



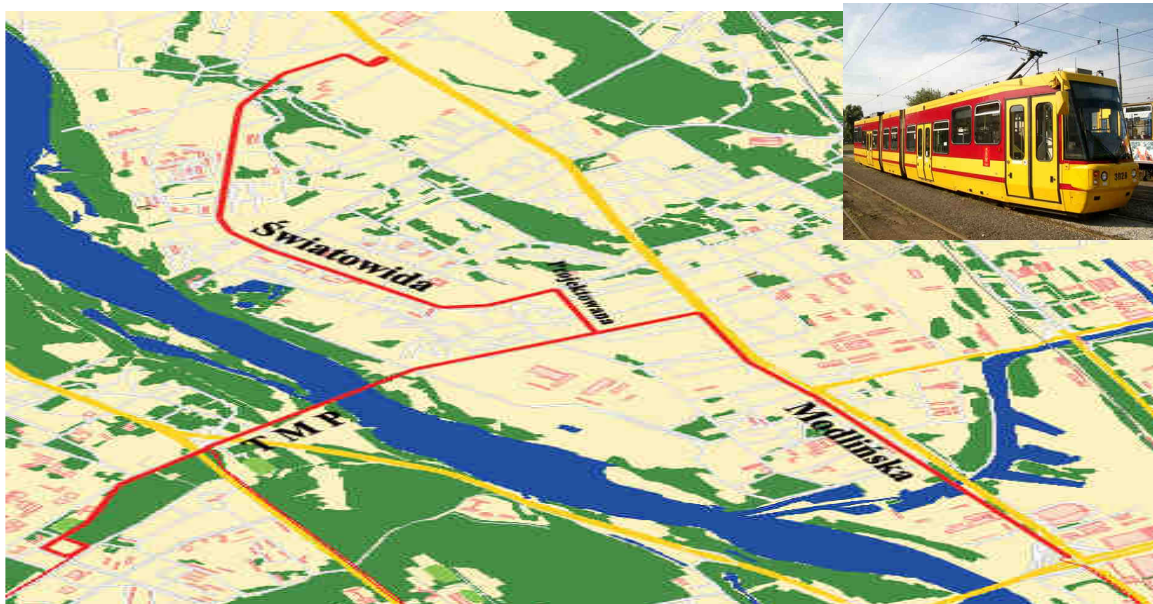
**TRAMWAJE**

**WARSZAWSKIE Sp. z o.o.**

*ul. Siedmiogrodzka 20, 01-232 Warszawa*

# **STUDIUM WYKONALNOŚCI DLA PROJEKTU: OBSŁUGA OSIEDLA TARCHOMIN KOMUNIKACJĄ TRAMWAJOWĄ**

## **RAPORT KOŃCOWY 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](http://www.fabermaunsell.com)

**FABER MAUNSELL**

**Marzec 2006**

## SPIS TREŚCI

1	Wstęp.....	3
2	Warianty analizy .....	5
3	Postulowany wariant budowy trasy .....	6
4	Prognozy przewozów .....	9
5	Infrastruktura torowa.....	15
6	Zasilanie energetyczne .....	16
7	Organizacja ruchu autobusów i tramwajów .....	17
8	Sterowanie ruchem – priorytety .....	18
9	Przystanki na trasie tramwajowej.....	18
10	System informacji pasażerskiej.....	20
11	Tabor tramwajowy .....	20
12	Inne działania .....	21
13	Podstawowe uwarunkowania realizacyjne.....	21
14	Koszty inwestycyjne .....	22
15	Wyniki analizy ekonomicznej.....	23
16	Harmonogram realizacji.....	25

# 1 Wstęp

Raport przedstawia wyniki opracowania studium wykonalności dla projektu pt. „**Obsługa osiedla Tarchomin komunikacją tramwajową**” wykonanego przez FaberMaunsell Ltd. na zamówienie Tramwajów Warszawskich Sp. z o.o., ul. Siedmiogrodzka 20, 01-232 Warszawa.

Celem strategicznym projektu budowy tras tramwajowych do Tarchomina jest podniesienie atrakcyjności i stopnia wykorzystania przez pasażerów transportu publicznego w aglomeracji warszawskiej, łączącego dzielnice Białołękę i Bielany i ułatwiającego powiązania tych dzielnic z centrum lewo i prawobrzeżnej Warszawy.

Działania przewidziane w projekcie będą skierowane na zachęcenie mieszkańców miasta do korzystania z przyjaznej środowisku komunikacji tramwajowej i komunikacji zbiorowej w ogóle i do rezygnacji z odbywania podróży samochodami do centrum miasta.

Wśród celów bezpośrednich projektu należy wymienić:

- **Pozyskanie pasażerów** dla komunikacji tramwajowej korzystających z nowo wybudowanych tras tramwajowych i miejskiej komunikacji tramwajowej w ogóle.
- **Skrócenie czasu podróży pasażerów** i ograniczenie społecznych kosztów czasu w systemie transportowym miasta.
- **Podniesienie komfortu podróżowania** poprzez udostępnienie zwiększonej oferty połączeń w komunikacji tramwajowej z wykorzystaniem nowoczesnego taboru tramwajowego, nowoczesnej infrastruktury torowej oraz poprzez wprowadzenie systemu dynamicznej informacji w tramwajach i na przystankach.
- **Poprawienie niezawodności** funkcjonowania systemu transportowego miasta.
- **Podniesienie stanu bezpieczeństwa osobistego pasażerów** komunikacji tramwajowej poprzez wprowadzenie nowoczesnego, taboru jednoprzestrzennego.
- **Ograniczenie negatywnego oddziaływania systemu komunikacyjnego** na otoczenie miejskie, głównie dzięki związanemu z budową trasy tramwajowej zmniejszeniu emisji hałasu pochodzącego od autobusów miejskich i samochodów oraz emisji zanieczyszczeń do powietrza.
- **Poprawienie stopnia zintegrowania** różnych form transportu zbiorowego poprzez ułatwienie dokonywania przesiadek w ważnych węzłach przesiadkowych dzięki wykorzystaniu systemu dynamicznego informowania pasażerów.

Przeprowadzone działania będą przynosić także inne skutki pozytywne takie jak:

- **poprawa wizerunku komunikacji tramwajowej** w Warszawie i tym samym zachęcenie do korzystania z komunikacji zbiorowej,
- **zwiększenie dostępności terenów** w obszarze oddziaływania projektu,
- **wzrost atrakcyjności terenu** i wzrost aktywności gospodarczej wzdłuż budowanej trasy,
- **wzrost aktywności gospodarczej** w obszarze oddziaływania projektu.

## Rezultaty

Realizacja programu budowy trasy tramwajowej doprowadzi do osiągnięcia następujących rezultatów:

- Zwiększenia liczby przewożonych pasażerów komunikacją tramwajową (w godzinie szczytu porannego) o ok. 12% w roku 2011 i docelowo (w roku 2031) o ok. 15,5% w stosunku do stanu istniejącego
- Skrócenia czasu podróży pasażerów komunikacji zbiorowej do centrum lewo i prawobrzeżnej Warszawy, przykładowo na odcinku od Pętli Winnica do centrum Pragi (rejon skrzyżowania ul. Targowej i al. Solidarności) o ok. 15 minut, a na odcinku od Pętli Winnica w rejon skrzyżowania ul. Marszałkowskiej i al. Jerozolimskich) o ok. 16 minut.
- Skrócenia czasu podróży pasażerów komunikacji zbiorowej pomiędzy Białotką i Bielanami, np. na odcinku od Pętli Winnica do Młocin aż o ok. 35 minut.
- Zmiany struktury transportu środkami komunikacji zbiorowej na korzyść komunikacji szynowej, a więc komunikacji preferowanej w strategii rozwoju miasta, jako bardziej przyjaznej środowisku. Wraz z rozwojem systemu komunikacji tramwajowej małał będzie udział komunikacji autobusowej w globalnym transporcie zbiorowym, zmniejszając się z 44% udziału w przewozach w roku 2011 do 37% w roku 2031.

## Produkty

Podstawowymi produktami wynikającymi z budowy tras tramwajowych do Tarchomina, będą:

1. Wybudowane torowisko tramwajowe z konstrukcją podsypkową – 10,87 km.
2. Wybudowane torowisko tramwajowe z konstrukcją bezpodsypkową – 1,15 km.
3. Zmodernizowane torowisko tramwajowe – 1,39 km.
4. Zmodernizowana sieć trakcyjna na długości – 1,39 km.
5. Wybudowana sieć trakcyjna na długości – 12,02 km.
6. Zmodernizowane i rozbudowane urządzenia podstacji trakcyjnej Witkiewicza.
7. Rozbudowane urządzenia podstacji trakcyjnej Pstrowskiego.
8. Wybudowane 4 nowe podstacje trakcyjne.
9. System detekcji tramwajów umożliwiający przekazywanie informacji o położeniu tramwaju do systemu informacji pasażerskiej i systemu sterowania ruchem.
10. Zakup jednostek nowoczesnego, niskopodłogowego, jednoprzestrzennego tramwaju, w tym: do roku 2011 – 57 jednostek, do roku 2021 dodatkowo 20 jednostek, do roku 2031 dodatkowo 9 jednostek, łącznie 86 jednostek
11. Budowa i/lub modernizacja 19 przystanków tramwajowych.
12. System dynamicznej informacji pasażerskiej na 19 przystankach, uwzględniający wymagania niepełnosprawnych (informacja wizualno-dźwiękowa).
13. Parkingu typu Parkuj i Jedź (na terenie pętli Winnica) dla 250 samochodów i 50 rowerów.

