

STUDIUM WYKONALNOŚCI WRAZ Z KONCEPCJĄ  
PRZEBIEGU TRASY TRAMWAJOWEJ  
DLA PROJEKTU:

"BUDOWA TRASY TRAMWAJOWEJ OD  
PĘTLI BANACHA DO WILANOWA"

RAPORT KOŃCOWY  
(Synteza)



grudzień 2004

Marlborough House  
Upper Marlborough Road  
St Albans, Hertfordshire AL1 3UT  
United Kingdom

FABER MAUNSELL

## **SPIS TREŚCI**

- 1 WSTĘP
- 2 ANALIZOWANE WARIANTY BUDOWY TRASY
- 3 POSTULOWANY WARIANT BUDOWY TRASY
- 4 PROGNOZY PRZEWOZÓW
- 5 INFRASTRUKTURA TOROWA
- 6 ZASILANIE ENERGETYCZNE
- 7 ORGANIZACJA RUCHU AUTOBUSÓW I TRAMWAJÓW.
- 8 ORGANIZACJA i STEROWANIE RUCHEM
- 9 PRZYSTANKI NA TRASIE TRAMWAJOWEJ
- 10 SYSTEM INFORMACJI PASAŻERSKIEJ.
- 11 TABOR TRAMWAJOWY
- 12 KOSZTY INWESTYCYJNE
- 13 ANALIZA EKONOMICZNA i ANALIZA WRAZLIWOŚCI
- 14 ETAPOWANIE DZIAŁAŃ I HARMONOGRAM REALIZACJI

## 1 WSTĘP

Raport przedstawia wyniki opracowania studium wykonalności dla projektu pt. "**Budowa trasy tramwajowej od pętli Banacha do Wilanowa wraz z koncepcją przebiegu trasy tramwajowej**", wykonanego przez FaberMaunsell Ltd. na zamówienie Tramwajów Warszawskich, Sp. z o.o., ul. Senatorska 37, 00-099 Warszawa.

Celem pracy było przygotowanie studium wykonalności budowy trasy tramwajowej od pętli Banacha do Wilanowa.

Zakres zadań w opracowaniu obejmował:

- Określenie potrzeb komunikacyjnych z określeniem źródeł i celów podróży na obszarze miasta.
- Analizę układu komunikacji zbiorowej w obszarze oddziaływania projektu.
- Określenie parametrów systemu transportu zbiorowego, takich jak: praca przewozowa (pasażerokilometry i wozokilometry) w podziale na poszczególne środki transportu zbiorowego, średnie długości i czasy podróży komunikacją zbiorową, liczba pasażerów w poszczególnych środkach komunikacji zbiorowej, przesiadki w głównych węzłach transportowych, wskaźnik przesiadkowości w systemie komunikacji zbiorowej w Warszawie.
- Analizy ruchu dla zdefiniowanych wariantów budowy trasy.
- Analizy techniczne dla zdefiniowanych wariantów modernizacji.
- Analizę ekonomiczną i finansową.
- Analizę oddziaływania na środowisko.
- Analizę wrażliwości i analizę ryzyka.
- Podsumowanie i wybór wariantu budowy trasy.

## 2 ANALIZOWANE WARIANTY BUDOWY TRASY

W studium wykonano analizę możliwości budowy trasy tramwajowej od Pętli Banacha do Wilanowa. Zbadano 7 wariantów realizacji trasy:

- **Wariant 0 (W0)**, „nic nie robić „– zakładający brak działań w zakresie budowy trasy tramwajowej.
- **Wariant 1 (W1)**: Banacha – Pole Mokotowskie – Batorego – Boya - Puławska – Goworka - Spacerowa – Belwederska – Sobieskiego – Sobieskiego Bis – Pętla Pałacowa
- **Wariant 2 (W2)**: Banacha – Pole Mokotowskie – Batorego – Boya – Klonowa – Spacerowa – Belwederska – Sobieskiego – Sobieskiego Bis – Pętla Pałacowa
- **Wariant 3 (W3)**: Banacha – Żwirki i Wigury – Rostafińskich – Boboli – Batorego – Waryńskiego – Goworka – Spacerowa – Belwederska – Sobieskiego – Sobieskiego Bis – Pętla Pałacowa.
- **Wariant 4 (W4)**: Banacha – Żwirki i Wigury – Rostafińskich – Boboli – Batorego – Boya – Klonowa – Spacerowa – Belwederska – Sobieskiego – Sobieskiego Bis – Pętla Pałacowa

- **Wariant 5 (W5):** Banacha – Żwirki i Wigury – Rostafińskich – Boboli – Rakowiecka – Puławska – Goworka – Spacerowa – Belwederska – Sobieskiego – Sobieskiego Bis – Pętla Pałacowa
- **Wariant 6 (W6):** Banacha – Pole Mokotowskie – Boboli - Rakowiecka – Puławska – Goworka – Spacerowa – Belwederska – Sobieskiego – Wilanowska – Przyczółkowa – Pętla Pałacowa.

Wyniki przeprowadzonej analizy potwierdziły, że budowa trasy tramwajowej będzie stwarzać dogodne warunki dla skrócenia czasu podróży pasażerów tramwaju i zwiększenia niezawodności funkcjonowania systemu transportowego miasta. Należy przez to rozumieć stworzenie warunków dla jak najszybszego przejazdu tramwaju z obszaru Wilanowa do centrum (i odwrotnie) oraz zapewnienie możliwości sprawnej wymiany pasażerów na przystankach.

Środkiem realizacji tak postawionego celu będzie trasa tramwajowa zbudowana 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 (*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)*),
- 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 przyspieszony 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,
- wprowadzenie 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 wielkość potoku pasażerskiego,
- oszacowane koszty inwestycyjne niezbędne dla realizacji trasy tramwajowej,
- wyniki analizy kolizyjności trasy z układem drogowym i pieszym oraz z inżynierską infrastrukturą podziemną,
- wyniki analizy kosztów i korzyści społecznych,
- możliwość etapowania realizacji.

Biorąc powyższe pod uwagę za najkorzystniejszy wariant budowy trasy tramwajowej uznano wariant 5 o następującym przebiegu:

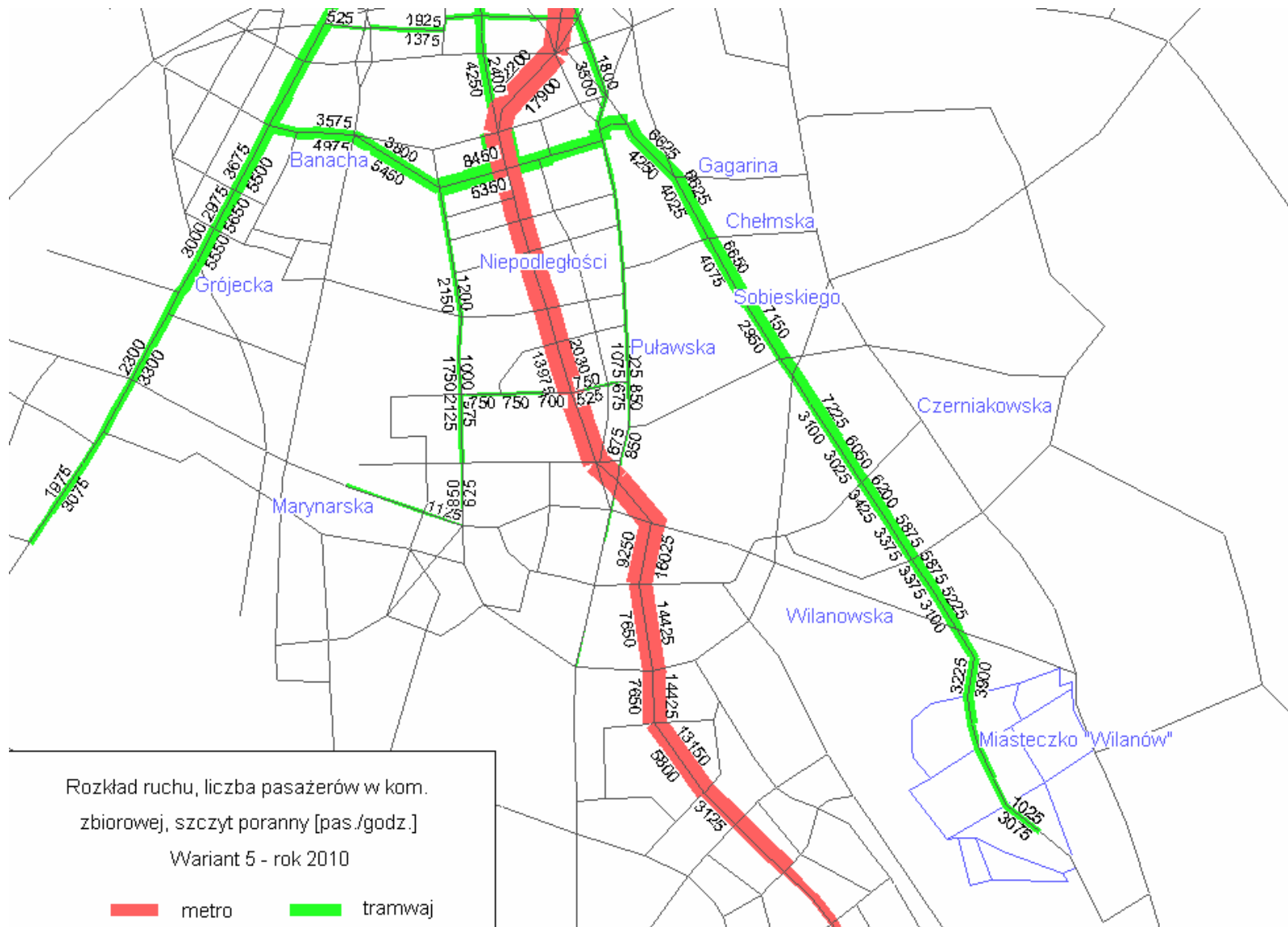
- ul. Banacha – torowisko dwukierunkowe usytuowane poza jezdnią, wzdłuż południowej krawędzi ulicy,
- Żwirki i Wigury – torowisko dwukierunkowe usytuowane poza jezdnią, wzdłuż wschodniej krawędzi ulicy,
- ul. Rostafińskich – torowisko dwukierunkowe usytuowane poza jezdnią, wzdłuż północnej krawędzi ulicy,
- ul. Boboli – torowisko dwukierunkowe usytuowane w osi ulicy,
- ul. Rakowiecka (odcinek zachodni) – przebieg trasy z wykorzystaniem istniejącego torowiska tramwajowego,
- ul. Rakowiecka (odcinek wschodni) – torowisko tramwajowo-autobusowe dwukierunkowe usytuowane, wzdłuż północnej krawędzi ulicy,
- ul. Puławska – torowisko dwukierunkowe usytuowane w osi ulicy,
- ul. Goworka – torowisko dwukierunkowe usytuowane poza jezdnią, w osi ulicy,
- ul. Spacerowa – torowisko dwukierunkowe usytuowane poza jezdnią, w osi ulicy,
- ul. Belwederska – obustronne, jednokierunkowe torowiska tramwajowo-autobusowe usytuowane przy prawych krawężniach ulicy,
- ul. Sobieskiego – obustronne, jednokierunkowe torowiska tramwajowo-autobusowe usytuowane przy prawych krawężniach ulicy,
- Sobieskiego Bis (do pętli PAŁACOWA) – torowisko dwukierunkowe usytuowane poza jezdnią, w pasie dzielącym ulicy.

#### 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.

Wyniki prognoz przewozów wykonane dla trasy tramwajowej od Pętli Banacha do Wilanowa wykazały, że **najbardziej korzystny z punktu widzenia wielkości przewozów pasażerskich jest wariant 5** (rys. 1). Charakteryzuje się on największą łączną liczbą podróży w komunikacji zbiorowej oraz najkrótszymi średnimi czasami podróży. W szczególności wyniku wykonanych prognoz przewozów stwierdzono, że:

- we wszystkich wariantach budowy trasy tramwajowej można się spodziewać znacznego obciążenia trasy tramwajowej Banacha-Wilanów ruchem pasażerskim; przy czym potok pasażerski jest szczególnie duży w środkowym odcinku trasy, przechodzącym przez centrum Mokotowa (w zależności od wariantu od 7500 pasażerów w wariantach 1-3 do 13 500 pasażerów w obu kierunkach/godzinę szczytu);
- największe obciążenie ruchem pasażerskim (na poszczególnych odcinkach trasy) będzie występować w wariantcie 5, a najmniejsze w wariantach 1 i 2;
- w wariantcie 5 trasa tramwajowa będzie obsługiwać największą liczbę podróży pasażerskich w porównaniu z innymi wariantami (średnio o 13-14% więcej); najmniejszą liczbę podróży pasażerów odnotowano w wariantcie 3;
- bardzo dużą liczbą przewożonych pasażerów charakteryzuje się także wariant 6, jednak średni potok pasażerski jest w tym wariantcie niższy niż w przypadku wariantu 5, co wskazuje na ogólnie mniejszą równomierność obciążenia trasy potokiem pasażerskim.



Rys. 1 Liczba pasażerów w komunikacji zbiorowej w szczycie porannym – wariant wybrany - rok 2010



Porównanie prognoz przewozów w szczytach porannym i popołudniowym wskazuje na potencjalnie mniejsze obciążenie trasy tramwajowej w szczycie popołudniowym ruchem pasażerskim (tabela 1) na poziomie 60-65% przewozów w szczycie porannym.

Tabela 1 Prognoza liczby pasażerów w roku 2010

Odcinek/przekrój	Pasażerowie/przekrój/godzinę szczytu	
	Szczyt poranny	Szczyt popołudniowy
Banacha	8 550	5 000
Rostafińskich	9 250	5 600
Rakowiecka	10 900 – 13 800	7 100 – 8 350
Spacerowa	10 900	7 200
Belwederska	10 600	7 100
Sobieskiego	8 300 – 10 700	6 000 – 7 600
Sobieskiego –bis	7 100	4 600

W celu sprawdzenia wpływu różnych czynników (pozytywnych i negatywnych) na prognozy przewozów pasażerskich na trasie tramwajowej od Pętli Banacha do Wilanowa, wykonano wariantowe prognozy ruchu dla szczytu porannego przy założeniu wprowadzenia dodatkowej linii tramwajowej łączącej pętle Żerań i Pałacową. W rezultacie stwierdzono, że:

- Dodanie linii tramwajowej łączącej Wilanów z centrum Warszawy (wzdłuż ciągu ul. Marszałkowskiej) i dalej z północnymi obszarami miasta, będzie poprawiać atrakcyjność komunikacji tramwajowej i doprowadzi do znaczącego wzrostu liczby pasażerów w na odcinku ul. Sobieskiego-Belwederska do ponad 8 tys. pasażerów w kierunku do Centrum.
- Wprowadzenie dodatkowej linii tramwajowej łączącej obszar Wilanowa z centrum miasta i dalej z dzielnicami północnymi, będzie zwiększać efektywność budowy trasy tramwajowej na odcinku od Wilanowa do ul. Puławskiej i zmniejszać na odcinku od ul. Puławskiej do pętli Banacha. Koncepcja ostatecznego układu linii tramwajowych związanych z nową trasą tramwajową, powinna być jednak poprzedzona przeprowadzeniem racjonalizacji marszrutyzacji linii tramwajowych w Warszawie.

