ANALIZA MOŻLIWOŚCI POPROWADZENIA TRASY TRAMWAJOWEJ NA NARAMOWICE W PLANIE I W PROFILU
WRAZ Z UKSZTAŁTOWANIEM PUNKTÓW PRZESIADKOWYCH

CZĘŚĆ 1

1. WSTĘP

1.1. CEL OPRACOWANIA

Celem 1 części opracowania była wariantowa analiza możliwości zlokalizowania zakończenia trasy tramwajowej wzdłuż planowanej ul. Nowej Naramowickiej. Analizie poddano odcinek tej trasy na północ od pętli Wilczak. Część 1 objęła:

- propozycje lokalizacji pętli,
- wariantową analizę koniecznych inwestycji w jezdnie samochodowe,
- wstępny szacunek kosztów budowy,
- analizę potencjalnych lokalizacji miejsc przesiadki między tramwajami i autobusami,
- analizę potencjalnych lokalizacji parkingów Parkuj-i-Jedź (Park&Ride),
- opracowanie wytycznych dla przeprojektowania węzła Naramowice,
- opracowanie wytycznych dla projektu trasy tramwajowej na analizowanym odcinku w planie i w profilu.

Opracowanie miało na celu przedstawienie propozycji trasy tramwajowej na Naramowice. Potrzeba tej trasy wynika z intensywnego zainwestowania terenów Naramowic, powodującego na dojazdowej z tych terenów ulicy Naramowickiej potężne zatory samochodowe – w zatorach tych stoją również autobusy miejskie i podmiejskie. Celem opracowania było więc zaproponowanie systemu transportu miejskiego konkurencyjnego wobec ruchu samochodowego na tyle, aby istotnie ograniczyć ruch samochodowy z terenu Naramowic. Celem dodatkowym było zapewnienie mieszkańcom Naramowic dostępu do pasażerskiego transportu szynowego.

UWAGA: Analiza miała na celu wykazanie możliwości i problemów związanych z budową trasy. W związku z tym szczegółowość analizy w poszczególnych obszarach jest zmienna, między innymi w opisach wykorzystujących kilometrację przyjmowano dokładność 10 m, a w szerokościach – 1,0 m. Przyszły projekt trasy powinien więc z jednej strony bazować na wynikach niniejszej analizy, ale z drugiej wprowadzić poprawki uszczegóławiające. Wybór konkretnych rozwiązań prawdopodobnie pociągnie za sobą konieczność zmian, zwłaszcza w stosunku do rozwiązań przedstawionych na rysunkach (nie zawsze rozwiązanie przedstawione na rysunku zostało uznane za optymalne – w razie różnic za ważniejszą należy uznać wersję opisaną). W szczególności zmiany takie są możliwe w odniesieniu do infrastruktury dla pieszych, samochodów i rowerzystów.

1.2. ZAŁOŻENIA

Przy realizacji opracowania przyjęto następujące założenia:

1. W pierwszym etapie zostanie zbudowany odcinek trasy tramwajowej od skrzyżowania ulic Naramowickiej i Słowiańskiej (czyli od pętli Wilczak) do wybranej pętli na terenie Naramowic. W drugim etapie zostanie zbudowany odcinek trasy tramwajowej od centrum miasta (od trasy tramwajowej Małe Garbary – Estkowskiego – Wyszyńskiego) do skrzyżowania pętli ulic Naramowickiej i Słowiańskiej.
2. Założono projektowanie geometrii toru dla prędkości tramwaju 70 km/h, z dopuszczeniem lokalnych obniżeń tej prędkości. Mniejsza prędkość może być w szczególności stosowana w rejonie przystanków i węzłów tramwajowych – gdyż w tych miejscach z natury rzeczy tramwaj będzie jechał wolniej.
3. Rozpoczęcie realizacji drugiego etapu nastąpi zaraz po zakończeniu budowy pierwszego etapu. Nie zakładano więc potrzeby przewidywania budowy infrastruktury pod układ linii tramwajowych i autobusowych między pierwszym i drugim etapem. Założenie płynnego przejścia z pierwszego do drugiego etapu (z dopuszczeniem kilkumiesięcznego przesunięcia, np. ze względu na zimę) było niezbędne, gdyż przy założeniu realizacji wyłącznie pierwszego etapu efektywniejszym wariantem mógłby się okazać wariant trasy tramwajowej prowadzonej od Ronda Solidarności.
4. Uwzględniono możliwość realizacji kolejnych etapów budowy infrastruktury szynowej dla mieszkańców Naramowic:
   a. wydłużenia trasy na południe do Pl. Bernardyńskiego lub Bramy Dębińskiej;
   b. wydłużenia trasy na północ, zwłaszcza jeżeli w pierwszym etapie wybrano by lokalizację pętli tramwajowej na południe od kolejowej obwodnicy Poznania;
   c. połączenia trasy z trasą PST w rejonie terenów uniwersyteckich na Morasku;
   d. budowy trasy tramwajowej z Ronda Solidarności do planowanej pętli Rubież.

   Opracowanie uwzględnia możliwość realizacji powyższych etapów poprzez zwrócenie uwagi na możliwość połączenia z planowaną trasą, ale poza miejscami styczności z planowaną trasą etapy te nie były w niniejszym opracowaniu rozważane.
5. Dla budowy trasy zostanie wykorzystany korytarz ulic Naramowickiej (na południe od węzła z ul. Lechicką) i Nowej Naramowickiej (na północ od węzła z ul. Lechicką). W szczególności ograniczono projekt trasy do zakresu inwestycji wskazanego dla Nowej Naramowickiej, gdyż dla tego terenu wszczęto już procedury inwestycyjne. Ze względu na rozmiar założono, że pętla tramwajowa i parking Parkuj-i-Jedź mogą znaleźć się poza obszarem przewidzianym dla ul. Nowej Naramowickiej.
6. Opracowanie uwzględnia warianty wymagające budowy jedynie trasy tramwajowej lub trasy tramwajowej i jezdni samochodowej – w zależności od przyjętego trybu realizacji inwestycji.
7. Dla skrzyżowania z ulicą Lechicką przewidziano możliwość zachowania skrzyżowania lub budowy węzła – w zależności od możliwości finansowych Miasta.
8. Budowa trasy tramwajowej w 1 i 2 etapie ma zredukować ruch autobusowy, w szczególności:

a. na ul. Szelągowskiej z 25 par autobusów w godzinie szczytu do 3;
b. na ul. Księcia Mieszka I o 1 linię autobusową;
c. na ul. Naramowickiej – w całości na wybranych odcinkach, przy czym szczegółowy zakres tych redukcji zależy od wybranej lokalizacji pętli tramwajowej.

Redukcje te będą w pełni możliwe po zrealizowaniu 2 etapu.

9. Budowa trasy tramwajowej może wymusić dodatkową przesiadkę dla:
   a. pasażerów z ul. Słowiańskiej, Połabskiej i Umultowskiej dojeżdżających do ścisłego centrum;
   b. tych pasażerów z ul. Łużyckiej i Naramowickiej, którzy będą poza zasięgiem planowanego tramwaju i będą dojeżdżać do ścisłego centrum;
   c. w ograniczonym zakresie – dla niektórych mieszkańców pozostałej części Winograd, Piątkowa i ul. Piątkowskiej.

   Konieczne jest więc uwzględnienie tej niedogodności i w miarę możliwości jej zredukowanie.
10. Założono wykorzystanie projektu ul. Nowej Naramowickiej w zakresie, w którym nie powodowałby on pogorszenia funkcjonalności lub zwiększenia kosztów obecnego projektu. W szczególności przewidziano zachowanie uzgodnionego już wiaduktu kolejowego – o ile pętla tramwajowa znajdzie się na północ od kolejowej obwodnicy Poznania. Rozważono też zachowanie projektowanego wiaduktu nad planowaną III ramą (węzeł na przecięciu ul. Lechickiej).
11. Założono budowę niezbędnych dla inwestycji jezdni (samochodowych, autobusowych, rowerowych) i chodników. Rozważono też zgłaszane postulaty w zakresie budowy dodatkowej infrastruktury, rozumianej jako niekonieczną z punktu widzenia budowy trasy tramwajowej, ale ważną dla lokalnej społeczności i o sensownym koszcie budowy.
12. Założono wykorzystanie metod ITS do realizacji polityki transportowej, w szczególności bilansowania przepustowości przez bramkowanie ruchu w odpowiednich miejscach i stosowania pełnego bądź wysokiego[1] priorytetu tramwajowego.

1.3. ŹRÓDŁA DANYCH

Niniejsze opracowanie powstało na bazie poprzednich opracowań dotyczących ulicy Nowej Naramowickiej (w tym projektu Fojud / BBF) i analiz związanych z transportem publicznym, zarówno wykonywanych przez uczelnie (Politechnika Poznańska), firmy (np. BIT), jak i organizacje społeczne (np. Inwestycje dla Poznania). Opracowanie wykonano na mapach udostępnionych przez Urząd Miasta Poznania.

Opracowanie zostało wykonane przez zespół z Politechniki Poznańskiej w składzie:
dr inż. Jeremi Rychlewski
mgr inż. Elżbieta Plucińska
mgr inż. Damian Kosicki

[1] Przyjęto następujące stopnie priorytetu:
- priorytet pełny – tramwaj przejeżdża płynnie,
- priorytet wysoki – dopuszcza się opóźnienie przejazdu tramwaju nie większe niż 9 s,
- priorytet częściowy – dopuszcza się opóźnienie przejazdu tramwaju nie większe niż 30 s.

2. STUDIUM TRASY

2.1. PLANOWANA SIEĆ TRANSPORTU PUBLICZNEGO

Propozycja układu linii transportu publicznego zostanie przedstawiona w części 2 opracowania. Realizacja części 1 wymaga jednak przyjęcia pewnych założeń dotyczących przebiegu linii autobusowych i tramwajowych oraz punktów przesiadkowych.

W pierwszym etapie przewiduje się budowę dwóch obiektów inżynieryjnych – wiaduktu kolejowego na kolejowej obwodnicy Poznania (o ile wybrany zostanie wariant z pętlą za tą obwodnicą) oraz wiaduktu nad ul. Lechicką – drogą krajową (DK) 92 (o ile będzie budowany węzeł, a nie skrzyżowanie). Odcinek do planowanego węzła Lechicka jest za krótki aby puszczanie tam tramwaju przed końcem 1 etapu było funkcjonalne. Można natomiast rozważyć uruchomienie tymczasowego połączenia tramwajowego jeżeli pętla byłaby zlokalizowana za obwodnicą kolejową, a na przecięciu z ul. Lechicką przewidziałoby jedynie rozbudowę skrzyżowania. Tymczasowa końcówka powinna być wtedy zlokalizowana w rejonie ul. Błażeja.

Po 1 etapie sieć tramwajowa zapewni jedynie dojazd do ul. Winogrady i dalej do zachodnich skrajów centrum miasta. Ze względu na prawdopodobne zamknięcie dla ruchu ul. Szelągowskiej w czasie realizacji 2 etapu wskazane byłoby skompensowanie braku tego połączenia zwiększeniem ilości pojazdów transportu zbiorowego na trasach objazdowych.

Z powyższych rozważań wyniknął następujący prawdopodobny (ale przewidziany do weryfikacji w 2 części) układ linii tramwajowych:

- W czasie realizacji 1 etapu – skierowanie tramwaju linii nr 3 na pętlę Połabska;
- Pod koniec realizacji 1 etapu – tylko w wariancie z brakiem węzła Lechicka i z pętlą za obwodnicą kolejową – skierowanie na linię nr 3 tramwajów dwukierunkowych i puszczenie jej w relacji Tymczasowa końcówka na ul. Nowej Naramowickiej – Gwarna. Częstotliwość przy obecnym stanie taborowym mogłaby wynosić 7-9 minut.
- W czasie trwania 2 etapu – skierowanie linii 3 i 4 oraz dodatkowej linii tramwajowej o częstotliwości 10 minut w szczycie na nową trasę, pozostawienie linii nr 10 na trasie do pętli Połabska.
- Po realizacji 2 etapu – obsługa nowej trasy 3 liniami tramwajowymi kursującymi co 10 minut w szczycie:
  - A: od strony Ronda Śródka – Szelągowska – Naramowicka – Nowa Naramowicka – Pętla;
  - B: od strony Pl. Wielkopolskiego – Szelągowska – Naramowicka – Nowa Naramowicka – Pętla;
  - C: od strony ul. Winogrady – Przełajowa – Naramowicka – Nowa Naramowicka – Pętla;

  Przy lokalizacji pętli za torami kolejowymi wskazane może być kończenie jednej linii (A lub B) na Naramowicach.

  Na trasie do pętli Połabskiej zakłada się pozostawienie jednej linii o częstotliwości 10 minut w szczycie.

Układ linii autobusowych będzie podlegał zmianom w wyniku uruchomienia trasy tramwajowej. Zmiany te są konieczne dla uzyskania efektywności ekonomicznej, należy jednak pamiętać o negatywnej stronie tych zmian w postaci zwiększenia liczby przesiadek dla niektórych pasażerów. Dokładny układ linii zostanie zaproponowany w wyniku analiz realizowanych w etapie 2, wstępnie jednak przyjęto:

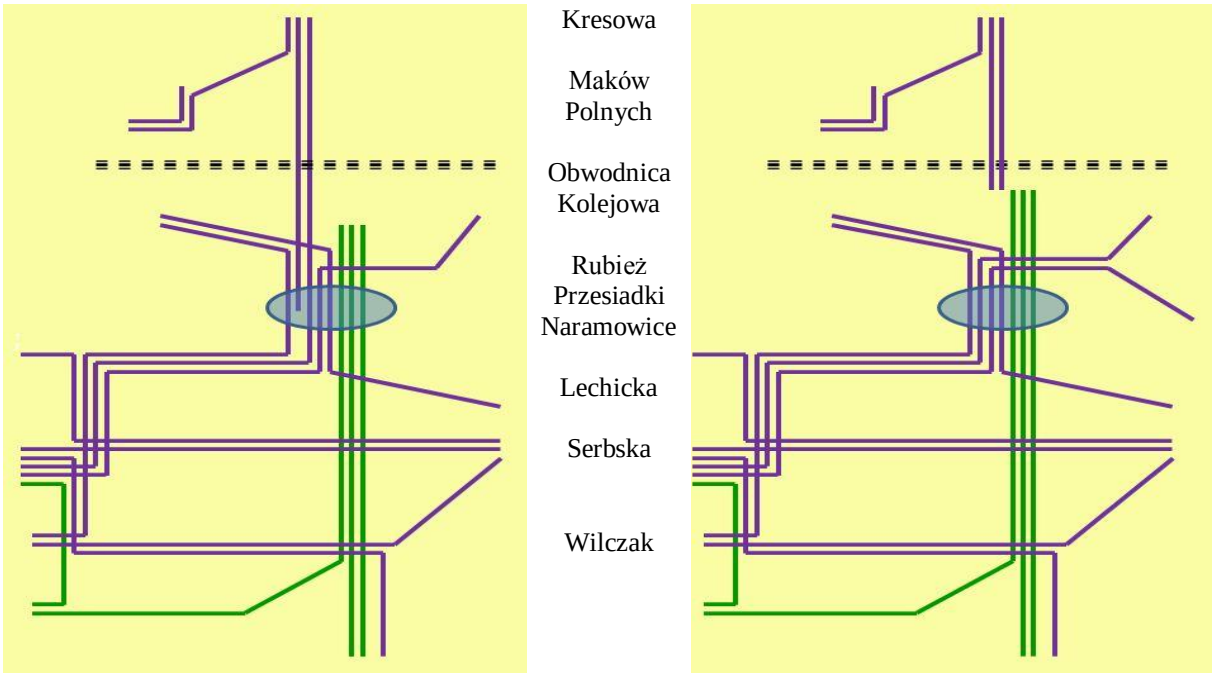
- W czasie realizacji 1 etapu – zmiany linii autobusowych mogą wynikać jedynie z prowadzonych prac;
- Po realizacji etapu 1 (w czasie realizacji etapu 2) – roboty na ul. Szelągowskiej prawdopodobnie wymuszą zamknięcie przejazdu autobusów tą ulicą, w związku z czym wskazane będzie zwiększenie ilości autobusów na ul. Księcia Mieszka I i być może również w kierunku Ronda Śródka; na Naramowicach wskazana jest realizacja docelowego układu linii autobusowych;
- Po realizacji etapu 2 przewiduje się:
    - ograniczenie ruchu autobusów na ul. Szelągowskiej do 1 linii o częstotliwości (na razie oszacowanej orientacyjnie) 20 minut;
    - ograniczenie o 1 linię ilości autobusów jadących ul. Księcia Mieszka I;
    - skierowanie 1 (ewentualnie 2) linii z ul. Słowiańskiej na ul. Wilczak;
    - rezygnację z ruchu autobusów na ul. Naramowickiej na terenie Winograd;
    - skierowanie wszystkich autobusów obsługujących Naramowice (włącznie z Os. Łokietka i Wilczym Młynem) na punkt przesiadkowy przy ul. Sarmackiej;
    - w wariancie z pętlą za obwodnicą kolejową – skierowanie linii autobusowych z Radojewa i Lubczykowej Góry na punkt przesiadkowy w rejonie ul. Bożydara, a następnie do trasy Poznańskiego Szybkiego Tramwaju (PST);
    - zachowanie linii autobusowej obsługującej ul. Rubież;
    - w miarę zapotrzebowania skierowanie linii autobusowej w rejon ul. Karpiej;
    - przygotowanie infrastruktury dla autobusów jadących ul. Bożydara od ul. Naramowickiej w kierunku Warty;
    - rozważenie zwiększenia liczby autobusów jadących przez Most Lecha.

Powyższe rozważania wskazały miejsca przesiadek między autobusami i tramwajami:

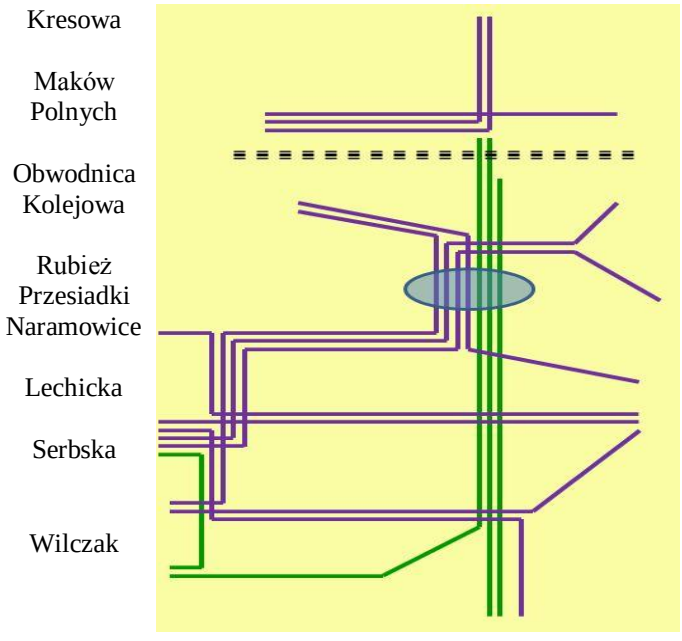
- Wilczak: przesiadka z linii autobusowych w ul. Słowiańskiej – Wilczak;
- Naramowicka / Serbska: przesiadka z linii autobusowych w ul. Serbskiej;
- Naramowice (między ul. Sarmacką i Łużycką): przesiadka z linii i między liniami autobusowymi jadącymi ulicami Łużycką, Naramowicką (w wariancie kończenia trasy tramwajowej przy ul. Jasna Rola), Rubież, Karpią (o ile będzie zapotrzebowanie na tą linię), Lechicką od strony Mostu Lecha, Murawa (dopuszcza się kończenie 1 linii na Os. Wichrowe Wzgórze, choć nie jest to zalecane), Lechicką od strony ul. Umultowskiej (o ile będzie zapotrzebowanie na tą linię, dopuszcza się też trasowanie jednej linii autobusowej w relacji Umultowska – Lechicka – Murawa);
- Jasna Rola: w wariancie kończenia trasy tramwajowej przy ul. Jasna Rola przesiadka z linii autobusowych z ul. Naramowickiej (od strony Radojewa), a dla wszystkich wariantów po zbudowaniu ul. Nowej Stoińskiego: przesiadka z linii autobusowych jadących poprzecznie do trasy tramwajowej tą ulicą;
- Burysława: w wariancie kończenia trasy tramwajowej przy ul. Burysława przesiadka z linii autobusowych z ul. Naramowickiej, kończących w tym miejscu swoją trasę;

- Bożydara: w wariancie kończenia trasy tramwajowej przy ul. Bożydara przesiadka z linii autobusowych z ul. Naramowickiej jadących do trasy PST;

Orientacyjny schemat linii autobusowych i tramwajowych pokazują rys. 2.1-2.2.



Rys. 2.1. Schemat układu linii tramwajowych (na zielono) i autobusowych (na fioletowo) w wariancie budowy pętli Jasna Rola (wariant po lewej) i Burysława (wariant po prawej).



Rys. 2.2. Schemat układu linii tramwajowych (na zielono) i autobusowych (na fioletowo) w wariancie budowy pętli Bożydara.

Dla wariantów sięgających torów kolejowych rozważono także możliwość kształtowania węzła przesiadkowego między tramwajami (i opcjonalnie autobusami) i koleją aglomeracyjną.

2.2. LOKALIZACJA PĘTLI TRAMWAJOWEJ

Realizacja podstawowego celu trasy tramwajowej na Naramowice wskazała na konieczność poprowadzenia tej trasy za węzeł przesiadkowy Naramowice, w dodatku w taki sposób aby zator samochodowy nie zatrzymał autobusów dowożących pasażerów do tramwaju i samochodów jadących na parking Parkuj-i-Jedź. Ponadto założono dążenie do lokalizacji pętli w ramach przestrzeni przewidzianej dla ul. Nowej Naramowickiej bądź na gruntach miejskich lub skarbu państwa. Na rys. 2.3 pokazano opisane niżej analizowane lokalizacje pętli, szczegółowe ich opisy zawarto natomiast w kolejnych rozdziałach.

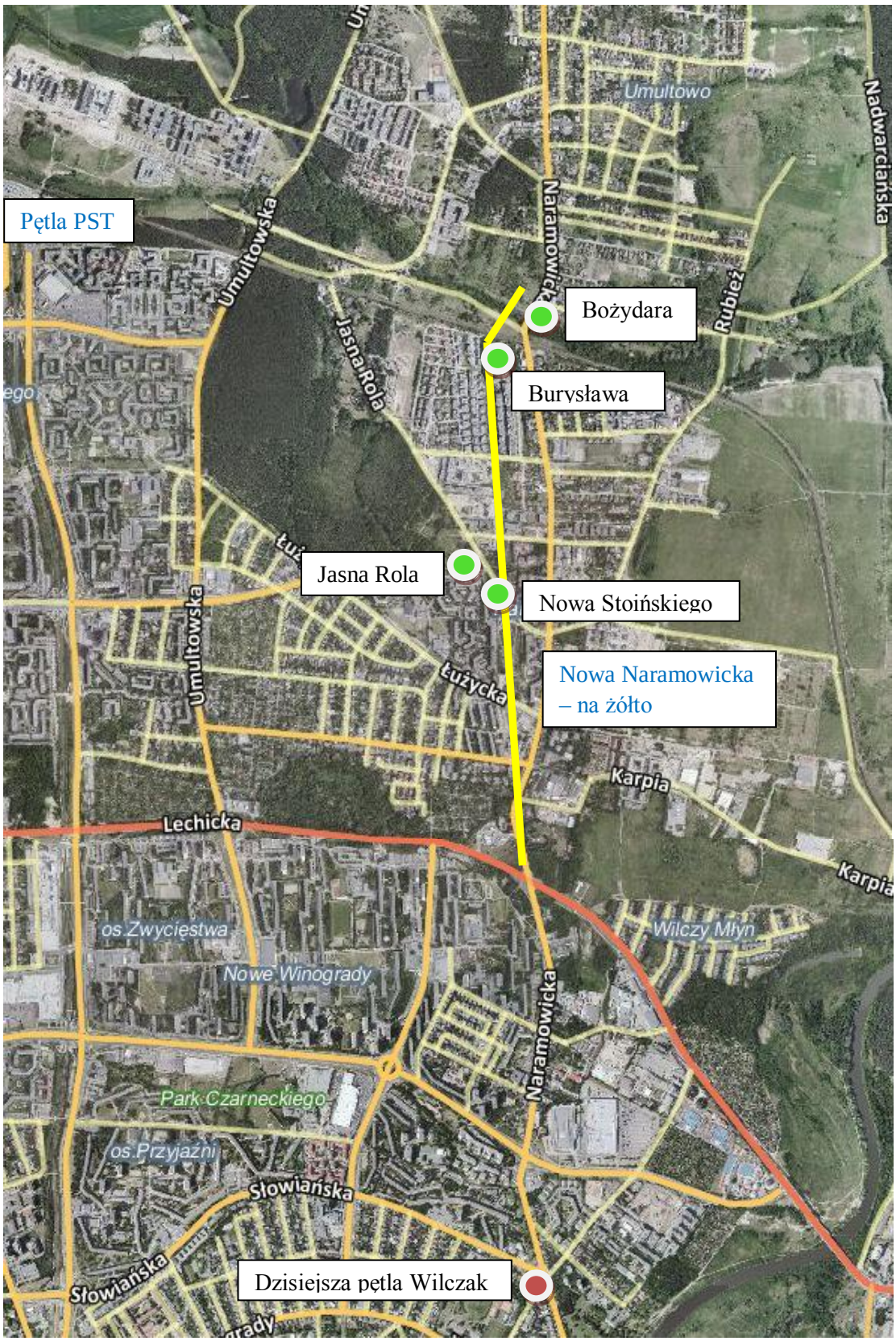
Pierwszym miejscem od strony południowej spełniającym te wymagania była pętla Nowa Stoińskiego. Pętla ta wykorzystywałaby przestrzeń przewidzianą dla budowy ul. Nowej Stoińskiego (miałaby więc charakter tymczasowy) bądź wymagałaby wykupu gruntów. Wadami tej lokalizacji byłyby małe promienie łuków dla jazd bez pasażerów (R = 22 m – niezalecane przez MPK Poznań i ZTM Poznań) bądź alternatywnie konieczność zerwania dzierżawy gruntu, kolizja pętli z jezdnią samochodową ul. Jasna Rola, trudności z lokalizacją parkingu Parkuj-i-Jedź i możliwość zatrzymania autobusów w zatorze samochodowym. Wariant został też oceniony negatywnie przez mieszkańców z racji nieobjęcia zasięgiem tramwaju części Naramowic.

Poprowadzenie torowiska tramwajowego ul. Jasna Rola przez ok. 150 m prowadzi do miejsca pozwalającego ukształtować rozległą pętlę tramwajową z parkingiem Parkuj-i-Jedź wewnątrz tej pętli. Założenie ograniczenia inwestycji do gruntu miejskiego wymagałoby poprowadzenia torowiska śladem dzisiejszej ulicy Jasna Rola, częściowo jako torowisko tramwajowo-samochodowe. Wadami tej lokalizacji byłyby przecięcie z ul. Nową Stoińskiego poza obszarem skrzyżowania z ul. Nową Naramowicką, krótki fragment torowiska tramwajowo-samochodowego i możliwość zatrzymania autobusów w zatorze samochodowym. Wariant został też oceniony negatywnie przez mieszkańców jako zajmujący cenny dla nich teren zielony i z racji nieobjęcia zasięgiem tramwaju części Naramowic.

Szerokość ulicy Nowej Naramowickiej nie pozwala na zmieszczenie pętli, podobnie skrzyżowanie z ul. Błażeja jest zbyt wąskie. Kolejnym miejscem do rozważenia było więc usytuowanie tej pętli tuż przed torami kolejowymi, przy ul. Burysława. Wadami tej lokalizacji byłoby zablokowanie budowy zarówno ul. Nowej Naramowickiej, jak i trasy tramwajowej dalej na północ.

Wadami powyższych lokalizacji jest możliwość zatrzymania autobusów i samochodów jadących na parking Parkuj-i-Jedź na przejeździe kolejowym, a także konieczność wyboru między kierowaniem autobusów z Radojewa do tramwaju przez Naramowice lub do trasy PST. Zaletami powyższych lokalizacji są mniejsze koszty inwestycyjne, wynikające zarówno z mniejszej długości trasy, jak też z braku wiaduktu kolejowego.

Projekt ul. Nowej Naramowickiej kończył się za torami, stąd ostatnią możliwą lokalizacją pętli był rejon ul. Bożydara. Warunki terenowe pozwalają zlokalizować pętlę, ale pojemność jednopoziomowego parkingu Parkuj-i-Jedź byłaby niewystarczająca, stąd konieczne byłoby zapewnienie dobrej przepustowości samochodowej pod wiaduktem kolejowym.



Rys. 2.3. Lokalizacja proponowanych pętli tramwajowych. Źródło mapy: www.poznan.pl

2.3. BILANS PRZEPUSTOWOŚCI

Inwestycja w ulice Naramowicką i Nową Naramowicką daje szansę na poprawienie i uporządkowanie ruchu samochodowego. Wskazane jest jednak, aby zator obserwowany dziś na Naramowicach nie przemieścił się, pogarszając warunki ruchu na Winogradach czy DK92. Należy więc wykonać bilans przepustowości i na teren Winograd wpuszczać tylko taką liczbę pojazdów, jaką są w stanie przepuścić kolejne skrzyżowania.

