

BIURO FUNDUSZY EUROPEJSKICH
URZĄD M.ST. WARSZAWA
PL. DEFILAD 1
00-901 WARSZAWA



Wstępna analiza efektywności ekonomicznej wariantów wydłużenia II linii metra

Wykonawca:

 **TransEko**

00-660 Warszawa, ul. Lwowska 9/1A

www.transeko.pl

Warszawa, październik 2011

SPIS TREŚCI

1	Wstęp	5
2	Analizy ruchu.....	5
2.1	Modele sieci dla horyzontów prognozy	5
2.2	Założenia do prognozy ruchu	6
2.3	Wyniki prognoz przewozów – rok 2018	6
3	Analiza ekonomiczna	14
3.1	Metodyka	14
3.2	Koszty inwestycyjne.....	15
3.3	Koszty operacyjne	17
3.4	Dane ruchowe	17
3.5	Koszty czasu	18
3.6	Koszty eksploatacji taboru.....	18
3.7	Ocena efektywności ekonomicznej	19

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 2.1 Prognoza liczby pasażerów w metrze i tramwajach w wariancie 3Z+3W – godzina szczytu porannego, rok 2018.....	8
Rys. 2.2 Prognoza liczby pasażerów w metrze i tramwajach w wariancie 3Z+4W – godzina szczytu porannego, rok 2018.....	9
Rys. 2.3 Prognoza liczby pasażerów w metrze i tramwajach w wariancie 4Z+3W – godzina szczytu porannego, rok 2018.....	10
Rys. 2.4 Prognoza liczby pasażerów w metrze i tramwajach w wariancie 4Z+4W – godzina szczytu porannego, rok 2018.....	11
Rys. 2.5 Wymiana pasażerów na stacjach w poszczególnych wariantach rozwoju II linii metra rok 2018 – godzina szczytu porannego.....	12
Rys. 3.1 Graficzne podsumowanie wyników analizy (wskaźnik e_i).....	20

SPIS TABEL

Tabl. 2.1 Liczba pasażerów II linii metra w przekrojach między przystankowych – rok 2018, godzina szczytu porannego	7
Tabl. 2.2 Liczba pasażerów wsiadających i wysiadających z II linii metra na poszczególnych stacjach w poszczególnych wariantach analizy.	13
Tabl. 2.3 Prace przewozowe w poszczególnych wariantach analizy	13
Tabl. 2.4 Całkowity czas podróży i liczba podróży pasażerów transportu zbiorowego	13
Tabl. 3.1 Harmonogram kosztów inwestycyjnych w wariancie 3Z+3W [tys. zł].....	15
Tabl. 3.2 Harmonogram kosztów inwestycyjnych w wariancie 4Z+4W [tys. zł].....	16
Tabl. 3.3 Harmonogram kosztów inwestycyjnych w wariancie 3Z+4W [tys. zł].....	16
Tabl. 3.4 Harmonogram kosztów inwestycyjnych w wariancie 4Z+3W [tys. zł].....	16
Tabl. 3.5 Zdyskontowane finansowe koszty poszczególnych wariantów [tys. zł].	16
Tabl. 3.6 Zdyskontowane ekonomiczne koszty poszczególnych wariantów [tys. zł].....	16
Tabl. 3.7 Roczna praca przewozowa taboru metra w poszczególnych wariantach [wozo*km].	17
Tabl. 3.8 Całkowity czas podróży pasażerów transportu zbiorowego w poszczególnych wariantach. Godzina szczytu porannego [pas.*godz.].....	17
Tabl. 3.9 Różnice rocznych prac przewozowych taboru metra w poszczególnych wariantach w stosunku do wariantu odniesienia [wozo*km].....	17
Tabl. 3.10 Różnice całkowitych czasów podróży pasażerów transportu zbiorowego w poszczególnych wariantach w stosunku do wariantu odniesienia. Rok 2030 [pas.*godz.].....	17
Tabl. 3.11 Jednostkowe koszty czasu. Rok 2030.....	18
Tabl. 3.12 Korzyści użytkowników wynikające ze skrócenia czasu podróży w transporcie zbiorowym w w stosunku do wariantu odniesienia. Rok 2030 [tys. zł].....	18
Tabl. 3.13 Przyrost kosztów eksploatacji taboru w stosunku do wariantu odniesienia. Rok 2030 [tys. zł].....	18
Tabl. 3.14. Wyniki analizy efektywności ekonomicznej.	19

Autorzy:

dr inż. Andrzej Brzeziński

dr inż., Piotr Szagała

mgr inż. Łukasz Szymański

1 Wstęp

Niniejszy raport przedstawia wyniki opracowania: „Wstępna analiza efektywności ekonomicznej wariantów wydłużenia II linii metra”. Wykonawcą jest biuro projektowo-konsultingowe TransEko sp.j. 00-660 Warszawa, ul. Lwowska 9/1A, działając na zamówienie Biura Funduszy Europejskich Urzędu m.st. Warszawy.

Opracowanie miało na celu wykonanie prognoz przewozów oraz wstępną ocenę efektywności ekonomicznej czterech wariantów wydłużenia II linii metra wraz z ustaleniem ich rankingu, na podstawie wyznaczonej efektywności. Ranking ten w zamyśle ma stanowić materiał pomocniczy dla władz Miasta w podjęciu decyzji dotyczącej wyboru schematu rozbudowy II linii metra.

W analizie przyjęto uproszczoną metodykę, pozwalającą na uzyskanie w krótkim czasie wyników o dużym stopniu wiarygodności.

2 Analizy ruchu

2.1 Modele sieci dla horyzontów prognozy

Dla potrzeb wykonania prognoz przewozów przyjęto założenia dotyczące rozwoju systemu transportowego zgodnie ze „Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego m. st. Warszawy” oraz harmonogramem inwestycji sporządzonym przez Biuro Drogownictwa i komunikacji na potrzeby wykonywania prognoz ruchu z 5.01.2010r.

Prognozy przewozów wykonano dla dwóch horyzontów czasu:

- roku 2018, zakładanego jako pierwszy rok eksploatacji wydłużonego odcinka II linii metra (w celu oceny wielkości potoków ruchu pasażerskiego),
- roku 2030, na potrzeby wykonania uproszczonej analizy ekonomicznej.

Ponieważ prognozy przewozów wykonano stosując metodę modelowania podróży, założono scenariusz rozwoju systemu transportowego.

