



TRAMWAJE
WARSZAWSKIE Sp. z o.o.

ul. Siedmiogrodzka 20, 01-232 Warszawa

STUDIUM WYKONALNOŚCI DLA PROJEKTU:

MODERNIZACJA TRASY TRAMWAJOWEJ W CIĄGU AL. JANA PAWŁA II NA ODCINKU: PĘTLA KIELECKA – PĘTLA PIASKI

TOM IV – SYNTEZA



Wykonawca:

FaberMaunsell Polska Sp. z o.o.
Al. Jerozolimskie 133/113, 02-304 Warszawa
T. + 48 22 822 00 51 F + 48 22 822 01 08
www.fabermaunsell.com

FABER MAUNSELL

Marzec 2006

SPIS TREŚCI

1	WSTĘP	4
2	TYTUŁ I LOKALIZACJA PROJEKTU	7
3	WARIANTY MODERNIZACJI	8
4	POSTULOWANY WARIANT MODERNIZACJI	9
5	PROGNOZY PRZEWOZÓW	10
6	ZAKRES MODERNIZACJI.....	15
7	ZAPOTRZEBOWANIE NA TABOR.....	19
8	KOSZTY INWESTYCYJNE	19
9	ETAPOWANIE I HARMONOGRAM WDROŻENIA	20
10	ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI SPOŁECZNYCH.....	22
11	PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA REALIZACYJNE	23

1 WSTĘP

Prezentowany raport przedstawia wyniki opracowania studium wykonalności dla projektu pt. „**Modernizacja trasy tramwajowej w ciągu Al. Jana Pawła II – odcinek pętla Kielecka – pętla Piaski**” wykonanego przez FaberMaunsell Polska Sp. z o.o. na zamówienie Tramwajów Warszawskich Sp. z o.o., ul. Siedmiogrodzka 20, 01-232 Warszawa.

Celem strategicznym projektu modernizacji trasy tramwajowej od pętli Kielecka do pętli Piaski jest podniesienie atrakcyjności i stopnia wykorzystania przez pasażerów transportu publicznego w Warszawie. Działania, przewidziane w projekcie, będą skierowane na zachęcenie mieszkańców miasta do korzystania z komunikacji tramwajowej i zbiorowej w ogóle oraz rezygnacji z odbywania podróży samochodem z dzielnic Żoliborz i Mokotów do ścisłego centrum miasta (dzielnice Śródmieście i Wola).

Wśród celów bezpośrednich projektu należy wymienić:

- **Pozyskanie pasażerów** dla komunikacji tramwajowej korzystających ze zmodernizowanej trasy tramwaju i miejskiej komunikacji tramwajowej w ogóle.
- **Skrócenie czasu podróży pasażerów** poprzez wprowadzenie sterowania ruchem ograniczającego nieuzasadnione straty czasu tramwaju na trasie przy pokonywaniu punktów kolizyjnych i przy ruszaniu z przystanku, a przez to ograniczenie społecznych kosztów czasu w systemie transportowym miasta.
- **Podniesienie komfortu podróżowania** poprzez wprowadzenie nowoczesnego taboru tramwajowego, zmodernizowanie infrastruktury torowej oraz wprowadzenie systemu dynamicznej informacji w tramwajach i na przystankach.
- **Poprawienie komfortu wymiany pasażerów na przystankach** poprzez poszerzenie, przedłużenie i podwyższenie platform, lepszy dostęp pasażerów do tramwaju oraz zastosowanie wiat i barier ochronnych.
- Poprawienie niezawodności **funkcjonowania komunikacji tramwajowej w tym korytarzu transportowym poprzez poprawienie systemu zasilania oraz wprowadzenie nowoczesnego taboru.**
- **Podniesienie stanu bezpieczeństwa osobistego pasażerów** komunikacji tramwajowej poprzez wprowadzenie nowoczesnego taboru jednoprzestrzennego, barier ochronnych wzdłuż platform przystankowych, podgląd za pomocą kamer telewizyjnych na wybranych przystankach.
- **Zapewnienie bezpieczeństwa ruchu tramwajów** poprzez sterowanie ruchem wzdłuż trasy tramwajowej.
- **Ograniczenie negatywnego oddziaływania systemu komunikacyjnego** na otoczenie miejskie, głównie dzięki zmniejszeniu niekorzystnych oddziaływań na otoczenie trasy i na pasażerów w postaci emisji hałasu i wibracji związanych ze stanem technicznym torowiska, prędkościami i częstotliwościami przejazdów, a także dzięki spodziewanej wraz z poprawą standardu transportu zbiorowego zmianie środka transportu z komunikacji indywidualnej, będącej największym źródłem emisji hałasu i zanieczyszczeń, na zdecydowanie bardziej przyjazną środowisku komunikację tramwajową.

- **Poprawienie stopnia zintegrowania** różnych form transportu zbiorowego poprzez ułatwienie dokonywania przesiadek w ważnych węzłach przesiadkowych, także dzięki wykorzystaniu systemu dynamicznego informowania pasażerów.
- **Poprawienie dostępu do tramwaju dla osób starszych i niepełnosprawnych** poprzez zastosowanie taboru niskopodłogowego, wyposażenie przystanków w pochylnie i nawierzchnie ułatwiające poruszanie się niewidomym i słabo widzącym.

Przeprowadzone działania będą przynosić także inne skutki pozytywne takie jak:

- **poprawę wizerunku komunikacji tramwajowej** w Warszawie i tym samym zachęcenie do korzystania z transportu zbiorowego,
- **zwiększenie dostępności terenów** i obiektów (mieszkaniowych, biurowych, usługowych, itp.) w obszarze oddziaływania projektu,
- **wzrost atrakcyjności korytarza trasy tramwajowej** – dla lokowania miejsc zamieszkania i zatrudnienia (usługi).

Rezultaty

Realizacja programu modernizacji trasy tramwajowej doprowadzi do osiągnięcia następujących rezultatów:

- Zwiększenia liczby przewożonych pasażerów komunikacją tramwajową o ok. 2700 na godzinę szczytu porannego w roku 2011, o ok. 2 400 w roku 2021 i o ok. 3 500 w roku 2031.
- Skrócenia czasu podróży pasażerów komunikacji zbiorowej na odcinku od Pętli Kielecka do pętli Piaski (o ok. 5 min 14 sekund), w zależności od kierunku jazdy i pory dnia.
- Zmiany struktury transportu środkami komunikacji zbiorowej na korzyść komunikacji szynowej, a więc komunikacji preferowanej w strategii rozwoju miasta, jako bardziej przyjaznej środowisku. Udział komunikacji autobusowej w globalnym transporcie zbiorowym zmniejszy się z 42% w roku 2011 do 36,6% w roku 2031.