## 2 Warianty analizy

W Studium przeprowadzono analizę alternatywnych opcji usprawnienia komunikacji tramwajowej do Tarchomina. Opcje budowy zróżnicowano pod względem usytuowania przebiegu trasy tramwajowej. Sformułowano 3 warianty realizacji projektu:

- **Wariant „0”** (W0) - odniesienia, zakładający brak działań w zakresie budowy tras tramwajowych.
- **Wariant 1** (W1) – zakładający budowę układu tras tramwajowych o następującym przebiegu:
  - od pętli Żerań wzdłuż ul. Modlińskiej do Trasy Mostu Północnego (TMP),
  - wzdłuż TMP do skrzyżowania z ulicą Projektowaną (dawny przebieg ul. Trakt Nadwiślański),
  - od skrzyżowania z ul. Projektowaną z rozwidleniem w kierunku pętli Winnica – wzdłuż ulicy Projektowanej i ul. Światowida do Winnicy i w kierunku węzła Młociny wzdłuż TMP.
- **Wariant 2** (W2) – zakładający budowę układu tras tramwajowych o następującym przebiegu:
  - od pętli Żerań wzdłuż ul. Modlińskiej do węzła z Trasą Mostu Północnego (TMP),
  - od węzła z TMP z rozwidleniem w kierunku pętli Winnica – wzdłuż ulicy Modlińskiej i ul. Światowida do Winnicy i w kierunku węzła Młociny - wzdłuż TMP wraz z łącznikiem trasy tramwajowej od ul. Światowida do Trasy Mostu Północnego wzdłuż ulicy Projektowanej (wzdłuż dawnego przebiegu ul. Trakt Nadwiślański).

W projekcie przyjęto, że układ tras tramwajowych zostanie zbudowany z założeniem osiągnięcia wysokiego standardu technicznego i obsługi przez nowoczesny tabor. Wysoki standard funkcjonowania tramwaju powinien być zapewniony głównie poprzez:

- zapewnienie dla tramwaju priorytetu w ruchu metodami organizacji ruchu (*wzbudzenie zielonego sygnatu na skrzyżowaniach i przejazdach, przedłużanie zielonego sygnatu dla tramwaju opóźnionego w stosunku do rozkładu jazdy, skrócenie czasu oczekiwania na przystankach (synchronizacja zielonego światła z czasem wymiany pasażerów)*),
- wysoki komfort wymiany pasażerów na przystankach (*platformy przystankowe dostosowane do wielkości wymiany pasażerskiej, wysokie platformy przystankowe dostosowane do wysokości podłogi taboru niskopodłogowego*),
- standard torowisk, umożliwiający szybki ruch tramwajów, wysoki komfort podróżowania oraz niezawodność funkcjonowania,
- wprowadzenie systemu informacji dla pasażerów w pojeździe i na przystanku (*rozkłady jazdy, czas do następnego tramwaju, informacja o awariach, odwołanych kursach, itp.*)
- wysoki standard zasilania energetycznego, przyczyniający się do niezawodności funkcjonowania,
- zastosowanie nowoczesnego taboru zapewniającego: wysoki komfort podróżowania, niezawodność funkcjonowania oraz dobry dostęp do tramwaju dla osób starszych i niepełnosprawnych.

### 3 Postulowany wariant budowy trasy

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

- wyniki uzyskanych prognoz przewozów pasażerskich,
- oszacowane koszty inwestycyjne niezbędne dla realizacji trasy tramwajowej,
- wyniki analizy kolizyjności trasy z układem drogowym i pieszym, inżynierską infrastrukturą podziemną i obiektami przyrodniczymi,
- wyniki analizy kosztów i korzyści społecznych.

Biorąc powyższe pod uwagę za najkorzystniejszy wariant budowy trasy tramwajowej uznano wariant 1 o następującym przebiegu (rys. 1):

#### **od pętli Żerań przez obszar węzła drogowego Żerań:**

- z wyjściem w kierunku północnym z układu torowego pętli Żerań;
- z przecięciem w poziomie terenu łącznicy zjazdowej z Trasy AK w ul. Modlińskiej – z zapewnieniem sterowania ruchem;
- na zachód od nieczynnego przejścia podziemnego;
- z przecięciem w poziomie terenu wjazdu/wyjazdu na pętlę autobusową - z zapewnieniem sterowania ruchem;
- z przejściem pod łącznicą wjazdową z ul. Modlińskiej na Trasę AK w kierunku mostu Grota-Roweckiego - przekroczenie bezkolizyjne w płytkim tunelu pod łącznicą;
- bez ingerencji w zachodnią jezdnię ulicy Modlińskiej.

#### **od węzła Żerań wzdłuż ul. Modlińskiej do skrzyżowania z ul. Konwaliowa/Kowalczyka:**

- po zachodniej stronie ul. Modlińskiej w granicach jej pasa drogowego, ale poza jezdnią ul. Modlińskiej;
- ze skrzyżowaniem trasy tramwajowej z wyjazdem z obiektów straży pożarnej - sterowane sygnalizacją świetlną;
- z przekroczeniem Kanału Żerańskiego w poziomie + 1 i wykorzystaniem istniejącego (ale przewidzianego do modernizacji) mostu drogowego i rezerwy terenowej pod tramwaj;
- bez ingerencji w zachodnią jezdnię ul. Modlińskiej i bez konieczności modyfikacji jej przekroju poprzecznego;
- z lokalizacją jednego obustronnego przystanku tramwajowego: w rejonie skrzyżowania ulic Modlińska/Konwaliowa/Kowalczyka.

#### **od skrzyżowania z ul. Konwaliowa/Kowalczyka do skrzyżowania z ul. Płochocińska**

- w poziomie terenu, po zachodniej stronie ul. Modlińskiej w granicach jej pasa drogowego, ale poza jezdnią ul. Modlińskiej;
- z przekroczeniem w poziomie terenu ul. Kowalczyka – sterowanie ruchem;
- z przekroczeniem w poziomie terenu ul.: Zabłockiej, Dorodnej, Laurowej i Leszczynowej – ograniczenie kolizji poprzez obsługę przyległego zagospodarowania z wykorzystaniem ulicy lokalnej przewidywanej w ramach modernizacji ul. Modlińskiej;

- bez ingerencji w zachodnią jezdnię ul. Modlińskiej i bez konieczności modyfikacji jej przekroju poprzecznego;
- z przystankiem tramwajowym w rejonie skrzyżowania ul. Modlińskiej z Płochocińską powiązanego z planowanym parkingiem typu „Parkuj i jedź” (nie ujętym w projekcie budowy tras tramwajowych);
- z potencjalnymi kolizjami z drzewami (dęby) rosnącymi w pasie zieleni przyległym do ul. Modlińskiej.

#### **od skrzyżowania z ul. Płochocińską do skrzyżowania z Trasą Mostu Północnego:**

- w poziomie terenu, wzdłuż prawej krawędzi zachodniej jezdni ul. Modlińskiej w granicach jej pasa drogowego;
- z przekroczeniem w poziomie terenu ulic: Płochocińskiej i Płużnickiej/Ekspresowej – z zastosowaniem sterowania ruchem;
- z przekroczeniem w poziomie terenu ulic: Familijnej, Kasztanowej, Igrzyskowej, Przaśnej, Życzliwej i Obrazkowej – ograniczenie kolizji poprzez obsługę przyległego zagospodarowania z wykorzystaniem ulicy lokalnej;
- z obniżeniem klasy funkcjonalnej ul. Obrazkowej, która uzyska połączenie wyłącznie z ulicą lokalną, równoległą do ul. Modlińskiej;
- z lokalizacją jednego obustronnego przystanku tramwajowego: w rejonie skrzyżowania ulic Modlińska/Ekspresowa.

#### **od skrzyżowania z Trasą Mostu Północnego do skrzyżowania z ul. Projektowaną:**

- ze skretem w poziomie terenu w węźle ulic Modlińskiej i projektowanej Trasy Mostu Północnego w korytarz Trasy Mostu Północnego; trasa tramwajowa przebiegałaby równoległe i bezkolizyjnie w stosunku do TMP, po południowej stronie jej pasa drogowego; na całym odcinku trasa tramwajowa przebiegałaby w poziomie terenu (poziom 0);
- z przejściem trasy tramwajowej w oś TMP wraz z podnoszeniem się jezdni TMP do poziomu +1;
- z organizacją węzła rozjazdowego w rejonie ul. Projektowanej, umożliwiającego:
  - skręt trasy tramwajowej w ul. Projektowaną, z usytuowaniem trasy tramwajowej po zachodniej stronie jej pasa drogowego,
  - skręt trasy tramwajowej z ul. Projektowanej w TMP (w kierunku do ul. Modlińskiej i w kierunku do rz. Wisły z usytuowaniem trasy tramwaju po północnej stronie pasa drogowego TMP),
  - jazdę na wprost wzdłuż TMP;
- z lokalizacją obustronnego przystanku tramwajowego w węźle ul. Modlińska/TMP, równoległe do Trasy Mostu Północnego (na zachód od ul. Modlińskiej).

#### **od skrzyżowania TMP z ul. Projektowaną do ul. Światowida:**

- wzdłuż ul. Projektowanej od TMP do ul. Światowida, po zachodniej stronie jej pasa drogowego, na całym omawianym odcinku trasa tramwajowa przebiegałaby w poziomie terenu (poziom 0);
- na skrzyżowaniu ul. Projektowanej i ul. Światowida następowalby skręt trasy tramwajowej w ul. Światowida (w kierunku pętli Winnica) wraz z usytuowaniem trasy

- tramwajowej w osi przyszłej dwujezdniowej ul. Światowida (obecnie, do czasu budowy drugiej jezdni ul. Światowida, usytuowanie wzdłuż północnej/wschodniej krawędzi ulicy);
- z lokalizacją przystanku tramwajowego za skrzyżowaniem z ul. Światowida,

**od skrzyżowania ul. Projektowanej z ul. Światowida do pętli Winnica:**

- w osi przyszłej dwujezdniowej ul. Światowida (obecnie wzdłuż północnej/wschodniej krawędzi ulicy), aż do pętli Winnica; na całym omawianym odcinku trasa tramwajowa przebiegałaby w poziomie terenu (poziom 0) do pętli Winnica.
- z lokalizacją 7 przystanków tramwajowych,
- z lokalizacją zapasowej pętli tramwajowej za skrzyżowaniem z ul. Myśliborską, umożliwiającą skracanie biegu pociągów np. w stanach awaryjnych.

