12	0	bezwzględny
6	Anielewicza 05	14	8	Sygnalizacja	14	0	bezwzględny
7	Nowolipki 05	9	1	nie wymagane	9	0	-
8	Kino Femina 09	24	6	Sygnalizacja	14	30	brak
9	Hala Mirowska 03	9	1	Sygnalizacja	9	0	bezwzględny
10	Rondo ONZ 03	14	2	nie wymagane	14	0	-
11	Dw. Centralny 09	25	15	sygnalizacja	25	30	brak
12	Koszykowa 03	12	29	sygnalizacja	12	0	bezwzględny
13	Nowowiejska 03	15	18	sygnalizacja	15	0	bezwzględny
14	GUS 03	11	0	nie wymagane	11	0	-
15	Biblioteka Narodowa 03	7	2	nie wymagane	7	0	-
16	Metro Pole Mokot. 03	11	9	sygnalizacja	11	0	bezwzględny
17	Rakowiecka SGGW 03	12	0	nie wymagane	12	0	-
Łącznie:		225	213		215	95	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**128s**	

Tabela 7.33 Czas tracony na przystankach, kier.: Potocka-Rakowiecka, szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		**Typ sterowania**	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
		[s]	[s]		[s]	[s]	
1	Potocka 03	17	43	sygnalizacja	17	5	warunkowy
2	Popiełuszki 03	15	3	sygnalizacja	15	0	bezwzględny
3	Pl. Grunwaldzki 03	12	12	sygnalizacja	12	30	brak
4	Rondo Babka 05	10	11	nie wymagane	10	0	-
5	Stawki 05	21	20	sygnalizacja	21	0	bezwzględny
6	Anielewicza 05	26	18	sygnalizacja	16	0	bezwzględny
7	Nowolipki 05	12	1	nie wymagane	12	0	-
8	Kino Femina 09	27	4	sygnalizacja	17	30	brak
9	Hala Mirowska 03	23	6	sygnalizacja	23	0	bezwzględny
10	Rondo ONZ 03	14	0	nie wymagane	14	0	-
11	Dw. Centralny 09	22	33	sygnalizacja	22	30	brak
12	Koszykowa 03	16	3	sygnalizacja	16	0	bezwzględny
13	Nowowiejska 03	25	10	sygnalizacja	25	0	bezwzględny
14	GUS 03	10	0	nie wymagane	10	0	-
15	Biblioteka Narodowa 03	7	0	nie wymagane	7	0	-
16	Metro Pole Mokot. 03	14	0	sygnalizacja	14	0	bezwzględny
17	Rakowiecka SGGW 03	14	0	nie wymagane	14	0	-
	Łącznie:	285	164		265	95	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**69s**	

Tabela 7.34 Czas tracony na przystankach, kierunek: Rakowiecka - Potocka, szczyt poranny

Nr	Przystanek	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		**Typ sterowania**	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
		[s]	[s]		[s]	[s]	
1	Rakowiecka SGGW 04	15	0	nie wymagane	15	0	-
2	Metro Pole Mokot. 04	15	1	nie wymagane	15	0	-
3	Biblioteka Narodowa 04	6	0	nie wymagane	6	0	-
4	GUS 04	9	0	sygnalizacja	9	0	bezwzględny
5	Nowowiejska 04	9	30	sygnalizacja	9	0	bezwzględny
6	Koszykowa 04	14	6	sygnalizacja	14	0	bezwzględny
7	Dw. Centralny 10	21	3	nie wymagane	21	0	-
8	Rondo ONZ 04	16	0	nie wymagane	16	0	-
9	Hala Mirowska 04	10	24	sygnalizacja	10	0	bezwzględny
10	Kino Femina 10	10	25	sygnalizacja	10	30	brak
11	Nowolipki 06	8	11	sygnalizacja	8	0	bezwzględny
12	Anielewicza 06	6	15	sygnalizacja	6	0	bezwzględny
13	Stawki 06	7	12	Sygnalizacja	7	0	bezwzględny
14	Rondo Babka 06	4	5	nie wymagane	4	0	-
15	Pl. Grunwaldzki 04	7	1	nie wymagane	7	0	-
16	Popiełuszki 04	16	13	sygnalizacja	16	0	bezwzględny
17	Potocka 04	21	5	nie wymagane	21	0	-
	Łącznie:	194	151		194	30	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**121s**	

Tabela 7.35 Czas tracony na przystankach, kier.: Rakowiecka - Potocka, szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		**Typ sterowania**	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
		[s]	[s]		[s]	[s]	
1	Rakowiecka SGGW 04	14	0	nie wymagane	14	0	-
2	Metro Pole Mokot. 04	13	0	nie wymagane	13	0	-
3	Biblioteka Narodowa 04	10	0	nie wymagane	10	0	-
4	GUS 04	10	0	sygnalizacja	10	0	bezwzględny
5	Nowowiejska 04	13	41	sygnalizacja	13	0	bezwzględny
6	Koszykowa 04	17	19	sygnalizacja	17	0	bezwzględny
7	Dw. Centralny 10	28	2	nie wymagane	28	0	-
8	Rondo ONZ 04	19	0	nie wymagane	19	0	-
9	Hala Mirowska 04	12	36	sygnalizacja	12	0	bezwzględny
10	Kino Femina 10	26	45	sygnalizacja	16	30	brak
11	Nowolipki 06	23	19	sygnalizacja	23	0	bezwzględny
12	Anielewicza 06	11	33	sygnalizacja	11	0	bezwzględny
13	Stawki 06	13	0	sygnalizacja	13	0	bezwzględny
14	Rondo Babka 06	11	2	nie wymagane	11	0	-
15	Pl. Grunwaldzki 04	9	4	nie wymagane	9	0	-
16	Popiełuszki 04	16	18	sygnalizacja	16	0	bezwzględny
17	Potocka 04	24	0	nie wymagane	24	0	-
	Łącznie:	269	219		259	30	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**189s**	

Podsumowując należy stwierdzić, że dzięki zastosowaniu sterowania ruchem jest możliwe uzyskanie redukcji strat czasu przy ruszaniu tramwaju z przystanków na poziomie:
- dla kierunku Potocka - Rakowiecka, w szczycie porannym do 128 sekund,
- dla kierunku Potocka - Rakowiecka, w szczycie popołudniowym do 69 sekund,
- dla kierunku Rakowiecka - Potocka, w szczycie porannym do 121 sekund,
- dla kierunku Rakowiecka - Potocka, w szczycie popołudniowym do 189 sekund.

Uzyskanie takiego efektu wymaga:
- zmian w sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach tramwaju z ulicą Słowackiego polegających na przyznaniu warunkowego priorytetu dla tramwaju,
- wprowadzeniu bezwzględnego priorytetu dla tramwaju w sygnalizacji świetlnej na większości pozostałych skrzyżowań, przez które przebiega analizowana trasa.

7.4.4.4 Czasy tracone przez tramwaj na odcinkach trasy

W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka łączny średni czas tracony na odcinkach (skrzyżowania przejazdy, przejścia dla pieszych) wynosi:
- dla kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka , w szczycie porannym do 137s,
- dla kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka , w szczycie popołudniowym do 121s,
- dla kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, w szczycie porannym do 294s,
- dla kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka, w szczycie popołudniowym do 211s.

Największe straty czasu na odcinkach trasy są odnotowywane:

na kierunku Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka:
- przy przejeździe odcinka Nowowiejska 03 – GUS 03: średnio 36 – 51s,
- przy przejeździe odcinka Hala Mirowska 03 – Rondo ONZ 03: średnio 25-33s,
- przy przejeździe odcinka Metro Pole Mok.03 – Rakowiecka SGGW 03: średnio 16-24s.

na kierunku Pętla Rakowiecka – Pętla Potocka:
- przy przejeździe odcinka Koszykowa 04 – Dw. Centralny 10: średnio 27-69s,
- przy przejeździe odcinka Rakowiecka SGGW 04 – Metro Pole Mok. 04: średnio 39-59s,
- przy przejeździe odcinka Dw. Centralny 10 – Rondo ONZ 04: średnio 30-42s,
- przy przejeździe odcinka Popiełuszki 04 – Potocka 04: średnio 35 - 51s.

W tabelach 7.36 - 7.39 przedstawiono proponowane zmiany w zakresie sterowania ruchem tramwajów na odcinkach trasy (przy przejazdach przez skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych). Niektóre z rozwiązań pokrywają się z rozwiązaniami proponowanymi dla ograniczenia strat czasu na przystankach. Przyjęto następujące założenia:
- 0s czasu traconego w przypadku gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą, przejściem dla pieszych, przejazdem,
- 5s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą oraz trasą tramwaju obciążoną ruchem powyżej 20poc./h,
- 30s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się w ważnym węźle komunikacyjnym i nie dostaje priorytetu.

Tabela 7.36 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Potocka - Rakowiecka, szczyt poranny

Nr	Punkt kolizyjny	STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
		Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Popiełuszki – przejście 1	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
2	Popiełuszki - przejście 2	5	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Krasińskiego	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
4	Popiełuszki – przejście 3	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
5	Broniewskiego	0	TAK	0	TAK	brak
6	Rondo Babka	2	NIE	5	TAK	warunkowy
7	Stawki	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Anielewicza	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
9	Nowolipki	17	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Al. Solidarności	0	TAK	0	TAK	brak
11	Elektoralna		TAK	0	TAK	bezwzględny
12	Grzybowska		TAK	0	TAK	bezwzględny
13	Rondo ONZ	33	TAK	5	TAK	warunkowy
14	Al. Jerozolimskie	2	TAK	0	TAK	brak
15	Koszykowa	3	TAK	0	TAK	bezwzględny
16	Nowowiejska – Trasa Ł.	36	TAK	0	TAK	bezwzględny
17	Batorego	15	TAK	0	TAK	bezwzględny
18	Al. Niepodległości	24	TAK	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	137		10		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**127s**		

Tabela 7.37 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Potocka - Rakowiecka, szczyt popołudniowy

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
Nr	Punkt kolizyjny	Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Popiełuszki – przejście 1	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
2	Popiełuszki - przejście 2	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Krasińskiego	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
4	Popiełuszki – przejście 3	2	NIE	0	TAK	bezwzględny
5	Broniewskiego	0	TAK	0	TAK	brak
6	Rondo Babka	0	NIE	5	TAK	warunkowy
7	Stawki	8	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Anielewicza	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
9	Nowolipki	11	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Al. Solidarności	0	TAK	0	TAK	brak
11	Elektoralna		TAK	0	TAK	bezwzględny
12	Grzybowska		TAK	0	TAK	bezwzględny
13	Rondo ONZ	25	TAK	5	TAK	warunkowy
14	Al. Jerozolimskie	0	TAK	0	TAK	brak
15	Koszykowa	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
16	Nowowiejska – Trasa Ł.	51	TAK	0	TAK	bezwzględny
17	Batorego	8	TAK	0	TAK	bezwzględny
18	Al. Niepodległości	16	TAK	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	121		10s		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**111s**		

Tabela 7.38 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Rakowiecka - Potocka, szczyt poranny

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
Nr	Punkt kolizyjny	Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Al. Niepodległości	59	TAK	0	TAK	bezwzględny
2	Batorego	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Al. Niepodległości – przejazd	13	NIE	0	LIKWIDACJA	
3	Trasa Łazienkowska	11	TAK	0	TAK	bezwzględny
4	Nowowiejska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
5	Koszykowa	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
6	Al. Jerozolimskie	27	TAK	30	TAK	brak
7	Rondo ONZ	42	TAK	5	TAK	warunkowy
8	Grzybowska	4	TAK	0	TAK	bezwzględny
9	Elektoralna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Al. Solidarności	0	TAK	0	TAK	brak
11	Nowolipki	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
12	Anielewicza	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
13	Stawki	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
14	Rondo Babka	12	NIE	5	TAK	warunkowy
15	Broniewskiego	66	TAK	0	TAK	brak
16	Popiełuszki – przejście 1	9	NIE	0	TAK	bezwzględny
17	Krasińskiego	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
18	Popiełuszki - przejście 2	15	TAK	0	TAK	bezwzględny
19	Popiełuszki – przejście 3	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
20	Słowackiego	36	TAK	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	294		40		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**254s**		

Tab. 7.39 Czas tracony na odcinkach trasy, kier.: Rakowiecka - Potocka, szczyt popołudniowy

Nr	Punkt kolizyjny	STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
		Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Al. Niepodległości	39	TAK	0	TAK	bezwzględny
2	Batorego	14	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Al. Niepodległości – zawrotka	0	NIE	0	LIKWIDACJA	
3	Trasa Łazienkowska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
4	Nowowiejska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
5	Koszykowa	1	TAK	0	TAK	bezwzględny
6	Al. Jerozolimskie	69	TAK	30	TAK	brak
7	Rondo ONZ	30	TAK	5	TAK	warunkowy
8	Grzybowska	8	TAK	0	TAK	bezwzględny
9	Elektoralna	13	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Al. Solidarności	0	TAK	0	TAK	brak
11	Nowolipki	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
12	Anielewicza	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
13	Stawki	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
14	Rondo Babka	2	NIE	5	TAK	warunkowy
15	Broniewskiego	0	TAK	0	TAK	brak
16	Popiełuszki – przejście 1	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
17	Krasińskiego	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
18	Popiełuszki - przejście 2	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
19	Popiełuszki – przejście 3	0	NIE	0	TAK	bezwzględny
20	Słowackiego	35	TAK	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	211		40		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**171s**		

W powyższych tabelach nie uwzględniono przejść dla pieszych i przejazdów bez sygnalizacji świetlnej, na których nie stwierdzono strat czasowych dla tramwajów. Jednak ze względu na bezpieczeństwo i sprawność przejazdu tramwajów z większą prędkością zaleca się:

- uruchomienie sygnalizacji świetlnej o bezwzględnym priorytecie dla tramwaju w następujących lokalizacjach:
  - Al. Jana Pawła II/Dzika,
  - Rakowiecka/Asfaltowa,
  - Rakowiecka/Kielecka,
- likwidacja przejazdów dla samochodów w następujących lokalizacjach:
  - Al. Jana Pawła II pomiędzy Rondem Babka i ul. Stawki,
  - Al. Jana Pawła II pomiędzy Al. Solidarności i ul. Nowolipki,
  - Al. Jana Pawła II pomiędzy Al. Solidarności i ul. Elektoralną,
- likwidacja lewoskrętów wzdłuż trasy tramwajowej na następujących skrzyżowaniach: Al. Jana Pawła II/Stawki,
  - Al. Jana Pawła II/Anielewicza.

7.4.5 Kolizje tramwaju z relacjami skrętnymi ruchu samochodowego

Zapewnienie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju na trasie Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka oraz wykorzystanie w pełni zalet torowiska wydzielonego z jezdni wymaga także istotnego ograniczenia kolizji tramwaju z ruchem na relacjach prawo i lewoskrętów na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju. Ograniczenie to może zostać wprowadzone poprzez:

- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach - wydzielenie pasów dla prawo i lewo skrętów oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji,
- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach – zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo,
- wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji - sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych.

Poniżej, w tabeli 7.40 przedstawiono zestawienie 9 punktów kolizji tramwaju z relacjami ruchu na skrętach w prawo i w lewo, identyfikację problemu oraz propozycje modyfikacji w zakresie geometrii skrzyżowań i sterowania ruchem. Szczegółowe rozwiązania w każdym z wymienionych przypadków powinny zostać opracowane w ramach studium wykonalności modernizacji tras.

Tabela 7.40 Zestawienie punktów kolizji tramwaju z relacjami ruchu na skrętach

Lp.	Nazwa ulicy poprzecznej	Identyfikacja problemu – punkt kolizyjny	Propozycja modyfikacji
1	Krasińskiego	• Lewe skręty z ul. Popiełuszki	• Wydzielone pasy dla skrętów w lewo na obu wlotach ul. Popiełuszki. • Zawężenie wlotów ulicy Popiełuszki dla ruchu na wprost do 1 pasa ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
2	Broniewskiego	• Lewy skręt (z dwóch pasów ruchu) z ul. Popiełuszki (kierunek od centrum) w ul. Broniewskiego	• Utrzymanie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
3	Stawki	• Lewe skręty z Al. Jana Pawła II	• Wprowadzenie wydzielonych pasów do skrętów w lewo z Al. Jana Pawła II • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
4	Anielewicza	• Lewe skręty z Al. Jana Pawła II	• Wprowadzenie zakazów skrętu w lewo z Al. Jana Pawła II
5	Nowolipki	• Lewe skręty z Al. Jana Pawła II	• Wydzielone pasy dla skrętów w lewo na obu wlotach Al. Jana Pawła II • Zawężenie wlotów Al. Jana Pawła II dla ruchu na wprost do 2 pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
6	Al. Solidarności	• Lewe skręty z Al. Jana Pawła II	• Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
7	Trasa Łazienkowska	• Lewe skręty z Al. Niepodległości	• Utrzymanie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
8	Stefana Batorego	• Lewe skręty z Al. Niepodległości	• Zachowanie wydzielonych pasów dla skrętów w lewo na obu wlotach Al. Niepodległości • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
9	Rakowiecka	• Zachodnia jezdnia Al. Niepodległości przecina torowisko tramwajowe	• Utrzymanie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów

7.4.6 Podsumowanie

W tabeli 7.41 i na rys. 7.3 przedstawiono zbiorcze zestawienie zmian dotyczących sterowania ruchem dla trasy Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka

Tabela 7.41 Zbiorcze zestawienie zmian w sterowaniu ruchem: Potocka - Rakowiecka

Nr	Punkt kolizyjny	Sterowanie w stanie istniejącym	Sterowanie po modernizacji	Rodzaj priorytetu dla tramwaju
1	Słowackiego	TAK	TAK	bezwzględny
2	Popiełuszki – przejście 1	NIE	TAK	bezwzględny
3	Popiełuszki – przejście 2	TAK	TAK	bezwzględny
4	Krasińskiego	TAK	TAK	bezwzględny
5	Popiełuszki – przejście 3	NIE	TAK	bezwzględny
6	Broniewskiego	TAK	TAK	brak
7	Rondo Babka	NIE	TAK	warunkowy
8	Al. Jana Pawła II – przejazd 1	NIE	LIKWIDACJA	
9	Stawki	TAK	TAK	bezwzględny
10	Anielewicza	TAK	TAK	bezwzględny
11	Nowolipki	TAK	TAK	bezwzględny
12	Al. Jana Pawła II – przejazd 2	NIE	LIKWIDACJA	bezwzględny
13	Al. Jana Pawła II – przejazd 3	NIE	LIKWIDACJA	bezwzględny
14	Al. Solidarności	TAK	TAK	brak
15	Al. Jana Pawła II – przejście 4	NIE	TAK	bezwzględny
16	Al. Jana Pawła II – przejazd 4	NIE	TAK	bezwzględny
17	Elektoralna	TAK	TAK	bezwzględny
18	Al. Jana Pawła II – przejście 5	TAK	TAK	bezwzględny
19	Grzybowska	TAK	TAK	bezwzględny
20	Rondo ONZ	TAK	TAK	warunkowy
21	Al. Jerozolimskie	TAK	TAK	brak
22	Koszykowa	TAK	TAK	bezwzględny
23	Nowowiejska	TAK	TAK	bezwzględny
24	Trasa Łazienkowska	TAK	TAK	bezwzględny
25	Al. Niepodległości – przejazd 5	NIE	LIKWIDACJA	
26	Batorego	TAK	TAK	bezwzględny
27	Al. Niepodległości/Rakowiecka	TAK	TAK	bezwzględny
28	Rakowiecka – przejście 6	NIE	TAK	bezwzględny
29	Rakowiecka – przejazd 6	NIE	TAK	bezwzględny
30	Rakowiecka – przejście 7	NIE	TAK	bezwzględny

W tabeli 7.42 przedstawiono zestawienie obliczonych redukcji strat czasu na przystankach i w punktach kolizyjnych tras.

Tabela 7.42 Zestawienie obliczonych redukcji strat czasu na przystankach i w punktach kolizyjnych tras

	Stan istniejący			Stan po modernizacji			
	Czas tracony		Suma strat czasu	Czas tracony		Suma strat czasu	Redukcja strat czasu
	Na przystankach	Na odcinkach		Na przystankach	Na odcinkach		
	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
Potocka – Rakowiecka							
szczyt poranny	213	137	350	85	10	95	**255**
szczyt popołudniowy	164	121	285	75	10	85	**200**
Rakowiecka – Potocka							
szczyt poranny	151	294	445	30	40	70	**365**
szczyt popołudniowy	219	211	430	20	40	60	**370**

Zaproponowane zmiany w zakresie sterowania ruchem wzdłuż trasy tramwajowej będą wpływać korzystnie na ograniczenie strat czasu zarówno godzinach ruchu szczytowego jak też w godzinach międzyszczytowych. Oznaczać to będzie, że czas podróży pasażerów na analizowanej trasie będzie w ciągu całego dnia zbliżony.

W tabeli 7.43 przedstawiono porównanie średnich prędkości komunikacyjnych na analizowanej trasie tramwajowej przed i po modernizacji.

W analizie porównawczej uwzględniono zarówno zysk w postaci redukcji czasów traconych ze względu na brak priorytetu dla tramwaju jak i zysk w postaci skrócenia czasu wymiany pasażerów na wybranych przystankach.

Łączne skrócenie czasu podróży wynosi:
- dla kierunku Potocka - Rakowiecka, w szczycie porannym do 255 sekund,
- dla kierunku Potocka - Rakowiecka, w szczycie popołudniowym do 200 sekund,
- dla kierunku Rakowiecka - Potocka, w szczycie porannym do 365 sekund,
- dla kierunku Rakowiecka - Potocka, w szczycie popołudniowym do 370 sekund.

Tabela 7.43 Porównanie zmian średnich prędkości komunikacyjnych na trasie tramwajowej

	Średnia prędkość tramwaju na trasie w stanie istniejącym[2]	Średnia prędkość tramwaju na trasie po redukcji strat czasu	Wartość podwyższenia prędkości w wyniku redukcji strat czasu
Potocka – Rakowiecka			
szczyt poranny	16,4 km/h	19,2 km/h	2,8 km/h (wzrost o 17%)
szczyt popołudniowy	16,8 km/h	19,0 km/h	2,2 km/h (wzrost o 13%)
Rakowiecka – Potocka			
szczyt poranny	16,1 km/h	20,2 km/h	4,1 km/h (wzrost o 26%)
szczyt popołudniowy	15,4 km/h	19,2 km/h	3,8 km/h (wzrost o 25%)

Wprowadzenie sterowania ruchem wzdłuż analizowanej trasy tramwajowej oprócz oszczędności wynikających z ograniczenia strat czasu na skutek zatrzymań, przyczyni się także do ograniczenia strat czasu tramwaju wynikających z częstego hamowania i przyspieszania. To w połączeniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru powinno przyczynić się do podniesienia średniej prędkości jazdy na odcinkach.
Przeprowadzone obliczenia wskazują, że możliwe jest osiągnięcie oszczędności w tym względzie na poziomie ok. 20% na kierunku Potocka – Rakowiecka oraz ok. 30% na kierunku Rakowiecka – Potocka co pozwoli na osiągnięcie na analizowanej trasie średniej prędkości komunikacyjnej na poziomie 25 km/h.

[2] Prędkości średnie uzyskane w trakcie pomiarów na trasie tramwajowej Potocka - Rakowiecka są niższe niż prędkości komunikacyjne podawane przez ZTM w Warszawie (średnie na linii nr 16 – 18,13 km/h, a na linii nr 17 – 18,21 km/h. Należy jednak zaznaczyć, że pomiary zostały wykonane w godzinie szczytu, wtedy gdy warunki ruchu tramwajów były najmniej korzystne, a dane podawane przez ZTM dotyczą całej linii w tym odcinków poza centrum, gdzie liczba kolizji tramwaju z otoczeniem, a tym samym straty czasu są mniejsze.

Porównanie średnich prędkości jazdy na odcinkach w stanie istniejącym i zalecenia w odniesieniu do prędkości na trasie po modernizacji przedstawiono w tabeli 7.44.

Tabela 7.44 Porównanie średnich prędkości jazdy na odcinkach przed i po modernizacji.

	Średni czas jazdy bez zatrzymań (w stanie istniejącym)	Średnia prędkość tramwaju na odcinkach (w stanie istniejącym)	Średnia prędkość komunikacyjna		Niezbędna średnia prędkość jazdy na odcinkach (po modernizacji)
			(po redukcji strat czasu)	(po redukcji strat czasu i zwiększeniu prędkości odcinkowej	
Potocka – Rakowiecka					
szczyt poranny	1119 s	25,5 km/h	19,2 km/h	25 km/h	38,8 km/h
szczyt popołudniowy	1082 s	26,4 km/h	19,0 km/h	25 km/h	37,6 km/h
Rakowiecka – Potocka					
szczyt poranny	1093 s	26,2 km/h	20,2 km/h	25 km/h	34,9 km/h
szczyt popołudniowy	1112 s	25,8 km/h	19,2 km/h	25 km/h	38,1 km/h

7.5 Trasa: Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki

7.5.1 Organizacja ruchu tramwajowego (w tym kolizje i priorytety w ruchu ulicznym)

Trasa tramwajowa od pętli Piaski do zespołu przystankowego Pl. Grunwaldzki posiada na całym odcinku dwa tory i przebiega po torowisku wydzielonym z jezdni. Torowisko jest położone po południowo-zachodniej stronie jezdni ul. Broniewskiego na odcinkach: Piaski – Park Olszyna i Włościańska – Pl. Grunwaldzki, natomiast pomiędzy przystankami Park Olszyna i Włościańska w rejonie Trasy Armii Krajowej torowisko jest usytuowane w osi jezdni.

Na omawianym odcinku występuje 7 przystanków dla każdego kierunku jazdy.

Trasa przebiega kolizyjnie w stosunku do jezdni prowadzących ruch samochodowy oraz przejść dla pieszych. W większości miejsc kolizyjnych ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej. W tabelach 7.45 i 7.46 zestawiono elementy trasy tramwajowej w podziale na kierunki jazdy.

Tabela 7.45 Zestawienie elementów trasy tramwajowej: pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki

Lp	Przystanek	Ulica	Rodzaj kolizji	Sterowanie ruchem
1	Piaski 06			
2		Broniewskiego	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
3		Broniewskiego	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi	z sygnalizacją
4		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ul. Galla Anonima	z sygnalizacją
5	Piaski 03			
6		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ul. Rudnickiego	z sygnalizacją
7		Broniewskiego	Skrzyżowanie z przejściem dla pieszych przy ul. Duracza	z sygnalizacją
8	Duracza 03			
9		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ulicą Broniewskiego (jezdnią południową)	z sygnalizacją
10	Park Olszyna 03			
11		Broniewskiego	Skrzyżowanie z Trasą AK (wyspa centr.)	z sygnalizacją
12		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ulicami Elbląską i Włościańską	z sygnalizacją
13	Włościańska 03			
14		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ulicą Broniewskiego (jezdnią południową)	z sygnalizacją
15		Broniewskiego	Przejście dla pieszych	brak sygnalizacji
16	Sady Żoliborskie 03			
17		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ul. Krasińskiego	z sygnalizacją
18	Pl. Grunwaldzki 07			
19		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ul. Matysiakówny	brak sygnalizacji
20		Broniewskiego/ Popiełuszki	Skrzyżowanie z torami tramwajo-wymi wzdłuż ul. Popiełuszki	z sygnalizacją

Tabela 7.46. Zestawienie elementów trasy tramwajowej: Pl. Grunwaldzki - pętla Piaski

Lp	Przystanek	Ulica	Rodzaj kolizji	Sterowanie ruchem
1		Broniewskiego/ Popiełuszki	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi wzdłuż ul. Popiełuszki	Z sygnalizacją
2		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ul. Matysiakówny	Brak sygnalizacji
3	Pl. Grunwaldzki 08			
4	Sady Żoliborskie 04			
6		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ul. Krasińskiego	Z sygnalizacją
7		Broniewskiego	Przejście dla pieszych	Brak sygnalizacji
8				
9		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ulicą Broniewskiego (jezdnią południową)	Z sygnalizacją
10	Włościańska 04			
11		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ulicami Elbląską i Włościańską	Z sygnalizacją
12		Broniewskiego	Skrzyżowanie z Trasą AK (wyspa centr.)	Z sygnalizacją
13	Park Olszyna 04			Z sygnalizacją
14		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ulicą Broniewskiego (jezdnią południową)	Z sygnalizacją
15		Broniewskiego	Skrzyżowanie z przejściem dla pieszych przy ul. Duracza	Z sygnalizacją
16	Duracza 04			
17		Broniewskiego	Skrzyżowanie z ul. Rudnickiego	Z sygnalizacją
18	Piaski 04			
19		Broniewskiego	Skrzyżowanie z Galla Anonima	Z sygnalizacją
20		Broniewskiego	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi	Z sygnalizacją
21		Broniewskiego	Przejście dla pieszych	Brak sygnalizacji
22	Piaski 06			

Priorytety w ruchu tramwajów nas trasie pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki polegają jedynie na prowadzeniu ruchu po wydzielonych torowiskach. Na trasie występuje jednak wiele punktów kolizyjnych. Mimo że w większości tych miejsc ruch jest sterowany za pomocą sygnalizacji świetlnej, to jednak występują tam straty czasu tramwajów. Straty te wynikają z braku priorytetów dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej.

7.5.2. Powiązania przystanków tramwajowych z zagospodarowaniem przestrzennym

Analizowana trasa przebiega przez tereny zwartej wysokiej zabudowy mieszkaniowej, a jedynie na odcinku Sady Żoliborskie – Pl. Grunwaldzki po stronie południowej znajdują się tereny o zagospodarowaniu przemysłowym.
W rejonie zespołu przystankowego Duracza znajduje się miejscowe targowisko, a w okolicach Pl. Grunwaldzkiego występują obiekty handlowo-usługowe.

Usytuowanie przystanków oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego obszarów obsługiwanych przez komunikację tramwajową na trasie pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki. Średnia odległość międzyprzystankowa w kierunku do centrum wynosi 437,5 m, a w kierunku do pętli Piaski 463,5 m..

7.5.3. Węzły wymiany ruchu na trasie pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki

Na trasie występują 3 nieduże węzły przesiadkowe, które zestawiono w tabeli 7.47 wraz z przedstawieniem powiązań omawianej trasy tramwajowej z innymi rodzajami transportu, a także celami ruchu pieszego.

Tabela 7.47. Zestawienie węzłów wymiany ruchu pasażerskiego na trasie: pętla Piaski - Pl. Grunwaldzki.

Nr	Nazwa węzła	Typ węzła	**Istotne z uwagi na powiązania**				
			z metrem	z koleją	Z tramwajem	Z autobusem	Piesze
1	Park Olszyna	mały	-	-	-	+	+
2	Sady Żoliborskie	mały	-	-	-	+	+
3	Pl. Grunwaldzki	mały	-	-	+	+	+

Pozostałe zespoły przystankowe obsługują duże osiedla mieszkaniowe o wysokiej zabudowie, które generują dość duże potoki pasażerskie.

W tabeli 7.48 przedstawiono wyniki analizy usytuowania przystanków na trasie oraz sposobu zabezpieczenia dojść pieszych. W tabeli przedstawiono także propozycje zmian w tym zakresie, głównie poprzez postulowanie wprowadzenia sygnalizacji świetlnej. Zaproponowane zmiany wynikają także z opisywanych w dalszej części rozdziału, zagadnień związanych ze sterowaniem ruchem tramwajów.

Przeprowadzone analizy wskazują, że usytuowanie przystanków wzdłuż trasy Piaski – Pl. Grunwaldzki jest poprawne. Zaleca się jednak przeprowadzenie analizy funkcjonalnej ewentualnego uruchomienia przystanków w rejonie skrzyżowania z ulicami Rudnickiego i Perzyńskiego oraz przejścia dla pieszych w okolicy ulicy Braci Załuskich. Wprowadzenie dodatkowych dwóch przystanków w każdym kierunku spowoduje zmniejszenie odległości międzyprzystankowych do 328,1 m w kierunku centrum oraz 347,6 m w kierunku Huty. Zmniejszenie odległości międzyprzystankowych spowoduje skrócenie drogi i czasu dojścia do

przystanków. Lokalizacja dodatkowych przystanków nie powinna także wywołać istotnego wydłużenia czasu podróży pod warunkiem uruchomienia sygnalizacji świetlnej w rejonie przejścia dla pieszych pomiędzy obecnymi przystankami Sady Żoliborskie i Włościańska oraz wprowadzeniu bezwzględnego priorytetu dla tramwaju.

Tabela 7.48 Analiza usytuowania przystanków i dojść pieszych

		STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**	
	Nazwa przystanku	Położenie platformy przystankowej	Dojście piesze – przejście	Położenie platformy przystankowej	Dojście piesze – przejście
Kierunek: Piaski – Pl. Grunwaldzki					
1	Piaski 05 i 06	na pętli	brak sygnalizacji	bez zmian	bez zmian
2	Piaski 03	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
3	Rudnickiego 03	brak	z sygnalizacją	**do rozważenia budowa przystanku za skrzyżowaniem**	bez zmian
4	Duracza 03	między skrzyżowaniami	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
5	Park Olszyna 03	przed rondem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
6	Włościańska 03	za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
7	Braci Załuskich 03	brak	brak sygnalizacji	**do rozważenia budo-wa przystanku mię-dzy skrzyżowaniami**	**budowa sygnalizacji**
8	Sady Żoliborskie 03	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
9	Pl. Grunwaldzki 07	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
Kierunek: Pl. Grunwaldzki – Piaski					
1	Pl. Grunwaldzki 08	Za skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
2	Sady Żoliborskie 04	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
3	Braci Załuskich 04	brak	brak sygnalizacji	**do rozważenia budowa przystanku między skrzyżowaniami**	**budowa sygnalizacji**
4	Włościańska 04	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
5	Park Olszyna 04	za rondem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
6	Duracza 04	między skrzyżowaniami	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
7	Rudnickiego 04	brak	z sygnalizacją	**do rozważenia budo-wa przystanku przed skrzyżowaniem**	bez zmian
8	Piaski 04	przed skrzyżowaniem	z sygnalizacją	bez zmian	bez zmian
9	Piaski 05 i 06	na pętli	bez sygnalizacji	bez zmian	bez zmian

7.5.4 Organizacja i sterowanie ruchem

7.5.4.1 Czas podróży na trasie

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych w kierunku jazdy **od Pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego** (długość trasy: 2,63 km) w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że łączny średni czas podroży wynosi 533 sekundy (8 minut i 53 sekund), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 400 sekund (ok. 75% czasu podróży),

- średni czas postoju na przystankach: 133 sekundy (ok. 25% czasu podróży),
- średni czas wymiany pasażerów: 71 sekund (ok. 13,3% czasu podróży),
- średni czas jazdy (bez zatrzymań): 374 sekundy (ok. 70,2% czasu podróży),
- średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 70 sekund (13,1% czasu podróży).

Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie wynosi ok. **17,8 km/godz.**
W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono niewielkie (o około 1,3%) skrócenie średniego czasu podróży w stosunku do warunków ruchu występujących w godzinach szczytu porannego. Czas ten wyniósł 526 sekund (8 minut i 46 sekund), w tym:
- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 405 sekund (ok. 77% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 121 sekund (ok. 23% czasu podróży).
- średni czas wymiany pasażerów: 64 sekundy (ok. 12,2% czasu podróży),
- średni czas jazdy (bez zatrzymań): 359 sekund (ok. 68,3% czasu podróży),

średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 86 sekund (16,3% czasu podróży).
Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie w godzinach szczytu popołudniowego była nieco wyższa niż szczytu rannego i wynosiła ok. **18,0 km/godz.**

Na tej podstawie można stwierdzić, że w obecnie występujących warunkach ruchu czas podróży od pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego w godzinach szczytu porannego i popołudniowego jest zbliżony, jak również występują te same proporcje łącznego czasu przejazdu odcinków międzyprzystankowych i łącznego czasu postoju na przystankach.

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych w kierunku jazdy **od Pl. Grunwaldzkiego do Pętli Piaski** (długość trasy: 2,78 km) w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że łączny średni czas podroży wynosi 543 sekundy (9 minut i 3 sekundy), w tym:
- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 413 sekund (ok. 76% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 130 sekund (ok. 24% czasu podróży).
- średni czas wymiany pasażerów: 47 sekund (ok. 8,7% czasu podróży),
- średni czas jazdy (bez zatrzymań): 344 sekundy (ok. 63,4% czasu podróży),
- średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 136 sekund (25% czasu podróży).

Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie wynosi ok. **18,4 km/godz.**
W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono wydłużenie (o około 1,1%) średniego czasu podróży w stosunku do warunków ruchu występujących w godzinach szczytu porannego. Czas ten wyniósł 549 sekund (9 minut i 9 sekund), w tym:
- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 406 sekund (ok. 74% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 143 sekundy (ok. 26% czasu podróży).
- średni czas wymiany pasażerów: 71 sekund (ok. 12,9% czasu podróży),
- średni czas jazdy (bez zatrzymań): 350 sekund (ok. 63,8% czasu podróży),
- średnie straty czasu w wyniku zatrzymań (na skrzyżowaniach, w oczekiwaniu na zielone światło): 110 sekund (20% czasu podróży).

W rezultacie średnia prędkość komunikacyjna na trasie w godzinach szczytu popołudniowego była niższa niż w godzinach szczytu rannego i wynosiła ok. **18,2 km/godz.,** przy czym w obu

okresach występują te same proporcje łącznego czasu przejazdu odcinków międzyprzystankowych i łącznego czasu postoju na przystankach. Oznacza to, że niższa niż w okresie porannym prędkość komunikacyjna tramwajów była spowodowana w jednakowym stopniu przez wydłużone czasy przejazdu odcinków międzyprzystankowych oraz przez wydłużone czasy postojów na przystankach.

Zestawiając oba kierunki zauważamy:
- czasy podróży są bardzo zbliżone, ale nieco krótsze w kierunku do centrum,
- czasy wymiany pasażerów rano w kierunku do centrum i po południu do osiedla są jednakowe,
- czasy wymiany pasażerów na kierunku do osiedla są bardzo krótkie,
- czasy jazdy bez zatrzymań są znacznie krótsze w kierunku osiedla,
- większe straty czasu odnotowano na kierunku do osiedla.

7.5.4.2 Czasy wymiany pasażerów na przystankach

W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na omawianej trasie tramwajowej łączne średnie czasy wymiany pasażerów na przystankach w godzinach szczytu porannego i popołudniowego różniły się istotnie dla kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski nie różniły się istotnie dla kierunku przeciwnego. Wyniosły one:
- dla kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki:
  - 71 sekund w szczycie porannym (co stanowi około 53,4% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),
  - 64 sekundy w szczycie popołudniowym (co stanowi około 52,9% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),
- dla kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski:
  - 47 sekundy w szczycie porannym (co stanowi około 36,2% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),
  - 71 sekund w szczycie popołudniowym (co stanowi około 49,7% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach).

Zestawione wielkości potwierdzają oczekiwania, że czasy wymiany pasażerów na przystankach są większe na kierunkach o większych potokach pasażerskich. W godzinach szczytu porannego znacznie większe czasy wymiany pasażerów odnotowuje się w kierunku centrum, natomiast w szczycie popołudniowym większe czasy notuje się w kierunku osiedla, przy czym różnica ta jest znacznie mniejsza.
Średni czas wymiany pasażerów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 7,8 s-11,8 s. przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas wymiany pasażerów wynosił 5s (przystanek Sady Żoliborskie 04 – szczyt poranny), a najdłuższy 20s (Piaski 04 - szczyt popołudniowy). Rozkład czasów wymiany pasażerów na tej trasie wskazuje, że dominuje czas wymiany pasażerów w przedziale od 9 do 11s – 50 %, Równocześnie przedział do 8s obejmuje 25 % przystanków na trasie i taki sam udział procentowy ma przedział powyżej 11s.
Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy Pl. Grunwaldzki - Pętla Piaski odbywa się dość sprawnie i raczej nie należy oczekiwać oszczędności w czasie z tego tytułu po przeprowadzeniu modernizacji.

7.5.4.2 Czasy tracone przez tramwaj na przystankach

Przez czas tracony przez tramwaj na przystankach rozumie się czas jaki upływa od momentu zakończenia wymiany pasażerów[3] do chwili ruszenia z przystanku. W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Pętla Piaski–Pl. Grunwaldzki łączne średnie czasy postoju tramwajów na przystankach były zbliżone i wynosiły:

- dla kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, w szczycie porannym – 133 sekundy (w tym 71s. na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, w szczycie popołudniowym – 121 sekund (w tym 64s na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pl. Grunwaldzki - Pętla Piaski, w szczycie porannym – 130 sekund (w tym 47s na wymianę pasażerów),
- dla kierunku Pl. Grunwaldzki - Pętla Piaski, w szczycie popołudniowym – 143 sekundy (w tym 71s na wymianę pasażerów),

Stąd średni czas postoju tramwajów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 20,2s-23,8s i był często dwukrotnie wyższy niż czas potrzebny na wymianę pasażerów. Najkrótszy zaobserwowany średni czas postoju tramwaju wynosił 12s (przystanki: Włościańska 04 i Duracza 04 – szczyt poranny, Piaski 03 – szczyt popołudniowy), a najdłuższy 49s (Włościańska 03 – szczyt poranny).

Podsumowując należy stwierdzić, że na trasie Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki średnie straty czasu wynikające z oczekiwania tramwaju na przystanku na włączenie się do ruchu są znaczne (38 % czasu postoju na przystankach) i wynoszą odpowiednio:

- dla kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, w szczycie porannym – 44 sekundy,
- dla kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, w szczycie popołudniowym – 40 sekund,
- dla kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski, w szczycie porannym – 67 sekund,
- dla kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski, w szczycie popołudniowym – 54 sekundy.

Większe straty są notowane na kierunku do osiedla, zwłaszcza w szczycie porannym.

Na kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, szczyt poranny największe straty czasu zostały odnotowane na przystanku Włościańska 03 – średnie straty czasu do 37 sekund, na pozostałych przystankach tramwaje traciły po 1-2 s.

Na kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, szczyt popołudniowy największe straty zaobserwowano podczas postoju na:

- przystanku Włościańska 03– średnie straty czasu do 25 sekund,
- przystanku Duracza 03 – średnie straty czasu do 12 sekund,

na pozostałych przystankach tramwaje traciły po 1-2 s.

Na kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski, szczyt poranny największe straty zaobserwowano podczas postoju na:

- przystanku Piaski 04 – średnie straty czasu do 28 sekund,
- przystanku Park Olszyna 04 – średnie straty czasu do 22 sekund,
- przystanku Sady Żoliborskie 04 – średnie straty czasu do 16 sekund,

na pozostałych przystankach nie odnotowano strat czasowych tramwajów.

[3] Czas ten dodatkowo pomniejszany był o 3 sekundy uznawane za czas niezbędny dla zamknięcia drzwi tramwaju

Na kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski, szczyt popołudniowy największe straty zaobserwowano podczas postoju na:
- przystanku Piaski 04 – średnie straty czasu do 28 sekund,
- przystankach Sady Żoliborskie 04 i Park Olszyna 04 – średnie straty czasu do 10 sekund,

na pozostałych przystankach tramwaje traciły do 5 s.

W poniższych tabelach zaproponowano wprowadzenie zmian w zakresie sterowania ruchem tramwajów ruszających z przystanku. W tym celu przyjęto następujące założenia:
- jako czas tracony rozumiany jest czas upływający od zamknięcia drzwi tramwaju (z uwzględnieniem 3 sekund niezbędnych na zamknięcie drzwi) do ruszenia tramwaju z przystanku.
- w przypadku czasu traconego po modernizacji przyjęto:
  - 0s czasu traconego w przypadku gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą, przejściem dla pieszych, przejazdem,
  - 5s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą oraz trasą tramwaju obciążoną ruchem powyżej 20poc./h,
  - 30s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się w ważnym węźle komunikacyjnym i nie dostaje priorytetu
- po analizie obecnego czasu wymiany pasażerów na przystankach na omawianej trasie zdecydowano się utrzymać te same wartości dla stanu po modernizacji. Należy oczekiwać, że modernizacja trasy zwiększy liczbę pasażerów i wymianę ruchu na przystankach. Jednak wprowadzone nowoczesne rozwiązania w tym nowy typ taboru powinny pozwolić utrzymać dotychczasowe czasy wymiany.

Tabela 7.49 Kierunek: Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki – szczyt poranny

Nr	**Przystanek**	**STAN ISTNIEJĄCY**			**STAN PO MODERNIZACJI**		
		Czas		Typ sterowania	**Czas**		**Priorytet w sygnalizacji**
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Piaski 06	-	0	nie wymagane	-		-
2	Piaski 03	12	1	nie wymagane	12	0	-
3	Duracza 03	11	1	sygnalizacja	11	0	bezwzględny
4	Park Olszyna 03	19	1	sygnalizacja	19	0	bezwzględny
5	Włościańska 03	9	37	sygnalizacja	9	0	bezwzględny
6	Sady Żoliborskie 03	11	0	sygnalizacja	11	0	bezwzględny
7	Pl. Grunwaldzki 07	9	4	sygnalizacja	16	30	brak
	Łącznie:	71	44		71	30	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**14 s**	

Tabela 7.50. Kierunek: Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki – szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Piaski 06	-	0	nie wymagane	-		-
2	Piaski 03	10	0	nie wymagane	10	0	-
3	Duracza 03	19	12	sygnalizacja	19	0	bezwzględny
4	Park Olszyna 03	9	1	sygnalizacja	9	0	bezwzględny
5	Włościańska 03	8	25	sygnalizacja	8	0	bezwzględny
6	Sady Żoliborskie 03	9	1	sygnalizacja	9	0	bezwzględny
7	Pl. Grunwaldzki 07	9	1	sygnalizacja	9	30	brak
	Łącznie:	64	40		64	30	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**10 s**	

Tabela 7.51. Kierunek: Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski – szczyt poranny

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Pl. Grunwaldzki 08	11	0	nie wymagane	11	0	-
2	Sady Żoliborskie 04	5	16	sygnalizacja	5	0	bezwzględny
3	Włościańska 04	8	1	sygnalizacja	8	0	bezwzględny
4	Park Olszyna 04	6	22	sygnalizacja	6	0	bezwzględny
5	Duracza 04	10	0	nie wymagane	10	0	-
6	Piaski 04	7	28	sygnalizacja	7	0	bezwzględny
7	Piaski 06	-	-	brak sygnalizacji	-	-	-
	Łącznie:	47	67		47	0	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**67 s**	

Tabela 7.52. Kierunek: Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski – szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	Tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Pl. Grunwaldzki 08	10	1	nie wymagane	10	0	-
2	Sady Żoliborskie 04	7	10	sygnalizacja	7	0	bezwzględny
3	Włościańska 04	9	5	sygnalizacja	9	0	bezwzględny
4	Park Olszyna 04	13	10	sygnalizacja	13	0	bezwzględny
5	Duracza 04	12	0	nie wymagane	12	0	-
6	Piaski 04	20	28	sygnalizacja	20	0	bezwzględny
7	Piaski 06	-	-	brak sygnalizacji	-	-	-
	Łącznie:	71	54		71	0	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**54 s**	

Podsumowując należy stwierdzić, że dzięki zastosowaniu sterowania ruchem jest możliwe uzyskanie redukcji strat czasu przy ruszaniu tramwaju z przystanków na poziomie:

- na kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, w godzinie szczytu porannego do 14 s,
- na kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, w godzinie szczytu popołudniowego do 10s,

- na kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski, w godzinie szczytu porannego do 67 s,
- na kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski , w godzinie szczytu popołudniowego do 54 s

Uzyskanie takiego efektu wymaga wprowadzenia bezwzględnego priorytetu na wszystkich skrzyżowaniach (za wyjątkiem Pl. Grunwaldzkiego) z sygnalizacją świetlną, przez które przebiega omawiana trasa.

7.5.4.3 Czasy tracone na odcinkach międzyprzystankowych trasy

Wyniki przeprowadzonych pomiarów ruchu tramwajów wykazały, że na trasie od pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego średnie czasy tracone na odcinkach międzyprzystankowych wynoszą łącznie:

- na kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, w godzinie szczytu porannego - 26s,
- na kierunku Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki, w godzinie szczytu popołudniowego – 46s,
- na kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski, w godzinie szczytu porannego - 69s,
- na kierunku Pl. Grunwaldzki – Pętla Piaski , w godzinie szczytu popołudniowego - 56s

Straty czasu na odcinkach międzyprzystankowych w kierunku jazdy od Pl. Grunwaldzkiego do Pętli Piaski są większe niż w przeciwnym kierunku jazdy. Omawiane straty czasu występują głównie na wlotach skrzyżowań sterowanych sygnalizacją świetlną. Największe straty czasu zarejestrowano:

<u>na kierunku: Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki:</u>

- na wyjeździe z pętli tramwajowej – 16 sekund,
- na przecięciu trasy tramwajowej z południową jezdnią ul. Broniewskiego przed przystankiem Park Olszyna – 19 sekund w szczycie porannym i 29 s po południu,
- na wlocie skrzyżowania ul. Broniewskiego z ul. Włościańską – 26 sekund,

<u>na kierunku: Pl. Grunwaldzki - Pętla Piaski</u>

- na przecięciu trasy tramwajowej z południową jezdnią ul. Broniewskiego przed przystankiem Włościańska - 21 sekund,
- na skrzyżowaniu ul. Broniewskiego z Rudnickiego – 15 sekund,
- na wjeździe tramwajów na pętlę Piaski – 36 sekund.

Zredukowanie strat czasu na odcinkach międzyprzystankowych powinno nastąpić w wyniku zastosowania priorytetów w sygnalizacji świetlnej na tych skrzyżowaniach, w rejonie których położone są przystanki tramwajowe (tabele 7.49 - 7.52) z dodatkowym wprowadzeniem priorytetów dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej:

- na przejściu dla pieszych w rejonie ul. Braci Załuskich (konieczna budowa sygnalizacji),
- na skrzyżowaniu ul. Broniewskiego z ul. Rudnickiego.

Zastosowanie tych rozwiązań pozwoliłoby zredukować straty czasu na odcinkach międzyprzystankowych:

- na kierunku od Pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego: o około 26 sekund w godzinach szczytu porannego i około 46 sekund w godzinach szczytu popołudniowego,
- na kierunku od Pl. Grunwaldzkiego do Pętli Piaski: o około 69 sekund w godzinach szczytu porannego i około 56 sekund w godzinach szczytu popołudniowego.

7.5.5 Kolizje tramwaju z relacjami skrętnymi ruchu samochodowego

Zapewnienie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju na trasie Piaski – Pl. Grunwaldzki oraz wykorzystanie w pełni zalet torowiska wydzielonego z jezdni wymaga także istotnego ograniczenia kolizji tramwaju z ruchem na relacjach prawo i lewoskrętów na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju. Ograniczenie to może zostać wprowadzone poprzez:

- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach - wydzielenie pasów dla prawo i lewo skrętów oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji,
- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach – zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo,
- wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji - sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych.

Poniżej, w tabeli 7.53 przedstawiono zestawienie 4 punktów kolizji tramwaju z relacjami ruchu na skrętach w prawo i w lewo, identyfikację problemu oraz propozycje modyfikacji w zakresie geometrii skrzyżowań i sterowania ruchem. Szczegółowe rozwiązania w każdym z wymienionych przypadków powinny zostać opracowane w ramach studium wykonalności modernizacji tras.

Tabela 7.53 Zestawienie punktów kolizji tramwaju z relacjami skrętnymi

Lp.	Nazwa ulicy poprzecznej	Identyfikacja problemu – punkt kolizyjny	Propozycja modyfikacji
1	Galla Anonima	Lewy skręt z ul. Broniewskiego (kierunek od centrum) w ul. Galla Anonima, Prawy skręt z ul. Broniewskiego (kierunek do centrum) w ul. Galla Anonima	Wydzielony pas dla skrętu w lewo na ul. Broniewskiego (kierunek od centrum . Wydzielony pas dla skrętu w prawo na ul. Broniewskiego (kierunek do centrum). Zawężenie przekroju ulicy Broniewskiego na skrzyżowaniu z ul. Galla Anonima dla ruchu na wprost do jednego pasa ruchu. Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
2	Rudnickiego	Lewy skręt z ul. Broniewskiego (kierunek od centrum) w ul. Rudnickiego, Prawy skręt z ul. Broniewskiego (kierunek do centrum) w ul. Rudnickiego	Wydzielony pas dla skrętu w lewo na ul. Broniewskiego (kierunek od centrum). Wprowadzenie zakazu skrętu w prawo z ul. Broniewskiego (kierunek do centrum). Zawężenie przekroju ulicy Broniewskiego na skrzyżowaniu z ul. Rudnickiego dla ruchu na wprost do jednego pasa ruchu. Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
3	Krasińskiego	Lewy skręt z ul. Broniewskiego (kierunek od centrum) w ul. Krasińskiego, Prawy skręt z ul. Broniewskiego (kierunek do centrum) w ul. Krasińskiego	Zachowanie wydzielonego pasa dla skrętu w lewo na ul. Broniewskiego (kierunek od centrum). Wprowadzenie zakazu skrętu w prawo z ul. Broniewskiego (kierunek do centrum). Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętu w lewo.

Tab. 7.53 c.d.

4	Matysiakówny	Lewy skręt z ul. Broniewskiego (kierunek od centrum) w ul. Matysiakówny, Prawy skręt z ul. Broniewskiego (kierunek do centrum) w ul. Matysiakówny	Wydzielony pas dla skrętu w lewo na ul. Broniewskiego (kierunek od centrum). Wydzielony pas dla skrętu w prawo na ul. Broniewskiego (kierunek do centrum). Zawężenie przekroju ulicy Broniewskiego na skrzyżowaniu z ul. Matysiakówny dla ruchu na wprost do jednego pasa ruchu. Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów

7.5.6. Podsumowanie

W tabeli 7.54 i na rys. 7.4 przedstawiono zbiorcze zestawienie zmian dotyczących sterowania ruchem dla trasy Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki.

Tab. 7.54 Zbiorcze zestawienie zmian w sterowaniu ruchem: Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki

Nr	Punkt kolizyjny	Sterowanie w stanie istniejącym	Sterowanie po modernizacji	Rodzaj priorytetu dla tramwaju
1	Skrzyżowanie z trasą tramwajową wzdłuż ul. Broniewskiego	TAK	TAK	bezwzględny
2	Galla Anonima	TAK	TAK	bezwzględny
3	Rudnickiego	TAK	TAK	bezwzględny
4	Duracza	TAK	TAK	bezwzględny
5	Skrzyżowanie z płd. jezdnią Broniewskiego	TAK	TAK	bezwzględny
6	Trasa AK (rondo)	TAK	TAK	bezwzględny
7	Włościańska	TAK	TAK	bezwzględny
8	Skrzyżowanie z płd. jezdnią Broniewskiego	TAK	TAK	bezwzględny
9	Broniewskiego – przejście w rejonie ul. Braci Załuskich	NIE	TAK	bezwzględny
10	Krasińskiego	TAK	TAK	bezwzględny
11	Matysiakówny	NIE	TAK	bezwzględny
12	Pl. Grunwaldzki	TAK	TAK	brak

Postulowane rozwiązania w postaci wprowadzenia priorytetów w sygnalizacji świetlnej na każdym skrzyżowaniu, przez które przebiega analizowana trasa tramwajowa pozwoliłyby na zredukowanie czasów podróży:

- na kierunku od Pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego: o około 65 sekund w godzinach szczytu porannego i około 81 sekund w godzinach szczytu popołudniowego,
- na kierunku od Pl. Grunwaldzkiego do Pętli Piaski: o około 136 sekund w godzinach szczytu porannego i około 110 sekund w godzinach szczytu popołudniowego.

W tabeli 7.55 przedstawiono zestawienie obliczonych redukcji strat czasu na przystankach i w punktach kolizyjnych tras.

Tabela 7.55 Zestawienie obliczonych redukcji strat czasu na przystankach i w punktach kolizyjnych tras

	Stan istniejący			Stan po modernizacji			
	Czas tracony		Suma strat czasu	Czas tracony		Suma strat czasu	Redukcja strat czasu
	Na przystankach	Na odcinkach		Na przystankach	Na odcinkach		
	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
Piaski – Pl. Grunwaldzki							
szczyt poranny	44	26	70	30	0	30	**40**
szczyt popołudniowy	40	46	86	30	0	30	**56**
Pl. Grunwaldzki – Piaski							
szczyt poranny	67	69	136	0	0	0	**136**
szczyt popołudniowy	54	56	110	0	0	0	**110**

Oznaczałoby to wzrost prędkości komunikacyjnych. W tabeli 7.56 przedstawiono porównanie prędkości komunikacyjnych na analizowanej trasie tramwajowej przed i po modernizacji.

Tabela 7.56 Porównanie średnich prędkości komunikacyjnych w stanie istniejącym i po wprowadzeniu rozwiązań redukujących straty czasu

	Średnia prędkość komunikacyjna w stanie istniejącym	Średnia prędkość komunikacyjna po redukcji strat czasu	Wzrost średniej prędkości komunikacyjnej
Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki			
Szczyt poranny	17,76 km/godz	19,2 km/godz	1,44 km/godz (8%)
Szczyt popołudniowy	18,00 km/godz	20,2 km/godz	2,2 km/godz (11 %)
Pl. Grunwaldzki – pętla Piaski			
Szczyt poranny	18,43 km/godz	24,58 km/godz	6,15 km/godz (33 %)
Szczyt popołudniowy	18,23 km/godz	22,79 km/godz	4,56 km/godz (25 %)

Zastosowanie priorytetów dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej (przy równoczesnym prowadzeniu ruchu tramwajowego po wydzielonych torowiskach) oprócz oszczędności wynikających z ograniczenia strat czasu na skutek zatrzymań przyczyni się również do ograniczenia strat czasu tramwajów spowodowanych koniecznością częstego hamowania i przyspieszania. Stworzenie warunków istotnie poprawiających płynność jazdy, w powiązaniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru, powinno przyczynić się do podniesienia prędkości jazdy przez odcinki międzyprzystankowe. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że jeżeli w rezultacie bardzo dobrego stanu technicznego torowisk oraz parametrów technicznych nowoczesnego taboru nastąpiłoby dodatkowe skrócenie łącznego czasu jazdy po trasie od 1 do 15% (w zależności od pory dnia i kierunku), to wówczas możliwe jest osiągnięcie średniej prędkości komunikacyjnej wynoszącej 25 km/godz.

Analizując możliwości uruchomienia dodatkowych przystanków w rejonie ulic Braci Załuskich i Perzyńskiego należy zweryfikować oszacowane wcześniej uzyskane efekty czasowe.
Czasy postoju na nowych przystankach nie przekroczyłyby 13 s (10 s – wymiana pasażerów i 3 s – zamknięcie drzwi). Czasy przejazdu skróconych odcinków międzyprzystankowych przy założeniu przyspieszenia i opóźnienia na poziomie 1,2 m/s oraz prędkości jazdy 50 km/h wynosiłyby odpowiednio:

- Piaski – Perzyńskiego: 32s

- Perzyńskiego – Duracza: 32s
- Sady Żoliborskie – Braci Załuskich: 35s
- Braci Załuskich – Włościańska 35s

Obecnie czasy przejazdu połączonych odcinków wynoszą rano i popołudniu:
- Piaski – Duracza: 77s/77s
- Duracza – Piaski: 73s/71s
- Włościańska – Sady Żoliborskie: 65s/62s
- Sady Żoliborskie – Włościańska: 76s/76s

Czasy przejazdu łącznie nowych odcinków przystankowych wraz z postojem na nowym przystanku wyniosłyby:
- Piaski – Duracza: 77s
- Włościańska – Sady Żoliborskie: 83s

i stąd wydłużenie czasu przejazdu w kierunku Pl. Grunwaldzkiego o 18s rano i o 21s popołudniu, a w kierunku krańca Piaski o 11s rano i o 13s popołudniu.

Przyjęcie powyższej propozycji ograniczyłoby uzyskane redukcje czasów podróży:
- na kierunku od pętli Piaski do Pl. Grunwaldzkiego: do 22 sekund w godzinach szczytu porannego i do 35 sekund w godzinach szczytu popołudniowego,
- na kierunku od Pl. Grunwaldzkiego do pętli Piaski: do 125 sekund w godzinach szczytu porannego i do 97 sekund w godzinach szczytu popołudniowego.

Oznaczałoby to także spadek prędkości komunikacyjnych w stosunku do określonych w tab. 7.56. W tabeli 7.57 przedstawiono porównanie prędkości komunikacyjnych na analizowanej trasie tramwajowej przed i po modernizacji z uruchomieniem dodatkowych przystanków.

Tabela 7.57 Porównanie średnich prędkości komunikacyjnych w stanie istniejącym i po wprowadzeniu rozwiązań redukujących straty czasu wraz z nowymi przystankami:

	Średnia prędkość komunikacyjna w stanie istniejącym	Średnia prędkość komunikacyjna po redukcji strat czasu	Wzrost średniej prędkości komunikacyjnej
Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki			
Szczyt poranny	17,76 km/godz	18,5 km/godz	0,74 km/godz (4%)
Szczyt popołudniowy	18,00 km/godz	19,3 km/godz	1,3 km/godz (7%)
Pl. Grunwaldzki – pętla Piaski			
Szczyt poranny	18,43 km/godz	23,94 km/godz	5,51 km/godz (30 %)
Szczyt popołudniowy	18,23 km/godz	22,14 km/godz	3,91 km/godz (21 %)

Uruchomienie dodatkowych przystanków spowoduje znaczne zmniejszenie drogi dojścia do przystanków, ale jednocześnie zmniejszy efekty uzyskane z modernizacji trasy. Autorzy opracowania uważają jednak, że poprawienie dostępności do komunikacji miejskiej uzasadnia niewielkie wydłużenie czasu podróży na tym ciągu.

7.6 Trasa: Pętla Cmentarz Wolski – Dworzec Wileński

7.6.1 Organizacja ruchu tramwajowego (w tym kolizje i priorytety w ruchu ulicznym)

Trasa tramwajowa od pętli Cm. Wolski do przystanku Dw. Wileński jest trasą dwutorową, przebiegającą po torowisku w większości trasy wydzielonym z jezdni. Położenie torowiska w stosunku do jezdni jest zróżnicowane:

- na odcinku od pętli Cm. Wolski do skrzyżowania ul. Wolskiej z ul. Elekcyjną tory dla obu kierunków jazdy położone są na wydzielonym torowisku po północnej stronie jezdni ul. Grochowskiej,
- na odcinku od skrzyżowania z ul. Elekcyjną do skrzyżowania Al. Solidarności z ul. Bielańską wydzielone torowisko przebiega środkiem ul. Wolskiej i Al. Solidarności (na odcinku wiadukt kolejowy przy Al. Prymasa Tysiąclecia – DT Wola torowisko przebiega w jezdni i jest wydzielone jedynie oznakowaniem poziomym),
- na ostatnim odcinku do Dw. Wileńskiego trasa przebiega w osi jezdni wspólnie z pozostałym ruchem drogowym.

Na całej trasie występuje 15 przystanków dla każdego kierunku jazdy.

Trasa przebiega kolizyjnie w stosunku do jezdni prowadzących ruch samochodowy oraz przejść dla pieszych. W większości miejsc kolizyjnych ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej. W tabelach 7.58 i 7.59 zestawiono elementy trasy tramwajowej w podziale na kierunki jazdy.

Tabela 7.58. Zestawienie elementów trasy tramwajowej: Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński

L.p	**Przystanek**	**Ulica**	**Rodzaj kolizji**	**Sterowanie ruchem**
1	Cm. Wolski 03/04/05			
2		Wolska	Skrzyżowanie z torami tramwajowymi	brak sygnalizacji
3		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Sowińskiego	brak sygnalizacji
4		Wolska	Przejście dla pieszych 1	z sygnalizacją
5	Sowińskiego 01			
6		Wolska	Przejście dla pieszych 2	brak sygnalizacji
7	Reduta Wolska 05			
8		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Redutową	z sygnalizacja
9			Przejazd 1	brak sygnalizacji
10			Przejazd 2	brak sygnalizacji
11			Przejazd 3	brak sygnalizacji
12			Przejazd 4	brak sygnalizacji
13		Wolska	Zmiana przebiegu torowiska w stosunku do jezdni	z sygnalizacją
14		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Elekcyjną	z sygnalizacją
15	Elekcyjna 03			
16	Os. Wolska 03			
17		Wolska	Skrzyżowanie z Al. Prymasa Tysiąclecia (rondo)	z sygnalizacją
18	Sokołowska 03			
19		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Sokołowską	z sygnalizacją
20		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Płocką	z sygnalizacją
21	Płocka 03			
22		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Skiernie-wicką (skrzyżowanie torów tramwajowych)	brak sygnalizacji
23		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Młynarską	z sygnalizacją

Tabela 7.58 c.d.

24	DT Wola 03			
25		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ul. Okopowa	z sygnalizacją
26	Okopowa 03			
27	Żelazna 03			
28		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ul. Żelazną	z sygnalizacją
29	Kino Femina 05			
30		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z Al. Jana Pawła II	z sygnalizacją
31		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ulicami Gen. Andersa i Marszałkowską	z sygnalizacją
32	Metro Ratusz 09			
33		Al. Solidarności	Przejazd 5	brak sygnalizacji
34		Al. Solidarności	Przejście dla pieszych 3	brak sygnalizacji
35		Al. Solidarności	Przejazd 6	brak sygnalizacji
36		Al. Solidarności	Początek odcinka torowiska nie wydzielonego z jezdni	
37		Wyjazd z tunelu trasy W-Z	Przejście dla pieszych 4	brak sygnalizacji
38	Pl. Zamkowy 03			
39		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ul. Sierakowskiego	z sygnalizacją
40	Park Praski 04			
41		Al. Solidarności	Przejście dla pieszych przy ul. Jagiellońskiej	brak sygnalizacji
42	Dw. Wileński 11			

Tabela 7.59 Zestawienie elementów trasy tramwajowej: Dw. Wileński - Pętla Cm.Wolski

	Przystanek	**Ulica**	**Rodzaj kolizji**	**Sterowanie ruchem**
1	Dw. Wileński 10			
2		Al. Solidarności	Przejście dla pieszych przy ul. Jagiellońskiej	brak sygnalizacji
3	Park Praski 03			
4		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ul. Sierakowskiego	z sygnalizacją
5	Pl. Zamkowy 04			
6		Al. Solidarności	Przejście dla pieszych 1	brak sygnalizacji
7		Al. Solidarności	Przejazd 1	brak sygnalizacji
8		Al. Solidarności	Przejście dla pieszych 2	brak sygnalizacji
9		Al. Solidarności	Przejazd 2	brak sygnalizacji
10	Metro Ratusz 10			
11		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ulicami Gen. Andersa i Marszałkowską	z sygnalizacją
12	Kino Femina 06			
13		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z Al. Jana Pawła II	z sygnalizacją
14	Żelazna 04			
15		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ul. Żelazną	z sygnalizacją
16		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ul. Okopową	z sygnalizacją
17	Okopowa 04			
18	DT Wola 04			
19		Al. Solidarności	Skrzyżowanie z ul. Młynarską	z sygnalizacją
20			Skrzyżowanie z torami Zajezdni „Młynarska”	brak sygnalizacji
21		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Skierniewicką	brak sygnalizacji
22	Płocka 04			
23		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Płocką	z sygnalizacją

Tab. 7.59 c.d.

24	Sokołowska 04			
25		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Sokołowską	z sygnalizacją
26		Wolska	Skrzyżowanie z Al. Prymasa Tysiąclecia (rondo)	z sygnalizacją
27	Os. Wolska 04			
28	Elekcyjna 04			
29		Wolska	Zmiana położenia torowiska w stosunku do jezdni	
30		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Elekcyjną	z sygnalizacją
31			Przejazd 3	brak sygnalizacji
32			Przejazd 4	Brak sygnalizacji
33			Przejazd 5	Brak sygnalizacji
34			Przejazd 6	Brak sygnalizacji
35		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Redutową	Z sygnalizacją
36	Reduta Wolska 06			
37		Wolska	Przejście dla pieszych 3	Brak sygnalizacji
38	Sowińskiego 02			
39		Wolska	Przejście dla pieszych 4	Z sygnalizacją
40		Wolska	Skrzyżowanie z ul. Sowińskiego	Brak sygnalizacji
41		Wolska	Rozjazd tramwajowy	Brak sygnalizacji
42	Cm. Wolski 03/04/05			

Priorytety w ruchu tramwajów nas trasie Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński polegają jedynie na prowadzeniu ruchu po wydzielonych torowiskach. Na trasie występuje jednak wiele punktów kolizyjnych. Mimo, że w większości tych miejsc ruch jest sterowany za pomocą sygnalizacji świetlnej, to jednak występują tam straty czasu tramwajów. Straty te wynikają z braku priorytetów dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej.