Produkty

Podstawowymi produktami wynikającymi z modernizacji trasy tramwajowej od Pętli Kielecka do pętli Piaski będą:

1. Zmodernizowane torowisko tramwajowe o łącznej długości 8270 mtp, w tym:
 - 1680 mtp na podbudowie podsypkowej, z szyny kolejowymi, wibroakustycznymi wkładkami do komór łubkowych (konstrukcja podsypkowa typ „p”),
 - 1514 mtp - na podbudowie betonowej z kotwionym szynami rowkowymi i zabudową z betonu asfaltowego (konstrukcja bezpodsypkowa typu „b”),
 - 3398 mtp - na podbudowie betonowej z zatopionym rusztem torowym z zabudową torowiska z betonu asfaltowego, szyny rowkowe (system NBS - konstrukcja bezpodsypkowa typu „n”),

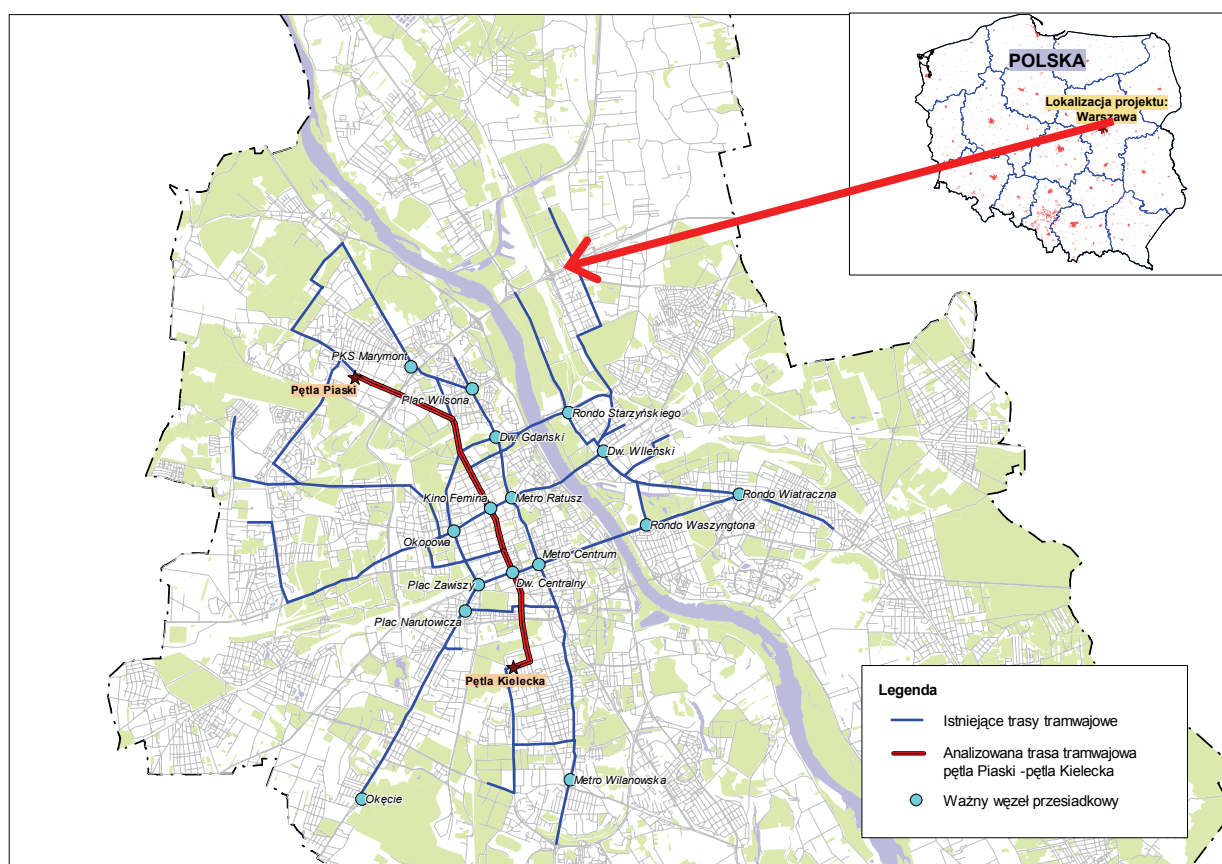
- 1678 mtp - istniejąca konstrukcja na podbudowie podsypkowej z dodatkową zabudową z betonu asfaltowego (konstrukcja typu „Z”).
- 2. Wyposażenie trasy w system detekcji tramwajów umożliwiający przekazywanie informacji o położeniu tramwaju do systemu informacji pasażerskiej i systemu sterowania ruchem.
- 3. Zakup 25 jednostek nowoczesnego, niskopodłogowego, jednoprzestrzennego tramwaju.
- 4. System dynamicznej informacji pasażerskiej na 42 przystankach, uwzględniający wymagania niepełnosprawnych (informacja wizualno-dźwiękowa), którego podstawowymi elementami będą:
 - 10 sztuk dużych, płaszczyznowych przystankowych tablic informacyjnych zapewniających możliwość przekazywania informacji o przesiadkach;
 - 32 sztuki standardowych (małych) przystankowych tablic informacyjnych,
 - 11 000 m kabli światłowodowych.
- 5. Zmodernizowane 42 przystanki tramwajowe.
- 7. Zmodernizowane kable trakcyjne z podstacji "Filtrowa", "Pereca", "Chodkiewicza".
- 8. Zmodernizowane urządzenia podstacji trakcyjnych „Filtrowa”, "Pereca" i "Chodkiewicza"
- 9. Zmodernizowane stanowiska dyspozytorskie w Centralnej Dyspozytorni Energetycznej.
- 10. Zmodernizowana sieć trakcyjna na odcinku ok. 6100 mtp.

2 TYTUŁ I LOKALIZACJA PROJEKTU

„Modernizacja trasy tramwajowej w ciągu Al. Jana Pawła II, odcinek pętla Kielecka – pętla Piaski”

Projekt modernizacji trasy tramwajowej jest zlokalizowany w Polsce w województwie mazowieckim w mieście stołecznym Warszawa na obszarze dzielnic: Żoliborz, Śródmieście, Wola i Mokotów.

Modernizowana trasa tramwajowa na przeważającej długości biegnie w obszarze centrum miasta i łączy dzielnice Żoliborz i Mokotów ze ścisłym centrum Warszawy (dzielnice Śródmieście i Wola) stwarzając mieszkańcom tych dzielnic, pozostałym mieszkańcom Warszawy oraz przyjezdnym dogodne warunki podróżowania transportem zbiorowym (Rys 1).



Rys. 1. Usytuowanie trasy tramwajowej w Al. Jana Pawła II, odcinek pętla Kielecka – pętla Piaski.

Projekt modernizacji trasy tramwajowej w ciągu Al. Jana Pawła II, na odcinku pętla Kielecka – pętla Piaski, jest wykonywany na zamówienie spółki Tramwaje Warszawskie sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie przy ul. Siedmiogrodzkiej 20.

3 WARIANTY MODERNIZACJI

W Studium przeprowadzono analizę wariantów modernizacji trasy tramwajowej w korytarzu Al. Jana Pawła II, na odcinku od pętli Kielecka do pętli Piaski. Alternatywne opcje zróżnicowano pod względem zakresu nakładów inwestycyjnych przeznaczonych na modernizację infrastruktury, przystanków wraz z ich wyposażeniem, wymiany taboru obsługującego przewozy pasażerskie, zmian w organizacji i sterowaniu ruchem oraz ingerencji w układ drogowy.

