

ILF CONSULTING ENGINEERS POLSKA

Studium wykonalności budowy szybkiego,
bezkolizyjnego transportu szynowego w Krakowie



7.06.2021

Michał Bogucki

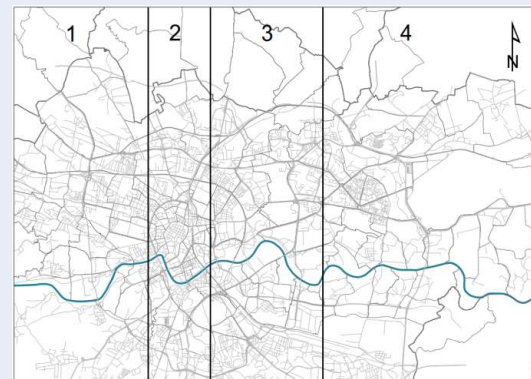


Studium ma na celu wskazanie najbardziej efektywnego, niezawodnego, zasobooszczędneho i realnego finansowo wariantu Projektu. Rozpatrywane były trzy podsystemy transportu zbiorowego (metro, premetro „wahadło”, premetro szybki tramwaj) w różnych wariantach przebiegu, obsługujące północną część miasta na kierunku wschód-zachód.

Najistotniejsze cele szczegółowe to:

1. eliminacja “wąskich gardeł” na sieci tramwajowej,
2. zwiększenie udziału transportu zbiorowego w podróżach w celu zapewnienia wysokiej jakości życia mieszkańców Krakowa,
3. zwiększenie zdolności przewozowej komunikacji zbiorowej,
4. skrócenie czasu podróży komunikacją zbiorową,
5. podniesienie komfortu podróżowania środkami transportu zbiorowego,
6. wykształcenie wygodnych i wydajnych, zintegrowanych węzłów przesiadkowych,
7. uzyskanie wysokosprawnego systemu transportu dla znaczącego rozwoju społeczno-gospodarczego.

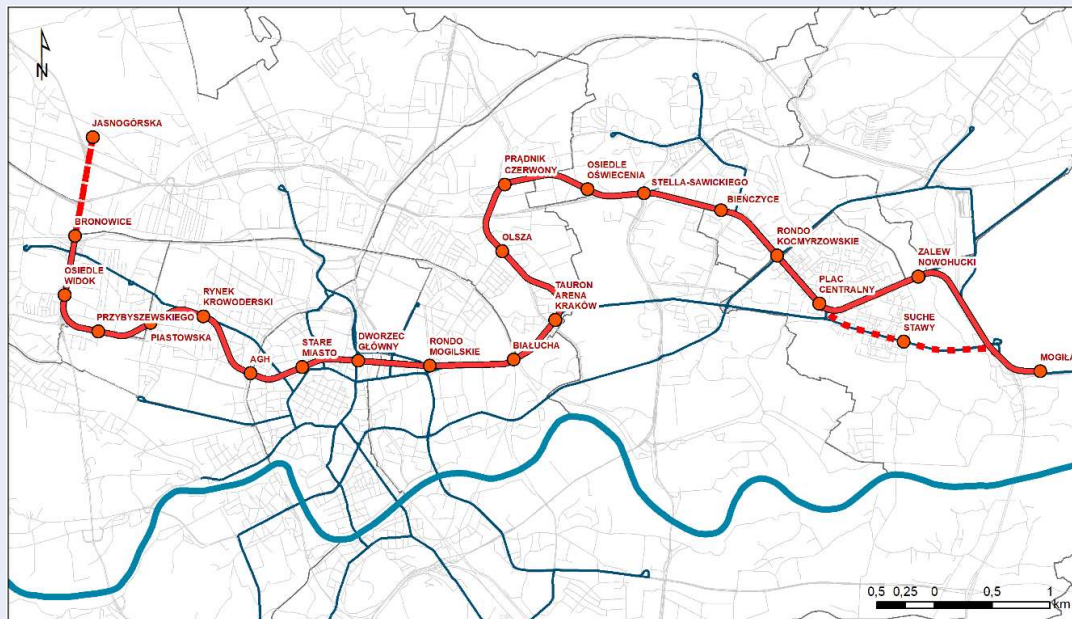
1. Przeprowadzona analiza obszarów problemowych pod względem transportowym wykazała, że w Krakowie obszary te występują głównie w północnych dzielnicach miasta.
2. Bezpośrednie sąsiedztwo rejonów posiadających problemy komunikacyjne w dzielnicach północnych przemawia za wyznaczeniem wariantów tras szybkiego, bezkolizyjnego transportu szynowego na kierunku wschód-zachód na północ od linii rzeki Wisły.
3. Wszystkie warianty tras przebiegały zarówno przez obszary dynamicznie się rozwijające, rozwinięte oraz potencjalnego rozwoju. Taka trasa szybkiej, bezkolizyjnej komunikacji szynowej pozwoli zadbać o zrównoważenie rozwoju Krakowa.
4. Wszystkie analizowane warianty przebiegów tras można podzielić na obszary
 - a) Obszary rozwinięte i rozwijające się (1)
 - b) Obszary rozwinięte (2)
 - c) Obszary dynamicznego rozwoju (3)
 - d) Obszary potencjalnego rozwoju (4)



Rys. 1 Podział trasy na obszary

ANALIZY TECHNICZNE ANALIZY TECHNICZNE – WARIANT 1

Jest to najdłuższy wariant rozważany w niniejszym Studium. Jego przebieg jest zgodny z przebiegiem wariantu A I linii metra z opracowania Wstępna analiza możliwości budowy I linii metra w Krakowie na kierunku wschód-zachód