**od skrzyżowania z ul. Projektowaną do węzła TMP/Pułkowa/Marymoncka:**

- z przebiegiem trasy tramwajowej wzdłuż Trasy Mostu Północnego po jej północnej stronie, od skrzyżowania z ul. Projektowanej do ul. Myśliborskiej w poziomie terenu (przystanek w poziomie terenu), a od skrzyżowania z ul. Świderską w poziomie +1 (na estakadach, w tym przystanek),
- z przejściem trasy tramwajowej przez Wisłę po moście niezależnym od ruchu drogowego, ale użytkowanym wspólnie z ruchem pieszych i ruchem rowerowym (chodniki i drogi rowerowe),
- z lokalizacją 3 przystanków tramwajowych.

**od węzła TMP/Pułkowa/Marymoncka do Młocin:**

- z przebiegiem trasy tramwajowej w poziomie terenu wzdłuż Trasy Mostu Północnego po jej północnej stronie, z wykorzystaniem istniejącego torowiska na ul. Pstrowskiego,
- z przystankami tramwajowymi usytuowanym w poziomie terenu na ul. Pstrowskiego i w węźle przesiadkowym Młociny.





Rys. 1. Schemat postulowanego przebiegu tras tramwajowych do Tarchomina

## 4 Prognozy przewozów

Do wykonania prognoz przewozów wykorzystano komputerowy model ruchu dla Warszawy będący w dyspozycji Biura Naczelnego Architekta Miasta i opracowany przez Instytut Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej. Model ten został zaktualizowany z wykorzystaniem wyników Warszawskich Badań Ruchu 2005.

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 przez Biuro Naczelnego Architekta Miasta st. Warszawy.

Wyniki prognoz przewozów wykonane dla tras tramwajowych do Tarchomina wykazały, że

**dla roku 2011 w odniesieniu do liczby pasażerów na odcinkach tras:**

- należy oczekiwać znacznego obciążenia tras tramwajowych ruchem pasażerskim na poziomie od ok. 900 pasażerów/h/przekrój w rejonie pętli Winnica do ok. 6900 pasażerów/h/przekrój na odcinku pomiędzy Mostem Północnym a Młocinami i ok. 3200 pasażerów/h/przekrój na dojeździe do pętli Żerań;
- potok pasażerski będzie szczególnie duży na odcinku przeprawy mostowej przez Wisłę i dalej pomiędzy mostem a Młocinami;

**dla roku 2011 w odniesieniu do liczby pasażerów korzystających z tramwajów:**

- łączna liczba pasażerów na trasach Żerań – Winnica i Winnica – Młociny będzie na poziomie 12 tys. pasażerów w godzinie szczytu porannego;
- na trasie Żerań – Winnica w godzinie szczytu liczba pasażerów będzie na poziomie 4 tys. osób,
- na trasie Winnica - Młociny w godzinie szczytu liczba pasażerów będzie na poziomie 8 tys. osób.

**dla roku 2011 w odniesieniu do pracy przewozowej:**

- praca przewozowa będzie wynosić ok. 51 270 pasażerogodzin, przy czym:
  - na trasie Żerań - Winnica praca przewozowa będzie na poziomie 15 380 pasażerogodzin,
  - na trasie Winnica - Młociny praca przewozowa będzie większa i będzie wynosić ok. 35 890 pasażerogodzin.

**dla roku 2021 w odniesieniu do liczby pasażerów na odcinkach tras:**

- należy oczekiwać znacznego obciążenia tras tramwajowych ruchem pasażerskim na poziomie od ok. 1100 pasażerów/h/przekrój w rejonie pętli Winnica do ok. 8700 pasażerów/h/przekrój na odcinku pomiędzy Mostem Północnym a Młocinami i ok. 4000 pasażerów/h/przekrój na dojeździe do pętli Żerań;
- potok pasażerski będzie szczególnie duży na odcinku przeprawy mostowej przez Wisłę i dalej pomiędzy mostem a Młocinami.

**dla roku 2021 w odniesieniu do liczby pasażerów korzystających z tramwajów:**

- łączna liczba pasażerów na trasach Żerań – Winnica i Winnica – Młociny będzie na poziomie 15 tys. pasażerów w godzinie szczytu porannego;
- na trasie Żerań – Winnica w godzinie szczytu liczba pasażerów będzie na poziomie 5 tys. osób,
- na trasie Winnica - Młociny w godzinie szczytu liczba pasażerów będzie na poziomie 10 tys. osób.

**dla roku 2021 w odniesieniu do pracy przewozowej:**

- praca przewozowa będzie wynosić ok. 63 460 pasażerogodzin, przy czym:
  - na trasie Żerań - Winnica praca przewozowa będzie na poziomie 19 430 pasażerogodzin,

- na trasie Winnica - Młociny praca przewozowa będzie większa i będzie wynosić ok. 44 030 pasażerogodzin.

**dla roku 2031 w odniesieniu do liczby pasażerów na odcinkach tras:**

- należy oczekiwać znacznego obciążenia tras tramwajowych ruchem pasażerskim na poziomie od ok. 1 500 pasażerów/h/przekrój w rejonie pętli Winnica do ok. 12 000 pasażerów/h/przekrój na odcinku pomiędzy Mostem Północnym a Młocinami i ok. 5 400 pasażerów/h/przekrój na dojeździe do pętli Żerań;
- potok pasażerski będzie szczególnie duży na odcinku przeprawy mostowej przez Wisłę i dalej pomiędzy mostem a Młocinami;

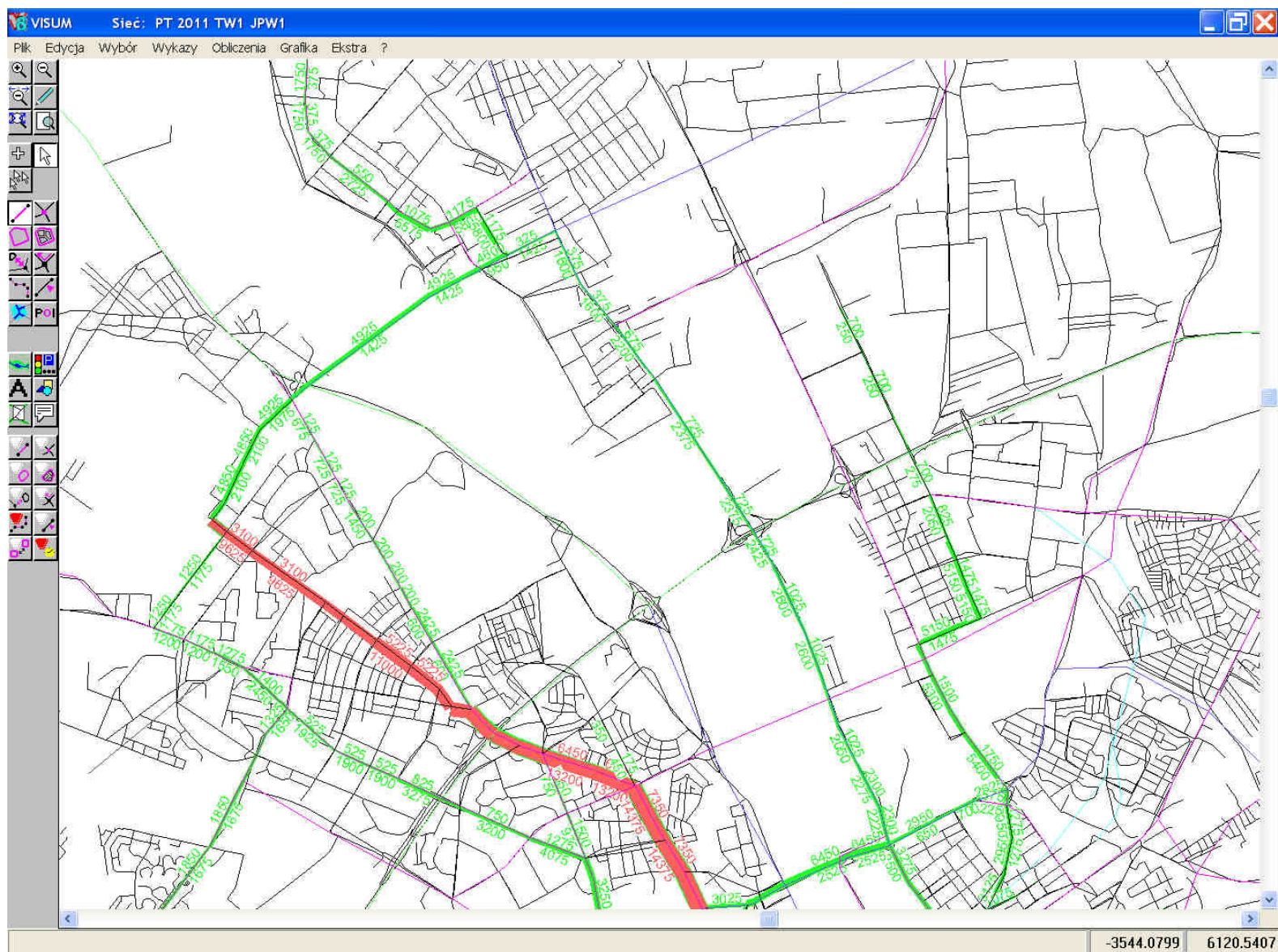
**dla roku 2031 w odniesieniu do liczby pasażerów korzystających z tramwajów:**

- łączna liczba pasażerów na trasach Żerań – Winnica i Winnica – Młociny będzie na poziomie 21,1 tys. pasażerów w godzinie szczytu porannego;
- na trasie Żerań – Winnica w godzinie szczytu liczba pasażerów będzie na poziomie 7,3 tys. osób,
- na trasie Winnica - Młociny w godzinie szczytu liczba pasażerów będzie na poziomie 13,8 tys. osób.