Do roku 2018 założono zrealizowanie następujących inwestycji:

- budowa centralnego odcinka II linii metra od stacji "Rondo Daszyńskiego" do stacji "Dw.Wileński";
- budowa trasy tramwajowej do Tarchomina, odcinek Winnica – Młociny;
- budowa trasy tramwajowej w ciągu ulic Krasińskiego – Budowlana;
- budowa trasy tramwajowej od Dw. Zachodniego do Wilanowa;
- budowa trasy tramwajowej na Gocław;
- uruchomienie obsługi kolejowej na lotnisko Chopina;
- budowa trasy tramwajowej Powstańców Śląskich – Radiowa.

Do roku 2030, dodatkowo założono zrealizowanie następujących inwestycji:

- budowa trasy tramwajowej Wolska – Dw. Zachodni;
- budowa trasy tramwajowej w ulicy Radiowej na odcinku Powstańców Śląskich – Sylwestra Kaliskiego;
- budowa trasy tramwajowej do Marek;
- budowa trasy tramwajowej do Tarchomina, odcinek TMP – Żerań;
- budowa trasy tramwajowej w ul. Kasprzaka – Ordonia;
- budowa trasy tramwajowej do Warszawskiego Parku Technologicznego.

2.2 Założenia do prognozy ruchu

Podstawą wykonania prognoz przewozów był model podróży w transporcie zbiorowym zbudowany pierwotnie i skalibrowany na podstawie Warszawskich Badań Ruchu przeprowadzonych w 2005 roku. Model ten w kolejnych latach był stale aktualizowany, na podstawie dostępnych danych o przewozach pasażerskich i z uwzględnieniem sieci transportowej.

W zastosowanym modelu podróży uwzględniono następujące podsystemy transportu zbiorowego: autobusowy (w tym prywatny), tramwajowy, metra, SKM, WKD oraz kolejowy. Modele podróży wykonywanych transportem zbiorowym, wykonano w podziale na 7 grup motywacji, dla godziny szczytu porannego.

Zastosowano klasyczną metodę budowy modelu podróży obejmującą 4 fazy obliczeń:

- generację ruchu w rejonach, w podziale na motywacje podróży,
- rozkład przestrzenny podróży pomiędzy rejonami,
- podział zadań przewozowych,
- obciążenie modeli sieci transportu zbiorowego macierzami podróży z określenie wielkości przewozów pasażerskich na liniach.

Do wykonania prognoz przyjęto następujące założenia rozwoju demograficznego Warszawy:

- w roku 2018 liczba ludności w granicach administracyjnych 2 266 tys. mieszkańców i 1 353 tys. miejsc pracy;
- w roku 2030 liczba ludności w granicach administracyjnych 2 506 tys. mieszkańców i 1 500 tys. miejsc pracy.

2.3 Wyniki prognoz przewozów – rok 2018

Prognozy przewozów (dla godziny szczytu porannego) wykonano z wykorzystaniem programu VISUM PTV. Prognozy wykonano dla następujących wariantów:

- **Wariantu „3Z+3W”**, zakładającego rozbudowę centralnego odcinka II linii metra po 3 stacje w każdą stronę (Z – zachód, W – wschód);
- **Wariantu „3Z+4W”**, zakładającego rozbudowę centralnego odcinka II linii metra 3 stacje w kierunku na Bemowo i 4 stacje w kierunku na Bródno;
- **Wariantu „4Z+3W”**, zakładającego rozbudowę centralnego odcinka II linii metra 4 stacje w kierunku na Bemowo i 3 stacje w kierunku na Bródno;
- **Wariantu „4Z+4W”**, zakładającego rozbudowę centralnego odcinka II linii metra po 4 stacje w każdą stronę.

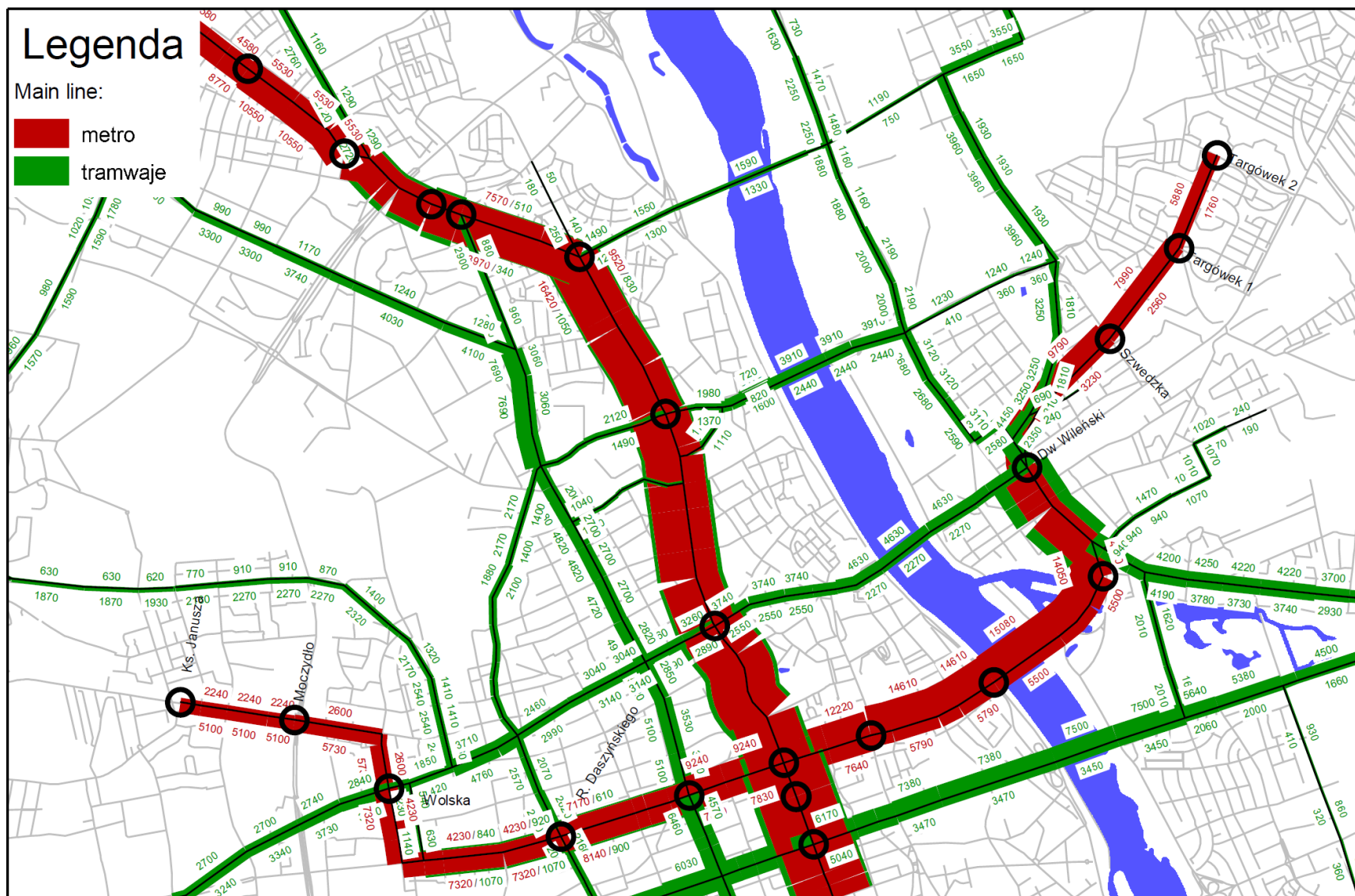
Wyniki prognoz przewozów przedstawiono na rysunkach poniżej oraz w tabelach.