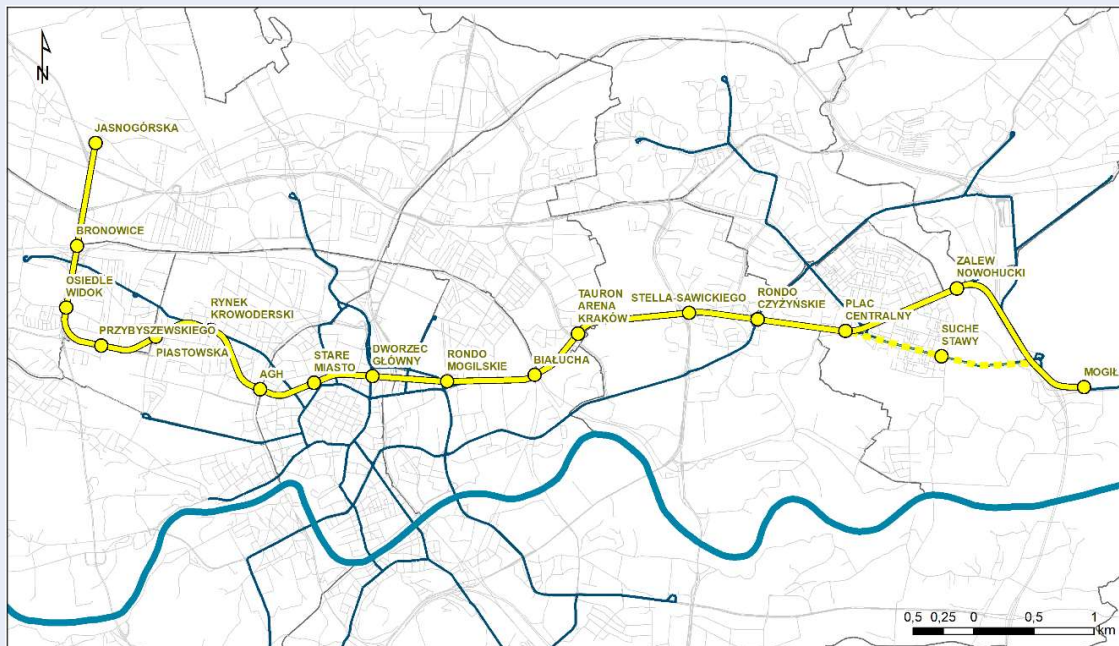


Rys. 2 Trasa wariantu 1

- Całkowita długość trasy: 21,64 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 21
- Węzły przesiadkowe: Bronowice, „Rynek Krowoderski”, Stare Miasto, Dworzec Główny, Rondo Mogiłskie, Bieńczyce, Rondo Kocmyrzowskie, Plac Centralny, Mogiła

ANALIZY TECHNICZNE ANALIZY TECHNICZNE – WARIANT 2

Przebieg wariantu jest zgodny z przebiegiem I linii metra wg wariantu IV.3 Metro Metrobus z opracowania Studium rozwoju systemu transportu Miasta Krakowa w tym budowy metra.

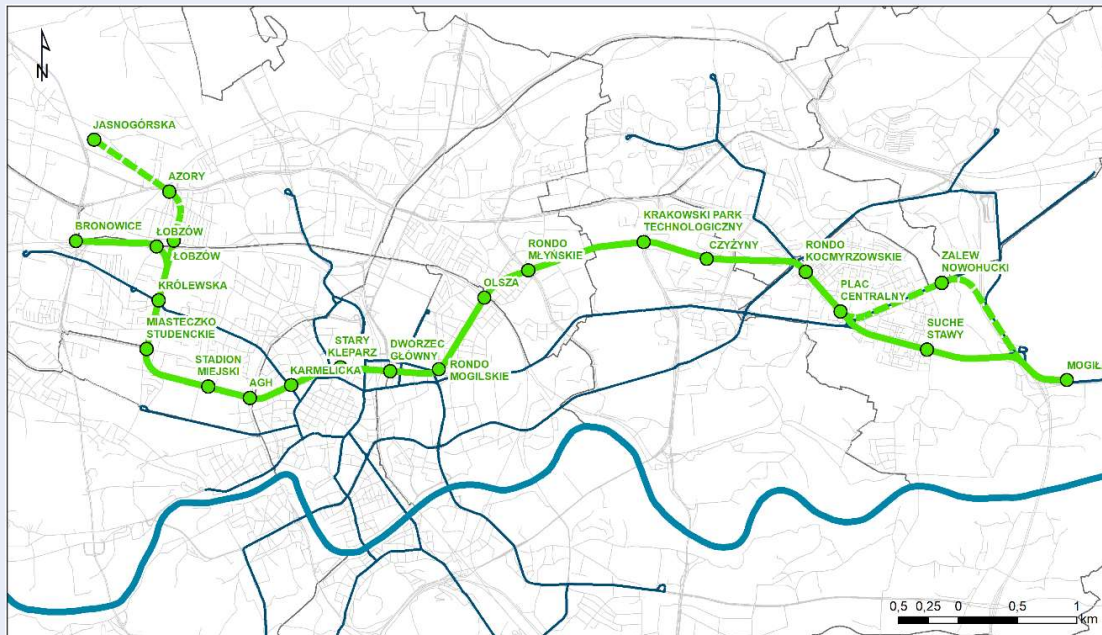


Rys. 3 Trasa wariantu 2

- Całkowita długość trasy: 17,89 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 17
- Węzły przesiadkowe: Bronowice, „Rynek Krowoderski”, Stare Miasto, Dworzec Główny, Rondo Mogiłskie, Rondo Czyżyńskie, Plac Centralny, Mogiła

ANALIZY TECHNICZNE ANALIZY TECHNICZNE – WARIANT 3

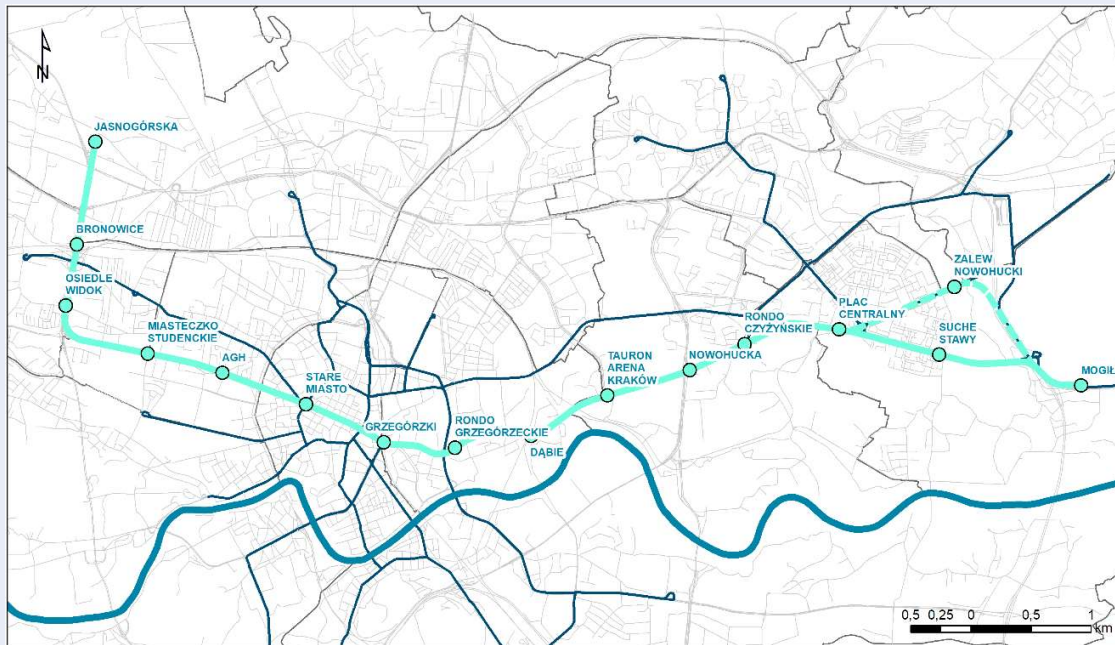
Wariant zakłada przebieg na osi wschód-zachód wzdłuż pasa startowego lotniska Kraków Rakowice-Czyżyny.