**dla roku 2031 w odniesieniu do pracy przewozowej:**

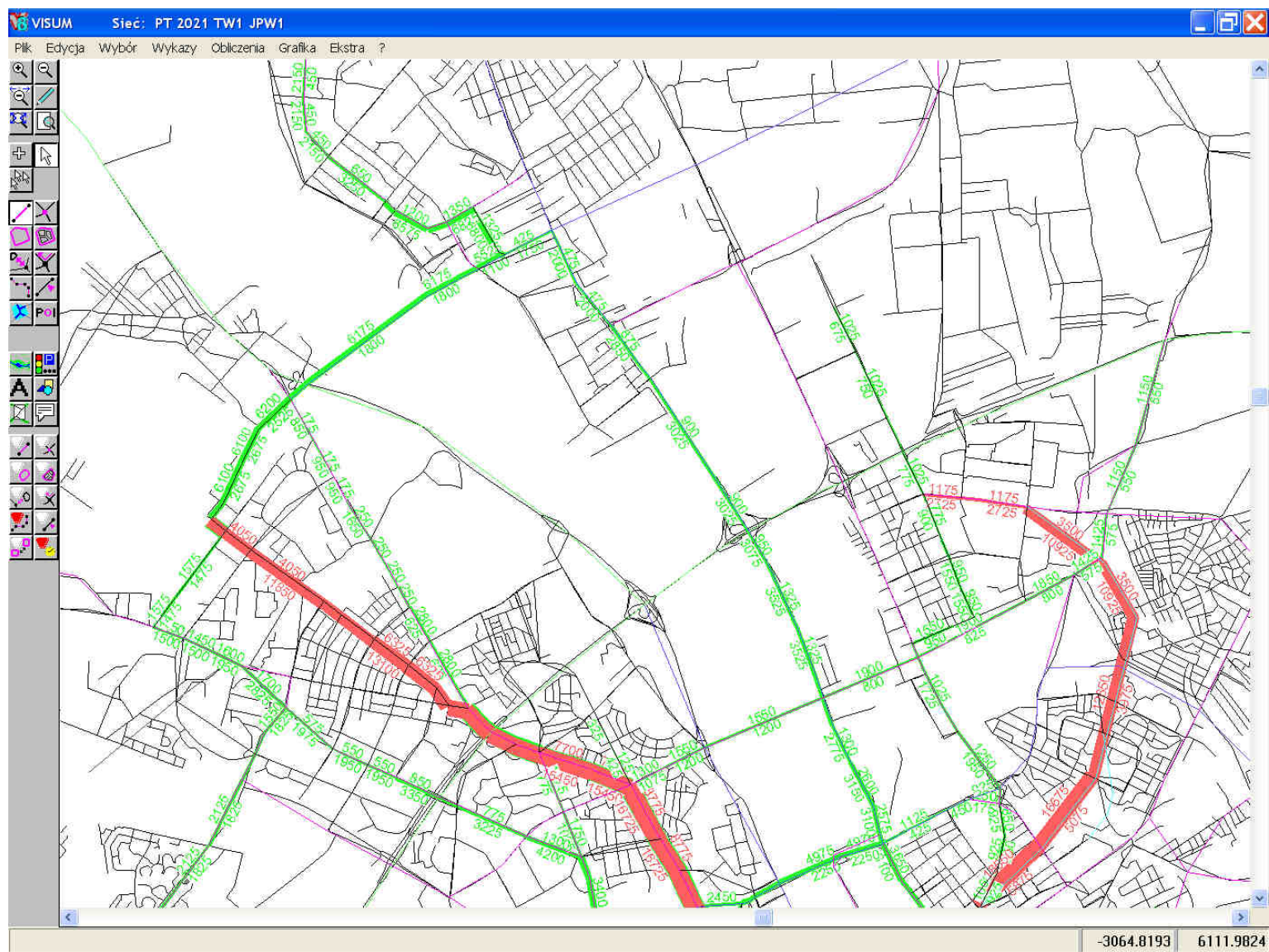
- praca przewozowa będzie wynosić ok. 83 970 pasażerogodzin, przy czym:
  - na trasie Żerań - Winnica praca przewozowa będzie na poziomie 25 840 pasażerogodzin,
  - na trasie Winnica - Młociny praca przewozowa będzie większa i będzie wynosić ok. 58 130 pasażerogodzin.

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

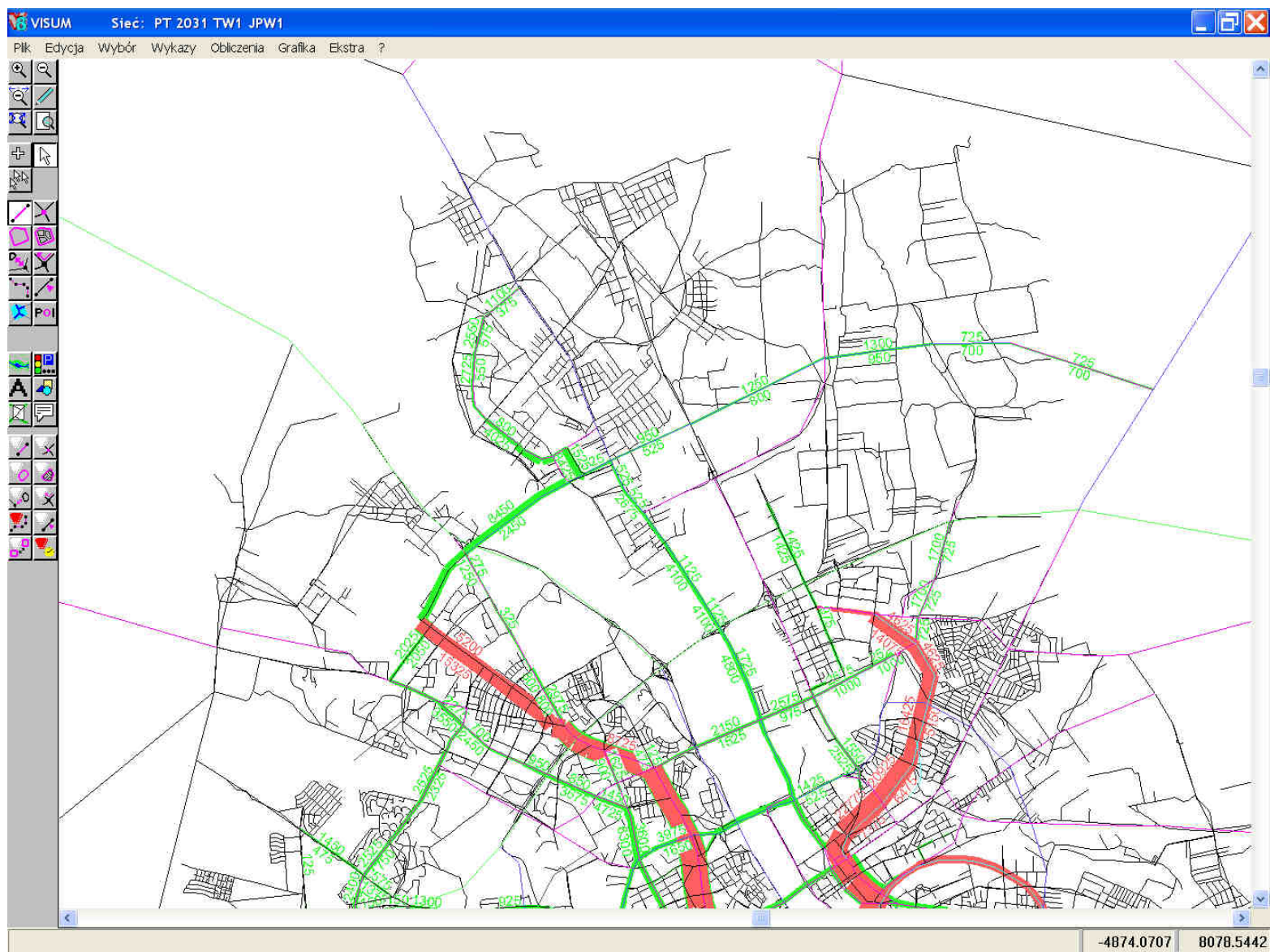


Rys. 2. Potoki pasażerskie na trasach tramwajowych – wariant postulowany. Rok 2011, szczyt poranny





Rys. 3. Potoki pasażerskie na trasach tramwajowych – wariant postulowany. Rok 2021, szczyt poranny



Rys. 4. Potoki pasażerskie na trasach tramwajowych – wariant W1. Rok 2031, szczyt poranny

## 5 Infrastruktura torowa

Wybrany projekt tras tramwajowych do Tarchomina dotyczy tras o łącznej długości ok. 13,4 km (tj. ok. 26 812 mtp). Zaproponowano do realizacji dwa typy konstrukcji torowiska tramwajowego:

- **konstrukcję podsypkową** – oznaczenie typu konstrukcji PT – z nr od 1 do 3 (podbudowa tłuczniowa – kolejny nr wersji zabudowy torowiska) z podbudową z tłucznia kamiennego, podkładami betonowymi, szynami kolejowymi typu S49/E1, a na przejazdach i w łukach o promieniu mniejszym od 150m z szynami rowkowymi typu Ri60N oraz ze zróżnicowaną zabudową szyn:
  - w torowisku wydzielonym w postaci gumowych profili zakrywających powierzchnię boczną szyny zasypanych z boku warstwą tłucznia,
  - na przejazdach i przejściach dla pieszych w postaci zestawu prefabrykowanych płyt i krawężników oporowych typu MU-T,
  - w torowisku na przystankach (w obrębie platform przystankowych) w postaci warstwy betonu asfaltowego układanego (zamiast warstwy tłucznia zasypującego podkłady) na warstwie geowłókniny i zagęszczonej mieszanki kruszyw naturalnych.
- **konstrukcję bezpodsypkową** – oznaczenie typu konstrukcji PB z nr 1 lub 2 (podbudowa betonowa) z zabudową betonową, lub zabudową z betonu asfaltowego – do stosowana na nowych odcinkach trasy:
  - w węzłach rozjazdowych dla zapewnienia trwałej podstawy dla nawierzchni torowej w miejscach o zwiększonych oddziaływaniach dynamicznych, jakimi są rozjazdy,
  - w torowiskach wspólnych z jezdnią, a zwłaszcza na intensywnie obciążonych skrzyżowaniach (przejazdach w węzłach rozjazdowych) w celu zapewnienia trwałej podstawy toru, mało podatnej na nierówności narastające w klasycznych konstrukcjach z podbudową podsypkową wskutek nierównomiernego osiadania toru i jezdni podczas eksploatacji przez pojazdy szynowe i samochodowe,
  - na Moście Północnym dla zapewnienia skutecznej ochrony otoczenia trasy przed oddziaływaniami w postaci hałasu i wibracji od ruchu tramwajowego.