7.6.2 Powiązania przystanków tramwajowych z zagospodarowaniem przestrzennym

Zagospodarowanie przestrzenne wzdłuż trasy tramwajowej Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński ma zmienny charakter. Na odcinku od pętli Cm. Wolski ul. Redutowej po stronie południowej znajdują się obiekty przemysłowe, a po stronie północnej aż do ul Elekcyjnej rozległe tereny cmentarne i parkowe. Od ul. Elekcyjnej do ul. Skierniewickiej trasa przebiega przez tereny niskiej i wysokiej zabudowy wielorodzinnej (osiedle Wolska).
Pomiędzy ul. Skierniewicką i Młynarską po południowej stronie zlokalizowany jest Szpital Zakaźny, w rejonie ul. Młynarskiej znajduje się duży obiekt handlowy, kino oraz dyskoteka.
Od ul. Okopowej do tunelu Trasy W-Z po obu stronach ulicy zlokalizowano zwartą zabudowę mieszkaniową z parterową częścią handlowo-usługową. W rejonie ul. Żelaznej znajduje się Wolski Urząd Dzielnicowy, natomiast w rejonie Pl. Bankowego - Urząd Wojewódzki. Od tunelu W-Z do skrzyżowania Al. Solidarności z ul. Sierakowskiego trasa przebiega w znacznej części przez most i wiadukt. Za Wisłą do Dw. Wileńskiego trasa tramwajowa przebiega przez obszar o dominujących funkcjach handlowo – usługowych, biurowych i mieszkaniowych o wysokiej koncentracji miejsc pracy i zamieszkania. Po północnej stronie trasy znajduje się Park Praski.
Usytuowanie przystanków oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego obszarów obsługiwanych przez komunikację tramwajową na trasie Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński. Średnia odległość międzyprzystankowa dla obu kierunków wynosi 575 m.

7.6.3 Węzły wymiany ruchu na trasie Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński

Na trasie zidentyfikowano 7 dużych i 4 mniejsze węzły wymiany ruchu pasażerskiego, które zestawiono w tabeli 7.60 wraz z przedstawieniem powiązań omawianej trasy tramwajowej z metrem, koleją, tramwajem i autobusem, a także celami ruchu pieszego.

Tabela 7.60. Zestawienie węzłów wymiany ruchu na trasie: Pętla Cm. Wolski–Dw. Wileński.

Nr	Nazwa węzła	Typ węzła	**Istotne z uwagi na powiązania**				
			z metrem	z koleją	Z tramwajem	z autobusem	piesze
1	Cm. Wolski	mały	-	-	-	+	+
2	Reduta Wolska	mały	-	-	-	+	-
3	Os. Wolska	mały	-	-	-	+	+
4	PŁOCKA	duży	-	-	-	+	+
5	DT WOLA	duży	-	-	+	+	+
6	OKOPOWA	duży	-	-	++	-	+
7	Żelazna	mały	-	-	-	+	+
8	KINO FEMINA	duży	-	-	++	+	+
9	METRO RATUSZ	duży	++	-	++	++	+
10	PL. ZANKOWY	duży	-	-	-	+	++
11	DW. WILEŃSKI	duży	-	+	+	+	-

7.6.4 Organizacja i sterowanie ruchem

7.6.4.1 Czas podróży na trasie

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych w kierunku jazdy **od pętli Cm. Wolski do Dworca Wileńskiego** (długość trasy: 8,06 km) w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że łączny średni czas podroży wynosi 1626 sekund (27 minut i 6 sekund), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 1190 sekund (ok. 73% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 436 sekund (ok. 27% czasu podróży).

Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie wynosi **17,85 km/godz.**

W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono istotne skrócenie (o około 8 %) średniego czasu podróży w stosunku do warunków ruchu występujących w godzinach szczytu porannego. Czas ten wyniósł 1598 sekund (26 minut i 38 sekund), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 1092 sekundy (ok. 68 % czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 409 sekund (ok. 32 % czasu podróży).

Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie w godzinach szczytu popołudniowego była wyższa niż szczytu rannego i wynosiła **18,16 km/godz.**

Na tej podstawie można stwierdzić, że w obecnie występujących warunkach ruchu czas podróży od pętli Cm. Wolski do Dworca Wileńskiego jest dłuższy w godzinach szczytu porannego niż popołudniowego, przy czym występują popołudniu czasy postoju na przystankach są dłuższe aniżeli w szczycie porannym.

W pomiarach ruchu tramwajów przeprowadzonych w kierunku jazdy **od Dworca Wileńskiego do pętli Cm. Wolski** (długość trasy: 8,06 km) w godzinie szczytu porannego stwierdzono, że łączny średni czas podróży wynosi 1728 sekundy (28 minut i 48 sekund), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 1170 sekundy (ok. 68% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 558 sekund (ok. 32% czasu podróży).

Oznacza to, że średnia prędkość komunikacyjna na trasie wynosi **16,79 km/godz.**

W pomiarach przeprowadzonych w godzinie szczytu popołudniowego (na tym samym kierunku) stwierdzono niewielkie skrócenie (o około 3%) średniego czasu podróży w stosunku do warunków ruchu występujących w godzinach szczytu porannego. Czas ten wyniósł 1681 sekund (28 minut i 1 sekundę), w tym:

- średni czas przejazdu odległości międzyprzystankowych: 1198 sekundy (ok. 71% czasu podróży),
- średni czas postoju na przystankach: 483 sekund (ok. 29% czasu podróży).

W rezultacie średnia prędkość komunikacyjna na trasie w godzinach szczytu popołudniowego była nieco wyższa niż w godzinach szczytu rannego i wynosiła **17,26 km/godz.,** przy czym w obu okresach występują podobne proporcje łącznego czasu przejazdu odcinków międzyprzystankowych i łącznego czasu postoju na przystankach.

Pomiary ruchu tramwajów wykazały, że średnie prędkości komunikacyjne na analizowanej trasie różnią się istotnie w zależności od kierunku jazdy. Przejazd od Dw. Wileńskiego do pętli Cm. Wolski zajmuje w obu okresach więcej czasu niż przejazd w kierunku przeciwnym.

W trakcie pomiarów zaobserwowano straty czasu na Moście Śląsko-Dąbrowskim, szczególnie w szczycie popołudniowym dla kierunku do Dw. Wileńskiego. Czasy przejazdu bez postojów na przystankach pomiędzy Parkiem Praskim i Metrem Ratusz wyniosły:

<u>dla kierunku pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński:</u>

- 198 sekundy w szczycie porannym (z prędkością odcinkową 38,6 km/h),
- 380 sekund w szczycie popołudniowym (z prędkością odcinkową 20,1 km/h),

<u>dla kierunku Dworzec Wileński – pętla Cm. Wolski:</u>

- 242 sekundy w szczycie porannym (z prędkością odcinkową 32,0 km/h),
- 230 sekund w szczycie popołudniowym (z prędkością odcinkową 33,7 km/h).

Ze względu na zaobserwowane straty czasu w szczycie popołudniowym, występujące utrudnienia w ruchu także w innych porach dnia oraz konieczność zapewnienia bezkolizyjnego ruchu tramwajów autorzy opracowania za wskazane uznają wydzielenie torowiska tramwajowego na odcinku pomiędzy Pl. Bankowym i Parkiem Praskim. Autorzy proponują także aby kwestię ewentualnego wspólnego wykorzystywania torowiska przez tramwaj i autobus przeanalizować w ramach uszczegółowionych studiów dla tej trasy powiązanych ze zmianą marszrutyzacji linii.

Uzyskane w wyniku wydzielenia torowiska efekty (skrócenie czasu przejazdu odcinka do ok. 198 s dla obu kierunków (przy prędkości 38,6 km/h) powinno umożliwić uzyskanie oszczędności czasu średnio ok. 3 minut na odcinku Pl. Bankowym-Park Praski.

7.6.4.2 Czasy wymiany pasażerów na przystankach

W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na omawianej trasie tramwajowej łączne średnie czasy wymiany pasażerów na przystankach w godzinach szczytu porannego i popołudniowego różniły się istotnie dla kierunku Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński i nie różniły się istotnie dla kierunku przeciwnego. Wyniosły one:

<u>dla kierunku Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński:</u>

- 237 sekund w szczycie porannym (co stanowi około 54% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),
- 211 sekundy w szczycie popołudniowym (co stanowi około 52% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),

<u>dla kierunku Dworzec Wileński – pętla Cm. Wolski:</u>

- 217 sekund w szczycie porannym (co stanowi około 39% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),
- 242 sekund w szczycie popołudniowym (co stanowi około 50% łącznego średniego czasu postoju tramwajów na przystankach),

Z zestawionych wielkości wynika, że czasy wymiany pasażerów na przystankach stanowią około połowy czasu postoju tramwajów na przystankach, przy czym w kierunku jazdy od Dworca Wileńskiego do pętli Cm. Wolski w godzinach szczytu porannego czas wymiany pasażerów stanowi zaledwie 39% czasu postoju tramwajów na przystankach. Świadczy to o znaczących stratach czasu występujących w tym okresie w tym kierunku jazdy.

Średni czas wymiany pasażerów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 14,8s-17,3s, przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas wymiany pasażerów wynosił 8s (przystanek Os. Wolska 03 – szczyt popołudniowy), a najdłuższy 37s (Metro Ratusz 10 - szczyt popołudniowy). Rozkład czasów wymiany pasażerów na tej trasie wskazuje, że dominuje czas wymiany pasażerów w przedziale od 11 do 20s – 63%. Równocześnie przedziały do 10s, oraz od 21s do 30s, obejmuje po 17% przystanków na trasie.

Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński odbywa się dość sprawnie, jednak należy oczekiwać pewnych oszczędności w czasie z tego tytułu po przeprowadzeniu modernizacji.

W godzinach szczytu porannego najdłuższe średnie czasy wymiany pasażerów zarejestrowano na następujących przystankach:

- Kino Femina 05 - 32s (kierunek od pętli Cm. Wolski),
- Żelazna 04 – 29s (kierunek od Dworca Wileńskiego),
- Metro Ratusz 09 – 28s (kierunek od pętli Cm. Wolski),
- Kino Femina 06 – 27s (kierunek od Dworca Wileńskiego),
- Metro Ratusz 10 – 27s (kierunek od Dworca Wileńskiego),
- Dworzec Wileński 11 - 23s (kierunek od pętli Cm. Wolski),
- DT Wola 03 – 21s (kierunek od pętli Cm. Wolski).

W godzinach szczytu popołudniowego najdłuższe średnie czasy wymiany pasażerów zarejestrowano na następujących przystankach:

- Metro Ratusz 10 – 37s (kierunek od Dworca Wileńskiego),
- Dworzec Wileński 11 – 30s (kierunek od pętli Cm. Wolski),
- Kino Femina 06 – 24s (kierunek od Dworca Wileńskiego),
- Płocka 04 – 24s (kierunek od Dworca Wileńskiego),
- Metro Ratusz 09 – 24s (kierunek od pętli Cm. Wolski).

Oznacza to, że najdłuższe czasy postoju tramwajów w związku z wymianą pasażerów występują głównie na przystankach położonych w centrum miasta, ale nie tylko. Duże czasy

wymiany pasażerów zarejestrowano również na przystankach: Dworzec Wileński 11, DT Wola 03, oraz Płocka 04. Wymiana pasażerów na pozostałych przystankach wymaga znacznie krótszych czasów postoju tramwajów.

7.6.4.3 Czasy tracone przez tramwaj na przystankach

Przez czas tracony przez tramwaj na przystankach rozumie się czas jaki upływa od momentu zakończenia wymiany pasażerów[4] do chwili ruszenia z przystanku. W przeprowadzonych pomiarach ruchu tramwajów stwierdzono, że na trasie tramwajowej Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński łączne średnie czasy postoju tramwajów na przystankach były zróżnicowane i wynosiły:

- dla kierunku Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, w szczycie porannym – 436s,
- dla kierunku Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, w szczycie popołudniowym – 409s,
- dla kierunku Dworzec Wileński - Pętla Cm. Wolski, w szczycie porannym – 558s,
- dla kierunku Dworzec Wileński - Pętla Cm. Wolski, w szczycie popołudniowym – 483s.

Stąd średni czas postoju tramwajów na przystankach tej trasy wahał się w granicach 29,1s-38s, przy czym najkrótszy zaobserwowany średni czas postoju tramwaju wynosił 13s (przystanek Sowińskiego 01 – szczyt popołudniowy), a najdłuższy 83 s (Elekcyjna 04 – szczyt poranny).

Podsumowując należy stwierdzić, że na trasie Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński średnie straty czasu wynikające z oczekiwania tramwaju na przystanku na włączenie się do ruchu są znaczne i wynoszą odpowiednio:

- dla kierunku Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, w szczycie porannym – 159s,
- dla kierunku Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, w szczycie popołudniowym – 157s,
- dla kierunku Dworzec Wileński – Pętla Cm. Wolski, w szczycie porannym – 300s,
- dla kierunku Dworzec Wileński – Pętla Cm. Wolski, w szczycie popołudniowym – 199s.

Największe straty czasu na przystankach są odnotowywane:

<u>na kierunku Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, szczyt poranny:</u>

- przystanek Kino Femina 05 – średnie straty czasu do 45 sekund,
- przystanek Żelazna 03 – średnie straty czasu do 32 sekund,
- przystanek Dworzec Wileński 11 – średnie straty czasu do 32 sekund,

<u>na kierunku Pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, szczyt popołudniowy:</u>

- przystanek Dworzec Wileński 11 – średnie straty czasu do 38 sekund,
- przystanek Os. Wolska 03 – średnie straty czasu do 28 sekund.

<u>na kierunku Dworzec Wileński – Pętla Cm. Wolski, szczyt poranny:</u>

- przystanek Kino Femina 06 – średnie straty czasu do 45 sekund,
- przystanek Metro Ratusz 10 – średnie straty czasu do 37 sekund,
- przystanek Żelazna 04 – średnie straty czasu do 36 sekund,
- przystanek Płocka 04 – średnie straty czasu do 30 sekund,
- przystanek DT Wola 04 – średnie straty czasu do 27 sekund.

<u>na kierunku Dworzec Wileński – Pętla Cm. Wolski, szczyt popołudniowy:</u>

- przystanek Elekcyjna 04 – średnie straty czasu do 66 sekund,

[4] Czas ten dodatkowo pomniejszany był o 3 sekundy uznawane za czas niezbędny dla zamknięcia drzwi tramwaju

- przystanek Kino Femina 06 – średnie straty czasu do 55 sekund,
- przystanek Żelazna 04 – średnie straty czasu do 42 sekund.

W poniższych tabelach zaproponowano wprowadzenie zmian w zakresie sterowania ruchem tramwajów ruszających z przystanku. W tym celu przyjęto następujące założenia:

- Jako czas tracony rozumiany jest czas upływający od zamknięcia drzwi tramwaju (z uwzględnieniem 3 sekund niezbędnych na zamknięcie drzwi) do ruszenia tramwaju z przystanku.
- W przypadku czasu traconego po modernizacji przyjęto:
  - 0s czasu traconego w przypadku gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą, przejściem dla pieszych, przejazdem,
  - 5s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą oraz trasą tramwaju obciążoną ruchem powyżej 20poc./h,
  - 30s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się w ważnym węźle komunikacyjnym i nie dostaje priorytetu
- Po analizie obecnego czasu wymiany pasażerów na przystankach na omawianej trasie zdecydowano się utrzymać te same wartości dla stanu po modernizacji. Należy oczekiwać, że modernizacja trasy zwiększy liczbę pasażerów i wymianę ruchu na przystankach. Jednak wprowadzone nowoczesne rozwiązania w tym nowy typ taboru powinny pozwolić utrzymać dotychczasowe czasy wymiany.

Tabela 7.61 Kierunek: Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński – szczyt poranny

		STAN ISTNIEJĄCY			**STAN PO MODERNIZACJI**		
Nr	**Przystanek**	**Czas**		Typ sterowania	**Czas**		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	tracony		wymiany pasażerów	Tracony	
1	Cm. Wolski 04	-	0	nie wymagane	-		-
2	Sowińskiego 01	11	0	nie wymagane	11	0	-
3	Reduta Wolska 05	12	10	sygnalizacja	12	0	bezwzględny
4	Elekcyjna 03	10	0	nie wymagane	10	0	-
5	Os. Wolska 03	14	19	sygnalizacja	14	0	bezwzględny
6	Sokołowska 03	15	0	sygnalizacja	15	0	bezwzględny
7	Płocka 03	16	7	brak sygnalizacji	16	0	-
8	DT Wola 03	21	0	nie wymagane	21	0	-
9	Okopowa 03	14	3	nie wymagane	14	0	-
10	Żelazna 03	13	31	sygnalizacja	13	0	bezwzględny
11	Kino Femina 05	32	45	sygnalizacja	32	30	brak
12	Metro Ratusz 09	28	7	nie wymagane	28	30	brak
13	Pl. Zamkowy 03	15	1	nie wymagane	15	0	-
14	Park Praski 04	13	2	nie wymagane	13	0	bezwzględny
15	Dw. Wileński 11	23	32	sygnalizacja	23	5	warunkowy
Łącznie:		227	159		227	65	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**94 s**	

Tabela 7.62. Kierunek: pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński szczyt popołudniowy

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		wymiany pasaże-rów	tracony		Wymiany pasażerów	Tracony	
1	Cm. Wolski 04	-	0	nie wymagane	-		-
2	Sowińskiego 01	11	0	nie wymagane	11	0	-
3	Reduta Wolska 05	10	11	sygnalizacja	10	0	Bezwzględny
4	Elekcyjna 03	9	0	nie wymagane	9	0	-
5	Os. Wolska 03	8	38	sygnalizacja	8	0	Bezwzględny
6	Sokołowska 03	15	7	sygnalizacja	15	0	Bezwzględny
7	Płocka 03	18	1	nie wymagane	18	0	-
8	DT Wola 03	15	4	nie wymagane	15	0	-
9	Okopowa 03	12	14	nie wymagane	12	0	-
10	Żelazna 03	12	21	sygnalizacja	12	0	Bezwzględny
11	Kino Femina 05	17	19	sygnalizacja	17	30	brak
12	Metro Ratusz 09	24	3	nie wymagane	24	30	brak
13	Pl. Zamkowy 03	16	1	nie wymagane	16	0	-
14	Park Praski 04	14	0	nie wymagane	14	0	Bezwzględny
15	Dw. Wileński 11	30	38	sygnalizacja	30	5	Warunkowy
Łącznie:		211	157		211	65	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**92s**	

Tabela 7.63 Kierunek: Dw. Wileński – pętla Cm. Wolski - szczyt poranny

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasaże-rów	tracony		Wymiany pasaże-rów	Tracony	
1	Dw. Wileński 10	13	12	sygnalizacja	13	5	warunkowy
2	Park Praski 03	14	8	sygnalizacja	14	0	bezwzględny
3	Pl. Zamkowy 04	17	10	brak sygnalizacji	17	0	bezwzględny
4	Metro Ratusz 10	27	37	sygnalizacja	27	30	brak
5	Kino Femina 06	27	55	sygnalizacja	27	30	brak
6	Żelazna 04	29	36	sygnalizacja	29	0	bezwzględny
7	Okopowa 04	17	0	nie wymagane	17	0	-
8	DT Wola 04	12	27	sygnalizacja	12	0	bezwzględny
9	Płocka 04	11	30	sygnalizacja	11	0	bezwzględny
10	Sokołowska 04	11	10	sygnalizacja	11	0	bezwzględny
11	Os. Wolska 04	9	3	nie wymagane	9	0	-
12	Elekcyjna 04	9	71	sygnalizacja	9	0	bezwzględny
13	Reduta Wolska 06	11	1	nie wymagane	11	0	-
14	Sowińskiego 02	10	0	sygnalizacja	10	0	bezwzględny
15	Cm. Wolski 04	-	0	nie wymagane	-	0	-
Łącznie:		217	300		217	65	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**235 s**	

Tabela 7.64 Kierunek: Dw. Wileński – pętla Cm. Wolski - szczyt poranny

Nr	Przystanek	STAN ISTNIEJĄCY			STAN PO MODERNIZACJI		
		Czas		Typ sterowania	Czas		Priorytet w sygnalizacji
		Wymiany pasażerów	tracony		wymiany pasażerów	tracony	
1	Dw. Wileński 10	12	8	sygnalizacja	12	5	Warunkowy
2	Park Praski 03	13	6	sygnalizacja	13	0	Bezwzględny
3	Pl. Zamkowy 04	20	7	brak sygnalizacji	20	0	Bezwzględny
4	Metro Ratusz 10	37	2	sygnalizacja	37	30	Brak
5	Kino Femina 06	24	55	sygnalizacja	24	30	Brak
6	Żelazna 04	16	42	sygnalizacja	16	0	Bezwzględny
7	Okopowa 04	18	2	nie wymagane	18	0	-
8	DT Wola 04	15	0	sygnalizacja	15	0	Bezwzględny
9	Płocka 04	24	3	sygnalizacja	24	0	Bezwzględny
10	Sokołowska 04	18	2	sygnalizacja	18	0	Bezwzględny
11	Os. Wolska 04	12	2	nie wymagane	12	0	-
12	Elekcyjna 04	10	66	sygnalizacja	10	0	Bezwzględny
13	Reduta Wolska 06	13	2	nie wymagane	13	0	-
14	Sowińskiego 02	10	2	sygnalizacja	10	0	Bezwzględny
15	Cm. Wolski 04	-	0	nie wymagane	-	0	-
Łącznie:		242	199		242	65	
		Łączna redukcja strat czasu na przystankach:				**134 s**	

Większość przystanków jest zlokalizowana przed skrzyżowaniem i posiada sygnalizację świetlną. Dla podniesienia poziomu bezpieczeństwa zaleca się uruchomienie sygnalizacji również w rejonie przystanków Pl. Zamkowy (po wyjeździe z tunelu Trasy W-Z).

Podsumowując należy stwierdzić, że dzięki zastosowaniu sterowania ruchem jest możliwe uzyskanie redukcji strat czasu przy ruszaniu tramwaju z przystanków na poziomie:
- dla kierunku pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, w szczycie porannym – 94s,
- dla kierunku pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, w szczycie popołudniowym – 92s,
- dla kierunku Dworzec Wileński – pętla Cm. Wolski, w szczycie porannym – 235s,
- dla kierunku Dworzec Wileński – pętla Cm. Wolski, w szczycie popołudniowym – 129s.

Uzyskanie takiego efektu wymaga wprowadzenia bezwzględnego priorytetu na większości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną, przez które przebiega omawiana trasa.

7.6.4.4 Czasy tracone na odcinkach międzyprzystankowych trasy

Wyniki przeprowadzonych pomiarów ruchu tramwajów wykazały, że na trasie od pętli Cm. Wolski – Dw. Wileński łączny średni czas tracony na odcinkach (skrzyżowania przejazdy, przejścia dla pieszych) wynosi:

- dla kierunku pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, w szczycie porannym – 207s,
- dla kierunku pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński, w szczycie popołudniowym – 97s,
- dla kierunku Dworzec Wileński – pętla Cm. Wolski, w szczycie porannym – 121s,
- dla kierunku Dworzec Wileński – pętla Cm. Wolski, w szczycie popołudniowym – 161s.

Straty czasu na odcinkach międzyprzystankowych trasy Pętla Cm. Wolski - Dw. Wileński nie rozkładają się w sposób równomierny czy proporcjonalny pomiędzy kierunki jazdy czy okresy kursowania. Analiza potwierdza brak jakichkolwiek priorytetów dla trakcji tramwajowej na omawianej trasie.

Wobec dużej liczby skrzyżowań z sygnalizacją świetlną omawiane straty czasu występują głównie na wlotach tych skrzyżowań. Największe straty czasu na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną zarejestrowano:

- Wolska/Elekcyjna,
- Wolska/Prymasa Tysiąclecia.,
- Al. Solidarności/Okopowa,
- Al. Solidarności/ Al. Jana Pawła II,
- Al. Solidarności/Andersa,
- Al. Solidarności/Targowa.

Największe straty czasu odnotowano na odcinkach trasy:
na kierunku Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński
- przy przejeździe odcinka DT Wola 03 – Okopowa 03: średnio 42 – 95s,
- przy przejeździe odcinka Reduta Wolska 03 – Elekcyjna 03: średnio 47s,
- przy przejeździe odcinka Kino Femina 05 – Metro Ratusz 09: średnio 25-30s.

na kierunku Dw. Wileński – Pętla Cm. Wolski:
- przy przejeździe odcinka Żelazna 04 – Okopowa 04: średnio 57 - 60s,
- przy przejeździe odcinka Dw. Wileński 10 – Park Praski 03: średnio 31 - 36s,
- przy przejeździe odcinka Sokołowska 04 – Os. Wolska 04: średnio 19 - 25s.

W tabelach 7.65 – 7.68 przedstawiono proponowane zmiany w zakresie sterowania ruchem tramwajów na odcinkach trasy (przy przejazdach przez skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych). Niektóre z rozwiązań pokrywają się z rozwiązaniami proponowanymi dla ograniczenia strat czasu na przystankach. Przyjęto następujące założenia:
- 0s czasu traconego w przypadku gdy trasa tramwaju krzyżuje się z ulicą klasy Z i niższą, przejściem dla pieszych, przejazdem,
- 5s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się z ulicą klasy G i wyższą oraz trasą tramwaju obciążoną ruchem powyżej 20poc./h,
- 30s czasu traconego gdy tramwaj krzyżuje się w ważnym węźle komunikacyjnym i nie dostaje priorytetu.

Tabela 7.65 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Cm. Wolski – Dw. Wileński, szczyt poranny

Nr	Punkt kolizyjny	STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
		Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Wolska – przejście 1	5	TAK	0	TAK	bezwzględny
2	Redutowa	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Elekcyjna	47	TAK	0	TAK	bezwzględny
4	Prymasa Tys.	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
5	Sokołowska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
6	Płocka	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
7	Młynarska	11	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Okopowa	95	TAK	30	TAK	brak
9	Żelazna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Al. Jana Pawła II	0	TAK	O	TAK	brak
11	Andersa	30	TAK	0	TAK	brak
12	Sierakowskiego	5	TAK	0	TAK	bezwzględny
13	Jagiellońska – przejście	14	NIE	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	207		30		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**177s**		

Tabela 7.66 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Cm. Wolski – Dw. Wileński, szczyt popołudniowy

Nr	Punkt kolizyjny	STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
		Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Wolska – przejście 1	3	TAK	0	TAK	bezwzględny
2	Redutowa	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Elekcyjna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
4	Prymasa Tys.	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
5	Sokołowska	5	TAK	0	TAK	bezwzględny
6	Płocka	12	TAK	0	TAK	bezwzględny
7	Młynarska	7	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Okopowa	42	TAK	30	TAK	brak
9	Żelazna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Al. Jana Pawła II	0	TAK	0	TAK	brak
11	Andersa	25	TAK	0	TAK	brak
12	Sierakowskiego	2	TAK	0	TAK	bezwzględny
13	Jagiellońska – przejście	1	NIE	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	97		30		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**67s**		

Tabela 7.67 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Dw. Wileński – Cm. Wolski, szczyt poranny

Nr	Punkt kolizyjny	STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
		Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Targowa	36	TAK	5	TAK	Warunkowy
2	Sierakowskiego	1	TAK	0	TAK	Bezwzględny
3	Andersa	5	TAK	0	TAK	brak
4	Al. Jana Pawła II	0	TAK	0	TAK	Brak
5	Żelazna	0	TAK	0	TAK	Bezwzględny
6	Okopowa	60	TAK	30	TAK	brak
7	Młynarska	0	TAK	0	TAK	Bezwzględny
8	Płocka	0	TAK	0	TAK	Bezwzględny
9	Sokołowska	0	TAK	0	TAK	Bezwzględny
10	Prymasa Tys.	19	TAK	0	TAK	Bezwzględny
11	Elekcyjna	0	TAK	0	TAK	Bezwzględny
12	Redutowa	0	TAK	0	TAK	Bezwzględny
	Łącznie:	121		35		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**86s**		

Tabela 7.68 Czas tracony na odcinkach trasy, kierunek: Dw. Wileński – Cm. Wolski, szczyt popołudniowy

Nr	Punkt kolizyjny	STAN ISTNIEJĄCY		**PO MODERNIZACJI**		
		Czas tracony [s]	Sterowanie	Czas tracony [s]	Sterowanie	Priorytet
1	Targowa	31	TAK	5	TAK	warunkowy
2	Sierakowskiego	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
3	Andersa	0	TAK	0	TAK	brak
4	Al. Jana Pawła II	30	TAK	0	TAK	brak
5	Żelazna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
6	Okopowa	57	TAK	30	TAK	brak
7	Młynarska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
8	Płocka	18	TAK	0	TAK	bezwzględny
9	Sokołowska	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
10	Prymasa Tys.	25	TAK	0	TAK	bezwzględny
11	Elekcyjna	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
12	Redutowa	0	TAK	0	TAK	bezwzględny
	Łącznie:	161		35		
	Łączna redukcja strat czasu w punktach kolizji:			**126s**		

W powyższych tabelach nie uwzględniono przejść dla pieszych i przejazdów bez sygnalizacji świetlnej, na których nie stwierdzono strat czasowych dla tramwajów. Jednak ze względu na bezpieczeństwo i sprawność przejazdu tramwajów z większą prędkością zaleca się:

- uruchomienie sygnalizacji świetlnej o bezwzględnym priorytecie dla tramwaju w następujących lokalizacjach:
  - Wolska/Sowińskiego,
  - Wolska/kładka przy ul. Redutowej,
  - Wolska/Skierniewicka,
  - Al. Solidarności/Muzeum Niepodległości,
  - Al. Solidarności/wyjazd z tunelu Trasy W-Z,
  - Al. Solidarności/Jagiellońska,

- uruchomienie przejść dla pieszych w połowie odległości pomiędzy przystankami Żelazna i Kino Femina oraz Kino Femina i Metro Ratusz. Przejścia powinny być sterowane sygnalizacją z uwzględnieniem bezwzględnego priorytetu dla tramwaju. Zaproponowane działanie zminimalizuje bardzo niebezpieczne zjawisko przechodzenia na „dziko" w tych miejscach,
- likwidację lewoskrętów wzdłuż trasy tramwajowej na następujących skrzyżowaniach:
  - Wolska/Sokołowska,
  - Wolska/Płocka w kierunku na Wolę,
  - Wolska/Działdowska,
- specjalne oznakowanie strefy skrzyżowania wspólnej z torowiskiem w celu ograniczenia blokowania przejazdu tramwajom przez pojazdy wykonujące manewr skrętu w lewo w następujących lokalizacjach:
  - Wolska/Prymasa Tysiąclecia.,
  - Wolska/Płocka,
  - Al. Solidarności/Żelazna,
  - Al. Solidarności/Al. Jana Pawła II,
  - Al. Solidarności/Andersa.

Zastosowanie tych rozwiązań pozwoliłoby zredukować straty czasu na odcinkach międzyprzystankowych:

- na kierunku od pętli Cm. Wolski do Dw. Wileńskiego: o około 177 sekund w godzinach szczytu porannego i około 67 sekund w godzinach szczytu popołudniowego,
- na kierunku od Dw. Wileńskiego do pętli Cm. Wolski: o około 86 sekund w godzinach szczytu porannego i około 126 sekund w godzinach szczytu popołudniowego.

7.6.5 Kolizje tramwaju z relacjami skrętnymi ruchu samochodowego

Zapewnienie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju na trasie Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński oraz wykorzystanie w pełni zalet torowiska wydzielonego z jezdni wymaga także istotnego ograniczenia kolizji tramwaju z ruchem na relacjach prawo i lewoskrętów na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju. Ograniczenie to może zostać wprowadzone poprzez:

- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach - wydzielenie pasów dla prawo i lewo skrętów oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji,
- wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach – zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo,
- wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji - sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych.

Poniżej, w tabeli 7.69 przedstawiono zestawienie 9 punktów kolizji tramwaju z relacjami ruchu na skrętach w prawo i w lewo, identyfikację problemu oraz propozycje modyfikacji w zakresie geometrii skrzyżowań i sterowania ruchem. Szczegółowe rozwiązania w każdym z wymienionych przypadków powinny zostać opracowane w ramach studium wykonalności modernizacji tras.

Tabela 7.69 Zestawienie punktów kolizji tramwaju z relacjami skrętnymi

Lp.	Nazwa ulicy poprzecznej	Identyfikacja problemu – punkt kolizyjny	Propozycja modyfikacji
1	Sowińskiego	• Lewy skręt z ul. Wolskiej (kierunek do centrum) • Prawy skręt z ul. Wolskiej (kierunek od centrum)	• Wprowadzenie zakazu skrętu w lewo w kierunku do centrum. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną wzbudzaną fazą dla skrętu w prawo od strony centrum
2	Elekcyjna	• Lewe skręty z ul. Wolskiej	• Utrzymanie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla tramwaju
3	Sokołowska	• Lewe skręty z ul. Wolskiej	• Wprowadzenie zakazów skrętu w lewo z ul. Wolskiej.
4	Płocka	• Lewe skręty z ul. Wolskiej	• Wprowadzenie zakazu skrętu w lewo z ul. Wolskiej w kierunku od centrum • Zachowanie wydzielonego pasa dla skrętu w lewo na wlocie w kierunku do centrum • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzieloną fazą dla skrętu
5	Działdowska	• Lewy skręt z ul. Wolskiej w ul. Działdowską	• Wprowadzenie zakazu skrętu w lewo z ul. Wolskiej w kierunku od centrum
6	Młynarska	• Lewe skręty z Al. Solidarności	• Wydzielone pasy dla skrętów w lewo na obu wlotach Al. Solidarności • Zawężenie wlotów Al. Solidarności dla ruchu na wprost do 2 pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
7	Okopowa	• Lewe skręty z Al. Solidarności	• Przebudowa skrzyżowania w rondo z ruchem kierowanym sygnalizacją świetlną
8	Żelazna	• Lewe skręty z Al. Solidarności	• Wydzielone pasy dla skrętów w lewo na obu wlotach Al. Solidarności • Zawężenie wlotów Al. Solidarności dla ruchu na wprost do 2 pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
9	Al. Jana Pawła II	• Lewe skręty z Al. Solidarności	• Wydzielone pasy dla skrętów w lewo na obu wlotach Al. Solidarności • Zawężenie wlotów Al. Solidarności dla ruchu na wprost do 2 pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów
10	Andersa	• Lewy skręt z Al. Solidarności (od strony Wisły) w ul. Marszałkowską	• Wydzielone 2 pasy dla skrętu w lewo na wlocie Al. Solidarności od strony Wisły • Zawężenie wlotu Al. Solidarności dla ruchu na wprost do 2 pasów ruchu. • Wprowadzenie sterowania sygnalizacją z wydzielonymi fazami dla skrętów

7.6.6 Podsumowanie

W tabeli 7.70 i na rys. 7.5 przedstawiono zbiorcze zestawienie zmian dotyczących sterowania ruchem dla trasy Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński.