Rys. 4 Trasa wariantu 3

- Całkowita długość trasy: 17,65 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 19
- Węzły przesiadkowe: Bronowice, „Rynek Krowoderski”, Stare Miasto, Dworzec Główny, Rondo Mogiłskie, Rondo Kocmyrzwoskie, Plac Centralny, Mogiła

Wariant posiada odcinek tunelowy pod Starym Miastem i Rynkiem Głównym, a także zapewnia powiązanie z przystankiem kolejowym Kraków Grzegórzki. Trasa na odcinku wschodnim (Rondo Grzegórzeckie – Plac Centralny) pokrywa się z istniejącą linią tramwajową wzdłuż Alei Pokoju.

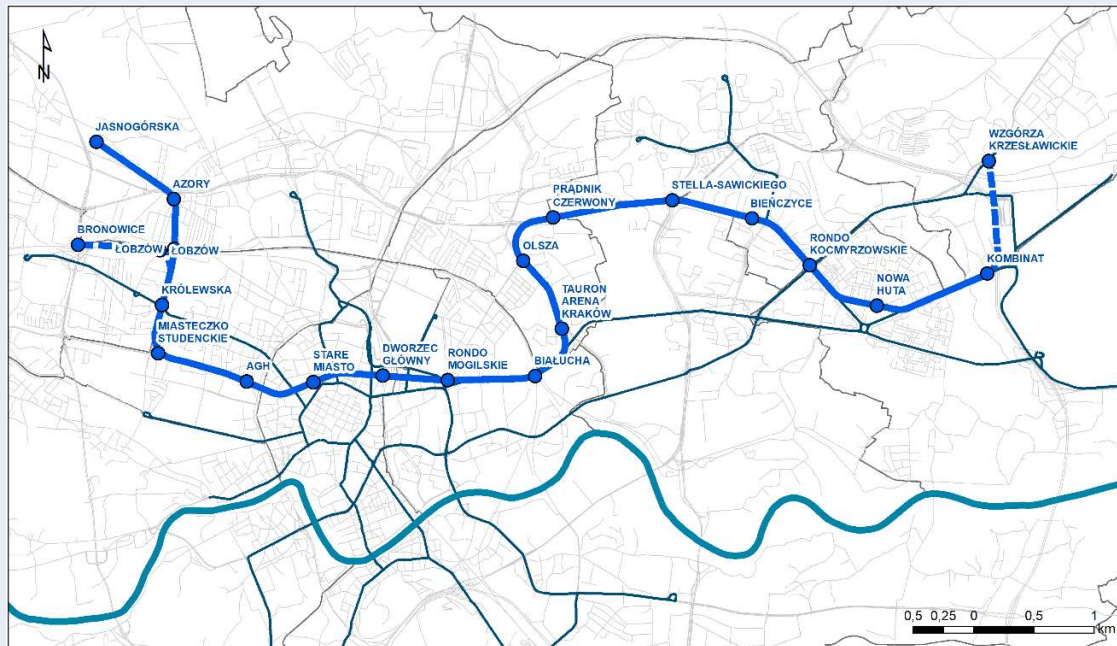


Rys. 5 Trasa wariantu 4

- Całkowita długość trasy: 17,68 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 15
- Węzły przesiadkowe: Bronowice, Stare Miasto, Grzegórzki, Rondo Grzegórzeckie, Plac Centralny, Mogiła

ANALIZY TECHNICZNE ANALIZY TECHNICZNE – WARIANT 5

Trasa wariantu posiada przebieg autorski, którego priorytetem jest dogodne połączenie z dworcem kolejowym Kraków Główny. Wariant 5 jest także jedynym, który umożliwia połączenie zarówno osiedla Azory, jak i Prądnika Czerwonego z Dworcem Głównym.

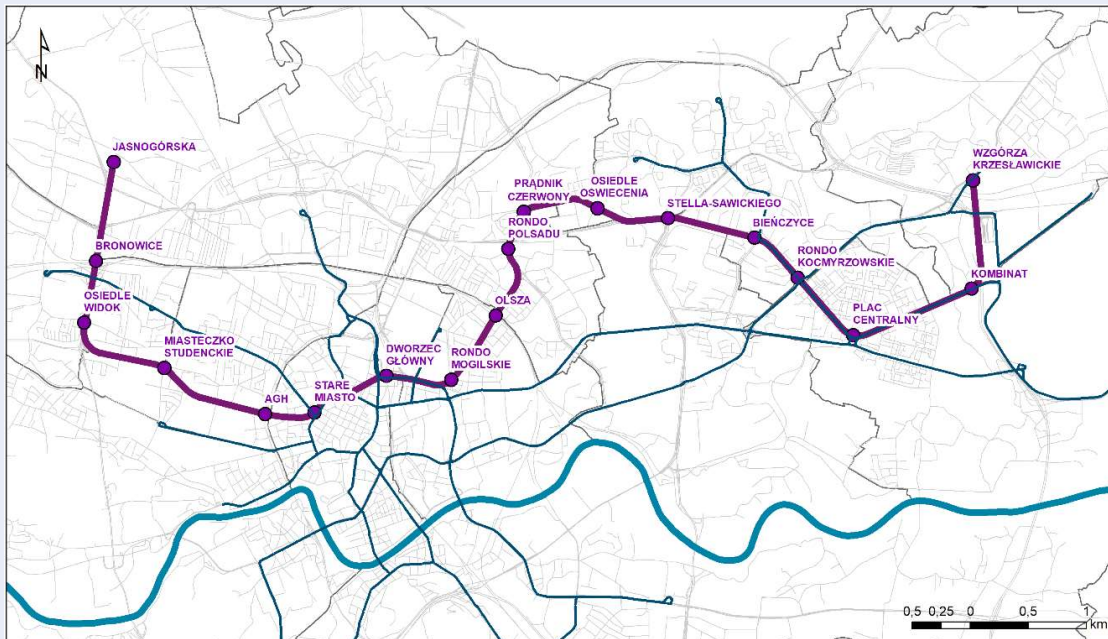


Rys. 6 Trasa wariantu 5

- Całkowita długość trasy: 19,33 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 19
- Węzły przesiadkowe: Bronowice, Królewska, Stare Miasto, Dworzec Główny, Rondo Mogiłskie, Bińczyce, Rondo Kocmyrzowskie, Nowa Huta, Wzgórze Krzesławickie