Przyjęto także, że na analizowanych trasach będą zastosowane następujące systemy konstrukcji nawierzchni bezpodsypkowej:

- **system „Rheda City”- oznaczenie BP 1** - niemiecki system konstrukcyjny torowisk bezpodsypkowych określany również symbolem NBS (Neue Berliner Strassenbahn – Nowy Tramwaj Berliński).
- **system szyny w otulinie (ERS – Embedded Rail System) - oznaczenie BP 2** - holenderski system konstrukcyjny torowisk bezpodsypkowych z zastosowaniem żywicy o trwałej elastyczności Edilon Corkelast – zaplanowany na wszystkich obiektach inżynierskich za wyjątkiem mostu nad kanałem Żerańskim, gdzie lokalizacja obiektu nie uzasadnia szczególnej ochrony przed hałasem i wibracjami.

Ilościowy udział poszczególnych typów konstrukcji torowiska na całej długości trasy jest następujący (w km trasy):

### Konstrukcja torowiska typu:

- |  |             |
|--|-------------|
| • PT 1 w torach szlakowych:              | ok.10,80 km |
| • PT 2 na przejazdach mało obciążonych - | ok. 0,20 km |

- PT 3 na przystankach i przejściach dla pieszych- ok. 1,25 km
- PB 1 na przejazdach, w węzłach rozjazdowych i w tunelu przy pętli Żerań - ok. 0,40 km
- PB 2 na moście (TMP) - ok. 0,75 km

## 6 Zasilanie energetyczne

W studium przyjęto, że system zasilania powinien spełniać następujące wymagania podstawowe:

- Poszczególne elementy systemu zasilania powinny być przystosowane do rekuperacji energii elektrycznej, m.in. poprzez:
  - zastosowanie odcinków sekcyjnych wydłużonych do ok. 1,5 km trasy,
  - dwustronne zasilanie odcinków sekcyjnych,
  - stosowanie łączników międzytorowych w odległościach co ok. 200 m,
  - stosowanie na podstacjach wyłączników nie spolaryzowanych zapewniających dwukierunkowo (przy zwrocie i przy poborze) wyłączanie prądu zwarciovego przy sterowaniu wyłącznikami drogą kablową lub radiową.

Przystosowanie trasy do rekuperacji musi obejmować również tabor i organizację ruchu – tabor musi być wyposażony w odpowiednie urządzenia elektryczne dostosowane do zwrotu prądu do sieci podczas hamowania, a jednym z warunków korzystania z zalet systemu rekuperacji jest taka organizacja ruchu, aby na jednym odcinku sekcyjnym znajdowały się co najmniej dwa pojazdy, z których jeden hamując oddaje zwrotnie energię do sieci, a drugi pojazd na tym odcinku może tę energię wykorzystać do napędu.

- Należy stosować sieć trakcyjną wielokrotną, półskompensowaną z kompensacją przewodu jezdny. Przewód jezdny powinien mieć przekrój zwiększony o ok. 20% w porównaniu do obecnie stosowanego przekroju 100 mm<sup>2</sup> (do przekroju 120 mm<sup>2</sup>) i powinien być podwieszony na jednej, lub dwóch linach. Słupy trakcyjne powinny mieć przekrój rurowy i na odcinkach torowiska przebiegającego wzdłuż jezdni, a zwłaszcza pomiędzy jezdnią i chodnikiem, powinny być wykorzystywane również jako słupy oświetleniowe.
- Linie kablowe pomiędzy podstacjami i odcinkami sekcyjnymi zasilania powinny prowadzić do punktów zasilających kable o jednolitym przekroju 630 mm<sup>2</sup>, powinny być ekranowane i posiadać podwójną izolację polwinitową.

W rezultacie biorąc pod uwagę uwarunkowania związane z przebiegiem trasy, typem taboru, częstotliwością kursowania oraz oceną obecnej infrastruktury zasilania energetycznego przewiduje się, że budowa tras tramwajowych będzie wymagać:

- zmodernizowania istniejącej podstacji Witkiewicza i sieci trakcyjnej w rejonie pętli Żerań FSO,
- rozbudowania oprogramowania w centrum dyspozytorskim zasilania trakcyjnego oraz rozbudowanie systemu monitorowania zwrotnic,
- zmodernizowania istniejącej sieci trakcyjnej na odcinku od ul. Marymonckiej do węzła Młociny z wymianą słupów trakcyjnych (równoważne kosztowo budowie nowej sieci) oraz rozbudową podstacji Pstrowskiego,



- wykonania dla całej trasy planowanej od pętli Żerań FSO całkowicie nowego układu zasilania polegającego na budowie czterech nowych podstacji trakcyjnych zasilających odcinki o długości po ok. 2,0 do 2,5 km trasy.

W projekcie zaplanowano wstępnie lokalizację 4 podstacji:

1. w rejonie ulic Zarzecze - Gołdapskiej (km 1+300 – 1+450) – podstacja zasilająca odcinek trasy wzdłuż ul. Modlińskiej od pętli Żerań FSO do ul. Familijnej/Płochocińskiej (km 2+350),
2. w rejonie planowanego w dalszej perspektywie węzła *Obrazkowa/TMP/Modlińska* (km 3+500) po północnej stronie tego węzła – podstacja zasilająca odcinek trasy od ul. Familijnej do węzła *Projektowana/Światowida* (km 4+400), a na odgałęzieniu do węzła *Młociny* wzdłuż TMP do węzła *Pułkowa* (km 2+000).
3. w rejonie pomiędzy ulicami Ćmielowską i Mehoffera (km 5+600) – podstacja zasilająca odcinek trasy od węzła *Projektowana/Światowida* do ul. Książkowej (6+800),
4. w rejonie pomiędzy ulicami Topolową i Grzymalitów (km 7+700) – podstacja zasilająca odcinek trasy od węzła ul. Książkowej do pętli Winnica (km 8+460) wraz z pętlą (ok. 1000 mtp).

Ustalono także, że przy obciążeniu ruchowym przekraczającym 30 pociągów w godzinie szczytu zasilanie odcinka nowej trasy od węzła *Pułkowa* do węzła *Młociny* nie może następować z istniejącej podstacji *Pstrowskiego*, która ma niewielkie rezerwy mocy. Dlatego założono konieczność rozbudowy tej podstacji polegającą na wykonaniu dodatkowych pomieszczeń dla co najmniej 2-zespołowego zestawu urządzeń energetyczno-trakcyjnych.

Zaplanowane rozwiązania infrastruktury trakcyjnej będą wymagać wybudowanie sieci jezdnej o długości ok. 13,40 km.

## 7 Organizacja ruchu autobusów i tramwajów

Uruchomienie tras tramwajowych do Tarchomina powinno być związane z:

- zapewnieniem optymalnego wykorzystania tych tras,
- ograniczeniem liczby linii autobusowych na kierunkach pokrywających się z trasami tramwaju,
- minimalizacją kosztów funkcjonowania komunikacji miejskiej.

W związku z powyższym, w projekcie dla potrzeb wykonania prognoz przewozów w modelu ruchowym przyjęto założenia dotyczące zmiany w układzie linii autobusowych po uruchomieniu tras tramwajowych obsługujących Tarchomin. Przyjęto, że inwestycja ta będzie prowadzić do istotnego poprawienia warunków dojazdu mieszkańców Tarchomina i okolic do centrum lewo i prawobrzeżnej Warszawy. Będzie zatem atrakcyjną alternatywą dla podróży odbywanych samochodami, ale też komunikacją autobusową. Wysokie koszty inwestycji i następnie utrzymania infrastruktury technicznej oraz taboru muszą zatem oznaczać poszukiwanie oszczędności w funkcjonowaniu komunikacji autobusowej. Jest to założenie istotne z punktu widzenia efektywności systemu transportowego miasta i prawidłowego gospodarowania środkami publicznymi.

Na podstawie analizy przebiegu wszystkich linii autobusowych obsługujących obszar Tarchomina zaproponowano likwidację 8 linii autobusowych (linii nr: 101, 144, 508, 509, 510, 511, 518 i E-4), zmianę przebiegu 5 linii autobusowych (linii nr: 104, 126, 133, 152, 326 i 705) i zwiększenie częstotliwości kursowania wozów 3 linii (linii nr: 104, 133 i 152) W

rezultacie uzyskano też oszczędności w zapotrzebowaniu na tabor autobusowy na poziomie 73 wozów. Oszczędność tę wykorzystano w przeprowadzonym w ramach opracowania rachunku kosztów i korzyści społecznych

## 8 Sterowanie ruchem – priorytety

Zasadniczo, poza punktami kolizji z układem drogowo-pieszym (skrzyżowania, zjazdy i przejścia dla pieszych) trasa tramwaju będzie prowadzona po wydzielonym torowisku tramwajowym i na obiektach (pod łącznicą wjazdową z ul. Modlińskiej na Most Grota Roweckiego, na moście nad Kanałem Żerańskim, na moście przez Wisłę, pod ul. Pułkową). Zapewnienie dobrych warunków przejazdu tramwajów będzie zatem ściśle uzależnione od wprowadzenia sterowania ruchem w punktach kolizji tramwaju z układem drogowo-pieszym i tym samym od stworzenia możliwości do udzielania priorytetu dla komunikacji zbiorowej w ruchu drogowym.