Przedstawiono:

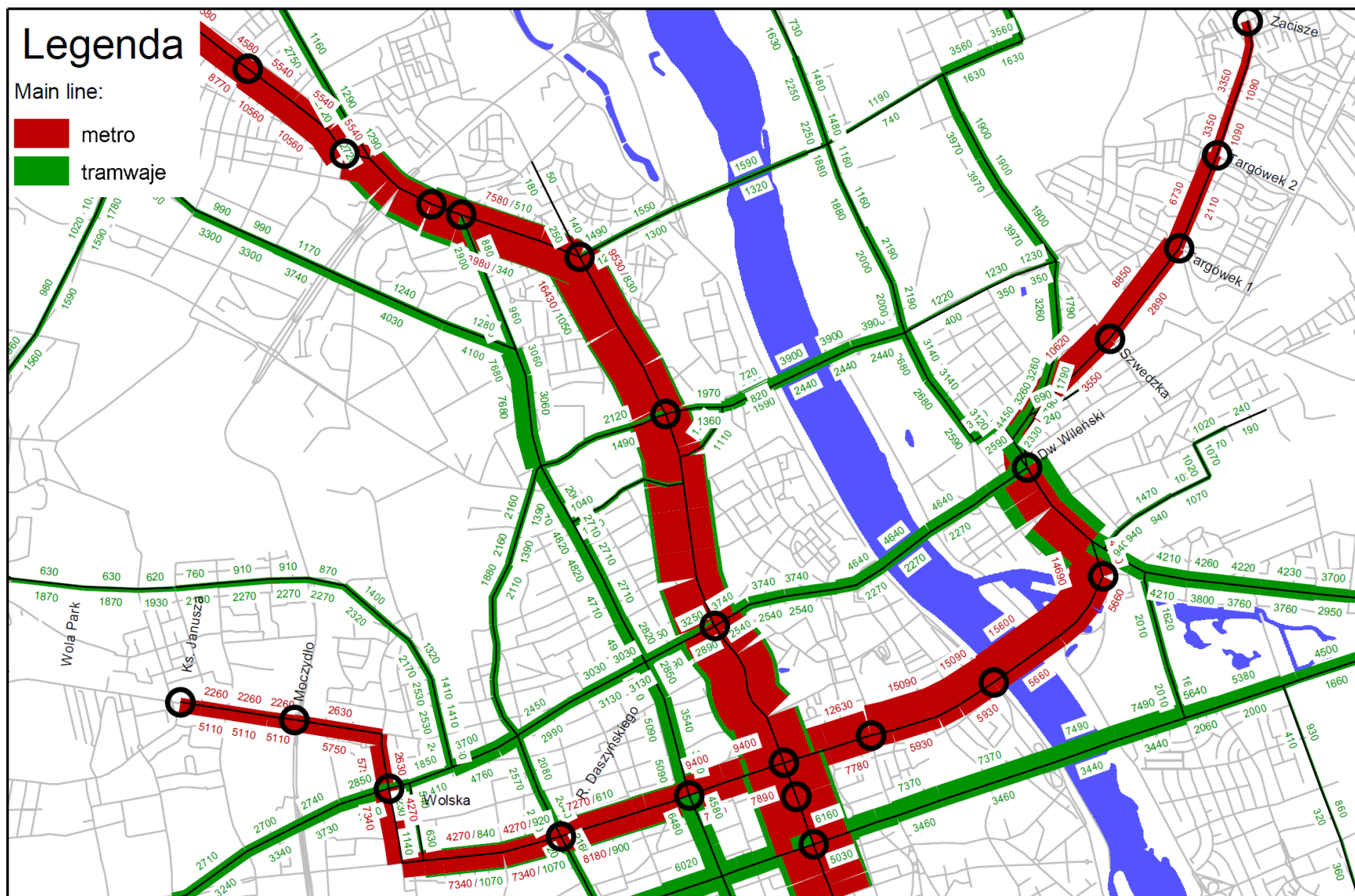
- liczby pasażerów metra (kolor czerwony) i tramwajów (kolor zielony) w postaci map z natężeniami ruchu (rys. 2.1 - 2.4),
- liczby pasażerów na poszczególnych odcinkach II linii metra (tab. 2.1),
- wymiany pasażerów na poszczególnych stacjach (rys. 2.5 i tab.2.2),
- prac przewozowych (tabl. 2.3)
- całkowity czas podróży i liczbę podróży pasażerów transportu zbiorowego (tabl. 2.4).