ANALIZY TECHNICZNE ANALIZY TECHNICZNE – WARIANT 6

Głównym założeniem autorskiego wariantu 6 jest szybkie i bezpośrednie połączenie osiedli Prądnika Czerwonego i Bieńczyce z Dworcem Głównym. Trasa przebiega przez obszar Olszy

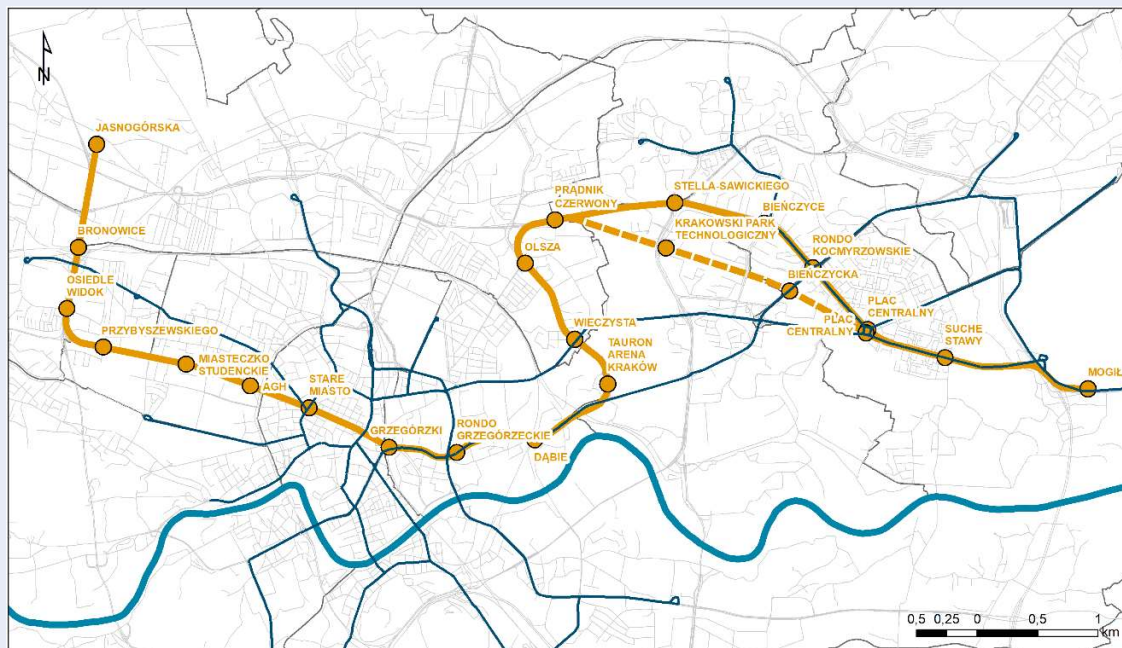


Rys. 7 Trasa wariantu 6

- Całkowita długość trasy: 19,37 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 18
- Węzły przesiadkowe: Bronowice, Stare Miasto, Dworzec Główny, Rondo Mogiłskie, Bieńczyce, Rondo Kocmyrzowskie, Plac Centralny, Wzgórze Krzesławickie

ANALIZY TECHNICZNE ANALIZY TECHNICZNE – WARIANT 7

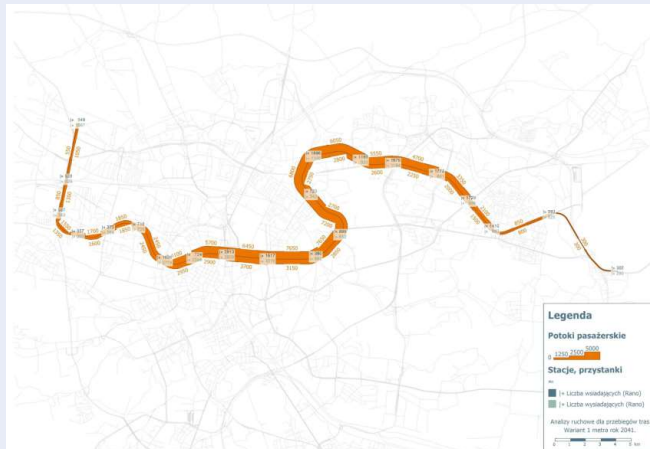
Jest to wariant autorski, który posiada możliwie prosty przebieg na odcinku centralnym (Miasteczko Studenckie – Rondo Grzegórzeckie) wraz z dogodnym połączeniem z przystankiem kolejowym Kraków Grzegórzki. Wariant 7 jako jedyny przebiega zarówno przez obszar Prądnika Czerwonego, Grzegórek i Dąbia



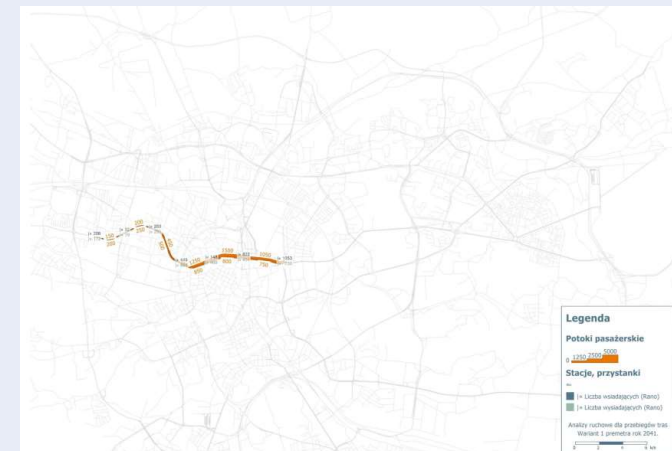
Rys. 8 Trasa wariantu 7

- Całkowita długość trasy: 21,38 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 20
- Węzły przesiadkowe: Bronowice, Stare Miasto, Grzegórzki, Rondo Grzegórzeckie, Wieczysta, Rondo Czyżyńskie, Plac Centralny, Mogiła

1. Analizom ruchu poddano każdy z 7 wariantów tras.
2. Sprawdzone możliwość zastosowania różnych środków transportu (metro, premetro „wahadło”, premetro szybki tramwaj)
3. Analizy ruchowe dla przebiegów tras wykonano dla 7 horyzontów czasowych, aż do roku 2058.
4. Dokonano optymalizacji systemu tramwajowego i autobusowego.
5. Łącznie wykonano ponad 300 kombinacji obliczeń.