Porównanie podstawowych wyników prognoz przewozów dla wariantu z dodatkową linią tramwajową i wariantu podstawowego przedstawiono w tabeli 2

Tabela 2. Porównanie prognoz liczby pasażerów - rok 2010 – dodatkowa linia tramwajowa

Odcinek/przekrój	Pasażerowie/przekrój/godzinę szczytu porannego	
	Wariant podstawowy	Wariant z dodatkową linią tramwajową
Banacha	8 550	8 200
Rostafińskich	9 250	8 800
Rakowiecka	10 900 – 13 800	7 500 – 13 300
Spacerowa	10 900	13 400
Belwederska	10 600	12 900
Sobieskiego	8 300 – 10 700	9 900 - 11 400
Sobieskiego –bis	7 100	7 200

Z uwagi na fakt, że trasa tramwaju od pętli Banacha do Wilanowa będzie odgrywała zasadniczą rolę w obsłudze komunikacyjnej obszaru mieszkaniowego Wilanowa (w tym tzw. „Miasteczka Wilanów”) w prognozach przewozów uwzględniono rozwój tego obszaru, który obecnie jest jeszcze słabo zurbanizowany. W jednak także dodatkowe prognozy przewozów w których założono, że na obszarze Wilanowa będzie mieszkało jedynie 30% planowanej

liczby mieszkańców oraz, że zlokalizowanych zostanie jedynie 30% z planowanych miejsc pracy. Porównanie wyników prognoz przewozów dla tak przyjętych założeń przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3 Porównanie prognoz przewozów - rok 2010 – zmniejszona generacja ruchu.

Odcinek/przekrój	Pasażerowie/przekrój/godzinę szczytu porannego	
	Wariant podstawowy	Wariant ze zmniejszoną generacją ruchu
Banacha	8 550	8 200
Rostafińskich	9 250	8 800
Rakowiecka	10 900 – 13 800	7 500 – 13 300
Spacerowa	10 900	13 400
Belwederska	10 600	12 900
Sobieskiego	8 300 – 10 700	9 900 - 11 400

W rezultacie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że efektywność budowy trasy tramwajowej jest zdecydowanie wyższa w przypadku, kiedy następuje pełny rozwój terenów mieszkaniowych Wilanowa. Ograniczenie liczby mieszkańców i zatrudnionych w tym obszarze będzie skutkowało znaczącym zmniejszeniem się potoków pasażerskich na trasie tramwajowej, a także zmniejszenia się pracy przewozowej (o 34%).

Prognozy przewozów dla wariantów z funkcjonującą dodatkową linią tramwajową i zmniejszoną generacją ruchu na obszarze Wilanowa przedstawiono na rys. 2 i 3.

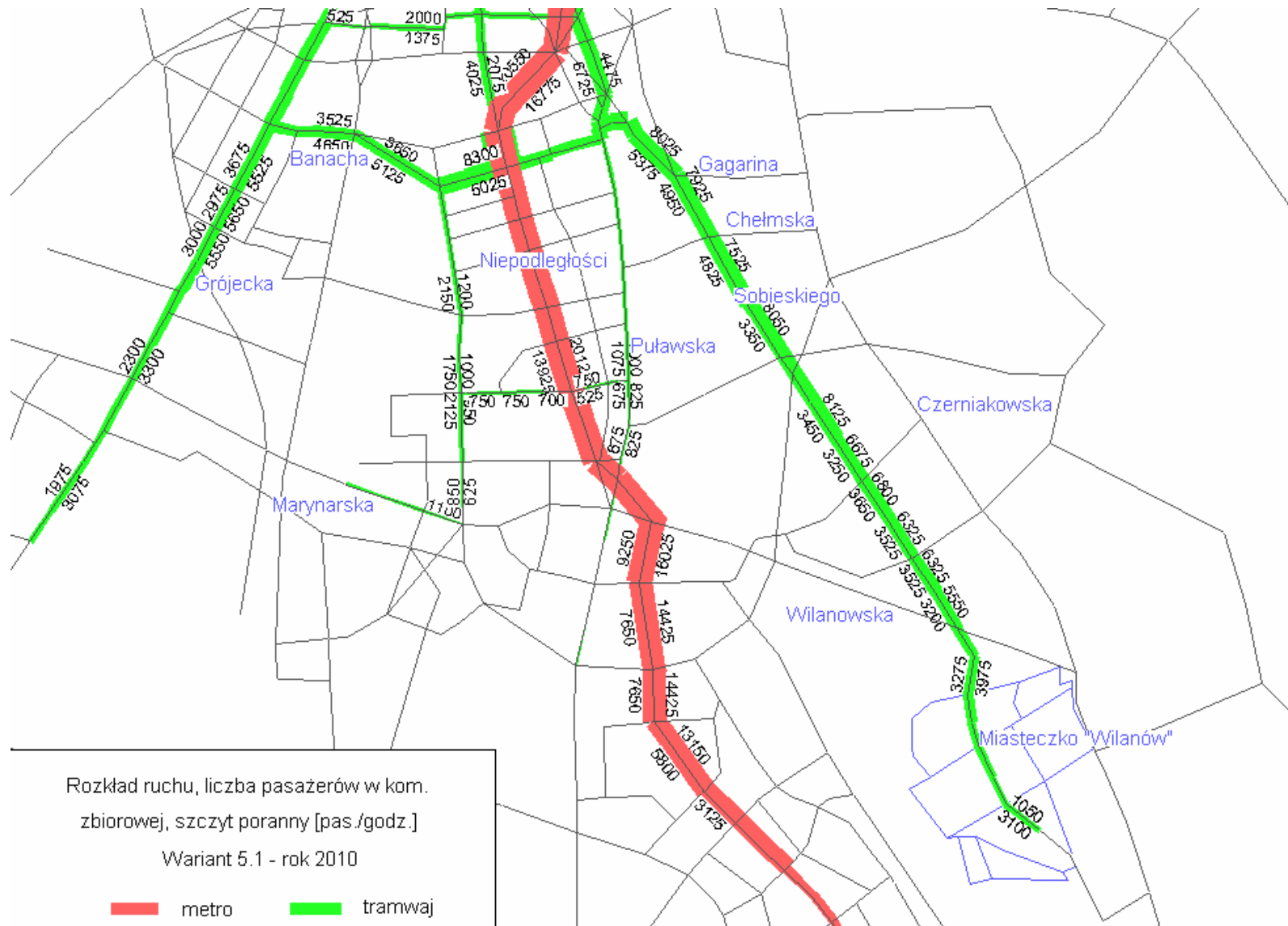
## 5 INFRASTRUKTURA TOROWA

Przyjęto, że na trasie tramwaju od Pętli Banacha do Wilanowa będą występować 2 typy konstrukcji torowej:

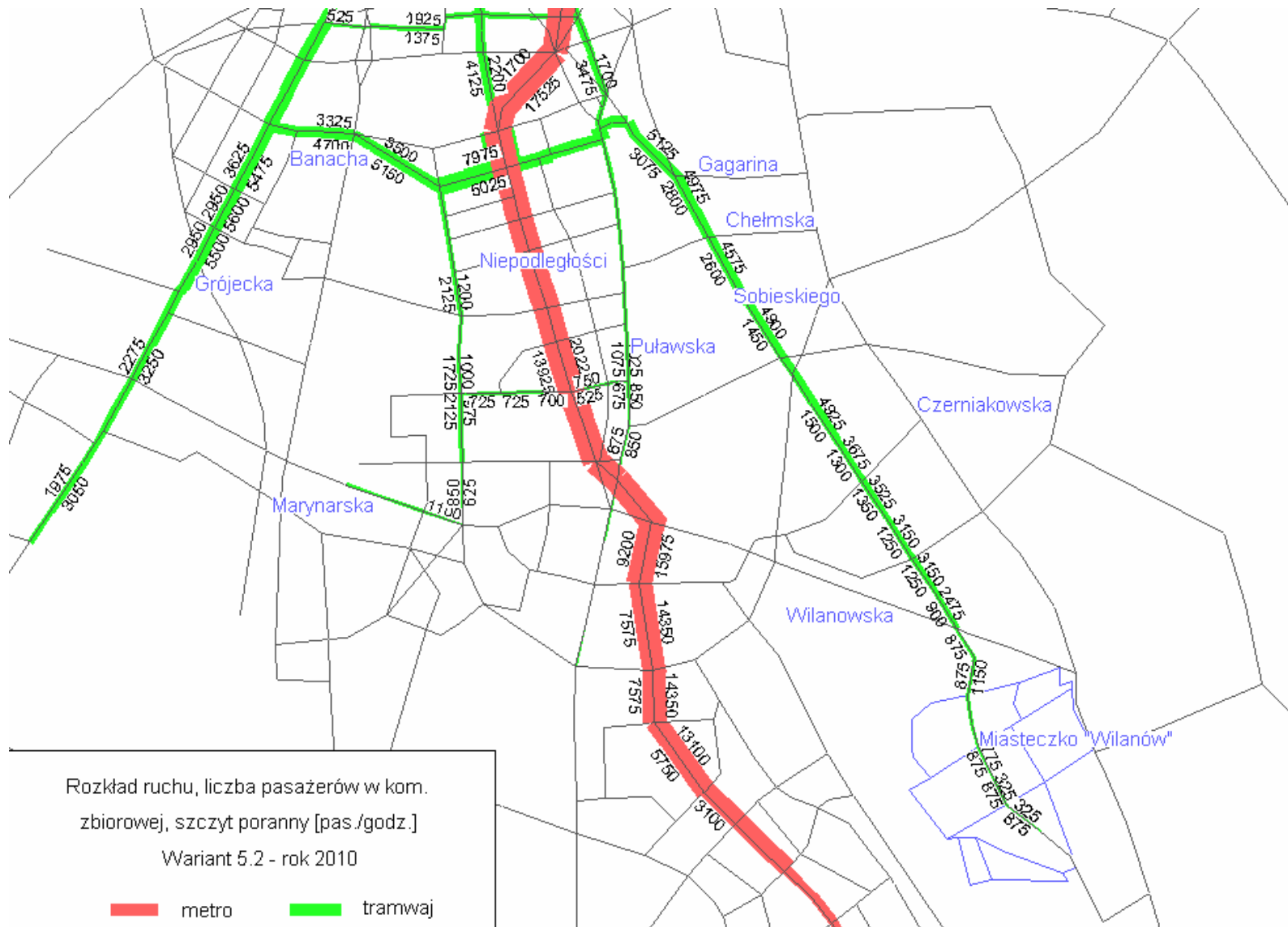
- konstrukcja podsypkowa (z podbudową z tłuczni kamiennej) na obecnie funkcjonującym odcinku trasy tramwajowej na ulicy Rakowieckiej i
- konstrukcja bezpodsypkowa (z podbudową z betonu cementowego lub z betonu asfaltowego) stosowana na pozostałych odcinkach trasy tramwaju w tym:
  - w węzłach rozjazdowych dla zapewnienia trwałego fundamentu dla nawierzchni torowej w miejscach o zwiększonych oddziaływaniach dynamicznych, jakimi są rozjazdy,
  - na torowiskach wspólnych z jezdnią, a zwłaszcza na przejazdach i przejściach dla pieszych oraz na wydzielonych torowiskach tramwajowo-autobusowych, w celu zapewnienia trwałej, sprężystej podstawy toru, mało podatnej na nierówności narastające wskutek eksploatacji,
  - na torowiskach wydzielonych o zabudowie trawiastej, zapewniających skuteczne tłumienie wibracji i hałasu oraz poprawiających estetykę miasta w rejonie trasy tramwaju.

Przyjęto, że w wybranym wariantcie trasy tramwajowej preferowany będzie niemiecki system konstrukcyjny torowisk bezpodsypkowych określany symbolem NBS lub jako *Rheda City*, polegający na zastosowaniu prefabrykowanych podkładów blokowych o częściowo odkrytym zbrojeniu zalewanym betonem po wyregulowaniu położenia rusztu torowego i utworzeniu w ten sposób płyty podbudowy betonowej (i równocześnie zabudowy toru w wersji wspólnej z jezdnią).





Rys. 2 Prognoza przewozów w komunikacji zbiorowej w godzinie szczytu porannego - roku 2010 – dodatkowa linia tramwajowa.



Rys. 3 Prognozy przewozów w komunikacji zbiorowej w godzinie szczytu porannego - rok 2010 - zmniejszona generacja ruchu.

Szyny w systemie NBS są obudowane otuliną z odpowiednich profili gumowych zapewniających ciągłe, sprężyste podparcie szyn i ich odizolowanie elektryczne od warstwy betonu, w którym są zatopione do poziomu główek szyn. System NBS jest od wielu lat stosowany na sieciach tramwajowych w Europie Zachodniej i ma bardzo korzystne referencje z uwagi na prostą technologię budowy, wysoką trwałość i skuteczne tłumienie wibracji oraz hałasu. Rozwiązanie tego typu można wariantować w wersjach dla torowisk z zabudową w postaci nawierzchni drogowej (torowiska wspólne z jezdnią) lub porostem roślinnym (torowiska trawiaste). Może ono być także stosowane w pojedynczych rozjazdach i w węzłach rozjazdowych.