Tabl. 2.1 Liczba pasażerów II linii metra w przekrojach między przystankowych – rok 2018, godzina szczytu porannego

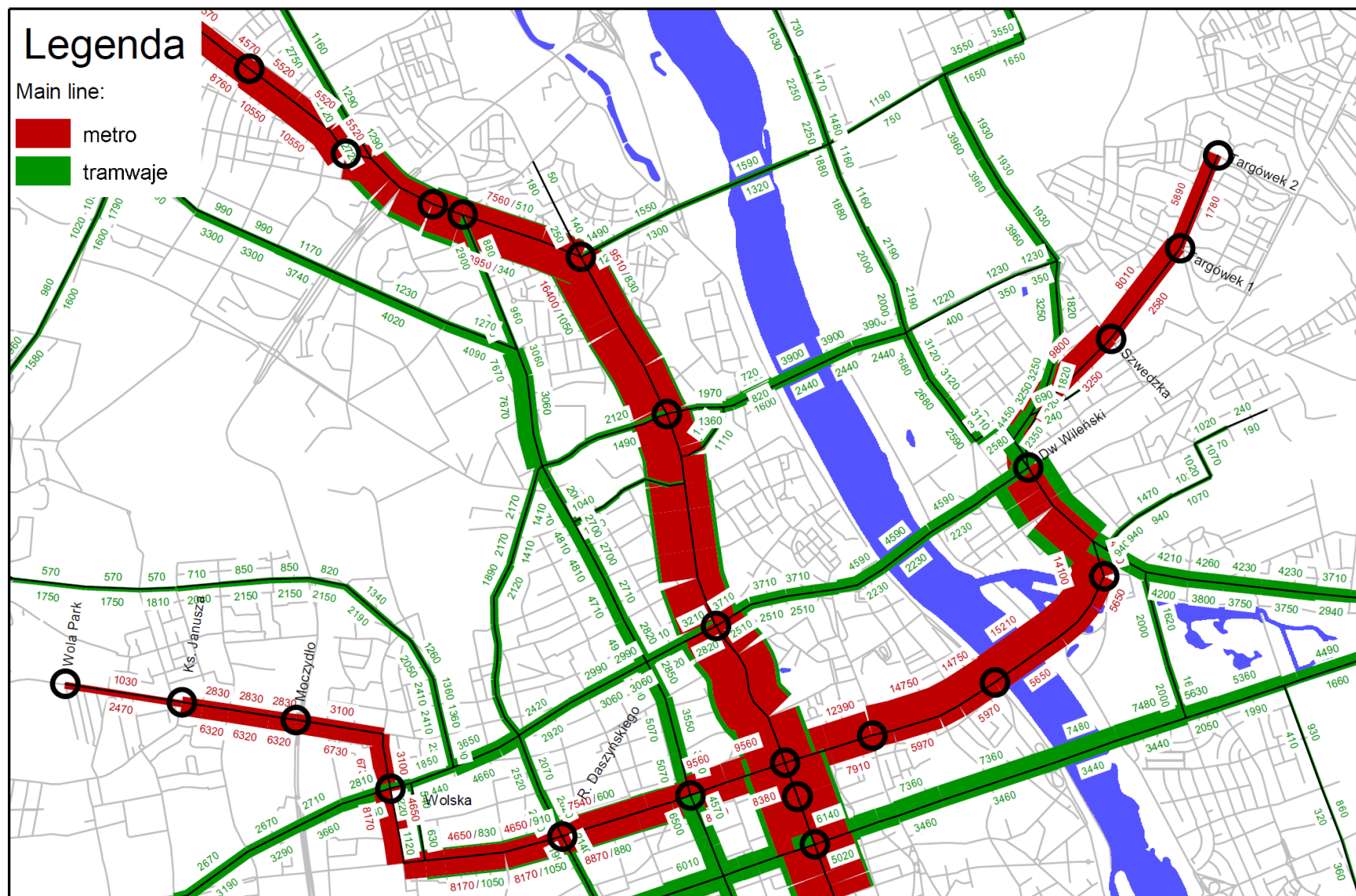
Przekrój	3Z+3W	3Z+4W	4Z+3W	4Z+4W
Zacisze – Tragówek2	0	4 438	0	4 451
Targówek2 – Targówek1	7 641	8 831	7 668	8 855
Targówek1- Szwedzka	10 550	11 743	10 582	11 771
Szwedzka – Dw. Wileński	13 012	14 169	13 052	14 208
Dw. Wileński – Stadion	18 738	19 621	18 850	19 731
Stadion – Powiśle	20 583	21 263	20 857	21 535
Powiśle – Nowy Świat	20 403	21 024	20 715	21 334
Nowy Świat – Świętokrzyska	19 862	20 402	20 299	20 838
Świętokrzyska – Rondo ONZ	17 068	17 294	17 935	18 158
Rondo ONZ –Rondo Daszyńskiego	15 314	15 457	16 408	16 549
Rondo Daszyńskiego Wolska	11 542	11 604	12 820	12 881
Wolska – Moczydło	8 337	8 371	9 821	9 854
Moczydło – Księcia Janusza	7 339	7 362	9 153	9 176
Księcia Janusza – Wola Park	0	0	3 506	3 513



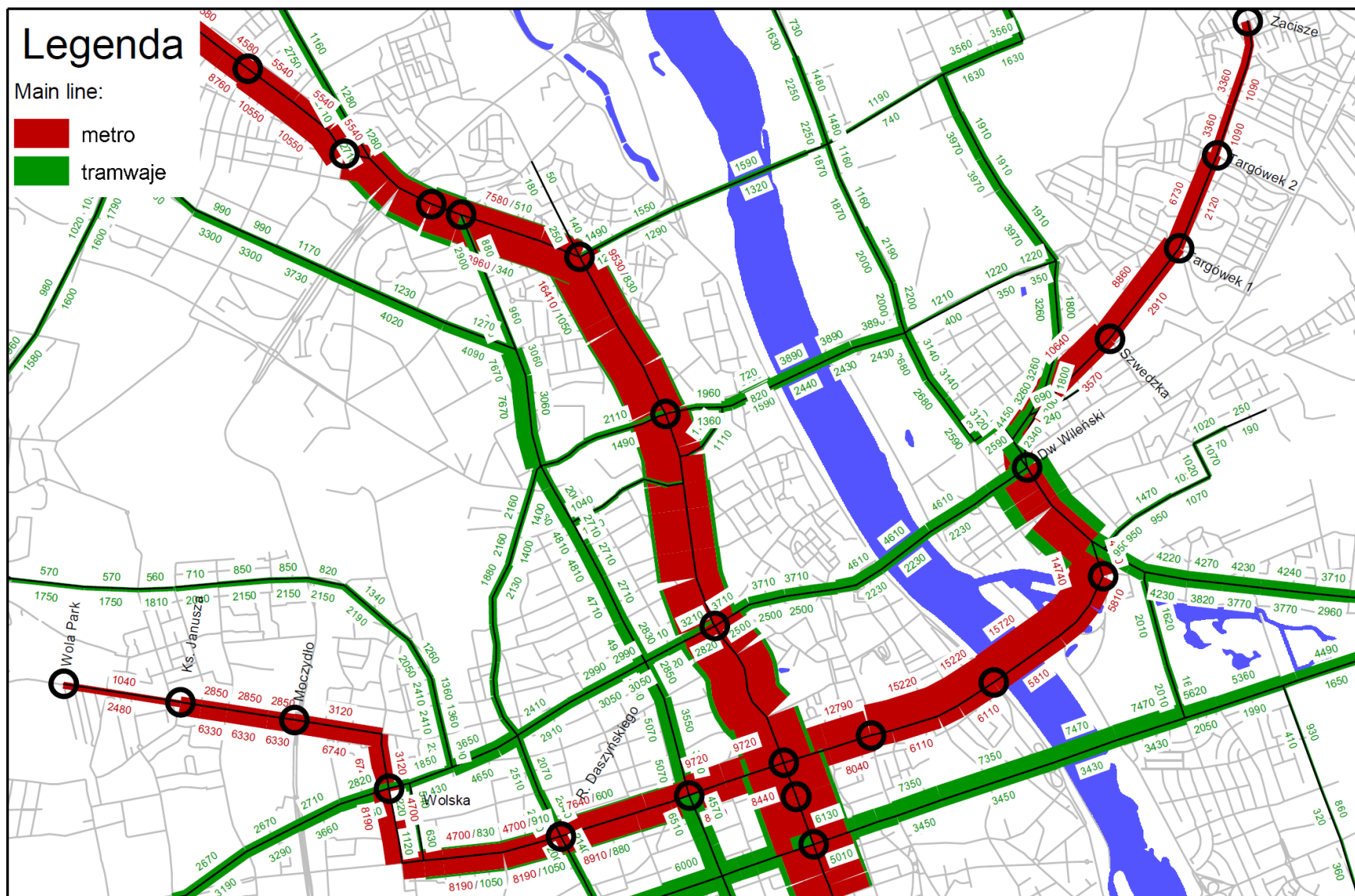
Rys. 2.1 Prognoza liczby pasażerów w metrze i tramwajach w wariantcie 3Z+3W – godzina szczytu porannego, rok 2018.