Kluczowa dla bilansu przepustowości była linia II ramy. W ramach tego kordonu dla ulicy Lechickiej kluczowe było skrzyżowanie Most Lecha – Hlonda – Bałtycka: skrzyżowanie to:

- przyjmie z analizowanego terenu ok. 2500 poj./h, w tym:
  - z ul. Serbskiej 1300 poj./h,
  - z ul. Lechickiej 1200 poj./h;
- wypuści w kierunku analizowanego terenu ok. 2900 poj./h, w tym:
  - na ul. Serbską 1500 poj./h,
  - na ul. Lechicką 1400 poj./h.

Kolejnym istotnym skrzyżowaniem było skrzyżowanie ulic Serbskiej i Naramowickiej. Skrzyżowanie to jest w stanie przyjąć od strony Naramowic 800 poj./h, a w kierunku Naramowic wypuścić 900 poj./h.

Trzecim skrzyżowaniem bilansującym natężenie było skrzyżowanie Lechicka – Umultowska, założono, że przeniesie ono z ul. Lechickiej ruch 1000 poj./h szczytu. Zgodnie z postulatami Rady Osiedla przewidziano też wariant rozbudowy ul. Lechickiej do 2 pasów – w tym wariancie opisywane skrzyżowanie byłoby w stanie przyjąć z ul. Lechickiej 2300 poj./h szczytu.

Pomiędzy opisanymi wyżej skrzyżowaniami a skrzyżowaniem (węzłem) Lechicka – Naramowicka są skrzyżowania z ulicami klasy L (Wilczak, Włodarska), ulice te według dokumentów miejskich nie powinny przejmować ruchu tranzytowego, więc nie uwzględniono ich w bilansie przepustowości. Założono też, że ulica Murawa (klasy Z) nie powinna być nadmiernie obciążona, w związku z tym przewidziano że przejmie z Naramowic jedynie 200 poj./h. Elementem węzła jest ulica Nowokarpia, założono że z tej ulicy obciążenie ruchem samochodowym wyniesie 200 poj./h szczytu, a z osiedla Wilczy Młyn – 100 poj./h (należy jednak zaznaczyć, że są to małe wartości). Spodziewany rozkład natężenia ruchu uwzględniający bramkowanie dostępu od strony Naramowic i ul. Nowokarpiej przedstawiono w tabeli 2.1. Ze względu na nierównomierność ruchu przewidziano możliwość wahań natężenia ruchu, w związku z tym wartości przyjmowane do projektowania zwiększono o 20%, co pokazuje tabela 2.2.

Kolejnym skrzyżowaniem istotnym dla rozkładu ruchu było skrzyżowanie z ul. Łużycką (a w przyszłości – z Nową Stoińskiego). Spodziewany rozkład ruchu na tym skrzyżowaniu pokazuje tabela 2.3.

Rozkład ruchu zmieni się jeżeli zostanie poszerzone skrzyżowanie ulic Lechickiej i Umultowskiej. Spodziewany rozkład natężenia ruchu dla takiego kształtu sieci ulicznej przedstawiono w tabelach 2.4-2.6.

Tabela 2.1. Rozkład ruchu na szeroko rozumianym węźle z ul. Lechicką.

Z / Do	ul.Lechicka od zachodu	ul.Naramowicka od północy	ul. Nowokarpia	ul.Lechicka od wschodu	ul.Naramowicka od południa	ul. Murawa
ul. Lechicka na zachód	X	200	50	600	100	50
ul.Naramowicka na północ	200	X	---	750	600	200
ul. Nowokarpia	50	---	X	50	50	50
ul. Lechicka na wschód	600	550	50	X	50	50
ul.Naramowicka na południe	100	600	50	50	X	---
ul. Murawa	50	200	50	50	---	X
Razem	1000	1550	200	1500	800	300

Tabela 2.2. Rozkład ruchu na szeroko rozumianym węźle z ul. Lechicką z uwzględnieniem współczynnika nierównomierności.

Z / Do	ul.Lechicka od zachodu	ul.Naramowicka od północy	ul. Nowokarpia	ul.Lechicka od wschodu	ul.Naramowicka od południa	ul. Murawa
ul. Lechicka na zachód	X	240	60	720	120	60
ul.Naramowicka na północ	240	X	---	900	720	240
ul. Nowokarpia	60	---	X	60	60	60
ul. Lechicka na wschód	720	660	60	X	60	60
ul.Naramowicka na południe	120	720	60	60	X	---
ul. Murawa	60	240	60	60	---	X
Razem	1200	1860	240	1800	960	420

Tabela 2.3. Rozkład ruchu na przecięciu ciągu ul. Łużyckiej (Nowej Stoińskiego).

	Przewidywany			Z uwzględnieniem współczynnika nierównomierności		
Z / Do	od południa (Naramowicka)	od zachodu (Łużycka)	od północy (NNaramowicka)	od południa (Naramowicka)	od zachodu (Łużycka)	od północy (NNaramowicka)
na południe (Naramowicka)	X	500	1050	X	600	1260
na zachód (Łużycka)	600	X	400	700	X	440
na północ (NNaramowicka)	1150	250	X	1400	300	X
Razem	1750	750	1450	2100	900	1500

Tabela 2.4. Rozkład ruchu na szeroko rozumianym węźle z ul. Lechicką – wariant z rozbudową skrzyżowania ulic Lechickiej i Umultowskiej.

Z / Do	ul.Lechicka od zachodu	ul.Naramowicka od północy	ul. Nowokarpia	ul.Lechicka od wschodu	ul.Naramowicka od południa	ul. Murawa
ul. Lechicka na zachód	X	600	50	1150	200	50
ul.Naramowicka na północ	600	X	---	200	500	200
ul. Nowokarpia	50	---	X	50	50	50
ul. Lechicka na wschód	1050	100	50	X	50	50
ul.Naramowicka na południe	200	500	50	50	X	---
ul. Murawa	50	200	50	50	---	X
Razem	1950	1400	200	1500	800	300

Tabela 2.5. Rozkład ruchu na szeroko rozumianym węźle z ul. Lechicką z uwzględnieniem współczynnika nierównomierności – wariant z rozbudową skrzyżowania ulic Lechickiej i Umultowskiej.

Z / Do	ul.Lechicka od zachodu	ul.Naramowicka od północy	ul. Nowokarpia	ul.Lechicka od wschodu	ul.Naramowicka od południa	ul. Murawa
ul. Lechicka na zachód	X	720	60	1380	240	60
ul.Naramowicka na północ	720	X	---	240	600	240
ul. Nowokarpia	60	---	X	60	60	60
ul. Lechicka na wschód	1280	120	60	X	60	60
ul.Naramowicka na południe	240	600	60	60	X	---
ul. Murawa	60	240	60	60	---	X
Razem	2360	1680	240	1800	960	420

Tabela 2.6. Rozkład ruchu na przecięciu ciągu ul. Łużyckiej (Nowej Stoińskiego) – wariant z rozbudową skrzyżowania ulic Lechickiej i Umultowskiej.

	Przewidywany			Z uwzględnieniem współczynnika nierównomierności		
Z / Do	od południa (Naramowicka)	od zachodu (Łużycka)	od północy (NNaramowicka)	od południa (Naramowicka)	od zachodu (Łużycka)	od północy (NNaramowicka)
na południe (Naramowicka)	X	350	1050	X	420	1260
na zachód (Łużycka)	350	X	300	400	X	360
na północ (NNaramowicka)	1150	200	X	1220	240	X
Razem	1500	650	1350	1620	660	1620

Rozbudowa ul. Lechickiej dodatkowo ograniczy możliwości jazdy od strony Naramowic w kierunku śródmieścia, natomiast ułatwi jazdę po samych Naramowicach. Krytyczny dla analiz przepustowości jest więc wariant bez rozbudowanej ul. Lechickiej.

Należy zauważyć, że natężenie ruchu na odcinku na północ od ul. Łużyckiej wynikające z bilansu przepustowości (tab. 2.3) przekracza przepustowość obecnej ulicy Naramowickiej. Wielkość tego przekroczenia jest niewielka – wynika z konieczności obsługi ruchu poprzecznego. Potrzebne będą więc skrzyżowania o kształcie umożliwiającym sprawną dystrybucję ruchu związanego z osiedlami naramowickimi na uliczki osiedlowe, a także skierowanie ruchu z ulicy Rubież na odcinki ul. Naramowickiej będące w zasięgu oddziaływania rozbudowy układu ulicznego.

Obecnie ul. Naramowicka na terenie Naramowic charakteryzuje się dużymi zatorami. Zwiększenie przepustowości ograniczy te zatory, ale należy przewidzieć ich istnienie, a może nawet sytuację, że zwiększona przepustowość zostanie skonsumowana większym ruchem samochodowym. Obecnie zatory osiągają długość 1,5 km pojedynczego pasa ruchu, wskazane jest więc założenie możliwości akumulacji tej ilości pojazdów poza trasą przejazdu autobusów i samochodów jadących na parking Parkuj-i-Jedź.

2.4. PARAMETRY TRASY TRAMWAJOWEJ

Propozycja trasy tramwajowej wymaga uwzględnienia pewnych parametrów technicznych, zestawionych poniżej:

- Założono budowę toru zabudowanego. Na odcinkach wspólnego przejazdu tramwajów i autobusów (na torowiskach tramwajowo-autobusowych) i na dłuższych przejazdach poprzecznych jezdni przewidziano zabudowę nawierzchnią samochodową (betonem lub betonem asfaltowym), poza tymi miejscami przewidziano budowę torowiska zabudowanego porostem roślinnym (w dalszej części opracowania nazywanego torowiskiem zielonym). Ze względu na bliskość zabudowy założono stosowanie cichego torowiska – z wibroizolacją i profilami około szynowymi. W razie budowy pętli tymczasowej dopuszczono stosowanie torowiska niezabudowanego.
- Szerokość toru wynosi 1435 mm, szerokość taboru tramwajowego wynosi maksymalnie 2440 mm.
- Odległość od osi szyny do krawędzi peronu powinna wynosić 1310 mm, do przeszkody punktowej 1700 mm, a do przeszkody o długości ponad 3 m – 1900 mm.
- Szerokość torowiska tramwajowego powinna wynosić minimalnie 5,3 m (ale wtedy liczone bez skrajni, słupy trakcyjne trzeba zlokalizować poza torowiskiem, a samo torowisko musi być nieklasyczne, w Poznaniu wartość ta jest zwiększana o 0,1 m), wydzielonego torowiska – 6,9 m (w tym po 0,75 m zewnętrznego pasa bezpieczeństwa), a w razie lokalizacji słupów trakcyjnych w międzytorzu – 7,9 m. Na rysunkach pomijano niekiedy skrajnię (wchodziła w skład terenów zielonych), co ograniczało szerokość torowiska wydzielonego ze słupami do 6,4 m. W związku z dokładnością opracowania na rysunkach stosowano:
  - minimalną szerokość torowiska 5,5 m;
  - minimalną szerokość konstrukcji torowiska 6,0 m;
  - minimalną szerokość torowiska ze słupami na międzytorzu bez uwzględnienia skrajni 6,5 m;
  - minimalną szerokość toru pojedynczego 3,0 m;
  - minimalną szerokość konstrukcji toru pojedynczego 3,5 m.

- Szerokość torowiska tramwajowo-autobusowego lub tramwajowo-samochodowego bez słupów między torami przyjęto równą 8,0 m (w tym po 0,75 m skrajni zewnętrznej), lub bez skrajni 6,50 m (według wytycznych dla takich torowisk szerokość powinna wynosić 6,44 m).
- Długość peronów tramwajowych powinna wynosić 45 m, a autobusowych – 20 m; szerokość peronów tramwajowych powinna wynosić 4,5 m wliczając skrajnie, dla autobusów dopuszczono zwężenie do 3,5 m.
- Wysokość peronów tramwajowych nad główkę szyny powinna wynosić 22 cm, co dla pochylenia 8% daje długość rampy łączącej peron z przejściem przez tory równą 2,75 m.
- Dojścia na perony powinny być projektowane z obu stron i z obu krańców, z dopuszczeniem wyjątków w sytuacjach uzasadnionych brakiem ruchotwórczego zagospodarowania terenu.
- Perony powinny być wyposażone w:
  - obowiązkowo wiaty peronowe i rozkłady jazdy,
  - ławki, kosze na śmieci i system dynamicznej informacji pasażerskiej o ile nie będzie konieczności redukowania kosztów.
- Maksymalne pochylenie podłużne torowiska nie powinno przekraczać 5%, a na przystanku i rozjazdach – 2,5%. Na dojeździe do wiaduktu lub tunelu pochylenie podłużne torowiska nie powinno przekraczać 3%.
- Minimalny promień łuku poziomego wynosi 25 m. Na szlaku promień łuku poziomego nie powinien być mniejszy niż 50 m (zalecane są wartości co najmniej 150 m), a w razie jednoczesnego występowania łuku poziomego i pionowego – 200 m. Założono stosowanie:
  - na szlaku poza skrzyżowaniami, pętlami i węzłami sieci tramwajowej promienie co najmniej 300 m;
  - na skrzyżowaniach przy zmianie kierunku jazdy promienie co najmniej 25 m, czyli tyle ile wynosi wartość minimalna;
  - na skrzyżowaniach bez zmiany kierunku jazdy promienie co najmniej 50 m (wartość minimalna wynosi 50 m, zalecana 150 m);
  - na pętlach dla przejazdów z pasażerami promienie co najmniej 25 m, czyli tyle ile wynosi wartość minimalna;
  - na pętlach dla przejazdów bez pasażerów promienie co najmniej 25 m, jedynie na pętli Nowa Stoińskiego rozważano promienie 22 m (dopuszczalne dla zajezdni i jazd gospodarczych – należy zaznaczyć że stosowane również w trudnych miejscach na sieci tramwajowej miasta Poznania pod ruchem pojazdów niskopodłogowych);
  - na pętlach dla toru pozwalającego na jazdę wokół pętli promienie co najmniej 22 m – tor z racji małej intensywności użytkowania potraktowano jako gospodarczy.
- Przechyłkę dobierano zgodnie z wytycznymi projektowania torów tramwajowych, zaleca się jednak rozważenie szerszego stosowania przechyłek w celu zwiększenia żywotności torowiska.
- Założono przyspieszanie i opóźnianie tramwaju z przyspieszeniem 1,2 m/s^2.
- Założono stosowanie rozjazdów:
  - na pętlach – stosowanie rozjazdów standardowych o promieniu 50 m, z zaleceniem zastosowania na etapie projektu budowlanego rozjazdów o promieniu 100 m o ile będzie to możliwe;

- na węzłach tramwajowych – stosowanie rozjazdów o promieniu 100 m.
- Przewidziano projektowanie geometrii trasy dla 70 km/h, ale z uwzględnieniem zatrzymywania się na przystankach i jazdy z prędkością 10-15 km/h przez rozjazdy.

Z racji możliwości kursowania tramwajów z prędkościami do 70 km/h należy przewidzieć odpowiedni system sterowania ruchem. System ten powinien ograniczać intensywność ruchu tramwajowego do 1 tramwaju na tor między przystankami, a także chronić przed wypadkami z pojazdami i pieszymi. Zaproponowano następujące zasady:

- przy prędkości do 30 km/h (droga hamowania 30 m) nie ma potrzeby stosowania sygnalizacji, chyba że wynika to z kształtu skrzyżowania;
- przy prędkości 40-50 km/h (droga hamowania 50 – 80 m) wskazane jest zastosowanie sygnalizacji świetlnej;
- przy prędkości 60-70 (droga hamowania 115 – 160 m) wskazane jest stosowanie sygnalizacji świetlnej z dźwiękową na przejściach i półrogatek na przejazdach samochodowych – półrogatki te powinny opaść 8 s przed przejazdem tramwaju (4 s po zapaleniu się czerwonego światła dla pojazdów), a przejazd powinien mieć kontrolę zajętości (w razie stwierdzenia zajętości po opadnięciu rogatek motorniczy powinien być ostrzeżony o tym problemie); wskazane jest też opłotowanie torowiska od strony zabudowy mieszkaniowej i terenów zielonych.

Wskazane jest stosowanie sygnałów wyprzedzających dla motorniczych – motorniczy powinien uzyskać informację o przygotowywanym dla niego sygnale jedź:

- przy prędkości do 30 km/h – 4 s przed spodziewanym przejechaniem linii zatrzymania,
- przy prędkości do 40 km/h – 6 s przed spodziewanym przejechaniem linii zatrzymania,
- przy prędkości do 50 km/h – 7 s przed spodziewanym przejechaniem linii zatrzymania,
- przy prędkości do 60 km/h – 8 s przed spodziewanym przejechaniem linii zatrzymania z kontrolą zajętości miejsca kolizji strumieni ruchu,
- przy prędkości do 70 km/h – 9 s przed spodziewanym przejechaniem linii zatrzymania z kontrolą zajętości miejsca kolizji strumieni ruchu.

Pętle tramwajowe powinny sąsiadować z parkingami Parkuj-i-Jedź, Parkuj-Rower-i-Jedź oraz miejsc do zatrzymania samochodów podwożących lub pobierających pasażerów tramwajów. Ze względu na małe wymiary parkingów rowerowych i miejsc do zatrzymania samochodów podwożących nie wskazywano ich na rysunkach pętli, muszą być jednak one uwzględnione w projekcie budowlanym.

2.5. PARAMETRY ULIC

Budowa trasy tramwajowej wymusi też zmiany w infrastrukturze przeznaczonej dla innych użytkowników ulicy. Parametry tej infrastruktury w części zależą od klasy ulicy, w związku z tym poniżej zestawiono klasy poszczególnych ulic:

- ulice klasy GP: Serbska, Lechicka;
- ulice klasy G: Szelągowska, Naramowicka (poza odcinkiem równoległym do Nowej Naramowickiej), Nowa Naramowicka;
- ulice klasy Z: Słowiańska, Murawa, Nowa Karpia, Nowa Stoińskiego, Bożydara (tymczasowo funkcję ulic Nowej Stoińskiego i Bożydara pełnią ulice Łużycka i Dzięgielowa);

- ulice klasy L: Wilczak, Czarna Rola, Włodarska, Hawelańska (Ziarnista), Karpia, Sarmacka, Łużycka, Naramowicka (na odcinku równoległym do Nowej Naramowickiej), Sielawy, Jasna Rola, Rubież, Błażeja, Dzięgielowa;
- ulice klasy D: Przełajowa, Dworska, Bolka.

Poniżej zestawiono stosowane w tym opracowaniu szacunkowe parametry jezdni i chodników, zależne od klasy ulicy:

- prędkości projektowe:
  - ulice Lechicka i Serbska 70 km/h,
  - ulica Szelągowska przy ul. Słowiańskiej 50 km/h,
  - ulica Naramowicka między ul. Słowiańską i Lechicką oraz na północ od torów kolejowych 50 km/h,
  - ulica Nowa Naramowicka 70 km/h, ale jeżeli wzdłuż jezdni zostaną wyznaczone miejsca postojowe, a także w rejonie pętli Burysława (o ile zostanie wybrana) – 50 km/h,
  - ulica Nowa Naramowicka jako jezdnia parkingu Parkuj-i-Jedź – 30 km/h,
  - ulica Naramowicka na północ od węzła Lechicka opcjonalnie 30 - 50 km/h, w zależności od przyjętego rozwiązania,
  - ulice klasy Z oraz ulice Wilczak, Łużycka, Rubież – 50 km/h,
  - pozostałe ulice klasy L, ulice klasy D i ulice wewnętrzne – 20-30 km/h;
- szerokość zewnętrznych pasów ruchu samochodowego na wprost oraz pasów do skrętu:
  - 3,50 m dla klasy GP,
  - 3,25 m dla klasy G (z racji uspokojenia ruchu i ponieważ takie wartości obowiązywały przed nowelizacją Rozporządzenia),
  - 3,25 m dla pasów prowadzących ruch autobusowy lub intensywny ruch samochodów ciężarowych na ulicach klasy Z i L,
  - 3,00 m dla klasy Z,
  - 2,75 m dla klasy L,
  - 2,50 m dla klasy D i dróg wewnętrznych;
- szerokość wewnętrznych pasów ruchu samochodowego na wprost:
  - 3,50 m dla klasy GP,
  - 3,00 m dla klasy G,
  - 2,75 m dla klasy Z;
- szerokość pasa rowerowego: minimum 1,50 m; szerokość jezdni rowerowej: 2,50-3,00 m, z możliwością zwiększenia w uzasadnionych sytuacjach;
- szerokość chodnika: minimum 1,50 m, przy parkingu lub jezdni samochodowej minimum 2,0 m;
- szerokość pasa zieleni niskiej minimum 1,0 m; szerokość pasa zieleni wysokiej minimum 3,0 m;
- skrajnie poziome jezdni samochodowej 0,5 m, a jezdni rowerowej lub pasa rowerowego – 0,2 m;
- promienie łuków poziomych minimum:
  - 200 m dla prędkości 70 km/h,
  - 140 m dla prędkości 60 km/h,
  - 80 m dla prędkości 50 km/h,
  - 30 m dla prędkości 30 km/h;

- promienie wewnętrznych łuków poziomych krawężników minimum:
  - 10 m dla ulic klasy GP,
  - 8 m dla ulic klasy G i Z,
  - 6 m dla ulic klasy L i D;
- promienie łuków poziomych rowerowych minimum 30 m dla tras głównych, 20 m dla pozostałych tras i 2 m na skrzyżowaniach dla rowerzystów skręcających.

Dla szacowania pojemności parkingów Parkuj-i-Jedź przyjęto dwie wielkości miejsc postojowych: 4,5 x 3,0 m dla parkowania prostopadłego oraz 6,5 x 2,5 m dla parkowania równoległego. Większe wymiary miejsc uwzględniają statystycznie potrzebę lokalizacji miejsc dla niepełnosprawnych, a także wynikają z wymiarów pojazdów, ale również z sygnalizowanej przez kierowców niechęci do stawania w miejscach wąskich, czyli zgodnych z wymaganiami – tymczasem parkingi Parkuj-i-Jedź mają zachęcać do stawania. Parkingi te powinny też posiadać miejsca dla niepełnosprawnych, ze względu na dokładność opracowania pominięto ich lokalizowanie.

2.6. ORIENTACYJNE KOSZTY BUDOWY

W niniejszym podrozdziale zestawiono orientacyjne koszty budowy elementów trasy. Koszty te należy traktować jako wstępne oszacowanie służące jedynie do porównania wariantów:

- koszt 1 km dwutorowej trasy tramwajowej:
  - torowisko zabudowane nawierzchnią samochodową, ciche: 16 mln zł,
  - torowisko zabudowane nawierzchnią samochodową: 13 mln zł,
  - torowisko zielone, ciche: 10 mln zł,
  - torowisko niezabudowane: 5 mln zł,
  - przejście dla pieszych lub przejazd rowerowy: 4 mln zł dodatkowo,
  - trakcja tramwajowa: 0,6 mln zł,
  - podstacje trakcyjne: 4,5 mln zł;
  - odzysk materiałów z likwidowanego torowiska 1/4 ceny nowych;
- koszty rozjazdów za 1 sztukę:
  - rozjazd: 200 tys. zł,
  - skrzyżowanie torów: 50 tys. zł;
- koszty peronów za 1 sztukę: 75 tys. zł;
- koszty dodatkowego wyposażenia peronów za 1 sztukę: 200 tys. zł;
- koszt jezdni:
  - budowy jezdni samochodowej dla ruchu ciężkiego 1,0 tys. zł / m^2,
  - budowy jezdni samochodowej dla ruchu lekkiego 0,7 tys. zł / m^2,
  - remontu jezdni samochodowej dla ruchu ciężkiego 0,5 tys. zł / m^2,
  - remontu jezdni samochodowej dla ruchu lekkiego 0,4 tys. zł / m^2,
  - budowy wysepki, jezdni rowerowej lub chodnika 0,3 tys. zł / m^2,
  - budowy miejsc parkingowych 0,4 tys. zł / m^2,
- koszt zieleni ulicznej 0,2 tys. zł / m^2;
- koszt sygnalizacji świetlnej 300 tys. zł / skrzyżowanie;
- koszt wiaduktów:
  - jednoprzęsłowy wiadukt 10 mln zł,

- dodatkowe przęsła 3 mln zł każde,
- wiadukt kolejowy 30 mln zł;

- koszty dodatkowe 5 mln zł / km.

3. SKRZYŻOWANIE SZELĄGOWSKA – PRZEŁAJOWA – SŁOWIAŃSKA – NARAMOWICKA – WILCZAK

3.1. ZAŁOŻENIA

Skrzyżowanie stanowi przecięcie ulic klasy G (Szelągowska, Naramowicka), Z (Słowiańska), L (Wilczak) i D (Przełajowa – zakończona ślepo, co uniemożliwia pojazdom wjazd na skrzyżowanie). Znajduje się na nim pętla Wilczak trasy tramwajowej z ul. Przełajowej, obsługiwana kursującą z 20-minutową[2] częstotliwością linią nr 3, oraz przystanki autobusowe linii jadących w relacji Szelągowska – Słowiańska (linie nr 74, 90 – 10 par autobusów w godzinie szczytu) i linii jadących w relacji Szelągowska – Naramowicka (linie nr 47, 51, 67, 83, 911 – 15 par autobusów w godzinie szczytu), obie relacje mają perony przystankowe na ul. Szelągowskiej. Po wschodniej stronie ulicy Szelągowskiej wyznaczono jezdnię rowerową, a po wschodniej stronie ul. Naramowickiej wyznaczono jezdnię pieszo-rowerową. Na skrzyżowaniu działa sygnalizacja świetlna z dwoma podstawowymi fazami sygnałowymi.

Analizowane skrzyżowanie przez część 1 etapu będzie miało zamknięty wlot ul. Słowiańskiej, natomiast w 2 etapie przebudowie ulegnie pozostała część skrzyżowania. W 1 etapie zachowane zostaną połączenia autobusowe w relacji Szelągowska – Naramowicka, natomiast w 2 etapie utrzymane powinno być kursowanie tramwaju. W 2 etapie wskazane też będzie utrzymanie ruchu autobusowego na nowej relacji Słowiańska – Wilczak. Docelowo należy się spodziewać:
- 2 linii tramwajowych w relacji Naramowicka – Szelągowska,
- 1 linii tramwajowej w relacji Naramowicka – Przełajowa,
- 1 linii autobusowej w relacji Słowiańska – Szelągowska,
- 1-2 linii autobusowych w relacji Słowiańska – Wilczak.

3.2. UKŁAD TOROWY

Obecnie układ torowy obejmuje pętlę Wilczak z torowiskiem w ul. Przełajowej. Bliskość pętli Połabska i układ sieci tramwajowej w dalekosiężnych planach, a także dostępność tej pętli tylko od strony ul. Przełajowej powoduje jej małe znaczenie w przyszłości – w związku z tym przewidziano jej likwidację w 1 etapie, z możliwością sprzedaży gruntu.

W 1 etapie przewiduje się zabudowę torowiska w relacji Przełajowa – Naramowicka, obejmującą:
- przebudowę torowiska w ul. Przełajowej od km – 0+050 do km 0+177 jako torowiska zielonego;
- budowę torowiska od km 0+177 do km 0+227 jako torowiska zabudowanego nawierzchnią dla samochodową;

[2] O ile nie jest wspomniane inaczej, intensywności godzinne odnoszą się do godzin szczytowych

- budowę 1 rozjazdu pojedynczego dwutorowego (z ruchowego punktu widzenia: 2 rozjazdów i 1 skrzyżowania torów) – jest to przygotowanie do realizacji 2 etapu, zakres zabudowania winien być taki aby można było utrzymać ruch tramwajowy w 2 etapie;
- budowę torowiska od km 0+227 do km 0+300 jako torowiska zielonego;
- dobudowanie 4 przejść dla pieszych (miejscami łącznie z przejazdami rowerowymi), w tym 1 na konstrukcji torowiska zabudowanego nawierzchnią samochodową;

Na skrzyżowaniu trasę poprowadzono łukiem o promieniu 75 m bez przechyłki. Promień ten ograniczy prędkość do 25 km/h, ograniczenie to jest uzasadnione sąsiedztwem rozjazdów i przystanku. Zaleca się jednak rozważenie na etapie projektu budowlanego zwiększenie tego promienia do 100 m.

Na ul. Przełajowej szerokość torowiska dostosowano do istniejącej tam obecnie, natomiast na ul. Naramowickiej przewidziano torowisko wydzielone ze słupami trakcyjnymi w środku.

3.3. CIĄGI PIESZE I ROWEROWE

Przewidziano zlokalizowanie 2 peronów tramwajowych naprzeciwko siebie na ul. Naramowickiej i 2 peronów autobusowych naprzeciwko siebie na ul. Słowiańskiej. Taka ich lokalizacja minimalizuje zarówno długość przejścia między peronami, jak też ilość kolizji przesiadających się pasażerów z ruchem kołowym. Przejścia na perony tramwajowe przewidziano z obu stron. Poza nowymi ciągami wynikającymi z lokalizacji peronów zakładano zachowanie istniejącego układu chodników.

Dla rowerzystów w 1 etapie wyznaczono pasy rowerowe na ul. Słowiańskiej, kończące się śluzą rowerową przed analizowanym skrzyżowaniem. Rozwiązania rowerowe na ul. Naramowickiej zależą od przyjętego układu, opisanego w rozdziale 4.