Dla proponowanego wariantu budowy trasy tramwajowej przewiduje się następujące rozwiązania w zakresie infrastruktury torowej:

#### **Odcinek Banacha – Rakowiecka - Puławska:**

- Rozbudowa istniejącej trasy od istniejącego torowiska w ul. Banacha przy ul. Pawińskiego, gdzie obecnie trasa przechodzi wzdłuż południowej jezdni i kontynuowanie przebiegu trasy po południowej stronie ul. Banacha w pasie terenu pomiędzy jezdnią a szpitalem im. Banacha.
- Istniejąca w obecnym torowisku podsypkowa konstrukcja powinna pozostać nie zmieniona do planowanej przed istniejącą pętlą (w rejonie ul. Pawińskiego) granicy robót, a dalej powinna być zmieniona na konstrukcję bezpodsypkową z podbudową betonową.
- Wykonanie zabudowy z betonu asfaltowego w rejonie istniejącej pętli Banacha (od km 0+000 do 0+125) w związku z planowanym w tym miejscu węzłem wjazdowo-wyjazdowym w stronę pętli obejmującym budowę 2 rozjazdów dwutorowych pojedynczych. Węzeł rozjazdowy przy pętli Banacha powinien zapewniać wjazdy i wyjazdy z pętli w każdym z kierunków obsługiwanych na pętli (Wilanów i Centrum) przy jednym kierunku ruchu na pętli.
- Dla sprawnej realizacji zwiększonych zadań ruchowych pętla Banacha powinna być rozbudowana o jeden tor postojowy z krawędzią peronową, co zwiększy zakres robót torowych w rejonie pętli o ok. 150 m konstrukcji podsypkowej wraz z dwoma rozjazdami.
- Na dalszym odcinku w stronę skrzyżowania z ul. Żwirki i Wigury na długości ok. 350m torowisko powinno być wykonane z zabudową trawiastą, a w obrębie samego skrzyżowania i przejść dla pieszych powinno mieć zabudowę z betonu asfaltowego na łącznej długości ok. 80m. Za skrzyżowaniem trasa powinna przebiegać po północnej stronie ul. Rostafińskich.
- Od końca ul. Rostafińskich, gdzie trasa ma planowaną zabudowę w postaci torowiska trawiastego, powinna nastąpić zmiana zabudowy na beton asfaltowy. Zabudowa ta powinna występować na długości ok. 100 m do węzła rozjazdowego na skrzyżowaniu ulic Boboli i Rakowieckiej. Ze względu na konieczność budowy tego węzła na fragmencie istniejącej trasy, konstrukcja torowiska w jego obszarze powinna być wykonana tak, jak konstrukcja na całej trasie, tj. na podbudowie betonowej w systemie NBS z różną zabudową dostosowaną do warunków eksploatacyjnych.
- Na omawianym odcinku do węzła rozjazdowego i w obrębie tego węzła należy planować wykonanie zabudowy z betonu asfaltowego, a układ geometryczny węzła powinien obejmować trzy rozjazdy dwutorowe pojedyncze zapewniające możliwości zjazdów na każdy z kierunków zbiegających się w węzle tj. w ul. Rakowiecką i ul. Boboli.

- Na dalszym odcinku za węzłem rozjazdowym (od km. 1+225) planowana trasa powinna włączać się w istniejącą trasę w ciągu ul. Rakowieckiej i bez jej modernizacji przebiegać dalej w stronę Al. Niepodległości do km 2+025, gdzie planowany powinien być węzeł rozjazdowy (trzy rozjazdy dwutorowe pojedyncze) na podbudowie betonowej z zabudową z betonu asfaltowego.
- W węźle tym powinno nastąpić odgałęzienie planowanej trasy od trasy istniejącej i dalej od km 2+100 powinna ona przebiegać po północnej stronie ul. Rakowieckiej do ul. Puławskiej (do km 2+950); trasa powinna przebiegać pomiędzy pasem zieleni i jezdnią jako wspólne torowisko tramwajowo-autobusowe z zabudową z betonu asfaltowego.
- Na zakończeniu trasy w ul. Rakowieckiej należy przewidywać wybudowanie węzła rozjazdowego zapewniającego możliwość włączenia się trasy w ciąg ul. Puławskiej w kierunku do Centrum. Dla uniknięcia niekorzystnej lokalizacji zwrotnic w obszarze zachodniej jezdni ul. Puławskiej i ułatwienia w kształtowaniu połączeń torów należy w węźle tym zastosować zwrotnice z wydłużonymi iglicami, które powinny być położone na odcinku prostym w ul. Rakowieckiej.
- W celu zwiększenia przepustowości tego węzła należy zaprojektować w pasie dzielącym jezdnie ul. Puławskiej oddzielny tor do skrętu tramwajów z ul. Puławskiej w prawo w ul. Goworka, co jest możliwe ze względu na szerokość tego pasa wynoszącą w tym miejscu ok. 12 m.

#### **Odcinek: Goworka - Spacerowa do skrzyżowania z ul. Belwederską**

- Na odcinku od skrzyżowania z ul. Puławską do ul. Belwederskiej trasa powinna przebiegać w pasie dzielącym ulic Goworka i Spacerowej. Pas ten ma obecnie zmienną szerokość. Na wysokości ul. Chocimskiej ma on tylko ok. 1,5 m, co będzie wymagało przebudowy jezdni i ograniczenia liczby pasów ruchu do dwóch. Na odcinku ulic Goworka i Spacerowej na łącznej długości 830 m powinno być zastosowane torowisko wydzielone z jezdni o szerokości 6,8 m ze słupami trakcyjnymi poza torowiskiem i poza jezdnią (w obrębie chodników). Konstrukcja torowiska powinna być wykonana w systemie NBS z zastosowaniem zabudowy trawiastej.
- Na ul. Spacerowej w rejonie km 4+000 przebieg trasy powinien być usytuowany w odległości ok. 4 m od magistrali ciepłowniczej o średnicy  $\Phi$  1000, która przebiega wzdłuż ulicy po jej zachodniej stronie (częściowo pod jezdnią, częściowo pod chodnikiem), ale nie jest konieczne jej przełożenie. Będą występować utrudnienia w prowadzeniu trasy, wynikające z ograniczonej szerokości, przebiegu magistrali ciepłowniczej oraz z układu geometrycznego ulic, wymuszające zastosowanie na połączeniu ul. Goworka z ul. Spacerową łuku o promieniu  $R = 50$  m. Należy nadmienić, że przebieg trasy na omawianym odcinku będzie pokrywać się z przebiegiem starej trasy tramwajowej zlikwidowanej w latach 70-tych.
- Wprowadzenie trasy tramwaju w ciąg ul. Belwederskiej, gdzie planowany jest jej przebieg po zewnętrznych krawędziach ulicy, będzie wymagać wykonania na skrzyżowaniu ul. Spacerowej i Belwederskiej stopniowej zmiany rozstawu torów i trzech przejazdów położonych na łukach o promieniach ok. 50 – 60 m. Na przejazdach planowana jest zabudowa torowiska wykonana z betonu asfaltowego.