Tabela 7.70 Zbiorcze zestawienie zmian w sterowaniu ruchem: Cm. Wolski – Dw. Wileński

Nr	Punkt kolizyjny	Sterowanie w stanie istniejącym	Sterowanie po modernizacji	Rodzaj priorytetu dla tramwaju
1	Wolska – wyjazd z pętli	NIE	TAK	brak
2	Sowińskiego	NIE	TAK	bezwzględny
3	Wolska – przejście 1	TAK	TAK	bezwzględny
4	Wolska – przejście 2	NIE	TAK	bezwzględny
5	Redutowa	TAK	TAK	bezwzględny
6	Elekcyjna	TAK	TAK	bezwzględny
7	Prymasa Tys.	TAK	TAK	bezwzględny
8	Sokołowska	TAK	TAK	bezwzględny
9	Płocka	TAK	TAK	bezwzględny
10	Skierniewicka	NIE	TAK	bezwzględny
11	Młynarska	TAK	TAK	bezwzględny
12	Okopowa	TAK	TAK	brak
13	Żelazna	TAK	TAK	bezwzględny
14	Al. Solidarności – przejście dla pieszych	NIE	TAK	bezwzględny
15	Al. Jana Pawła II	TAK	TAK	brak
16	Al. Solidarności – przejście dla pieszych	NIE	TAK	bezwzględny
17	Andersa	TAK	TAK	brak
18	Al. Solidarności przejazdy 5 i 6 oraz przejście 3	NIE	TAK	bezwzględny
19	Al. Solidarności – przejście przy wylocie z tunelu Trasy W-Z	NIE	TAK	bezwzględny
20	Sierakowskiego	TAK	TAK	bezwzględny
21	Jagiellońska – przejście	NIE	TAK	bezwzględny
22	Targowa	TAK	TAK	warunkowy

W tabeli 7.71 przedstawiono zestawienie obliczonych redukcji strat czasu na przystankach i w punktach kolizyjnych tras.

Tabela 7.71 Zestawienie obliczonych redukcji strat czasu na przystankach i w punktach kolizyjnych tras

	Stan istniejący			Stan po modernizacji			
	Czas tracony		Suma strat czasu	Czas tracony		Suma strat czasu	Redukcja strat czasu
	Na przystankach	Na odcinkach		Na przystankach	Na odcinkach		
	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]
Cm. Wolski – Dw. Wileński							
szczyt poranny	159	207	366	65	30	95	**271**
szczyt popołudniowy	157	97	254	65	30	95	**159**
Dw. Wileński – Cm. Wolski							
szczyt poranny	300	121	421	65	35	100	**321**
szczyt popołudniowy	199	161	360	65	35	100	**250**

Łączne uzyskane zmniejszenie strat czasowych z tytułu zmniejszenia strat czasowych na przystankach, odcinkach międzyprzystankowych oraz wydzielenia torowiska na Moście Śląsko-Dąbrowskim wynoszą:

- dla kierunku pętla Cm. Wolski – Dworzec Wileński:
  - 271 sekund w szczycie porannym,
  - 340 sekund w szczycie popołudniowym,
- dla kierunku Dworzec Wileński – pętla Cm. Wolski:
  - 321 sekund w szczycie porannym,
  - 430 sekund w szczycie popołudniowym.

Zaproponowane zmiany w zakresie sterowania ruchem wzdłuż trasy tramwajowej będą wpływać korzystnie na ograniczenie strat czasu zarówno godzinach ruchu szczytowego jak też w godzinach międzyszczytowych. Oznaczać to będzie, że czas podróży pasażerów na analizowanej trasie będzie w ciągu całego dnia zbliżony.

W tabeli 7.72 przedstawiono porównanie średnich prędkości komunikacyjnych na analizowanej trasie tramwajowej przed i po modernizacji.

Tabela 7.72 Porównanie zmian średnich prędkości komunikacyjnych na trasie tramwajowej

	Średnia prędkość tramwaju na trasie w stanie istniejącym	Średnia prędkość tramwaju na trasie po redukcji strat czasu	Wartość podwyższenia prędkości w wyniku redukcji strat czasu
Cm. Wolski – Dw. Wileński			
szczyt poranny	17,85 km/h	21,4 km/h	3,55 km/h (wzrost o 20%)
szczyt popołudniowy	18,16 km/h	23,1 km/h	4,94 km/h (wzrost o 27%)
Dw. Wileński – Cm. Wolski			
szczyt poranny	16,79 km/h	20,6 km/h	3,8 km/h (wzrost o 23%)
szczyt popołudniowy	17,26 km/h	23,2 km/h	5,94 km/h (wzrost o 34%)

Wprowadzenie sterowania ruchem wzdłuż analizowanej trasy tramwajowej oprócz oszczędności wynikających z ograniczenia strat czasu na skutek zatrzymań, przyczyni się także do ograniczenia strat czasu tramwaju wynikających z częstego hamowania i przyspieszania. To w połączeniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru powinno przyczynić się do podniesienia średniej prędkości jazdy na odcinkach.
Przeprowadzone obliczenia wskazują, że możliwe jest osiągnięcie oszczędności w tym względzie na poziomie ok. 22% - 30% czasu przejazdu na trasie Cm. Wolski – Dw. Wileński, co pozwoli na osiągnięcie na analizowanej trasie średniej prędkości komunikacyjnej na poziomie 25 km/h.

8 PROGNOZY RUCHU

8.1 Wstęp

Prognozy ruchu pasażerskiego w komunikacji zbiorowej wykonano, wykorzystując do tego celu model ruchowo-sieciowy przygotowany w ramach opracowania *„Analizy funkcjonalno-ruchowe wariantów systemu transportowego Warszawy ze szczególnym uwzględnieniem komunikacji szynowej”* – Instytut Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej, 1999. Dla potrzeb niniejszego Studium w modelu tym dokonano jednak szeregu uaktualnień wynikających głównie ze zmian jakie w ciągu ostatnich dwóch lat nastąpiły w systemie transportu zbiorowego w Warszawie.

Obliczenie przeprowadzono z wykorzystaniem systemu komputerowego VISUM oraz

- programu **Microsoft Excel**, w którym przygotowywano weryfikację bazy danych o elementach składających się na model sieci (punkty węzłowe i odcinki) i wykonano obliczenia więźby ruchu oraz
- **MapInfo** – systemu informacji przestrzennej GIS – za pomocą którego informacje zawarte w bazie danych zobrazowano w formie map.

8.2 Model sieci transportowej – stan istniejący

W pracy jako bazowy model sieci transportowej uznano model przygotowany w ramach opracowania *„Analizy funkcjonalno-ruchowe wariantów.....”*.

W przypadku sieci drogowej model bazowy obejmuje ulice położone w granicach m.st. Warszawy jak też sieć dróg zamiejskich oraz podstawowe ciągi uliczne w miastach leżących w obszarze dawnego woj. warszawskiego. W niniejszym Studium w stosunku do modelu bazowego dokonano jednej zmiany - wprowadzono oddany do eksploatacji odcinek Al. Prymasa Tysiąclecia.

W przypadku komunikacji zbiorowej model bazowy w stanie istniejącym obejmuje 6 systemów transportu zbiorowego:

- komunikację autobusową,
- komunikację tramwajową,
- metro,
- komunikację autobusową – przewoźnicy prywatni,
- komunikację kolejową podmiejską,
- komunikację kolejową WKD.

i zawiera także następujące założenia dotyczące taboru:

- tramwaj tradycyjny - pociąg tramwajowy dwuwagonowy – 250 miejsc dla pasażerów,
- metro – pociąg z 1000 miejsc dla pasażerów, w tym 176 miejsc siedzących,
- kolej – pociąg z 1224 miejscami dla pasażerów, w tym 424 miejsca siedzące,
- kolej WKD – pociąg z 480 miejscami dla pasażerów, w tym 160 miejsc siedzących,

- autobus prywatny – 50 miejsc siedzących dla pasażerów.
- autobus miejski 1 – obsługa linii przez autobus przegubowy – 190 miejsc dla pasażerów, w tym 40 miejsc siedzących,
- autobus miejski 2 – obsługa linii taborem mieszanym (co najmniej 75% wozów przegubowych) – 175 miejsc dla pasażerów, w tym 38 miejsc siedzących,
- autobus miejski 3 - obsługa linii taborem mieszanym (25-75% wozów przegubowych) - 160 miejsc dla pasażerów, w tym 36 miejsc siedzących,
- autobus miejski 4 – obsługa linii taborem mieszanym (do 25% wozów przegubowych) – 145 miejsc dla pasażerów, w tym 34 miejsca siedzące,
- autobus miejski 5 – obsługa linii w całości przez wozy krótkie – 130 miejsc dla pasażerów, w tym 32 miejsca siedzące.

Poszczególne liniom komunikacyjne mają przypisane:

- numer linii,
- przebieg trasy (odcinki międzyprzystankowe i przystanki),
- częstotliwość kursowania,
- prędkość komunikacyjną,
- tabor – typ pojazdu,
- czas funkcjonowania,
- czas obsługi,
- rodzaj systemu transportowego do którego przynależy (tramwaj, autobus, metro, itp.),
- nazwę przewoźnika obsługującego daną linię,
- czas postoju na krańcach.

Czas dojścia pasażerów do sieci komunikacji zbiorowej jest odwzorowany jako czas dojścia od środka ciężkości danego rejonu komunikacyjnego do przystanku. Przyjęto prędkość przemieszczeń pieszych równą 4 km/h. Założono także, że rejon generujący ruch w komunikacji zbiorowej jest podłączony do co najmniej jednego przystanku obsługiwanego przez linie komunikacji zbiorowej.

W stosunku do modelu bazowego w zakresie systemu transportu zbiorowego wprowadzono liczne uaktualnienia. Uaktualnienia wynikają ze zmian jakie odnotowano w okresie od września 1999 do 19 października 2001. Najważniejsze z nich to:

- przedłużenie I linii metra do stacji RATUSZ,
- wprowadzenie nowych linii tramwajowych i autobusowych,
- zmiany przebiegu linii istniejących,

- zmiany w rozkładzie jazdy poszczególnych linii tramwajowych i wybranych linii autobusowych (znajdujących się w obszarze oddziaływania tras tramwajowych objętych opracowaniem),
- wprowadzenie nowych przystanków.

Ponadto w ramach aktualizacji dokonano weryfikacji

- lokalizacji przystanków tramwajowych na wszystkich liniach,
- długości odcinków pomiędzy poszczególnymi przystankami

Uaktualniony model komputerowy sieci komunikacji zbiorowej w stanie istniejącym składa się z:

- 177 linii miejskiej komunikacji autobusowej, o długości ok. 2800 km,
- 31 linii tramwajowych, o długości ok. 460 km,
- 1 linii metra, o długości 14,2 km,

8.3 Kalibracja modelu

Dla sprawdzenia prawidłowości działania modelu w stanie istniejącym przeprowadzono proces jego kalibracji. Elementem sprawdzającym prawidłowość działania modelu były w głównej mierze wyniki pomiarów natężeń ruchu pasażerskiego w komunikacji zbiorowej. Ze względu na brak aktualnych, kompleksowych pomiarów ruchu przewozów pasażerów w komunikacji zbiorowej, do kalibracji modelu wykorzystano głównie wyniki Warszawskiego Badania Ruchu 1998. W kilku punktach skontrolowano także potoki modelowe oraz wyniki WBR'98 z pomiarami wykonanymi przez ZTM w I półroczu 2001 roku.

Prawidłowo zbudowany model powinien dostatecznie wiernie odtwarzać potoki ruchu na sieci. Ważne jest także aby w całym procesie obliczeniowym w kolejnych fazach modelowania stosować jedynie rzeczywiste dane wejściowe, a liczba korekt prowadzących w sposób sztuczny do uzyskania zgodności wyników z pomiarem była jak najmniejsza. Nie jest jednak możliwe ani konieczne uzyskanie pełnej zgodności potoków na wszystkich badanych odcinkach sieci. Wynika to przede wszystkim z faktu, że model może odtworzyć jedynie pewne uśrednione zachowania podróżnych oraz ze względu na uzyskiwanie danych z badań ruchu w wybranych dniach, co nie reprezentuje wartości średnich, jakie są obliczane w wyniku modelowania.

Na rysunku 8.1 przedstawiono wyniki rozkładu ruchu (dla stanu istniejącego) tramwajowego na sieć, natomiast w tabeli 8.1 zaprezentowano porównanie wyników uzyskanych w modelu z danymi pomiarowymi.

8.4 Model prognostyczny dla roku 2005

Jako podstawę budowy modelu sieci transportu zbiorowego w roku 2005 przyjęto model przygotowany w wariancie kalibracyjnym (rok 2001). W stosunku do roku 2001 wprowadzono następujące zmiany:

- przedłużono I linię metra do stacji Marymont oraz wprowadzono dwie stacje pośrednie Plac Wilsona i Dworzec Gdański; parametry kursowania metra przyjęto identyczne jak w roku 2001.
- uwzględniono funkcjonowanie nowoczesnego tramwaju (m.in. poprzez podniesienie średniej prędkości komunikacyjnej do 21 km/h) na trasach:
  - Pętla Gocławek – pętla Banacha,
  - Rondo Starzyńskiego-Plac Zawiszy,
  - Pętla Cmentarz Wolski – Dw. Wileński,
  - Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka,
  - Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki
- wprowadzono zwiększenie częstotliwości kursowania linii tramwajowej nr 1 do 12 pociągów na godzinę (na podstawie warunku minimalnej częstotliwości kursowania nowoczesnego tramwaju),
- na wszystkich krańcach zmniejszono czas postoju tramwaju do 2 minut
- na pozostałych odcinkach tras tramwajowych utrzymano średnią prędkość komunikacyjną na poziomie 18 km/h.

W rezultacie komputerowy model sieci komunikacji zbiorowej dla roku 2005 składa się z:

- 177 linii miejskiej komunikacji autobusowej, o długości ok. 2800 km,
- 31 linii tramwajowych, o długości ok. 460 km,
- 1 linii metra, o długości 19,0 km.

8.5 Model prognostyczny dla roku 2015

Zmiany w zakresie systemu transportu zbiorowego wprowadzone do modelu prognostycznego dla roku 2015, zostały wykonane w uzgodnieniu z Zamawiającym, m.in. na podstawie załącznika nr 3 B do Uchwały Nr XXXVIII/492/2001 Rady M.st. Warszawy z dnia 9 lipca 2001r.

W stosunku do modelu dla roku 2005 dokonano następujących uzupełnień:

- wprowadzono linię tramwaju Wilanów – Bemowo z częstotliwością kursowania w szczycie równą 5min i prędkością komunikacyjną 21 km/h,
- wprowadzono linię tramwajową Huta – Bemowo z częstotliwością kursowania w szczycie równą 5min i prędkością komunikacyjną 21 km/h,
- wprowadzono linię tramwajową Huta – Tarchomin z częstotliwością kursowania w szczycie równą 5min i prędkością komunikacyjną 21 km/h,
- wydłużono linie tramwajowe nr 18 i 21 do Tarchomina,
- przełożono linię tramwajową nr 20 pomiędzy przystankami: Stare Bemowo – POD Koło na przebieg zgody z propozycją zał. Nr 3B,
- zwiększono częstotliwość kursowania pociągów podmiejskich w szczycie porannym na kierunkach wschód-zachód i w kierunku północnym,

- przedłużono I linię metra do Młocin,
- wprowadzono II linię metra na odcinku Człuchowska – Kondratowicza,
- wprowadzono III linię metra na odcinku Praga-Gocław z węzłem przesiadkowym z II linią na stacji Praga,
- na liniach metra przyjęto prędkością komunikacyjną 36 km/h oraz częstotliwość co 4 minuty.

W rezultacie komputerowy model sieci komunikacji zbiorowej dla roku 2015 składa się z:

- 177 linii miejskiej komunikacji autobusowej, o długości ok. 2800 km,
- 35 linii tramwajowych, o długości ok. 516 km (wydłużenie o ok. 56km),
- 3 linii metra, o długości 45,3 km (wydłużenie o ok. 26 km),

8.6 Wyniki prognoz ruchu

Prognozy ruchu pasażerskiego w transporcie zbiorowym wykonano dla 3 wariantów rozwoju sieci:

- wariantu 1 – prognoza przewozów pasażerskich dla roku 2005,
- wariantu 2 – prognoza przewozów pasażerskich dla roku 2005, przy założeniu rozwoju sieci transportu zbiorowego jak w roku 2005,
- wariantu 3 – prognoza przewozów pasażerskich dla roku 2015, przy założeniu rozwoju sieci transportu zbiorowego jak w roku 2015.

Wyniki prognozy ruchu (rysunki z rozkładem ruchu) oraz ich omówienie przedstawiono w rozdziale 9.

9 ANALIZA WYNIKÓW PROGNOZ RUCHU

9.1 Prognozowane obciążenie ruchem pasażerskim

W studium przeanalizowano 3 warianty prognoz przewozów pasażerskich na trasach tramwajowych:

- wariant 1- prognoza dla roku 2005,
- wariant 2- prognoza dla roku 2015, przy założeniu zachowania sieci transportu zbiorowego jak w roku 2005,
- wariant 3- prognoza dla roku 2015, przy założeniu rozwoju sieci transportu zbiorowego do roku 2015.

Prognozy przewozów pasażerskich wykonano dla godziny szczytu porannego (7.30-8.30).
Wyniki prognoz przedstawiono na rysunkach:

- prognoza ruchu dla wariantu 1- rys. 9.1,
- prognoza ruchu dla wariantu 2 – rys. 9.2,
- prognoza ruchu dla wariantu 3 – rys. 9.3.

W prognozie ruchu wykonanej **dla roku 2005** (wariant 1) dla analizowanych tras tramwajowych uzyskano następujące obciążenie ruchem pasażerskim:

Trasa Pętla Gocławek – Pętla Banacha:

- odcinek Pętla Gocławek - Rondo Wiatraczna: do 5 650 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Wiatraczna-Rondo Waszyngtona: do 6 950 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Waszyngtona-Rondo Daszyńskiego: **do 13 000 pasażerów/kierunek**
- odcinek Rondo Daszyńskiego – Pl. Zawiszy: do 6 600 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Zawiszy – Pętla Banacha: do 5 150 pasażerów/kierunek

Trasa Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy:

- odcinek Rondo Starzyńskiego – Dw. Gdański: **do 6 290 pasażerów/kierunek**
- odcinek Dw. Gdański – Rondo Babka: do 2 500 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Babka –Al. Solidarności: do 4 600 pasażerów/kierunek
- odcinek Al. Solidarności – Pl. Zawiszy: do 5 050 pasażerów/kierunek

Trasa Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka:

- odcinek Pętla Potocka – Pl. Grunwaldzki: do 2 280 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Grunwaldzki-Rondo Babka: **do 6 950 pasażerów/kierunek**
- odcinek Rondo Babka-Al. Solidarności: do 4 550 pasażerów/kierunek
- odcinek Al. Solidarności – Rondo ONZ: do 5 500 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo ONZ-Pętla Rakowiecka: do 3 900 pasażerów/kierunek

Trasa Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki:

- odcinek Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki: **do 5 300 pasażerów/kierunek**

Trasa Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński:

- odcinek Pętla Cm. Wolski – DT Wola: do 3 500 pasażerów/kierunek
- odcinek DT Wola – Okopowa: **do 8 500 pasażerów/kierunek**
- odcinek Okopowa - Pl. Bankowy: do 4 100 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Baankowy – Dw. Wileński: do 5 700 pasażerów/kierunek

Zestawienie tras wg odcinków obciążonych największym ruchem pasażerskim w wariancie 1 przedstawiono w tabeli 9.1.

Tabela 9.1Wariant 1 - zestawienie tras i odcinków o największym ruchu pasażerskim.

Nazwa trasy	Odcinek	Pasażerowie/ kierunek
Pętla Gocławek-Pętla Banacha	Rondo Waszyngtona-Muzeum Narodowe	13 000
Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński	DT Wola – Okopowa	8 500
Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka	Pl. Grunwaldzki – Rondo Babka	6 950
Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy	Rondo Starzyńskiego – Międzyparkowa	6 300
Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki	Sady Żoliborskie – Pl. Grunwaldzki	5 250

W prognozie ruchu wykonanej **dla roku 2015** (wariant 2) dla analizowanych tras tramwajowych uzyskano następujące obciążenie ruchem pasażerskim:

Trasa Pętla Gocławek – Pętla Banacha:

- odcinek Pętla Gocławek - Rondo Wiatraczna: do 6 250 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Wiatraczna-Rondo Waszyngtona: do 7 700 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Waszyngtona-Rondo Daszyńskiego: **do 14 200 pasażerów/kierunek**
- odcinek Rondo Daszyńskiego – Pl. Zawiszy: do 7 000 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Zawiszy – Pętla Banacha: do 5 650 pasażerów/kierunek

Trasa Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy:

- odcinek Rondo Starzyńskiego – Dw. Gdański: **do 7 150 pasażerów/kierunek**
- odcinek Dw. Gdański – Rondo Babka: do 2 550 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Babka –Al. Solidarności: do 4 600 pasażerów/kierunek
- odcinek Al. Solidarności – Pl. Zawiszy: do 5 450 pasażerów/kierunek

Trasa Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka:

- odcinek Pętla Potocka – Pl. Grunwaldzki: do 2 500 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Grunwaldzki-Rondo Babka: **do 7 300 pasażerów/kierunek**
- odcinek Rondo Babka-Al. Solidarności: do 4 900 pasażerów/kierunek
- odcinek Al. Solidarności – Rondo ONZ: do 4 900 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo ONZ-Pętla Rakowiecka: do 6 350 pasażerów/kierunek

Trasa Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki:

- odcinek Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki: **do 5 550 pasażerów/kierunek**

Trasa Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński:

- odcinek Pętla Cm. Wolski – DT Wola: do 4 000 pasażerów/kierunek
- odcinek DT Wola – Okopowa: **do 9 200 pasażerów/kierunek**
- odcinek Okopowa - Pl. Bankowy: do 4 650 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Baankowy – Dw. Wileński: do 6 250 pasażerów/kierunek

Zestawienie tras wg odcinków obciążonych największym ruchem pasażerskim w wariancie 2 przedstawiono w tabeli 9.2.

Tabela 9.2 Wariant 2 - zestawienie tras i odcinków o największym ruchu pasażerskim.

Nazwa trasy	Odcinek	Pasażerowie/ kierunek
Pętla Gocławek-Pętla Banacha	Rondo Waszyngtona-Muzeum Narodowe	14 200
Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński	DT Wola – Okopowa	9 200
Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka	Pl. Grunwaldzki – Rondo Babka	7 300
Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy	Rondo Starzyńskiego – Międzyparkowa	7 200
Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki	Sady Żoliborskie – Pl. Grunwaldzki	5 550

W prognozie ruchu wykonanej **dla roku 2015 z rozwojem sieci transportu zbiorowego** (wariant 3) dla analizowanych tras tramwajowych uzyskano następujące obciążenie ruchem pasażerskim:

Trasa Pętla Gocławek – Pętla Banacha:

- odcinek Pętla Gocławek - Rondo Wiatraczna: do 5 300 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Wiatraczna-Rondo Waszyngtona: do 5 600 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Waszyngtona-Rondo Daszyńskiego: **do 7 850 pasażerów/kierunek**
- odcinek Rondo Daszyńskiego – Pl. Zawiszy: do 6 150 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Zawiszy – Pętla Banacha: do 5 700 pasażerów/kierunek

Trasa Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy:

- odcinek Rondo Starzyńskiego – Dw. Gdański: **do 3 050 pasażerów/kierunek**
- odcinek Dw. Gdański – Rondo Babka: do 1 650 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo Babka –Al. Solidarności: do 3 300 pasażerów/kierunek
- odcinek Al. Solidarności – Pl. Zawiszy: do 4 600 pasażerów/kierunek

Trasa Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka:

- odcinek Pętla Potocka – Pl. Grunwaldzki: do 2 100 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Grunwaldzki-Rondo Babka: **do 5 350 pasażerów/kierunek**
- odcinek Rondo Babka-Al. Solidarności: do 3 800 pasażerów/kierunek
- odcinek Al. Solidarności – Rondo ONZ: do 3 800 pasażerów/kierunek
- odcinek Rondo ONZ-Pętla Rakowiecka: do 5 500 pasażerów/kierunek

Trasa Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki:

- odcinek Pętla Piaski – Pl. Grunwaldzki: **do 4 400 pasażerów/kierunek**

Trasa Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński:

- odcinek Pętla Cm. Wolski – DT Wola: do 1 000 pasażerów/kierunek
- odcinek DT Wola – Okopowa: **do 6 300 pasażerów/kierunek**
- odcinek Okopowa - Pl. Bankowy: do 2 300 pasażerów/kierunek
- odcinek Pl. Baankowy – Dw. Wileński: do 2 500 pasażerów/kierunek

Zestawienie tras wg odcinków obciążonych największym ruchem pasażerskim w wariancie 3 przedstawiono w tabeli 9.3.

Tabela 9.3 Wariant 3 - zestawienie tras i odcinków o największym ruchu pasażerskim.

Nazwa trasy	Odcinek	Pasażerowie/ kierunek
Pętla Gocławek-Pętla Banacha	Rondo Waszyngtona-Muzeum Narodowe	7 850
Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński	DT Wola – Okopowa	6 300
Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka	Rondo ONZ - Dw. Centralny	5 500
Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy	Al. Solidarności - Pl. Zawiszy	4 600
Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki	Sady Żoliborskie – Pl. Grunwaldzki	4 400

Podsumowując wyniki prognoz ruchu należy stwierdzić, że:

- W prognozach przewozów wykonanych dla roku 2005 największe obciążenie ruchem pasażerskim jest przewidywane na trasie tramwajowej Pętla Gocławek-Pętla Banacha, w dalszej kolejności na trasie Cm. Wolski - Dw. Wileński i odcinkach pozostałych tras (Rondo Starzyńskiego - Dworzec Gdański, Pl. Grunwaldzki-Rondo Babka, Al. Solidarności - Pl. Zawiszy, Rondo ONZ - Dw. Centralny.
- W prognozach przewozów wykonanych dla roku 2015 przy założeniu zachowania kształtu systemu komunikacji zbiorowej jak w roku 2005 uzyskano nieco większe obciążenie tras tramwajowych ruchem pasażerskim. Wzrost ten nie jest jednak znaczący (ok. 10%). Nie nastąpiła także zmiana w hierarchii ważności odcinków z punktu widzenia ruchu pasażerskiego.
- W prognozach przewozów wykonanych dla roku 2015 przy założeniu rozwoju systemu transportu szynowego (rozwój metra + nowe trasy tramwajowe) uzyskano istotne zmniejszenie obciążenia tras tramwajowych ruchem pasażerskim, w tym także trasy Pętla Gocławek-Pętla Banacha (np. zmniejszenie obciążenia tramwajów na Moście Poniatowskiego z ok.14 000 w wariancie 2 do ok. 7 850 w wariancie 3). Zmniejszenie to było spowodowane głównie wzrostem przewozów realizowanych przez system metra. Należy jednak zauważyć, że porównanie wyników wskazuje także, że udział przewozów tramwajowych w ogólnej liczbie przewozów w komunikacji zbiorowej nie maleje. Jest to głównie wynikiem planowanego rozwoju sieci tramwajowej

Rok 2015	Wariant 2	Wariant 3
Liczba podróży w godzinie szczytu rannego ogółem	ok. 533 tys.	ok. 580 tys.
Udział komunikacji autobusowej	48%	33%
Udział komunikacji tramwajowej	24%	24%
Udział metra	11%	26%
Udział kolei	12%	13%
Inne	5%	4%

- Porównanie wyników uzyskanych dla roku 2015, dla wariantów 2 i 3 wskazuje jak istotną rolę będzie odgrywać planowana sieć linii metra w Warszawie. Uzyskane wyniki potwierdzają także, że do czasu realizacji 3 linii metra, istniejący układ podstawowych tras tramwajowych (na kierunkach do centrum miasta) może odgrywać kluczową rolę w obsłudze ruchu pasażerskiego.

9.2 Układ linii i zapotrzebowanie na tabor.

9.2.1 Stan istniejący

W chwili obecnej na 5 analizowanych w Studium trasach tramwajowych przebiega łącznie 29 linii tramwajowych (na 31 funkcjonujących w godzinie szczytu). Linie te wykorzystują trasy

wybrane do analizy na odcinkach o różnych długościach (wykorzystują od 1 do 24 przystanków). 12 linii przebiega wyłącznie wzdłuż jednej z wybranych tras, a 17 linii wykorzystuje więcej niż jedną trasę. Pełne zestawienie analizowanych tras, przypisanych do nich linii tramwajowych oraz odcinków na których wykorzystują te trasy przedstawiono w tabeli 9.4.

Tabela 9.4 Zestawienie linii tramwajowych na analizowanych trasach – stan istniejący

Lp	Numer linii	Pętla A	Pętla B	Początek odcinka	Koniec odcinka	Liczba przystanków na trasie
Trasa: Pętla Gocławek-Pętla Banacha						
1	2	Banacha	Żerań Wschodni	Pl. Narutowicza	Banacha	5
2	3	Gocławek	Żerań Wschodni	Gocławek	Wiatraczna	7
3	6	Gocławek	Huta	Gocławek	Wiatraczna	7
4	7	Kawęczyńska	Okęcie	Rondo Waszyngtona	Bitwy Warszawskiej	13
5	8	Wiatraczna	Górczewska	Rondo Waszyngtona	Pl. Zawiszy	8
6	9	Gocławek	Okęcie	Gocławek	Bitwy Warszawskiej	24
7	12	Al. Zieleniecka	Nowe Bemowo	Rondo Waszyngtona	Pl. Zawiszy	8
8	15	Okęcie	Huta	Pl. Narutowicza	Bitwy Warszawskiej	4
9	20	Banacha	Boernerowo	Pl. Zawiszy	Banacha	6
10	22	Wiatraczna	Huta	Wiatraczna	Pl. Zawiszy	13
11	24	Gocławek	Koło	Gocławek	Pl. Zawiszy	19
12	25	Annopol	Okęcie	Rondo Waszyngtona	Bitwy Warszawskiej	13
13	29	Huta	Banacha	Pl. Zawiszy	Banacha	6
14	32	Annopol	Pl. Narutowicza	Pl. Zawiszy	Pl. Narutowicza	2
15	44	Gocławek	PlacNarutowicza	Gocławek	Plac Narutowicza	21
16	47	Banacha	Potocka	Pl. Zawiszy	Banacha	6
Trasa: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy						
1	1	Annopol	Nowe Bemowo	Rondo Starzyńskiego	Okopowa	13
2	2	Żerań Wschodni	Banacha	Rondo Starzyńskiego	Park Traugutta	4
3	6	Gocławek	Huta	Rondo Starzyńskiego	Park Traugutta	4
4	8	Wiatraczna	Górczewska	Okopowa	Pl. Zawiszy	4
5	12	Al. Zieleniecka	Nowe Bemowo	Okopowa	Pl. Zawiszy	4
6	18	Żerań FSO	Służewiec	Rondo Starzyńskiego	Park Traugutta	4
7	20	Banacha	Boernerowo	Okopowa	Pl. Zawiszy	4
8	22	Wiatraczna	Huta	Rondo Babka	Pl. Zawiszy	9
9	24	Gocławek	Koło	Okopowa	Pl. Zawiszy	4
10	27	Cm. Wolski	Huta	Rondo Babka	Okopowa	6
11	29	Huta	Banacha	Rondo Babka	Pl. Zawiszy	9
12	32	Annopol	Pl. Narutowicza	Okopowa	Pl. Zawiszy	4

Tab. 9.4 c.d.