3.4. JEZDNIE SAMOCHODOWE

W etapie 1 przewidziano przebudowę ul. Słowiańskiej poprzez jej poszerzenie o 3,25 m w celu ukształtowania zatoki przystankowej, a w dalszej części o 1,5 m dla wyznaczenia pasa rowerowego. Długość przebudowy ok. 120 m wynika z potrzeby zapewnienia pasów segregujących ruch o odpowiedniej długości. Na ul. Słowiańskiej licząc od strony południowej przewidziano:

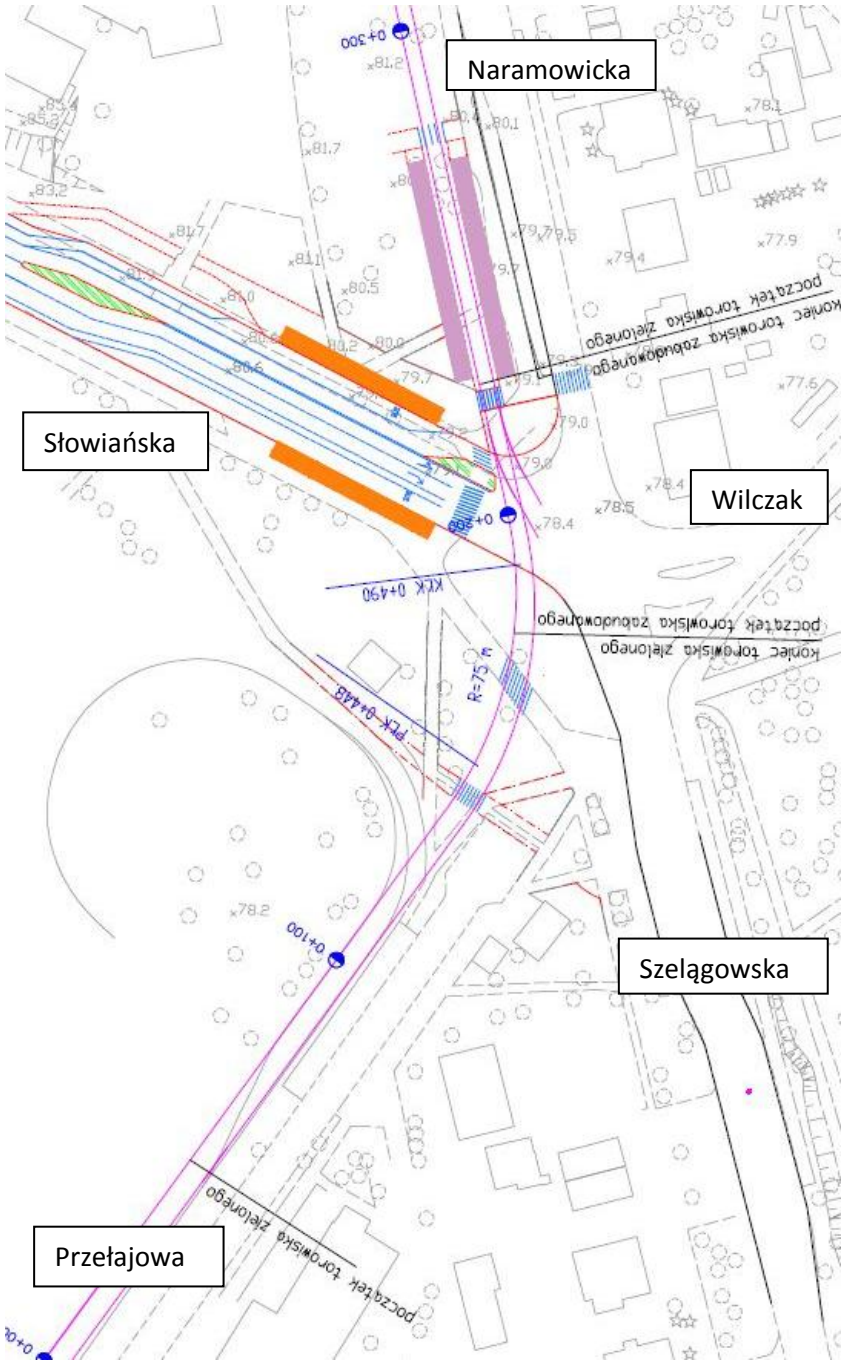
- pas autobusowy (buspas) szerokości 3,25 m kończący się śluzą,
- pas rowerowy szerokości 1,50 m kończący się śluzą,
- pas do skrętu w prawo szerokości 3,00 m,
- pas do jazdy na wprost i w lewo szerokości 3,00 m,
- pas wylotowy o szerokości 3,25 m,
- pas autobusowo-rowerowy o szerokości 3,25 m przechodzący w pas rowerowy o szerokości 1,50 m.

Rezygnacja z wydzielenia pasa do skrętu w lewo uzasadnia się małym natężeniem ruchu na wprost i w lewo – w takich warunkach brak wydzielonego pasa umożliwi bardziej efektywne sterowanie sygnalizacją świetlną.

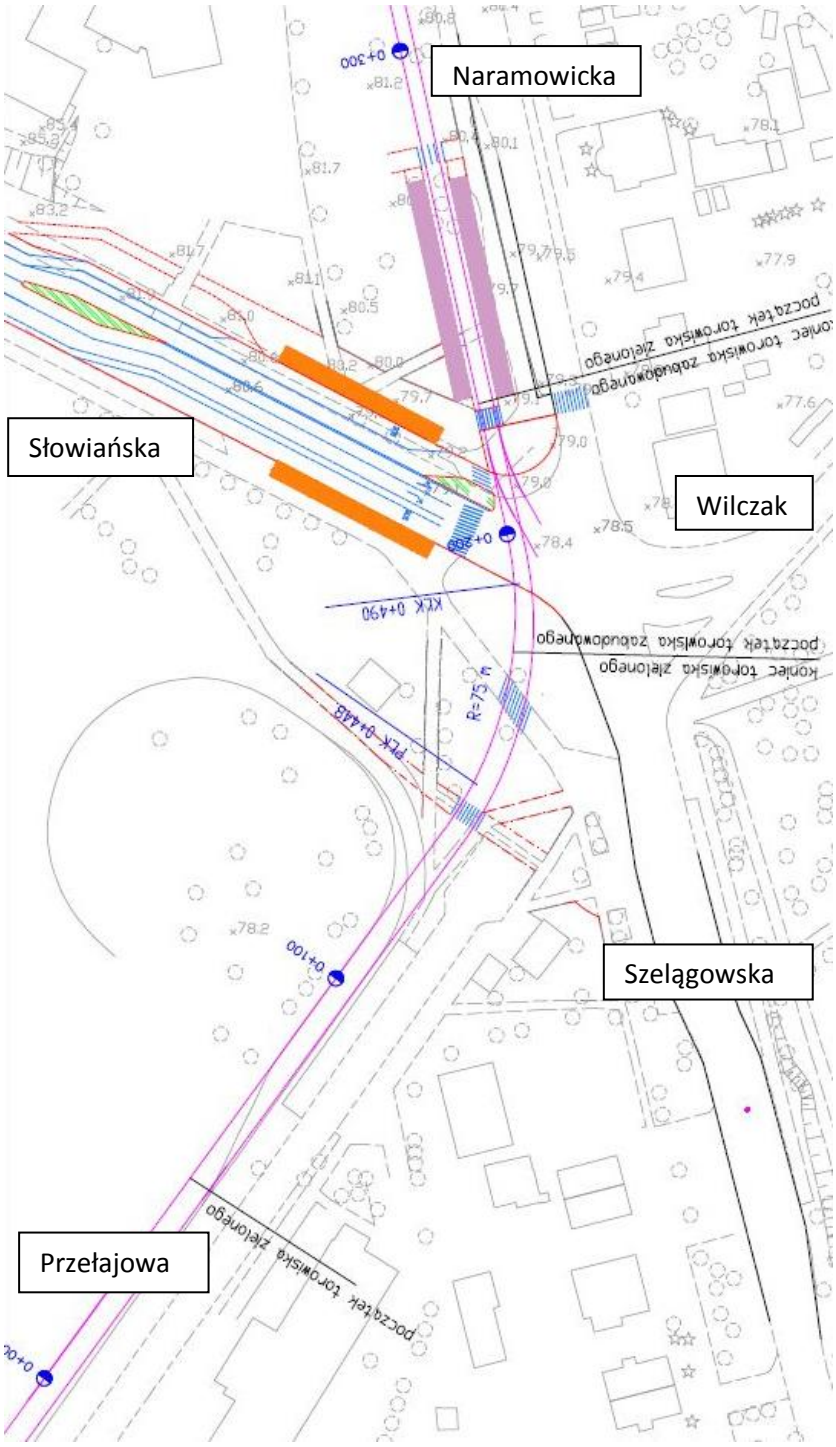
Możliwe jest też przebudowanie w 1 etapie ul. Naramowickiej, zgodnie z opisem w rozdziale 4.

3.5. UKŁAD GEOMETRYCZNY SKRZYŻOWANIA

Układ geometryczny skrzyżowania sprawdzono dla różnych wariantów organizacji ruchu, proponuje się rozwiązanie przedstawione na rys. 3.1 (po realizacji etapu 1) i 3.2 (po realizacji etapu 2).



Rys. 3.1. Proponowany układ geometryczny skrzyżowania
Naramowicka – Szelągowska – Słowiańska – Wilczak – Przełajowa po realizacji 1 etapu.



Rys. 3.2. Proponowany układ geometryczny skrzyżowania
Naramowicka – Szelągowska – Słowiańska – Wilczak – Przełajowa po realizacji 2 etapu.

Budowa trasy tramwajowej wymaga przebudowy sygnalizacji, zarówno w 1, jak i w 2 etapie. Przewidziano też budowę sygnalizacji na przejściu dla pieszych 0+277 – można rozważyć rezygnację z sygnalizacji na przejściu jeżeli prędkość tramwajów na ul. Naramowickiej nie przekroczy 50 km/h, a tramwaj będzie miał pierwszeństwo. Tramwaj na sygnalizacji powinien mieć priorytet pełny lub, dla tramwaju ruszającego z przystanku,

wysoki, z dopuszczeniem rezygnacji z priorytetu dla tramwaju jadącego szybciej niż przewiduje rozkład jazdy.

3.6. ZESTAWIENIE KOSZTÓW

W tabeli 3.1 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów przebudowy opisywanego skrzyżowania w 1 etapie.

Tabela 3.1. Orientacyjny koszt realizacji etapu 1 na skrzyżowaniu ulic Szelągowskiej, Przełajowej, Słowiańskiej, Naramowickiej i Wilczak.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zielonego	km	0,30	3.000
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią samochodową	km	0,05	650
Budowa rozjazdu (rozjazdów i skrzyżowań torów)	szt.	3	450
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,21	1.070
Budowa peronów z wyposażeniem	szt.	4	1.000
Rozbudowa jezdni samochodowej	m^2	263	265
Remont jezdni samochodowej	m^2	1430	715
Budowa wysepek	m^2	w koszcie jezdni	
Budowa przejść i przejazdów rowerowych przez torowisko	km	0,01	40
Budowa chodników	m^2	420	140
Zagospodarowanie zielenią	m^2	1000	300
Sygnalizacja świetlna – 1 sterownik dla skrzyżowania i wydzielonego przejścia	szt.	1	200
Koszty dodatkowe	km	0,35	1.700
Odzysk nawierzchni pętli tramwajowej	km	0,17	-425
Odzysk rozjazdów tramwajowych	szt.	2	-175
	Razem:		8.930

4. ODCINEK SŁOWIAŃSKA – LECHICKA

4.1. ZAŁOŻENIA

Odcinek Słowiańska – Lechicka obejmuje odcinek trasy od km 0+300 do km 1+500. Na tym odcinku znajdują się 3 skrzyżowania – z ul. Serbską (klasy GP), Czarną Rolą (klasy L) oraz Włodarską i Ziarnistą (klasy L). Torowisko przewidziano obok jezdni samochodowej, inwestycję ograniczono więc do budowy samego torowiska, przejazdów i przejść przez torowisko wraz z sygnalizacją świetlną oraz peronów i dojść. Na ul. Serbskiej zaproponowano przeniesienie peronu dla autobusów jadących w kierunku wschodnim przed skrzyżowanie.

Przewidziano lokalizację 2 przystanków:

- Serbska/Naramowicka z funkcją przesiadkową na autobusy jadące ulicą Serbską, oba perony przewidziano po północnej stronie skrzyżowania;
- Włodarska, z peronami zlokalizowanymi również po północnej stronie skrzyżowania, z dopuszczeniem ich przesunięcia jeszcze dalej na północ.

Zrezygnowano z obecnego przystanku autobusowego Naramowicka.

4.2. UKŁAD W PLANIE

Przewidziano budowę torowiska zielonego ze słupami pośrodku, jedynie na skrzyżowaniach przewidziano stosowanie torowiska zabudowanego nawierzchnią samochodową:

- na ul. Serbskiej od km 0+635 do km 0+700;
- na ul. Włodarskiej od km 1+130 do km 1+150.

W układzie trasy w planie przewidziano następujące łuki:

- od km 0+435 do km 0+635, z łukiem kołowym o promieniu 300 m, przechyłce 131 mm od km 0+505 do km 0+565 i krzywymi przejściowymi o orientacyjnej długości 70 m;
- od km 1+265 do km 1+445, z łukiem kołowym o promieniu 300 m, przechyłce 131 mm od km 1+335 do km 1+375 i krzywymi przejściowymi o orientacyjnej długości 70 m.

Zaleca się sprawdzenie możliwości zwiększenia promieni łuków na etapie projektu budowlanego.

Przewidziano zlokalizowanie 2 peronów tramwajowych naprzeciwko siebie na ul. Naramowickiej i budowę nowego peronu autobusowego na ul. Serbskiej. W rezultacie tych zmian 7 peronów autobusowych z zatokami straci swoją funkcję.

Założono budowę dodatkowych dojść do peronów tramwajowych. Poza tym budowa trasy nie wymaga inwestycji w chodniki oprócz zabudowania 4 przejść. Konieczne będzie też zabudowanie 2 przejazdów samochodowych na wyjazdach ul. Czarna Rola i z Os. Pod Lipami. Uwagi wymaga wyjazd z Os. Pod Lipami, który znajdzie się na łuku z przechyłką 9%. Pochylenie 9% jest odpowiednie dla ulic niskich klas, należy jednak odpowiednio ukształtować geometrycznie okolice tego przejazdu. Wskazane jest też, aby tor zewnętrzny trasy tramwajowej był podniesiony względem toru wewnętrznego tak, aby jezdnia miała na całym przejeździe jednakowe pochylenie.

Trasę w planie przedstawiono w załączniku na rys. Z1 (wariant bez rozbudowy jezdni) i Z2 (wariant z rozbudową jezdni).

4.3. SYGNALIZACJA ŚWIETLNA

Na skrzyżowaniu z ul. Serbską konieczna będzie przebudowa sygnalizacji, a na skrzyżowaniu z ul. Włodarską jej budowa. W obu lokalizacjach obok skrzyżowania znajdują się przystanki, więc prędkość tramwajów nie wymusi specjalnych działań. Dla uzyskania pełnej prędkości wskazanej jest jednak również zabudowanie sygnalizacji tramwajowej:

- na przejściu w km 0+400,
- na wyjeździe w km 0+550 – wskazane jest zastosowanie półrogatek i kontrola zajętości przejazdu,
- na przejściu w km 0+618,
- na przejściu w km 0+757,
- na wyjeździe w km 0+887 (ulica Czarna Rola) – wskazane jest zainstalowanie półrogatek i kontrola zajętości przejazdu,
- na przejściu w km 1+205.

Przebudowa skrzyżowania z ul. Serbską będzie wymagała zmiany układu pasów ruchu na wlocie zachodnim – wydzielenia lewoskrętu i połączenia na jednym pasie strumienia w prawo ze strumieniem na wprost.

Tramwaj na sygnalizacji powinien mieć priorytet pełny lub, dla tramwaju ruszającego z przystanku, wysoki, z dopuszczeniem rezygnacji z priorytetu dla tramwaju jadącego szybciej niż przewiduje rozkład jazdy. Dopuszcza się też, wbrew stanowisku ZTM w Poznaniu, ograniczenie priorytetu na skrzyżowaniu z ul. Serbską do częściowego, pod warunkiem uzasadnienia koordynacją wzdłuż II ramy i tylko w niezbędnym dla tego celu zakresie.

4.4. OPCJONALNA BUDOWA INNEJ INFRASTRUKTURY

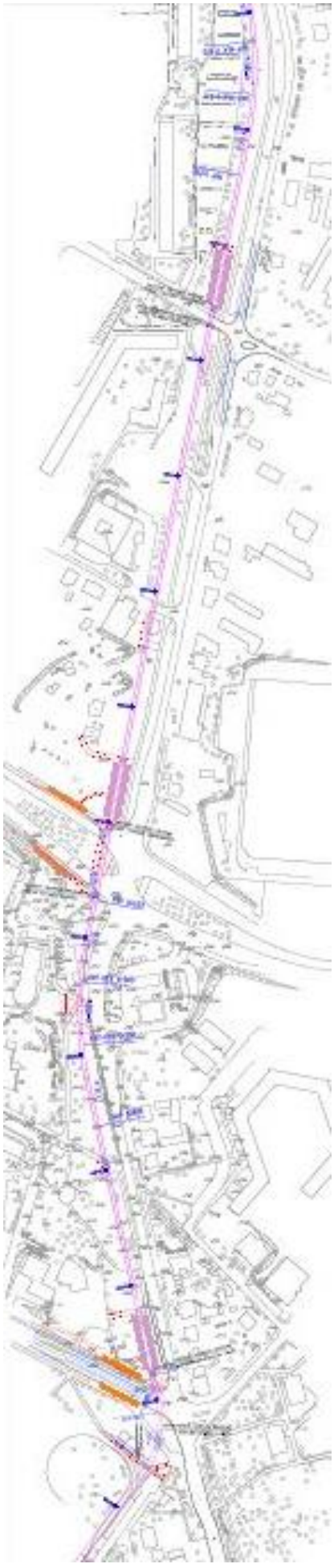
W razie konieczności uzasadnienia pewnych działań rozbudową infrastruktury dla samochodów zaproponowano poszerzenie jezdni ul. Naramowickiej do 10 m na odcinkach na których jest ona węższa. Dodatkową szerokość można byłoby wykorzystać na:

- wyznaczenie pasów do skrętu w lewo (w tym do zjazdów publicznych i niepublicznych) oraz azyle na przejściach dla pieszych,
- lub dla wyznaczenia na skraju jezdni 2 pasów rowerowych o szerokości 1,5 m każdy.

Poszerzenie to należałoby wykonać po stronie zachodniej, jedynie na łuku przy km 0+530 wskazane byłoby takie ukształtowanie aby zmniejszyć promień łuku poziomego. Poszerzenie dla wyznaczenia pasów do skrętu w lewo byłoby szczególnie wskazane na odcinku o łącznej długości 150 m po obu stronach ul. Włodarskiej (przewidziano je w ramach wariantu podstawowego).

4.5. MIEJSCA SZCZEGÓLNE

Na rys. 4.1 pokazano przebieg trasy tramwajowej w planie. Na rys. 4.2 pokazano przecięcie torowiska z planowanym wyjazdem z Os. Pod Lipami, według zapytania związanego z budową szkoły.



1+491 przejście do likwidacji.

Łuk kołowy 1+335 do 1+375, R=300 m, h=131 mm. Krzywe przejściowe o orientacyjnej długości 70 m od 1+265 do 1+335 i od 1+375 do 1+445.

1+205 przejście dla pieszych.

1+155 do 1+200 perony tramwajowe.

Skrzyżowanie z ul. Włodarską, wskazana sygnalizacja świetlna i pasy do skrętu w lewo z ul. Naramowickiej, można zlikwidować zatoki autobusowe.

1+100 przejście do likwidacji.

0+887 przejazd samochodowy ul. Czarna Rola.

0+757 przejście dla pieszych.

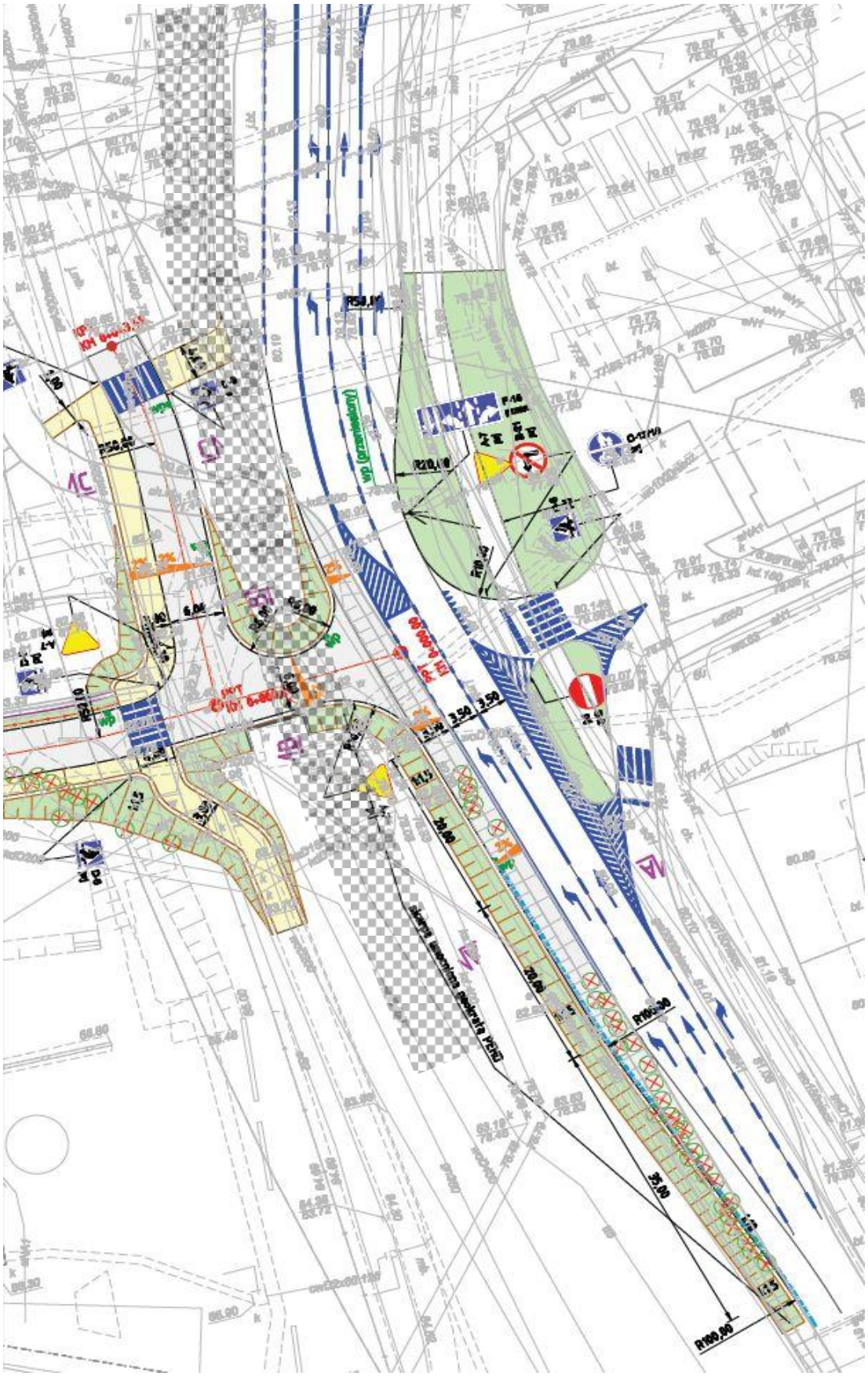
0+705 do 0+750 perony tramwajowe

Budowa zatoki autobusowej i peronu autobusowego na zachodnim wlocie ul. Serbskiej, przebudowa sygnalizacji świetlnej, zmiana organizacji ruchu na zachodnim wlocie ul. Serbskiej. Można zlikwidować zatoki autobusowe na ul. Naramowickiej i na zachodnim wylocie ul. Serbskiej.

Łuk kołowy 0+505 do 0+565, R=300 m, h=131 mm. Krzywe przejściowe o orientacyjnej długości 70 m od 0+435 do 0+505 i od 0+565 do 0+635. Na łuku przejazd samochodowy o pochyleniu 9%.

0+400 przejście dla pieszych.

Rys. 4.1. Trasa na odcinku Słowiańska - Lechicka. Orientacja północna.



Rys. 4.2. Orientacyjny przebieg trasy tramwajowej (szerokość uwzględnia skrajnię trasy) w rejonie wyjazdu z Os. Pod Lipami. Orientacja północna.

4.6. ZESTAWIENIE KOSZTÓW

W tabeli 4.1 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów budowy opisanego odcinka.

Tabela 4.1. Orientacyjny koszt budowy trasy tramwajowej na odcinku Słowiańska - Lechicka.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zielonego	km	1,10	11.000
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią samochodową	km	0,10	1.300
Budowa sieci trakcyjnej	km	1,20	6.120
Budowa peronów	szt.	6	1.500
Rozbudowa jezdni samochodowej	m^2	550	550
Budowa przejazdów samochodowych	km	0,01	40
Budowa przejść i przejazdów rowerowych przez torowisko	km	0,02	80
Budowa chodników	m^2	100	30
Zagospodarowanie zielenią	m^2	800	160
Roboty ziemne związane ze skarpą	km	0,20	100
Sygnalizacja świetlna	szt.	2	600
Rogatki	szt.	2	500
Koszty dodatkowe	km	1,2	6.000
	Razem:		27.980
Opcjonalne koszty dodatkowe:			
Rozbudowa jezdni samochodowej	m^2	850	850
Remont jezdni samochodowej	m^2	8800	4.400
	Razem:		33.230

5. WĘZEŁ NA PRZECIĘCIU ULIC LECHICKIEJ I NARAMOWICKIEJ

5.1. ZAŁOŻENIA

Ulica Lechicka stanowi miejsce przecięcia trasy tramwajowej z najważniejszą drogą – DK92. Miejsce to jest również kluczowe z punktu widzenia bilansu przepustowości – od strony północnej sygnalizacja świetlna powinna bramkować nadmierny ruch zmierzający do śródmieścia. Rozważania związane z tym miejscem obejmują zakres oddziaływania ulic: Naramowickiej, Lechickiej, Murawy, planowanej Nowokarpiej i planowanej Nowej Naramowickiej. Obszar węzła z kilometracją przedstawia rys. Z4 w załączniku, pokazujący wariant półkaro-ćwierćkoniczyna.

Rozważono następujące rozwiązania:

- budowę wyłącznie torowiska tramwajowego, co opisano w podrozdziale 5.2;
- budowę tandemowego skrzyżowania jednopoziomowego skanalizowanego, co opisano w podrozdziale 5.3;
- budowę ronda – ze względu na bliskość trasy tramwajowej prowadzonej bokiem ul. Naramowickiej i konieczność bramkowania wlotu ul. Naramowickiej z podziałem na poszczególne kierunku rozwiązanie to okazało się niekorzystne;
- budowę węzła karo, co opisano w podrozdziałach 5.4 i 5.5;
- budowę węzła półkaro-ćwierćkoniczyna, co opisano w podrozdziale 5.6.

Dla wszystkich podwariantów propozycje powinny spełniać następujące wymogi:

- płynny przejazd tramwaju zapewniony przez odpowiednie sterowanie i, opcjonalnie, przez rozwiązanie dwupoziomowe;
- wjazd autobusów z ul. Lechickiej z obu stron, z ul. Murawy i z ul. Nowokarpiej lub Dworskiej na torowisko tramwajowo-autobusowe prowadzone w kierunku północnym;
- możliwość skutecznego bramkowania ruchu z północy i z ul. Nowokarpiej;
- realizację wszystkich relacji między ulicami Naramowicką, Lechicką i Nowokarpią;
- w wariantach z wiaduktem pozostawienie możliwości przeprowadzenia pod wiaduktem ul. Lechickiej w przekroju 2x2.

We wszystkich propozycjach torowisko tramwajowe jest prowadzone tym samym śladem, z jednym łukiem od km 1+636 do km 1+705 o promieniu 500 m bez przechyłki i krzywych przejściowych, umożliwiającym przejazd z prędkością 70 km/h. Na etapie projektu budowlanego wskazane jest rozważyć zwiększenie promienia łuku i zastosowanie przechyłki w celu zwiększenia żywotności torowiska.

Sterowanie ruchem będzie wymagało przebudowy w celu zapewnienia priorytetu tramwajowego. Tramwaj powinien być wykrywany kilka minut przed pojawieniem się na skrzyżowaniu aby sterownik mógł dostosować program sygnalizacji. Konieczne byłoby też wykrywanie autobusów jadących z i na torowisko. Na przecięciu jezdni (w wariantach węzła chodzi oczywiście o jezdnie łącznic) ul. Lechickiej z torowiskiem wskazane byłoby zamontowanie półzapór. Sterowanie na przecięciu jezdni ulic Lechickiej i Naramowickiej powinno pozostać zbliżone do dzisiejszego, ale z zapewnieniem pełnego priorytetu tramwajowego.

W km 1+490, a więc formalnie w obszarze węzła Lechicka, znajduje się wjazd na parking osiedlowy. Zaleca się zrezygnować z tego wjazdu od strony ul. Naramowickiej poprzez budowę połączenia z innymi parkingami podłączonymi do ul. Włodarskiej lub ul. Murawa. Alternatywą jest budowa przejazdu tramwajowego z odpowiednim do prędkości zabezpieczeniem.

5.2. WARIANT MINIMUM

Wariant minimum zakłada ograniczenie inwestycji do budowy torowiska – na południe od ul. Lechickiej torowiska zielonego ze słupami pośrodku, na północ od tej ulicy torowiska zabudowanego nawierzchnią samochodową – torowiska tramwajowo-autobusowego (TTA) ze słupami po bokach. Konieczne też będzie poszerzenie ul. Lechickiej między torowiskiem a ul. Murawa do 3 pasów ruchu. Dla zachowania spójności układu przewidziano też budowę po zachodniej stronie torowiska chodnika szerokości 2,0 m i jezdni rowerowej szerokości 3,0 m – między torowiskiem i jezdnią rowerową przewidziano pas zieleni ekranującej szerokości 4,0 m.