Rozpatrzono 4 warianty modernizacji trasy:

- **wariant „0” (W0)** - odniesienia, zakładający brak działań w zakresie modernizacji trasy i zmian układu linii,
- **wariant 1 (W1)** – zakładający pełną modernizację trasy tramwajowej i uzyskanie możliwe największych efektów funkcjonalno-ruchowych,
- **wariant 2 (W2)** – zakładający modernizację wyłącznie niezbędnych obiektów infrastruktury technicznej, takich jak torowisko i system zasilania energetycznego, ale bez modernizacji organizacji i sterowania ruchem i ingerencji w układ drogowy,
- **wariant 3 (W3)** – jak W1, ale bez wymiany taboru na niskopodłogowy i jednoprzestrzenny.

Zestawienie cech poszczególnych wariantów modernizacji trasy tramwajowej, analizowanych w Studium przedstawiono w tabeli 1

Tabela 1. Zestawienie cech poszczególnych wariantów modernizacji trasy tramwajowej.

W A R I A N T	Rozwój systemu transportowego miasta	Modernizacja torowiska	Modernizacja zasilania	Wymiana części taboru niskopodłogowego	Modernizacja sterowania ruchem – priorytet y	System informacji pasażerskiej w pojazdach	System informacji pasażerskiej na przystankach	Powiększenie platform przystankowych	Podwyższenie platform przystankowych	Doposażenie przystanków – wiaty, pochylnie, itp
W0	TAK	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE
W1	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
W2	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK
W3	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK

4 POSTULOWANY WARIANT MODERNIZACJI

Wyboru najkorzystniejszego wariantu modernizacji trasy tramwajowej dokonano biorąc pod uwagę następujące kryteria zasadnicze:

- wyniki uzyskanych prognoz przewozów pasażerskich,
- oszacowane koszty inwestycyjne niezbędne dla realizacji modernizacji trasy tramwajowej,
- jakość rozwiązań zastosowanych dla podwyższenia atrakcyjności komunikacji tramwajowej, w tym w szczególności podnoszących komfort podróżowania i ułatwiających dostęp do komunikacji tramwajowej osobom starszym i niepełnosprawnym,
- uzyskane wyniki analizy kosztów i korzyści społecznych,
- uzyskane wyniki analizy wrażliwości oraz
- uzyskane wyniki analizy finansowej.

Biorąc powyższe pod uwagę za najkorzystniejszy wariant modernizacji trasy tramwajowej uznano wariant 1, który obejmuje następujące działania:

1. **Modernizację torowisk tramwajowych.** Torowisko tramwajowe zostanie zmodernizowane na łącznej długości 8270 mtp,
2. **Modernizację systemu zasilania trakcyjnego.** System zasilania zostanie zmodernizowany w zakresie: sieci trakcyjnej (o łącznej długości ok. 6100 mtp), modernizacji 2 podstacji trakcyjnych, modernizacji układu kabli trakcyjnych 3 podstacji, wymiany słupów trakcyjnych, wykonania stanowiska dozoru pracy urządzeń grzewczych i modernizacji stanowisk dyspozytorskich w Centralnej Dyspozytorni Energetycznej.
3. **Modernizację 42 przystanków tramwajowych.** Modernizacja obejmie m.in. wydłużenie i poszerzenie wybranych platform przystankowych, podniesienie wysokości platform przystankowych do 0,26m, zainstalowanie nowych wiat przystankowych z ławkami, zainstalowanie barier odgradzających platformę przystankową od jezdni ulicy, wybudowanie pochylni dla wózków inwalidzkich, zainstalowanie (na wybranych przystankach) zestawów kamer monitorujących przystanki i paneli informacyjno-biletowych.
4. **Instalację systemu detekcji tramwajów.** System będzie umożliwiał przekazywanie informacji o położeniu tramwaju do systemu informacji pasażerskiej i systemu sterowania ruchem (z udzielaniem priorytetów dla tramwajów w 26 punktach kolizyjnych).
5. **Zakup 25 jednostek nowoczesnego, niskopodłogowego, jednoprzestrzennego tramwaju.**
6. **Instalację systemu dynamicznej informacji pasażerskiej na 42 przystankach z uwzględnieniem wymagań osób niepełnosprawnych (informacja wizualno-dźwiękowa).**

5 PROGNOZY PRZEWÓZÓW

Do wykonania prognoz przewozów wykorzystano komputerowy model ruchu dla Warszawy będący w dyspozycji Biura Naczelnego Architekta Miasta. Model ten został zaktualizowany z wykorzystaniem wyników Warszawskich Badań Ruchu 2005.

Prognozy przewozów wykonano dla 3 horyzontów czasowych: 2011, 2021 i 2031, dla wewnętrznych podróży osób w mieście i strefie podmiejskiej. Punktem wyjścia dla prognoz był harmonogram budowy tras tramwajowych, w którym założono zakończenie inwestycji do końca 2010 roku i oddanie do eksploatacji na początku 2011 roku. Prognozy przewozów wykonano z wykorzystaniem danych programowo-przestrzennych (w tym dotyczących liczby mieszkańców, zatrudnionych i miejsc w szkołach) przekazanych w podziale na rejony komunikacyjne przez Biuro Naczelnego Architekta Miasta st. Warszawy.

W wyniku wykonanych prognoz przewozów stwierdzono, że:

w roku 2011:

- należy oczekiwać znacznego obciążenia ruchem pasażerskim całego analizowanego odcinka trasy tramwajowej, na poziomie od ok. 4 050 pasażerów/h/przekrój w rejonie pętli Piaski do ok. 8 900 pasażerów/h/przekrój na odcinku pomiędzy ul. Świętokrzyską a Al. Jerozolimskimi,
- szczególnie duże natężenia ruchu będzie występować na odcinku śródmiejskim pomiędzy Al. Armii Ludowej i Al. Solidarności oraz na pomiędzy Pl. Grunwaldzkim a ul. Słomińskiego (Rondem „Radosław”),
- łączna liczba pasażerów będzie na poziomie 12 500 pasażerów w godzinie szczytu porannego w obu kierunkach,