Trasa: Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka

1	10	Służewiec	Oś. Górczewska	Rondo ONZ	Rakowiecka	8
2	16	Rakowiecka	Piaski	Pl. Grunwaldzki	Rakowiecka	15
3	17	Służewiec	Huta	Potocka	Rakowiecka	17
4	19	Wyścigi	Piaski	Pl. Grunwaldzki	Nowowiejska	11
5	22	Wiatraczna	Huta	Pl. Grunwaldzki	Rondo Babka	1
6	27	Cm. Wolski	Huta	Potocka	Rondo Babka	3
7	29	Huta	Banacha	Pl. Grunwaldzki	Rondo Babka	1
8	33	Wyścigi	Huta	Pl. Grunwaldzki	Rakowiecka	15
9	35	Piaski	Metro Wilanowska	Pl. Grunwaldzki	Stawki	3
10	47	Banacha	Potocka	Potocka	Nowowiejska	13

Trasa: Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki

1	16	Rakowiecka	Piaski	Piaski	Pl. Grunwaldzki	6
2	19	Wyścigi	Piaski	Piaski	Pl. Grunwaldzki	6
3	22	Wiatraczna	Huta	Piaski	Pl. Grunwaldzki	6
4	29	Huta	Banacha	Piaski	Pl. Grunwaldzki	6
5	33	Wyścigi	Huta	**Piaski**	Pl. Grunwaldzki	6
6	35	Piaski	Metro Wilanowska	Piaski	Pl. Grunwaldzki	6

Trasa: Cm. Wolski-Dw. Wileński

1	1	Nowe Bemowo	Annopol	DT Wola	Okopowa	2
2	8	Wiatraczna	Górczewska	Cm. Wolski	Okopowa	9
3	10	Służewiec	Górczewska	Cm. Wolski	Potocka	7
4	12	Al. Zieleniecka	Nowe Bemowo	DT Wola	Okopowa	2
5	13	Kawęczyńska	Nowe Bemowo	DT Wola	Dw. Wileński	8
6	20	Banacha	Boernerowo	DT Wola	Okopowa	2
7	23	Czynszowa	Nowe Bemowo	DT Wola	Dw. Wileński	8
8	24	Gocławek	Koło	DT Wola	Okopowa	2
9	26	Wiatraczna	Os. Górczewska	Cm. Wolski	Dw. Wileński	15
10	27	Cm. Wolski	Huta	Cm. Wolski	Okopowa	9
11	32	Pl. Narutowicza	Annopol	Okopowa	Dw. Wileński	7
12	46	Annopol	Os. Górczewska	Cm. Wolski	Dw. Wileński	9

Uwzględniając obecne rozkłady jazdy tramwajów (częstotliwości, prędkości) oraz czasy postojów na pętlach obsługa wymienionych 29 linii w godzinie ruchu szczytowego wymaga ok. 327 wozów tramwajowych w ruchu (ok. 355 wozów na wszystkich liniach) . Największe wymagania w zakresie taboru stawia obsługa odcinka Pętla Gocławek – Pętla Banacha. Zabezpieczenie ruchu na 16 liniach wymaga ok. 167 wozów tramwajowych w ruchu.

9.2.2. Prognoza zapotrzebowania na tabor przy dotychczasowej marszrutyzacji linii

Zapotrzebowanie na tabor w ruchu dla wariantu uwzględniającego modernizację 5 wybranych tras tramwajowych obliczono na podstawie prognoz ruchu wykonanych dla roku 2005. W obliczeniach uwzględniono:

- podniesienie prędkości komunikacyjnych tramwajów na wybranych trasach do poziomu ok. 21 km/h,
- zmiany w funkcjonowaniu pętli tramwajowych prowadzące do ograniczenia czasu postoju tramwajów na pętlach średnio do ok.2 minut,
- utrzymanie dotychczasowej marszrutyzacji linii,
- wymóg komfortu podróżowania i związaną z tym konieczność zachowania standardu 4 os/m^2 podłogi tramwaju[1]; wymagało to podniesienia częstotliwości funkcjonowania 3 linii[2]:
  - linii numer 1: Nowe Bemowo-Annopol z 15 do 5 minut,
  - linii numer 22: Wiatraczna-Huta z 8 do 5 minut,
  - linii numer 46: Annopol-Os. Górczewska z 15 do10minut.

W rezultacie przewidywane zapotrzebowanie na tabor określono na poziomie 314 wozów na godzinę ruchu szczytowego, a więc o 13 wozów mniej niż wymaga obsługa tych tras obecnie. Należy także zaznaczyć, że wynik ten uzyskano przy istotnym podniesieniu standardu (częstotliwości) funkcjonowania 3 linii (1, 22 i 46).

W wyniku proponowanego programu modernizacji na odcinkach obciążonych spodziewanym największym ruchem pasażerskim uzyskano następujący standard podróżowania (tab. 9.5):

Tabela 9.5. Podsumowanie wyników prognoz modernizacji tras tramwajowych

Trasa	Odcinek	Prognoza pasażerów 2005	Podaż miejsc	Częstotliwość kursowania wozów
Gocławek-Banacha	Rondo Waszyngtona-Rondo Daszyńskiego	13 000	8 820	ok. 60 sekund
Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy	Al.Solidarności-Pl. Zawiszy	5 100	5 300	ok. 120 sekund
Potocka-Rakowiecka	Pl. Grunwaldzki-Rondo Babka	7 000	8 900	ok. 60 sekund
Piaski-Pl. Grunwaldzki	Cały odcinek	5 250	6 500	ok. 90 sekund
Cm. Wolski-Dw. Wileński	DT Wola-Okopowa	8 500	7 300	ok. 90 sekund

Zestawienie wyników analiz dla poszczególnych linii tramwajowych z podaniem informacji o prognozowanej częstotliwości kursowania wozów, podaży miejsc oraz zapotrzebowania na tabor przedstawiono w tabeli 9.6.

[1] Do analiz przyjęto, że w przypadku tramwaju jednoprzestrzennego standard 4 os./m^2 oznacza napełnienie na poziomie 156 osób (116 stojących i do 40 siedzących)

[2] Spośród 5 analizowanych tras nie udało się zapewnić podaży miejsc zapewniającej utrzymanie zakładanego komfortu podróżowania na odcinku Rondo Waszyngtona-Rondo Daszyńskiego. Na podstawie prognoz oszacowano spodziewany potok pasażerski na poziomie ok. 13 000 pasażerów. Zakładając częstotliwość tramwajów na tej trasie na poziomie 57 tramwajów na godzinę uzyskano podaż miejsc na poziomie 8 800. Oznacza to, że w godzinie ruchu szczytowego na tym odcinku należy spodziewać się średniego napełnienia tramwajów na poziomie 220 pasażerów/tramwaj.

Tabela 9.6 Zestawienie danych dotyczących linii na zmodernizowanych trasach

Lp	Numer linii	Pętla A	Pętla B	Częstotliwość wozy/h	Podaż miejsc	Zapotrzebowanie na tabor
Trasa: Pętla Gocławek-Pętla Banacha						
1	2	Banacha	Żerań Wschodni	15	624	8
2	3	Gocławek	Żerań Wschodni	15	624	7
3	6	Gocławek	Huta	20	468	6
4	7	Kawęczyńska	Okęcie	10	936	10
5	8	Wiatraczna	Górczewska	15	624	8
6	9	Gocławek	Okęcie	10	936	10
7	12	Al. Zieleniecka	Nowe Bemowo	10	936	9
8	15	Okęcie	Huta	10	936	14
9	20	Banacha	Boernerowo	20	468	4
10	22	Wiatraczna	Huta	5	1872	23
11	24	Gocławek	Koło	20	468	5
12	25	Annopol	Okęcie	8	1170	16
13	29	Huta	Banacha	20	468	4
14	32	Annopol	Pl. Narutowicza	20	468	5
15	44	Gocławek	PlacNarutowicza	5	1872	13
16	47	Banacha	Potocka	15	624	4
Trasa: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy						
1	1	Annopol	Nowe Bemowo	15	624	8
2	2	Żerań Wschodni	Banacha	15	624	8
3	6	Gocławek	Huta	20	468	5
4	8	Wiatraczna	Górczewska	15	624	8
5	12	Al. Zieleniecka	Nowe Bemowo	10	936	9
6	18	Żerań FSO	Służewiec	10	936	12
7	20	Banacha	Boernerowo	20	468	4
8	22	Wiatraczna	Huta	5	1872	23
9	24	Gocławek	Koło	20	468	5
10	27	Cm. Wolski	Huta	15	624	6
11	29	Huta	Banacha	20	468	4
12	32	Annopol	Pl. Narutowicza	20	468	5
Trasa: Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka						
1	10	Służewiec	Oś. Górczewska	8	1170	15
2	16	Rakowiecka	Piaski	8	1170	8
3	17	Służewiec	Huta	8	1170	15
4	19	Wyścigi	Piaski	15	624	7
5	22	Wiatraczna	Huta	5	1872	23
6	27	Cm. Wolski	Huta	15	624	6
7	29	Huta	Banacha	20	468	4
8	33	Wyścigi	Huta	8	1170	16
9	35	Piaski	Metro Wilanowska	8	1170	12
10	47	Banacha	Potocka	15	624	4

Tab. 9.6 c.d.

Trasa: Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki

1	16	Rakowiecka	Piaski	8	1170	8
2	19	Wyścigi	Piaski	15	624	7
3	22	Wiatraczna	Huta	5	1872	23
4	29	Huta	Banacha	20	468	4
5	33	Wyścigi	Huta	8	1170	16
6	35	Piaski	Metro Wilanowska	8	1170	12

Trasa: Cm. Wolski-Dw. Wileński

1	1	Nowe Bemowo	Annopol	15	624	8
2	8	Wiatraczna	Górczewska	15	624	8
3	10	Służewiec	Górczewska	8	1170	15
4	12	Al. Zieleniecka	Nowe Bemowo	10	936	9
5	13	Kawęczyńska	Nowe Bemowo	15	624	7
6	20	Banacha	Boernerowo	20	468	4
7	23	Czynszowa	Nowe Bemowo	8	1170	11
8	24	Gocławek	Koło	20	468	5
9	26	Wiatraczna	Os. Górczewska	6,5	1440	16
10	27	Cm. Wolski	Huta	15	624	6
11	32	Pl. Narutowicza	Annopol	20	468	5
12	46	Annopol	Os. Górczewska	10	936	12

Przyjmując założenie o nie zmienianiu marszrutyzacji linii wdrożenie programu modernizacji trasy Pętla Gocławek-Pętla Banacha będzie wymagało wprowadzenia do ruchu 146 nowoczesnych wozów tramwajowych (obecnie w ruchu 167 wozów). Modernizowanie kolejnych tras będzie wymagało:

- na trasie Rondo Starzytńskiego-Pl. Zawiszy – dodatkowych 34 wozów tramwajowych,
- na trasie Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka – dodatkowych 73 wozów tramwajowych,
- na trasie Pętla Piaski – Plac Grunwaldzki – brak dodatkowego zapotrzebowania na tabor,
- na trasie Pętla Cm. Wolski – Dw. Wileński – dodatkowych 46 wozów tramwajowych.

W pracy przeprowadzono także symulacje zakładające utrzymanie obecnych częstotliwości ruchu tramwajów na liniach (bez zwiększania częstotliwości linii 1,22 i 46). Uzyskano redukcję zapotrzebowania na tabor do poziomu ok. 287 wozów tramwajowych, co oznacza możliwość ograniczenia liczby wozów o ok. 40 w stosunku do stanu istniejącego. Należy jednak zaznaczyć, że utrzymanie obecnych częstotliwości będzie jednocześnie oznaczać nie zachowanie wymaganego standardu podaży miejsc (4 os. m^2) na szeregu odcinkach tras w tym w szczególności:

- na odcinku Rondo Waszyngtona-Rondo Daszyńskiego (spodziewany potok ok.13 000 pasażerów przy podaży miejsc na poziomie 8 100),
- na odcinku Al. Solidarności-Pl. Zawiszy (spodziewany potok ok. 5 100 pasażerów przy podaży miejsc na poziomie 4 600),
- na odcinku DT Wola – Okopowa (spodziewany potok ok. 8 500 pasażerów przy podaży miejsc na poziomie ok. 7 000).

Analiza zapotrzebowania na tabor w sytuacji utrzymania obecnej marszrutyzacji linii tramwajowych prowadzi do wniosku, że potrzeby w zakresie zakupu nowych jednostek są znaczne. Uwzględniając fakt, że plany zakupu nowych tramwajów na najbliższe lata kształtują się na poziomie ok. 50 sztuk[3] należy stwierdzić, że:

- doprowadzenie do modernizacji całego analizowanego układu 5-ciu tras tramwajowych będzie wymagało zwiększenia zakupów taboru dla uzyskana poziomu ok. 290 nowoczesnych jednostek.
- ograniczenie modernizacji tramwaju jedynie do trasy tramwajowej Pętla Gocławek- Pętla Banacha będzie wymagało zwiększenia zakupów taboru dla uzyskania poziomu ok. 150 nowoczesnych jednostek.
- istotne ograniczenie potrzeb w zakresie zakupu nowych jednostek i tym samym zwiększenie realności (z punktu widzenia ograniczenia potencjalnych kosztów inwestycyjnych) planów modernizacyjnych, może przynieść zmiana w marszrutyzacji linii tramwajowych

9.2.3 Prognoza zapotrzebowania na tabor przy zmianie marszrutyzacji

Należy zaznaczyć, że przedmiotem Studium nie było opracowanie propozycji zmian w marszrutyzacji linii tramwajowych. Jednak wyniki prognoz ruchu i spodziewane zapotrzebowanie na nowoczesny tabor tramwajowy wskazują, że zmiany w marszrutyzacji linii należy traktować jako zadanie bardzo pilne głównie ze względu na:

- możliwość uzyskania znacznych oszczędności z punktu widzenia zapotrzebowania na tabor,
- możliwość zwiększenia czytelności układu linii tramwajowych – ograniczenie liczby linii,
- możliwość zwiększenia częstotliwości kursowania tramwajów i wprowadzenia taktu.

Przeprowadzenie analizy marszrut tramwajowych i ich weryfikacja stanowiłyby także wypełnienie zaleceń wynikających z Polityki Transportowej miasta.

W Studium zdecydowano się przedstawić jedną z możliwych koncepcji zmian w marszrutyzacji linii. Koncepcję tę przygotowano w celu wykazania jak istotne mogą być oszczędności w zakresie zapotrzebowania na tabor tramwajowy.
W opracowanej propozycji zmian w marszrutyzacji linii tramwajowych:

- dokonano ograniczenia liczby linii tramwajowych w Warszawie z 33 do 13,
- dokonano ograniczenia liczby linii tramwajowych korzystających z odcinków modernizowanych tras z 29 do 9,
- zwiększono częstotliwość kursowania tramwajów na modernizowanych ciągach, w tym wzdłuż Al. Jerozolimskich do 60 wozówh i Jana Pawła II do 44 wozów/h,
- wprowadzono 3 standardy częstotliwości linii tramwajowych:
  - co 2 minuty,
  - co 5 minut,
  - co 10 minut.
- wprowadzono stały takt kursowania tramwajów na poszczególnych odcinkach.
- zrezygnowano z prowadzenia ruchu tramwajów na odcinku Słomińskiego-Międzyparkowa-Andersa – zakładając możliwość przesiadania się pasażerów na stacji metra Warszawa Gdańska.

Przygotowując zmiany w marszrutyzacji linii podjęto także próbę ograniczenia zapotrzebowania na tabor dla pierwszej z tras proponowanych do modernizacji przebiegającej

[3] W chwili obecnej przedsiębiorstwo Tramwaje Warszawskie dysponuje liczbą 30 nowoczesnych tramwajów niskopodłogowych

wzdłuż Al. Jerozolimskich. W związku z powyższym zaproponowano wprowadzenie etapowego dochodzenia do modernizacji tej trasy.

W **etapie I** zaproponowano przeprowadzenie modernizacji trasy na odcinku Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza i w związku z obsługą tego odcinka wprowadzenie następujących linii tramwajowych:

- **Linia A1:** Pętla Zieleniecka-Rondo Waszyngtona-Al. Jerozolimskie-Pl. Zawiszy-Towarowa-Al. Solidarności-Cm. Wolski (częstotliwość kursowania co 2 minuty),
- **Linia A2:** Rondo Wiatraczna-Al. Waszyngtona- Al. Jerozolimskie-Pl. Zawiszy-Pl. Narutowicza (częstotliwość kursowania co 2 minuty),
- **Linia C1:** Annopol-Rondo Starzyńskiego-Okopowa-Towarowa-Pl. Zawiszy-Pl. Narutowicza (częstotliwość kursowania co 5 minut)

oraz linii uzupełniających (z wykorzystaniem dotychczasowego taboru):

- **Linia Z1:** (Żerań FSO-Gocławek) i Z2 (Żerań Wschodni-Gocławek) obsługująca odcinek Rondo Wiatraczna-Gocławek,
- **Linia Z3:** (Marymont-Okęcie) obsługującej odcinek: Plac Narutowicza-Banacha-Okęcie.

W **etapie II** wraz z powiększaniem liczby dostępnego nowoczesnego taboru możliwe byłoby:
- przedłużenie linii A1 o odcinki Rondo Wiatraczna-Gocławek i Pl. Narutowicza-Pętla Banacha,
- przedłużenie linii C1 o odcinek Pl. Narutowicza-Okęcie

oraz skrócenie linii uzupełniających:
- Linii Z1 i Z2 do Ronda Wiatraczna,
- Linii Z3 do Pl. Narutowicza.

Przygotowując koncepcję zmian w marszrutyzacji linii tramwajowych zaproponowano także wprowadzenie nowej numeracji tras tramwajowych. Przyjęto zasadę pozwalającą na identyfikację przebiegu linii w układzie komunikacyjnym miasta. Stąd:
- linie przebiegające po Moście Poniatowskiego oznaczono literą A (linie A1 iA2),
- linie przebiegające po Moście Śląsko-Dąbrowskim oznaczono literą B (linie B1 i B2),
- linia przebiegające po Moście Gdańskim oznaczono literą C (linia C1),
- linie przebiegające wzdłuż Al. Jana Pawła II oznaczono literą D (linie D1, D2, D3 i D4),
- linie nie podlegające modernizacji oznaczono literą Z (linie Z1, Z2, Z3 i Z4)

Proponowany układ linii tramwajowych przedstawiono na rys. 9.4, a parametry ich funkcjonowania (czas jazdy, częstotliwość zapotrzebowanie na tabor) przedstawiono w tabeli 9.7.

Tabela 9.7 Proponowany układ linii tramwajowych i ich parametry

Lp	Numer linii	Pętla A	Pętla B	Czas od A do B	Czas od B do A	Czas postoju na pętli	Częstotli-wość	Tabor wynikowy
1	A1	Zieleniecka	Cm. Wolski	1868	1868	240	2	34
2	A2	Wiatraczna	Narutowicza	1332	1332	240	2	25
3	C1	Annopol	Narutowicza	2424	2424	240	5	17
4	B1	Kawęczyńska	Nowe Bemowo	2583	2583	240	5	19
5	B2	Czynszowa	Boernerowo	2422	2422	240	5	17
6	D1	Rakowiecka	Piaski	1600	1600	240	5	12
7	D2	Służewiec	Huta	3422	3422	240	5	24
8	D3	Górczewska	Wyścigi	3805	3805	240	10	14
9	D4	Wyścigi	Huta	3422	3422	240	5	24
							Razem:	**186**
10	Z1	Żerań FSO	Gocławek	2224	2224	240	5	16
11	Z2	Żerań Wschodni	Gocławek	2847	2847	240	5	20
12	Z3	Okęcie	Marymont	2886	2886	240	5	21
13	Z4	Potocka	Wyścigi	2572	2572	240	5	18
							Razem:	**75**

W wyniku przeprowadzonych zmian w marszrutyzacji linii:

- uzyskano ograniczenie łącznego zapotrzebowania na tabor w ruchu z ok. 355 obecnie do 261 wozów,
- uzyskano ograniczenie łącznego zapotrzebowania na tabor ruchu na liniach przewidzianych do modernizacji z 287 (w wariancie bez zmiany marszrutyzacji) do 186 w wariancie ze zmianą marszrutyzacji,
- uzyskano ograniczenie łącznego zapotrzebowania na tabor w ruchu dla trasy biegnącej wzdłuż Al. Jerozolimskich do ok. 76 jednostek,
- nastąpił wzrost wskaźnika przesiadkowości o 14% z 0,44 przesiadki na podróż do 0,5 przesiadki na podróż,
- wzrosła rola ważnych węzłów przesiadkowych w tym w szczególności: Rondo Wiatraczna, Rondo Waszyngtona, Pl. Zawiszy, Pl. Narutowicza, Rondo Starzyńskiego, Dworzec Gdański, Rondo Babka, skrzyżowanie Al. Solidarności Okopowa, Rondo ONZ, Plac Bankowy, Dworzec Wileński.

Porównanie wyników analizy zapotrzebowania na tabor w analizowanych wariantach funkcjonowania tras tramwajowych przedstawiono w tabeli 9.8

10 WNIOSKI DOTYCZĄCE TABORU DWUKIERUNKOWEGO

10.1 Zalety i wady taboru dwukierunkowego

Główne zalety taboru dwukierunkowego są związane z możliwością znacznego zwiększenia elastyczności i niezawodności funkcjonowania tras tramwajowych. Wśród zalet najważniejszych wymienić należy:

- możliwość kończenia linii w miejscach, gdzie brak terenu, lub inne względy uniemożliwiają budowę pętli; w szczególności, przy torowisku prowadzonym między jezdniami, istnieje możliwość kończenia linii bez przecinania jezdni torami; jest to szczególnie ważne w przypadku ulic wyższej kategorii, obciążonych dużym ruchem,
- możliwość skrócenia kursu w przypadku awarii, wypadku i innych zdarzeń powodujących przerwę w ruchu na odcinku trasy,
- możliwość prowadzenia ruchu w obu kierunkach po jednym torze w przypadkach jak wyżej (doraźnie), lub okresowo w przypadku prowadzenia remontu torów, sieci trakcyjnej i innych elementów infrastruktury,
- możliwość uproszczenia układów torowych w zajezdniach i zakładach naprawczych,
- możliwość wprowadzenia zmian w marszrutyzacji linii (na istniejącej sieci tramwajowej) bez konieczności dobudowy pętli

Pełne wykorzystanie możliwości stwarzanych przez eksploatację taboru dwukierunkowego wymaga niewielkich modyfikacji istniejących tras tramwajowych, głównie w zakresie przystosowania układu torowego i sieci trakcyjnej - budowa połączeń między torami w wybranych punktach.

Wady taboru dwukierunkowego to przede wszystkim:

- nieco wyższa (o kilka procent) cena zakupu; wyższa cena jest związana m.in. z koniecznością instalowania podwójnej liczby drzwi i drugiej kabiny motorniczego,
- nieco mniejsza powierzchnia podłogi tramwaju, która może być przeznaczona dla urządzenia miejsc siedzących, m.in. z uwagi na przestrzeń zajmowaną przez dodatkowe drzwi i kabinę motorniczego.

Tabor dwukierunkowy jest eksploatowany w wielu miastach Europejskich, w tym w miastach holenderskich oraz w Berlinie, Brukseli i Paryżu. Jest on oferowany przez czołowych dostawców taboru tramwajowego.

10.2 Celowość wprowadzenia dwukierunkowego taboru w Warszawie

Z doświadczeń miast zagranicznych wynika, że tabor tramwajowy dwukierunkowy jest wykorzystywany w dwojaki sposób:

- jako jedyny w eksploatacji wybranych tras (linii), lub układu tras; ma to zwłaszcza miejsce w przypadkach, gdzie brak jest możliwości budowy pętli (np. końcówki linii tramwajowej przed dworcem kolejowym w Delft i w Scheweningen (Holandia) i w tunelu kończącym trasę w centrum Brukseli),
- jako tabor dyspozycyjny, wykorzystywany np. w okresie torowych prac remontowych na określonej trasie.

Jest oczywiste, że przy rozwiniętej sieci pełne wykorzystanie zalet taboru dwukierunkowego następuje dopiero przy posiadaniu w inwentarzu większej liczby wagonów (jednostek). Przy powolnej wymianie taboru (sytuacja taka ma miejsce w Warszawie) doprowadzenie do tego stanu wymaga dłuższego czasu.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że - w przypadku Warszawy - przy stosunkowo dużej liczbie pętli, korzyści z wprowadzenia taboru dwukierunkowego wynikałyby głównie z:

- możliwości skracania kursów w przypadku powstania zdarzeń uniemożliwiających kontynuowanie jazdy i
- możliwości prowadzenia ruchu (po jednym torze) w trakcie prowadzenia remontów.

Korzyści te mogłyby przyczynić się do podniesienia niezawodności funkcjonowania systemu tramwajowego, przy czym efekty byłyby zauważalne bardziej przez operatora systemu tramwajowego niż jego użytkowników.

Znacznie większe efekty wynikające z wprowadzenia tramwaju dwukierunkowego można byłoby osiągnąć przy jednoczesnej znaczącej zmianie marszrutyzacji linii na istniejącej sieci tramwajowej. Analizy przeprowadzone w ramach niniejszego Studium wskazują na konieczność pilnego podjęcia tego tematu w Warszawie. Rozumiejąc zalety wynikające z utrzymywania w dłuższym okresie niezmiennego układu linii komunikacji zbiorowej (ze względu na przyzwyczajenia użytkowników) oraz obawy zarządcy systemu przed protestami społecznymi należy stwierdzić, że obecny układ linii (tramwajowych i autobusowych) nie sprzyja efektywnemu wykorzystaniu obu tych środków transportowych i przyczynia się do nadmiernego (nieuzasadnionego) zapotrzebowania na tabor.

Jednym ze sposobów ułatwiających zmiany w marszrutyzacji linii może być zastosowanie taboru dwukierunkowego. Tabor ten na zasadzie linii wahadłowych (z większą częstotliwością na krótszym odcinku i tym samym oszczędnością taboru) mógłby być wprowadzony na odcinki tras obciążonych największym ruchem pasażerskim oraz uzupełniany taborem tradycyjnym na odcinkach tzw. „wybiegowych". Największe efekty wynikające z wykorzystania taboru dwukierunkowego mogłyby być osiągnięte na odcinkach:

- Rondo Waszyngtona-Pl. Zawiszy,
- Młynarska/Wolska-Al. Solidarności/Targowa,
- Pl. Zbawiciela-Filtrowa-Pl. Narutowicza.

Biorąc pod uwagę, że nadrzędnym celem jest jak najszybsza poprawa standardu kluczowych tras tramwajowych w Warszawie oraz fakt, że wprowadzanie na szerszą skalę taboru dwukierunkowego wymagałoby zasadniczej zmiany marszrutyzacji linii komunikacji zbiorowej oraz posiadania w inwentarzu znacznej liczby wagonów dwukierunkowych[1], wprowadzenie taboru dwukierunkowego w najbliższej przyszłości jest niecelowe.

Wniosek ten nie oznacza jednak, że w dalszych pracach należy zrezygnować z rozważenia możliwości wprowadzenia taboru dwukierunkowego w dłuższej perspektywie czasu na kolejnych modernizowanych trasach.

Jako wstęp do takiej analizy rozważono, jakie zalety miałoby wprowadzenie taboru dwukierunkowego na poszczególnych analizowanych trasach. W analizie uwzględniono

[1] Z uproszczonej analizy wynika, że dla uzyskania znaczącego efektu choćby na jednej wybranej trasie konieczne jest posiadanie w inwentarzu ok. 30-35 wagonów.

uwarunkowania związane z przewidywanym harmonogramem modernizacji oraz wyposażeniem tras (pętle).

Trasa: Pętla Gocławek - Rondo Wiatraczna - Rondo Waszyngtona - Al. Jerozolimskie - Pl. Narutowicza - Pętla Banacha.

- Wyniki analiz wskazują, że trasę tę należy traktować jako priorytetową w kontekście modernizacji.
- Priorytet w realizacji powinien oznaczać jak najszybsze przystąpienie do zmiany wizerunku tej trasy. Najlepszy efekt można uzyskać przez skierowanie na tę trasę jednokierunkowego taboru niskopodłogowego będącego obecnie w dyspozycji Tramwajów Warszawskich oraz wozów z pierwszej partii, której zakup nastąpi w najbliższych latach.
- Oba krańce trasy wyposażone są w pętle. Istnieje także możliwość skracania linii z wykorzystaniem pętli pośrednich: Wiatraczna i Pl. Narutowicza. Stąd zmniejsza to efekty wynikające z zastosowania tramwaju dwukierunkowego.
- W dalszej perspektywie (przy okazji zmiany marszrutyzacji linii) należy rozważyć możliwość wprowadzenia taboru dwukierunkowego na odcinku Rondo Wiatraczna lub Rondo Waszyngtona - Pl. Zawiszy. Tabor dwukierunkowy współpracując z jednokierunkowym (wykorzystywanym na dłuższych liniach łączących pętle Gocławek i Banacha) umożliwiłby w takiej sytuacji wprowadzenie dodatkowej linii wahadłowej kursującej z zadanym taktem na odcinku najbardziej obciążonym ruchem pasażerskim. Wstępna analiza układu torowego wskazuje, że np. istnieją możliwości techniczne budowy dodatkowych torów na wschodnim wlocie na Pl. Zawiszy i przy wlocie ul. Zielenieckiej na Rondo Waszyngtona.

Podsumowując należy jednak stwierdzić, że w przypadku tej trasy, w krótkim horyzoncie czasowym oraz biorąc pod uwagę uwarunkowania związane z planowanymi zakupami taboru, zastępowanie taboru jednokierunkowego dwukierunkowym nie jest celowe.

Trasa: Pętla Potocka - Rondo Babka – Al. Jana Pawła II – Rakowiecka wraz odcinkiem Pętla Piaski-Broniewskiego

Oba krańce trasy wyposażone są w pętle, jednak bez możliwości skracania trasy (brak pętli pośrednich). Biorąc jednak pod uwagę warunki ruchu tramwajów i rozkład potoków pasażerskich wprowadzenie na tej trasie taboru dwukierunkowego dla potrzeb prowadzenia normalnego ruchu tramwajów nie wydaje się uzasadnione.

Trasa: Rondo Starzyńskiego - Rondo Babka – Okopowa – Towarowa – Pl. Zawiszy

Wybrany do modernizacji odcinek trasy tramwajowej od Ronda Starzyńskiego do Pl. Zawiszy jest fragmentem dłuższych tras. Rondo Starzyńskiego stanowi węzeł komunikacyjny na którym zbiegają się trasy z Żerania i Bródna. W obu przypadkach trasy te są kończone pętlami (Żerań FSO i Żerań Wschodni). Plac Zawiszy jest węzłem komunikacyjnym w którym omawiana trasa łączy się z przewidywaną do modernizacji trasą tramwajową biegnącą wzdłuż Al. Jerozolimskich.

Biorąc pod uwagę możliwość wykorzystywania pętli na wszystkich krańcach trasy wprowadzanie taboru dwukierunkowego dwukierunkowego nie znajduje uzasadnienia. Potrzeba w zakresie zakupów taboru dwukierunkowego mogłaby być uzasadniona (podobnie jak w przypadku trasy Gocławek-Banacha) w przypadku podjęcia decyzji o gruntownej zmianie marszrutyzacji linii tramwajowych.

W odniesieniu do tej trasy należałoby natomiast rozważyć możliwość wprowadzenia linii o charakterze wahadłowym łączącej Rondo Starzyńskiego z Pętlą Banacha (Pl. Zawiszy) i współpracującej z dłuższymi liniami (do pętli Żerań FSO, Żerań Wschodni, Okęcie) obsługiwanymi przez tabor jednokierunkowy.

Trasa: Pętla Cm. Wolski – Al. Solidarności - Targowa

Analiza trasy Pętla Cm. Wolski – Al. Solidarności - Targowa wykazała, że zasługuje na uwagę w kontekście ewentualnego zastosowania taboru dwukierunkowego. Z punktu widzenia obciążenia ruchem pasażerskim oraz powiązań z ważnymi węzłami przesiadkowymi (Metro Ratusz, Dworzec Wileński) trasę tę należy uznać za bardzo ważną dla systemu transportowego miasta. Sformułowanie wniosków co do sposobu modernizacji tej trasy jest utrudnione niepewnością co do ostatecznych rozwiązań komunikacyjnych w rejonie skrzyżowania Al. Solidarności /Targowa i decyzji w sprawie:

- przyszłych funkcji ul. Targowej i ewentualnego przeniesienia tramwaju w ciąg ul. Nowo-Jagiellońskiej,
- budowy ul. Nowo-Jagiellońskiej,
- budowy skrzyżowania/ węzła/przejazdu ul. Nowo-Jagiellońskiej z Al. Solidarności ,
- modyfikacji (wyprostowania) trasy tramwaju na odcinku od ul. Ratuszowej do Al. Solidarności.

W związku z powyższym w odniesieniu do omawianej trasy tramwaju możliwe są 3 scenariusze zdarzeń:

- pilne podjęcie modernizacji trasy z wyprowadzeniem tramwaju do pętli Czynszowa i/lub pętli Kawęczyńska (przy założeniu, że nowoczesny tramwaj funkcjonuje także na fragmentach starych tras),
- odsunięcie modernizacji trasy do czasu modernizacji węzła komunikacyjnego Al. Solidarności /Targowa - Nowo-Jagiellońska i przedłużenia trasy tramwajowej do Ronda Starzyńskiego,
- podjęcie modernizacji trasy z wykorzystaniem taboru dwukierunkowego z zawracaniem biegu tramwajów w rejonie skrzyżowania ul. Solidarności/Targowa.

Przyspieszenie modernizacji tej trasy byłoby łatwiejsze w przypadku możliwości zastosowania na niej taboru dwukierunkowego.

Z analizy tras przewidywanych do modernizacji wynikają następujące wnioski:

- wszystkie analizowane trasy wyposażone są w pętle umożliwiające efektywną eksploatację przy stosowaniu taboru jednokierunkowego,
- pewne korzyści eksploatacyjne przynieść mogłoby wprowadzenie taboru dwukierunkowego na :

- krótkiej linii wahadłowej na ciągu Al. Jerozolimskie - Most Poniatowskiego na odcinku Pl. Zawiszy - Rondo Waszyngtona,
- trasie Wola - Al. Solidarności – Praga Centrum (przy stworzeniu możliwości kończenia linii w bezpośredniej bliskości Dw. Wileńskiego).

Z powyższego wynika, że w I etapie modernizacji systemu tramwajowego wprowadzenie taboru dwukierunkowego nie przyniosłoby większych korzyści eksploatacyjnych, poza stworzeniem możliwości do przejścia na bardziej efektywny system remontów torów (z zamykaniem jednego toru). Natomiast otwarta pozostaje kwestia celowości zakupów taboru dwukierunkowego z perspektywą jego wykorzystania w dalszych etapach modernizacji tras tramwajowych oraz w przypadku budowy nowych. Przy rosnącej wartości gruntów, konieczność budowy nowych pętli może okazać się bowiem istotną przeszkodą w realizacji projektów.

W sumie walory taboru dwukierunkowego uzasadniają rozważenie, przy planowaniu dalszych zakupów, celowości jego zastosowania w Warszawie. Posiadanie kilkudziesięciu wagonów dwukierunkowych umożliwiłoby Tramwajom Warszawskim dokonanie zmian w układzie linii tramwajowych oraz bardziej efektywne organizowanie przewozów w sytuacjach awaryjnych i przy pracach modernizacyjno-remontowych. Wniosek ten w żadnym przypadku nie powinien mieć jednak wpływu na realizację zakupów taboru jednokierunkowego przewidywanych w najbliższym okresie.