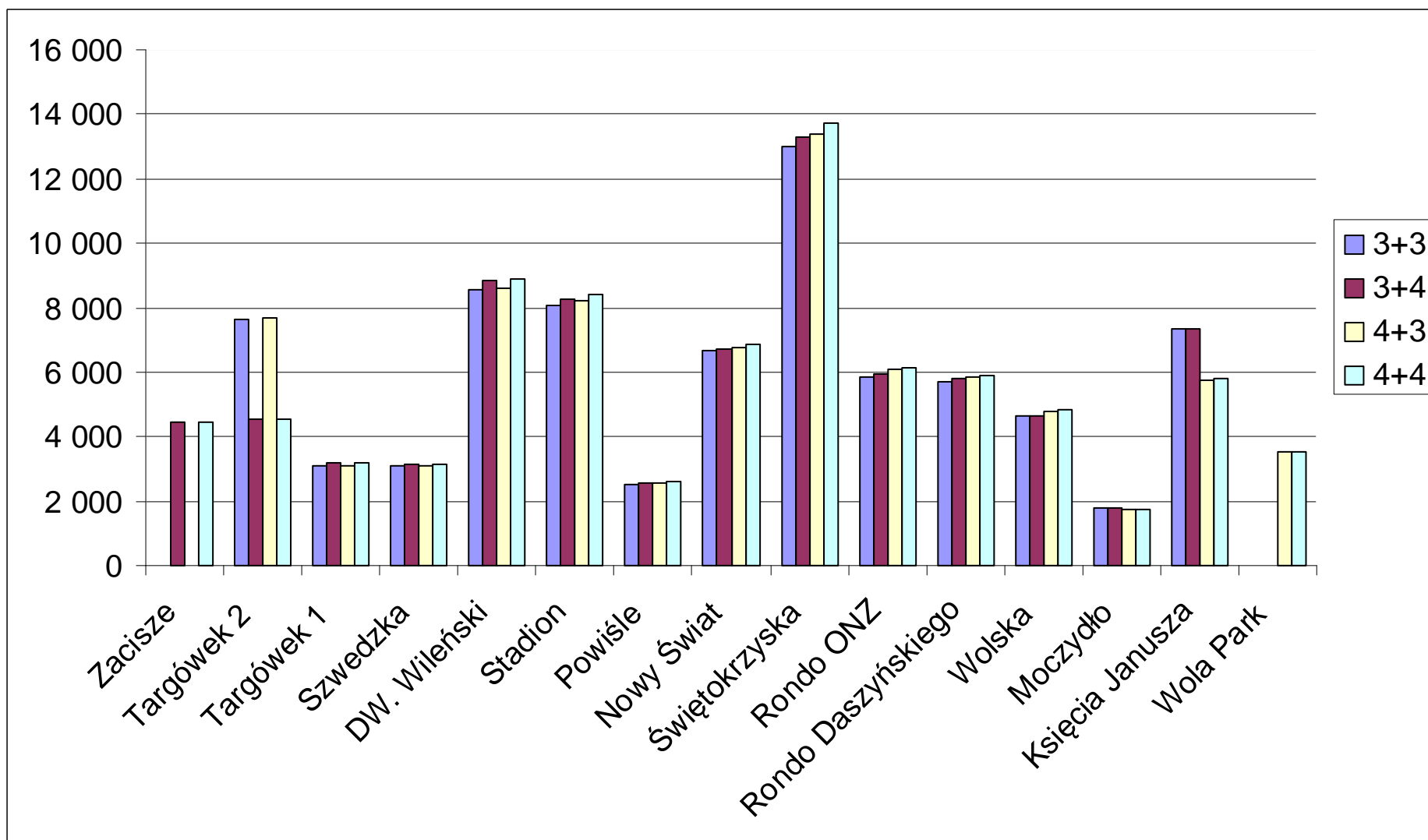
Rys. 2.2 Prognoza liczby pasażerów w metrze i tramwajach w wariantcie 3Z+4W – godzina szczytu porannego, rok 2018.



Rys. 2.3 Prognoza liczby pasażerów w metrze i tramwajach w wariantcie 4Z+3W – godzina szczytu porannego, rok 2018.



Rys. 2.4 Prognoza liczby pasażerów w metrze i tramwajach w wariantcie 4Z+4W – godzina szczytu porannego, rok 2018.



Rys. 2.5 Wymiana pasażerów na stacjach w poszczególnych wariantach rozwoju II linii metra rok 2018 – godzina szczytu porannego.