Propozycja nie spełnia wymogów podłączenia ul. Nowokarpiej, a także zapewnienia skrętu z ul. Lechickiej (wlot wschodni) na ul. Naramowicką (wylot południowy). Nie będzie też możliwości precyzyjnego bramkowania ruchu (ale natężenie ruchu przepuszczane przez skrzyżowanie nie będzie groziło zatorem przy II ramie). Dobre sterowanie pozwoli zachować dzisiejszą przepustowość, a na skrzyżowaniu z ul. Murawa nawet ją poprawić.

W tabeli 5.1 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów rozbudowy skrzyżowania.

Tabela 5.1. Orientacyjny koszt rozbudowy skrzyżowania ulic Lechickiej i Naramowickiej.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zielonego	km	0,19	1.900
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią – TTA	km	0,31	4.030
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,50	2.550
Rozbudowa jezdni samochodowej	m^2	490	490
Remont jezdni samochodowej	m^2	3500	1.750
Budowa chodników	m^2	1100	330
Budowa jezdni rowerowej	m^2	1700	510
Zagospodarowanie zielenią	m^2	2250	450
Sygnalizacja świetlna z rogatkami	szt.	1	400
Koszty dodatkowe	km	0,50	2.500
	Razem:		14.910

5.3. WARIANT SKRZYŻOWANIE JEDNOPOZIOMOWE

Wariant zakłada rozbudowę skrzyżowania dla wykorzystania bilansu przepustowości na kordonie II ramy przy braku rozwiązań dwupoziomowych. Rozwiązaniem dającym oczekiwane rezultaty byłaby budowa skrzyżowania skanalizowanego z osobnymi jezdniami:

- na wlocie południowym – jezdnia 4-pasowa z 2 pasami do ruchu na wprost,

- na wlocie wschodnim – jezdnia 5-pasowa z 2 pasami do ruchu na wprost i 2 pasami do skrętu w prawo,
- na wlocie północnym jezdnia 5-pasowa z 2 pasami do ruchu na wprost, 2 pasami do skrętu w lewo i prawoskrętem oddzielonym wyspą trójkątną,
- na wlocie zachodnim jezdnia 4-pasowa z 2 pasami do ruchu na wprost, a przed torowiskiem z buspasem do wjazdu na torowisko tramwajowo-autobusowe,
- na wszystkich wylotach jezdnie 2-pasowe.

Na wlocie północnym konieczne byłoby dobudowanie piątego wlotu aby włączyć ul. Nowokarpią. Bilans przepustowości dla tego rozwiązania przedstawia tabela 5.2. Jak widać bilans nie pozostawia rezerwy dla zwiększenia natężenia ruchu na ul. Lechickiej. Piąte pasy na wlotach dodano, gdyż bez tych pasów wariant zapewniał realizację ok. 90% bilansu przepustowości przy najbardziej niekorzystnym (rzadkim) rozkładzie ruchu.

Tabela 5.2. Bilans przepustowości na skrzyżowaniu ul. Lechickiej i Naramowickiej w wariancie rozbudowy skrzyżowania jednopoziomowego.

Wlot	kierunek	Liczba pasów ruchu	Natężenie [poj./h]	Konieczny udział światła zielonego		
Naramowicka wlot południowy	Prawo	1	60	7%		
	Wprost	2	720	19%	19%	19%
	Lewo	1	120	7%		
Lechicka wlot wschodni	Prawo	2	960	32%		32%
	Wprost	2	780	21%	21%	
	Lewo	1	60	7%		
Naramowicka wlot północny	Prawo	1	540	36%		
	Wprost	2	840	24%		
	Lewo	2	720	23%	23%	
Lechicka wlot zachodni	Prawo	1	120	7%		
	Wprost	2	720	20%		
	Lewo	1	300	19%	19%	20%
Czasy międzyzielone				17%	17%	17%
Rezerwa					1%	12%

W tabeli 5.3 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów rozbudowy skrzyżowania.

Tabela 5.3. Orientacyjny koszt rozbudowy skrzyżowania ulic Lechickiej i Naramowickiej.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zielonego	km	0,19	1.900
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią - TTA	km	0,31	4.030
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,50	2.550
Rozbudowa jezdni samochodowej	m^2	20300	20.300
Remont jezdni samochodowej	m^2	6000	3.000
Budowa chodników	m^2	4200	1.260
Budowa jezdni rowerowej	m^2	4500	1.350
Zagospodarowanie zielenią	m^2	4250	850
Sygnalizacja świetlna tandemowa i z rogatkami	szt.	1	600
Koszty dodatkowe	km	0,50	2.500
	Razem:		38.340

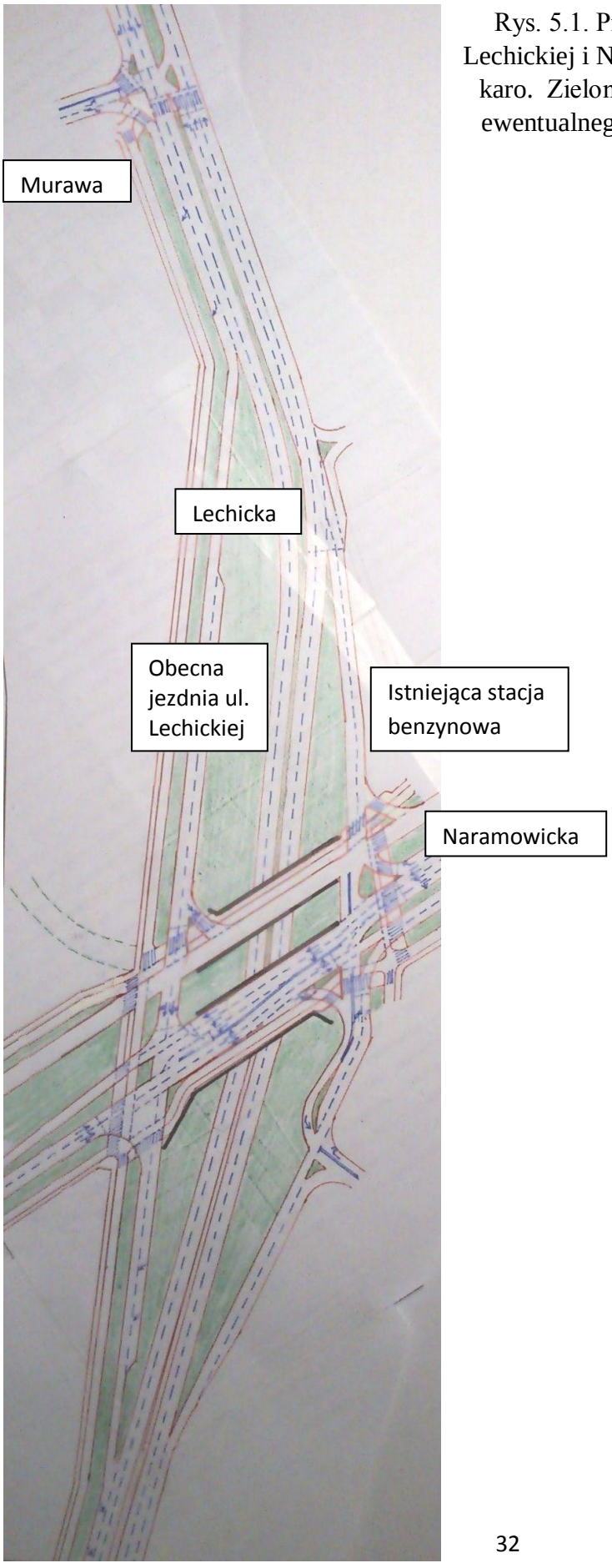
5.4. WARIANT WĘZEŁ KARO KLASYCZNY

Wariant zakłada budowę klasycznego węzła karo, jedynie północno-zachodnia łącznica byłaby dwukierunkowa aby zapewnić dojazd do ul. Nowokarpiej. Zaletą wariantu jest możliwość wykorzystania istniejącej jezdni ul. Lechickiej jako łącznicy, w tym w czasie budowy do prowadzenia ruchu. Wadą jest ostry kąt między osiami ulicy Lechickiej i Naramowickiej, wymagający wydłużenia przęseł wiaduktu.

Schemat węzła klasyczne karo pokazuje rys. 5.1. W zaproponowanym rozwiązaniu wlot południowy na węzeł jest 2-pasowy przy 1-pasowym wylocie. Na wiadukcie konieczne jest zbudowanie 5 pasów samochodowych, co wynika z bilansu przepustowości. Wlot północny przewidziano jako 4-pasowy z wydzielonymi pasami do skrętu w prawo i w lewo. Dużą uwagę warto zwrócić na prawoskręty, zarówno w kierunku północnym, jak i z północy, gdyż ze względu na natężenie ruchu mogą być krytyczne dla organizacji ruchu.

Po zachodniej stronie węzła przewidziano włączenie łącznicy do jezdni głównej za pomocą sygnalizacji świetlnej – w ten sposób uzyskano możliwość zjazdu z łącznicy na pas do skrętu w lewo w ul. Murawa. Rozwiązanie takie jest w Poznaniu sprawdzone, między innymi na Al. Solidarności, również klasy GP. Z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że na skrzyżowaniu z ul. Murawa zostanie w czasie budowy tramwaju na Naramowice wykonana tylko jezdnia północna – brakuje bowiem kontynuacji przekroju dwujezdniowego na ul. Lechickiej.

W tabeli 5.4 przedstawiono bilans przepustowości dla węzła. Widać, że węzeł posiada rezerwy przepustowości. W tabeli 5.5 przedstawiono orientacyjne oszacowanie kosztów budowy węzła.



Rys. 5.1. Propozycja węzła na przecięciu ulic Lechickiej i Naramowickiej w wariancie klasyczne karo. Zieloną linią przerywaną zaznaczono ślad ewentualnego torowiska w ierunku ul. Murawa. Orientacja zachodnia.

Tabela 5.4. Bilans przepustowości dla węzła na przecięciu ulic Lechickiej i Naramowickiej w wariantach węzła karo.

Wlot	kierunek	Liczba pasów ruchu	Natężenie [poj./h]	Konieczny udział światła zielonego		
Skrzyżowanie południowe						
Naramowicka wlot południowy	Wprost i prawo	2	840	24%	24%	
Naramowicka wlot północny	Wprost	1	900	50%		50%
	Lewo	2	720	24%	24%	
Lechicka wlot zachodni	Wszystkie	2	420	20%	20%	20%
Czasy międzyzielone				13%	13%	10%
Rezerwa					19%	20%
Skrzyżowanie północne						
Naramowicka wlot południowy	Prawo	1	120	8%		
	Wprost	1	960	53%	53%	
	Lewo	1	120	8%		8%
Lechicka wlot wschodni	Prawo	1	900	60%		
	Wprost i lewo	1	300	20%	20%	20%
Naramowicka wlot północny	Prawo	1	480	32%		
	Wprost	2	1380	38%		38%
	Lewo	1	20	7%	7%	
Czasy międzyzielone				13%	13%	13%
Rezerwa					7%	21%

Tabela 5.5. Orientacyjny koszt budowy węzła klasyczne karo.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Wiadukt	szt.	2	25.000
Budowa toru zielonego	km	0,19	1.900
Budowa toru zabudowanego	km	0,31	4.030
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,50	2.550
Budowa jezdni samochodowej	m^2	29900	29.900
Remont jezdni samochodowej	m^2	4800	2.400
Budowa chodników	m^2	4600	1.320
Budowa jezdni rowerowej	m^2	5100	1.530
Zagospodarowanie zielenią	m^2	28400	5.680
Sygnalizacja świetlna, częściowo z rogatkami	szt.	3	1.000
Koszty dodatkowe	km	0,50	5.000
Razem:			80.310
Rezygnacja z dwujezdniowej Lechickiej na odcinku Naramowicka – Murawa	km	0,47	-3.300
Razem:			77.010

5.5. WARIANT WĘZEŁ KARO PROSTOPADŁY

Wariant zakłada budowę węzła karo o dużym podobieństwie do poprzedniego wariantu, jednakże z odgięciem głównej jezdni ul. Lechickiej w celu przecięcia z osią ul. Naramowickiej pod kątem zbliżonym do prostego. Do zalet wariantu w stosunku do wariantu klasyczne karo można zaliczyć:

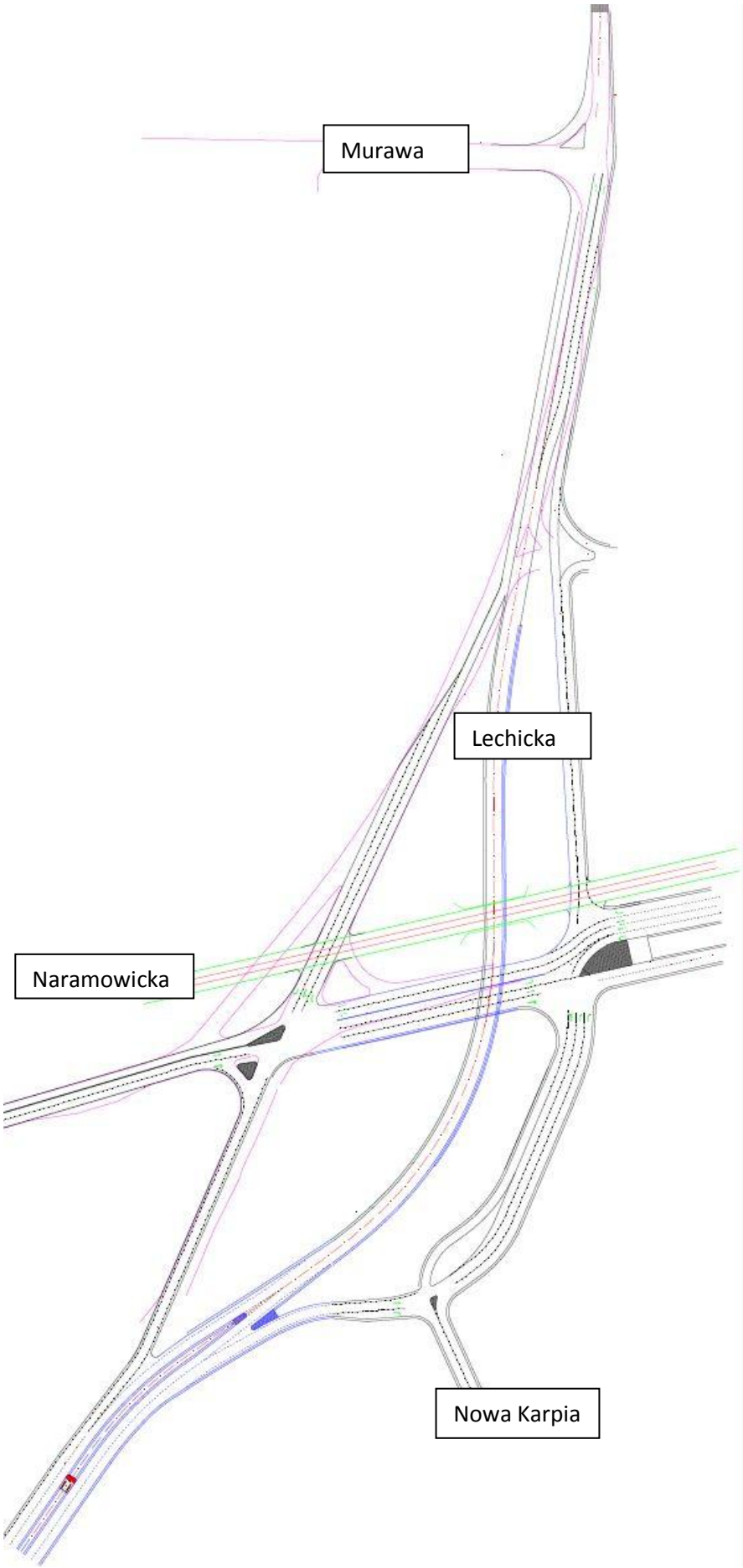
- mniejszy koszt wiaduktu z racji większego kąta przecięcia,
- dłuższy odcinek między skrzyżowaniami węzła, pozwalający lepiej wykorzystać pasy ruchu,
- lokalizację wiaduktu w śladzie III ramy, co obniży koszty w razie jej budowy,
- możliwość wykorzystania projektu wiaduktu przygotowanego przez BBF.

Wadą wariantu jest większa zajętość terenu.

Schemat wariantu przedstawiono na rys. 5.2. Bilans przepustowości jest identyczny jak w wariancie karo klasyczne, natomiast orientacyjne oszacowanie kosztów budowy węzła przedstawiono w tabeli 5.6. Dla celów porównawczych do oszacowania kosztów zastosowano te same ilości pasów ruchu co w wariancie karo klasyczne.

Tabela 5.6. Orientacyjny koszt budowy węzła karo prostopadłe.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Wiadukt	szt.	2	22.000
Budowa toru zielonego	km	0,19	1.900
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią - TTA	km	0,31	4.030
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,50	2.550
Budowa jezdni samochodowej	m^2	30700	30.700
Remont jezdni samochodowej	m^2	4800	2.400
Budowa chodników	m^2	4600	1.320
Budowa jezdni rowerowej	m^2	5100	1.530
Zagospodarowanie zielenią	m^2	33000	6.600
Sygnalizacja świetlna, częściowo z rogatkami	szt.	3	1.000
Koszty dodatkowe	km	0,50	5.000
	Razem:		79.030



Rys. 5.2. Propozycja węzła na przecięciu ulic Lechickiej i Naramowickiej w wariancie karo prostopadłe. Na rysunku przedstawiono pojedynczą jezdnię pod wiaduktem – jest to rozwiązanie dostosowane do przekroju ul. Lechickiej za skrzyżowaniem z ul. Murawa – nie ma jednak przeszkód aby pod wiaduktem zbudować 2 jezdnie tak jak pokazano na rys. 5.1. Orientacja zachodnia

5.6. WARIANT WĘZEŁ PÓŁKARO - ĆWIERĆKONICZYNA

Wariant zakłada zachowanie po północnej stronie węzła układu jezdni charakterystycznego dla węzła karo (ta część jest prawie identyczna jak w wariancie karo prostopadłe), natomiast po południowej stronie węzła przewiduje budowę ćwierćkoniczyny po stronie południowo-wschodniej. Do zalet wariantu w stosunku do wariantu karo prostopadłe można zaliczyć:

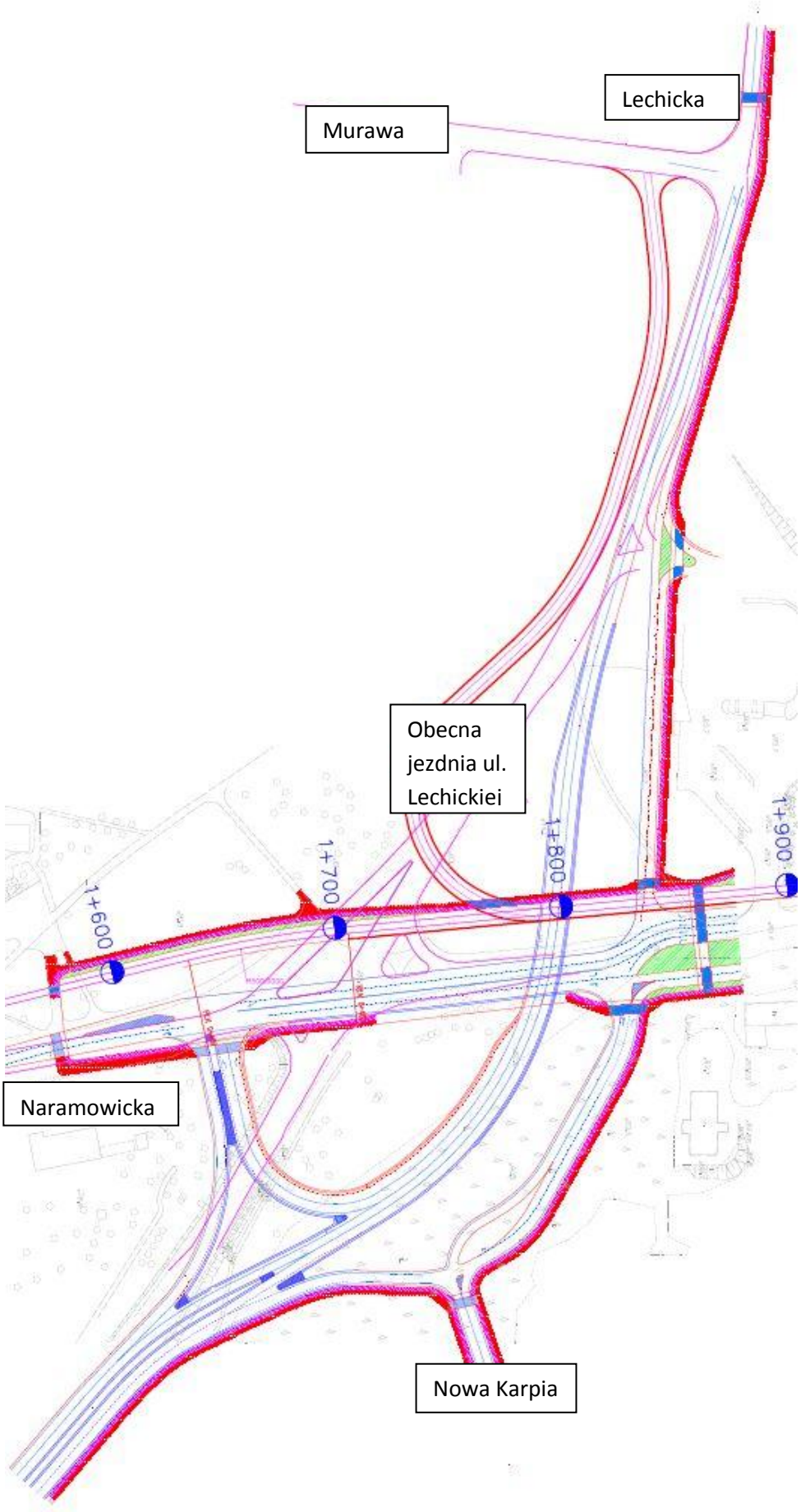
- mniejszą liczbę pasów potrzebną na wiadukcie,
- mniejszą kolizyjność z tramwajem jadącym 70 km/h,
- większą swobodę w kształtowaniu w przyszłości trasy tramwajowej z ul. Murawa,
- dostosowanie węzła do kształtu zapisanego w strategicznych dokumentach miejskich, co umożliwi ewentualną sprzedaż części terenów węzła.

Wadą wariantu jest brak możliwości wykorzystania dzisiejszej jezdni ul. Lechickiej, a także nieco niższa przepustowość (bardziej dostosowana do bilansu przepustowości).

Schemat wariantu przedstawiono na rys. 5.3, a także na rys. Z3 w załączniku. Bilans przepustowości przestawiono w tabeli 5.7, a orientacyjne oszacowanie kosztów budowy węzła przedstawiono w tabeli 5.8. Dla celów porównawczych do oszacowania kosztów zastosowano te same ilości pasów ruchu co w wariancie karo klasyczne.

Tabela 5.7. Bilans przepustowości dla węzła na przecięciu ulic Lechickiej i Naramowickiej w wariantach węzła półkaro - ćwierćkoniczyna.

Wlot	kierunek	Liczba pasów ruchu	Natężenie [poj./h]	Konieczny udział światła zielonego		
Skrzyżowanie południowe						
Naramowicka wlot południowy	Wprost i prawo	2	840	24%	24%	24%
Lechicka wlot wschodni	Prawo	1	300	20%		20%
	Lewo	1	120	8%	8%	
Naramowicka wlot północny	Wprost	1	900	50%	50%	
	Lewo	1	720	48%		
Czasy międzyzielone				13%	13%	13%
Rezerwa					5%	43%
Skrzyżowanie północne						
Naramowicka wlot południowy	Wprost i prawo	1	1080	60%	60%	
	Lewo	1	120	8%		8%
Lechicka wlot wschodni	Prawo	1	900	60%		
	Wprost i lewo	1	300	20%	20%	20%
Naramowicka wlot północny	Prawo	1	480	32%		
	Wprost	2	1380	38%		38%
	Lewo	1	20	7%	7%	
Czasy międzyzielone				13%	13%	13%
Rezerwa					0%	21%

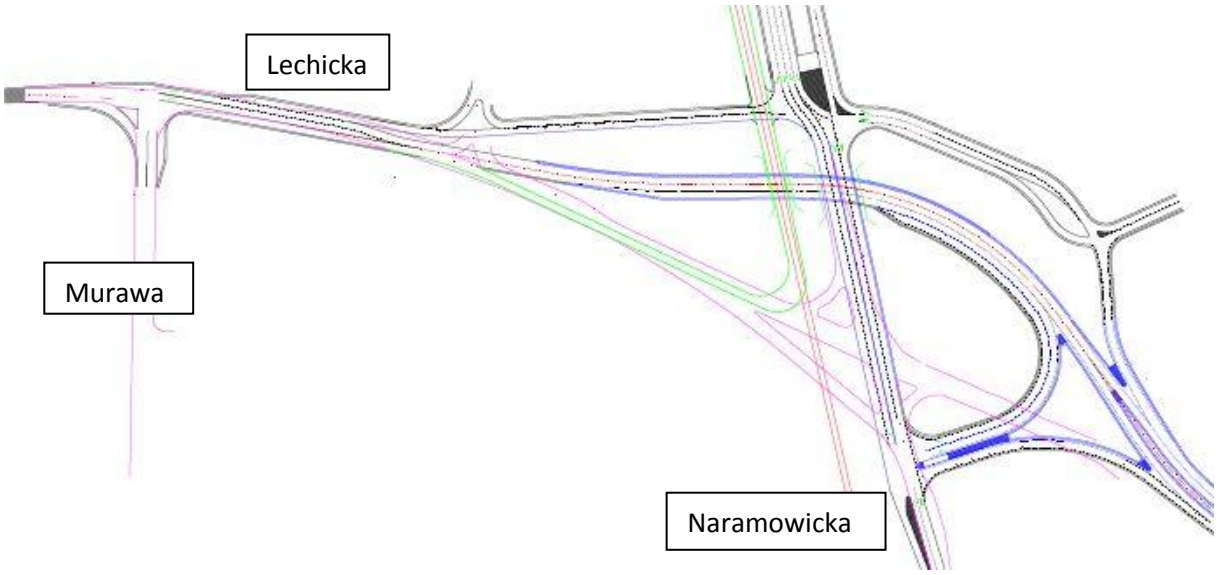


Rys. 5.3. Propozycja węzła na przecięciu ulic Lechickiej i Naramowickiej w wariancie półkaro-ćwierćkoniczyna. Podobnie jak w wariancie karo prostopadłe nie ma przeszkód wobec zaprojektowania ul.Lechickiej w wersji dwujezdniowej. Orientacja zachodnia.

Tabela 5.8. Orientacyjny koszt budowy węzła półkaro-ćwierćkoniczyna.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Wiadukt	szt.	2	20.000
Budowa toru zielonego	km	0,19	1.900
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią - TTA	km	0,31	4.030
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,50	2.550
Budowa jezdni samochodowej	m^2	35500	35.500
Budowa jezdni autobusowej	m^2	2600	2.600
Budowa chodników	m^2	4600	1.320
Budowa jezdni rowerowej	m^2	5100	1.530
Zagospodarowanie zielenią	m^2	33000	6.600
Sygnalizacja świetlna, częściowo z rogatkami	szt.	3	800
Koszty dodatkowe	km	0,50	5.000
	Razem:		81.830

Na rys. 5.3. pokazano jezdnię autobusową służącą połączeniu ul. Murawa z torowiskiem tramwajowo-autobusowym w ul. Naramowickiej. Jezdnia ta jest konieczna aby autobusy nie traciły czasu jadąc łącznicą koniczyny, a następnie jeszcze skręcając w lewo. Budowa jezdni autobusowej zapewnia sprawne i mało kolizyjne połączenie, może być też przekształcona w przyszłości w torowisko tramwajowe. Alternatywnym rozwiązaniem jest budowa łącznicy dla autobusów jadących w kierunku północnym, podczas gdy autobusy jadące na południe korzystałyby z łącznicy dla wszystkich pojazdów (rys. 5.4). Rozważano też propozycję poprowadzenia jezdni autobusowej na północ od stacji benzynowej, jednakże zagospodarowanie terenu na przedłużeniu ul. Murawa wyeliminowało ten wariant z rozważań.



Rys. 5.4. Alternatywne wobec dwukierunkowej jezdni. Orientacja północna.

5.7. STEROWANIE RUCHEM

W zakresie sterowania ruchem należy zwrócić uwagę na 3 cele szczegółowe. Pierwszym z nich jest zapewnienie bezpiecznego przejazdu tramwaju przez teren węzła. Ze względu na oddalenie od przystanków wskazane jest rozważenie puszczania tramwaju z prędkością 70 km/h, co wskazuje na potrzebę stosowania półzapór i dostosowanego do nich sterowania na węźle lub skrzyżowaniu. Jest to też miejsce, w którym autobusy opuszczają torowisko tramwajowo-autobusowe lub wjeżdżają na nie, sterowanie musi więc uwzględnić bezpieczeństwo i priorytet dla tych manewrów, z odczytem kierunku jazdy autobusu (np. na podstawie danych wykorzystywanych przez PEKĘ).