11. OSZACOWANIE KOSZTÓW MODERNIZACJI

11.1 Wstęp

W niniejszym rozdziale zestawiono koszty związane z realizacją analizowanych modernizacji. Koszty te można ogólnie podzielić na:

- koszty remontów torowisk;
- koszty wyposażenia przystanków;
- koszty budowy i modernizacji sygnalizacji świetlnej;
- koszty zakupu taboru;
- pozostałe koszty.

W punkcie 11.2 zamieszczono zestawienie kosztów jednostkowych, które stanowiły podstawę do kalkulacji całkowitych kosztów modernizacji, przedstawionych w Studium. Podane koszty odpowiadają poziomowi cen z połowy roku 2001. Wszystkie zaprezentowane w niniejszym rozdziale koszty nie zawierają podatku VAT. Wyłączenie tego podatku z oszacowania kosztów było podyktowane trwającymi pracami nad nowelizacją ustawy o VAT i pojawiającymi się koncepcjami podniesienia stawki VAT w budownictwie z 7 do 22%.

11.2 Koszty jednostkowe

11.2.1 Koszty infrastrukturalne

Do kosztów infrastrukturalnych[1] należy zaliczyć:

- koszty modernizacji torowiska;
- koszty modernizacji węzłów rozjazdowych;
- koszty modernizacji przystanków;
- koszty przebudowy jezdni.

W tabeli 11.1. zestawiono wyżej wymienione koszty jednostkowe, przyjęte na podstawie analizy kosztów inwestycji i napraw głównych zrealizowanych lub planowanych przez Tramwaje Warszawskie w ostatnich latach. Koszty te zostały określone przy koniecznych założeniach upraszczających, które wynikają z niemożliwych do określenia na tym etapie analiz szczegółowych warunków projektowania.

Założono, że warunki takie i wynikające z ich przyjęcia wskaźniki kosztów będą dokładniej określone na etapie studium wykonalności dla poszczególnych tras wybranych do dalszych analiz na podstawie niniejszego Studium.

Koszty jednostkowe budowy torowiska dotyczą robót na szlaku (poza węzłami rozjazdowymi). Są to wskaźniki uśrednione, wymagające uściślenia dla konkretnych warunków realizacji inwestycji w ramach bardziej szczegółowych etapów projektowania.

[1] Koszt w zakresie systemu zasilania przyjęto na podstawie oszacowań dokonanych przez przedsiębiorstwo Tramwaje Warszawskie w opracowaniu „Uwarunkowania i szacunkowe koszty dostosowania trasy WZ, trasy NS i ciągu Al. Jerozolimskie do zwiększenia prędkości i częstotliwości kursowania tramwajów".

Tabela 11.1. Jednostkowe koszty modernizacji infrastruktury

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Koszt jednostkowy [tys. zł]
1.	Modernizacja torowiska dwutorowego: - wydzielonego (podbudowa tłuczniowa) - wydzielonego zabudowanego (podbudowa tłuczniowa) - wspólnego z jezdnią (podbudowa betonowa)	mb	3,5 5,0 7,0
2.	Modernizacja torowiska w węźle rozjazdowym	mb	9,0
3.	Średni koszt modernizacji platformy przystankowej	m^2	0,2
4.	Wygrodzenie wysepki przystankowej	mb	0,2
5.	Wiata przystankowa	szt.	12,0
6.	Pełne zadaszenie przystanku	szt.	150,0
7.	Koszt budowy nawierzchni drogowej	m^2	0,50
8.	Przesunięcie słupa trakcyjnego/ oświetleniowego	szt.	10,0
9.	Przesunięcie drzewa	szt.	15,0

11.2.2 Koszty budowy i modernizacji sygnalizacji świetlnej

W proponowanej koncepcji zmian w sterowaniu ruchem wzdłuż tras tramwajowych założono, że wszystkie sterowniki przewidziane do pracy w systemie będą sterownikami akomodacyjnymi. Przewidziano instalację dwóch typów sterowników:

- podstawowych, realizujących proste algorytmy sterowania, przeznaczone dla prostych skrzyżowań, przejść dla pieszych lub przejazdów tramwajowych;
- pełnych, mogących realizować w pełni akomodacyjne sterowanie.

Tabela 11.2. zawiera zestawienie jednostkowych kosztów urządzeń sterowania i detekcji przewidzianych do instalacji na analizowanych trasach tramwajowych.

Tabela 11.2. Jednostkowe koszty elementów sygnalizacji świetlnej.

Lp.	Wyszczególnienie	Koszty jednostkowe urządzeń [tys. zł]
1.	Sterownik akomodacyjny o pełnych funkcjach akomodacji	50,0
2.	Sterownik akomodacyjny o podstawowych funkcjach akomodacji	20,0
3.	Detektor dla sterowników	1,5
4.	Instalacja detektora w lub nad jezdnią	2,5

Średni koszt modernizacji sygnalizacji świetlnej (wraz z okablowaniem i urządzeniami wyświetlającymi ale bez kosztów sterownika i detektorów) na pojedynczym typowym skrzyżowaniu wynosi przeciętnie ok. 90 tys. zł, natomiast w przypadku przejazdu lub przejścia – 45 tys. zł. Koszt ten powinien zostać szczegółowo określony w odniesieniu do każdego z modernizowanych skrzyżowań, przy uwzględnieniu zakresu niezbędnych robót.

Wynikowe wskaźnikowe koszty budowy i modernizacji sygnalizacji świetlnych w podziale na wyodrębnione typy zostały zamieszczone w tabeli 11.3.

Tabela 11.3. Jednostkowe koszty budowy i modernizacji sygnalizacji świetlnych.

Zakres prac	Typ skrzyżowania	Jednostka	Koszt jednostkowy [tys. zł]
Budowa	Przejście lub przejazd	szt.	79
	Skrzyżowanie z priorytetem bezwzględnym	szt.	124
	Skrzyżowanie z priorytetem warunkowym	szt.	182
Modernizacja	Przejście lub przejazd	szt.	57
	Skrzyżowanie z priorytetem bezwzględnym	szt.	79
	Skrzyżowanie z priorytetem warunkowym	szt.	137

11.2.3 Koszty zakupu taboru

Szacuje się, że koszt zakupu pojedynczego tramwaju wieloczłonowego (długość około 30 m) u producentów zachodnioeuropejskich wynosi od 1,4 do 1,7 miliona EUR. Przy aktualnym kursie EUR (3,63 zł, listopad 2001) odpowiada to przedziałowi od około 5,0 do 6,0 miliona zł. Dla celów niniejszego Studium przyjęto koszt zakupu pojedynczego tramwaju równy 6,0 milionów zł.

Ponieważ tabor będący obecnie w dyspozycji Tramwajów Warszawskich jest w dużym stopniu wyeksploatowany[2], konieczna jest jego wymiana bez względu na wdrożenie analizowanych modernizacji. Jako rozwiązanie alternatywne można założyć zakup tradycyjnego, mniej funkcjonalnego taboru wysokopodłogowego. Obecnie koszt zakupu pojedynczego wagonu wysokopodłogowego wynosi około 1,7 miliona zł. W przypadku zestawu dwuwagonowego, odpowiadającemu pojemnościowo nowemu wozowi niskopodłogowego daje to koszt 3,4 miliona zł, a zatem różnica w koszcie, pozwalająca na zakup nowoczesnego taboru, niezbędnego do realizacji założonych w niniejszym Studium modernizacji to 2,6 miliona zł.

Należy przy tym zauważyć, że rozpatrywane tu rozwiązanie alternatywne, polegające na zakupie taboru niskopodłogowego, ma wartość raczej wyłącznie teoretyczną, ponieważ utrwalałoby występujące obecnie zacofanie technologiczne eksploatowanego taboru.

11.2.4 Koszty systemu informacji dla podróżnych

Koszty wdrożenia systemu informacji dla podróżnych oszacowano na podstawie danych uzyskanych w Tramwajach Warszawskich. Koszty te, przy założeniu instalacji systemu na 50 przystankach (co odpowiada trasie Gocławek – Banacha) zostały zamieszczone w tabeli 11.4. Obliczony na tej podstawie koszt przypadający na jeden przystanek wynosi w przybliżeniu 37,0 tys. zł. Przy założeniu objęcia analizowanym systemem wszystkich tras (łącznie 196 przystanków) koszt ten wynosiłby około 34,0 tys. zł.

[2] Wozy w wieku powyżej 20 lat stanowią blisko 50% wozów w inwentarzu, wozy w wieku do 10 lat stanowią jedynie ok. 30% wozów znajdujących się w inwentarzu

Tabela 11.4. Koszty systemu informacji dla podróżnych

pozycja	szt.	cena [zł]	koszt [zł]
tablice przystankowe	50	14,4	718
odbiornik radiowy	50	12,3	615
stacja centralna	1	102,5	103
prace integracyjne z systemem SNRT	1	102,5	103
prace instalacyjne na przystankach	50	6,2	308
suma			1 847
koszt na 1 przystanek			**37**

11.2.5 Pozostałe koszty

Analizowane modernizacje tras będą pociągały za sobą dodatkowe koszty inwestycyjne, które na tym etapie analiz nie mogą być określone w sposób wiarygodny. Należą do nich:

- koszty systemu dystrybucji piasku do stosowania w piasecznicach, w które wyposażony będzie nowy tabor; systemy takie są obecnie sukcesywnie wdrażane, nie są więc bezpośrednio związane z analizowaną modernizacją;
- koszty wyposażenia zajezdni w urządzenia do obsługi wozów od góry (balkony) – zajezdnie są obecnie sukcesywnie dostosowywane do obsługi nowego taboru, a zatem nie należy z tego powodu oczekiwać znaczących dodatkowych kosztów;
- koszty wyposażenia w sprzęt niezbędny do usuwania awarii – w szczególności podnośniki umożliwiające podnoszenie nowych, znacznie cięższych niż obecnie eksploatowane, wagonów;
- koszty dodatkowych robót, niemożliwych do zidentyfikowania na tym etapie analiz (np. koszty koniecznych korekt geometrii ulic).

Powyższe koszty powinny zostać szczegółowo określone na etapie studium wykonalności, każdej z tras wybranych do modernizacji.

11.3 Koszty modernizacji tras

11.3.1 Wstęp

W niniejszym punkcie zestawiono całkowite koszty wdrożenia analizowanych modernizacji w rozbiciu na poszczególne trasy. Oddzielnie zestawiono koszty zakupu niezbędnego taboru. Wg autorów Studium przypisanie kosztów zakupu taboru do poszczególnych tras nie jest celowe, ze względu na dwa czynniki:

- z uwagi na wysoki stopień wyeksploatowania obecnie użytkowanego taboru, niezbędna jest jego wymiana na nowy, bez względu na to, czy proponowane modernizacje tras zostaną wdrożone, czy nie; koszty zakupu taboru muszą zatem zostać poniesione także w przypadku, gdyby system funkcjonował dalej w niezmienionej formie;
- najistotniejsze znaczenie dla oszacowania potrzeb taborowych ma zmiana marszrutyzacji linii, która w wersji proponowanej w niniejszym opracowaniu pozwala na zaoszczędzenie nawet do 100 wozów w inwentarzu w stosunku do stanu istniejącego.

Oszacowania kosztów wykonane dla poszczególnych tras przedstawiono w formie tabelarycznej, w podziale na:

- koszty modernizacji układu torowego,
- koszty modernizacji układu zasilania,
- koszty modernizacji przystanków,
- koszty przebudowy sterowania ruchem.

Ponadto dla każdej trasy określono koszty niezbędnych prac studialnych oraz podsumowano wszystkie elementy kosztów modernizacji w rozbiciu na koszty związane z realizacją projektu oraz koszty ogółem. Przez koszty związane z projektem rozumie się koszty całkowite, pomniejszone o koszty remontów układu torowego, które są konieczne bez względu na realizację proponowanych modernizacji.

11.3.2 Trasa Gocławek –Banacha

Tabela 11.5 Koszty modernizacji układu torowego

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	567	3,5	1 985
Modernizacja torowiska w węźle rozjazdowym	m	250	12,0	2 250
razem				**4 235**

Tabela 11.6 Koszty modernizacji układu zasilania

Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
Trakcja odcinek Grójecka – Narutowicza	650
Trakcja odcinek Zawiszy – Waszyngtona	930
Trakcja Wiatraczna – Gocławek	173
Modernizacja zwrotnic	720
razem	**2 473**

Tabela 11.7 Koszty modernizacji przystanków

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Podwyższenie wysepek	m^2	10 900	0,2	2 180
Dobudowa wysepek	m^2	2 897	0,2	579
Budowa wiaty	szt.	32	12,0	384
Budowa zadaszenia	szt.	18	150,0	2 700
Budowa wygrodzenia	m	3 517	0,2	703
System informacji dla podróżnych	szt.	50	34,0	1700
Przesunięcie pasa ruchu	m^2	1 253	0,5	627
Przesunięcie drzew	szt.	15	15,0	225
Przesunięcie słupów	szt.	22	10,0	220
razem				**9 318**

Tabela 11.8 Koszty przebudowy sterowania ruchem

Lp.	Punkt kolizyjny	koszt [tys. zł]
1	Podolska	124
2	Żółkiewskiego	79
3	Pl. Szembeka	79
4	Wspólna Droga	79
5	Czapelska – przejście dla pieszych	79
6	Grochowska – przejazd	57
7	Wiatraczna – wjazd na rondo	57
8	Wiatraczna – zjazd z ronda	57
9	Waszyngtona - przejście dla pieszych 1	79
10	Grenadierów	79
11	Międzyborska	79
12	Waszyngtona - przejście dla pieszych 2	79
13	Kinowa	79
14	Waszyngtona - przejście dla pieszych 3	79
15	Międzynarodowa	79
16	Waszyngtona - przejście dla pieszych 4	79
17	Saska	79
18	Waszyngtona – przejazd	57
19	Rondo Waszyngtona	79
20	Rondo de Gaulle`a	0
21	Krucza	79
22	Rondo Dmowskiego	137
23	Emilii Plater	79
24	Chałubińskiego	0
25	Żelazna	79
26	Miedziana – przejście dla pieszych	57
27	Pl. Zawiszy	0
28	Daleka – przejście dla pieszych	57
29	Niemcewicza	79
30	Pl. Narutowicza – wjazd	57
31	Pl. Narutowicza – zjazd	79
32	Wawelska	79
33	Kino Ochota – przejście dla pieszych	57
34	Banacha	137
35	Banacha – przejazd	57
36	Pawińskiego	79
	razem	**2 570**

Tabela 11.9 Całkowite koszty modernizacji trasy

Lp.	Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
1.	Koszty prac studialnych	500
2.	Modernizacja układu torowego	4 235
3.	Modernizacja układu zasilania	2 473
4.	Modernizacja przystanków	9 318
5.	Przebudowa sterowania ruchem	2 570
	razem koszty związane z projektem (poz. 2+3+4)	**14 861**
	koszty ogółem	**19 096**

11.3.3 Rondo Starzyńskiego – Plac Zawiszy

Tabela 11.10 Koszty modernizacji układu torowego

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	664	3,5	2 324
Modernizacja torowiska (wspólne z jezdnią)	m	30	7,0	210
Modernizacja torowiska (zabudowane)	m	482	5,0	2 410
Modernizacja torowiska w węźle rozjazdowym	m	70	9,0	630
razem				**5 574**

Tabela 11.11 Koszty modernizacji układu zasilania

Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
Rondo Starzyńskiego - Pl. Zawiszy	316
razem:	**316**

Tabela 11.12 Koszty modernizacji przystanków

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Podwyższenie wysepek	m^2	7 353	0,2	1 471
Dobudowa wysepek	m^2	1 849	0,2	370
Budowa wiaty	szt.	18	12,0	216
Budowa zadaszenia	szt.	14	150,0	2 100
Budowa wygrodzenia	m	2 163	0,2	433
System informacji dla podróżnych	szt.	38	34,0	1 292
Przesunięcie pasa ruchu	m^2	33	0,5	17
Przesunięcie drzew	szt.	1	15,0	15
Przesunięcie słupów	szt.	1	10,0	10
razem				**5 923**

Tabela 11.13 Koszty przebudowy sterowania ruchem

Lp.	Punkt kolizyjny	koszt [tys. zł]
1	Słomińskiego przejazd 1	79
2	Słomińskiego przejazd 2	79
3	Słomińskiego przejazd 3	79
4	Słomińskiego przejazd 4	79
5	Rondo Babka	182
6	Powązkowska	137
7	Stawki	79
8	Niska – przejście	57
9	Anielewicza	79
10	Dzielna	79
11	Żytnia	79
12	Leszno	79
13	Al. Solidarności	0
14	Chłodna	124
15	Grzybowska	79
16	Rondo Daszyńskiego	137
17	Srebrna	79
18	Towarowa przejazd 5	79
19	Pl. Zawiszy	0
	razem	**1 585**

Tabela 11.14 Całkowite koszty modernizacji trasy

Lp.	Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
1.	Koszty prac studialnych	400
2.	Modernizacja układu torowego	5 574
3.	Modernizacja układu zasilania	316
4.	Modernizacja przystanków	5 923
5.	Przebudowa sterowania ruchem	1 585
	razem koszty związane z projektem (poz. 2+3+4)	**8 224**
	koszty ogółem	**13 798**

11.3.3 Potocka – Rakowiecka

Tabela 11.15 Koszty modernizacji układu torowego

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	1 594	3,5	5 579
Modernizacja torowiska (wspólne z jezdnią)	m	34	7,0	238
razem				**5 817**

Tabela 11.16 Koszty modernizacji układu zasilania

Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
Trakcja	874
Modernizacja podstacji trakcyjnej	5 250
Modernizacja okablowania podstacji	3 200
Modernizacja słupów trakcyjnych	450
Modernizacja zwrotnic	1 080
razem	**10 854**

Tabela 11.17 Koszty modernizacji przystanków

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Podwyższenie wysepek	m^2	8 402	0,2	1 680
Dobudowa wysepek	m^2	1 714	0,2	343
Budowa wiaty	szt.	14	12,0	168
Budowa zadaszenia	szt.	20	150,0	3 000
Budowa wygrodzenia	m	2 477	0,2	495
System informacji dla podróżnych	szt.	34	34,0	1 156
Przesunięcie pasa ruchu	m^2	1 077	0,5	539
Przesunięcie drzew	szt.	14	15,0	210
Przesunięcie słupów	szt.	14	10,0	140
razem				**7 731**

Tabela 11.18 Koszty przebudowy sterowania ruchem

Lp.	Punkt kolizyjny	koszt [tys. zł]
1	Słowackiego	79
2	Popiełuszki – przejście 1	79
3	Popiełuszki – przejście 2	57
4	Krasińskiego	79
5	Popiełuszki – przejście 3	79
6	Broniewskiego	0
7	Rondo Babka	182
8	Al. Jana Pawła II – przejazd 1	0
9	Stawki	79
10	Anielewicza	79
11	Nowolipki	79
12	Al. Jana Pawła II – przejazd 2	0
13	Al. Jana Pawła II – przejazd 3	0
14	Al. Solidarności	0
15	Al. Jana Pawła II – przejście 4	79
16	Al. Jana Pawła II – przejazd 4	79
17	Elektoralna	79
18	Al. Jana Pawła II – przejście 5	57
19	Grzybowska	79
20	Rondo ONZ	79
21	Al. Jerozolimskie	0
22	Koszykowa	79
23	Nowowiejska	79
24	Trasa Łazienkowska	79
25	Al. Niepodległości – przejazd 5	0
26	Batorego	79
27	Al. Niepodległości/Rakowiecka	79
28	Rakowiecka – przejście 6	79
29	Rakowiecka – przejazd 6	79
30	Rakowiecka – przejście 7	79
	razem	**1 876**

Tabela 11.19 Całkowite koszty modernizacji trasy

Lp.	Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
1.	Koszty prac studialnych	250
2.	Modernizacja układu torowego	5 817
3.	Modernizacja układu zasilania	10 854
4.	Modernizacja przystanków	7 731
5.	Przebudowa sterowania ruchem	1 934
	razem koszty związane z projektem (poz. 2+3+4)	**20 769**
	koszty ogółem	**26 586**

11.3.5 Piaski – Plac Grunwaldzki

Tabela 11.20 Koszty modernizacji układu torowego

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	600	3,5	2 100
razem				**2 100**

Tabela 11.21 Koszty modernizacji układu zasilania

Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
Trakcja	130
razem	**130**

Tabela 11.22 Koszty modernizacji przystanków

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Podwyższenie wysepek	m^2	3 207	0,2	641
Dobudowa wysepek	m^2	1 775	0,2	355
Budowa wiaty	szt.	10	12,0	120
Budowa zadaszenia	szt.	4	150,0	600
Budowa wygrodzenia	m	910	0,2	182
System informacji dla podróżnych	szt.	14	34,0	476
Przesunięcie pasa ruchu	m^2	811	0,5	406
Przesunięcie drzew	szt.	0	15,0	0
Przesunięcie słupów	szt.	0	10,0	0
razem				**2 780**

Tabela 11.23 Koszty przebudowy sterowania ruchem

Lp.	Punkt kolizyjny	koszt [tys. zł]
1	Skrzyżowanie z trasą tramwajową wzdłuż ul. Broniewskiego	57
2	Galla Anonima	79
3	Rudnickiego	79
4	Duracza	79
5	Skrzyżowanie z płd. jezdnią Broniewskiego	79
6	Trasa AK (rondo)	79
7	Włościańska	79
8	Skrzyżowanie z płd. jezdnią Broniewskiego	79
9	Broniewskiego – przejście w rejonie ul. Braci Załuskich	79
10	Krasińskiego	79
11	Matysiakówny	124
12	Popiełuszki	0
	razem	**892**

Tabela 11.25 Całkowite koszty modernizacji trasy

Lp.	Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
1.	Koszty prac studialnych	250
2.	Modernizacja układu torowego	2 100
3.	Modernizacja układu zasilania	130
4.	Modernizacja przystanków	2 780
5.	Przebudowa sterowania ruchem	892
	razem koszty związane z projektem (poz. 2+3+4)	**4 051**
	koszty ogółem	**6 151**

11.3.6 Cmentarz Wolski – Dworzec Wileński

Tabela 11.26 Koszty modernizacji układu torowego

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Modernizacja torowiska (niezabudowane)	m	544	3,5	1 904
razem				**1 904**

Tabela 11.27 Koszty modernizacji układu zasilania

Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
Trakcja	390
Modernizacja zwrotnic	720
razem	**1 110**

Tabela 11.28 Koszty modernizacji przystanków

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Podwyższenie wysepek	m^2	5 813	0,2	1 163
Dobudowa wysepek	m^2	1 167	0,2	233
Budowa wiaty	szt.	12	12,0	144
Budowa zadaszenia	szt.	18	150,0	2 700
Budowa wygrodzenia	m	1 872	0,2	374
System informacji dla podróżnych	szt.	30	34,0	1 020
Przesunięcie pasa ruchu	m^2	299	0,5	150
Przesunięcie drzew	szt.	1	15,0	15
Przesunięcie słupów	szt.	6	10,0	60
razem				**5 859**

Tabela 11.29 Koszty przebudowy sterowania ruchem

Lp.	Punkt kolizyjny	koszt [tys. zł]
1	Wolska – wyjazd z pętli	0
2	Sowińskiego	124
3	Wolska – przejście 1	57
4	Wolska – przejście 2	79
5	Redutowa	79
6	Elekcyjna	79
7	Prymasa Tys.	79
8	Sokołowska	79
9	Płocka	79
10	Skierniewicka	124
11	Młynarska	79
12	Okopowa	0
13	Żelazna	79
14	Al. Solidarności – przejście dla pieszych	79
15	Al. Jana Pawła II	0
16	Al. Solidarności – przejście dla pieszych	79
17	Andersa	0
18	Al. Solidarności przejazdy 5 i 6 oraz przejście 3	79
19	Al. Solidarności – przejście przy wylocie z tunelu Trasy W-Z	79
20	Sierakowskiego	79
21	Jagiellońska – przejście	79
22	Targowa	137
	razem	**1 548**

Tabela 11.30 Całkowite koszty modernizacji trasy

Lp.	Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
1.	Koszty prac studialnych	500
2.	Modernizacja układu torowego	1 904
3.	Modernizacja układu zasilania	1 110
4.	Modernizacja przystanków	5 859
5.	Przebudowa sterowania ruchem	1 548
	razem koszty związane z projektem (poz. 2+3+4)	**9 017**
	koszty ogółem	**10 921**

11.4 Koszty zakupu taboru

Obecnie Tramwaje Warszawskie posiadają 869 wozów w inwentarzu, z czego 30 to tramwaje niskopodłogowe. Z obliczenia zapotrzebowania na tabor zamieszczonego w rozdziale 9 wynika, że po wprowadzeniu proponowanych modernizacji, ale bez zmian w marszrutyzacji, niezbędnych byłoby 368 pociągów (dwuwagonowych starego typu i jednoczłonowych niskopodłogowych) w inwentarzu, z czego 332 niskopodłogowe. A zatem niezbędny byłby zakup 302 wozów niskopodłogowych, co przy założonym wcześniej koszcie pojedynczego wozu niskopodłogowego 6,0 milionów zł, daje całkowity koszt 1 813 milionów zł.

Tramwaje Warszawskie są obecnie w trakcie organizowania zakupu 50 wozów niskopodłogowych, które najprawdopodobniej zostaną wprowadzone do eksploatacji w latach 2002-2003. Zatem w kolejnych latach należałoby zakupić 252 wozy o łącznym koszcie 1 513 milionów zł, co przy założeniu przeprowadzenia modernizacji w ciągu najbliższych 5 lat zmuszałoby do dokonania dodatkowych zakupów w okresie 2004-2006 (po ok. 84 wozów rocznie) dałoby roczny koszt ok. 504 miliony zł. Jednocześnie planowane modernizacje pozwoliłyby na całkowite wycofanie z ruchu najstarszego taboru 13N, znaczne obniżenie obecnie bardzo wysokiego średniego wieku taboru oraz redukcję ogólnej liczby pociągów w inwentarzu o 82 szt.

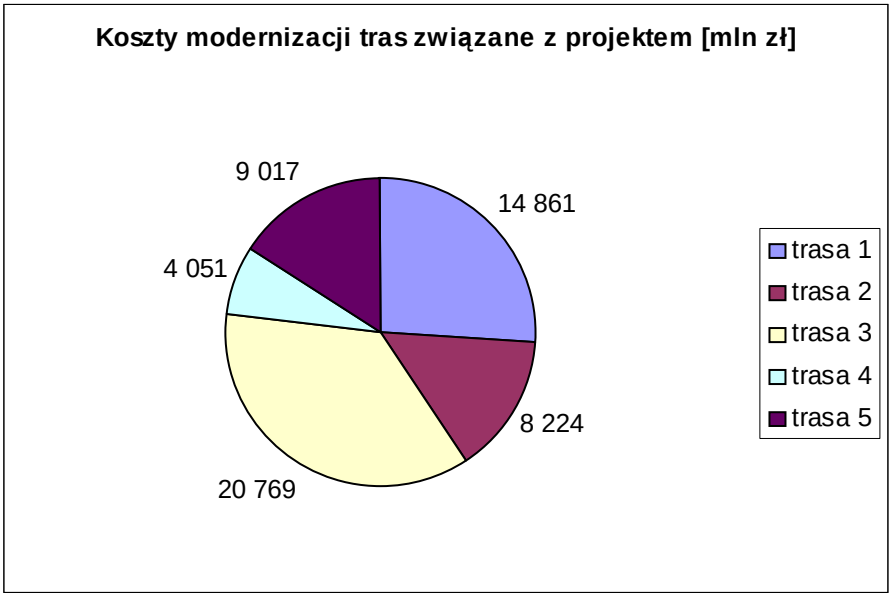
Znacznie większe oszczędności przyniosłyby jednak proponowane modernizacje wraz z postulowaną zmianą marszrutyzacji. Pozwoliłoby to na zmniejszenie liczby pociągów w inwentarzu aż o 147 szt., co odpowiada liczbie wszystkich obecnie użytkowanych zestawów dwuwagonowych typu 13N, które można by wycofać z eksploatacji. Należałoby przy tym dokupić jedynie 177 szt. wozów niskopodłogowych o łącznym koszcie 1 060 milionów zł. Zakładając zakup 50 wozów w latach 2002-2003 wymagałoby to dokupienia 127 wozów w kolejnych latach. Przy założeniu trzech lat na wymianę taboru dałoby to roczny koszt ok. 253 milionów zł.

11.5 Całkowite koszty modernizacji

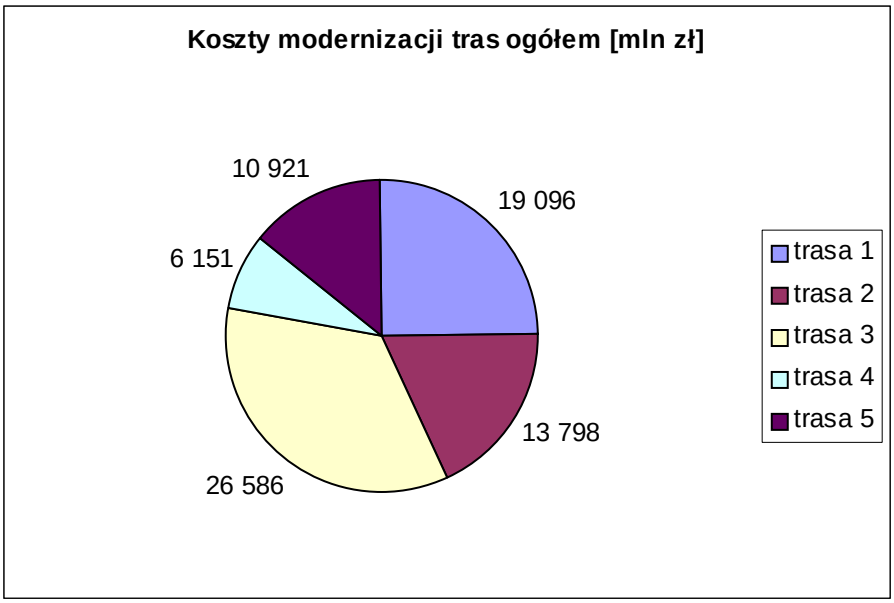
W tabeli 11.31 zestawiono koszty poszczególnych tras wraz z rozbiciem na poszczególne składniki kosztów. Wyniki zilustrowano także na rys. 11.1 – 11.3.

Tabela 11.31 Zestawienie kosztów wszystkich analizowanych tras

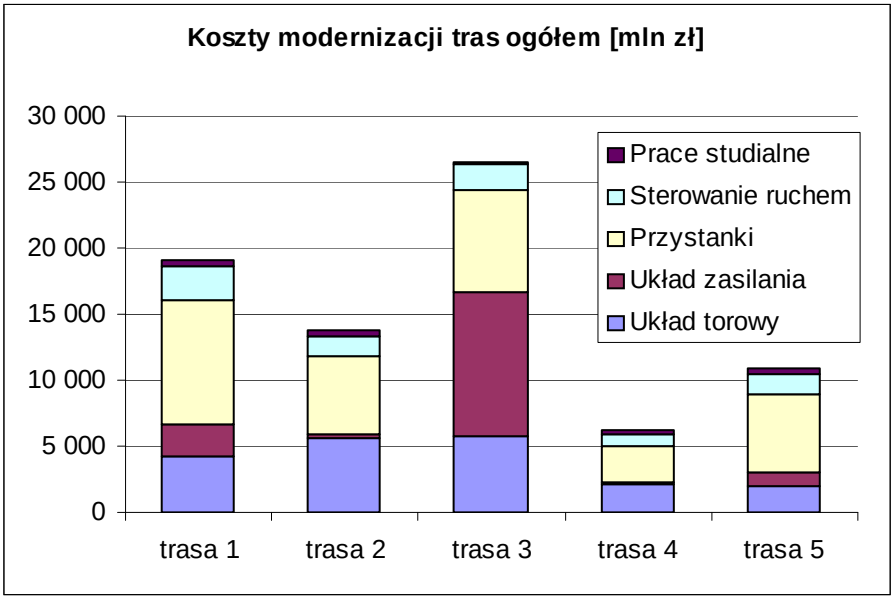
Lp.	Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]					
	Trasa nr:	1	2	3	4	5	razem
1.	Prace studialne	500	400	250	250	500	1 900
2.	Modernizacja układu torowego	4 235	5 574	5 817	2 100	1 904	19 630
3.	Modernizacja układu zasilania	2 473	316	10 854	130	1 110	14 883
4.	Modernizacja przystanków	9 318	5 923	7 731	2 780	5 859	31 610
5.	Przebudowa sterowania ruchem	2 570	1 585	1 934	892	1 548	8 529
	razem koszty związane z projektem (poz. 2+3+4)	**14 861**	**8 224**	**20 769**	**4 051**	**9 017**	**56 922**
	koszty ogółem	19 096	13 798	26 586	6 151	10 921	76 552



Rys. 11.1 Koszty modernizacji tras związane z projektem



Rys. 11.2 Koszty modernizacji tras ogółem



Rys. 11.3 Koszty modernizacji tras ogółem

11.6 Koszty modernizacji trasy Rondo Wiatraczna – Pl. Narutowicza

W Studium sformułowano wniosek dotyczący rozpoczęcia programu modernizacji od odcinka Rondo Wiatraczna – Pl. Narutowicza. Niniejszy podrozdział zawiera oszacowanie kosztów modernizacji dla takiego wariantu.

Dla rozpatrywanej trasy nie przewiduje się żadnych kosztów modernizacji układu torowego. Należy natomiast przewidzieć wyższe koszty prac studialnych ze względu na konieczność opracowania planu zmiany marszrutyzacji linii.