Rys. 9
Przykładowe
potoki
pasażerskie
dla wariantu
metra

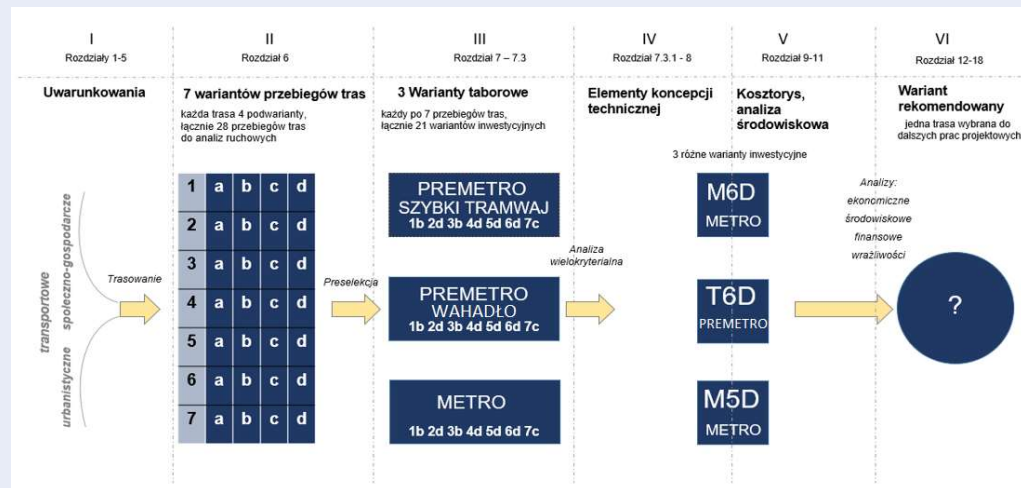


Rys. 10 Przykładowe potoki
pasażerskie dla wariantu
premetro „wahadło”

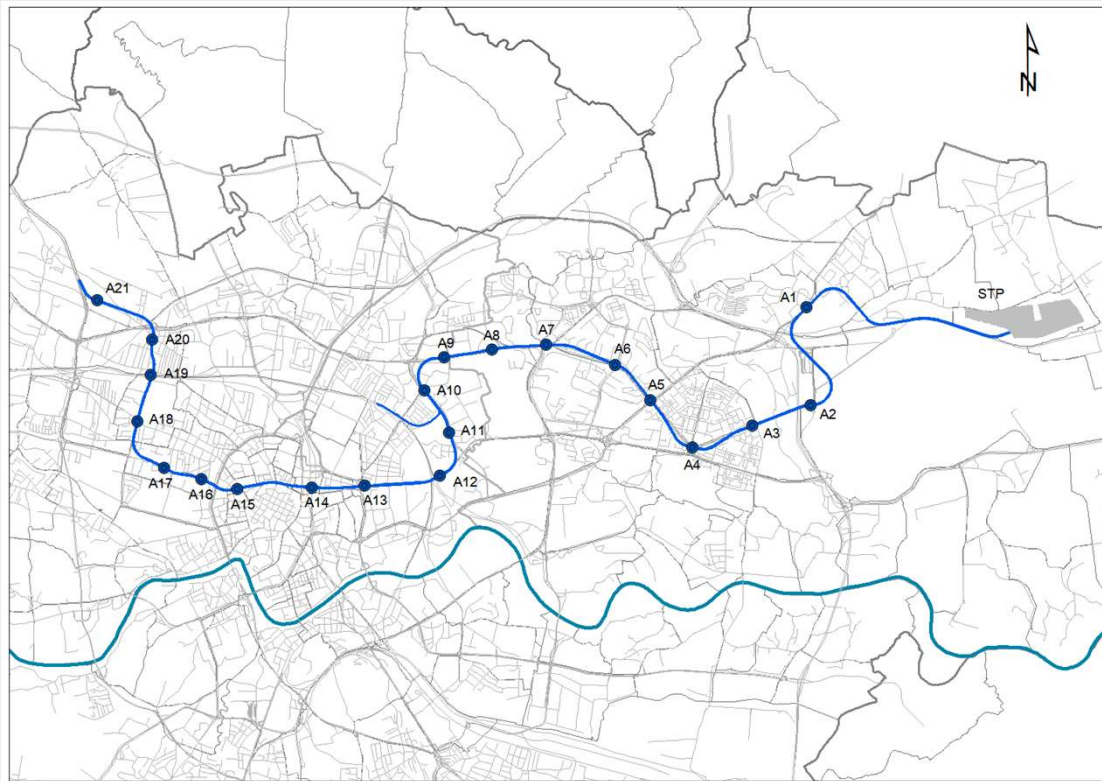
ANALIZY TECHNICZNE – WYBÓR TRZECH WARIANTÓW DO DALSZYCH ANALIZ

Wybór trzech wariantów do dalszych analiz

1. Do analiz wybrano siedem wariantów. Każdy z nich posiada cztery podwarianty przebiegu, co łącznie daje 28 tras. Na podstawie preselekcji z 28 możliwych tras wybrano po jednym optymalnym przebiegu na dany wariant.
2. W kolejnym kroku każdy z przebiegów został poddany analizie z wykorzystaniem cyfrowych modeli ruchu i weryfikacji zastosowania różnego rodzaju środka transportu.
3. Otrzymane wyniki zostały zestawione w macrycy do analizy wielokryterialnej, dzięki czemu możliwe było wskazanie 3 wariantów do dalszych analiz technicznych.