Sterowanie powinno uwzględnić koordynację pieszą i rowerową w ramach pojedynczych skrzyżowań i koordynację między skrzyżowaniami:

- ul. Lechickiej z ul. Obrońców Tobruku i ul. Lechickiej z ul. Naramowicką, z uwzględnieniem priorytetu tramwajowego, w wariantach jednopoziomowych;
- ul. Lechickiej z ul. Obrońców Tobruku, włączenia łącznicy północnej i ul. Lechickiej z ul. Murawa w wariantach dwupoziomowych;
- węzła w ciągu ul. Naramowickiej w wariantach dwupoziomowych.

Wskazane jest też zaprojektowanie koordynacji samochodowej na ciągu Naramowicka – Nowa Naramowicka, ale z podrzędną wagą w stosunku do priorytetu tramwajowego.

Trzecim celem jest bramkowanie ruchu na wlocie północnym na węzeł lub skrzyżowanie z ul. Lechicką, zgodnie z zasadami bilansu przepustowości. Bramkowanie powinno osobno sterować poszczególnymi kierunkami jazdy, a w projekcie geometrii jezdni należy zwrócić uwagę na zapobieganie omijania zatoru pasem do jazdy w innym kierunku.

5.8. PODSUMOWANIE

Najtańszym rozwiązaniem, bo kosztującym jedynie 15 mln zł jest budowa samego torowiska. Rozbudowa skrzyżowania w celu poprawienia przepustowości kosztuje dodatkowe 23 mln zł. Węzeł to koszt 75-80 mln zł, przy czym większa kwota zakłada budowę dwujezdniowej Lechickiej na zachód od ul. Murawa. Zaletami węzła są: większa swoboda w sterowaniu ruchem, możliwość uniezależnienia przejazdu autobusów od ewentualnych zatorów, dostosowanie do rozbudowy ul. Lechickiej w kierunku zachodnim, poprawa skrzyżowania z ul. Murawa i spełnienie wszystkich założeń wymienionych na początku rozdziału.

Wśród wariantów węzła różnice są niewielkie. Wariant klasyczne karo wymaga najmniejszego terenu i zapewnia przejazd ulicą Lechicką łagodnymi łukami. Wariant karo prostopadłe (proponowany) jest najtańszy i zapewnia największą przepustowość. Wariant półkaro-ćwierćkoniczyna może okazać się opłacalny jeżeli sprzedane zostaną przyległe tereny, ponadto zmniejsza kolizyjność tramwaju jadącego z prędkością 70 km/h, a jezdnia autobusowa może być wstępnym etapem budowy kolejnej trasy tramwajowej.

6. REJON PUNKTU PRZESIADKOWEGO NARAMOWICE

6.1. ZAŁOŻENIA

Rejon punktu przesiadkowego Naramowice (między ul. Sarmacką i Łużycką) obejmował odcinek od km 2+000 do km 2+500. Rejon ten był kluczowy dla projektu z dwóch powodów. Po pierwsze ma to być punkt przesiadkowy z największą liczbą linii, z których w dodatku część dziś jeździ ul. Szelągowską. Drugim powodem była potrzeba rozłożenia ruchu z węzła Lechicka, a także akumulacji zatoru przed tym węzłem. Opisany w tym rozdziale odcinek przedstawiono w załączniku na rys. Z4.

Dla sieci transportu publicznego założono:

- budowę torowiska tramwajowo-autobusowego i lokalizację słupów trakcyjnych poza torowiskiem; od skrzyżowania z ul. Łużycką, a konkretnie od km 2+440, przewidziano torowisko zielone ze słupami na międzytorzu;
- budowę przystanku przesiadkowego z 2 peronami tramwajowo-autobusowymi długości 45 m; perony te przewidziano między km 2+265 i km 2+310, z możliwością przesunięcia ich w kierunku północnym jeżeli tak wynikałoby z analiz w części 2;
- umożliwienie wyjazdu autobusów na ul. Łużycką i wjazdu z tej ulicy na torowisko tramwajowo-autobusowe;
- budowę jezdni autobusowej między torowiskiem tramwajowo-autobusowym a skrzyżowaniem ulic Naramowickiej i Sielawy, równolegle do ul. Łużyckiej – alternatywą było poszerzenie ul. Łużyckiej, natomiast proponowane rozwiązanie uznano za lepsze, gdyż stanowi element docelowego układu; ze względu na brak linii autobusowej w ul. Sielawy zaprezentowano wariant ograniczony do kierowania autobusów w ul. Naramowicką;
- budowę małej pętli autobusowej między ulicami Nową Naramowicką, Naramowicką i Sarmacką, wykorzystującą przestrzeń przewidzianą dla ul. Nowej Naramowickiej, umożliwiającą postój i nawrót autobusu z północy, dla którego punkt przesiadkowy Naramowice byłby końcowym i początkowym przystankiem; autobus ten nawracałby lewoskrętnie w relacji Nowa Naramowicka – Naramowicka – Sarmacka – Nowa Naramowicka;
- kształtowanie systemu sterowania ruchem w sposób ograniczający zatory do ul. Nowej Naramowickiej w kierunku centrum i ul. Łużyckiej w kierunku zachodnim przed skrzyżowaniem z ul. Nową Naramowicką; wolne od zatorów powinny być ul. Naramowicka i Łużycka poza wymienionym odcinkiem, a także Sarmacka między ul. Naramowicką i Nową Naramowicką.

6.2. ORGANIZACJA I STEROWANIE RUCHEM SAMOCHODOWYM

Według tabeli 2.3 i 2.6 od strony węzła Lechicka należy się spodziewać do 2.100 poj./h szczytu, a w kierunku tego węzła ponad 1.900 poj./h szczytu. Długość odcinka przed węzłem to 500 m, a więc biorąc pod uwagę 2 pasy ruchu – stanowi to 2/3 potrzebnej zdolności akumulacyjnej. Długość akumulacyjna ul. Łużyckiej między ul. Naramowicką i Nową Naramowicką wynosi 100 m – oznacza to że w wariancie bez budowy ul. Nowej

Naramowickiej na północ od ul. Łużyckiej należałoby poszerzyć jezdnię Nowej Naramowickiej w kierunku centrum do 3 pasów ruchu. Podsumowując, należy przewidywać zator samochodowy na:

- ul. Nowej Naramowickiej od km 1+900 do km 2+500 na 2 pasach ruchu i od km 2+500 do km 3+000 na 1 (lub 2, w zależności od przyjętej wersji) pasie ruchu, do tego na długości nie większej niż 90 m na ul. Łużyckiej od ul. Naramowickiej do ul. Nowej Naramowickiej; lub na
- ul. Nowej Naramowickiej od km 1+900 do km 2+400 na 3 pasach ruchu, do tego na długości nie większej niż 90 m na ul. Łużyckiej od ul. Naramowickiej do ul. Nowej Naramowickiej;
- niezależnie od powyższych wersji na ul. Sarmackiej na zachodnim wlocie na skrzyżowanie z ul. Nową Naramowicką i na wschodnim wlocie na ul. Naramowicką.

Przepuszczenie natężenia powyżej 1.800 poj./h wymaga budowy dwóch pasów ruchu samochodowego w każdym kierunku. Przy 2 pasach ruchu samochodowego na skrzyżowaniu z ul. Sarmacką ruch północ-południe potrzebuje światła zielonego o długości ok. 60% cyklu – pozostała część cyklu jest wystarczająca dla obsługi ruchu z ul. Sarmackiej.

Problem pojawił się dla skrzyżowania Nowa Naramowicka – Łużycka. Realizując na nim dotychczasowy projekt ul. Nowej Naramowickiej uzyskuje się w skrajnie niekorzystnym wariancie obciążenie ruchem na poziomie 105% przepustowości. Dodatkowo potrzebna liczba pasów wymagałaby zajęcia terenów przy markecie Tesco poza zakresem przewidzianym dla Nowej Naramowickiej.

Z powyższych powodów zaproponowano wariant 2, zakładający że:

- ul. Nowa Naramowicka między ul. Łużycką i Naramowicką będzie dla samochodów jednokierunkowa do centrum, z jezdnią zapewniającą 2 pasy ruchu na wprost;
- ul. Naramowicka między ul. Nową Naramowicką i Łużycką będzie dla samochodów jednokierunkowa na północ, z jezdnią zapewniającą 2 pasy ruchu na wprost (na skrzyżowaniu z ul. Łużycką – 2 pasy w lewo i 1 pas na wprost);
- ruch samochodowy w ul. Sarmackiej nie zostanie przecięty;

W wariancie tym skrzyżowanie Nowa Naramowicka – Łużycka uzyskuje w skrajnie niekorzystnym wariancie pełne obciążenie (ale kierowcy mają w takiej sytuacji możliwość wyboru alternatywnego przejazdu), a skrzyżowanie Naramowicka – Łużycka: obciążenie na poziomie 85%. Wariant 2 wpływa też na inny rozkład ruchu – samochody jadące na północ będą częściej korzystać z ul. Naramowickiej, w związku z czym na ulicy Nowej Naramowickiej wystarczy 1 pasy ruchu na północ, podczas gdy w wariancie 1 potrzebne były 2. Wariant 1 pokazano w załączniku Z4, a wariant 2 (polecany) – w załączniku Z5.

Budowa jezdni autobusowej ograniczy dostęp do marketu Tesco od strony ul. Łużyckiej, dlatego przewidziano budowę nowych wjazdów z ul. Nowej Naramowickiej (tylko w wariancie 1), Naramowickiej i Łużyckiej, a także budowę fragmentu parkingu jako rekompensatę za zajęty parking od strony ul. Łużyckiej. Parking marketu Tesco może też pełnić pożyteczną funkcję parkingu dla pasażerów podwożonych lub odbieranych z tramwaju samochodem – tzw. Kiss&Ride (K&R).

6.3. INFRASTRUKTURA TOWARZYSZĄCA

Na ul. Nowej Naramowickiej między ul. Naramowicką i Łużycką przewidziano następujące elementy przekroju, licząc od strony zachodniej:

- chodnik szerokości 2,0 m,
- jezdnię rowerową szerokości 3,0 m,
- pas zieleni ekranującej szerokości 4,0 m, w pasie tym przewiduje się lokalizację słupów trakcyjnych, a także peronu,
- torowisko tramwajowo-autobusowe szerokości 6,5 m,
- pas zieleni szerokości 4,5 m, w pasie tym przewiduje się lokalizację słupów trakcyjnych, peronu, a także pasów do skrętu w prawo w ul. Łużycką i Sarmacką oraz w drogę wewnętrzną w km 1+965,
- jezdnię samochodową o 2 (ewentualnie 3 – według opisu powyżej) pasach ruchu na wprost, szerokości 6,25 m,
- pas zieleni dzielący jezdnie szerokości zmiennej, minimum 2,0 m w miejscu przejść dla pieszych i przejazdów dla rowerzystów, w pasie tym przewiduje się lokalizację pasów do skrętu w lewo w ul. Łużycką oraz (tylko w wariancie 1) Sarmacką,
- tylko w wariancie 1 – jezdnię samochodową o 2 pasach ruchu na wprost, szerokości 6,25 m, z dodatkowymi pasami do skrętu w prawo lub pasami włączenia, szerokości 3,0 m,
- tylko w wariancie 1 – pas zieleni ekranującej szerokości 3,0 m,
- tylko w wariancie 1 – jezdnię rowerową szerokości 3,0 m,
- chodnik szerokości 2,0 m, przy czym w wariancie 2 zrezygnowano z chodnika między ul. Sarmacką i Naramowicką, ze względu na brak celów ruchu pieszego,
- tylko w wariancie 2 – pętla autobusowa w formie jezdni o szerokości 6,25 m.

Na ul. Naramowickiej w wariancie 2 przewidziano następujące elementy przekroju, licząc od strony zachodniej:

- chodnik szerokości minimum 2,0 m,
- opcjonalnie pas zieleni,
- jezdnię samochodową o szerokości 6,25 m, przed skrzyżowaniem z ul. Łużycką poszerzoną do 9,5 m,
- pas skrajni szerokości 1,0 m,
- jezdnię rowerową szerokości 3,0 m,
- opcjonalnie pas zieleni,
- chodnik szerokości minimum 2,0 m.

Na ul. Łużyckiej przewidziano przekrój 3-pasowy z chodnikami, ale bez jezdni lub pasów rowerowych. Po południowej stronie między ul. Nową Naramowicką i Naramowicką przewidziano jezdnię autobusową, budowaną kosztem chodnika i parkingu marketu.

6.4. REJON PUNKTU PRZESIADKOWEGO NARAMOWICE W PLANIE

Na rys. 4.1 i 4.2 przedstawiono układ geometryczny opisywanego rejonu w 2 wariantach. Rysunki te pokazano również w załącznikach Z4 i Z5. W załącznikach pokazano też zakres terenu przewidziany dla dotychczasowej koncepcji ul. Nowej Naramowickiej – widać że wariant 1 wymaga zajęcia dodatkowego terenu, natomiast wariant 2 przy korektach układu geometrycznego – nie.



Rys. 6.1. Wariant 1 proponowanego układu geometrycznego rejonu punktu przesiadkowego Naramowice. Analizy wykazały potrzebę skorygowania tak przedstawionego układu o dodatkowy pas na wprost w kierunku północnym (kosztem pasa dzielącego jezdnie). Korzystne byłoby też zbudowanie jezdni autobusowej do ul. Sielawy, analogicznie do rozwiązania pokazanego na rys. 6.2. Ze względu na brak miejsca na pętlę autobusową nawrót należałoby przewidzieć poprzez wykorzystanie łącznicy węzła z ul. Lechicką i budowę jezdni autobusowej dookoła stacji benzynowej. Orientacja północna.

Na rys. pokazano wariant z jednym pasem na północ na skrzyżowaniu ulic Nowej Naramowickiej i Łużyckiej – po zbudowaniu ul. Nowej Stoińskiego konieczna byłaby dobudowa drugiego pasa, pokazana w załączniku Z04.



Rys. 6.2. Wariant 2 proponowanego układu geometrycznego rejonu punktu przesiadkowego Naramowice. Na wniosek Rady Osiedla Naramowice rysunek należy uzupełnić o jezdnię rowerową. Pętla autobusowa powinna być poszerzona o 1 pas. Rysunek pokazuje też kilometrację odcinka. W załączniku Z04 pokazano też zasięg terenu dotychczas przewidywanego dla projektu ul. Nowej Naramowickiej. Orientacja północna.

W układzie trasy w planie przewidziano jeden łuk: od km 1+945 do km 2+073, z łukiem kołowym o promieniu 1000 m – promień taki przy prędkości maksymalnej 70 km/h nie wymaga przechyłki ani krzywej przejściowej.

6.5. SYGNALIZACJA

Budowa trasy tramwajowej wymaga budowy sygnalizacji na skrzyżowaniach ul. Nowej Naramowickiej z ul. Sarmacką i Łużycką, a także przebudowy sygnalizacji na skrzyżowaniu ulic Naramowickiej i Łużyckiej (w wariancie 1 przy braku budowy jezdni autobusowej przebudowa ta nie byłaby konieczna). Sygnalizację należy też zbudować na 2 przejściach dla pieszych przez ul. Nową Naramowicką. Dodatkowo w wariancie 1 sygnalizacja byłaby potrzebna na wyjeździe z pętli autobusowej, a w wariancie 2 – na skrzyżowaniu ul. Naramowickiej z ul. Sarmacką.

Tramwaj na sygnalizacji powinien mieć priorytet pełny lub, dla tramwaju ruszającego z przystanku, wysoki, z dopuszczeniem rezygnacji z priorytetu dla tramwaju jadącego szybciej niż przewiduje rozkład jazdy. Bliskość przystanku ograniczy prędkość tramwaju, nie ma więc potrzeby stosowania specjalnych rozwiązań dla prędkości powyżej 50 km/h.

6.6. ZESTAWIENIE KOSZTÓW

W tabeli 6.1 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów przebudowy opisywanego obszaru w wariancie 1, a w tabeli 6.2 – w wariancie 2.

Tabela 6.1. Orientacyjny koszt realizacji wariantu 1 w rejonie punktu przesiadkowego Naramowice.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią - TTA	km	0,50	6.500
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,50	2.500
Budowa peronów z wyposażeniem	szt.	2	500
Budowa jezdni samochodowej	m^2	7700	7.700
Remont jezdni samochodowej	m^2	1100	550
Budowa chodników	m^2	2600	780
Budowa jezdni rowerowych	m^2	3300	1.100
Zagospodarowanie zielenią	m^2	13000	6.500
Sygnalizacja świetlna	szt.	3	1.000
Koszty dodatkowe	km	0,50	2.500
Pętla autobusowa	m^2	880	880
	Razem:		30.510
Jezdnia autobusowa	m^2	650	650
Budowa parkingu marketu	m^2	400	200
	Razem:		31.360

Tabela 6.2. Orientacyjny koszt realizacji wariantu 2 w rejonie punktu przesiadkowego Naramowice.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią - TTA	km	0,50	6.500
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,50	2.500
Budowa peronów z wyposażeniem	szt.	2	500
Budowa jezdni samochodowej	m^2	3900	3.900
Remont jezdni samochodowej	m^2	4200	2.040
Budowa chodników	m^2	2600	780
Budowa jezdni rowerowych	m^2	3300	1.100
Zagospodarowanie zielenią	m^2	12000	6.000
Sygnalizacja świetlna	szt.	4	1.000
Koszty dodatkowe	km	0,50	2.500
Pętla autobusowa	m^2	600	600
	Razem:		27.420
Jezdnia autobusowa	m^2	650	650
Budowa parkingu marketu	m^2	400	200
	Razem:		28.270

W oparciu o powyższe analizy zaleca się realizację wariantu 2. Wariant 2 jest tańszy (wymaga też mniejszej ilości wyburzeń), daje lepsze parametry funkcjonalne i pozwala zbudować krótszą i bliższą pętlę autobusową. Zaletą wariantu 1 jest natomiast skoncentrowanie uciążliwości z trasy przelotowej w jednym obszarze.

Zaleca się wybudować jezdnię autobusową w kierunku ul. Sielawy z racji jej niezbyt dużego kosztu w porównaniu ze skalą inwestycji.

7. ODCINEK NARAMOWICE

7.1. ZAŁOŻENIA

Odcinek Naramowice to odcinek od km 2+500 o km 3+820 planowanej trasy tramwajowej. Na tym odcinku wyznaczono 3 potencjalne lokalizacje pętli tramwajowej: Jasna Rola, Nowa Stoińskiego i Burysława (dwie pierwsze mogą też, zmniejszone, pełnić funkcję pętli pośredniej w wariantach prowadzenia trasy za tory kolejowe). Wskazane jest też wyznaczenie miejsc pod parkingi typu Parkuj-i-Jedź – problemem dla tego działania jest jednak duży deficyt miejsc parkingowych na pobliskich osiedlach. Odcinek pokazano w załączniku Z5.

Świadomy wybór dobrego rozwiązania wymaga odpowiedzi na pewne pytania natury prawnej:

- czy konieczna jest budowa ul. Nowej Naramowickiej razem z torowiskiem tramwajowym – brak jezdni samochodowej pozwoliłby ograniczyć koszty budowy, jednocześnie jednak miejscem krytycznym dla przepustowości stałaby się ul. Naramowicka – zator w rejonie punktu przesiadkowego Naramowice prawdopodobnie nie zaistniałby;
- czy można zbudować jezdnię i zamknąć jej wylot na skrzyżowanie z ul. Łużycką bądź dopuścić tylko wyjazd autobusów – jezdnię taką można by przeznaczyć na parking Parkuj-i-Jedź;
- czy jest możliwe pobieranie opłat za parkowanie bądź za wjazd na jezdnię parkingu Parkuj-i-Jedź – pozytywna odpowiedź rozwiązywałaby (przynajmniej częściowo) problem zajmowania miejsc tego parkingu przez mieszkańców i wykorzystywania ul. Nowej Naramowickiej jako możliwości ominięcia zatoru na ul. Naramowickiej.

Na rys. 7.1 pokazano przebieg trasy tramwajowej w planie z uwzględnieniem lokalizacji poszczególnych pętli. Kolorem granatowym opisano elementy trasy występujące tylko w wariancie Burysława.

Przewidziano budowę torowiska zielonego ze słupami pośrodku, jedynie na skrzyżowaniach przewidziano torowisko zabudowane nawierzchnią samochodową:

- na ul. Nowej Stoińskiego od km 2+890 do km 2+930 (z wyjątkiem wariantu pętli Nowa Stoińskiego);
- na ul. Błażeja od km 3+320 do km 3+350 (z wyjątkiem wariantu pętli Jasna Rola).

W układzie trasy w planie przewidziano następujące łuki:

- od km 2+623 do km 2+640, z łukiem kołowym o promieniu 500 m – promień taki przy prędkości maksymalnej 70 km/h nie wymaga przechyłki ani krzywej przejściowej;
- od km 2+656 do km 2+884, z łukiem kołowym o promieniu 300 m i przechyłce 131 mm od km 2+726 do km 2+814 oraz krzywymi przejściowymi o orientacyjnej długości 70 m w wariancie pętli Jasna Rola;
- od km 2+691 do km 2+849, z łukiem kołowym o promieniu 300 m bez przechyłki, ograniczającym prędkość do 50 km/h w wariancie pętli Nowa Stoińskiego;
- od km 2+930 do km 2+950, z łukiem kołowym o promieniu 750 m – promień taki przy prędkości maksymalnej 70 km/h nie wymaga przechyłki ani krzywej przejściowej w wariancie pętli Burysława;



3+800 lokalizacja potencjalnej pętli Burysława.

Wjazd na teren pętli Burysława łukiem kołowym o promieniu 300 m, bez przechyłki.

Zawężenie przekroju może być wskazane, alternatywą jest budowa murów oporowych.

Łuk kołowy km 3+367 do km 3+385, R=1000 m, bez przechyłki i krzywych przejściowych.

3+330 Skrzyżowanie z ul. Błażeja.

3+260 Przejście dla pieszych.

0+887 przejazd samochodowy ul. Czarna Rola.

Pętla Jasna Rola km 3+000.

Łuk kołowy km 3+015 do km 3+070, R=1000 m, bez przechyłki i krzywych przejściowych.

Łuk kołowy km 2+930 do km 2+950, R=750 m, bez przechyłki i krzywych przejściowych.

2+910 Skrzyżowanie z ul. Nową Stoińskiego.

2+800 przejście dla pieszych.

2+760 początek pętli Nowa Stoińskiego bądź odgałęzienie na pętlę Jasna Rola.

Poniżej: łuk kołowy km 2+623 do km 2+640, R=500 m, bez przechyłki i krzywych przejściowych.

Rys. 7.1. Trasa na odcinku Łużycka – Burysława w wariancie pętli przed obwodnicą kolejową. Orientacja północna.

- od km 3+015 do km 3+070, z łukiem kołowym o promieniu 1000 m – promień taki przy prędkości maksymalnej 70 km/h nie wymaga przechyłki ani krzywej przejściowej w wariancie pętli Burysława;
- od km 3+367 do km 3+385, z łukiem kołowym o promieniu 1000 m – promień taki przy prędkości maksymalnej 70 km/h nie wymaga przechyłki ani krzywej przejściowej w wariancie pętli Burysława;
- na pętlach Burysława, Jasna Rola i pośredniej Nowa Stoińskiego przewidziano zastosowanie promieni łuku poziomego 25 m, a na pętli końcowej Nowa Stoińskiego z racji braku istotnych ograniczeń – 22 m.

Na etapie projektu budowlanego wskazane jest rozważyć zastosowanie przechyłki w celu zwiększenia żywotności torowiska, a także sprawdzenia możliwości zwiększenia promieni łuków.

7.2. PRZEKRÓJ ULICY NOWEJ NARAMOWICKIEJ

Budowa wiaduktu kolejowego (z punktu widzenia trasy tramwajowej budowa ta jest konieczna tylko w wariancie Bożydara) wiąże się z koniecznością budowy ul. Nowej Naramowickiej na całej długości i zachowania jej przejezdności w obu kierunkach. W wariancie Burysława istnieje konieczność zapewnienia przejezdności ul. Nowej Naramowickiej w kierunku do centrum, natomiast jazda na północ mogłaby, w zależności od przyjętego rozwiązania, odbywać się zarówno ul. Nową Naramowicką, jak i starą ul. Naramowicką, jak też z wykorzystaniem obu ulic. W wariantach pętli Nowa Stoińskiego i Jasna Rola zachowanie przejezdności fragmentu Nowej Naramowickiej na północ od ul. Łużyckiej nie jest konieczne.

Przy takich założeniach można rozważyć budowę miejsc parkingu Parkuj-i-Jedź w ramach jezdni ul. Nowej Naramowickiej łącznie z opłatą realizowaną w systemie strefy płatnego parkowania, bądź należy zakazać parkowania w godzinach nocnych aby miejsca te nie służyły mieszkańcom pobliskich osiedli. Szczegóły rozwiązania będą zależeć od przyjętego wariantu:

- w wariantach Nowa Stoińskiego i Jasna Rola na parking można przeznaczyć całą jezdnię, mógłby to więc być typowy parking;
- w wariancie Burysława z jednokierunkową ul. Nową Naramowicką można wyznaczyć równoległe miejsca do parkowania po obu stronach przelotowego pasa samochodowego z ograniczeniem prędkości do 50 km/h, obejmując te miejsca Strefą Płatnego Parkowania bądź zakazem parkowania w nocy;
- w wariantach Burysława i Bożydara z dwukierunkową ul. Nową Naramowicką można wyznaczyć równoległe miejsca do parkowania po zachodniej stronie jezdni (a w ramach możliwości opisanych w podrozdziale 7.2.1 – również po zachodniej stronie jezdni) przy przelotowym pasie samochodowym z ograniczeniem prędkości do 50 km/h, obejmując te miejsca Strefą Płatnego Parkowania bądź zakazem parkowania w nocy.

Dla wariantu z jednokierunkową ul. Nową Naramowicką powrót z centrum odbywałby się ul. Naramowicką, która na odcinku między ul. Rubież i Łużycka oraz (dla wariantów Burysława i Bożydara) Boranta i Burysława powinna stać się jednokierunkowa z dopuszczeniem kontraruchu autobusów i rowerzystów. W ten sposób autobus będzie mógł ominąć zator kumulujący się na Nowej Naramowickiej (oczywiście autobus nie ominie zatoru

po północnej stronie przejazdu kolejowego). Dodatkowo postój w zatorze może zachęcić kierowców do rozważenia skorzystania ze znajdującego się na tej samej jezdni parkingu Parkuj-i-Jedź. W wariantach pętli Nowa Stoińskiego i Jasna Rola wskazane może być wręcz umieszczenie dodatkowego przystanku między przystankiem Naramowice i pętlą, z dojściami pieszymi, aby zachęcić kierowców do przesiadki – przystanek taki ograniczałby jednak prędkość tramwajów na tym odcinku do 50 km/h.

7.2.1. PRZEKRÓJ ULICY NOWEJ NARAMOWICKIEJ – WARIANT Z KONIECZNOŚCIĄ BUDOWY JEZDNI PRZELOTOWEJ

Dla odcinka ul. Nowej Naramowickiej od ul. Łużyckiej do ul. Nowej Stoińskiego proponuje się następujący przekrój ulicy, licząc od strony zachodniej:

- chodnik szerokości 2,0 m z podłączeniem do chodników osiedlowych;
- jezdnię rowerową szerokości 3,0 m;
- pas zieleni ekranującej szerokości 4,0 m, w pasie tym przewiduje się lokalizację peronu;
- torowisko tramwajowe ze słupami pośrodku szerokości 6,5 m;
- pas zieleni szerokości 4,5 m, w pasie tym przewiduje się lokalizację peronu, a także zawężenie go do 1,0 m z przeznaczeniem pozostałej szerokości na parking Parkuj-i-Jedź,
- jezdnię samochodową szerokości:
  - 6,0 m w najwęższych miejscach dla realizacji 2 pasów ruchu,
  - 12,0 m dla realizacji 2 pasów ruchu, miejsc parkowania prostopadłego szerokości 5,0 m i pasa bezpieczeństwa szerokości 1,0 m,
  - 14,5 m dla realizacji 2 pasów ruchu, miejsc parkowania prostopadłego szerokości 5,0 m i pasa bezpieczeństwa szerokości 1,0 m oraz miejsc parkowania równoległego szerokości 2,5 m,
  - 18,0 m dla realizacji 2 pasów ruchu, obustronnych miejsc parkowania prostopadłego szerokości 5,0 m i pasów bezpieczeństwa szerokości 1,0 m,
  - oraz miejsc parkowania równoległego szerokości 2,5 m;
- pas zieleni ekranującej szerokości minimum 3,0 m;
- jezdnię rowerową szerokości 3,0 m z wjazdem na ul. Jasna Rola;
- chodnik szerokości 2,0 m z podłączeniem do chodników osiedlowych.

Razem 33,8-42,3 m z poszerzeniami przy skrzyżowaniach. Przy takim rozwiązaniu można w wariancie 1 ograniczyć przekrój wlotu południowego ul. Nowej Naramowickiej na skrzyżowanie z ul. Łużycką do 2 pasów (nie robić poszerzenia jezdni przed ul. Łużycką).

Należy zaznaczyć, że realizacja tak opisanego przekroju umożliwi przekształcenie go w przyszłości w przekrój 2x2 – ulicy dwujezdniowej o 2 pasach ruchu na każdej jezdni i 2-metrowym pasie zieleni pomiędzy jezdniami.

W wariancie z jednokierunkowym ruchem przelotowym na ul. Nowej Naramowickiej pas dla nieobsługiwanego kierunku można przeznaczyć na miejsca parkingowe.