**Odcinek: Belwederska – Sobieskiego do skrzyżowania z Al. Wilanowską**

- Na całym odcinku trasy od skrzyżowania z ul. Belwederską do skrzyżowania z Al. Wilanowską trasa powinna przebiegać jako dwa niezależne torowiska tramwajowo-autobusowe o szerokości po 3,8 m położone wzdłuż zewnętrznych krawędzi jezdni po wykorzystaniu do tego celu skrajnych pasów ruchu. Wyboru tego rozwiązania dokonano po wnikliwej analizie możliwości realizacyjnych, która wykazała, że korzystniejszy pod względem organizacji ruchu wariant z torowiskiem w pasie dzielącym jezdni jest ograniczony niewielką szerokością (ok. 2 m) takiego pasa na ul. Belwederskiej i wynikającymi stąd trudnościami w rozwiązaniu dojścia do przystanków, a zwłaszcza w zapewnieniu wymaganej szerokości platform przystankowych (min. 2 m – zalecane 3,5 m). W przyjętym rozwiązaniu na niezbędną powierzchnię platform przystankowych – wspólnych dla tramwaju i autobusu – będzie wykorzystana część chodnika, i wówczas nie będzie problemu zapewnienia bezpiecznych dojazdów do przystanku.
- Na odcinku ul. Belwederskiej prowadzenie torowiska tramwajowo-autobusowego wzdłuż zachodniej krawędzi jezdni może miejscami prowadzić do kolizji z magistralą ciepłowniczą o średnicy  $\Phi$  1000, przebiegającą w odległości ok. 6 m od tej krawędzi. Według danych S.P.E.C. odległość ta jest zmienna i dopiero szczegółowa analiza wykonana na etapie projektu budowlanego powinna ustalić konieczność i ewentualny zakres jej przełożenia na odcinku do ul. Dolnej. Ewentualne przełożenie omawianej magistrali powinno nastąpić w stronę pasa dzielącego, tak by w przyszłości możliwe było wykonywanie napraw lub wymiany sieci ciepłowniczej bez zamykania ruchu tramwajowego i przy możliwie małych ograniczeniach w ruchu drogowym. W wypadku niekorzystnego wyniku takiej analizy szczegółowej przebudowa sieci ciepłowniczej powinna być wykonana na długości ok. 700 m do miejsca na ul. Sobieskiego gdzie za skrzyżowaniem z ul. Dolną trasa magistrali przechodzi w pas dzielący ul. Sobieskiego. Fakt ten ogranicza możliwość dalszego prowadzenia trasy w pasie dzielącym i uzasadnia jej kontynuację jako dwóch oddzielnych torowisk tramwajowo-autobusowych prowadzonych wzdłuż zewnętrznych krawędzi jezdni.
- Na całej długości (ok. 5170 m) odcinka od skrzyżowania ul. Spacerowej Belwederskiej do wejścia trasy w ciąg ul. Sobieskiego-bis torowisko powinno mieć konstrukcję bezpodsypkową w systemie NBS z zabudową z asfaltobetonu stanowiącą jezdnię dla autobusów poruszających się po torowisku.

**Odcinek od skrzyżowania z Al. Wilanowską – ul. Sobieskiego-bis – do pętli Pałacowa**

- Planowana trasa przebiega na tym odcinku przez obszar dopiero planowanej zabudowy mieszkalnej i usługowo-handlowej. Planowane jest położenie trasy tramwajowej w pasie dzielącym ulicę Sobieskiego-bis i zastosowanie tu również konstrukcji bezpodsypkowej z zabudową trawiastą na łącznej długości ok. 2800 m.
- Układ torowy pętli Pałacowa będzie składał się z toru objazdowego łączącego bezpośrednio dwa tory szlakowe i jednego toru postojowego o łącznej długości ok. 200 m. Wymaga to zastosowania dwóch rozjazdów jednotorowych pojedynczych. Układ torowy pętli powinien być tak zaplanowany, aby w miarę wzrostu potrzeb ruchowych możliwe było dobudowanie drugiego toru postojowego.



## 6 ZASILANIE ENERGETYCZNE

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 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 warunkiem korzystania z korzyści wynikających z 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 i drugi pojazd na tym odcinku może tę energię wykorzystać do napędu.

- Należy stosować sieć trakcyjną wielokrotną, półskompensowaną z kompensacją przewodu jezdnego. Przewód jezdny powinien mieć zwiększony przekrój z obecnie stosowanego przekroju 100 mm<sup>2</sup> do przekroju 120 mm<sup>2</sup> i powinien być podwieszony na 1 lub 2 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.
- Istniejące podstacje trakcyjne mające rezerwę mocy możliwą do wykorzystania w celu zasilania położonych w ich zasięgu nowych odcinków planowanej trasy powinny być modernizowane w ramach dotychczasowego programu modernizacji przyjętego w Tramwajach Warszawskich Sp. z o.o.. Oznacza to że w kosztach omawianego projektu zostaną uwzględnione tylko koszty rozbudowy niezbędnej do przyłączenia tych odcinków do modernizowanej podstacji.

### **Odcinek: Grójecka – Żwirki i Wigury – Rostafińskich**

Początkowy odcinek trasy tramwajowej Banacha – Wilanów stanowić będzie przedłużenie istniejącej trasy odgałęziającej się od ul. Grójeckiej w ul. Banacha w stronę pętli. Na odcinku tym trasa będzie zasilana z podstacji Winnicka, której moc jest oceniana wstępnie jako wystarczająca do podłączenia nowej trasy i jej zasilania na odcinku o długości ok. 400 m, tj. do skrzyżowania z ul. Żwirki i Wigury.

Za skrzyżowaniem na dalszym odcinku prowadzącym wzdłuż ul. Rostafińskich trasa może być również zasilana z podstacji Winnicka, ale po jej rozbudowie o dodatkową celkę z zasilaczem trakcyjnym.

Na odcinku od pętli Banacha do skrzyżowania z ul. Żwirki i Wigury słupy trakcyjne powinny być położone w międzytorzu, a na ul. Rostafińskich ze względu na małą szerokość pasa przeznaczonego na torowisko powinny być ustawione jednostronnie poza torowiskiem i powinny być wyposażone w wysięgniki dwutorowe.



**Odcinek: Boboli-Rakowiecka**

Na skrzyżowaniu ulic Boboli i Rakowieckiej planowana trasa ma łączyć się w węzle rozjazdowym z trasą istniejącą i dalej przebiegać po tej trasie w kierunku Al. Niepodległości. Odcinek od tego węzła rozjazdowego w kierunku ulicy Puławskiej będzie miał długość ok. 1,0 km i będzie to odcinek sekcyjny zasilany z podstacji Chodkiewicza, która powinna być rozbudowana o dodatkową celkę zasilającą.

Sieć trakcyjna na odcinku torowiska tramwajowo-autobusowego planowanego po północnej stronie wschodniego odcinka ul. Rakowieckiej powinna być podwieszona na wspornikach dwutorowych mocowanych do słupów trakcyjnych zlokalizowanych poza torowiskiem po stronie pasa zieleni.

**Odcinek: Puławska/Goworka – Spacerowa/Belwederska**

Na odcinku o długości ok. 1 km od skrzyżowania z ul. Puławską do ul. Belwederskiej analizowana trasa powinna przebiegać w pasie dzielącym ulic Goworka i Spacerowej. Pas ten ma obecnie zmienną szerokość wynoszącą na wysokości ul. Chocimskiej tylko ok. 1,5 m, co będzie wymagało przebudowy jezdni i ograniczenia liczby pasów ruchu do dwóch. Z powodu tak ograniczonej szerokości słupy trakcyjne na tym odcinku powinny być ustawione poza jezdnią w obrębie chodników jako słupy trakcyjno-oświetleniowe.