Przejazdy tramwajów przez punkty kolizyjne mogą być w znaczący sposób ułatwione poprzez dostosowanie sterowania ruchem do możliwości selektywnej detekcji pojazdów (komunikacji zbiorowej i indywidualnej) oraz poprzez zastosowanie algorytmów sterowania z priorytetem w ruchu dla tramwajów. Zastosowanie specjalnych sterowników i detektorów reagujących na zgłoszenie się tramwaju, będzie umożliwiać odpowiednie zmiany programów sygnalizacji, zapewniając zredukowanie do możliwego minimum strat czasu podczas przejazdu przez punkty kolizyjne i przy ruszaniu z przystanków.

Sterowanie ruchem tramwajów na skrzyżowaniach położonych na trasach tramwajowych do Tarchomina może zostać wdrożone niezależnie od stopnia zaawansowania prac dotyczących systemu zintegrowanego zarządzania ruchem w Warszawie. Żądanie priorytetu oraz jego przydzielanie, wraz z modyfikacją programu sygnalizacji, może być bowiem realizowane wyłącznie na poziomie lokalnym.

W projekcie zidentyfikowano 25 punktów kolizji wymagających sterowanych sygnalizacją świetlną z priorytetem dla tramwaju, w tym:

- 8 istniejących sygnalizacji świetlnych, wymagających modernizacji,
- 11 wymagających budowy nowych sygnalizacji świetlnych na skrzyżowaniach,
- 6 wymagających budowy sygnalizacji świetlnych do sterowania przejazdem przez torowisko tramwajowe.

## 9 Przystanki na trasie tramwajowej

W projekcie przewidziano usytuowanie 16 nowych zespołów przystankowych oraz modernizację przystanku na pętli Żerań oraz przystanku na ul. Pstrowskiego. Dodatkowo założono, że przystanek w węźle przesiadkowym Młociny powstanie w ramach realizacji tego węzła, przy czym zostanie wyposażony w zakresie systemu informacji pasażerskiej w ramach niniejszego projektu. Na obu trasach tramwajowych łącznie (Żerań – Winnica i Winnica – Młociny) przewidziano zatem funkcjonowanie 19 następujących przystanków:

1. Pętla Żerań
2. Konwaliowa
3. Płochocińska

4. Ekspresowa
5. TMP (wzdłuż osi W-Z)
6. Projektowana/TMP
7. Projektowana/Światowida
8. Myśliborska/Światowida
9. Ćmielowska
10. Mehoffera
11. Nowoksiązkowa
12. Topolowa
13. Pl. Światowida
14. Pętla Winnica

oraz

15. Myśliborska/TMP
16. Świderska/TMP
17. Farysa/TMP
18. Pstrowskiego
19. Węzeł Młociny

Średnia odległość międzyprzystankowa na poszczególnych trasach wynosi odpowiednio:

- na trasie: Żerań – Winnica: 734 m,
- na trasie Winnica-Młociny: 640 m.

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.

Przede wszystkim w projekcie określono wymagania w zakresie :

- długości platform przystankowych i ich dostosowania do taboru i częstotliwości ruchu; jako podstawową długość użytkową peronu przyjęto 65m;
- szerokości platform przystankowych; jako podstawową przyjęto nie mniejszą niż 2,50m szerokości użytkowej (przy szerokości całej platformy - 3,50m), na przystankach o dużej wymianie pasażerów minimalną szerokość użytkową 4,00m, a w przypadku przystanków, na których przewiduje się dojścia piesze w innym poziomie - 4,50m;
- wysokości platform i ich dostosowania do charakterystyki tramwajów niskopodłogowych, których podłoga przy drzwiach wagonu nie posiada stopni i jest obniżona do 0,30m ponad poziom główek szyn (PGS);
- wyposażenia wszystkich przystanków w wiaty ochronne z ławkami;
- wyposażenia wszystkich przystanków w zestaw ujednoliconej informacji obejmującej: dane o trasach i rozkładach jazdy tramwajów kursujących z danego przystanku, przepisy porządkowe i taryfy przewozowe, plan miasta ze szczególnym uwzględnieniem schematów sieci komunikacji miejskiej oraz na wybranych przystankach w elektroniczne panele informacyjne, umożliwiające interaktywny dostęp pasażerów do informacji dotyczących systemu transportowego Warszawy (informacje ZTM, Tramwajów

Warszawskich, urzędu miasta, itp.) ułatwiających planowanie podróży oraz zakup biletów.

## 10 System informacji pasażerskiej

System informacji pasażerskiej na trasach tramwajowych do Tarchomina powinien obejmować dynamicznie aktualizowane informacje przekazywane pasażerom odbywającym podróż w tramwajach i oczekującym na przystankach.

Dynamicznie aktualizowana informacja przekazywana pasażerom w tramwajach powinna obejmować przede wszystkim przekazywanie nazwy przystanku, na którym tramwaj się znajduje (i do którego dojeżdża) i nazwy kolejnego przystanku na trasie, a ponadto informację o aktualnym czasie, numerze linii tramwajowej, kierunku jazdy (nazwie przystanku krańcowego) i możliwych przesiadkach na kolejnym przystanku.

W zakresie systemu dynamicznej informacji pasażerskiej na trasach tramwajowych do Tarchomina przewidziano instalację systemu tablic informacyjnych we wszystkich 19 węzłach przystankowych. W ogólnej liczbie 38 przystanków wytypowanych dla potrzeb systemu informacji pasażerskiej niezbędne będzie zainstalowanie łącznie:

- 6 sztuk dużych przystankowych tablic informacyjnych,
- 32 sztuk standardowych (małych) przystankowych tablic informacyjnych.

Dynamicznie aktualizowana informacja na przystankach powinna obejmować: wskazanie numer linii nadjeżdżającego tramwaju, czas oczekiwanego przyjazdu tramwaju danej linii, aktualny czas oraz kierunek trasy (nazwa przystanku krańcowego).

System przekazywania informacji powinien uwzględniać wymagania osób starszych i niepełnosprawnych. Stąd też powinien umożliwiać uzyskiwanie aktualnych informacji w trybie głosowym wywoływanych w sposób automatyczny i ręczny.

System dynamicznej informacji pasażerskiej powinien być zdolny do współpracy ze sterownikami sygnalizacji świetlnej i umożliwiać uruchamianie przez tramwaje fazy sygnalizacyjnej przy przejeżdżaniu przez skrzyżowania. Możliwość taką stwarzać powinna łączność radiowa pomiędzy pociągami, a przewidywanym na całej trasie automatycznym sterowaniem zwrotnicami (system MS).

## 11 Tabor tramwajowy

W studium założono konieczność zakupu nowego taboru tramwajowego na potrzeby budowanej tras tramwajowych do Tarchomina. Tabor ten powinien być jednokierunkowym, przegubowym wagonem motorowym opartym na zasadzie „niskiej podłogi”, tzn. z zachowaniem wysokości podłogi ponad główkę szyny na poziomie 350 mm z obniżeniem w kierunku progów wejściowych do poziomu 300mm ponad główkę szyny. Przy zakupie taboru szczególna uwaga powinna być skierowana na zapewnienie:

- dogodnych dla pasażerów wejść do tramwaju,
- wyposażenia w urządzenia do przekazywania informacji pasażerskiej w sposób dynamiczny (tablice wyświetlające informacje),

- wyposażenia w urządzenia łączności z systemem dynamicznej informacji przystankowej i umożliwiające łączność ze sterownikami sygnalizacji świetlnej.

Zapotrzebowanie na tabor tramwajowy obliczono, biorąc pod uwagę wyniki prognoz przewozów wykonanych z zastosowaniem komputerowego modelu ruchu (czasy przejazdu, prognoza liczby pasażerów) oraz przyjęte założenia w zakresie czasów postoju na pętli i częstotliwości kursowania pociągów.

W obliczeniach przyjęto założenie, że projektowana inwestycja wymaga:

- zapewnienia nowego taboru na liniach (nr 16, 21 i TMP) przebiegających po nowych odcinkach tras. tj. od pętli Zerań do pętli Winnica i od pętli Winnica do węzła Młociny oraz
- zapewnienia wymiany taboru obecnie wykorzystywanego na liniach 16 (do pętli Kielecka) i 21 (do Ronda Wiatraczna), dla zapewnienia jednolitego standardu taboru na projektowanych odcinkach tras przy zakładanej częstotliwości kursowania pociągów.

W rezultacie łączne zapotrzebowanie na tabor określono jako równe:

- do roku 2011 – 57 pociągów,
- do roku 2021 – 77 pociągów,
- do roku 2031 – 86 pociągów.

## 12 Inne działania

W projekcie budowy tras tramwajowych do Tarchomina przewidziano ponadto;

- realizację parkingu typu Parkuj i jedź na terenie pętli Winnica; przewidziano możliwość parkowania 250 samochodów i 50 rowerów,
- realizację tramwajowej pętli awaryjnej w rejonie skrzyżowania ulic Światowida i Myśluborska.