7.2.2. PRZEKRÓJ ULICY NOWEJ NARAMOWICKIEJ – WARIANT Z MOŻLIWOŚCIĄ ZAMKNIĘCIA PRZEJAZDU

Możliwość zamknięcia ulicy dla ruchu przelotowego umożliwiłaby wprowadzenie systemu pobierania opłat na wjeździe na ulicę i wyjeździe z niej. Konieczne byłoby jednak takie zaprojektowanie pasa zieleni od strony wschodniej, aby nie dawało możliwości ominięcia bramki (od strony zachodniej taką rolę pełniłoby torowisko). Wskazane jest aby jezdnią tą jeździł w obie strony autobus, wjeżdżający tuż przed skrzyżowaniem z ul. Łużycką na torowisko tramwajowo-autobusowe – przejazd ten powinien być chroniony przed nieuprawnionym użyciem. Podobnie jak w poprzednim podrozdziale warto rozważyć, dla lokalizacji pętli Nowa Stoińskiego i Jasna Rola, budowę dodatkowego przystanku tramwajowego.

Dla odcinka ul. Nowej Naramowickiej od ul. Łużyckiej do ul. Nowej Stoińskiego proponuje się analogiczny jak w poprzednim podrozdziale przekrój ulicy, jednakże ze względu na eliminację ruchu tranzytowego z dopuszczeniem rezygnacji z:

- pasów bezpieczeństwa;
- jezdni rowerowej po stronie wschodniej.

7.3. BILANS MIEJSC PARKINGOWYCH

Na podstawie powyższych rozważań oszacowano liczbę miejsc parkingowych możliwych do uzyskania dla systemu Parkuj-i-Jedź na ulicy Nowej Naramowickiej, ale też w pobliżu potencjalnych lokalizacji pętli tramwajowych. Możliwe do uzyskania jest:

- 200 miejsc wewnątrz pętli Jasna Rola, a w razie budowy parkingu wielopoziomowego – 180 miejsc na piętro;
- 140 miejsc wewnątrz pętli Burysława, a w razie budowy parkingu wielopoziomowego – 120 miejsc na piętro; przy wykupie dodatkowego gruntu liczba miejsc może wzrosnąć nawet do 500 miejsc w poziomie terenu (w tym 200 wewnątrz pętli) i 450 miejsc na piętro parkingu wielopoziomowego;
- 200-220 miejsc na pętli Bożydara, w tym 60-80 miejsc wewnątrz pętli, a w razie budowy parkingu wielopoziomowego – 110 miejsc na piętro;
- 90 – 180 miejsc na ulicy Nowej Naramowickiej na odcinku Łużycka – Nowa Stoińskiego;
- 100 – 200 miejsc na ulicy Nowej Naramowickiej na odcinku Nowa Stoińskiego – Błażeja;

Miejsca wewnątrz pętli (niezalecane przez ZTM Poznaniu) stanowią więc, w zależności od wariantu, 15-50% możliwych miejsc parkingów Parkuj-i-Jedź. Należy zaznaczyć, że liczba miejsc wzrasta o około 20 jeżeli w danej lokalizacji nie ma pętli.

W zależności od wariantu pętli można więc przewidzieć, przy założeniu braku dodatkowych wykupów gruntów i braku budowli kubaturowych, następującą liczbę miejsc parkingowych:

- dla pętli Nowa Stoińskiego: 180 miejsc;
- dla pętli Jasna Rola: 380 miejsc, w tym 200 wewnątrz pętli;
- dla pętli Burysława: 330-520 miejsc, w tym 140 wewnątrz pętli;

- dla pętli Bożydara 390-410 miejsc, w tym 60-80 wewnątrz pętli (z zaleceniem wykupu gruntu w rejonie ul. Bożydara).

Wskazane byłoby zapewnienie 600-1000 miejsc parkingowych – mniejsza wartość przy założeniu wykorzystania wyłącznie jednopoziomowych parkingów wymagałaby wykorzystania kilku z powyżej wymienionych lokalizacji, dla realizacji górnej granicy konieczna byłaby budowa obiektu kubaturowego.

8. PĘTLE NOWA STOIŃSKIEGO I JASNA ROLA

8.1. ZAŁOŻENIA KSZTAŁTOWANIA PĘTLI NOWA STOIŃSKIEGO

Wariant ten zakłada zakończenie ul. Nowej Naramowickiej przy ul. Nowa Stoińskiego, z wykorzystaniem obszaru skrzyżowania na budowę pętli.

Możliwe lokalizacje pętli zostały schematycznie pokazane na rysunku planu Nowej Naramowickiej z 2009 r. (rys. 8.1) – plan ten wykorzystano ponieważ pokazuje zasięg terenu rezerwowanego pod inwestycję drogową. Potencjalne lokalizacje oznaczono kolorami:



Rys. 8.1. Potencjalne lokalizacje pętli tramwajowej Nowa Stoińskiego na tle mapy terenu przewidzianego pod inwestycję transportową. Linią osiową zaznaczono przebieg torów dla lokalizacji pętli bardziej na północ. Orientacja północna.

- Optymalną lokalizacją byłby wariant czerwony, wymaga jednak zerwania dzierżawy. Wariant pozwala na lokalizację zarówno pętli końcowej, jak i pętli pośredniej (dla pętli pośredniej optymalny byłby ruch zgodnie z zegarem, w lokalizacji pokazanej linią przerywaną). W wariancie można zastosować promienie łuków 25 m.
- Wariant fioletowy jest również dobrym wariantem dla budowy pętli pośredniej – w mniejszym stopniu ograniczałby prędkość na trasie głównej. Dla pętli końcowej wadą jest brak miejsca na dodatkowe tory. W obu konfiguracjach wariant wymaga wykupu jednej działki z budynkiem jednokondygnacyjnym. Wariant wymagałby stosowania promieni łuków 22 m dla przejazdów bez pasażerów, jest to więc wskazaniem aby go odrzucić.

- Wariant żółty wiąże się z przecinaniem jezdni ul. Nowej Stoińskiego, przewidzianej też do pełnienia roli dojazdu do ul. Jasna Rola. Manewr jest na tyle nieczytelny, że wymagałby sterowania sygnalizacją świetlną. Ruch mógłby się odbywać jedynie przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Zaletą w stosunku do wariantu czerwonego jest natomiast przybliżenie peronów tramwajowych do skrzyżowania, co jest istotne dla pasażerów przesiadających się. W wariancie można zastosować promienie łuków 25 m pod warunkiem zerwania dzierżawy.
- Wariant zielony umożliwia realizację pętli niekolizyjnej z ruchem samochodowym kosztem zawężenia jezdni samochodowych. Jest dobrym rozwiązaniem jako pętla tymczasowa (do czasu budowy dalszego odcinka Nowej Naramowickiej lub Nowej Stoińskiego), ale ogranicza przepustowość samochodową skrzyżowania. W wariancie można zastosować promienie łuków 25 m pod warunkiem zerwania dzierżawy lub kosztem dalszej części ul. Nowej Stoińskiego – pozostanie jednak miejsce na 2 pasy samochodowe.
- Wariant niebieski blokuje ciąg ulicy Nowej Naramowickiej, natomiast nie jest kolizyjny z ewentualną budową ul. Nowa Stoińskiego. W wariancie można zastosować promienie łuków 25 m pod warunkiem zerwania dzierżawy.

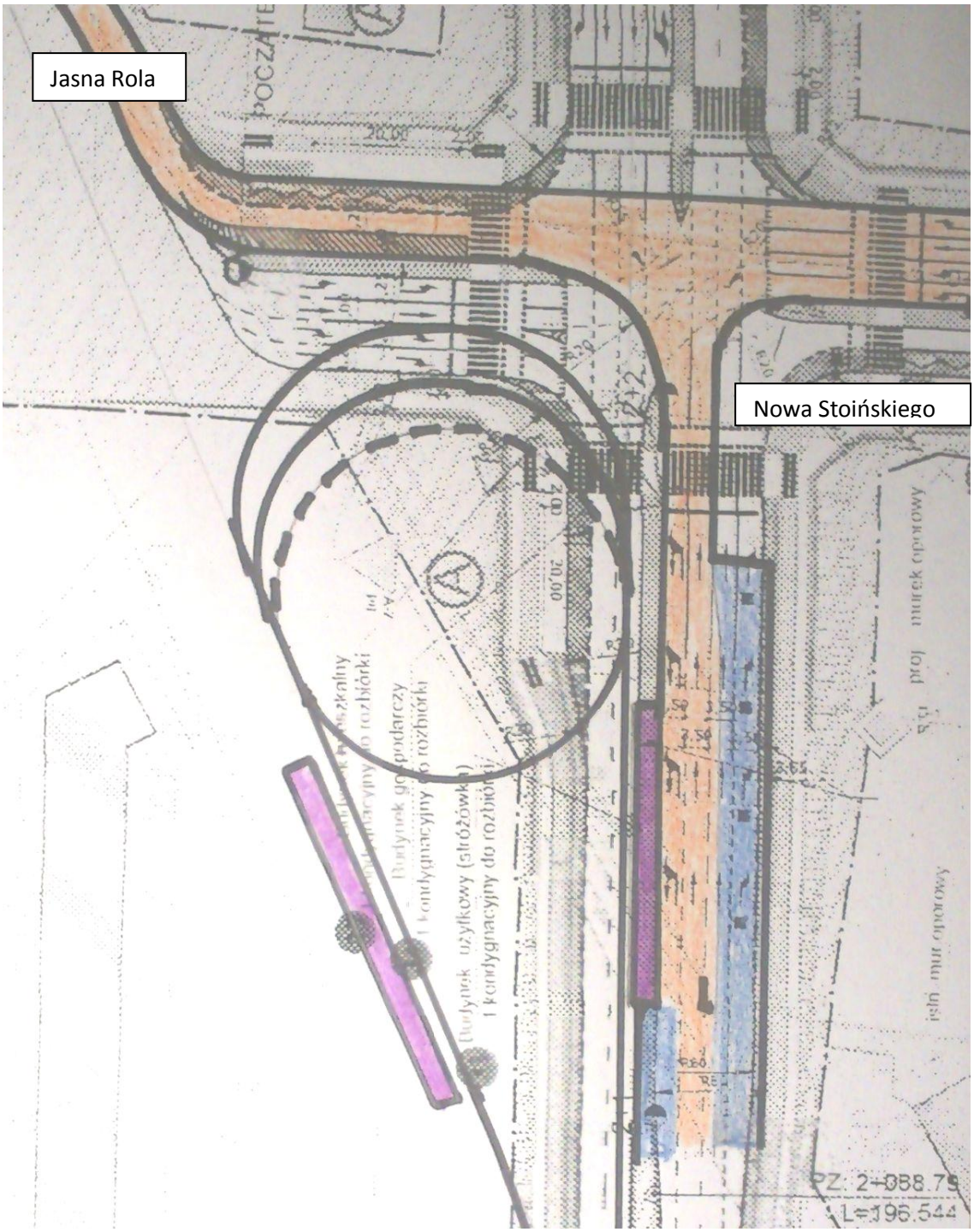
Z powyższej analizy można wnioskować, że najlepszym wariantem pętli Nowa Stoińskiego jest wariant czerwony. Wariant ten wymaga jednak zerwania dzierżawy. Wariant czerwony może być też zbudowany tymczasowo jako pętla końcowa, z przeznaczeniem na pętlę pośrednią po przedłużeniu trasy tramwajowej na północ. Dobrym rozwiązaniem tymczasowym jest wariant zielony, należy jednak przewidzieć likwidację pętli zbudowanej według tego wariantu. Do czasu budowy ul. Nowa Stoińskiego w kierunku zachodnim można też rozważyć wariant żółty pod warunkiem wykonania analizy bezpieczeństwa i zerwania dzierżawy lub zastosowania promieni łuku poziomego mniejszych od dopuszczalnych.

Część wariantów zawiera rozwiązania odrzucane przez MPK Poznań. Po pierwsze przewidziano promień łuku 22 m dla jazd bez pasażerów. Po drugie ruch zgodny ze wskazówkami zegara jest niechętnie widziany na pętlach końcowych, gdyż tworzy dodatkową kolizję i dodatkowe przecięcie torów.

8.2. PROPOZYCJA LOKALIZACJI PĘTLI NOWA STOIŃSKIEGO

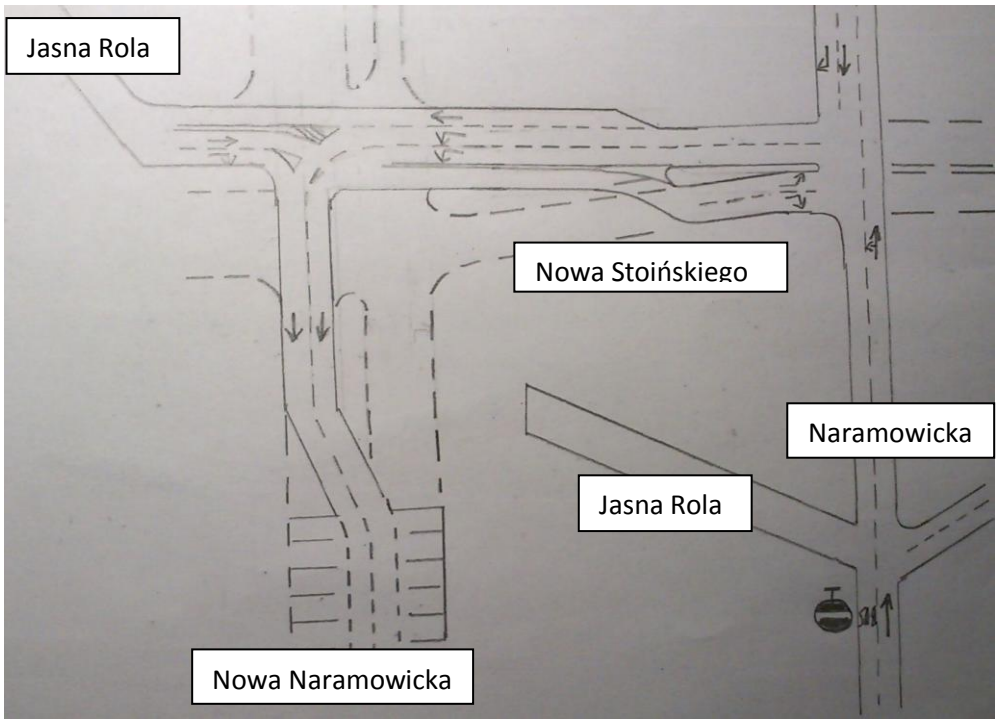
Najlepszym rozwiązaniem dla pętli pośredniej Nowa Stoińskiego może jednak okazać się zakup taboru dwukierunkowego i lokalizacja toru dla tramwaju kończącego bieg na pasie zieleni ekranującej na północ od skrzyżowania.

Do dalszych opisów wybrano wariant czerwony, pokazany na rys. 8.2. Dla wariantu tego przewidziano pełną pętlę i dodatkowo 1 tor umożliwiający postój tramwaju. Linią przerywaną zaznaczono możliwość budowy 3 torów postojowych, ale kosztem rezygnacji z pełnej pętli. Perony zlokalizowano przy odcinkach prostych. Ruch odbywałby się przeciwnie niż wskazówki zegara. Na rys. 8.2 przedstawiono również lokalizację jezdni samochodowych z podziałem na przestrzeń jezdną (kolorem pomarańczowym) i parkingową (kolorem niebieskim). Organizację ruchu przedstawiono na schematach 8.3 (dla konieczności budowy przejazdowej Nowej Naramowickiej) i 8.4 (dla możliwości zamknięcia przejazdu ul. Nową Naramowicką.

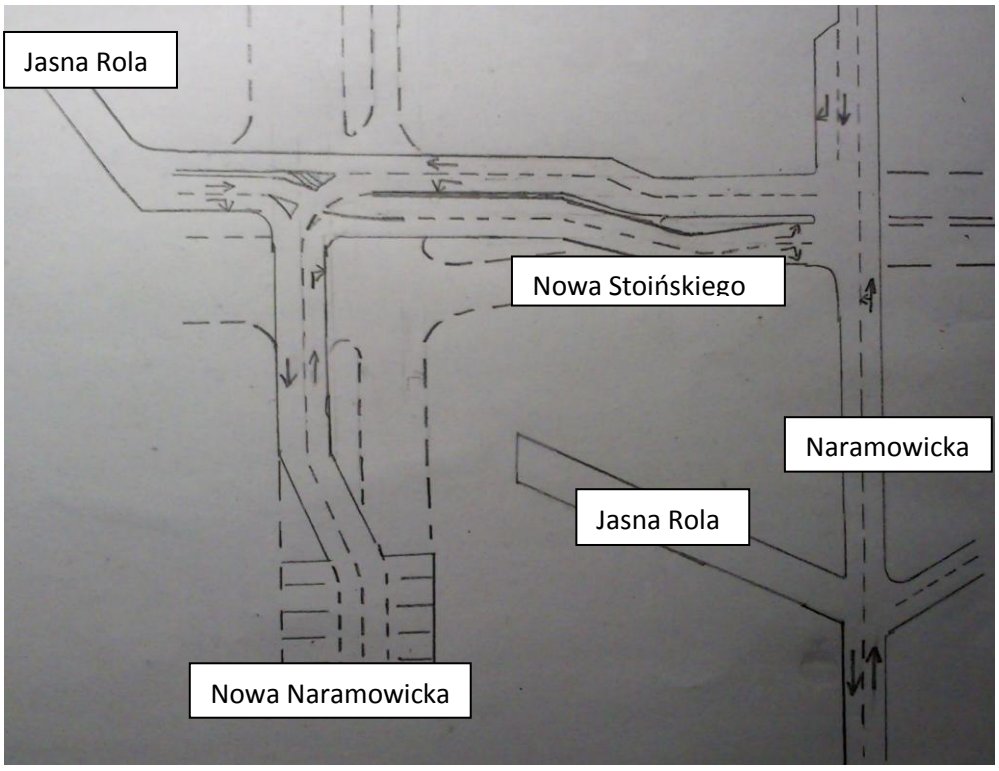


Rys. 8.2. Preferowana lokalizacja pętli tramwajowej Nowa Stoińskiego na tle mapy terenu przewidzianego pod inwestycję transportową. Zaznaczono lokalizację peronów (kolor fioletowy) a także jezdnie z podziałem na część tranzytową (kolor pomarańczowy) i parkingową (kolor niebieski). Orientacja północna.

W wariancie z przejazdową Nową Naramowicką nie ma potrzeby stosowania sygnalizacji świetlnej z punktu widzenia organizacji ruchu samochodowego, wskazane może być natomiast oznakowanie skrzyżowania ulic Naramowickiej i Nowej Stoińskiego jako równorzędnego.



Rys. 8.3. Schemat organizacji ruchu w wariancie wymagającym przejazdowej ulicy Nowej Naramowickiej. Liniami kreskowanymi zaznaczono przewidywany na przyszłość zakres rozbudowy ulic Nowej Naramowickiej i Nowej Stoińskiego. Orientacja północna.



Rys. 8.4. Schemat organizacji ruchu w wariancie umożliwiającym zamknięcie przejazdu ulicą Nową Naramowicką. Liniami kreskowanymi zaznaczono przewidywany na przyszłość zakres rozbudowy ulic Nowej Naramowickiej i Nowej Stoińskiego. Orientacja północna.

W wariancie z zamkniętym przejazdem ul. Nową Naramowicką zaleca się instalację sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ulic Naramowickiej i Nowej Stoińskiego, lub alternatywnie oznakowanie tego skrzyżowania jako równorzędnego.

Na pętli przewidziano promienie łuków poziomych 25 m, z dopuszczeniem (niezgodnym z przepisami) zastosowania promienia 22 m na pętli końcowej w miejscach gdzie tramwaj będzie jechał bez pasażerów. Na wyjeździe z pętli zastosowano promień 100 m, zaleca się na etapie projektu budowlanego sprawdzić możliwość zwiększenia tego promienia. W wariancie z ruchem zgodnym ze wskazówkami zegara zastosowano na wjeździe na pętlę promień 100 m.

8.3. ZESTAWIENIE KOSZTÓW BUDOWY PĘTLI NOWA STOIŃSKIEGO

W tabeli 8.1 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów budowy opisywanego odcinka.

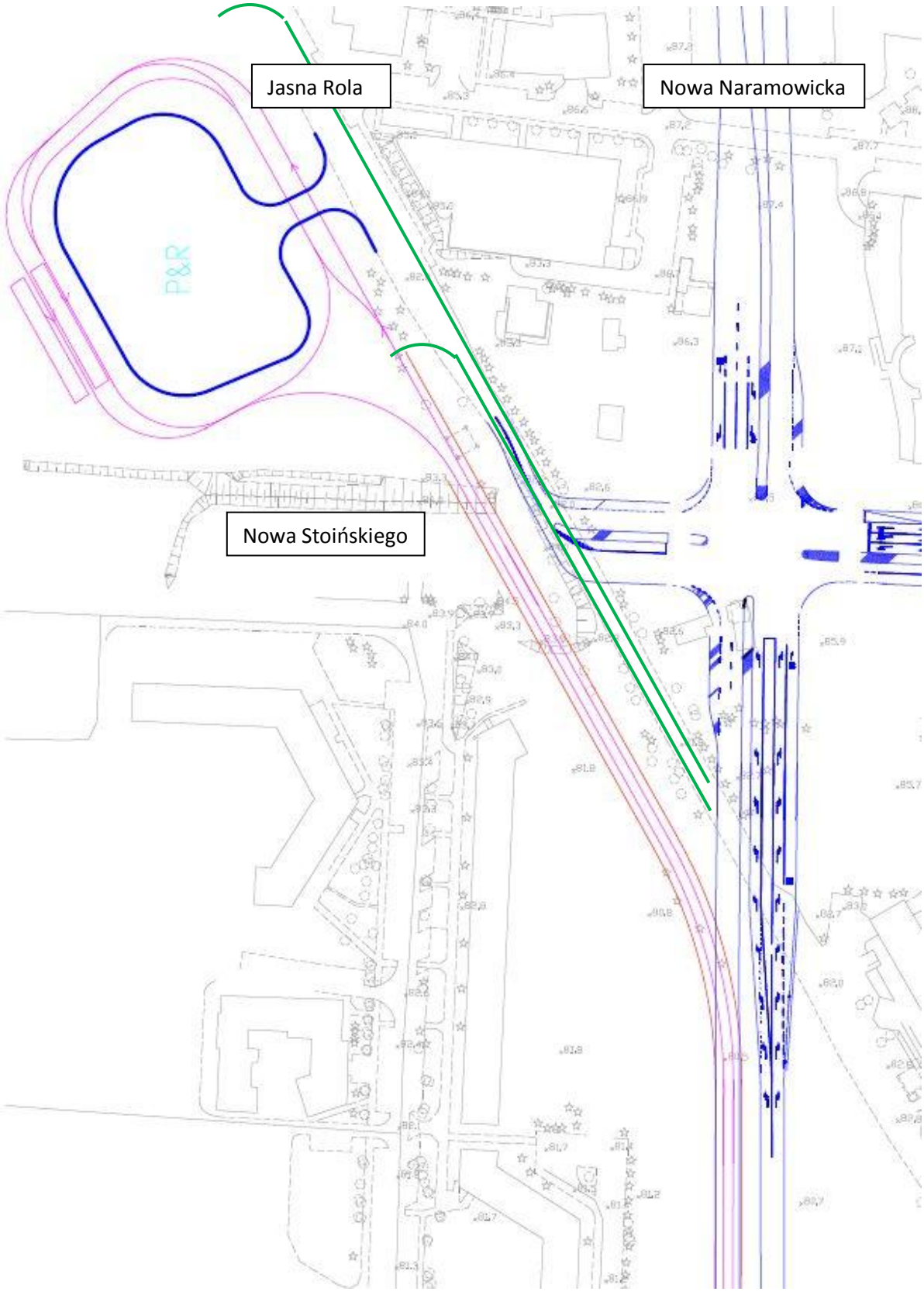
Tabela 8.1. Orientacyjny koszt budowy pętli Nowa Stoińskiego wraz z dojazdem od ul. Łużyckiej.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zielonego	km	0,50	5.000
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią samochodową	km	---	---
Budowa rozjazdów (rozjazdów i skrzyżowań torów)	szt.	4	600
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,50	2.550
Budowa peronów z wyposażeniem	szt.	2	500
Budowa jezdni samochodowej ciężkiej	m^2	8740	8.740
Budowa jezdni samochodowej lekkiej	m^2	450	320
Budowa przejść i przejazdów rowerowych przez torowisko	km	0,02	60
Budowa chodników	m^2	2100	630
Budowa jezdni rowerowych	m^2	2400	720
Zagospodarowanie zielenią	m^2	6050	1.210
Sygnalizacja świetlna	szt.	1	200
Koszty dodatkowe	km	0,50	2.500
	Razem:		23.030

8.4. LOKALIZACJA PĘTLI JASNA ROLA

Pod względem lokalizacji pętla Jasna Rola byłaby podobna do pętli Nowa Stoińskiego, pętle różnią się natomiast dostępnością miejsca. Pętla Jasna Rola pozwala ukształtować pętlę bez ograniczeń terenowych, a w jej środku zlokalizować parking Parkuj-i-Jedź. Wadą tej lokalizacji w stosunku do poprzedniej jest natomiast przecięcie ulicy Nowej Stoińskiego (gdy zostanie zbudowana) poza obszarem skrzyżowania z ul. Nową Naramowicką.

Na rys. 8.5 pokazano dojazd do pętli Jasna Rola, wymagający zerwania dzierżawy gruntu. Alternatywnym rozwiązaniem byłoby poprowadzenie torowiska w śladzie dzisiejszej jezdni ul. Jasna Rola – wymagałoby to wybudowania na długości ok. 100 m torowiska tramwajowo-samochodowego.



Rys. 8.5. Lokalizacja pętli Jasna Rola i parkingu Parkuj-i-Jedź wewnątrz tej pętli na tle planowanego w 2009 roku skrzyżowania ulic Nowej Naramowickiej i Nowej Stoińskiego. Kolorem zielonym pokazano alternatywny przebieg torowiska prowadzony pasem drogowym ulicy Jasna Rola. Orientacja północna.

Na pętli przewidziano promienie łuków poziomych 25 m, z dopuszczeniem zastosowania promienia 22 m dla łuku umożliwiającego jazdę wokół pętli. Na łuku z ul. Nowej Naramowickiej zastosowano promień 100 m, zaleca się jednak na etapie projektu budowlanego sprawdzenie możliwości zastosowania promienia większego (optymalnie – co najmniej 300 m). Zaleca się sprawdzić możliwość zwiększenia promieni łuków na pętli, w tym rozważyć projekt pętli w kształcie kropli.

Organizacja ruchu samochodowego jest analogiczna do lokalizacji pętli Nowa Stoińskiego, jedynie należy zwrócić uwagę na konieczność zapewnienia dobrych warunków ruchu dla klientów parkingu Parkuj-i-Jedź, bądź przez preferencyjne programy sygnalizacji świetlnej, bądź przez odpowiedni układ pierwszeństwa na skrzyżowaniach.

W tabeli 8.2 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów budowy opisywanego odcinka.