Tabela 11.32 Koszty modernizacji układu zasilania

Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
Trakcja odcinek Pl. Zawiszy – Waszyngtona	930
razem	**930**

Tabela 11.33 Koszty modernizacji przystanków

Rodzaj robót	jednostka	zakres ilościowy	koszt jednostkowy [tys. zł]	koszt [tys. zł]
Podwyższenie wysepek	m^2	7 163	0,2	1 433
Dobudowa wysepek	m^2	1 788	0,2	358
Budowa wiaty	szt.	16	12,0	192
Budowa zadaszenia	szt.	14	150,0	2 100
Budowa wygrodzenia	m	2 061	0,2	412
System informacji dla podróżnych	szt.	30	34,0	1 110
Przesunięcie pasa ruchu	m^2	540	0,5	270
Przesunięcie drzew	szt.	10	15,0	150
Przesunięcie słupów	szt.	15	10,0	150
razem				**9 318**

Tabela 11.34 Koszty przebudowy sterowania ruchem

Lp.	Punkt kolizyjny	koszt [tys. zł]
1	Wiatraczna – zjazd z ronda	57
2	Waszyngtona - przejście dla pieszych 1	79
3	Grenadierów	79
4	Międzyborska	79
5	Waszyngtona - przejście dla pieszych 2	79
6	Kinowa	79
7	Waszyngtona - przejście dla pieszych 3	79
8	Międzynarodowa	79
9	Waszyngtona - przejście dla pieszych 4	79
10	Saska	79
11	Waszyngtona – przejazd	57
12	Rondo Waszyngtona	79
13	Rondo de Gaulle`a	0
14	Krucza	79
15	Rondo Dmowskiego	137
16	Emilii Plater	79
17	Chałubińskiego	0
18	Żelazna	79
19	Miedziana – przejście dla pieszych	57
20	Pl. Zawiszy	0
21	Daleka – przejście dla pieszych	57
22	Niemcewicza	79
23	Pl. Narutowicza – wjazd	57
	razem	**1 528**

Tabela 11.35 Całkowite koszty modernizacji trasy

Lp.	Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
1.	Prace studialne	700
2.	Modernizacja układu torowego	0
3.	Modernizacja układu zasilania	930
4.	Modernizacja przystanków	6 174
5.	Przebudowa sterowania ruchem	1 528
	razem koszty związane z projektem (poz. 2+3+4)	**9 332**
	koszty ogółem	**9 332**

11.7 Podsumowanie

Koszt modernizacji wszystkich tras (bez kosztów taboru) oszacowano na kwotę ok. 76,5 mln zł (+ VAT), w tym na ok. 19,5 mln zł złotych oszacowano koszty modernizacji torowiska, możliwe do poniesienia w późniejszym czasie. Łączny koszt modernizacji (razem z remontem toru) poszczególnych tras oszacowano na:

- Trasa Pętla Gocławek-Pętla Banacha 19,1 mln zł
  w tym odc. Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza *9,3 mln zł*
- Trasa Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy 13,8 mln zł
- Trasa Pętla Piaski (Pętla Potocka) – Pętla Rakowiecka 32,7 mln zł
- Trasa Cm. Wolski-Dw. Wileński 10,9 mln zł

Wprowadzenie programu modernizacji tras tramwajowych, ale bez zmian w marszrutyzacji, linii wymagałoby zakupu ok. 302 wozów niskopodłogowych, których koszt oszacowano na 1 mld 813 milionów zł. Uwzględniając planowane przez Tramwaje Warszawskie zakupy 50 wozów niskopodłogowych, w kolejnych latach (2004-2006) należałoby zakupić 252 wozy o łącznym koszcie 1 mld 513 mln zł. Jednocześnie planowane modernizacje pozwoliłyby na całkowite wycofanie z ruchu najstarszego taboru 13N, istotne obniżenie obecnie bardzo wysokiego średniego wieku taboru oraz redukcję ogólnej liczby pociągów w inwentarzu.

Znacznie większe oszczędności są możliwe przy zmianie marszrutyzacji linii. Zakładając zakup 50 wozów w latach 2002-2003 wymagałoby to dokupienia 127 wozów niskopodłogowych w kolejnych latach o łącznym koszcie ok. 760 mln zł.

12 PODSUMOWANIE I WNIOSKI

12.1 Wnioski dotyczące poszczególnych tras tramwajowych

12.1.1 Trasa: Pętla Gocławek – Pętla Banacha

Wnioski dotyczące stanu istniejącego:

1 Trasa tramwaju w przeważającej części przebiega na wydzielonym torowisku. Zidentyfikowano jednak 56 punktów kolizyjnych[1] w stosunku do jezdni prowadzących ruch samochodowy oraz przejść dla pieszych. W większości miejsc kolizyjnych ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej.

2 Nie stwierdzono niekorzystnych oddziaływań trasy na

- istniejące i planowane zagospodarowanie przestrzenne,
- ponadlokalne systemy przyrodnicze,
- obiekty wrażliwe na budowę i eksploatację tras tramwajowych.

3 Na odcinkach międzywęzłowych trasy oraz na pętlach i w węzłach rozjazdowych stwierdzono występowanie łuków o promieniach mniejszych niż wartości zalecane, a nawet minimalne. Jednak biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żadnego z nich nie zakwalifikowano do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

4 W odniesieniu do konstrukcji torowiska należy stwierdzić, że jego stan techniczny jest ogólnie dobry. Na 50% długości trasy czas eksploatacji torowiska nie przekracza 5 lat (w tym są także odcinki zmodernizowane w roku bieżącym), ale na 35% długości trasy okres eksploatacji torowisk od ostatniego remontu przekracza 10 lat.

5 Priorytety w ruchu tramwajów nas trasie Pętla Gocławek – Pętla Banacha polegają jedynie na prowadzeniu ruchu po wydzielonych torowiskach. W większości miejsc kolizyjnych, nawet tam gdzie ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej (wobec braku priorytetów w sygnalizacji świetlnej), występują straty czasu tramwajów.

6 Usytuowanie przystanków oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego. Średnia odległość międzyprzystankowa w kierunku do Pętli Banacha wynosi 482m, a w kierunku do Pętli Gocławek 496m.

7 Na trasie zlokalizowanych jest 7 dużych (Rondo Wiatraczna, Rondo Waszyngtona, Muzeum Narodowe, Centrum, Dworzec Centralny, Pl. Zawiszy, Bitwy Warszawskiej 1920r) i 2 mniejsze (Pl. Szembeka, Pl. Narutowicza) węzły wymiany ruchu pasażerskiego

8 Czas podróży na trasie (od pętli do pętli) waha się w przedziale od 38 do 41 minut w zależności od pory dnia i kierunku podróżowania. Oznacza to, że obecnie średnie prędkości komunikacyjne (uzyskane na podstawie badań ruchu) mieszczą się w przedziale 17-18,6 km/h, przy czym generalnie prędkość w godzinie szczytu popołudniowego jest wyższa niż w godzinie szczytu porannego.

[1] Punkty kolizyjne ze skrzyżowaniami, przejściami dla pieszych, przejazdami, ruchem samochodów skręcających w lewo i w prawo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju

9 Średni czas wymiany pasażerów waha się w granicach 10,3s-16,8s, przy czym dominuje czas w przedziale od 11 do 20s (46%). Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy odbywa się dość sprawnie, a ewentualne oszczędności w czasie z tego tytułu mogą być niewielkie.

10 Stwierdzono występowanie znacznych strat czasu na przystankach położonych przed skrzyżowaniami. Średnie czasy postoju tramwajów na przystankach (22-33s) są nawet trzykrotnie dłuższe niż czas potrzebny na wymianę pasażerów, a straty łączne na całej trasie szacuje się na poziomie od 3 do blisko 5 minut w zależności od pory dnia i kierunku.

11 Stwierdzono także występowanie strat czasu na odcinkach międzyprzystankowych. Łącznie na całej trasie wynoszą one od 1,5 do około 4 minut w zależności od pory dnia i kierunku i są większe w kierunku jazdy od Pętli Banacha do Pętli Gocławek niż w kierunku przeciwnym.

<u>W ramach opracowanej koncepcji modernizacji trasy zaproponowano:</u>

1 Modernizację torowiska wydzielonego z jezdni (niezabudowanego) na odcinku ok. 567m oraz 250m torów w węźle rozjazdowym.

2. Wymianę słupów trakcyjnych i trakcyjno-oświetleniowyh na pętlach Gocławek i Pl. Narutowicza oraz wzdłuż ul. Grójeckiej.

3. Modernizację sieci trakcyjnej na odcinkach:

   - Pętla Gocławek-Rondo Wiatraczna,
   - Rondo Waszyngtona-Pl. Zawiszy,
   - Pl. Narutowicza-Grójecka

4 Wprowadzenie nowej sygnalizacji świetlnej w 7 punktach kolizyjnych trasy (skrzyżowanie z ul. Podolską, Pl. Narutowicza, cztery przejścia dla pieszych na ul. Waszyngtona, przejście dla pieszych przy ul. Czapelskiej).

5 Wprowadzenie systemu sterowania ruchem na trasie tramwajowej (36 punktów kolizyjnych sterowanych sygnalizacją świetlną) z zapewnieniem bezwzględnego (bez strat czasu dla tramwaju) priorytetu dla tramwaju w 31 punktach kolizyjnych (skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych) oraz priorytetu warunkowego w 2 punktach kolizyjnych.

6 Wprowadzenie ograniczeń kolizji tramwaju z ruchem samochodów skręcających w prawo i w lewo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju (16 punktów kolizyjnych). Ograniczenie to powinno być zrealizowane poprzez wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach (wydzielenie pasów dla pojazdów skręcających w prawo i w lewo oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji albo zamknięcie relacji skrętu) lub wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji (sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych).

7. Wprowadzenie specjalnego oznakowania stref przejazdów przez torowisko (wjazdy bramowe) zlokalizowanych wzdłuż Al. Waszyngtona.

8. Modernizację 50 przystanków obejmującą[2]:
   - podwyższenie wszystkich wysepek przystankowych do poziomu 26cm,
   - wykonanie pochylni dla wózków na wszystkich przystankach,
   - wykonanie barier ochronnych (wygrodzeń) na wszystkich przystankach,
   - wyposażenie w wiaty 32 oraz pełne zadaszenie 18 przystanków,
   - jednoczesne poszerzenie i przedłużenie wysepek na 20 przystankach,
   - zwiększenie długości 13 przystanków (od 4.0m do 38m),
   - zwiększenie szerokości 6 przystanków (od 0,95m do 1,45m).
9. Wprowadzenie systemu informacji przystankowej (z dynamiczną informacją o czasach przyjazdu tramwaju) na wszystkich przystankach.
10. Wprowadzenie nowej organizacji ruchu na pętlach tramwajowych pozwalającej ograniczyć czasy postoju na krańcach do 2 minut.
11. Wymianę taboru na nowoczesny (dodatkowo w stosunku do 50 jednostek zamawianych obecnie):
    - przy dotychczasowym układzie linii tramwajowych: zakup 92 jednostek,
    - przy zmianie marszrutyzacji: zakup 4 jednostek.

<u>Spodziewane efekty przeprowadzonej modernizacji:</u>

1. Zapewnienie potoku pasażerskiego (w roku 2005) na poziomie od 5 150 do 13 000 pasażerów na kierunek w godzinie ruchu szczytowego.
2. Ograniczenie czasu podróży na trasie Pętla Gocławek-Pętla Banacha o ok. 5-6 minut i tym samym podniesienie średnich prędkości komunikacyjnych do poziomu 20-21,4 km/h w zależności od kierunku i pory dnia.
3. Ograniczenie strat czasu tramwajów spowodowanych koniecznością częstego hamowania i przyspieszania, co stworzy warunki istotnie poprawiające płynność jazdy. W powiązaniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru, powinno się to przyczynić do podniesienia prędkości jazdy na odcinkach międzyprzystankowych i osiągnięcia średniej prędkości komunikacyjnej co najmniej na poziomie 21 km/h (prawdopodobnie 25 km/h).
4. Poprawienie niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz zniesienie konieczności sezonowej regulacji sieci.
5. Podniesienie sprawności funkcjonowania trasy poprzez zapewnienie:
   - punktualności kursowania wozów na liniach,
   - pewności osiągnięcia celu podróży w założonym czasie.
6. Podniesienie komfortu podróży poprzez:

[2] Przewiduje się, że modernizacje przystanków (poszerzenie i wydłużenie platformy przystankowej) będą powodować kolizje z układem drogowym Łącznie na 50 przystanków przewidzianych do modernizacji na trasie Pętla Gocławek-Pętla Banacha, kolizje mogą wystąpić na 19 z nich (38%). Zidentyfikowano także 15 kolizji wywołujących konieczność przesunięcia drzew i 22 kolizje wywołujące konieczność przesunięcia słupów.

- wymianę taboru na nowoczesny pod względem konstrukcji i wyposażenia,
- poprawienie warunków oczekiwania na przystankach,
- poprawienie warunków wymiany pasażerów na przystankach,
- poprawienie systemu informacji dla podróżnych.

6. Zmniejszenie zapotrzebowania na tabor tramwajowy:
   - przy dotychczasowym układzie linii tramwajowych: o 21 jednostek,
   - przy zmianie marszrutyzacji: o 91 jednostek.

12.1.2 Trasa: Rondo Starzyńskiego- Pl. Zawiszy

Wnioski dotyczące stanu istniejącego:

1 Trasa tramwaju przebiega na wydzielonym torowisku. Zidentyfikowano jednak 27 punktów kolizyjnych[3] w stosunku do jezdni prowadzących ruch samochodowy oraz przejść dla pieszych. W większości miejsc kolizyjnych ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej.

2 Nie stwierdzono występowania niekorzystnych oddziaływań trasy na
   - istniejące i planowane zagospodarowanie przestrzenne,
   - ponadlokalne systemy przyrodnicze,
   - obiekty wrażliwe na budowę i eksploatację tras tramwajowych.

3 Na odcinkach międzywęzłowych trasy i w węzłach rozjazdowych stwierdzono występowanie łuków o promieniach mniejszych niż wartości zalecane, a nawet minimalne. Jednak biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żadnego z nich nie zakwalifikowano do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

4 W odniesieniu do konstrukcji torowiska należy stwierdzić, że jego stan techniczny jest stosunkowo dobry. Długość torowisk nowych stanowi ok. 39%, natomiast długość torowisk o okresie eksploatacji ponad 10 lat od ostatniego remontu -36%.

5 Priorytety w ruchu tramwajów nas trasie polegają jedynie na prowadzeniu ruchu po wydzielonych torowiskach. W większości miejsc kolizyjnych, nawet tam gdzie ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej (wobec braku priorytetów w sygnalizacji świetlnej), występują straty czasu tramwajów.

6 Usytuowanie przystanków[4] oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego. Średnia odległość międzyprzystankowa w kierunku do centrum wynosi ok. 451m, a w kierunku do Ronda Starzyńskiego ok. 394m.

[3] Punkty kolizyjne ze skrzyżowaniami, przejściami dla pieszych, przejazdami, ruchem samochodów skręcających w lewo i w prawo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju.

[4] W Studium wskazano na konieczność przeprowadzenia szczegółowej analizy układu komunikacyjnego i usytuowania przystanków w rejonie Dworca Gdańskiego (w związku z planowanym wydłużeniem I linii metra) oraz możliwość przesunięcia przystanków w rejonie skrzyżowania Okopowa/Al. Solidarności (m.in. w kontekście planów modernizacji tego węzła drogowego).

7 Na trasie zlokalizowanych jest 5 dużych (Rondo Starzyńskiego, Dworzec Gdański, Rondo Babka, Al. Solidarności, Pl. Zawiszy) i 4 mniejszej wielkości (Most Gdański, Park Traugutta, Powązkowska, Rondo Daszyńskiego) węzły wymiany ruchu pasażerskiego

8 Czas podróży na trasie waha się w przedziale od 21 minut 40s do 25 minut 20s w zależności od pory dnia i kierunku podróżowania. Oznacza to, że średnie prędkości komunikacyjne (obliczone na podstawie wyników badań ruchu) są niskie. Mieszczą się one w przedziale 13,8-16,2 km/h, przy czym generalnie prędkość w godzinie szczytu popołudniowego jest wyższa niż w godzinie szczytu porannego.

9 Łączne średnie czasy wymiany pasażerów na przystankach stanowią jedynie 11-13% czasu podróży na trasie. Czasy te są niższe w godzinach szczytu popołudniowego niż w godzinach szczytu porannego. Średni czas wymiany pasażerów waha się w granicach 10,1s-11,7s, przy czym dominuje czas w przedziale do 10s (62%). Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy odbywa się dość sprawnie i nie można oczekiwać oszczędności w czasie z tego tytułu.

10 Stwierdzono występowanie znacznych strat czasu przy ruszaniu tramwaju z przystanków położonych przed skrzyżowaniami. Średnie czasy postoju tramwajów na przystankach (19-26,4s) są ponad dwukrotnie dłuższe niż czas potrzebny na wymianę pasażerów, a straty łączne na całej trasie szacuje się na poziomie od 4,5 do blisko 7 minut w zależności od pory dnia i kierunku.

11 Stwierdzono także występowanie strat czasu na odcinkach międzyprzystankowych. Łącznie na całej trasie wynoszą one od 3,5 do ponad 5 minut w zależności od pory dnia i kierunku podróżowania.

<u>W ramach opracowanej koncepcji modernizacji trasy zaproponowano:</u>

1 Modernizację torowiska na długości ok. 1246m, w tym:

- niezabudowanego – na długości 664m,
- wspólnego z jezdnią – na długości 30m,
- zabudowanego – na długości 482m,
- w węźle rozjazdowym – na długości 70m.

2. Modernizację sieci trakcyjnej na odcinku Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy.

3 Wprowadzenie nowej sygnalizacji świetlnej w 6 punktach kolizyjnych trasy z układem drogowym (skrzyżowanie z ul. Chłodną, Rondo Babka, cztery przejazdy przez ul. Słomińskiego),

4 Wprowadzenie systemu sterowania ruchem na trasie tramwajowej (19 punktów kolizyjnych sterowanych sygnalizacją świetlną) z zapewnieniem bezwzględnego (bez strat czasu dla tramwaju) priorytetu dla tramwaju w 14 punktach kolizyjnych (skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych) oraz priorytetu warunkowego w 3 punktach kolizyjnych.

5 Wprowadzenie ograniczeń kolizji tramwaju z ruchem samochodów skręcających w prawo i w lewo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju (8 punktów kolizyjnych). Ograniczenie to powinno być zrealizowane poprzez wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach (wydzielenie pasów dla pojazdów skręcających w

prawo i w lewo oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji albo zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo) lub wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji (sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych).

6. Modernizację 32 przystanków (15 na w kierunku centrum i 17 w kierunku Ronda Starzyńskiego)[5]:
   - podwyższenie wszystkich wysepek przystankowych do poziomu 26cm,
   - wykonanie pochylni dla wózków na wszystkich przystankach,
   - wykonanie barier ochronnych (wygrodzeń) wszystkich przystanków,
   - wyposażenie w wiaty 18 i pełne zadaszenie 14 przystanków,
   - jednoczesne poszerzenie i przedłużenie wysepek na 8 przystankach,
   - zwiększenie długości 13 przystanków (od 4.0m do 33m),
   - zwiększenie szerokości 3 przystanków (od 0,75m do 1,25m),.
7. Wprowadzenie systemu informacji przystankowej (z dynamiczną informacją o czasach przyjazdu tramwaju) na wszystkich przystankach.
8. Wymianę taboru na nowoczesny (dodatkowo w stosunku do zakupów niezbędnych dla trasy Pętla Gocławek-Pętla Banacha):
   - przy dotychczasowym układzie linii tramwajowych: zakup 38 jednostek,
   - przy zmianie marszrutyzacji: zakup nie wymagany.

<u>Spodziewane efekty przeprowadzonej modernizacji:</u>

1. Zapewnienie potoku pasażerskiego (w roku 2005) na poziomie od 2 500 do 6 300 pasażerów na kierunek w godzinie ruchu szczytowego.
2. Ograniczenie czasu podróży na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy o ok. 4-6 minut i tym samym podniesienie średnich prędkości komunikacyjnych do poziomu 18-20 km/h w zależności od kierunku i pory dnia.
3. Ograniczenie strat czasu tramwajów spowodowanych koniecznością częstego hamowania i przyspieszania, co stworzy warunki istotnie poprawiające płynność jazdy. W powiązaniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru, powinno się to przyczynić do podniesienia prędkości jazdy na odcinkach międzyprzystankowych i osiągnięcia średniej prędkości komunikacyjnej co najmniej na poziomie 21 km/h (prawdopodobnie 25 km/h).
4. Poprawienie niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz zniesienie konieczności sezonowej regulacji sieci.
5. Podniesienie sprawności funkcjonowania trasy poprzez zapewnienie:
   - punktualności kursowania wozów na liniach,

[5] Przewiduje się, że modernizacje przystanków (poszerzenie i wydłużenie platformy przystankowej) będą powodować kolizje z układem drogowym Łącznie na 32 przystanki przewidziane do modernizacji na trasie Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, kolizje mogą wystąpić na 6 z nich (16%). Zidentyfikowano także 1 kolizję wywołującą konieczność przesunięcia drzew.

- pewności osiągnięcia celu podróży w założonym czasie.

6. Podniesienie komfortu podróży poprzez:
   - wymianę taboru na nowoczesny pod względem konstrukcji i wyposażenia,
   - poprawienie warunków oczekiwania na przystankach,
   - poprawienie warunków wymiany pasażerów na przystankach,
   - poprawienie systemu informacji dla podróżnych.
7. Zmniejszenie zapotrzebowania na tabor tramwajowy:
   - przy dotychczasowym układzie linii tramwajowych: o 5 jednostek,
   - przy zmianie marszrutyzacji: o 43 jednostki.

12.1.3 Trasa: Pętla Potocka – Pętla Rakowiecka

Wnioski dotyczące stanu istniejącego:

1 Trasa tramwaju przebiega na wydzielonym torowisku. Zidentyfikowano jednak 51 punktów kolizyjnych[6] w stosunku do jezdni prowadzących ruch samochodowy oraz przejść dla pieszych. W większości miejsc kolizyjnych ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej.

2 Nie stwierdzono niekorzystnych oddziaływań trasy na
   – istniejące i planowane zagospodarowanie przestrzenne,
   – ponadlokalne systemy przyrodnicze,
   – obiekty wrażliwe na budowę i eksploatację tras tramwajowych.

3 Na odcinkach międzywęzłowych trasy oraz na pętlach i w węzłach rozjazdowych stwierdzono występowanie łuków o promieniach mniejszych niż wartości zalecane, a nawet minimalne. Jednak biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żadnego z nich nie zakwalifikowano do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

4 W odniesieniu do konstrukcji torowiska należy stwierdzić, że jego stan techniczny jest dość dobry. Na 34% długości trasy czas eksploatacji torowiska nie przekracza 5 lat, natomiast na 34% długości trasy czas eksploatacji torowisk przekracza 10 lat od ostatniego remontu.

5 Priorytety w ruchu tramwajów nas trasie polegają jedynie na prowadzeniu ruchu po wydzielonych torowiskach. W większości miejsc kolizyjnych, nawet tam gdzie ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej (wobec braku priorytetów w sygnalizacji świetlnej), występują straty czasu tramwajów.

[6] Kolizje ze skrzyżowaniami, przejściami dla pieszych, przejazdami, z ruchem samochodów skręcających w lewo i w prawo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju.

6 Usytuowanie przystanków oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego[7]. Średnia odległość międzyprzystankowa w obu kierunkach wynosi ok. 496-497m..

7 Na trasie zlokalizowanych jest 6 dużych (Potocka, Rondo Babka, Al. Solidarności, Rondo ONZ, Dw. Centralny, GUS, Metro Pole Mokotowskie) i 8 mniejszych węzłów (Popiełuszki, Pl. Grunwaldzki, Stawki, Anielewicza, Nowolipki, Koszykowa, Nowowiejska) wymiany ruchu pasażerskiego.

8 Czas podróży na trasie (od pętli do pętli) waha się w przedziale 28-31 minut w zależności od pory dnia i kierunku podróżowania. Oznacza to, że średnie prędkości komunikacyjne (uzyskane na podstawie badań ruchu) mieszczą się w przedziale 15,1-16,8 km/h, przy czym generalnie prędkość w godzinie szczytu popołudniowego jest wyższa niż w godzinie szczytu porannego.

9 Łączne średnie czasy wymiany pasażerów na przystankach stanowią 11-15% czasu podróży na trasie. Czasy te są niższe w godzinach szczytu popołudniowego niż w godzinach szczytu porannego. Średni czas wymiany pasażerów waha się w granicach 11,4s-16,8s, przy czym dominuje czas w przedziale od 9 do 14s (50%). Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy odbywa się dość sprawnie, a oszczędności w czasie z tego tytułu mogą być niewielkie.

10 Stwierdzono występowanie znacznych strat czasu na przystankach położonych przed skrzyżowaniami. Średnie czasy postoju tramwajów na przystankach (23-31s) są nawet trzykrotnie dłuższe niż czas potrzebny na wymianę pasażerów, a straty łączne na całej trasie szacuje się na poziomie od 2,5 do 3,5 minut w zależności od pory dnia i kierunku.

11 Stwierdzono także występowanie strat czasu na odcinkach międzyprzystankowych. Łącznie na całej trasie wynoszą one od 2 do 6 minut w zależności od pory dnia i kierunku.

<u>W ramach opracowanej koncepcji modernizacji trasy zaproponowano:</u>

1 Modernizację torowiska na długości 1628m, w tym:

- niezabudowanego – na długości 1594m,
- zabudowanego – na długości 34m.

2. Wymianę 30 słupów trakcyjnych.

3. Modernizację sieci trakcyjnej na odcinku ul. Krochmalna-ul. Nowogrodzka.

4. Modernizację podstacji „Rydygiera" wraz z układem kablowym.

5 Wprowadzenie nowej sygnalizacji świetlnej w 9 punktach kolizyjnych trasy z układem drogowym (skrzyżowanie z ul. Słowackiego, Rondo Babka, dwa przejścia dla pieszych na ul. Popiełuszki, 2 przejścia dla pieszych w Al. Jana Pawła II, III przejścia dla pieszych na ul. Rakowieckiej),

6 Wprowadzenie systemu sterowania ruchem na trasie tramwajowej (26 punktów kolizyjnych sterowanych sygnalizacją świetlną) z zapewnieniem bezwzględnego (bez strat czasu dla tramwaju) priorytetu dla tramwaju w 21 punktach kolizyjnych

[7] W studium wskazano na konieczność rozważenia (w ramach analiz szczegółowych) przesunięcia przed Rondo przystanku Rondo Babka na kierunku Pętla Potocka.

(skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych) oraz priorytetu warunkowego w 2 punktach kolizyjnych.

7 Wprowadzenie ograniczeń kolizji tramwaju z ruchem samochodów skręcających w prawo i w lewo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju (9 punktów kolizyjnych). Ograniczenie to powinno być zrealizowane poprzez wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach (wydzielenie pasów dla pojazdów skręcających w prawo i w lewo oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji albo zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo) lub wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji (sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych).

8. Modernizację 34 przystanków obejmującą[8]:

- podwyższenie wszystkich wysepek przystankowych do poziomu 26cm,
- wykonanie pochylni dla wózków na wszystkich przystankach,
- wykonanie barier ochronnych (wygrodzeń) na wszystkich przystankach,
- wyposażenie w wiaty 14 i w pełne zadaszenie 20 przystanków,
- jednoczesne poszerzenie i przedłużenie wysepek na 15 przystankach,
- zwiększenie długości 7 przystanków (od 3.0m do 13m),
- zwiększenie szerokości 4 przystanków (od 0,5m do 1,65m).

9. Wprowadzenie systemu informacji przystankowej (z dynamiczną informacją o czasach przyjazdu tramwaju) na wszystkich przystankach.

10. Wprowadzenie nowej organizacji ruchu na pętlach tramwajowych pozwalającej ograniczyć czasy postoju na krańcach do 2 minut.

11. Wymianę taboru na nowoczesny (dodatkowo w stosunku do 50 jednostek zamawianych obecnie):

- przy dotychczasowym układzie linii tramwajowych: zakup 72 jednostek,
- przy zmianie marszrutyzacji: zakup 32 jednostek.

<u>Spodziewane efekty przeprowadzonej modernizacji:</u>

1. Zapewnienie potoku pasażerskiego (w roku 2005) na poziomie od 2 300 do 7 000 pasażerów na kierunek w godzinie ruchu szczytowego.

2. Ograniczenie czasu podróży na trasie Pętla Potocka-Pętla Rakowiecka o od 4 do 6 minut i tym samym podniesienie średnich prędkości komunikacyjnych do poziomu 19-20 km/h w zależności od kierunku i pory dnia.

3. Ograniczenie strat czasu tramwajów spowodowanych koniecznością częstego hamowania i przyspieszania, co stworzy warunki istotnie poprawiające płynność jazdy. W powiązaniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem

[8] Przewiduje się, że modernizacje przystanków (poszerzenie i wydłużenie platformy przystankowej) będzie powodować powstanie licznych kolizji z układem drogowym Łącznie na 34 przystanki przewidziane do modernizacji na trasie Pętla Potocka - Pętla Rakowiecka, kolizje mogą wystąpić na 17 z nich (50%). Zidentyfikowano także 7 kolizji wywołujących konieczność przesunięcia drzew.

na trasę nowoczesnego taboru, powinno się to przyczynić do podniesienia prędkości jazdy na odcinkach międzyprzystankowych i osiągnięcia średniej prędkości komunikacyjnej co najmniej na poziomie 21 km/h (prawdopodobnie 25 km/h).

4. Poprawienie niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz zniesienie konieczności sezonowej regulacji sieci.
5. Podniesienie sprawności funkcjonowania trasy poprzez zapewnienie:
   - punktualności kursowania wozów na liniach,
   - pewności osiągnięcia celu podróży w założonym czasie,
6. Podniesienie komfortu podróży poprzez:
   - wymianę taboru na nowoczesny pod względem konstrukcji i wyposażenia,
   - poprawienie warunków oczekiwania na przystankach,
   - poprawienie warunków wymiany pasażerów na przystankach,
   - poprawienie systemu informacji dla podróżnych.
7. Zmniejszenie zapotrzebowania na tabor tramwajowy:
   - przy dotychczasowym układzie linii tramwajowych: o 11 jednostek,
   - przy zmianie marszrutyzacji: o 10 jednostek.

12.1.4 Trasa: Pętla Piaski - Pl. Grunwaldzki

Wnioski dotyczące stanu istniejącego:

1 Trasa tramwaju przebiega na wydzielonym torowisku. Zidentyfikowano jednak 19 punktów kolizyjnych[9] w stosunku do jezdni prowadzących ruch samochodowy oraz przejść dla pieszych. W większości miejsc kolizyjnych ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej.

2 Nie stwierdzono występowania niekorzystnych oddziaływań trasy na:
   – istniejące i planowane zagospodarowanie przestrzenne,
   – ponadlokalne systemy przyrodnicze,
   – obiekty wrażliwe na budowę i eksploatację tras tramwajowych.

3 Na odcinkach międzywęzłowych trasy oraz na pętli i w węzłach rozjazdowych stwierdzono występowanie łuków o promieniach mniejszych niż wartości zalecane, a nawet minimalne. Jednak biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żadnego z nich nie zakwalifikowano do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

4 W odniesieniu do konstrukcji torowiska należy stwierdzić, że jego stan techniczny jest bardzo dobry. Długość torowisk nowych stanowi ok. 77%, a długość torowisk o okresie eksploatacji powyżej10 lat od ostatniego remontu -23%.

[9] Kolizje ze skrzyżowaniami, przejściami dla pieszych, przejazdami, ruchem samochodów skręcających w lewo i w prawo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju

5 Priorytety w ruchu tramwajów nas trasie polegają jedynie na prowadzeniu ruchu po wydzielonych torowiskach. W większości miejsc kolizyjnych, nawet tam gdzie ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej (wobec braku priorytetów w sygnalizacji świetlnej), występują straty czasu tramwajów.

6 Usytuowanie przystanków oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego[10]. Średnia odległość międzyprzystankowa w kierunku do centrum wynosi 437,5 m, a w kierunku do pętli Piaski 463,5 m.

7 Na trasie zlokalizowane są 3 nieduże węzły wymiany ruchu pasażerskiego (Park Olszyna, Sady Żoliborskie, Pl. Grunwaldzki)

8 Czas podróży na trasie waha się w przedziale 8,5-9 minut w zależności od pory dnia i kierunku podróżowania. Oznacza to, że średnie prędkości komunikacyjne (uzyskane na podstawie badań ruchu) mieszczą się w przedziale 18-18,5 km/h, przy czym generalnie prędkość w godzinie szczytu popołudniowego jest wyższa niż w godzinie szczytu porannego.

9 Łączne średnie czasy wymiany pasażerów na przystankach stanowią jedynie 8-13% czasu podróży na trasie. W godzinach szczytu porannego znacznie większe czasy wymiany pasażerów odnotowuje się w kierunku centrum, natomiast w szczycie popołudniowym większe czasy notuje się w kierunku osiedla, przy czym różnica ta jest znacznie mniejsza. Średni czas wymiany pasażerów waha się w granicach 7-12s, przy czym dominuje czas w przedziale 9-11s (50%). Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy odbywa się dość sprawnie i nie można oczekiwać oszczędności w czasie z tego tytułu.

10 Stwierdzono występowanie znacznych strat czasu przy ruszaniu tramwaju z przystanków położonych przed skrzyżowaniami. Średnie czasy postoju tramwajów na przystankach (20-24s) są dwukrotnie dłuższe niż czas potrzebny na wymianę pasażerów, a straty łączne na całej trasie szacuje się na poziomie od 40s do ponad 1 minuty w zależności od pory dnia i kierunku.

11 Stwierdzono także występowanie strat czasu na odcinkach międzyprzystankowych. Łącznie na całej trasie wynoszą one od 25 do blisko 70 sekund w zależności od pory dnia i kierunku podróżowania.

<u>W ramach opracowanej koncepcji modernizacji trasy zaproponowano:</u>

1 Modernizację torowiska niezabudowanego na długości ok. 600m,

2. Modernizację sieci trakcyjnej na odcinku Pętla Piaski - Pl. Grunwaldzki.

3 Wprowadzenie nowej sygnalizacji świetlnej w 2 punktach kolizyjnych trasy z układem drogowym (skrzyżowanie z ul. Matysiakówny i przejście dla pieszych na ul. Broniewskiego),

4 Wprowadzenie systemu sterowania ruchem na trasie tramwajowej (12 punktów kolizyjnych sterowanych sygnalizacją świetlną) z zapewnieniem bezwzględnego (bez

[10] W pracy za wskazane uznano rozważenie (w ramach dalszych analiz szczegółowych trasy) ewentualnego uruchomienia przystanków w rejonie skrzyżowania z ulicami Rudnickiego i Perzyńskiego oraz przejścia dla pieszych w okolicy ulicy Braci Załuskich.

strat czasu dla tramwaju) priorytetu dla tramwaju w 11 punktach kolizyjnych (skrzyżowania, przejścia dla pieszych).