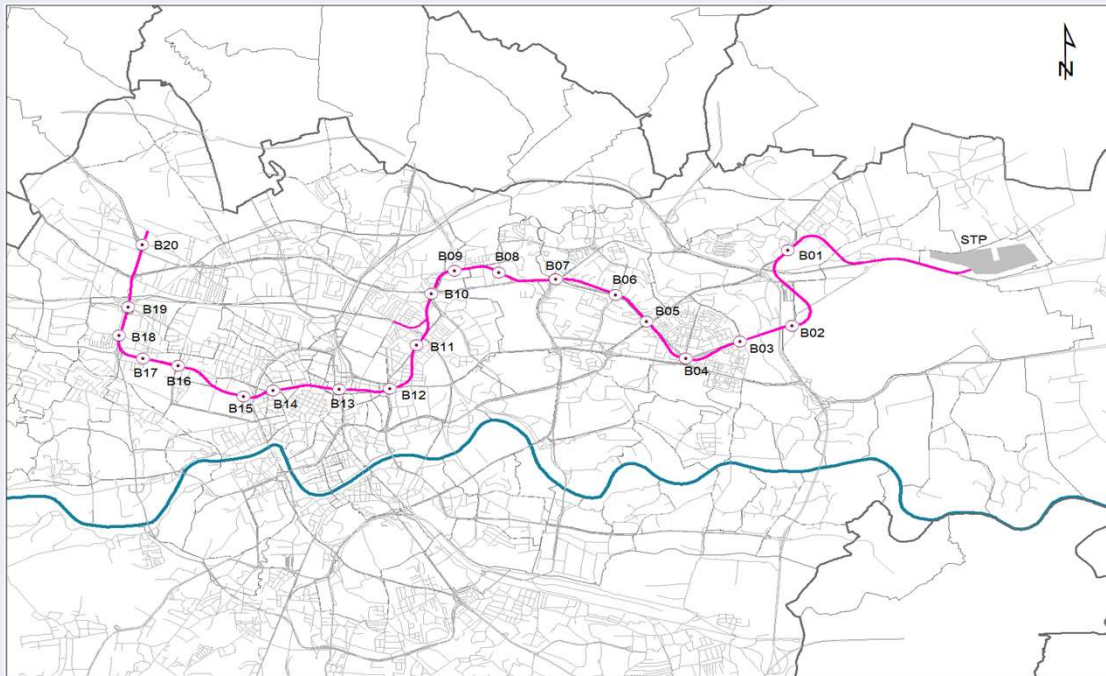
Rys. 11 Schemat wyboru trzech wariantów do dalszych analiz



Rys. 12 Mapa pogładowa wariantu M5D

WARIANT M5D

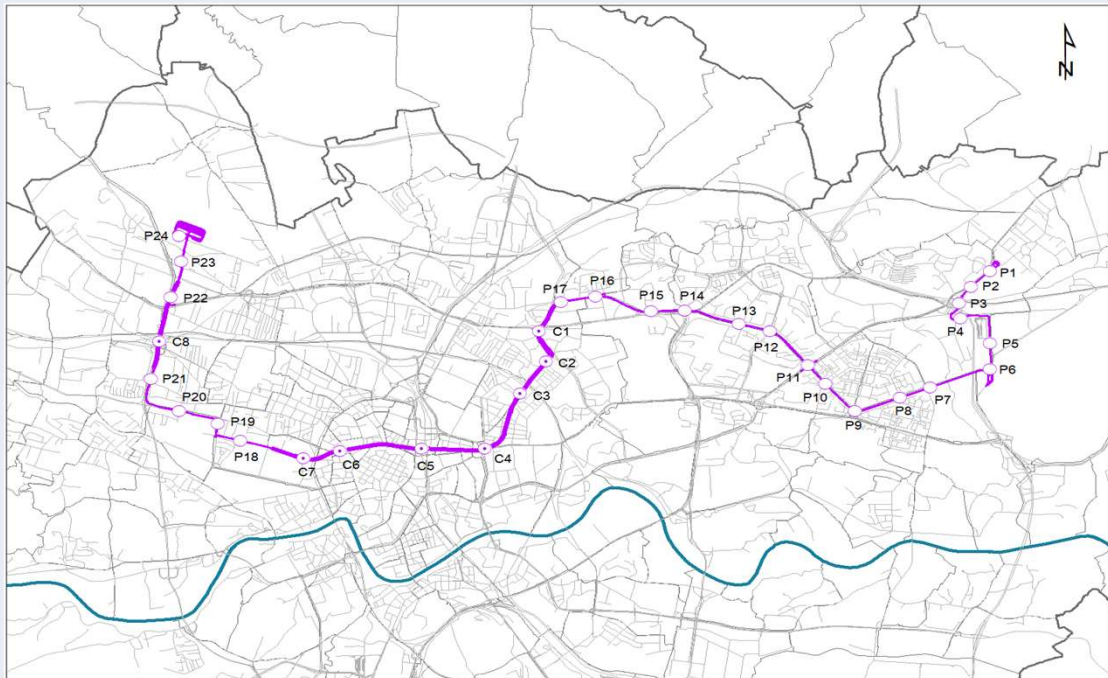
- Całkowita długość trasy: 24,85 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 21
- Stacja STP Wadów
- W pełni tunelowy przebieg pomiędzy stacjami A1 – A21
- Odcinek torów łączący STP ze stacją A1 ma przebieg zarówno podziemny, jak i częściowo naziemny.



WARIANT M6D

- Całkowita długość trasy: 24,61 km
- Liczba obiektów stacyjnych: 20
- Rozwiązania STP jak dla M5D
- W pełni tunelowy przebieg pomiędzy stacjami B1 – B20