## 13 Podstawowe uwarunkowania realizacyjne

Analiza proponowanego zakresu zadań inwestycyjnych 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. z uwagi na fakt, że zajmują się w całości przewozami tramwajowymi na potrzeby Miasta Stołecznego Warszawy, a także 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 i osiągnięcie zakładanych parametrów technicznych komunikacji tramwajowej. Efekty wynikające z planowanej inwestycji 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 zrealizowania zaproponowanego w Studium zakresu działań inwestycyjnych, w tym zakupu nowoczesnego taboru, zastosowania nowoczesnego sterowania ruchem tramwajów w punktach kolizji z układem drogowym, wprowadzenia systemu dynamicznej informacji pasażerskiej w pojazdach i na przystankach oraz od przeprowadzenia gruntownych zmian w sposobie funkcjonowania komunikacji autobusowej (zmiany w układzie linii i częstotliwości kursowania). 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 świetlnych i wdrożenia Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem. Z kolei zmiany w układzie linii autobusowych i częstotliwości kursowania wozów zależą od Zarządu Transportu Miejskiego w Warszawie. 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 i z Zarządem Transportu Miejskiego.

Należy jednak zaznaczyć, że analiza uwarunkowań zewnętrznych projektu wskazuje, że rozpatrywany projekt jest uzależniony od dwóch podstawowych elementów warunkujących jego wykonalność:

- od przeprowadzenia przez Zarząd Dróg Miejskich modernizacji wiaduktu/mostu nad Kanałem Żerańskim; inwestycja ta powinna zostać przeprowadzona do końca 2008 roku; opóźnienie w modernizacji tego obiektu do końca 2009 wymagałoby zmian w harmonogramie budowy tras tramwajowych do Tarchomina, dłuższe opóźnienie modernizacji tego obiektu oznaczałoby uniemożliwienie realizacji projektu.
- od realizacji Trasy Mostu Północnego wraz z mostem przez rzekę Wisłę; inwestycja ta w zakresie przygotowania infrastruktury związanej z przeprowadzeniem trasy tramwajowej powinna zostać zrealizowana do końca 2009 roku; opóźnienie budowy TMP oznaczałoby uniemożliwienie realizacji projektu budowy tras tramwajowych do Tarchomina.

## 14 Koszty inwestycyjne

Przygotowany program budowy tras tramwajowych do Tarchomina wymaga poniesienia następujących nakładów inwestycyjnych:

- w okresie 2007-2010, bez kosztów zakupu taboru: **188 mln 395 tys. zł + VAT**;
- w okresie 2007-2010 z kosztami zakupu taboru: **587 mln 395 tys. zł + VAT**;
- w okresie do roku 2031 z kosztami zakupu taboru: **790 mln 395 tys. zł + VAT**.

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

- Infrastruktura torowa i obiekty 92 872 tys. zł

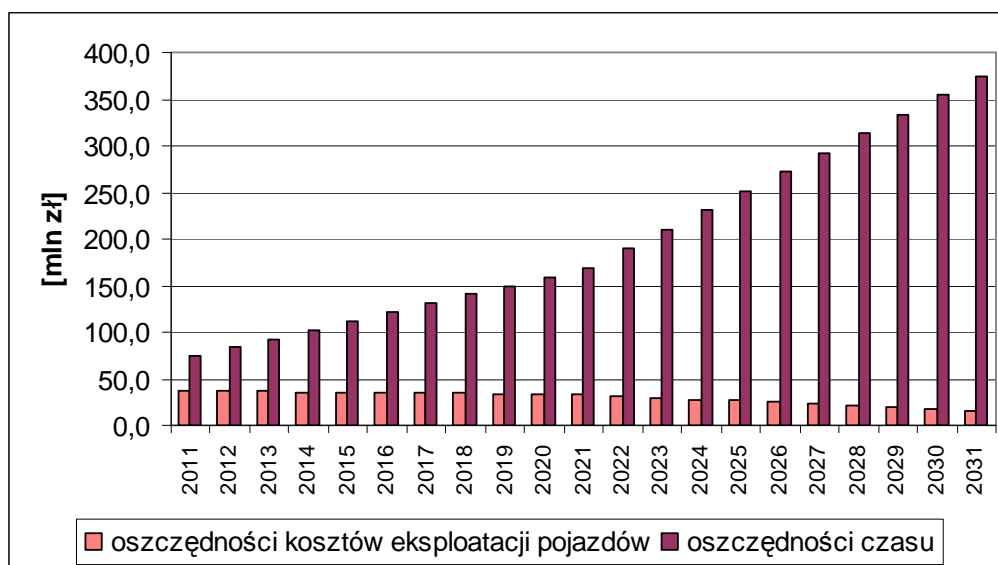
– Przystanki	3 001 tys. zł
– Infrastruktura trakcyjna	69 056 tys. zł
– Budowa parkingu Parkuj i Jedź	920 tys. zł
– System detekcji tramwajów - sterowanie ruchem	910 tys. zł
– System informacji pasażerskiej	6 346 tys. zł
– Dostosowanie centrum dyspozytorskiego	100 tys. zł
– Tabor - 86 jednostek	602 000 tys. zł
– Projektowanie	9 690 tys. zł
– Audyt zewnętrzny	2 000 tys. zł
– Inżynier projektu	3 000 tys. zł
– Promocja projektu	500 tys. zł

## 15 Wyniki analizy ekonomicznej

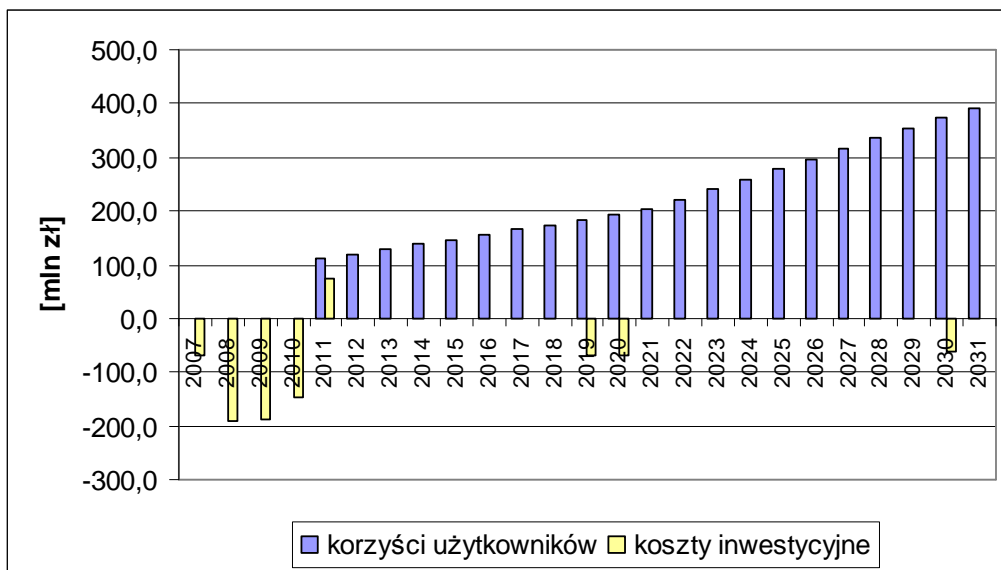
Analizę ekonomiczną wykonano z uwzględnieniem 3 horyzontów czasowych analizy: 2011, 2021 i 2031. Wartości dla lat pośrednich interpolowano. Obliczono wskaźniki efektywności ekonomicznej: NPV (Net Present Value) czyli Aktualną Wartość Netto, iloraz korzyści do kosztów B/C oraz IRR (Internal Rate of Return) 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 = 20,7%; NPV = 1 324,8 mln zł) świadczą o bardzo wysokiej efektywności ekonomicznej analizowanego wariantu budowy tras tramwajowych do Tarchomin.**

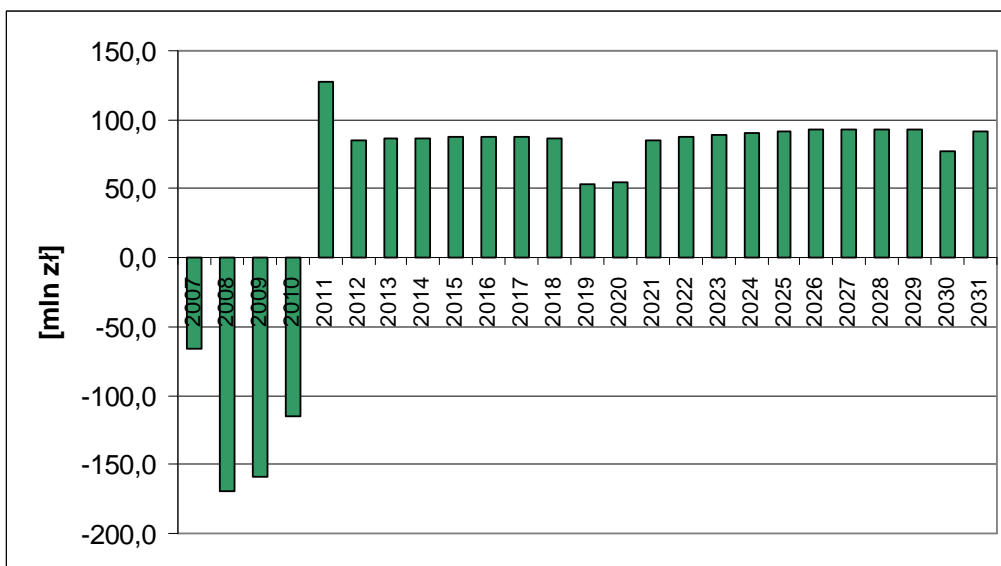
Na rys. 5-7 przedstawiono graficzną ilustrację zasadniczych wielkości rachunku ekonomicznego uzyskanych dla postulowanego wariantu.



Rys. 5. Korzyści użytkowników [mln zł]



Rys. 6. Porównanie kosztów inwestycyjnych i korzyści użytkowników [mln zł]



Rys. 7. Zdyskontowane korzyści netto [mln zł].