5 Wprowadzenie ograniczeń kolizji tramwaju z ruchem samochodów skręcających w prawo i w lewo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju (4 punkty kolizyjne). Ograniczenie to powinno być zrealizowane poprzez wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach (wydzielenie pasów dla pojazdów skręcających w prawo i w lewo oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji, albo zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo) lub wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji (sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych).

6. Modernizację 14 przystanków obejmującą[11]:
   - podwyższenie wszystkich wysepek przystankowych do poziomu 26cm,
   - wykonanie pochylni dla wózków na wszystkich przystankach,
   - wykonanie barier ochronnych (wygrodzeń) na wszystkich przystankach,
   - wyposażenie w wiaty 10 i w pełne zadaszenia 4 przystanków,
   - jednoczesne poszerzenie i przedłużenie wysepek na 2 przystankach,
   - zwiększenie długości 10 przystanków (od 4.0m do 17m).
7. Wprowadzenie systemu informacji przystankowej (z dynamiczną informacją o czasach przyjazdu tramwaju) na wszystkich przystankach.

<u>Spodziewane efekty przeprowadzonej modernizacji:</u>

1. Zapewnienie potoku pasażerskiego (w roku 2005) na poziomie od 5 300 pasażerów na kierunek w godzinie ruchu szczytowego.
2. Ograniczenie czasu podróży na trasie Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki od 0,5 do 2 minut i tym samym podniesienie średnich prędkości komunikacyjnych do poziomu 19-25 km/h w zależności od kierunku i pory dnia.
3. Ograniczenie strat czasu tramwajów spowodowanych koniecznością częstego hamowania i przyspieszania, co stworzy warunki istotnie poprawiające płynność jazdy. W powiązaniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru, powinno się to przyczynić do podniesienia prędkości jazdy na odcinkach międzyprzystankowych i osiągnięcia średniej prędkości komunikacyjnej co najmniej na poziomie 21 km/h (prawdopodobnie 25 km/h).
4. Poprawienie niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz zniesienie konieczności sezonowej regulacji sieci.
5. Podniesienie sprawności funkcjonowania trasy poprzez zapewnienie:
   - punktualności kursowania wozów na liniach,
   - pewności osiągnięcia celu podróży w założonym czasie.
6. Podniesienie komfortu podróży poprzez:

[11] Przewiduje się, że modernizacje przystanków (poszerzenie i wydłużenie platformy przystankowej) będą powodować powstanie kolizji z układem drogowym łącznie na 14 przystankach

- wymianie taboru na nowoczesny pod względem konstrukcji i wyposażenia,
- poprawienie warunków oczekiwania na przystankach,
- poprawienie warunków wymiany pasażerów na przystankach,
- poprawienie systemu informacji dla podróżnych.

12.1.5 Trasa: Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński

Wnioski dotyczące stanu istniejącego:

1 Trasa tramwaju w przeważającej części przebiega na wydzielonym torowisku. Wyjątek stanowi odcinek od Pl. Bankowego do Parku Praskiego. Zidentyfikowano jednak 36 punktów kolizyjnych[12] w stosunku do jezdni prowadzących ruch samochodowy oraz przejść dla pieszych. W większości miejsc kolizyjnych ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej.

2 Nie stwierdzono występowania niekorzystnych oddziaływań trasy na

- istniejące i planowane zagospodarowanie przestrzenne,
- ponadlokalne systemy przyrodnicze,
- obiekty wrażliwe na budowę i eksploatację tras tramwajowych.

3 Na odcinkach międzywęzłowych trasy oraz w węzłach rozjazdowych stwierdzono występowanie łuków o promieniach mniejszych niż wartości zalecane, a nawet minimalne. Jednak biorąc pod uwagę położenie tych łuków względem przystanków wymuszających i tak zmniejszenia prędkości żadnego z nich nie zakwalifikowano do przebudowy w ramach planowanej modernizacji trasy.

4 W odniesieniu do konstrukcji torowiska należy stwierdzić, że jego stan techniczny jest stosunkowo dobry. Długość torowisk nowych stanowi ok. 34%, a długość torowisk o okresie eksploatacji przekraczającym 10 lat od ostatniego remontu tylko 1%.

5 Priorytety w ruchu tramwajów nas trasie polegają jedynie na prowadzeniu ruchu po wydzielonych torowiskach. W większości miejsc kolizyjnych, nawet tam gdzie ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej (wobec braku priorytetów w sygnalizacji świetlnej), występują straty czasu tramwajów.

6 Usytuowanie przystanków oraz odległości międzyprzystankowe są prawidłowo dostosowane do zagospodarowania przestrzennego. Średnia odległość międzyprzystankowa dla obu kierunków wynosi 575 m.

7 Na trasie zlokalizowanych jest 7 dużych (Płocka, DT Wola, Okopowa, Kino Femina, Metro Ratusz, Pl. Zankowy, Dw. Wileński i 4 mniejszej wielkości (Cm. Wolski, Reduta Wolska, Os. Wolska, Żelazna) węzły wymiany ruchu pasażerskiego

8 Czas podróży na trasie waha się w przedziale od 26,5 do 29 minut w zależności od pory dnia i kierunku podróżowania. Oznacza to, że średnie prędkości komunikacyjne (uzyskane na podstawie badań ruchu) mieszczą się w przedziale od 17 do 18 km/h, przy

[12] Kolizje ze skrzyżowaniami, przejściami dla pieszych, przejazdami, ruchem samochodów skręcających w lewo i w prawo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju

czym generalnie prędkość w godzinie szczytu popołudniowego jest niższa niż w godzinie szczytu porannego.

9 Średni czas wymiany pasażerów waha się w granicach od 15 do 17,7s, przy czym dominuje czas w przedziale do 10-20s (63%). Dane te wskazują, że wymiana pasażerów na przystankach trasy odbywa się dość sprawnie, chociaż można oczekiwać oszczędności w czasie z tego tytułu.

10 Stwierdzono występowanie znacznych strat czasu przy ruszaniu tramwaju z przystanków położonych przed skrzyżowaniami. Średnie czasy postoju tramwajów na przystankach (29-38s) są nawet trzykrotnie dłuższe niż czas potrzebny na wymianę pasażerów, a straty łączne na całej trasie szacuje się na poziomie od 2,5 do 5 minut w zależności od pory dnia i kierunku.

11 Stwierdzono także występowanie strat czasu na odcinkach międzyprzystankowych. Łącznie na całej trasie wynoszą one od 1,5 do 3,5 minuty w zależności od pory dnia i kierunku podróżowania.

<u>W ramach opracowanej koncepcji modernizacji trasy zaproponowano:</u>

1 Modernizację torowiska niezabudowanego na długości ok. 544m.

2. Modernizację sieci trakcyjnej na odcinku Cm. Wolski-Dw. Wileński.

3 Wprowadzenie sygnalizacji świetlnej w 9 punktach kolizyjnych trasy z układem drogowym (skrzyżowanie z ul. Wolską, Sowińskiego, Skierniewicką, pięć przejść dla pieszych przez Al. Solidarności, przejście dla pieszych na ul. Wolskiej).

4 Wprowadzenie systemu sterowania ruchem na trasie tramwajowej (22 punktów kolizyjnych sterowanych sygnalizacją świetlną) z zapewnieniem bezwzględnego (bez strat czasu dla tramwaju) priorytetu dla tramwaju w 17 punktach kolizyjnych (skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych) oraz priorytetu warunkowego w 1 punkcie kolizyjnym.

5 Wprowadzenie ograniczeń kolizji tramwaju z ruchem samochodów skręcających w prawo i w lewo na ulicach biegnących równolegle do trasy tramwaju (9 punktów kolizyjnych). Ograniczenie to powinno być zrealizowane poprzez wprowadzenie zmian w organizacji ruchu na skrzyżowaniach (wydzielenie pasów dla pojazdów skręcających w prawo i w lewo oraz wydzielenie faz w programach sygnalizacji, albo zamknięcie relacji skrętu w prawo lub w lewo) lub wprowadzenie zmian w programach sygnalizacji (sygnalizacja wielofazowa z niezależnymi fazami dla ruchu tramwajów i relacji skrętnych).

6. Modernizację 30 przystanków obejmującą [13]:

- podwyższenie 28 wysepek przystankowych do poziomu 26cm,
- wykonanie pochylni dla wózków na 28 przystankach,
- wykonanie barier ochronnych (wygrodzeń) na 28 przystankach,

[13] Przewiduje się, że modernizacje przystanków (poszerzenie i wydłużenie platformy przystankowej) będzie powodować powstanie kolizji z układem drogowym. Łącznie na 30 przystanków przewidzianych do modernizacji na trasie Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński, kolizje mogą wystąpić na 14 z nich (47%). Zidentyfikowano także 1 kolizję wywołującą konieczność przesunięcia drzew.

- wyposażenie w wiaty 12 oraz pełne zadaszenie 18 przystanków,
- jednoczesne poszerzenie i przedłużenie wysepek na 10 przystankach,
- zwiększenie długości 9 przystanków (od 5.0m do 21m),
- zwiększenie szerokości 7 przystanków (od 0,25m do 1,25m),.

7. Wprowadzenie systemu informacji przystankowej (z dynamiczną informacją o czasach przyjazdu tramwaju) na wszystkich przystankach.
8. Wymianę taboru na nowoczesny (dodatkowo w stosunku do 50 jednostek zamawianych obecnie):
   - przy dotychczasowym układzie linii tramwajowych: zakup 68 jednostek,
   - przy zmianie marszrutyzacji: zakupy nie wymagane.

Spodziewane efekty przeprowadzonej modernizacji:

1. Zapewnienie potoku pasażerskiego (w roku 2005) na poziomie od 3 500 do 8 500 pasażerów na kierunek w godzinie ruchu szczytowego.
2. Ograniczenie czasu podróży na trasie Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński od 4,5 do 7 minut i tym samym podniesienie średnich prędkości komunikacyjnych do poziomu 20,5-23 km/h w zależności od kierunku i pory dnia.
3. Ograniczenie strat czasu tramwajów spowodowanych koniecznością częstego hamowania i przyspieszania, co stworzy warunki istotnie poprawiające płynność jazdy. W powiązaniu z proponowanymi zabiegami modernizacyjnymi w stosunku do toru oraz wprowadzeniem na trasę nowoczesnego taboru, powinno się to przyczynić do podniesienia prędkości jazdy na odcinkach międzyprzystankowych i osiągnięcia średniej prędkości komunikacyjnej co najmniej na poziomie 21 km/h (prawdopodobnie 25 km/h).
4. Poprawienie niezawodności funkcjonowania trasy tramwajowej (ograniczenie awarii sieci trakcyjnej) oraz zniesienie konieczności sezonowej regulacji sieci.
5. Podniesienie sprawności funkcjonowania trasy poprzez zapewnienie:
   - punktualności kursowania wozów na liniach,
   - pewności osiągnięcia celu podróży w założonym czasie.
6. Podniesienie komfortu podróży poprzez:
   - wymianę taboru na nowoczesny pod względem konstrukcji i wyposażenia,
   - poprawienie warunków oczekiwania na przystankach,
   - poprawienie warunków wymiany pasażerów na przystankach,
   - poprawienie systemu informacji dla podróżnych.
7. Zmniejszenie zapotrzebowania na tabor tramwajowy:
   - przy dotychczasowym układzie linii tramwajowych: o 11 jednostek,
   - przy zmianie marszrutyzacji: o 89 jednostek.

12.2 Priorytety realizacyjne

W wyniku analiz prowadzonych w ramach niniejszego Studium (podsumowanie w tab. 12.1) zdecydowano się wskazać następujące priorytety w zakresie modernizacji tras tramwajowych:

Realizacja w I kolejności: trasa tramwajowa **Pętla Gocławek-Pętla Banacha**, z podziałem na 3 etapy:

- etap I: odcinek Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza,
- etap II: odcinek Pl. Narutowicza-Pętla Banacha,
- etap III: odcinek Rondo Wiatraczna-Pętla Gocławek.

Uzasadnienie:

- Prognozy przewozów wskazują na potencjalnie największe obciążenie tej trasy ruchem pasażerskim.
- Trasa przebiega wzdłuż głównej osi transportowej miasta na kierunku wschód-zachód – poprawa wizerunku trasy będzie także korzystna dla podniesienia jakości przestrzeni publicznej.
- Trasa łączy bardzo istotne węzły komunikacyjne (przesiadkowe): Rondo Waszyngtona, Rondo de Gaull'a, Rondo Dmowskiego, Dw. Centralny i Pl. Zawiszy.
- Istnieje możliwość etapowania modernizacji trasy, w tym także w przyszłości przedłużenia jej do pętli Okęcie.
- Nie stwierdzono kolizji tej trasy z otoczeniem, w stopniu uniemożliwiającym podjęcie szybkiej modernizacji.
- Stan infrastruktury związanej z trasą należy uznać za dobry, co pozwala na wstępie ograniczyć niezbędne koszty inwestycyjne.
- Zapotrzebowanie na tabor do obsługi trasy, przy założeniu zmiany układu linii nie wywołuje konieczności dokonywania dodatkowych zakupów ponad planowane obecnie.

Realizacja w II kolejności: trasa tramwajowa **Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy.**

Uzasadnienie:

- Prognozy przewozów wskazują na dość duże obciążenie tej trasy ruchem pasażerskim.
- Trasa ta (oraz linie tramwajowe przebiegające po niej) będą stanowić uzupełnienie trasy Pętla Gocławek-Pętla Banacha na odcinku Pl. Zawiszy-Pętla Banacha oraz Pl. Zawiszy-Al. Solidarności
- Trasa łączy bardzo istotne węzły komunikacyjne (przesiadkowe): Rondo Starzyńskiego-Dworzec Gdański-Al. Solidarności/Okopowa i Pl. Zawiszy.
- Istnieje możliwość etapowania modernizacji trasy, w tym także w przyszłości jej przedłużenia do pętli Żerań FSO lub na Tarchomin.
- Nie stwierdzono kolizji tej trasy z otoczeniem uniemożliwiających podjęcie szybkiej modernizacji.
- Stan infrastruktury związanej z trasą należy uznać za dobry, co pozwala na wstępie ograniczyć niezbędne koszty inwestycyjne.

Realizacja w III kolejności: trasa tramwajowa **Pętla Piaski-Pętla Rakowiecka.**

Uzasadnienie:

- Prognozy przewozów wskazują na dość duże obciążenie tej trasy ruchem pasażerskim.
- Trasa przebiega wzdłuż głównej osi transportowej miasta na kierunku północ-południe – poprawa wizerunku trasy będzie także korzystna dla podniesienia jakości przestrzeni publicznej.
- Trasa łączy bardzo istotne węzły komunikacyjne (przesiadkowe): Rondo Babka-Al. Solidarności/Jana Pawła II, Rondo ONZ-Dworzec Centralny-Metro Pole Mokotowskie.
- Nie stwierdzono kolizji tej trasy z otoczeniem uniemożliwiających podjęcie szybkiej modernizacji.
- Stan infrastruktury związanej z trasą należy uznać za dobry, co pozwala na wstępie ograniczyć niezbędne koszty inwestycyjne.

Realizacja w IV kolejności: trasa tramwajowa **Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki.**

Uzasadnienie:

Na podstawie analiz przeprowadzonych w Studium proponuje się by jako ważniejsze traktować powiązanie Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki-Pętla Rakowiecka niż Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki. Wynika to głównie z prognoz przewozów pasażerskich, które wskazują, że w rezultacie przedłużenia I linii metra do Marymontu, można oczekiwać zmniejszenia obciążenia linii tramwajowych na odcinku Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki. Uzasadnienie dla podjęcia modernizacji tego odcinka wynika jednak z faktu modernizacji trasy Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki-Pętla Rakowiecka. Ponadto:

- Nie stwierdzono kolizji tej trasy z otoczeniem w stopniu uniemożliwiających podjęcie szybkiej modernizacji.
- Stan infrastruktury związanej z trasą należy uznać za dobry, co pozwala na wstępie ograniczyć niezbędne koszty inwestycyjne.

Realizacja w V kolejności: trasa tramwajowa **Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński**

Przeprowadzone w Studium analizy potwierdziły istotną rolę tej trasy w systemie komunikacyjnym miasta. Biorąc pod uwagę korzyści jakie mogą wynikać z jej modernizacji należałoby uznać ją za jedną z priorytetowych i podjąć działania równolegle lub zaraz po modernizacji ciągu Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy.

Jednakże występowanie dwóch podstawowych problemów realizacyjnych, tzn.:

- konieczności wydzielenia torowiska tramwajowego na odcinku Pl. Bankowy-Park Praski (taki warunek uznano za podstawowy w przypadku dostosowania parametrów trasy do wymagań nowoczesnej komunikacji tramwajowej),
- braku ostatecznych rozwiązań co do kształtu węzła komunikacyjnego w rejonie ul Targowej i Jagiellońskiej

skłoniło autorów Studium do postawienia wniosku, że szansa na szybką modernizację tej trasy nie jest duża. W konsekwencji przyznano tej trasie najniższy priorytet realziacyjny.

Niezależnie od tego uzasadnienie dla modernizacji tej trasy wynika z:

- Prognoz przewozów, które wskazują na potencjalnie duże obciążenie tej trasy ruchem pasażerskim.
- Przebiegu trasy wzdłuż głównej osi transportowej miasta na kierunku wschód-zachód – poprawa wizerunku trasy będzie także korzystna dla podniesienia jakości przestrzeni publicznej.
- Występowania powiązań istotnych węzłów komunikacyjnych (przesiadkowych): Al. Solidarności/Okopowa, Al. Solidarności/Jana Pawła II, Plac Bankowy, Al. Solidarności/Targowa.
- Istnienia możliwości etapowania modernizacji trasy, w tym także przedłużenia jej w przyszłości do Ronda Starzyńskiego.
- Dość dobrego stanu infrastruktury.

12.3 Harmonogram modernizacji

Proponuje się następujący harmonogram wdrożenia programu modernizacji tras tramwajowych (tab. 12.2 i rys. 12.1):

Tab. 12.2 Harmonogram modernizacji tras tramwajowych

lp.	Nazwa zadania	Czas realizacji	Termin zakończenia
1	Studium wykonalności modernizacji trasy tramwajowej Pętla Gocławek-Pętla Banacha wraz ze zmianą marszrutyzacji linii tramwajowych	8 miesięcy	III-IV kwartał 2002r
2	***Podjęcie decyzji o modernizacji odcinka trasy tramwajowej: Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza***	-	koniec 2002r
3	Studium wykonalności modernizacji trasy tramwajowej Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy	6 miesięcy	III kwartał 2003r
4	Modernizacja trasy tramwajowej na odcinku: Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza	12 miesięcy	IV kwartał 2003r
5	***Podjęcie decyzji o modernizacji trasy: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy***	-	koniec 2003r
6	Studium wykonalności modernizacji trasy tramwajowej Pętla Piaski-Pętla Rakowiecka z odcinkiem Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki	6 miesięcy	IV kwartał 2003r
7	Studium wykonalności modernizacji trasy tramwajowej: Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński	6 miesięcy	III kwartał 2004r
8	Modernizacja trasy tramwajowej: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy	12 miesięcy	IV kwartał 2004r
9	***Podjęcie decyzji o modernizacji trasy: Pętla Piaski-Pętla Rakowiecka i ewentualnie Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki oraz o wydłużeniu trasy Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza do Pętli Banacha***	-	koniec 2004r
10	Wydłużenie trasy Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza do Pętli Banacha	6 miesięcy	III kwartał 2005
11	Modernizacja trasy Pętla Piaski-Pętla Rakowiecka i ewentualnie Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki oraz wydłużenie trasy Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza do Pętli Banacha	12 miesięcy	IV kwartał 2005
12	***Podjęcie decyzji o modernizacji trasy: Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński oraz o wydłużeniu trasy Rondo Wiatraczna-Pętla Banacha o odcinek do Pętli Gocławek***	-	koniec 2005
13	Modernizacja odcinka Pętla Gocławek-Rondo Wiatraczna	6 miesięcy	III kwartał 2006
14	Modernizacja trasy: Pętla Cm. Wolski - Dw. Wileński i odcinka Pętla Gocławek-Rondo Wiatraczna	12 miesięcy	IV kwartał 2006

Realizacja programu modernizacji tras tramwajowych wg zaproponowanego harmonogramu umożliwi rozpoczęcie wprowadzenie nowego standardu obsługi pasażerów wg następującego programu:

- uruchomienie trasy: Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza koniec 2003r.
- uruchomienie trasy Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy koniec 2004r
- wydłużenie trasy: Rondo Wiatraczna-Pętla Banacha III kwartał 2005r

- uruchomienie trasy Pętla Piaski – Pętla Rakowiecka koniec 2005r
- uruchomienie odcinka trasy Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki koniec 2005r.
- wydłużenie trasy: Pętla Gocławek-Pętla Banacha III kwartał 2006r
- uruchomienie trasy: Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński koniec 2006r

12.4 Podsumowanie

1. Warszawa dysponuje dobrze rozwiniętą siecią tramwajową. Mimo stosunkowo niskiej jakości oferowanych usług (prędkości komunikacyjne na poziomie 18 km/h, wyeksploatowany tabor, brak systemu sterowania ruchem, źle wyposażone przystanki) tramwaje, wobec rosnącego zatłoczenia ulic, odgrywają coraz większą rolę (liczba pasażerów rośnie). Modernizacja sieci tramwajowej, zgodna z tendencjami światowymi, może doprowadzić do skokowej poprawy jakości transportu szynowego na trasach, nie obsługiwanych istniejącą i planowanymi liniami metra oraz koleją podmiejską.
2. Celowość modernizacji tramwaju była zalecona uchwałą Rady Warszawy dot. polityki transportowej podjętą w 1995 roku oraz uzasadniona w kolejnych opracowaniach studialnych („Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy", "Analizy funkcjonalno-ruchowe wariantów systemu transportowego Warszawy.....")
3. Wybór tras, których modernizacja przyniosłaby najszybsze i największe efekty, został dokonany biorąc pod uwagę następujące kryteria:
   - spodziewane obciążenie ruchem pasażerskim,
   - spodziewane efekty związane z możliwością podniesienia prędkości komunikacyjnej, podniesienia komfortu podróżowania,
   - spodziewane trudności realizacyjne,
   - możliwość szybkiego pozyskania wystarczającej liczby taboru do obsługi trasy,
   - wzajemne powiązania występujące pomiędzy analizowanymi trasami,
   - możliwość etapowania realizacji trasy,
   - szacunkowe koszty modernizacji,

   Na podstawie przeprowadzonych analiz zaproponowano następujący (uszeregowany wg, priorytetów realizacyjnych), optymalny układ tras tramwajowych przewidzianych do modernizacji:
   - Trasa Pętla Gocławek-Rondo Wiatraczna-Al. Jerozolimskie-Pl. Narutowicza-Pętla Banacha.
   - Trasa Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy.
   - Trasa Pętla Piaski-Pl. Grunwaldzki-Al. Jana Pawła II-Pętla Rakowiecka.
   - Trasa Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki.
   - Trasa Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński
4. W pierwszej kolejności przedsięwzięcia modernizacyjne powinny nastąpić na trasie obciążonej największymi potokami pasażerskimi (trasa Pętla Gocławek-Pętla Banacha,

ewentualnie w I etapie ograniczona do odcinka: Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza). Zakres modernizacji trasy powinien objąć:

- wprowadzenie nowoczesnego taboru niskopodłogowego,
- przystosowanie torowisk i systemu zasilania do potrzeb wynikających z charakterystyki nowego taboru,
- modernizację przystanków,
- zainstalowanie nowoczesnego systemu sterowania ruchem tramwajowym i informowania pasażerów,
- dokonanie zmian w zarządzaniu ruchem drogowym, dających tramwajowi priorytet w ruchu ulicznym.

Przedsięwzięciom dotyczącym modernizacji samej trasy powinny towarzyszyć zmiany marszrutyzacji linii tramwajowych w całym układzie komunikacyjnym miasta.

5. Wymagania dotyczące zakresu modernizacji trasy powinny być jednak dostosowane do ograniczonych środków jakie mogą być do dyspozycji. W takiej sytuacji należy ograniczyć do minimum koszty związane z modernizacją torowisk i systemów zasilania, natomiast jako priorytetowe należy uznać te działania, które w sposób bezpośredni mogą przyczynić się do poprawy standardu usług przewozowych (tabor, przystanki, priorytety w ruchu). Infrastruktura (torowisko, zasilanie) już dziś zapewnia bezpieczne i w miarę sprawne przewozy pasażerskie i jej modernizacji nie można traktować jako warunku, który musi być spełniony dla podjęcia decyzji o modernizacji komunikacji tramwajowej w Warszawie.
6. Modernizacja, w ramach której przewiduje się zwiększenie stopnia wykorzystania taboru przez zmiany w organizacji eksploatacji (np. skrócenie czasów postoju na krańcach) umożliwi świadczenie usług wysokiej jakości (mniejsze zatłoczenie, większa prędkość podróży) przy mniejszym zapotrzebowaniu na tabor komunikacyjny. Zamiast 355 pociągów w ruchu (449 w inwentarzu) niezbędnych dla uzyskania przyjętych standardów zatłoczenia, wystarczy 327 pociągów w ruchu (368 w inwentarzu).
7. Warunkiem koniecznym uzyskania oczekiwanych efektów modernizacji jest zapewnienie, że na modernizowanych trasach kursować będzie wyłącznie nowoczesny tabor. Przeprowadzone analizy dowiodły, że spełnienie tego warunku musi wiązać się (z uwagi na ograniczenia finansowe i planowane tempo dostaw nowych tramwajów) z przeprowadzeniem korekty układu linii. Na podstawie uproszczonej analizy wykonanej w Studium stwierdzono, że przy zachowaniu obecnej częstotliwość tramwajów na poszczególnych trasach (a nawet większej) istnieje realna możliwość:
   - ograniczenia liczby linii tramwajowych oraz ,
   - znaczącego ograniczenia zapotrzebowania na tabor w ruchu.
8. W odniesieniu do 5 analizowanych tras tramwajowych przy obecnym układzie linii niezbędna liczba pociągów niskopodłogowych w ruchu zapewniająca ich 100-procentowy udział na modernizowanych trasach jest równa 299 (332 w inwentarzu), zaś dla uznanej za priorytetową trasy "Pętla Gocławek-Pętla Banacha" – 146 pociągów (162 w inwentarzu). Wprowadzenie korekt w układzie linii może zmniejszyć to zapotrzebowanie do 186 pociągów w ruchu na 5 trasach (207 w inwentarzu) i tylko do 76 pociągów w ruchu (84 w inwentarzu) na trasie "Pętla Gocławek-Pętla Banacha".

9. Modernizacja tras doprowadzi do istotnego wzrostu komfortu podróżowania tramwajem poprzez:
   - zwiększenie niezawodności tras tramwajowych,
   - zwiększenie sprawności funkcjonowania tramwaju (punktualność, pewność osiągnięcia celu podróży w założonym czasie zagwarantowanie,
   - zwiększenie komfortu jazdy (nowoczesny tabor, lepsze torowisko),
   - zwiększenie komfortu oczekiwania na przystankach (lepsze wyposażenie przystanków),
   - zwiększenie komfortu wymiany pasażerów (podłoga tramwaju i platforma przystankowa na tym samym poziomie),
   - usprawnienie systemu informowania pasażerów.
10. Szczegółowy projekt organizacji i sterowania ruchem na trasach powinien powstać w ramach studium wykonalności i studiów technicznych W związku z małym prawdopodobieństwem szybkiej realizacji systemu CEZAR i jego rozszerzenia na obszary przez które przebiegają analizowane trasy, za niezbędne należy uznać wyposażenie każdej z tras w odrębny system sterowania ruchem. System ten powinien gwarantować m.in. możliwość udzielania bezwzględnego lub warunkowego priorytetu dla tramwaju przejeżdżającego przez punkt kolizyjny.
11. Koszt modernizacji wszystkich tras (bez kosztów taboru) oszacowano na kwotę ok. 76,5 mln zł (+ VAT), w tym na ok. 19,5 mln zł złotych oszacowano koszty modernizacji torowiska, możliwe do poniesienia w późniejszym czasie. Łączny koszt modernizacji (razem z remontem toru) poszczególnych wyniósł:
    - Trasa Pętla Gocławek-Pętla Banacha 19,1 mln zł
      w tym odc. Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza *9,3 mln zł*
    - Trasa Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy 13, 8 mln zł
    - Trasa Pętla Piaski (Pętla Potocka) – Pętla Rakowiecka 32,7 mln zł
    - Trasa Cm. Wolski-Dw. Wileński 10,9 mln zł
13. Wprowadzenie programu modernizacji tras tramwajowych, ale bez zmian w marszrutyzacji, linii wymagałoby zakupu ok. 302 wozów niskopodłogowych, których koszt oszacowano na 1 mld 813 milionów zł. Tramwaje Warszawskie są obecnie w trakcie organizowania zakupu 50 wozów niskopodłogowych, które najprawdopodobniej zostaną wprowadzone do eksploatacji w latach 2002-2003. Zatem w kolejnych latach należałoby zakupić 252 wozy o łącznym koszcie 1 mld 513 mln zł. Jednocześnie planowane modernizacje pozwoliłyby na całkowite wycofanie z ruchu najstarszego taboru 13N, znaczne obniżenie obecnie bardzo wysokiego średniego wieku taboru oraz redukcję ogólnej liczby pociągów w inwentarzu.
14. Znacznie większe oszczędności byłyby możliwe przy zmianie marszrutyzacji linii. Zakładając zakup 50 wozów w latach 2002-2003 wymagałoby to dokupienia 127 wozów niskopodłogowych w kolejnych latach o łączny koszcie ok. 760 mln zł.
15. W I fazie modernizacji systemu tramwajowego wprowadzenie taboru dwukierunkowego nie przyniosłoby większych korzyści eksploatacyjnych, poza stworzeniem możliwości do przejścia na bardziej efektywny system remontów torów (z zamykaniem jednego toru). Otwarta pozostaje kwestia celowości zakupów taboru dwukierunkowego z perspektywą

jego wykorzystania w dalszych etapach modernizacji tras tramwajowych oraz w przypadku budowy nowych tras tramwajowych. Walory taboru dwukierunkowego uzasadniają rozważenie (przy planowaniu dalszych zakupów) celowości jego zastosowania w Warszawie.

12.5 Propozycja dalszych działań

Ocena stanu istniejącego w zakresie funkcjonowania systemu transportu zbiorowego w Warszawie, a w szczególności systemu tramwajowego oraz analiza potencjalnych możliwości jakie dla obsługi pasażerów może przynieść modernizacja tras tramwajowych (w sytuacji ograniczonych środków finansowych jakie w najbliższych latach mogą i powinny być przeznaczane na rozwój infrastruktury) nakazuje podjęcie jak najszybszych działań zmierzających do wdrożenia programu modernizacji tras tramwajowych.

Powodzenie realizacji tego zamierzenia jest jednak ściśle uzależnione od okresu jaki upłynie od realizacji niniejszego Studium do podjęcia decyzji o wdrożeniu programu modernizacji komunikacji tramwajowej, jak też tempa wdrożenia. Autorzy opracowania są przekonani, że zwłoce w podejmowaniu decyzji będzie towarzyszyć szybko postępujące pogarszanie się warunków ruchu w mieście oraz dalsza degradacja roli komunikacji zbiorowej. Może to w efekcie doprowadzić do niemal nieodwracalnych procesów uniemożliwiających w przyszłości wprowadzenie systemu podobnego do proponowanego, lub wymagających znacznie większych nakładów finansowych.

Stąd **autorzy opracowania proponują następujący tok postępowania** zmierzający do wdrożenia programu modernizacji tras tramwajowych:

- Przeprowadzenie dyskusji z zainteresowanymi stronami (Zarząd Miasta, radni, ZTM) nad wynikami Studium.
- Uzyskanie akceptacji władz samorządowych i wydanie decyzji o wdrożeniu programu modernizacji.
- Opracowanie studium wykonalności modernizacji trasy tramwajowej „Pętla Gocławek-Pętla Banacha (lub w I etapie ograniczonego do odcinka Rondo Wiatraczna-Pl. Narutowicza) połączonego z opracowaniem programu zmian marszrutyzacji linii tramwajowej.
- Podjęcie decyzji o wdrożeniu programu modernizacji trasy i zmian w marszrutyzacji linii
- Zmiana marszrutyzacji linii i modernizacja pierwszej trasy tramwajowej.
- Przeprowadzenie studiów wykonalności dla pozostałych tras objętych programem modernizacji tj: Rondo Starzyńskiego-Pl. Zawiszy, Pętla Piaski-Pętla Rakowiecka, Pętla Potocka-Pl. Grunwaldzki, Pętla Cm. Wolski-Dw. Wileński.

W uzupełnieniu do studiów wykonalności modernizacji poszczególnych tras tramwajowych oraz zmian w marszrutyzacji linii tramwajowych niezbędne jest także dokonanie zmian w marszrutyzacji linii autobusowych[14] oraz wykonanie co najmniej 3 analiz uzupełniających (w skali całej sieci tramwajowej) dotyczących:

[14] Analizę możliwości dokonania zmian w układzie linii autobusowych można wykonać po opracowaniu projektu zmian w układzie linii tramwajowych. Korekta linii autobusowych powinna być wykonana między innymi po to by autobusy tam gdzie jest to możliwe „dowoziły" pasażerów do głównych osi transportowych

- programu modernizacji torowisk tramwajowych z dyskontowaniem kosztów i korzyści z,
- programu dostosowania zajezdni tramwajowych do obsługi nowoczesnego taboru,
- programu modernizacji zasilania (podstacje, okablowanie, trakcja, itp.) z dyskontowaniem kosztów i korzyści ekonomicznych.

obsługiwanych przez transport szynowy (metro, tramwaj). Inne spodziewane korzyści wynikające ze zmiany układu linii autobusowych polegają na : oszczędności w liczbie taboru i zwiększenie czytelności układu tras.