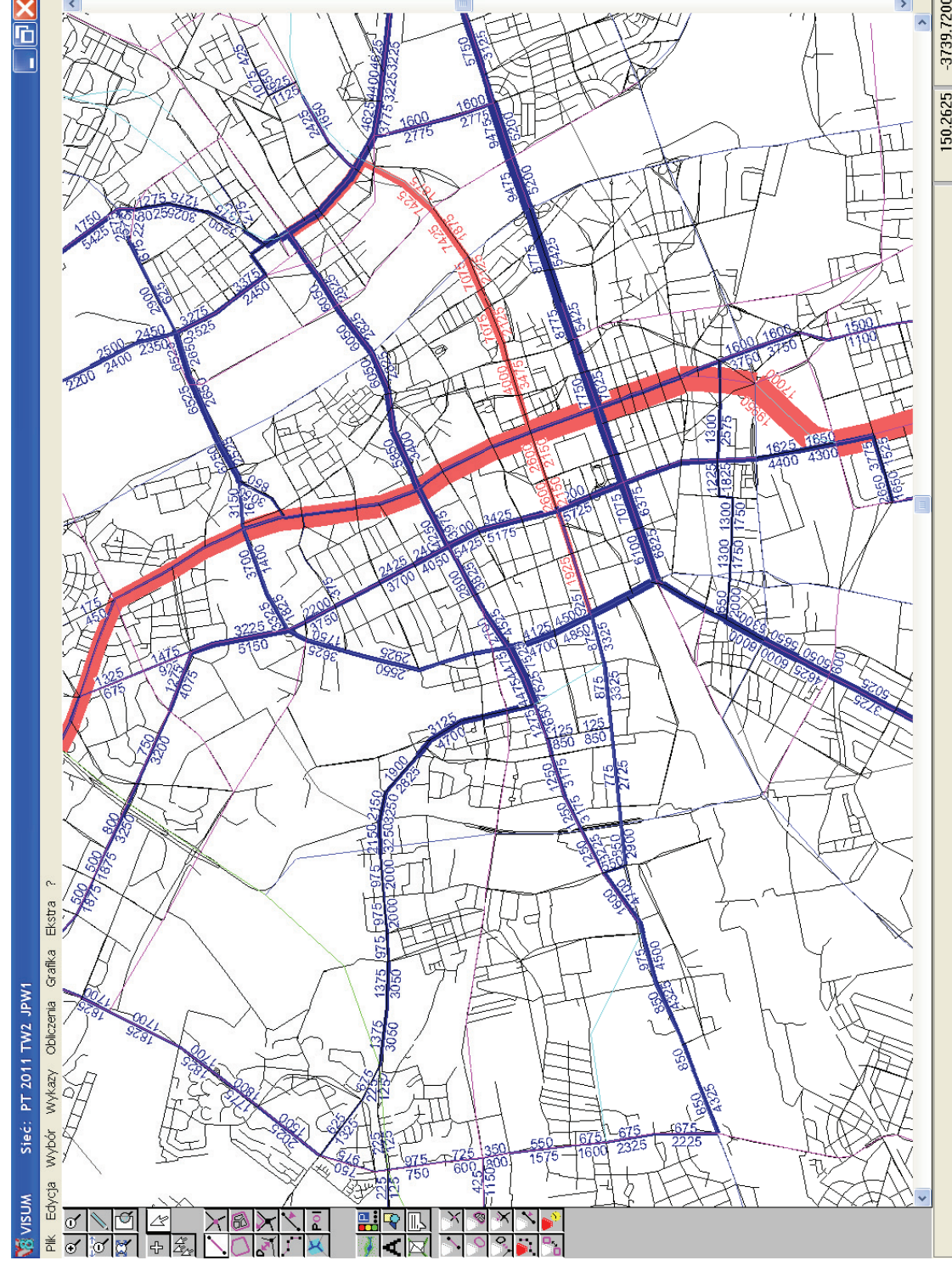
w roku 2021:

- należy oczekiwać znacznego obciążenia ruchem pasażerskim całego analizowanego odcinka trasy tramwajowej, na poziomie od ok. 4 200 pasażerów/h/przekrój w rejonie pętli Piaski do ok. 19 200 pasażerów/h/przekrój na odcinku pomiędzy Al. Solidarności a pętlą Kielecka,
- szczególnie duże natężenia ruchu będzie występować na ul. Rakowieckiej,
- łączna liczba pasażerów będzie na poziomie 15 950 pasażerów w godzinie szczytu porannego w obu kierunkach,

w roku 2031:

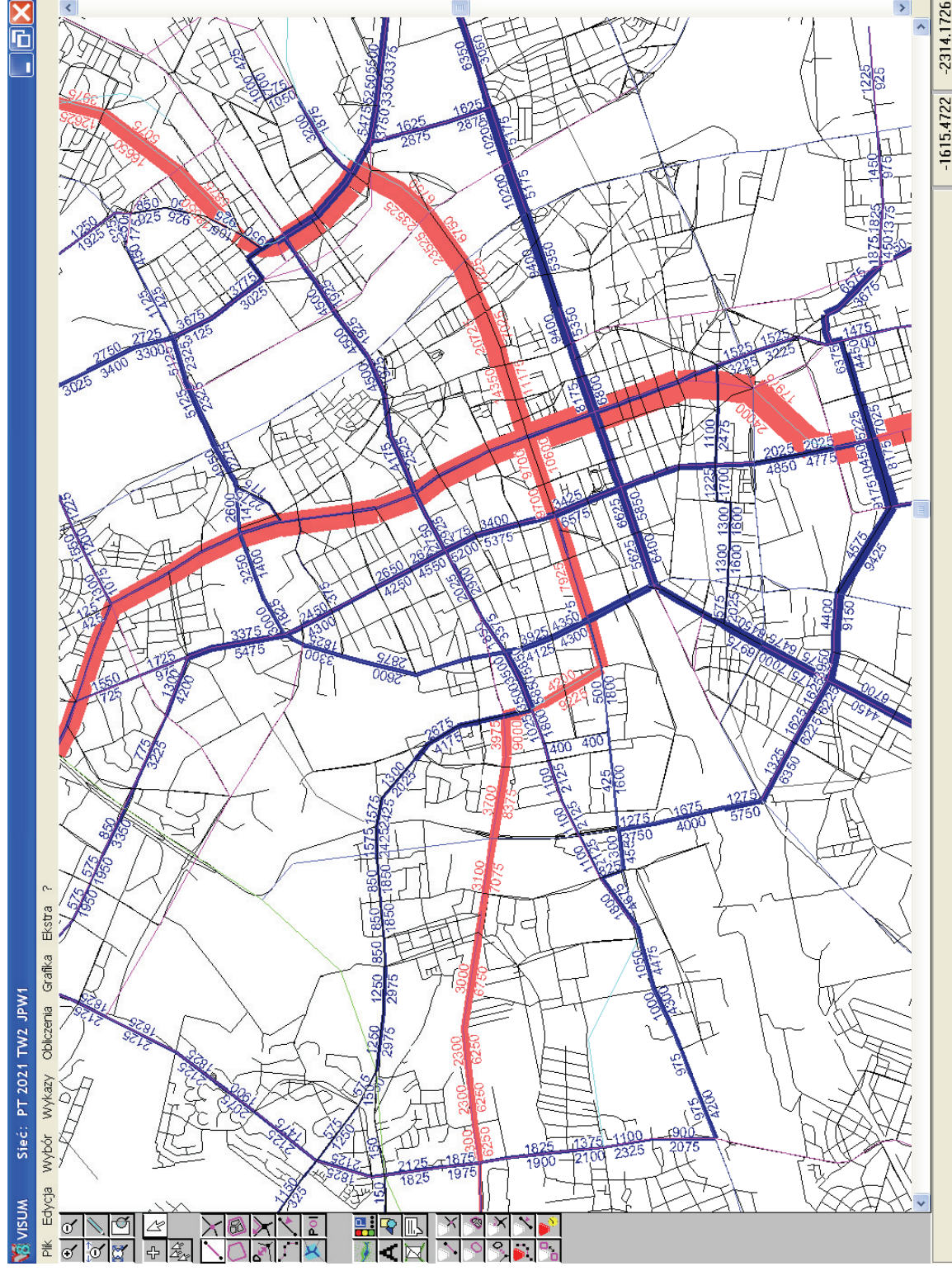
- należy oczekiwać znacznego obciążenia ruchem pasażerskim całego analizowanego odcinka trasy tramwajowej, na poziomie od ok. 4 860 pasażerów/h/przekrój w rejonie pętli Piaski do ok. 23 500 pasażerów/h/przekrój na odcinku pomiędzy Al. Solidarności a pętlą Kielecka,
- szczególnie duże natężenia ruchu będzie występować na ul. Rakowieckiej,
- łączna liczba pasażerów będzie na poziomie 18 910 pasażerów w godzinie szczytu porannego w obu kierunkach.