Tabl. 2.2 Liczba pasażerów wsiadających i wysiadających z II linii metra na poszczególnych stacjach w poszczególnych wariantach analizy.

Stacja	3Z+3W		3Z+4W		4Z+3W		4Z+4W	
	wsiadł	wysiadł	wsiadł	wysiadł	wsiadł	wysiadł	wsiadł	wysiadł
Zacisze	0	0	3 351	1 087	0	0	3 357	1 094
Targówek 2	5 881	1 760	3 450	1 095	5 893	1 775	3 454	1 102
Targówek 1	2 205	890	2 264	923	2 206	893	2 265	927
Szwedzka	2 113	990	2 124	1 007	2 117	996	2 127	1 013
DW. Wileński	5 674	2 881	5 751	3 073	5 707	2 912	5 783	3 105
Stadion	4 147	3 914	4 216	4 032	4 216	4 003	4 285	4 122
Powiśle	879	1 640	897	1 678	889	1 664	908	1 702
Nowy Świat	1 209	5 456	1 216	5 523	1 237	5 542	1 244	5 609
Świętokrzyska	4 912	8 083	4 978	8 324	5 050	8 350	5 117	8 590
Rondo ONZ	1 742	4 123	1 765	4 179	1 783	4 296	1 806	4 351
Rondo Daszyńskiego	1 792	3 910	1 810	3 972	1 827	4 004	1 845	4 065
Wolska	2 297	2 334	2 306	2 354	2 339	2 460	2 348	2 478
Moczydło	1 026	751	1 030	759	949	803	954	810
Księcia Janusza	5 097	2 242	5 106	2 256	3 907	1 868	3 912	1 878
Wola Park	0	0	0	0	2 475	1 031	2 478	1 036

Tabl. 2.3 Prace przewozowe w poszczególnych wariantach analizy

podsystem	przejazdy pasażerów				pas*km				pas*h			
	3Z+3W	3Z+4W	4Z+3W	4Z+4W	3Z+3W	3Z+4W	4Z+3W	4Z+4W	3Z+3W	3Z+4W	4Z+3W	4Z+4W
Autobus ZTM	255 390.5	254 103.5	254 784.8	253 497.5	1 073 751.6	1 067 351.1	1 069 383.8	1 062 972.6	55 559.9	55 222.8	55 334.5	54 997.0
Tramwaj	132 058.9	132 193.7	131 975.8	132 110.6	532 842.0	532 626.6	530 917.1	530 705.1	26 426.5	26 416.5	26 331.1	26 321.2
Metro	112 140.4	113 523.5	113 821.9	115 201.7	664 227.6	675 469.9	675 521.0	686 763.4	19 199.8	19 526.5	19 527.4	19 854.1

Tabl. 2.4 Całkowity czas podróży i liczba podróży pasażerów transportu zbiorowego

	3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
Całkowity czas podróży pasażerów transportu zbiorowego (pas*h)	235 195	235 493	235 283	235 406
Liczba podróży w transporcie zbiorowym	340 722	341 714	341 106	341 330

3 Analiza ekonomiczna

3.1 Metodyka

Zastosowana metodyka stanowi uproszczoną wersję standardowej Analizy Kosztów i Korzyści, której założenia opisane są w „Niebieskiej Księdze” („Analiza kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych w sektorze transportu. Sektor transportu publicznego.”). Celem takiej analizy jest określenie, czy i w jakim stopniu, przedsięwzięcie jest ekonomicznie uzasadnione. Ekonomiczne koszty przedsięwzięcia (koszty budowy i eksploatacji z wyłączeniem podatków) porównano z głównymi korzyściami generowanymi przez inwestycję, tzn. oszczędnościami czasu podróży pasażerów transportu zbiorowego. Ze względu na uproszczony charakter analizy i niewielki spodziewany udział w całkowitych korzyściach, pominięto inne elementy korzyści użytkowników, takie jak redukcja wypadków drogowych czy efekty środowiskowe.

W analizie ekonomicznej wykorzystano prognozy przewozów opracowane dla rozpatrywanych wariantów inwestycji oraz dla wariantu odniesienia (bezinwestycyjnego – „0Z+0W”), zakładającego, że wydłużenie II linii metra nie będzie zrealizowane. Ze względu na uproszczoną metodykę analizy prognozy wykonano dla roku 2030, stanowiącego połowę hipotetycznego 25-letniego okresu pełnej analizy ekonomicznej. Wyniki prognoz pozwoliły na wyznaczenie rocznych korzyści użytkowników w roku 2030, które następnie porównano z kosztami inwestycyjnymi przez obliczenie wskaźnika efektywności ekonomicznej e_t . Przyjęcie korzyści użytkowników wyznaczonych dla połowy zalecanego w Niebieskiej Księdze okresu analizy pozwala uzyskać wynik najbardziej zbliżony do standardowego wskaźnika BCR.

Wskaźnik efektywności ekonomicznej e_t odzwierciedla stosunek rocznych korzyści do ekwiwalentnych rocznych kosztów inwestycji. Jako wartość rocznych kosztów przyjmowana jest kwota, która byłaby płacona, gdyby koszty rozłożone zostały na jednakowe raty uiszczane w trakcie eksploatacji inwestycji. Wskaźnik ten przedstawia się wzorem:

$$e_t = \frac{B_a}{C_a}, \quad \text{w którym:}$$

B_a – roczne korzyści użytkowników;

C_a – ekwiwalentne roczne koszty inwestycyjne dane wzorem:

$$C_a = \frac{C \cdot a}{1 - (1 + a)^{-n}}, \quad \text{gdzie:}$$

C – całkowite koszty inwestycyjne i odtworzeniowe

a – stopa dyskontowa (5%)

n – zakładany analityczny okres eksploatacji 25 lat.

Im wartość wskaźnika jest wyższa, tym inwestycja jest bardziej efektywna. Aby przedsięwzięcie było uzasadnione z ekonomicznego punktu widzenia wskaźnik ten powinien być wyższy od 1.

Wszystkie elementy rachunku wyrażono w złotych roku 2010 roku bez podatku VAT. Schemat przeprowadzonej analizy przedstawiono poniżej:

1. Definicja wariantów inwestycyjnych oraz wariantu odniesienia (bezinwestycyjnego).

2. Oszacowanie, na podstawie wykonanych prognoz przewozów, liczby pasażero-godzin oraz pojazdo-kilometrów w transporcie zbiorowym w roku 2030 dla zdefiniowanych wariantów analizy.
3. Obliczenie różnic w pracach przewozowych w poszczególnych wariantach inwestycyjnych w porównaniu do wariantu odniesienia.
4. Obliczenie korzyści użytkowników w roku 2030 w poszczególnych wariantach jako ilorazu odpowiednich przyrostów prac przewozowych i kosztów jednostkowych.
5. Obliczenie wartości wskaźnika e_t dla czterech wariantów inwestycyjnych i ustalenie rankingu inwestycji.