W rzeczywistości część wielkości przyjętych w rachunku ekonomicznym może różnić się w porównaniu z założeniami przyjętymi w Analizie Kosztów i Korzyści. W szczególności dotyczy to:

- kosztów inwestycyjnych, które na tym poziomie analiz nie mogą być w pełni precyzyjnie określone oraz
- wielkości ruchu, którego oszacowania zawsze obarczone są pewnym błędem (np. w związku z przyjmowanymi założeniami programowo-przestrzennymi).

W celu określenia, w jakim zakresie efektywność ekonomiczna analizowanej inwestycji zależy od najistotniejszych i najbardziej wrażliwych parametrów. Rachunek wykonano przy założeniu wszystkich kombinacji następujących wartości parametrów:

- koszt inwestycji bez zmian,
- koszt inwestycji zmniejszony o 20%;

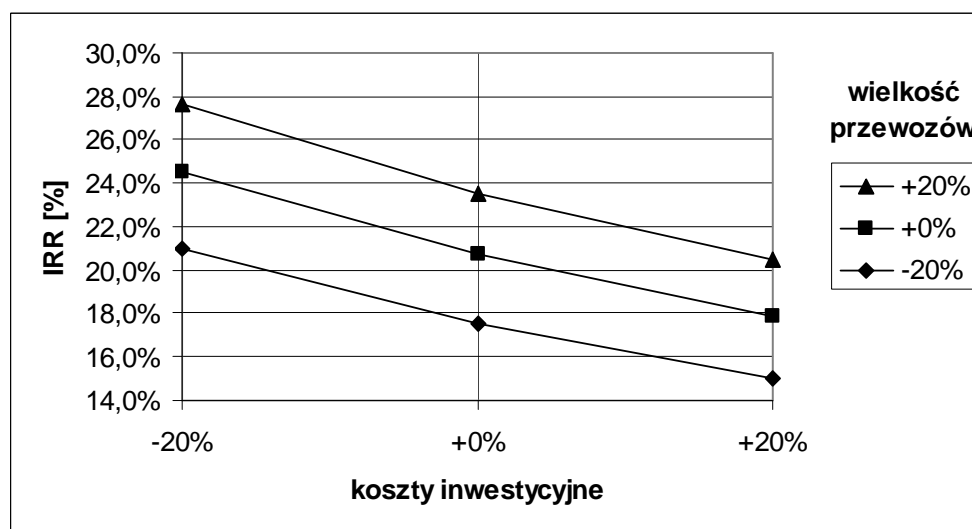


- koszt inwestycji zwiększony o 20%,
- prognozy ruchu bez zmian,
- prognozy ruchu zmniejszone o 20%,
- prognozy ruchu zwiększone o 20%.

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

Tabela 1. Wrażliwość wskaźnika IRR na wielkość kosztów inwestycji i wielkość przewozów

Koszty inwestycji \ Natężenie ruchu	-20%	+0%	+20%
-20%	21,0 %	17,5%	15,0%
+0%	24,5%	20,7%	17,9%
+20%	27,6%	23,5%	20,5%



Rys. 8. Graficzne przedstawienie wyników analizy wrażliwości

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 15,0%. Można zatem stwierdzić, że przy bardziej pesymistycznych parametrach analizy niż założone w niniejszym Studium, inwestycja jest w dalszym ciągu zdecydowanie efektywna ekonomicznie.

## 16 Harmonogram realizacji

Realizację zaproponowanego programu budowy tras tramwajowych podzielono na 4 etapy:

**Etap I** - rok 2007 i działania obejmujące:

- modernizację sieci trakcyjnej odcinek: Marymoncka – Młociny,
- rozbudowę podstacji Pstrowskiego i Witkiewicza,

**Etap II** - rok 2008 w tym działania obejmujące:

- budowę torowiska tramwajowego na odcinku od Pętli Żerań do Światowida (wraz z przystankiem Światowida/Myśluborska),
- budowę 7 przystanków: Konwaliowa, Płochocińska, Ekspresowa, TMP (Wzdłuż osi W-Z), Projektowana/TMP, Projektowana/Światowida i Myśluborska/Światowida,
- budowę sieci trakcyjnej na odcinku od pętli Żerań do ul. Światowida (do pętli awaryjnej w rejonie skrzyżowania ulic Myśluborska/Światowida),
- budowę dwóch podstacji trakcyjnych: w rejonie ul. Zarzecze-Gołdapskiej i węzła Obrazkowa/TMP/Modlińska,
- ułożenie kabli trakcyjnych z podstacji usytuowanych w rejonie ul. Zarzecze-Gołdapskiej i węzła Obrazkowa/TMP/Modlińska,
- budowę systemu informacji pasażerskiej dla przystanków: Konwaliowa, Płochocińska, Ekspresowa, TMP (Wzdłuż osi W-Z), Projektowana/TMP, Projektowana/Światowida i Myśluborska/Światowida
- budowę i modernizację sterowania ruchem – etap I: system detekcji w 11 punktach kolizji,
- przebudowę pętli Żerań w zakresie układu torowego i platform przystankowych oraz systemu informacji pasażerskiej,
- rozbudowanie oprogramowania w centrum dyspozytorskim zasilania trakcyjnego oraz rozbudowanie systemu monitorowania zwrotnic,
- budowę pętli awaryjnej w rejonie skrzyżowania ulic Światowida – Myśluborska,

**Etap III** - rok 2009 w tym działania obejmujące:

- budowę torowiska tramwajowego na odcinku od ul. Światowida (od pętli awaryjnej przy skrzyżowaniu ulic Światowida/Myśluborska) do pętli Winnica,
- budowę 5 przystanków: Ćmielowska, Mehoffera, Nowoksiążkowa, Topolowa, Pl. Światowida,
- budowę pętli Winnica wraz z platformami przystankowymi,
- budowa parkingu Parku j i Jedź na terenie pętli Winnica,
- modernizację torowiska tramwajowego na ul. Pstrowskiego od węzła Młociny do ul. Marymonckiej,
- modernizację przystanku Pstrowskiego,
- budowę sieci trakcyjnej na odcinku od pętli awaryjnej przy skrzyżowaniu ulic Światowida i Myśluborskiej do pętli Winnica,
- budowę podstacji trakcyjnych w rejonie ul. Ćmielowskiej/Mehoffera i Topolowej/Grzymalitów,
- ułożenie kabli trakcyjnych z podstacji usytuowanych w rejonie ul. Ćmielowskiej/Mehoffera i Topolowej/Grzymalitów,
- budowę systemu informacji pasażerskiej dla przystanków: Ćmielowska, Mehoffera, Nowoksiążkowa, Topolowa, Pl. Światowida, Pętla Winnica

- budowę i modernizację sterowania ruchem – etap II: system detekcji w 10 punktach kolizji,

**Etap IV** - rok 2010 w tym działania obejmujące:

- budowę torowiska tramwajowego wzdłuż TMP na odcinku od ul. Projektowanej ul. Pstrowskiego,
- budowę 3 przystanków - Myśluborska/TMP, Świderska/TMP, Farysa/TMP,
- budowę sieci trakcyjnej na odcinku TMP od ul. Projektowanej do Pstrowskiego,
- ułożenie kabli trakcyjnych z podstacji usytuowanej w rejonie węzła Obrazkowa/TMP/Modlińska
- budowę systemu informacji pasażerskiej dla przystanków: Myśluborska/TMP, Świderska/TMP, Farysa/TMP, Pstrowskiego,
- budowę i modernizację sterowania ruchem – etap III: system detekcji w 3 punktach kolizji

Podział zadań inwestycyjnych będzie skutkował także podziałem środków finansowych przeznaczanych na realizację poszczególnych etapów modernizacji trasy. Strukturę i etapowanie wydatków przedstawiono na rys. 9.

Rys. 9. Harmonogram realizacji projektu – wariant postulowany (dane w tys. zł bez VAT)

HARMONOGRAM REALIZACJI PROJEKTU	ROK 2007					ROK 2008					ROK 2009					ROK 2010				
	I	II	III	IV	Razem	I	II	III	IV	Razem	I	II	III	IV	Razem	I	II	III	IV	Razem
Budowa i modernizacja torowiska tramwajowego						6 451	10 137	10 137	10 137	36 861	6 774	10 644	10 644	10 644	38 706	3 028	4 759	4 759	4 759	17 305
Budowa i modernizacja platform przystankowych						232	365	365	365	1 326	219	344	344	344	1 252	74	116	116	116	423
Budowa i modernizacja sieci trakcyjnej	373	585	585	585	2 129	1 610	2 530	2 530	2 530	9 199	1 199	1 884	1 884	1 884	6 849	612	962	962	962	3 499
Budowa i modernizacja urządzeń podstacji trakcyjnych	1 852	2 910	2 910	2 910	10 580	3 220	5 060	5 060	5 060	18 400	3 220	5 060	5 060	5 060	18 400					
Budowa parkingu Parkuj i Jedź											161	253	253	253	920					
Sterowanie ruchem						71	111	111	111	403	68	107	107	107	390	20	32	32	32	117
System informacji pasażerskiej						488	766	766	766	2 787	355	557	557	557	2 026	286	449	449	449	1 633
Zakup taboru	9 975	9 975	9 975	9 975	39 900	29 925	29 925	29 925	29 925	119 700	29 925	29 925	29 925	29 925	119 700	29 925	29 925	29 925	29 925	119 700
Projekt	2 158	2 158	2 158	2 158	8 630	265	265	265	265	1 060										
Audyt zewnętrzny																500	500	500	500	2 000
Inżynier projektu	188	188	188	188	750	188	188	188	188	750	188	188	188	188	750	188	188	188	188	750
Promocja	31	31	31	31	125	31	31	31	31	125	31	31	31	31	125	31	31	31	31	125
	<b>Razem:</b>				<b>62 114</b>	<b>Razem:</b>				<b>190 611</b>	<b>Razem:</b>				<b>189 119</b>	<b>Razem:</b>				<b>145 552</b>