Rys. 13 Mapa pogładowa wariantu M6D

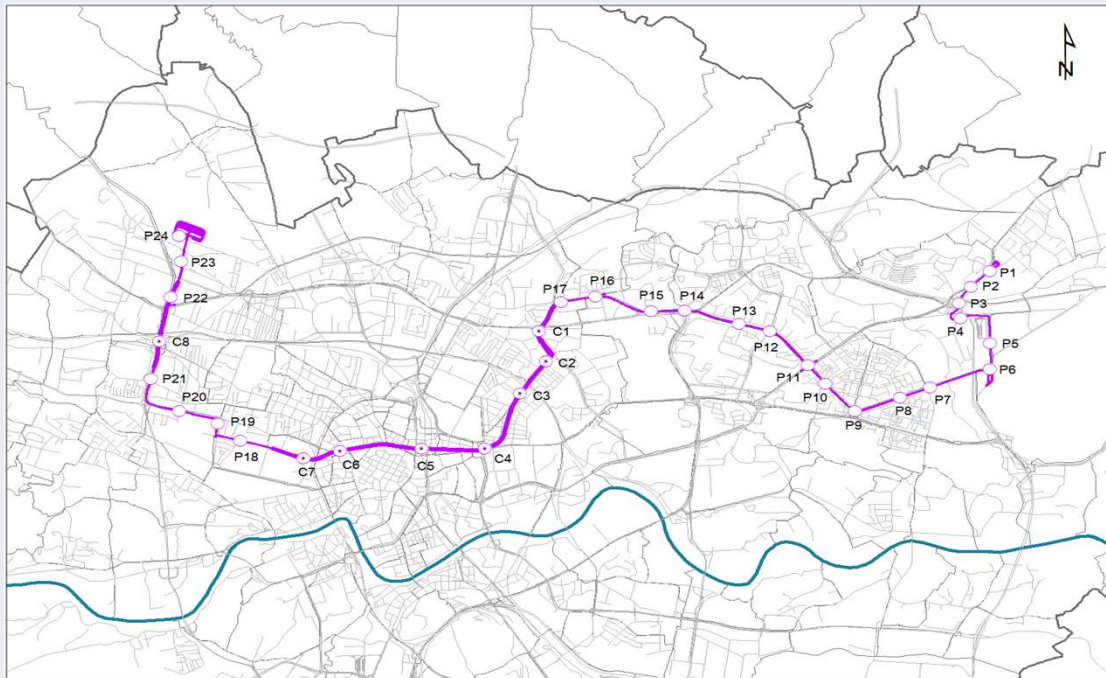


WARIANT T6D

- Całkowita długość trasy: 21,82 km
- Liczba przystanków : 32
- Zajezdnia tramwajowa w rejonie ul. Jasnogórskiej (wstępnie proponowana lokalizacja)

Rys. 14 Mapa poglądowa wariantu T6D

1. Dwa podziemne odcinki linii: centralny o długości 5,59 km z 7 przystankami podziemnymi oraz fragment w części zachodniej o długości 1,01 km z 1 przystankiem podziemnym,
2. Jeden nadziemny odcinek w części wschodniej o długości 1,37 km z 2 przystankami nadziemnymi,



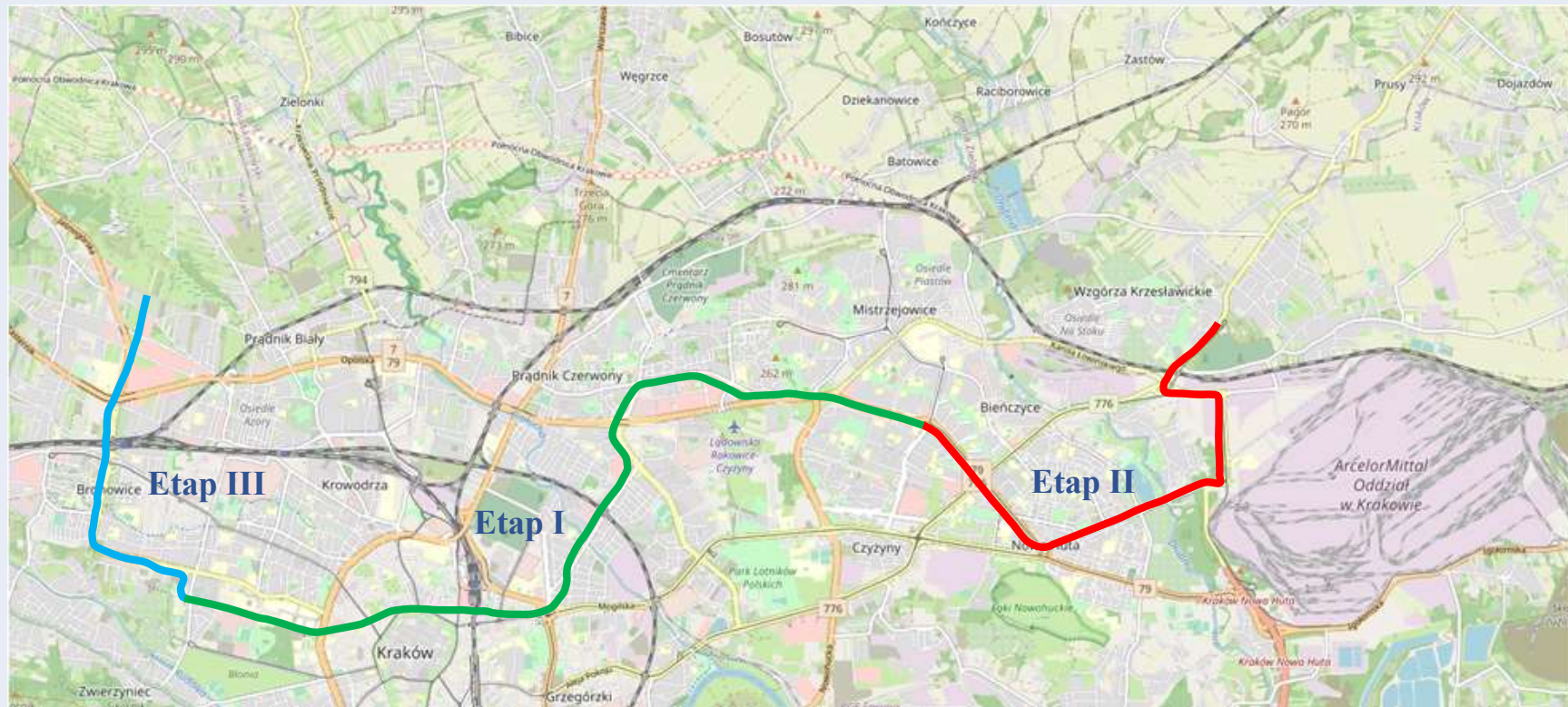
WARIANT T6D

- Całkowita długość trasy: 21,82 km
- Liczba przystanków : 32
- Zajezdnia tramwajowa w rejonie ul. Jasnogórskiej (wstępnie proponowana lokalizacja)

Rys. 14 Mapa poglądowa wariantu T6D

1. Dwa podziemne odcinki linii: centralny o długości 5,59 km z 7 przystankami podziemnymi oraz fragment w części zachodniej o długości 1,01 km z 1 przystankiem podziemnym,
2. Jeden nadziemny odcinek w części wschodniej o długości 1,37 km z 2 przystankami nadziemnymi,

ANALIZY TECHNICZNE ANALIZY TECHNICZNE – WARIANT PREMETRA T6D



Koszty inwestycji

Dla każdego z trzech wybranych wariantów przygotowano szacunki wartości nakładów inwestycyjnych, które następnie zostały rozwinięte w harmonogram rzeczowo-finansowy. W tabeli zamieszczono skumulowane nakłady dla poszczególnych wariantów.

LP	OPIS	WARIANT M5D [MLN ZŁ]	WARIANT M6D [MLN ZŁ]	WARIANT T6D [MLN ZŁ]
1.	Łączny koszt inwestycji, wraz z rezerwą (netto)	9 897,58	9 522,29	4 753,05
2.	Łączny koszt inwestycji, wraz z rezerwą (brutto)	12 174,03	11 712,42	5 846,25

Tab. 1 Koszty poszczególnych wariantów

Warianty metra mają podobny poziom kosztowy, natomiast rozwiązanie polegające na budowie premetra T6D stanowi około połowy kosztów wariantu metra.