W analizie założono, że po oddaniu inwestycji do użytku zmieni się praca przewozowa taboru metra. Praca przewozowa pozostałych środków transportu zbiorowego pozostanie niezmienną.

3.2 Koszty inwestycyjne

Całkowite finansowe koszty inwestycyjne (bez VAT) obejmują koszty budowy poszczególnych odcinków metra, koszty zakupu taboru oraz koszty odtworzeniowe. Na podstawie danych przekazanych przez Zamawiającego założono następujące zapotrzebowanie na tabor konieczny do obsługi całej wydłużonej II linii w poszczególnych wariantach:

- 3Z+3W: 30 pociągów;
- 4Z+4W: 35 pociągów;
- 3Z+4W: 32 pociągi;
- 4Z+3W: 32 pociągi.

Ponieważ eksploatacja centralnego odcinka II linii metra zakłada obsługę 20 pociągami, wydłużenie będzie wymagało zakupu:

- 3Z+3W: 10 pociągów;
- 4Z+4W: 15 pociągów;
- 3Z+4W: 12 pociągów;
- 4Z+3W: 12 pociągów.

Kosz zakupu jednego pociągu przyjęto w wysokości 29 490 tys. zł. Założono realizację inwestycji w latach 2015-2017 z równomiernym rozkładem kosztów infrastruktury w kolejnych latach oraz zakup taboru w roku 2017. Harmonogramy kosztów inwestycyjnych w poszczególnych wariantach przedstawiono w tabl. 3.1 – tabl. 3.4.

Tabl. 3.1 Harmonogram kosztów inwestycyjnych w wariantcie 3Z+3W [tys. zł].

3Z+3W	2015	2016	2017	ogółem
infrastruktura	794 313	794 313	794 313	2 382 939
tabor	-	-	294 902	294 902
razem	794 313	794 313	1 089 215	2 677 841

Tabl. 3.2 Harmonogram kosztów inwestycyjnych w wariantcie 4Z+4W [tys. zł].

4Z+4W	2015	2016	2017	ogółem
infrastruktura	1 059 084	1 059 084	1 059 084	3 177 252
tabor	-	-	442 354	442 354
razem	1 059 084	1 059 084	1 501 437	3 619 606

Tabl. 3.3 Harmonogram kosztów inwestycyjnych w wariantcie 3Z+4W [tys. zł].

3Z+4W	2015	2016	2017	ogółem
infrastruktura	928 747	928 747	928 747	2 786 241
tabor	-	-	353 883	353 883
razem	928 747	928 747	1 282 629	3 140 124

Tabl. 3.4 Harmonogram kosztów inwestycyjnych w wariantcie 4Z+3W [tys. zł].

4Z+3W	2015	2016	2017	ogółem
infrastruktura	924 650	924 650	924 650	2 773 950
tabor	-	-	353 883	353 883
razem	924 650	924 650	1 278 533	3 127 833

Sumę zdyskontowanych kosztów odtworzeniowych przyjęto w wysokości 4% sumy zdyskontowanych kosztów infrastruktury i zakupu taboru. Przyjęte w analizie zdyskontowane finansowe koszty poszczególnych wariantów zamieszczono w tabl. 3.5.

Tabl. 3.5 Zdyskontowane finansowe koszty poszczególnych wariantów [tys. zł].

	3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
koszt infrastruktury	2 163 111	2 884 148	2 529 207	2 518 051
koszty taboru	254 748	305 697	382 122	305 697
koszty odtworzeniowe	96 714	127 593	116 453	112 950
ogółem	2 514 573	3 317 439	3 027 782	2 936 698

W celu obliczenia ekonomicznych kosztów inwestycyjnych przeprowadzono korektę powyższych kosztów o efekty fiskalne. Zgodnie z „Niebieską Księgą” wartość współczynnika korekty przyjęto w wysokości 0,84 w odniesieniu do kosztów inwestycyjnych i 0,86 w odniesieniu do taboru. Ponadto założono wartość rezydualną inwestycji na koniec 25-letniego okresu analizy w wysokości 66% całkowitych kosztów infrastruktury i 33% kosztów taboru. Zestawienie ekonomicznych kosztów poszczególnych wariantów zamieszczono w tabl. 3.6.

Tabl. 3.6 Zdyskontowane ekonomiczne kosztów poszczególnych wariantów [tys. zł].

	3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
koszt infrastruktury	1 817 013	2 422 684	2 124 534	2 115 163
koszty taboru	219 083	262 900	328 625	262 900
koszty odtworzeniowe	80 567	107 423	98 126	95 122
wartość rezydualna	-365 410	-490 509	-419 079	-424 482
Ogółem	1 752 130	2 302 498	2 132 206	2 048 703

3.3 Koszty operacyjne

Koszty operacyjne zostały uwzględnione w koszcie wozu-km i umieszczone w rachunku po stronie korzyści użytkowników jako wartości ujemne – zob. rozdział 3.6.

3.4 Dane ruchowe

W odniesieniu do pracy przewozowej taboru transportu zbiorowego wyrażonej w pojazdo-km przyjęto założenie, że w wyniku realizacji analizowanej inwestycji zmieni się ona jedynie w przypadku metra, natomiast w odniesieniu do pozostałych środków transportu (tramwaj, autobus, kolej) pozostanie niezmienną. Dane o zakładanych przewozach metra zostały zestawione w tabl. 3.7.

Tabl. 3.7 Roczna praca przewozowa taboru metra w poszczególnych wariantach [wozo*km].

0Z+0W	3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
8 358 439	16 622 188	19 372 477	17 961 907	18 032 757

Do oceny korzyści użytkowników wynikających z redukcji czasu podróży użyto danych, które zostały uzyskane w wyniku wykonanych prognoz przewozów sporządzonych dla godziny szczytu porannego dla roku 2030, czyli połowy standardowego okresu analizy. Dane te, wyznaczone w odniesieniu do całego systemu transportu zbiorowego, zostały obliczone dla poszczególnych wariantów inwestycyjnych oraz wariantu odniesienia „0Z+0W”, zakładającego funkcjonowanie jedynie centralnego odcinka II linii metra – zob. tabl. 3.8.