Tabela 8.2. Orientacyjny koszt budowy pętli Jasna Rola wraz z dojazdem od ul. Łużyckiej.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zielonego	km	0,80	8.000
Budowa toru zabudowanego nawierzchnią samochodową	km	0,10	1.300
Budowa rozjazdów i skrzyżowań torów	szt.	4	600
Budowa sieci trakcyjnej	km	0,90	4.590
Budowa peronów z wyposażeniem	szt.	3	750
Budowa jezdni samochodowej ciężkiej	m^2	8740	8.740
Budowa jezdni samochodowej lekkiej	m^2	450	320
Budowa miejsc parkingowych	m^2	3900	1.950
Budowa przejść i przejazdów rowerowych przez torowisko	km	0,02	80
Budowa chodników	m^2	2200	660
Budowa jezdni rowerowych	m^2	2400	720
Zagospodarowanie zielenią	m^2	4050	810
Sygnalizacja świetlna	szt.	2	400
Koszty dodatkowe	km	0,90	4.500
	Razem:		33.420

9. PĘTLA BURYSŁAWA

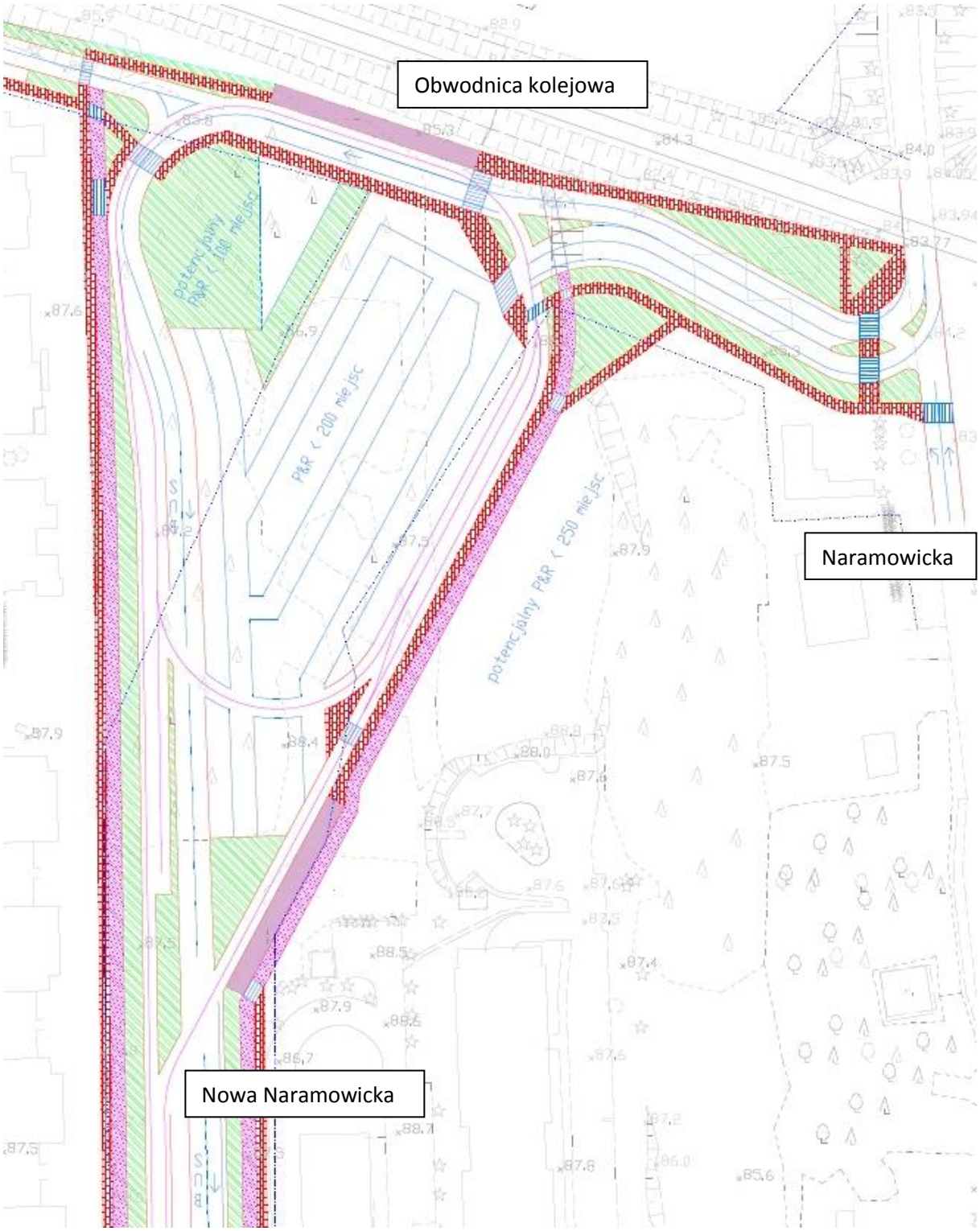
9.1. PROPOZYCJA

Pętla Burysława to ostatnia lokalizacja pętli przed kolejową obwodnicą towarową. Zakres budowy ul. Nowej Naramowickiej zmieniał się w procesie decyzyjnym, w związku z tym założono projektowanie pętli na terenach miejskich bądź przeznaczonych we wszystkich projektach do wykupu, z pokazaniem opcji poszerzenia parkingu Parkuj-i-Jedź na tereny przewidziane do wykupu tylko w niektórych wariantach, w tym na tereny wskazane w prezentacji MPU. Opcja może być realizowana pod warunkiem uzyskania sensownych warunków finansowych.

Propozycja pętli Burysława opiera się na następujących założeniach:

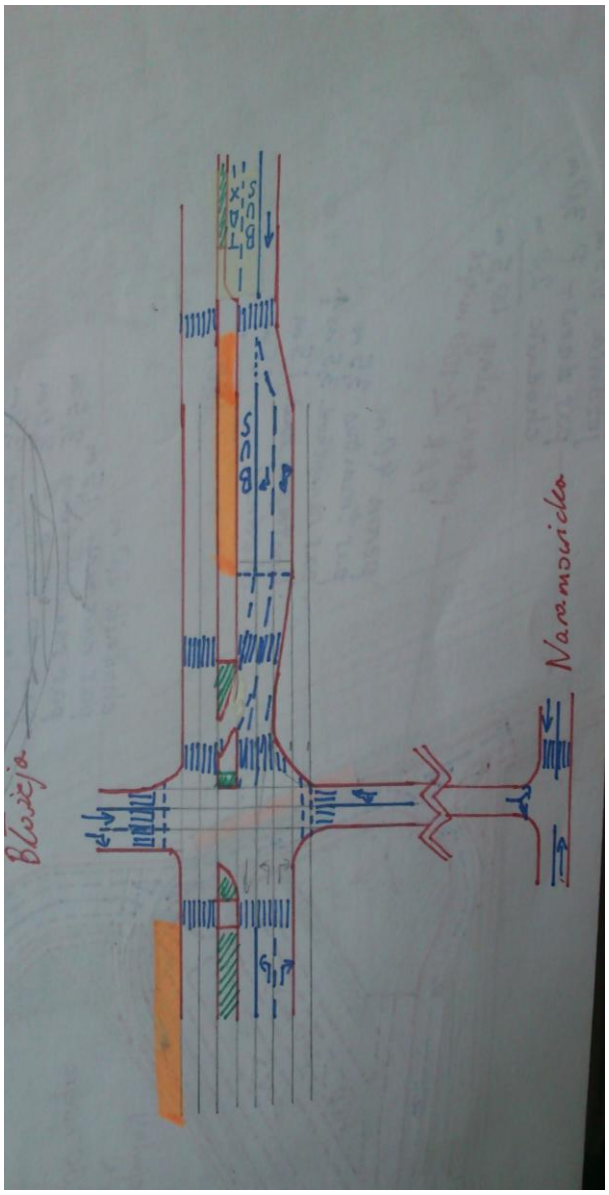
- Tramwaje jadące z centrum powinny wysadzać pasażerów przesiadających się na autobusy na przystanku Błażeja, przesiadka następowałaby w ramach jednego peronu, którego jedna krawędź byłaby tramwajowa, druga autobusowa. Założenie zrealizowano w podwariantach 1-3.
- Autobusy powinny wysadzać pasażerów jadących do centrum na przystanku (początkowym) Burysława stając na torowisku tramwajowo-autobusowym, przesiadka następowałaby w ramach jednokrawędziowego peronu. Założenie zrealizowano w podwariantach 1-4.
- Dla tramwajów i autobusów przewidziano tylko po jednym peronie końcowym i początkowym. Pomiędzy tymi peronami przewidziano dla tramwajów tor mijankowy i pełną pętlę, a poza tym tor odstawczy. Dla autobusów przewidziano pas postojowy, a w podwariancie 4 plac postojowy.
- Końcowy przystanek tramwajowy obsługiwałby parking Parkuj-i-Jedź. Początkowy przystanek tramwajowy obsługiwałby zarówno parking Parkuj-i-Jedź, jak i przesiadkę z autobusów.
- Jadąc od północy kierowcy byliby zmuszeni skręcić w ul. Nową Burysława (z wyjątkiem podwariantu 4), ze względu na zapewnienie sprawności wyjazdu z parkingu Parkuj-i-Jedź i związane z nim ograniczenie ruchu samochodów na części ul. Naramowickiej do kierunku na północ. Wyjazd z parkingu Parkuj-i-Jedź odbywałby się przez ul. Nową Burysława. Wyjazd autobusów z pętli oraz zjazd samochodów jadących na północ ul. Nową Naramowicką odbywałby się opcjonalnie przez ul. Nową Burysława lub przez ul. Błażeja.
- W razie budowy skrzyżowania ulic Nowej Naramowickiej i Błażeja ul. Błażeja przy ul. Naramowickiej powinna być jednokierunkowa dla samochodów.
- Przewidziano możliwość wjazdu w osiedle ul. Nową Burysława, z wyjątkiem podwariantu 4.

Propozycje podwariantów 1-4 w formie szkiców przedstawiono na rys. 9.1, 9.3, 9.4 i 9.5. Propozycja podwariantu 1, pokazana na rys. 9.1, zakłada jednokierunkowy ruch samochodów na ul. Nowej Naramowickiej przy pętli, pozwala natomiast zlokalizować największy parking Parkuj-i-Jedź podzielony jedynie torem tramwajowym. Wariant ten pozwala też ukształtować peron dla pasażerów wsiadających w bliskości toru kolejowego –



Rys. 9.1. Propozycja lokalizacji pętli Burysława i schemat organizacji ruchu. Podwariant 1 z ruchem jednokierunkowym. Orientacja północna.

niestety dla pasażerów wysiadających ta odległość byłaby już znaczna. Na rys. 9.2 pokazano schemat organizacji ruchu samochodowego i autobusowego na ul. Błażeja dla podwariantu 1. Wyjazd z osiedla ul. Burysława wymagałby przejazdu do ul. Błażeja.



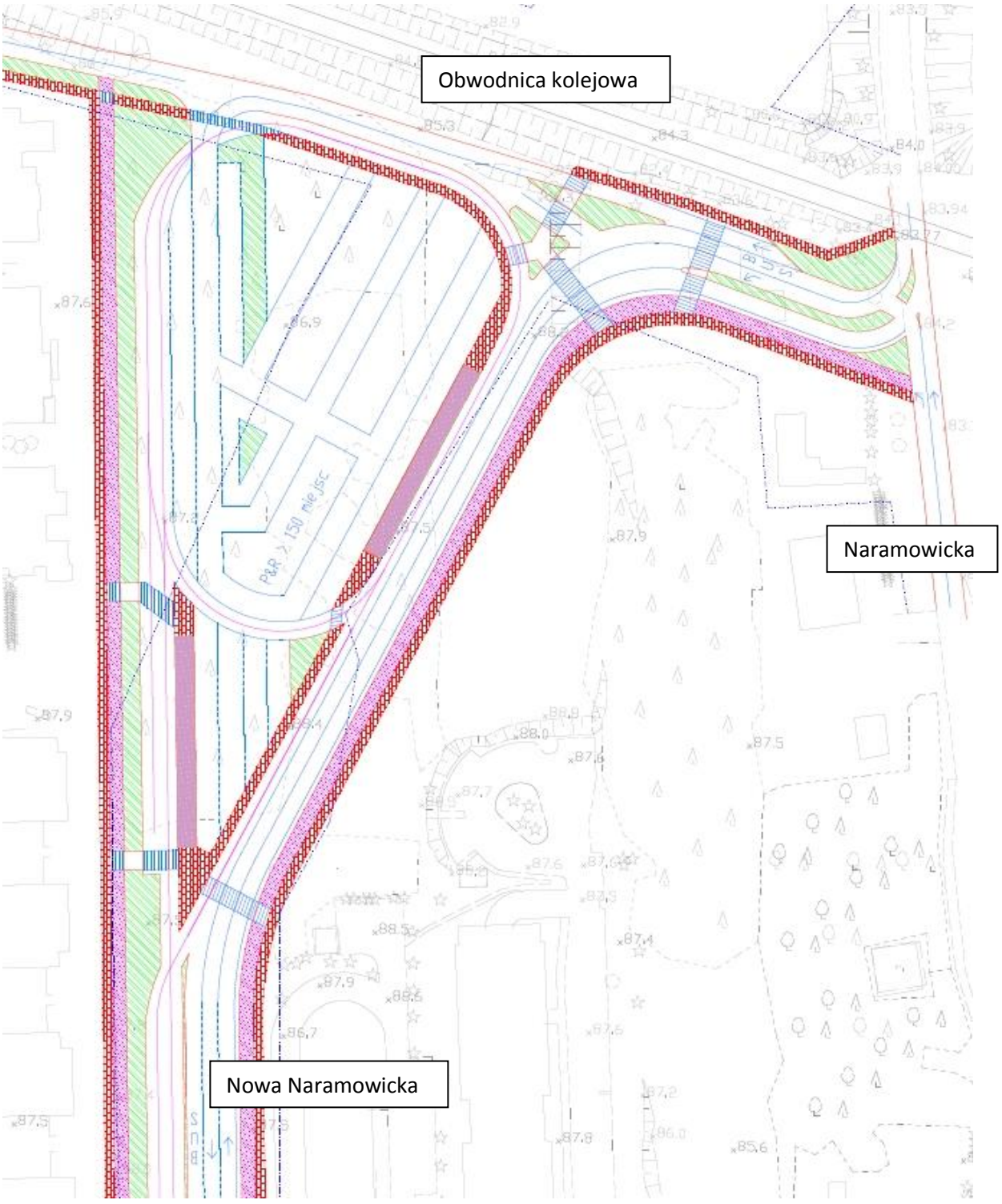
Rys. 9.2. Propozycja organizacji ruchu na ul. Błażeja w wariancie pętla Burysława. Orientacja północna.

Podwarianty 2 i 3, pokazane na rys. 9.3 i 9.4, zakładają dwukierunkowy ruch samochodów na ul. Nowej Naramowickiej przy pętli, wyjazd autobusów z pętli odbywałby się jednak nadal przez ul. Błażeja, która na pewnym odcinku byłaby jednokierunkową. Rozwiązanie skrzyżowania z ul. Błażeja byłoby podobne do przedstawionego na rys. 9.2, tyle że zakazany byłby skręt w prawo z wlotu północnego, a także byłaby możliwość jechania w kierunku północnym.

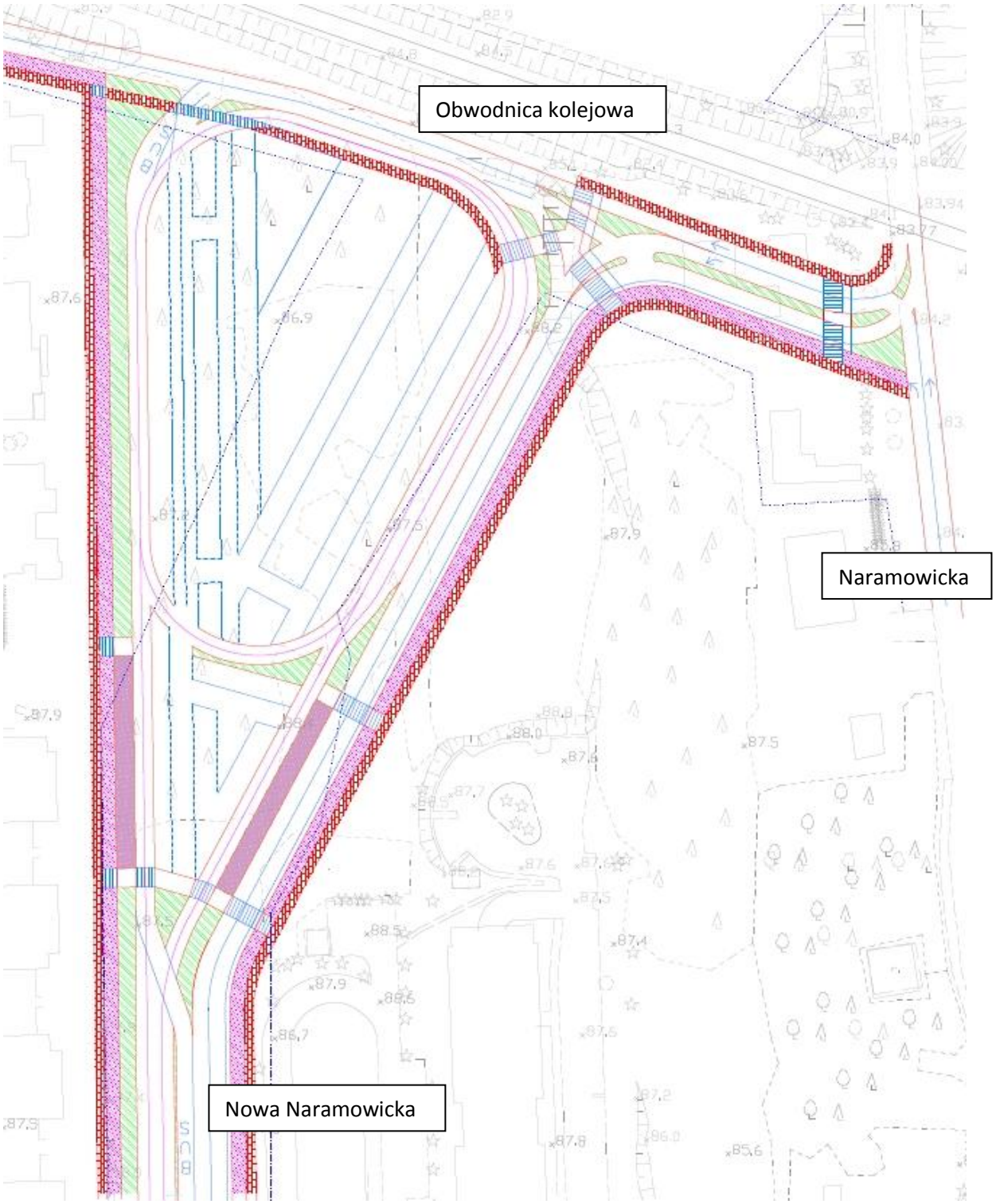
W podwariancie 2 ruch tramwajów odbywa się zgodnie ze wskazówkami zegara, co jest niezalecane przez MPK Poznań. W zamian długość odcinka zabudowanego nawierzchnią samochodową jest mniejsza.

Można rozważyć też jeszcze inny podwariant (nr 4 – pokazany na rys. 9.5), zakładający wjazd i wyjazd autobusu przez ul. Nową Burysława i rezygnację z budowy ul. Nowej Naramowickiej. Dla zapewnienia płynności ruchu dojazdowego do parkingu Parkuj-i-Jedź należałoby na skrzyżowaniu Nowej Burysława z Naramowicką zbudować rondo, a także zrezygnować z łączenia ul. Nowej Burysława z dzisiejszą ul. Burysława. Dla ruchu wyjazdowego z parkingu Parkuj-i-Jedź płynność ruchu powinna być duża poza godzinami szczytu porannego i tuż po otworzeniu zapór przejazdu kolejowego. Wariant ten byłby najtańszy, gdyż nie wymaga budowy jezdni ul. Nowej Naramowickiej. Na szkicu przewidziano rezerwę pod jezdnię ul. Nowej Naramowickiej z jezdnią rowerową i chodnikiem, w razie rezygnacji można by było zwiększyć parking Parkuj-i-Jedź oraz rozważyć zwiększenie promieniu łuków tramwajowych na pętli co najmniej do 35 m (optymalnie do 50 m).

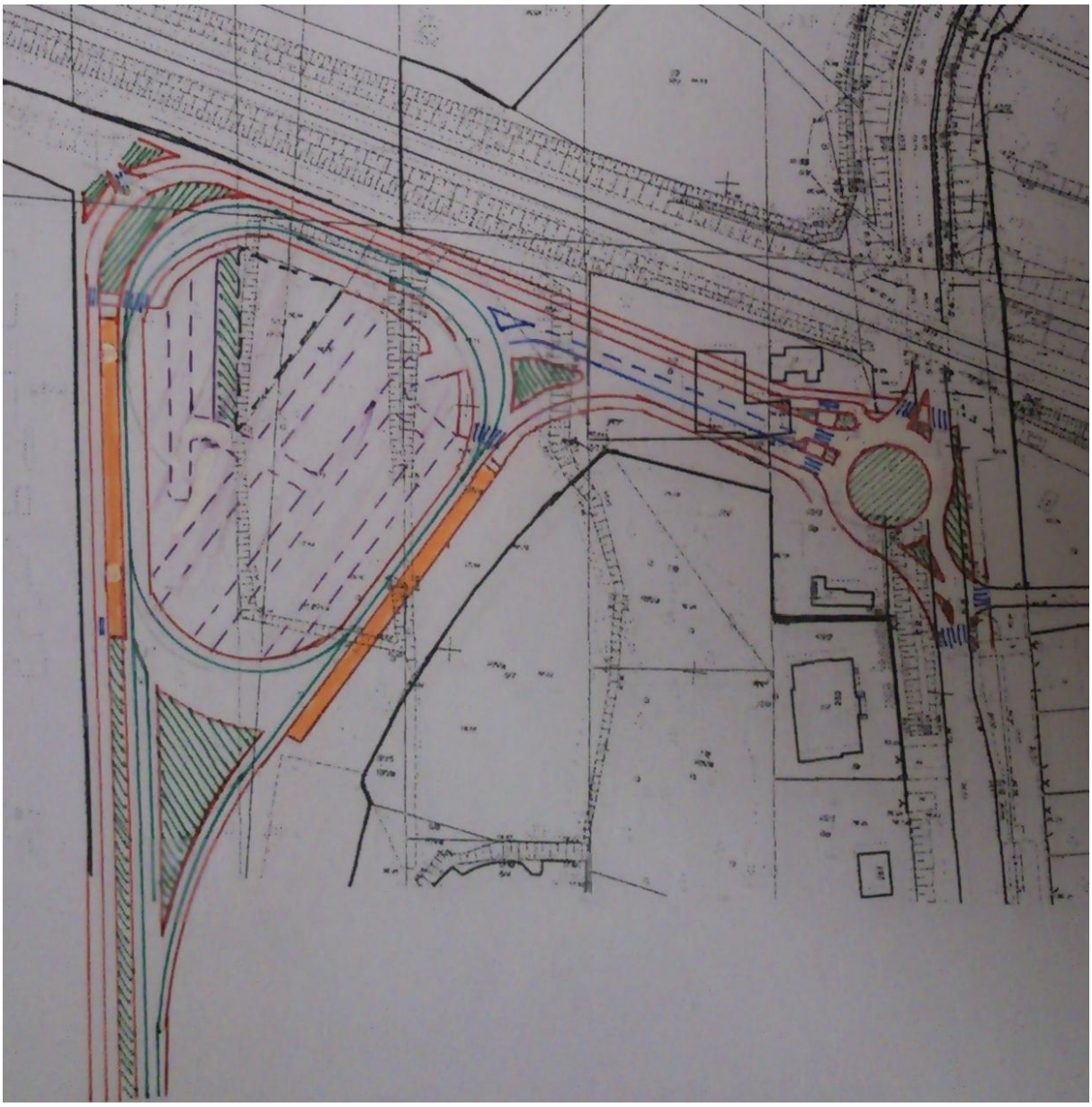
Na pętli niezależnie od podwariantui przewidziano promienie łuków poziomych 25 m, z dopuszczeniem zastosowania promienia 22 m dla łuku umożliwiającego jazdę wokół pętli. Na dojeździe do pętli zastosowano promień 100 m, zaleca się jednak na etapie projektu budowlanego sprawdzenie możliwości zastosowania promienia większego (optymalnie – 300 m). We wszystkich podwariantach parking Parkuj-i-Jedź zlokalizowano wewnątrz.



Rys. 9.3. Propozycja lokalizacji pętli Burysława i schemat organizacji ruchu. Podwariant 2 z ruchem tramwajów na pętli zgodnym ze wskazówkami zegara. Orientacja północna.



Rys. 9.4. Propozycja lokalizacji pętli Burysława i schemat organizacji ruchu. Podwariant 3 proponowany. Orientacja północna.



Rys. 9.5. Propozycja lokalizacji pętli Burysława i schemat organizacji ruchu. Podwariant 4. Orientacja północna.

9.2. SYGNALIZACJA ŚWIETLNA

Realizacja wariantu pętla Burysława, o ile byłaby budowana ul. Nowa Naramowicka, wymaga zainstalowania na północ od ulicy Łużyckiej sygnalizacji:

- na skrzyżowaniu z ul. Nową Stoińskiego km 2+900,
- na skrzyżowaniu z ul. Błażeja km 3+330,
- na skrzyżowaniu ul. Błażeja i Naramowickiej w celu ułatwienia wyjazdu z ul. Błażeja samochodom i autobusom,
- na wyjeździe z parkingu Parkuj-i-Jedź ok. km 3+640,
- na przecięciu torów tramwajowych w wariancie 2.

Tramwaj na skrzyżowaniach powinien mieć priorytet pełny lub, dla tramwaju ruszającego z przystanku, wysoki, z dopuszczeniem rezygnacji z priorytetu dla tramwaju

jadącego szybciej niż przewiduje rozkład jazdy. Zaleca się, aby strumienie kolizyjne z tramwajem były puszczane w osobnych niż tramwaj fazach. Zaleca się też uwzględnić częściowy priorytet dla autobusów i kierowców opuszczających parking Parkuj-i-Jedź.

9.3. ZESTAWIENIE KOSZTÓW

W tabeli 9.4 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów budowy opisywanego odcinka.

Tabela 9.4. Orientacyjny koszt budowy ul. Nowej Naramowickiej między ul. Łużycką i pętlą Burysława.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Budowa toru zielonego	km	1,45	14.500
Budowa toru zabudowanego	km	0,07	910
Budowa rozjazdów i skrzyżowań torów	szt.	5	750
Budowa sieci trakcyjnej	km	1,52	7.700
Budowa przejść i przejazdów rowerowych przez torowisko	km	0,02	80
Budowa peronów z wyposażeniem	szt.	6	1.650
Budowa chodników	m^2	6050	1.820
Budowa jezdni rowerowych	m^2	7800	2.200
Sadzenie zieleni	m^2	15200	3.100
Budowa miejsc parkingowych	m^2	2625	1.310
Budowa jezdni samochodowej ciężkiej	m^2	12040	12.040
Budowa jezdni samochodowej lekkiej	m^2	210	150
Remont jezdni samochodowej ciężkiej	m^2	---	---
Remont jezdni samochodowej lekkiej	m^2	810	320
Sygnalizacja świetlna	szt.	4	1100
Koszty dodatkowe	km	1,50	7.500
	Razem:		52.930

10. PĘTLA BOŻYDARA

10.1. PROPOZYCJA

Pętla Bożydara wykorzystuje pierwsze możliwe miejsce nadające się na pętlę po przekroczeniu torów kolejowych. Zaletą tej pętli jest więc niewątpliwie wyeliminowanie problemu opóźnień autobusów spowodowanych opuszczonymi rogatkami kolejowymi na ul. Naramowickiej. Pętlę i parking Parkuj-i-Jedź przewidziano na gruntach miejskich. Autobusy mogą kończyć bieg na pętli bądź być kierowane planowaną ulicą Nową Bożydara do pętli PST, ale takie ich trasowanie oddala je od budynków uniwersyteckich – trasa obsługiwałaby więc studentów, ale jakość obsługi byłaby niskiej jakości.

Na pętli zastosowano promienie łuków 25 m (ich zwiększenie nie będzie możliwe), przewidziano tor do wyprzedzania i tor żeberkowy. W podwariancie 2 udało się też zaprojektować łuk umożliwiający jazdę wokół pętli, ale pod warunkiem zastosowania niezalecanego przez MPK promienia 22 m.

Przecięcie torów kolejowych skłania do rozważenia możliwości przyszłej integracji z koleją metropolitalną. Analiza wykazała że jest możliwość ukształtowania peronów w bezpośredniej bliskości wiaduktu kolejowego, po jego południowej stronie, co pokazano na rys. 10.2. Perony te należałoby zabudować dopiero w momencie uruchamiania linii S6 kolei metropolitalnej, natomiast na etapie budowy tramwaju na Naramowice należałoby odpowiednio dostosować niweletę torowiska. Można też rozważyć wykorzystanie peronów na skrzyżowaniu z ul. Bożydara według podwariantu 2 (rys. 10.3).

Obszar będący własnością Miasta jest wystarczający dla ukształtowania potrzebnej pętli przy zastosowaniu promieni łuku poziomego 25 m. Parking Parkuj-i-Jedź przewidziano częściowo wewnątrz pętli (rozwiązanie niezalecane przez MPK), a częściowo wykorzystujący pobliski grunt miejski. Jest też możliwość ukształtowania pętli autobusowej, o ile taka zostanie uznana za konieczną. Rozważono 3 podwarianty pętli.

Planowane obok skrzyżowanie ul. Nowej Naramowickiej i Bożydara w km 3+960 zapewnia potrzebne relacje samochodowe, stąd analiza przepustowości może ograniczyć się do liczby pasów i spodziewanego programu sygnalizacji świetlnej. Można się spodziewać, że ul. Naramowicka na północ od skrzyżowania z ul. Bożydara będzie miała natężenie bliskie przepustowości, czyli ok. 1500 poj./h. Zakładając zjazdy ok. 300 pojazdów w godzinie szczytu na parking Parkuj-i-Jedź pozostaje dla kierunku na wprost do obsłużenia ok. 1200 poj./h. Przejście przez 3 pasy ruchu zabierze 21 s w cyklu, co dla długości cyklu 120 s stanowi 18% wobec potrzebnych dla kierunku na wprost w kierunku południowym 67%. Ruch z ul. Bożydara potrzebuje w cyklu 120-sekundowym 15 s, mieści się więc „w cieniu" przejść dla pieszych. Dla ruchu na wprost w kierunku południowym wystarczy więc 1 pas ruchu, z rezerwą przepustowości (konieczną dla zapewnienia priorytetu tramwajowego) do 15%. Dla kierunku na północ wystąpi dodatkowa kolizja z lewoskrętem z kierunku północnego, która zabierze w cyku 120-sekundowym 30 s, czyli 25% cyklu, oraz kolizja z ruchem z ul. Bożydara zajmująca 13% cyklu. Dla jednego pasa potrzeba by było 105% cyklu, wynika więc że na wlocie południowym powinny być 2 pasy ruchu.

Budowa ul. Bożydara na zachód od ul. Naramowickiej ograniczy przepustowość ul. Naramowickiej, stąd potrzebne będą wtedy po 2 pasy na wprost zarówno na północ, jak i na południe. Na rysunkach pokazano zachodnią ul. Bożydara, bądź jako planowaną, bądź do realizacji w ramach projektu tramwaju na Naramowice. Rysunki 10.1, 10.3 i 10.4 pokazują różne konfiguracje pasów samochodowych, możliwe do realizacji w każdym z podwariantów.

Na ul. Naramowickiej dla skrętu w prawo – na wschód – w ul. Bożydara zaleca się rozważyć krótki pas do skrętu w prawo, jego rolą byłoby przejęcie pojazdów zwalniających przed łukiem prawoskrętu.