Wyniki prognoz przewozów dla trzech horyzontów czasowych: 2011, 2021 i 2031 przedstawiono na rys. 2-4.



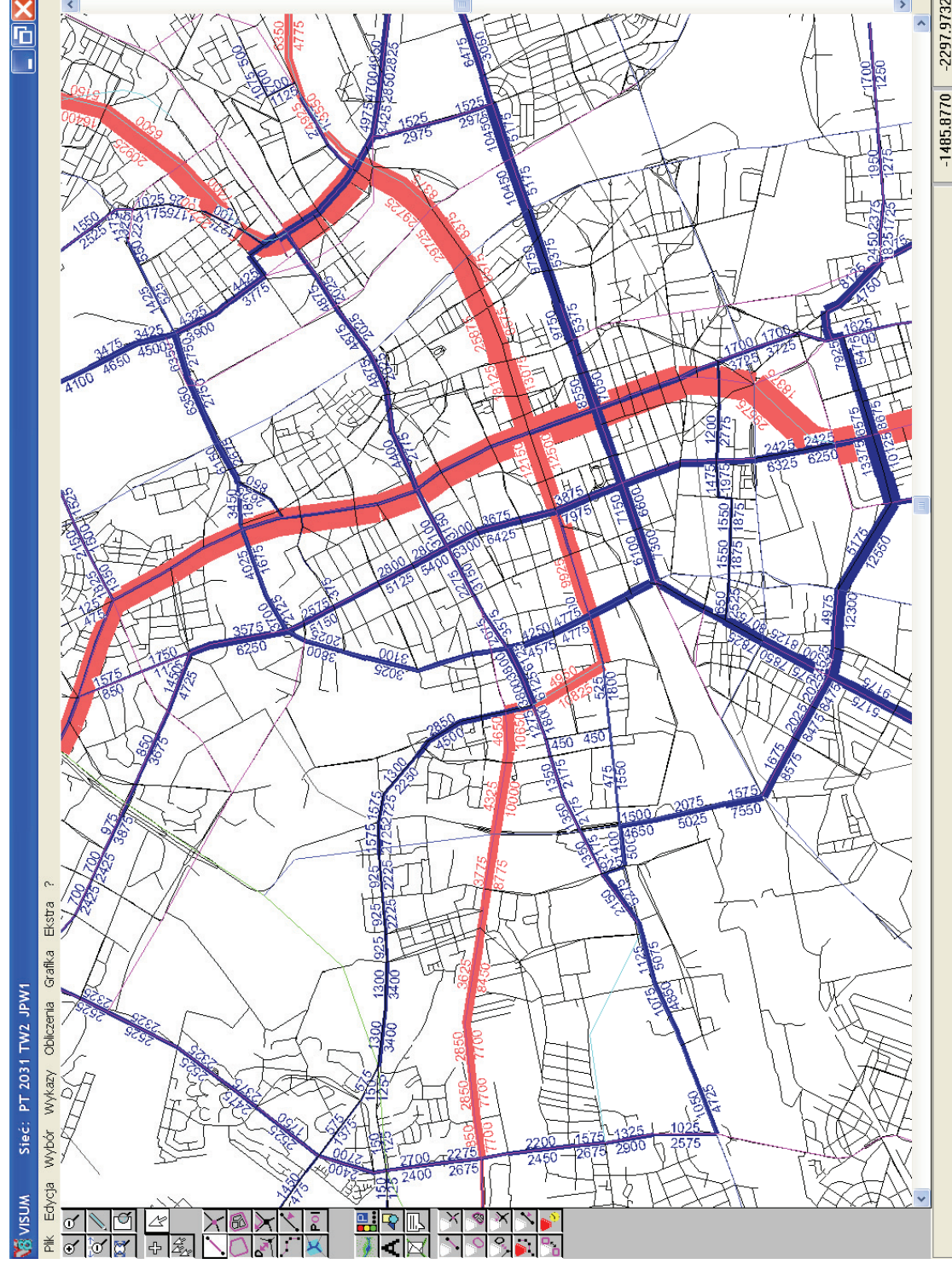
Rys. 2. Potoki pasażerskie na trasie tramwajowej – wariant W1. Rok 2011, szczyt poranny.

FABER MAJNSELL



Rys.3. Potoki pasażerskie na trasie tramwajowej – wariant W1. Rok 2021, szczyt poranny.

FABER MAUNSELL



Rys. 4. Potoki pasażerskie na trasie tramwajowej – wariant W1. Rok 2031, szczyt poranny.

FABER MAUNSELL

6 ZAKRES MODERNIZACJI

Zakres modernizacji infrastruktury torowej

Analiza techniczna stanu istniejącego wykazała, że modernizacja torowisk – poza niewielkimi korektami układu geometrycznego niektórych węzłów rozjazdowych - nie musi obejmować układu geometrycznego torów, lecz tylko ich konstrukcję. Przyjęto następujące założenia szczegółowe do modernizacji konstrukcji torowisk:

- A. Konstrukcja torowiska na głównym fragmencie odcinka śródmiejskiego (od Al. Jerozolimskich do Al. Solidarności) będzie spełniać jednolite założenia konstrukcyjno-funkcjonalne zapewniając w ten sposób:
 - efektywne wykorzystanie tego szczególnie obciążonego ruchowo odcinka ciągu Al. Jana Pawła II zarówno przez tramwaje i – pomimo wydzielonego charakteru eksploatacji torowiska – również przez samochody ratunkowe i policję w sytuacji ograniczonej przejezdności ulic w godzinach szczytu komunikacyjnego,
 - bardziej estetyczny wygląd trasy tramwajowej i łatwiejsze utrzymanie czystości na torowisku.
- B. Na odcinku śródmiejskim, w torowisku zakwalifikowanym do modernizacji, gdzie dotychczas występuje konstrukcja podsypkowa, przewiduje się zastosowanie znacznie trwalszej konstrukcji bezpodsypkowej z elementami redukującymi emisję hałasu i wibracji. Poza odcinkiem śródmiejskim w torowiskach wydzielonych z podbudową podsypkową pozostawiona zostanie konstrukcja podsypkowa, uzupełniona o zabudowę z tłucznia i gumowe wkładki do komór łubkowych, zastosowane w celu lepszego tłumienia hałasu.
- C. Dążąc do ujednolicenia funkcjonalności torowiska na głównym fragmencie odcinka śródmiejskiego, na części jego torowisk z podbudową podsypkową, których obecny stan techniczny nie kwalifikuje do modernizacji i które w okresie co najmniej 6 – 8 lat mogą być eksploatowane bez naprawy głównej, przewidziano naprawę modernizacyjną ograniczoną do wykonania trwałej zabudowy torowiska w postaci warstwy betonu asfaltowego na istniejącej nawierzchni torowej. Powstanie w ten sposób torowisko wydzielone, ale dostosowane do przejazdu pojazdów uprzywilejowanych, tak jak na pozostałej długości odcinka śródmiejskiego przewidzianego do modernizacji. Odcinki torowiska wydzielonego, ale przejezdnego dla samochodów uprzywilejowanych powinny być skutecznie odseparowane od pozostałej jezdni za pomocą układanych separatorów z gumy, lub tworzywa o wysokości utrudniającej wjazd w ich obszar samochodów nieuprawnionych.