Zasilanie omawianego odcinka wymagać będzie wybudowania nowej podstacji trakcyjnej, bowiem położona najbliżej podstacja na ul. Kruczej ma już wyczerpane rezerwy mocy i nie może być w tym celu wykorzystana. Nowa podstacja powinna być wybudowana w rejonie skrzyżowania ul. Spacerowej i ul. Belwederskiej, gdzie wstępna ocena stanu zabudowy terenu wskazuje na taką możliwość po stronie południowo-zachodniej (przy ul. Zajączkowskiej).

**Odcinek: Spacerowa/Belwederska – Sobieskiego, przez skrzyżowanie z Al. Wilanowską do ul. Sobieskiego-bis**

Na całym omawianym odcinku trasy o długości ok. 5 km od skrzyżowania ul. Spacerowej z ul. Belwederską, przez skrzyżowanie z Al. Wilanowską i dalej do rozpoczęcia ul. Sobieskiego-bis trasa będzie przebiegać jako dwa niezależne torowiska tramwajowo-autobusowe o szerokości po 3,8 m położone wzdłuż zewnętrznych krawędzi jezdni po wykorzystaniu do tego celu skrajnych pasów ruchu aktualnej jezdni.

Zasilanie początkowej części tego odcinka – od km 4+000, tj. od skrzyżowania ul. Spacerowej i ul. Belwederskiej do km 6+500 w rejonie ul. Mangalia – jest planowane z nowej podstacji, którą należy wybudować w rejonie ulic Kostrzewskiego – Beethovena (ok. km 5+300).

Na dalszym odcinku od ok. km 6+500 zasilanie trasy powinna przejąć druga nowa podstacja, której lokalizację należy wstępnie planować w rejonie skrzyżowania ul. Sobieskiego z Al. Wilanowską (ok. km 9+000).

Planowany układ dwóch oddzielnych torowisk przebiegających na zewnątrz jezdni uzasadnia przyjęcie na omawianym odcinku układu słupów trakcyjnych na zewnątrz torowiska po stronie chodnika lub pasa zieleni.

**Odcinek od skrzyżowania z Al. Wilanowską – ul. Sobieskiego-bis, do pętli Pałacowa**

Planowana trasa przebiega na tym odcinku przez obszar będący dopiero w przyszłości rejonem zabudowy mieszkalnej i usługowo-handlowej. Planowane jest położenie trasy tramwajowej w pasie dzielącym ulicy Sobieskiego-bis na długości ok. 2800 m.

Zasilanie tego odcinka powinno następować z nowej podstacji planowanej do wybudowania w rejonie skrzyżowania ul. Sobieskiego z Al. Wilanowską.

Planowany przebieg wydzielonego z jezdni torowiska w pasie dzielącym ul. Sobieskiego-bis uzasadnia położenie słupów trakcyjnych na zewnątrz torowiska w pasie zieleni oddzielającym je od jezdni, gdzie powinny jednocześnie spełniać funkcję słupów oświetleniowych.

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

- rozbudowy istniejących 2 podstacji trakcyjnych dla zasilania 4 odcinków sekcyjnych,
- budowy 3 nowych podstacji trakcyjnych,
- budowy sieci trakcyjnej ze słupami na międzytorzu – 4,7 km,
- budowy sieci trakcyjnej ze słupami poza torowiskiem – 7,03 km.

co oznacza, że łączna długość sieci trakcyjnej będzie wynosić ok. 11,73 km trasy dwutorowej wraz z długością sieci planowanej do wykonania w obrębie węzłów rozjazdowych, ale bez wliczenia długości torów istniejących na ul. Rakowieckiej, które nie będą podlegały wymianie (od Chodkiewicza do Al. Niepodległości – długość ok. 550 m).

## 7 ORGANIZACJA RUCHU AUTOBUSÓW I TRAMWAJÓW.

Uruchomienie nowej trasy tramwajowej do Wilanowa powinno być związane z:

- zapewnieniem optymalnego wykorzystania tej trasy,
- ograniczeniem liczby linii autobusowych na kierunkach pokrywających się z trasą tramwaju,
- zapewnieniem dotychczasowych bezpośrednich połączeń w relacjach o największym wykorzystaniu przez pasażerów,
- minimalizacją kosztów funkcjonowania komunikacji miejskiej.

W związku z powyższym w studium **zaplanowano wspólne wykorzystanie torowisk tramwajowych przez autobusy i tramwaje** na dwóch następujących odcinkach:

- na ul. Rakowieckiej od skrzyżowania z Al. Niepodległości do ul. Puławskiej,
- na ciągu ulic Belwederskiej i Sobieskiego od skrzyżowania z ul. Spacerową do skrzyżowania z ul. Sobieskiego-bis i Al. Wilanowską, a w wariantcie W6 również w Al. Wilanowskiej do skrzyżowania z ul. Przyczółkową.

Biorąc pod uwagę przebieg i funkcje trasy tramwajowej, obecny układ linii autobusowych oraz wspólny przebieg autobusów i tramwajów na długich odcinkach ulic w studium zaproponowano ***następujące korekty tras linii autobusowych:***

### **Ulica Rakowiecka.**

- likwidację linii autobusowej nr 130,
- podział linii autobusowej nr 167 na dwie nowe: jedną z autobusami kursującymi od strony Bemowa i Woli na Ochotę, drugą łączącą Siekierki z Ochotą z pominięciem ul. Rakowieckiej gdzie będzie linia tramwajowa,
- przeanalizowanie możliwości komasacji tras linii autobusowych nr 301 i 382,

- wycofanie linii autobusowej nr 148 z odcinka ul. Rakowieckiej poprzez skierowanie na ul. Madalińskiego lub ul. Batorego do Al. Niepodległości.

### **Ulica Sobieskiego.**

- likwidację linii autobusowych nr 130, 519;
- zmniejszenie częstotliwości kursowania autobusów na linii nr 116;
- przeanalizowanie konieczności utrzymywania autobusowych linii ekspresowych na ciągu Sobieskiego, lub ewentualnie zmniejszenie częstotliwości kursowania autobusów na tego typu liniach na Mokotowie,
- przeanalizowanie gęstości przystanków na tranzytowych liniach autobusowych z Ursynowa, tj. 403, 503 i 513,
- skrócenie długości trasy linii nr 501 od strony Woli do centrum,
- likwidację skrętów linii autobusowych w rejonie skrzyżowań ul. Sobieskiego z ul. Dolną, Chełmską i św. Bonifacego poprzez odpowiednie zmiany w układzie tras linii autobusowych nr: 119, 141, 143, 172.

## **8 ORGANIZACJA i STEROWANIE RUCHEM**

Zasadniczo, poza punktami kolizji z układem drogowo-pieszym (skrzyżowania, zjazdy i przejścia dla pieszych) trasa tramwaju będzie prowadzona po wydzielonym torowisku tramwajowym lub tramwajowo-autobusowym. Zapewnienie dobrych warunków przejazdu tramwajów w korytarzu od Pętli Banacha do Wilanowa będzie zatem ściśle uzależnione od wprowadzenia nowego i modernizacji istniejącego sterowania ruchem w punktach kolizji tramwaju z układem drogowo-pieszym i tym samym stworzenia możliwości udzielania priorytetu dla komunikacji zbiorowej w ruchu drogowym.