Wzdłuż ul. Naramowickiej przewidziano obustronne chodniki i jezdnie rowerowe (rys. 10.1 i 10.3), z dopuszczeniem skierowania rowerzystów na jezdnię serwisową (rys. 10.4). Na ul. Bożydara przewidziano po północnej stronie jezdnię rowerową i chodnik (rys. 10.1 i 10.3), przy czym w wariantach 2 (bez pętli autobusowej) i 3 możliwe jest wyznaczenie w zamian pasów rowerowych na wschód od ul. Naramowickiej (rys. 10.4). Na ul. Bożydara na zachód od ul. Naramowickiej po stronie południowej przewidziano chodnik, zrezygnowano z jezdni rowerowej ze względu na brak celów ruchu, zaznaczając że istnieje miejsce na jej ukształtowanie. Na ul. Bożydara na wschód od ul. Naramowickiej nie przewidziano chodnika ze względu na małą szerokość tej ulicy (nie spełniającą wymogów ulicy klasy Z) za obszarem opracowania.

Problemem w analizach była obsługa 2 posesji wzdłuż ul. Naramowickiej na południe od ul. Bożydara. Zaproponowano:

- podłączenie jezdni serwisowej do ul. Naramowickiej (rys. 10.4),
- dojazd do jezdni serwisowej od strony ul. Bożydara, wyjazd na ul. Naramowicką (rys. 10.1) – w podwariancie 3 wymagałoby to odcinka z jazdą samochodów po torowisku pętli,
- podłączenie jezdni serwisowej do ul. Bożydara (rys. 10.3) z dwukierunkowym pasem na krótkim odcinku – możliwe do zrealizowania tylko w podwariancie 2,
- rozważenie dojazdu do jezdni serwisowej przez teren parkingu Parkuj-i-Jedź (rys. 10.3),
- rozważenie obsługi posesji z podłączeniem do sieci ulicznej w innym miejscu.
- bDla skrzyżowania trójwlotowego

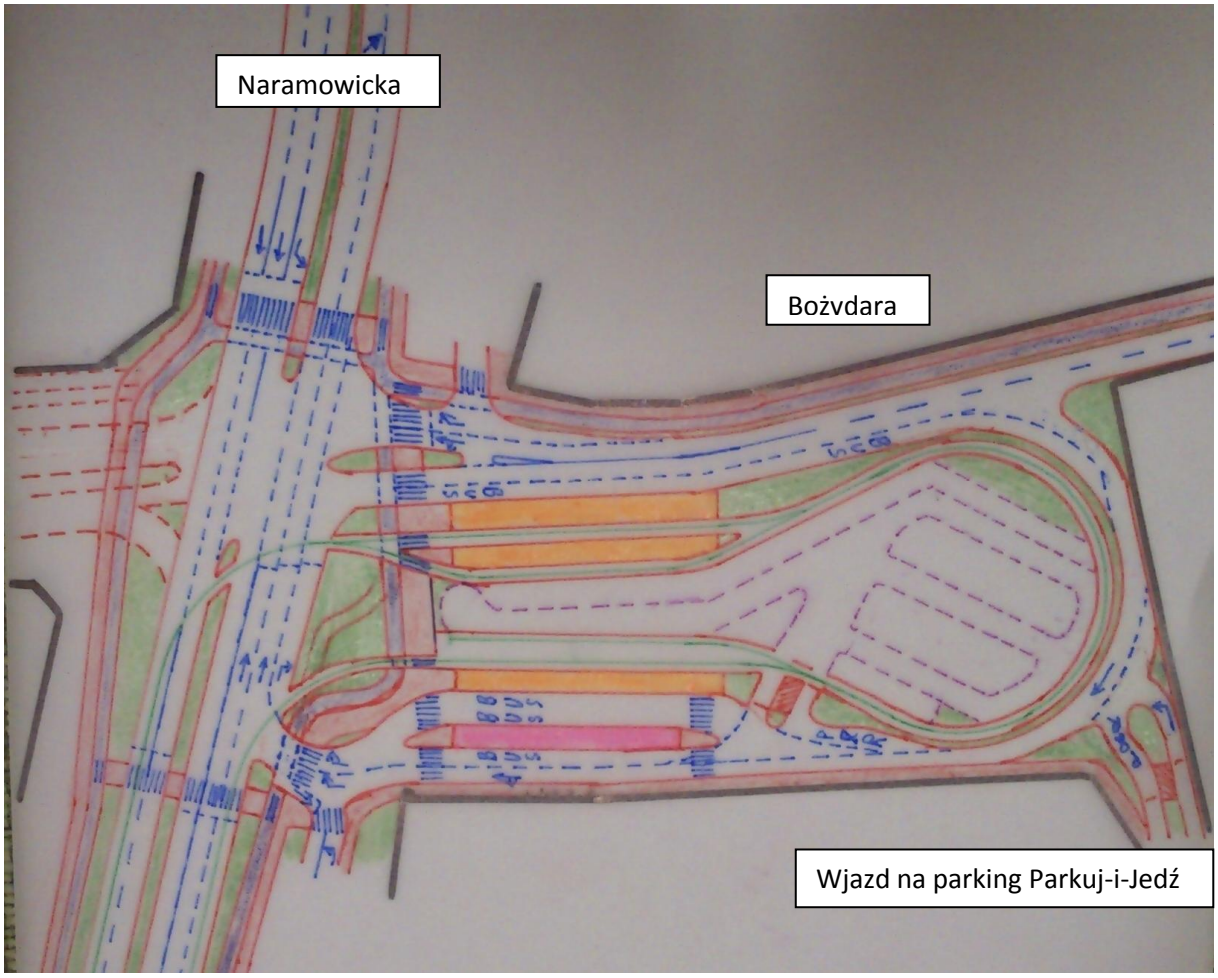
10.2. PODWARIANT 1 – ZE ZWIĘKSZONĄ PRZEPUSTOWOŚCIĄ SAMOCHODOWĄ

Na rys. 10.1 przedstawiono pierwszy szkic lokalizacji pętli i parkingu Parkuj-i-Jedź. Podwariant 1 zakłada ukształtowanie pętli autobusowej i tramwajowej z przesiadką w ramach jednego peronu (ewentualnie z koniecznością przejścia na sąsiedni peron). Ruch tramwajów odbywałby się przeciwnie do wskazówek zegara, ruch autobusów – zgodnie. Postój autobusów przewidziano na pasie postojowym.

Podwariant wymaga budowy pod wiaduktem kolejowym dwóch jezdni z torowiskiem wspólnym z jezdnią – tramwaje w obu kierunkach jechałyby prawymi (zewnętrznymi) pasami samochodowymi. Na południe od wiaduktu przewidziano zjazd na parking Parkuj-i-Jedź i w tym miejscu kończyłby się dwujezdniowy przekrój ul. Nowej Naramowickiej (rys. 10.2). Proponuje się aby zjazd ten umożliwiał również wjazd na ul. Naramowicką, co pozwoliłoby przekształcić fragment ul. Błażeja na jednokierunkowy z ruchem w kierunku zachodnim.

Wewnątrz pętli można zmieścić prawie 90 miejsc parkingu Parkuj-i-Jedź. Pozostałe miejsca można zlokalizować na przyległym terenie – poza obszarem szkicu.

Podwariant ma kształt docelowy – ewentualna rozbudowa tramwaju w kierunku północnym ul. Naramowicką lub zachodnim ul. Bożydara wymagałaby znaczącej przebudowy, w tym prawdopodobnie rezygnacji z przekroju dwujezdniowego pod wiaduktem.



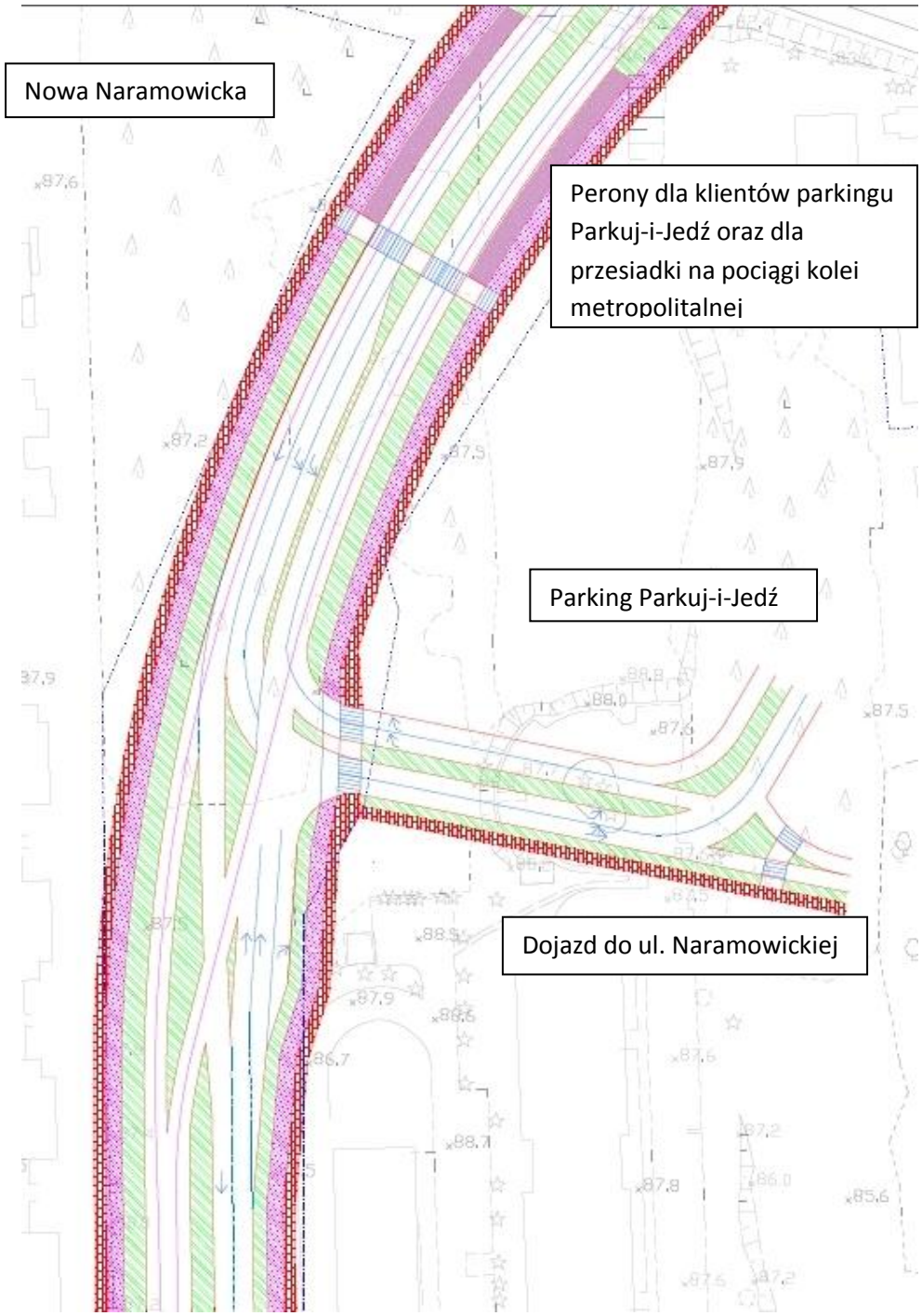
Rys. 10.1. Propozycja pętli Bożydara w podwariancie 1 - docelowym. Orientacja północna.

10.3. PODWARIANT 2 – Z PĘTLĄ BEZ PERONÓW

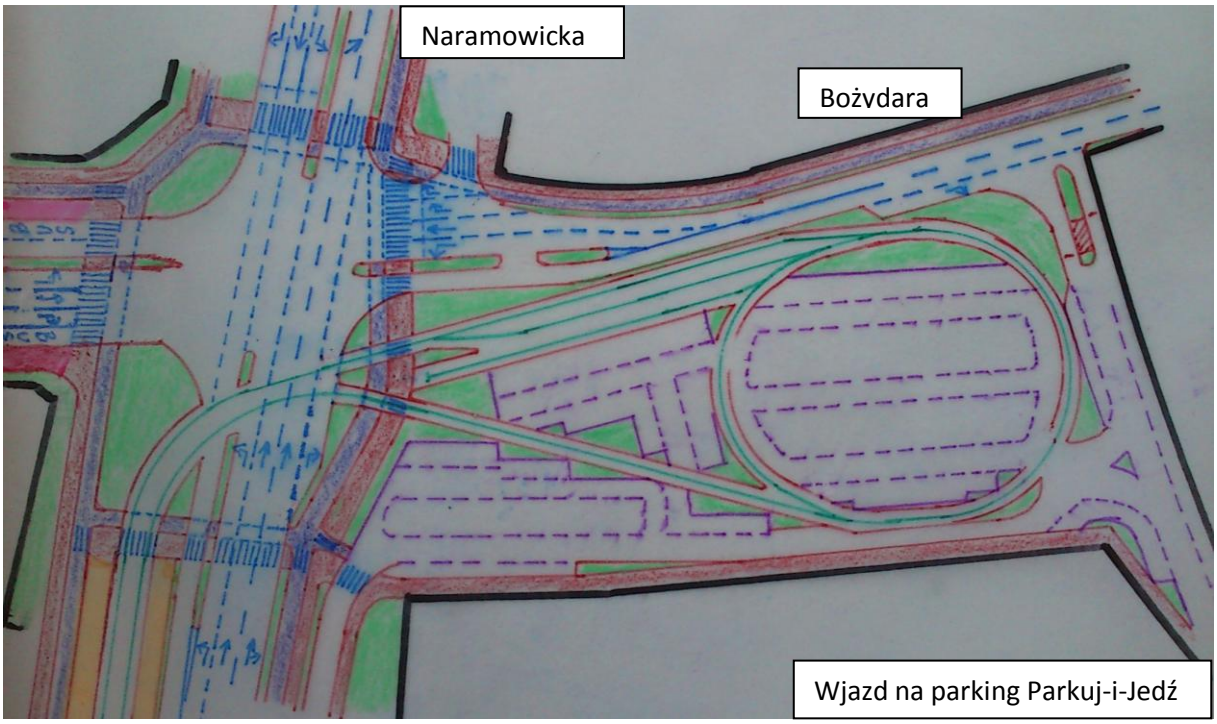
Podwariant ten, pokazany na rys. 10.3, zakłada, że autobusy nie będą kończyć biegu na pętli tramwajowej, tylko będą jechać nowo zbudowaną ul. Bożydara na zachód w kierunku pętli PST. Geometrię skrzyżowania ukształtowano tak aby zminimalizować drogę dojścia i kolizyjność przesiadek z autobusów do tramwajów – analogicznie do węzła Wilczak.

Brak pętli autobusowej umożliwia wyznaczenie dodatkowych 90 miejsc parkingu Parkuj-i-Jedź poza pętlą tramwajową. Wewnątrz pętli można zmieścić 60 miejsc. Pozostałe miejsca można zlokalizować na przyległym terenie – poza obszarem szkicu.

Podwariant umożliwia też tymczasowe ukształtowanie pętli autobusowej kosztem miejsc parkingu Parkuj-i-Jedź, wiązałoby się to jednak z pogorszeniem jakości przesiadek. Dobra realizacja podwariantu wymaga budowy zachodniego odcinka ul. Bożydara. Zaletą podwariantu jest łatwość wydłużenia trasy tramwajowej, bądź ul. Naramowicką na północ, bądź ul. Bożydara na zachód.



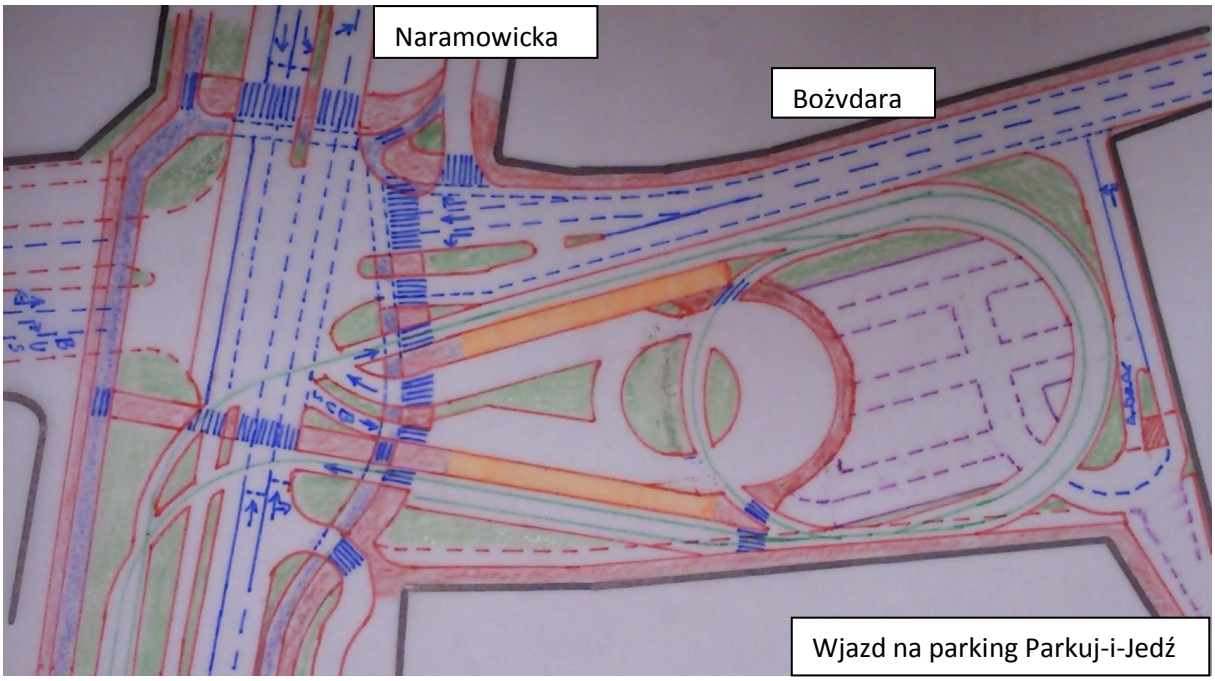
Rys. 10.2. Skrzyżowanie na południe od wiaduktu kolejowego z wjazdem na parking Pakuj-i-Jedź i dojazdem do ul. Naramowickiej. Orientacja północna.



Rys. 10.3. Propozycja pętli Bożydara w podwariancie 2 - etapowym. Orientacja północna

10.4. PODWARIANT 3 – POŚREDNI

Podwariant 3, pokazany na rys. 10.4, ułatwiłby przyszłościową rozbudowę trasy tramwajowej (tak jak podwariant 2), ale jednocześnie przewiduje pętlę tramwajowo-autobusową z dobrą jakością przesiadek (tak jak podwariant 1). Ruch tramwajów odbywa się zgodnie ze wskazówkami zegara (niezalecane przez MPK), natomiast ruch autobusów – zgodnie. Podwariant pozostawia najmniej rezerwy terenu w poprzek pętli.



Rys. 10.4. Propozycja pętli Bożydara w podwariancie 3 – pośrednim. Orientacja północna

Wewnątrz pętli można zmieścić 60 miejsc parkingu Parkuj-i-Jedź. Pozostałe miejsca można zlokalizować na przyległym terenie – poza obszarem szkicu.

10.5. ZESTAWIENIE KOSZTÓW

W tabeli 10.1 pokazano orientacyjne zestawienie kosztów budowy opisywanego odcinka w podwariancie głównym.

Tabela 10.1. Orientacyjny koszt budowy ul. Nowej Naramowickiej między ul. Łużycką i pętlą Bożydara – podwariant główny.

Obiekt	Jedn.	Ilość	Koszt [tys. zł]
Wiadukt kolejowy	szt.	1	30.000
Budowa toru klasycznego (pętla pośrednia)	km	0,17	1.020
Budowa toru zielonego	km	1,55	15.500
Budowa toru zabudowanego	km	0,17	1.040
Budowa rozjazdów i skrzyżowań torów	szt.	7	1.000
Budowa sieci trakcyjnej	km	1,80	9.180
Budowa przejść i przejazdów rowerowych przez torowisko	km	0,02	100
Budowa peronów z wyposażeniem	szt.	7	1.730
Budowa chodników	m^2	6290	1.890
Budowa jezdni rowerowych	m^2	8070	2.420
Sadzenie zieleni	m^2	14450	3.020
Budowa miejsc parkingowych	m^2	2130	850
Budowa jezdni samochodowej ciężkiej	m^2	14940	14.940
Budowa jezdni samochodowej lekkiej	m^2	210	150
Remont jezdni samochodowej ciężkiej	m^2	---	---
Remont jezdni samochodowej lekkiej	m^2	810	320
Sygnalizacja świetlna	szt.	4	1.500
Koszty dodatkowe	km	1,50	7.500
Razem:			91.330
Dodatkowy koszt dla wariantu 2:			1.360
Razem:			92.690

10.6. PODSUMOWANIE

Wybór spośród koncepcji wariantu Bożydara zależy od strategicznych planów miasta. Podwariant 1 zapewnia lepsze warunki przesiadki pasażerów, większą przepustowość samochodową i lepsze wykorzystanie przestrzeni pętli, ale w razie wydłużania trasy konieczne byłoby przebudowanie torów i jezdni między ul. Bożydara i Burysława. Podwariant 2 jest korzystniejszy w razie planowania dalszej rozbudowy trasy w kierunku północnym lub zachodnim. Podwariant 3 jest pośrednim.

11. PODSUMOWANIE

Kryterium	Nowa Stoińskiego	Jasna Rola	Burysława	Bożydara
Długość trasy [km]	2,9	3,1	3,9	4,2
Koszt budowy [mln zł]	167	177	206	234
Koszt 1 km [mln zł]	57,6	57,1	50,3	55,7
Minimalny koszt budowy [mln zł]*	62	66	80	151
Liczba miejsc w parkingach Parkuj-i-Jedź (jednopoziom.)	180	380	520	590
Obsługa Naramowic	część	część	TAK	TAK
Autobusy w zatorach	tak	tak	część	nie
Odciążenie ul. Naramowickiej	część	część	część	TAK
Zastąpienie autobusów [km]	2,1	2,1	3,4	3,6
*Minimalny koszt budowy uwzględnia budowę trasy tramwajowej w wersji podstawowej wyposażenia (np. bez informacji dynamicznej na peronach) i z infrastrukturą uliczną ograniczoną do niezbędnego minimum.				

Z powyższego zestawienia widać, że im dłuższy i droższy wariant tym lepsze są jego efekty. Dobre wyniki osiąga wariant Burysława, wynika to jednak z kończenia trasy tuż przed torem kolejowym i przerzucenia niedogodności z tym związanych na pasażerów. Warto też zwrócić uwagę, że koszty wariantów Jasna Rola i Nowa Stoińskiego powinny się zwiększyć wskutek budowy kubaturowego parkingu Parkuj-i-Jedź – dopiero w rejonie ul. Burysława jest wystarczająco miejsca na budowę jednopoziomowego parkingu odpowiedniej wielkości, a i to pod warunkiem wykupu gruntów.

Sprawdzono niweletę trasy tramwajowej – na żadnym odcinku nie powinna ona stanowić problemu dla projektanta, również przy uwzględnieniu budowy peronu dla przesiadki na pociągi metropolitalne.

Poniżej zestawiono zastosowane promienie łuków poziomych. Podano tylko najmniejsze wartości bez odnotowywania krzywych koszowych czy rozjazdów. Dla wszystkich łuków zaleca się sprawdzenie na etapie projektu budowlanego możliwości zwiększenia promienia, a także rozważenie zastosowania przechyłki i krzywej przejściowej większych od wymaganych, w celu wydłużenia żywotności torowiska.

- km 0+490 R=75 m z krzywą przejściową;
- km 0+508 R=300 m z krzywą przejściową i przechyłką;
- km 1+350 R=300 m z krzywą przejściową i przechyłką;
- km 1+680 R=500 m;
- km 2+000 R=1000 m;
- km 2+630 R=500 m;
- na zjeździe na pętlę pośrednią Nowa Stoińskiego R=100 m;
- na pętli pośredniej Nowa Stoińskiego R=25 m;
- na zjeździe na pętlę końcową Nowa Stoińskiego R=100 m z przechyłką i krzywą przejściową;

- na pętli końcowej Nowa Stoińskiego R=25 m, a na łukach gdzie tramwaj jedzie bez pasażerów R=22-25 m ze względu na ograniczenia terenowe;
- km 2+600 – łuk na pętlę Jasna Rola R=100 m z przechyłką i krzywą przejściową;
- na pętli Jasna Rola R=25 m; zaleca się na etapie projektu budowlanego rozważenie zmiany kształtu pętli, co pozwoli zwiększyć promienie łuków;
- km 2+940 R=750 m;
- km 3+050 R=1000 m;
- km 3+370 R=1000 m;
- km 3+650 R=300 m z przechyłką i krzywą przejściową w wariancie pętli Bożydara lub bez przechyłki i krzywej przejściowej na dojeździe do pętli Burysława;
- na wjeździe na pętlę Burysława R=100 m ze względu na ograniczenia terenowe;
- na pętli Burysława R=25 m ze względu na ograniczenia terenowe; dla łuku umożliwiającego jazdę wokół pętli dopuszczono promień 22 m;
- na wjeździe na pętlę Bożydara R=25 m ze względu na ograniczenia terenowe, skrzyżowanie i, w jednym z podwariantów, zbliżenie peronów;
- na pętli Bożydara R=25 m ze względu na ograniczenia terenowe; dla łuku umożliwiającego jazdę wokół pętli dopuszczono promień 22 m.

Wykazano możliwość budowy torowiska dla 70 km/h, ale według parametrów dopuszczalnych. Parametry dopuszczalne dla 70 km/h są zbliżone do parametrów zalecanych dla 50 km/h, stąd zaleca się budowę torowiska właśnie według takich parametrów (warto nadmienić, że motorniczowie na nowych torowiskach o ograniczeniu prędkości do 50 km/h rozwijają prędkości do 65 km/h). Prędkość powyżej 50 km/h generuje też koszty związane z dodatkowymi urządzeniami bezpieczeństwa ruchu i opłotowaniem – zaleca się więc analizę finansową w jakim zakresie Miasto stać na umożliwienie tramwajom jazdy ze zwiększoną prędkością. Odległości międzyprzystankowe są zróżnicowane (od 400 m właściwego dla tramwaju klasycznego do 1150 m wyraźnie przekraczającego standard PST), stąd zestawiono i dopisano opinię o sensowności stosowania prędkości 70 km/h:

- Wilczak – Serbska/Naramowicka 500 m warto rozważyć 70 km/h;
- Serbska/Naramowicka – Włodarska 400 m w razie konieczności ograniczenia kosztów redukować do 50 km/h w pierwszej kolejności;
- Włodarska – Naramowice 1150 m zastosować 70 km/h;
- Naramowice – Nowa Stoińskiego 550 m warto rozważyć 70 km/h;
- Nowa Stoińskiego – Błażeja 450 m w razie konieczności ograniczenia kosztów redukować do 50 km/h w pierwszej kolejności;
- Błażeja – Burysława 450 m w razie konieczności ograniczenia kosztów redukować do 50 km/h w pierwszej kolejności;
- Błażeja – Bożydara 600 m zastosować 70 km/h;
- Burysława jako węzeł przesiadkowy na kolej metropolitalną – Bożydara 150 m zastosować 40 km/h.

Przestrzeń będąca w gestii Miasta możliwa do przeznaczenia na pętlę jest ograniczona, zwłaszcza w kontekście dostosowania do 45-metrowych tramwajów i dążenia MPK Poznań do zwiększania promieni łuków poziomych. W rezultacie konieczny będzie wybór między jakością obsługi pasażerów i ilością miejsc na parkingach Parkuj-i-Jedź (w szczególności – miejscach najbliżej peronów tramwajowych) a optymalnymi z punktu widzenia eksploatacji

technicznej parametrami trasy. Wśród negatywnie ocenianych przez MPK rozwiązań należy wymienić:

- Stosowanie małych promieni łuków na szlaku – wskazano możliwość zaprojektowania trasy tramwajowej z promieniami co najmniej 150 m. Odradza się jednak zastosowanie takiego promienia na węźle przesiadkowym Wilczak, gdyż pogorszyłby on jakość przesiadek, a tramwaje i tak nie wykorzystałyby możliwej do uzyskania dzięki temu łukowi większej prędkości. Wskazano też możliwości zwiększenia promieni na etapie projektu budowlanego.
- Stosowanie małych promieni łuków na pętlach – wykazano że istnieje możliwość ukształtowania pętli przy promieniach co najmniej 25 m (dopuszczanych przez MPK Poznań), ale kosztem rezygnacji z łuku umożliwiającego jazdę wokół pętli. Eliminacja promieni 25 m jest możliwa natomiast jedynie na pętli Jasna Rola.
- Ruch tramwajów na pętli zgodny ze wskazówkami zegara. Dla każdej pętli wskazano przynajmniej jeden wariant bez tego krytykowanego przez MPK rozwiązania. Wyjątkiem jest pętla Nowa Stoińskiego jako pośrednia – tam jednak zaproponowane rozwiążanie jest bezpieczniejsze (ze względu na wzajemną widoczność motorniczych) od rozwiązania proponowanego przez MPK Poznań.
- Lokalizowanie parkingu Parkuj-i-Jedź wewnątrz pętli tramwajowych. Nie ma konieczności lokalizowania parkingów wewnątrz pętli, ale wiąże się to z koniecznością wykupu gruntów prywatnych bądź rezygnacją z istotnej ilości miejsc. Rezygnacja z parkingów wewnątrz pętli pogorszyłaby też jakość obsługi pasażerów.