W ramach modernizacji trasy część odcinków będzie pozostawiona bez zmian, tzn. będzie na nich torowisko na podbudowie podsypkowej (z tłucznia kamiennego). Na pozostałej części planowane jest zastosowanie następujących rodzajów konstrukcji zmodernizowanego torowiska tramwajowego:

Typ „p” - konstrukcja na podbudowie podsypkowej

Konstrukcja ta została zaplanowana do zastosowania na odcinkach torowiska wydzielonego nie wymagającego specjalnych rozwiązań wibroizolacyjnych. Za wyjątkiem krótkich przejść dla pieszych jest to klasyczna konstrukcja torowiska z zabudową z zasypki tłuczniowej i wypełnieniem komór łubkowych szyn wkładkami gumowymi zabudowy.

Modernizacja z wykorzystaniem tego typu konstrukcji torowiska polega na zastosowaniu bardziej trwałych elementów składowych takich jak:

- warstwa ochronna o grubości 0,20 m z mieszanki kruszyw naturalnych i łamanych,
- podkłady betonowe z przytwierdzeniami sprężystymi typu SB zapewniającymi trwałe i stabilne podparcie dla szyn,
- przekładki podszynowe z elastomerów zapewniające dobre tłumienie hałasu i wibracji.

Typ „z” – istniejąca konstrukcja na podbudowie podsypkowej z dodatkową zabudową z betonu asfaltowego

Konstrukcja ta jest przewidziana do zastosowania na tych odcinkach torowisk wydzielonych z podbudową podsypkową, których stan techniczny nie uzasadnia wykonywania modernizacji. Jednak z uwagi na potrzebę dopuszczenia na tych odcinkach ograniczonego ruchu samochodowego dla pojazdów uprzywilejowanych na odcinkach tych należy dodatkowo wykonać zabudowę w postaci warstw betonu asfaltowego.

Typ „b” - konstrukcja bezpodsypkowa, na podbudowie betonowej z kotwionym szynami rowkowymi i zabudową z betonu asfaltowego.

Konstrukcja tego typu jest przewidziana do zastosowania głównie w węzłach rozjazdowych wspólnych z jezdnią. W węzłach rozjazdowych poza jezdnią (w torowisku wydzielonym) tego typu konstrukcja może być stosowana bez zabudowy z betonu asfaltowego (za wyjątkiem strefy zwrotnicy, gdzie zawsze jest stosowana zabudowa). Pomędzy podporami kotwiącymi szyny, spoczywa ona na ciągłym podlewie z masy żywicznej o trwałej elastyczności.

Typ „n” - konstrukcja bezpodsypkowa, na podbudowie betonowej z ciągłym podparciem szyn rowkowych w otulinie gumowej i z zabudową z betonu asfaltowego, określana symbolem NBS znana również pod nazwą Rheda City. Konstrukcja ta zostanie wykonana z zastosowaniem betonowych prefabrykowanych podkładów blokowych, które po zamontowaniu szyn w otulinie gumowej ze specjalnych profili nakładanych na stopkę szyny i jej boczne powierzchnie będą zalewane dwuwarstwowo betonem cementowym i w górnej warstwie betonem asfaltowym.

Torowisko tramwajowe zostanie zmodernizowane na łącznej długości 8270 mtp, w tym:

- 1680 mtp na podbudowie podsypkowej, z szyny kolejowymi, wibroakustycznymi wkładkami do komór łukowych (konstrukcja podsypkowa typ „p”),
- 1514 mtp - na podbudowie betonowej z kotwionym szynami rowkowymi i zabudową z betonu asfaltowego (konstrukcja bezpodsypkowa typu „b”),
- 3398 mtp - na podbudowie betonowej z zatopionym rusztem torowym z zabudową torowiska z betonu asfaltowego, szyny rowkowe (system NBS - konstrukcja bezpodsypkowa typu „n”),
- 1678 mtp - istniejąca konstrukcja na podbudowie podsypkowej z dodatkową zabudową z betonu asfaltowego (konstrukcja typu „z”).

Zakres modernizacji zasilania energetycznego

Zgodnie z ogólnymi wymaganiami stawianymi przy modernizacji trasy tramwajowej przyjęto, że **system energetyki trakcyjnej (zasilania trakcyjnego)** powinien zapewnić niezawodność zasilania oraz pełne wykorzystanie walorów użytkowych układów napędowych nowej generacji, w które wyposażony będzie nowoczesny tabor.

W związku z powyższym w ramach projektu modernizacji przewidziano:

- modernizację urządzeń podstacji trakcyjnych *Filtrowa i Chodkiewicza*,
- remont układu **kabli trakcyjnych** podstacji *Chodkiewicza, Filtrowa i Pereca*,
- modernizację stanowisk dyspozytorskich w Centralnej Dyspozytorni Energetycznej,
- modernizację sieci trakcyjnej na długości ok. 6100 mtp na odcinkach: ul. Rakowiecka razem z pętlą *Kielecka*, Al. Niepodległości (od ul. Rakowieckiej do Filtrowej), Al. Jana Pawła II (odcinkowo od Dw. Centralnego do Ronda „Radosław” (w tym montaż dwóch układów sterowania zwrotnic na Rondzie ONZ), ul. Broniewskiego od ul. Popiełuszki do pętli Piaski.
- wykonanie stanowiska dozoru pracy urządzeń grzewczych (grzałek zwrotnic).

Zakres modernizacji przystanków

W projekcie przewidziano działania modernizacyjne w odniesieniu do 11 zespołów przystankowych. Przeprowadzenie modernizacji przystanków będzie wymagać m.in.:

- wydłużenia platform na 3 przystankach,
- poszerzenia platform na 16 przystankach,
- podniesienia wysokości 42 platform przystankowych (do wysokości 0,26m),
- ustawienia 42 nowych wiat przystankowych z ławkami,
- wybudowania 42 pochylni dla wózków inwalidzkich,
- zainstalowania 12 zestawów kamer monitorujących przystanki,
- zainstalowanie 12 paneli informacyjno-biletowych.

W 7 przypadkach poszerzenie platformy przystankowej można osiągnąć poprzez zajęcie pasa zieleni przyległego do platformy przystankowej, bez ingerencji w układ drogowy (w szerokość jezdni). W 9 przypadkach poszerzenie platformy przystankowej będzie związane z ingerencją w układ drogowy, lub będzie wymagać zmian w organizacji ruchu.

W projekcie przyjęto, że wszystkie przystanki na trasie będą miały ujednolicony standard w zakresie stosowanych materiałów, rozlokowania urządzeń dla podróżnych, podstawowego wyposażenia i kolorystyki. Będzie to sprzyjać identyfikacji trasy tramwajowej, podniesie jej wizerunek oraz będzie korzystne z punktu widzenia komfortu odczuwanego przez pasażerów tramwaju. Przyjęto także, że sposób urządzenia przystanków i ich wyposażenia będzie uwzględniał wyniki konkursu organizowanego przez Biuro Naczelnego Architekta m.st. Warszawy na rozwiązanie projektowe miejskich przystanków tramwajowych i autobusowych w Warszawie.