Przejazdy tramwajów przez punkty kolizyjne, występujące na trasie Pętla Banacha – Wilanów (skrzyżowania, przejazdy, przejścia dla pieszych) 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 programu sygnalizacji, zapewniające zredukowanie do możliwego minimum strat czasu podczas przejazdu przez punkty kolizyjne i przy ruszaniu z przystanków.

Sterowanie ruchem tramwajów na skrzyżowaniach położonych na trasie Pętla Banacha – Wilanów może zostać wdrożone niezależnie od stopnia zaawansowania prac dotyczących systemu zintegrowanego sterowania ruchem w Warszawie. Żądanie priorytetu oraz jego przydzielanie, wraz z modyfikacją programu sygnalizacji, może być bowiem realizowane wyłącznie na poziomie lokalnym.

Modernizacja sterowania ruchem tramwajów na trasie Pętla Banacha – Wilanów będzie wymagać:

- instalacji 6 nowych sygnalizacji świetlnych na skrzyżowaniach,
- dostosowania sterowania ruchem do udzielania priorytetu dla tramwaju w 16 punktach kolizyjnych (z istniejącą sygnalizacją).

## 9 PRZYSTANKI NA TRASIE TRAMWAJOWEJ

W wybranym wariantcie budowy trasy tramwajowej usytuowano 24 zespoły przystankowe (48 przystanków) dla których określono następujące wymagania dotyczące budowy i modernizacji:

- długość przystanku powinna być dostosowana do taboru i częstotliwości ruchu, przy czym zalecana użytkowa długość peronu powinna być równa 65 m, a minimalna 32m jako dostosowana do docelowej długości wagonu wielozłonowego (26-32m),
- szerokość peronów powinna być uzależniona od liczby potencjalnych pasażerów lecz nie mniejsza niż 2,5m szerokości użytkowej (szerokość całej wysepki - 3,50m) – 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,
- wszystkie przystanki na trasie powinny mieć ujednoczony standard w zakresie stosowanych materiałów, rozlokowania urządzeń dla podróżnych, podstawowego wyposażenia i kolorystyki,
- na przystankach zlokalizowanych przy jezdni powinny być stosowane pełne osłone oddzielające peron od jezdni; powinny ona służyć 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;
- 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,
- przystanki powinny być wyposażone w zestaw ujednoczonej 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,
- wysokość platform powinna być dostosowana do charakterystyki tramwajów niskopodłogowych, których podłoga przy drzwiach wagonu nie posiada stopni i jest obniżona do 0,30m ponad poziom główek szyn (PGS).

## 10 SYSTEM INFORMACJI PASAŻERSKIEJ.

System informacji pasażerskiej na trasie Pętla Banacha- Wilanów 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, powinien zostać 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 powinna 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 powinien 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.

W zakresie systemu dynamicznej informacji pasażerskiej na przystankach trasy tramwajowej Pętla Banacha – Wilanów przewidziano instalację systemu tablic informacyjnych we wszystkich 24 węzłach przystankowych. W ogólnej liczbie 48 przystanków wytypowanych dla potrzeb systemu informacji pasażerskiej przewiduje się instalację:

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

Dynamicznie aktualizowana informacja na przystankach powinna obejmować: numer linii, czas oczekiwanego przyjazdu tramwaju, aktualny czas i kierunek jazdy (nazwa przystanku krańcowego).

System przekazywania informacji powinien:

- uwzględniać wymagania osób starszych i niepełnosprawnych; stąd też powinien umożliwiać uzyskiwanie aktualnych informacji w trybie głosowym w sposób automatyczny i ręczny.
- stwarzać możliwość dalszej rozbudowy i integracji z innymi planowanymi systemami miejskimi np. z systemem zarządzania ruchem; umożliwi wówczas uwzględnianie obecności niepełnosprawnych na przejściach dla pieszych z sygnalizacją świetlną (np. poprzez przełączanie sygnalizacji z ostrzegawczej na pracującą w trybie ciągłym) zapewniając możliwość przechodzenia przez jezdnie.
- być zdolny do współpracy ze sterownikami sygnalizacji świetlnej i będzie umożliwiać uruchamianie zielonego światła.
- współpracować z systemem SNRT (nadzoru ruchu tramwajów) na poziomie centrum dyspozytorskiego poprzez wykorzystywanie danych o ruchu tramwajów poprzez połączenie serwerów systemu informacji pasażerskiej i SNRT.

## 11 TABOR TRAMWAJOWY

W studium założono konieczność zakupu nowego taboru tramwajowego na potrzeby budowanej trasy tramwajowej Pętla Banacha – Wilanów. 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.



**W przypadku wybranego wariantu budowy trasy tramwajowej przyjęto zapotrzebowanie na nowy tabor tramwajowy na poziomie 39 sztuk.**

## 12 KOSZTY INWESTYCYJNE

Przygotowany program budowy trasy tramwajowej od Pętli Banacha do Wilanowa wymaga poniesienia kosztów inwestycyjnych w wysokości **525,2 mln zł** (bez podatku VAT) w tym kosztów:

- budowy trasy tramwajowej – 213,2 mln zł,
- zakupu taboru – 312 000 tys. zł.

Zestawienie kosztów w rozbiciu na poszczególne elementy budowanej trasy tramwajowej przedstawiono w tabeli 4

Tabela 4 Zestawienie kosztów inwestycyjnych – postulowany wariant.

Lp.	Wyszczególnienie	koszt [tys. zł]
1	Infrastruktura torowa	105 220
2	Przystanki	3 522
3	Infrastruktura trakcyjna	75 470
4	Sterowanie ruchem	3 540
5	System informacji	7 578
6	Studia i projekty (6% od poz. 1-5)	11 720
7	Wycinka drzew	530
8	Tabor	312 000
9	Inżynier kontraktu	3 000
10	Promocja	600
11	Audyt zewnętrzny	2 000
	<b>Razem</b>	<b>525 180</b>

## 13 ANAKLIZA EKONOMICZNA I ANALIZA WRAZLIWOŚCI

Analizę ekonomiczną wykonano z uwzględnieniem 3 horyzontów czasowych analizy: 2010, 2020 i 2030. 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 = 20,3%; NPV = 1 119,5 mln zł) świadczą o wysokiej efektywności ekonomicznej analizowanego wariantu W5.**

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 14,5%. Można zatem stwierdzić, że przy bardziej pesymistycznych parametrach analizy niż założone w niniejszym Studium, inwestycja jest w dalszym ciągu zdecydowanie efektywna ekonomicznie.

## 14 ETAPOWANIE DZIAŁAŃ I HARMONOGRAM REALIZACJI

Realizację zaproponowanego programu budowy trasy tramwajowej podzielono na 3 etapy:

- Etap I** - lata 2005 – 2006: wykonanie projektu technicznego oraz innych niezbędnych studiów i analiz, pozyskanie terenu (jeśli okazałoby się konieczne).
- Etap II** - lata 2007- 2009: budowa trasy (3 lata).
- Etap III** - rok 2010: początek okresu eksploatacji.

HARMONOGRAM REALIZACJI	2007	2008	2009
Infrastruktura torowa	40%	40%	20%
Przystanki		50%	50%
Infrastruktura trakcyjna	40%	40%	20%
Sterowanie ruchem	20%	40%	40%
System informacji pasażerskiej		50%	50%
Zakup taboru	20%	40%	40%
Inżynier kontraktu	33%	33%	33%
Promocja projektu			100%
Audyt zewnętrzny	33%	33%	33%