ETAPOWANIE WARIANTÓW

Lp.	Etap	Odcinek	Planowany termin uruchomienia
1.	Etap I	od Ronda Kocmyrzowskiego (A5 lub B5) do Miasteczka Studenckiego (A17 lub B16)	2033 r.
2.	Etap II	od Wzgórz Krzesławickich (A1 lub B1) do Ronda Kocmyrzowskiego (bez stacji, A5 lub B5)	2037 r.
3.	Etap III	od Miasteczka Studenckiego (bez stacji, A17 lub B16) do Jasnogórskiej (A21 lub B20)	2037 r.

Tab. 2 Etapowanie budowy wariantów M5D i M6D

Lp.	Etap	Odcinek	Planowany termin uruchomienia
1.	Etap I	odcinek centralny połączenie od DH Wanda (P12) do projektowanej linii tramwajowej Piastowska-Głowackiego-Weissa przystanek Miasteczko Studenckie (P19)	2033 r.
2.	Etap II	odcinek wschodni połączenie od pętli Wzgórz Krzesławickie (P1) do DH Wanda (P12)	2037 r.
3.	Etap III	trasa od projektowanej linii tramwajowej Piastowska-Głowackiego-Weissa przystanek Miasteczko Studenckie (P19) do przystanku Jasnogórska (P23) wraz z Zajezdnią Stelmachów (P24)	2037 r.

Tab. 3 Etapowanie budowy wariantu T6D

Lp.	Etap realizacyjny	Wartość brutto etapu wariantu metra M5D	Wartość brutto etapu wariantu metra M6D	Wartość brutto etapu wariantu T6D
		[mln zł]	[mln zł]	[mln zł]
1	Etap I	7787,06	7598,38	2 582,60
2	Etap II	2374,43	2181,77	1 351,89
3	Etap III	2012,54	1932,27	1 911,76

Tab. 4 Koszty poszczególnych etapów budowy

Analiza społeczno-ekonomiczna

Punktem wyjściowym analiz była identyfikacja czynników (kosztów i korzyści) o charakterze społeczno-ekonomicznym istotnych z punktu widzenia Projektu i jego obszaru oddziaływania. Rezultaty wyceny efektów ekonomicznych zostały zdyskontowane w czasie w celu wyliczenia wskaźników, a wyniki analizy przedstawiono w tabeli poniżej.

WSKAŹNIK	WARIANT M5D	WARIANT M6D	WARIANT T6D
ENPV [tys. zł]	487 355	2 209 585	1 919 613
EIRR [%]	4,93	6,34	7,65
B/C [-]	1,05	1,25	1,49

Tab. 5 Wyniki analizy społeczno-ekonomicznej

Najlepszymi efektami ze społeczno-ekonomicznego punktu widzenia charakteryzuje się wariant T6D.

PODSUMOWANIE

1. Przedmiotem prac była analiza siedmiu wariantów tras. Każdy z przebiegów został sprawdzony z wykorzystaniem modeli ruchu i zweryfikowany pod kątem zastosowania różnego rodzaju środka transportu. W oparciu o wyniki analizy wielokryterialnej do dalszych prac projektowych wybrano warianty premetra T6D oraz metra M5D i M6D.
2. Dla ww. trzech wariantów przygotowano m.in. koncepcję techniczną, wykonano badania geologiczne, opracowano kosztorys oraz przeprowadzono analizy ekonomiczno-finansowe.
3. Z przeprowadzonych analiz wynika, iż wariantem najkorzystniejszym ze społeczno-ekonomicznego punktu widzenia jest wariant budowy premetra T6D, gdyż wskaźnik wewnętrznej ekonomicznej stopy zwrotu jest najwyższy, co oznacza najlepszy stosunek poniesionych nakładów inwestycyjnych do osiągniętych efektów społecznych.
4. Analiza finansowa potwierdziła, że żaden z analizowanych wariantów nie jest opłacalny z czysto finansowego punktu widzenia, co jest normalną sytuacją w sektorze transportu publicznego.
5. **Z analiz zdolności finansowych Gminy Miejskiej Kraków wynika, iż możliwym do sfinansowania i utrzymania bez dofinansowania jest wariant premetra T6D.**

Poniżej przedstawiono główne czynniki stojące za rekomendacją wariantu premetra T6D:

1. Stosunek nakładów inwestycyjnych, poniesionych na realizację rekomendowanego wariantu, w odniesieniu do osiąganych korzyści społecznych i transportowych, cechuje się optymalną wartością. Jako korzyści społeczne i transportowe należy rozumieć m.in. skrócenie czasu podróży komunikacją zbiorową oraz poprawę skomunikowania dzielnic, borykającymi się ze znacznymi problemami transportowymi.
2. Uzyskanie znaczących i szybkich efektów inwestycji już po uruchomieniu pierwszego etapu premetra. Potoki pasażerskie w pierwszym etapie wynoszą ok. 83% końcowych potoków. W przypadku wariantów metra stosunek ten wynosi ok. 64%.
3. Wysoka elastyczność zarekomendowanego taboru dostosowana do zmieniających się w ciągu dnia potoków pasażerskich.

Poniżej przedstawiono główne czynniki stojące za rekomendacją wariantu premetra T6D:

4. Pełna integracja rekomendowanego wariantu Studium z innymi inwestycjami tramwajowymi, umożliwiającą efektywne wykorzystanie istniejącej sieci tramwajowej. Zapewnienie możliwości dogodnych przesiadek np. z KST IV poprzez wspólny odcinek pomiędzy przystankami Rondo Polsadu – Park Wodny oraz z linią tramwajową Piastowska-Głowackiego-Weissa poprzez wspólny przystanek Miasteczko Studenckie.
5. Zapewnienie optymalnego połączenia z innymi środkami transportu w najważniejszych węzłach przesiadkowych Krakowa, m.in. na Rondzie Mogilskim i przy Dworcu Głównym. Wykształcone zostaną nowe punkty przesiadkowe w rejonie Alei Trzech Wieszczy (przystanek podziemny AGH) oraz w rejonie planowanego P+R Bronowice.
6. Rozmieszczenie przystanków, umożliwiające osiągnięcie dużej prędkości komunikacyjnej oraz zapewniające możliwość dogodnego skorzystania z nowej linii premetra.
7. Możliwość zmiany relacji kursowania, objazdów i w sytuacjach awaryjnych wykorzystania tunelu przez inne linie tramwajowe.

DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ!



WWW.POLAND.ILF.COM