System detekcji i sterowanie ruchem tramwajów

W projekcie przyjęto, że zapewnienie sprawnego przejazdu tramwajów na trasie tramwajowej, pomiędzy pętlą Kielecka a pętlą Piaski, będzie ściśle uzależnione od wprowadzenia (tam gdzie obecnie brak jest sterowania ruchem) i modernizacji sterowania ruchem w punktach kolizji tras tramwajowych z układem drogowo-pieszym i tym samym stworzenia możliwości udzielania priorytetu w ruchu dla komunikacji tramwajowej.

Przyjęto, że przejazdy tramwajów przez punkty kolizyjne (skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych) powinny zostać ułatwione poprzez dostosowanie sterowania ruchem do możliwości selektywnej detekcji pojazdów (komunikacji zbiorowej i indywidualnej) oraz zastosowanie algorytmów sterowania z priorytetem w ruchu dla tramwajów. Zastosowanie specjalnych sterowników i detektorów reagujących na zgłoszenie się tramwaju będzie umożliwiać odpowiednie zmiany programu sygnalizacji, zapewniające zredukowanie do możliwego minimum strat czasu podczas przejazdu przez punkty kolizyjne i przy ruszaniu z przystanków.

Przedstawione metody sterowania ruchem tramwajów na skrzyżowaniach położonych na trasie od pętli Kielecka do pętli Piaski mogą zostać zrealizowane niezależnie od stopnia zaawansowania prac wdrożeniowych dotyczących systemu zintegrowanego zarządzania ruchem w Warszawie. Żądanie priorytetu oraz jego przydzielanie, wraz z modyfikacją programu sygnalizacji, następować mogą bowiem wyłącznie na poziomie lokalnym.

W przypadku wdrożenia w Warszawie systemu zintegrowanego zarządzania ruchem, możliwe będzie np. wysyłanie z poziomu lokalnego komunikatów do centrum sterowania z „żądaniem” przydzielenia priorytetu i dokonania odpowiednich zmian w sterowaniu ruchem na danym skrzyżowaniu. Informacje te zostaną uwzględnione w bieżąco aktualizowanych planach sterowania w nadzorowanym obszarze.

W projekcie zidentyfikowano 36 punktów kolizji wymagających sterowania sygnalizacją świetlną z priorytetem dla tramwaju, w tym:

- 11 wymagających instalacji nowych sygnalizacji świetlnych (z uwzględnieniem możliwości udzielania priorytetu dla tramwajów),
- 25 wymagających modernizacji sterowania ruchem (z dostosowaniem do udzielania priorytetu dla tramwaju).

W przypadku większości punktów kolizji tramwaju z układem drogowo-pieszym w korytarzu modernizowanej trasy możliwe będzie uzyskanie pełnego priorytetu w ruchu tramwajów co oznaczać będzie możliwość znaczącego redukcji strat czasu w obu kierunkach ruchu i we wszystkich porach doby.

System informacji pasażerskiej

System informacji pasażerskiej w korytarzu trasy tramwajowej w ciągu Al. Jana Pawła II, na odcinku pętla Kielecka – pętla Piaski, obok tradycyjnego sposobu przekazywania informacji dla pasażerów, w postaci publikowanych na przystankach informacji o przebiegach linii komunikacyjnych i rozkładach jazdy, a także informacji o trasach przejazdu tramwajów umieszczanych na tablicach zewnętrznych i wewnętrznych w pojazdach, zostanie uzupełniony o nowoczesną formę przekazu - dynamicznie aktualizowane informacje przekazywane pasażerom:

- odbywającym podróż w tramwajach i

- oczekujących na przejazd na przystankach.

Dynamicznie aktualizowana informacja przekazywana pasażerom w tramwajach będzie obejmować przede wszystkim przekazywanie nazwy przystanku na którym tramwaj się znajduje i nazwy kolejnego przystanku, a ponadto informację o:

- aktualnym czasie,
- numerze linii komunikacyjnej,
- kierunku jazdy (nazwa przystanku krańcowego),
- możliwych przesiadkach na kolejnym przystanku.

Standardowy zestaw tablic informacyjnych będzie składać się z:

- tablicy czołowej sytuowanej z przodu wagonu,
- tablicy wewnętrznej wąskiej umieszczonej przy suficie z przodu wagonu oraz
- co najmniej dwóch zestawów wewnętrznych tablic bocznych dwustronnych.

Na wszystkich 42 przystankach trasy tramwajowej w korytarzu Al. Jana Pawła II przewidziano zainstalowanie systemu tablic informacyjnych, w tym;

- 10 sztuk dużych, płaszczyznowych przystankowych tablic informacyjnych zapewniających możliwość przekazywania informacji o przesiadkach,
- 32 sztuki standardowych (małych) przystankowych tablic informacyjnych..

7 ZAPOTRZEBOWANIE NA TABOR

W projekcie założono konieczność zakupu 25 jednostek nowego taboru tramwajowego na potrzeby modernizacji trasy tramwajowej w ciągu Al. Jana Pawła. Zgodnie z przyjętymi założeniami tabor ten powinien być jednokierunkowym, przegubowym wagonem motorowym opartym na zasadzie „niskiej podłogi”.

8 KOSZTY INWESTYCYJNE

Przygotowany program modernizacji trasy tramwajowej wymaga poniesienia następujących nakładów inwestycyjnych:

- w okresie 2009-2010, bez kosztów zakupu taboru: **75 340 tys. zł + VAT**;
- w okresie 2009-2010 z kosztami zakupu taboru: **250 340 tys. zł + VAT**.

Struktura kosztów inwestycyjnych przedstawia się następująco (ceny bez VAT):

1	Modernizacja torowiska tramwajowego	25 375 zł
2	Modernizacja platform przystankowych	5 004 zł

3	Przebudowa układu drogowego i zmiany w organizacji ruchu	1 274 zł
4	Modernizacja sieci trakcyjnej	4 950 zł
5	Wymiana kabli trakcyjnych z podstacji	10 000 zł
6	Modernizacja urządzeń podstacji trakcyjnych	10 500 zł
7	System detekcji tramwajów	1 300 zł
8	System informacji pasażerskiej	7 662 zł
9	Koszt zakupu taboru	175 000 zł
10	Koszt projektu	3 775 zł
11	Koszty audytu zewnętrznego	2 000 zł
12	Koszty inżyniera projektu	3 000 zł
13	Koszty promocji	500 zł

9 ETAPOWANIE i HARMONOGRAM WDROŻENIA

Realizację projektu podzielono na 2 następujące etapy:

Etap I - rok 2009 i działania obejmujące:

- wykonanie projektów technicznych i budowlanych,
- modernizację torowiska tramwajowego na odcinku od Pętli Kielecka do Ronda ONZ,
- modernizację 15 przystanków na odcinku od Pętli Kielecka do Ronda ONZ (wraz z przystankiem Rondo ONZ 03),
- korektę układu drogowego na skrzyżowaniach Al. Niepodległości – ul. Nowowiejska oraz Al. Niepodległości – ul. Koszykowa,
- modernizację sieci trakcyjnej odcinek: Pętla Kielecka – Rondo ONZ,
- wymianę kabli trakcyjnych z podstacji „Filtrowa”, „Chodkiewicza” i „Pereca” – etap I
- modernizację urządzeń podstacji trakcyjnych podstacji „Filtrowa”, „Chodkiewicza” oraz stanowisk dyspozytorskich w Centralnej Dyspozytorii Energetycznej,
- instalację systemu detekcji tramwajów w 7 punktach kolizji z układem drogowym,
- ułożenie kabla światłowodowego do systemu informacji pasażerskiej – I faza,
- rozpoczęcie finansowania zakupu taboru – I faza,
- pełnienie funkcji inżyniera projektu - I faza,
- promocję projektu – I faza.

Etap II - rok 2010 w tym działania obejmujące:

- modernizację torowiska tramwajowego na odcinku od Ronda ONZ (łącznie z nim) do Pętli Piaski,

- Tabl. 2. Harmonogram kwartalny realizacji wariantu 1 - postulowanego. Dane w tys. zł.

HARMONOGRAM REALIZACJI PROJEKTU	ROK 2009					ROK 2010				
	I	II	III	IV	Razem	I	II	III	IV	Razem
Modernizacja torowiska tramwajowego			12 705		12 705			12 670		12 670
Modernizacja platform przystankowych			2 052		2 052			2 952		2 952
Przebudowa układu drogowego			852		852			422		422
Modernizacja sieci trakcyjnej			2 850		2 850			2 100		2 100
Wymiana kabli trakcyjnych z podstacji			8 250		8 250			1 750		1 750
Modernizacja urządzeń podstacji trakcyjnych			10 500		10 500					
Sterowanie ruchem			260		260			1 040		1 040
System informacji pasażerskiej			143		143			7 520		7 520
Zakup taboru	21 875	21 875	21 875	21 875	87 500	21 875	21 875	21 875	21 875	87 500
Projekt	944	944	944	944	3 775					
Audyt zewnętrzny						500	500	500	500	2 000
Inżynier projektu	375	375	375	375	1 500	375	375	375	375	1 500
Promocja	63	63	63	63	250	63	63	63	63	250
	Razem:				130 636	Razem:				119 704

10 ANALIZA KOSZTÓW I KORZYŚCI SPOŁECZNYCH

Analizę ekonomiczną wykonano z uwzględnieniem 3 horyzontów czasowych analizy: 2011, 2021 i 2031. Wartości dla lat pośrednich interpolowano. Obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej: NPV (Net Present Value) czyli Aktualną Wartość Netto, iloraz korzyści do kosztów B/C oraz IRR (Internal Rate of Return) czyli Wewnętrzną Stopę Zwrotu. Wskaźniki te umożliwiają dokonanie porównania korzyści wynikających z inwestycji z wartością kosztów inwestycyjnych w założonym okresie analizy. W obliczeniach przyjęto wartość stopy dyskontowej równą 6%.

Uzyskane wskaźniki efektywności (IRR = 16,6%; NPV = 201,7 mln zł) świadczą o bardzo wysokiej efektywności ekonomicznej wybranego wariantu modernizacji trasy tramwajowej w ciągu Al. Jana Pawła II.

W rzeczywistości część wielkości przyjętych w rachunku ekonomicznym może różnić się w porównaniu z założeniami przyjętymi dla analizy kosztów i korzyści. W szczególności dotyczy to:

- kosztów inwestycyjnych, które na tym poziomie analiz nie mogą być precyzyjnie określone oraz
- wielkości przewozów, której oszacowania zawsze obarczone są pewnym błędem.

W celu określenia, w jakim zakresie efektywność ekonomiczna analizowanej inwestycji zależy od najistotniejszych i najbardziej wrażliwych parametrów, przeprowadzono testy wrażliwości na wielkość kosztów inwestycji i wielkość przewozów. Rachunek przeprowadzono przy założeniu wszystkich kombinacji następujących wartości parametrów:

- koszt inwestycji mniejszy o 20%;
- koszt inwestycji większy o 20%,
- prognozy przewozów mniejsze o 20%,
- prognozy przewozów większe o 20%.

W rezultacie stwierdzono, że inwestycja jest jednoznacznie efektywna ekonomicznie dla wszystkich zbadanych wartości kosztów inwestycji i wielkości przewozów.

Nawet w przypadku, gdyby koszty inwestycyjne okazały się większe o 20% od założonych i gdyby prognozowane przewozy okazały się o 20% mniejsze, wewnętrzna stopa zwrotu inwestycji wynosi 11,2 %. Można zatem stwierdzić, że przy bardziej pesymistycznych parametrach analizy niż założone w niniejszym Studium, inwestycja jest w dalszym ciągu zdecydowanie efektywna ekonomicznie.

11 PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA REALIZACYJNE

Analiza proponowanego zakresu zadań modernizacyjnych oraz przyjętego sposobu ich realizacji z punktu widzenia uwarunkowań wewnętrznych wskazuje, że rozpatrywany projekt nie jest narażony na ryzyko w sposób istotny ograniczające jego efektywność czy wykonalność.

Z uwagi na fakt, że beneficjentem końcowym i instytucją wdrażającą projekt będą Tramwaje Warszawskie Sp. z o.o., gwarantuje to wysoką zdolność do prawidłowego przeprowadzenia działań inwestycyjnych, a następnie właściwą eksploatację tras tramwajowych. Tramwaje Warszawskie Sp. z o.o. świadczą na wyłączność usługi przewozów tramwajowych na potrzeby Miasta Stołecznego Warszawy, a także zajmują się utrzymaniem i eksploatacją infrastruktury oraz realizacją zadań inwestycyjnych. Posiadają niezbędną wiedzę i doświadczenie dla wdrożenia projektu. Dodatkowo Tramwaje Warszawskie mają doświadczenie w realizacji projektów inwestycyjnych w zakresie komunikacji tramwajowej, finansowanych z wykorzystaniem środków UE. Przykładem może być zrealizowana budowa trasy tramwajowej wzdłuż ul. Powstańców Śląskich od pętli Nowe Bemowo do Broniewskiego oraz prowadzona modernizacja trasy tramwajowej w Al. Jerozolimskich.

Niemniej jednak należy mieć na uwadze, że dla wyników przeprowadzonych analiz, kluczowe znaczenie mają założenia przyjęte w analizie ruchowej. Efekty wynikające z modernizacji trasy tramwajowej liczone między innymi wysoką liczbą przewożonych pasażerów oraz wysokim standardem podróży także w sensie skróconego czasu przejazdu (np. w stosunku do podróży samochodem lub komunikacją autobusową) zależą w sposób zdecydowany od zaproponowanego w Studium zakresu działań modernizacyjnych, w tym zakupu nowoczesnego taboru, zastosowania nowoczesnego sterowania ruchem tramwajów w punktach kolizji z układem drogowym, wprowadzeniem systemu dynamicznej informacji pasażerskiej w pojazdach i na przystankach. Elementy te muszą być traktowane jako integralna część analizowanej inwestycji.

Zapewnienie odpowiedniego sterowania ruchem tramwajów jest uzależnione od wykonania podejmowanych równolegle działań przez Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie w zakresie modernizacji sygnalizacji świetlnej i wdrożenia Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem. Ewentualne ryzyko z tym związane nie jest jednak duże w związku z możliwością uzgodnienia tych kwestii pomiędzy Tramwajami Warszawskimi sp. z o.o. i Zarządem Dróg Miejskich w Warszawie z uwzględnieniem zakresu modernizacji oraz odpowiednio kosztów realizacyjnych w planie inwestycyjnym ZDM.