Tabl. 3.8 Całkowity czas podróży pasażerów transportu zbiorowego w poszczególnych wariantach. Godzina szczytu porannego [pas.*godz.].

0Z+0W	3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
262 804,45	260 562,15	260 243,50	260 386,60	260 418,75

W celu wyznaczenia korzyści użytkowników obliczono różnice prac przewozowych i czasów podróży w poszczególnych wariantach w stosunku do wariantu odniesienia. Uzyskane wielkości czasów podróży przeliczono na wartości roczne przy założeniu współczynnika udziału godziny szczytu w dobie 13% oraz 320 dni przeliczeniowych w roku. Wyniki zamieszczone są w tabl. 3.9 i tabl. 3.10.

Tabl. 3.9 Różnice rocznych prac przewozowych taboru metra w poszczególnych wariantach w stosunku do wariantu odniesienia [wozo*km].

3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
8 263 749	11 014 038	9 603 468	9 674 319

Tabl. 3.10 Różnice całkowitych czasów podróży pasażerów transportu zbiorowego w poszczególnych wariantach w stosunku do wariantu odniesienia. Rok 2030 [pas.*godz.].

3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
-275 452 870	-314 596 819	-297 018 432	-293 068 870

3.5 Koszty czasu

Jednostkowe koszt czasu odzwierciedla wartość czasu użytkownika transportu dla gospodarki jako całości. Ich wartości w roku 2030 w podziale na motywacje podróży przyjęto na podstawie Niebieskiej Księgi, przy czym dodatkowo skorygowano je o aktualną prognozę PKB, według zaleceń sformułowanych przez inicjatywę Jaspers. Wartość uśrednioną obliczono przyjmując udziały poszczególnych motywacji podróży zgodnie z WBR 2005. Wyniki przedstawiono w tabl. 3.11.

Tabl. 3.11 Jednostkowe koszty czasu. Rok 2030.

	praca	dojazd do pracy	pozostałe	średnia
udział motywacji	1,4%	48,4%	50,2%	
koszt czasu [zł/h]	89,06	42,59	35,69	39,78

W kolejnym kroku analizy, różnice całkowitych czasów podróży z tabl. 3.10 przemnożono przez jednostkowe koszty czasu zawarte w tabl. 3.11 uzyskując całkowite korzyści użytkowników wynikające ze skrócenie czasu podróży w transporcie zbiorowym, będące rezultatem wydłużenia II linii metra. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabl. 3.12.

Tabl. 3.12 Korzyści użytkowników wynikające ze skrócenia czasu podróży w transporcie zbiorowym w w stosunku do wariantu odniesienia.

Rok 2030 [tys. zł].

3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
219 566	250 768	236 757	233 608

3.6 Koszty eksploatacji taboru

Jednostkowe ekonomiczne koszty eksploatacji taboru metra uwzględniono w ekonomicznym koszcie operacyjnym równym 8,54 zł/wzkm w roku 2030. Wartość tę przyjęto na podstawie założeń ustalonych w odniesieniu do centralnego odcinka II linii metra.

W kolejnym kroku analizy, różnice całkowitych prac przewozowych taboru metra z tabl. 3.7 przemnożono przez jednostkowe koszty eksploatacji uzyskując całkowite przyrosty kosztów eksploatacji w stosunku do wariantu odniesienia, będące rezultatem wydłużenia II linii metra. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabl. 3.12.

Tabl. 3.13 Przyrost kosztów eksploatacji taboru w stosunku do wariantu odniesienia.
Rok 2030 [tys. zł].

3Z+3W	4Z+4W	3Z+4W	4Z+3W
70 554	94 035	81 992	82 597

3.7 Ocena efektywności ekonomicznej

Wynik przeprowadzonych analiz zamieszczono w tabl. 3.14. Zawiera ona, obok wartości wskaźnika efektywności ekonomicznej, także wielkości finansowych niezdyktowanych kosztów infrastruktury i taboru, całkowitych ekonomicznych zdyskontowanych kosztów inwestycyjnych oraz korzyści wynikających z oszczędności kosztów eksploatacji taboru i kosztów czasu.

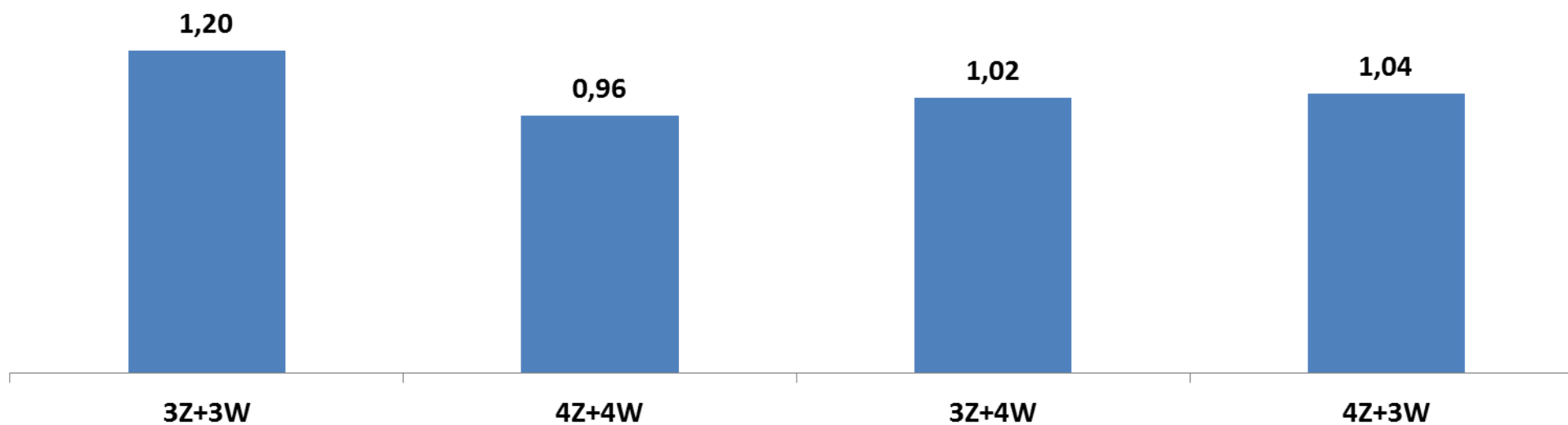
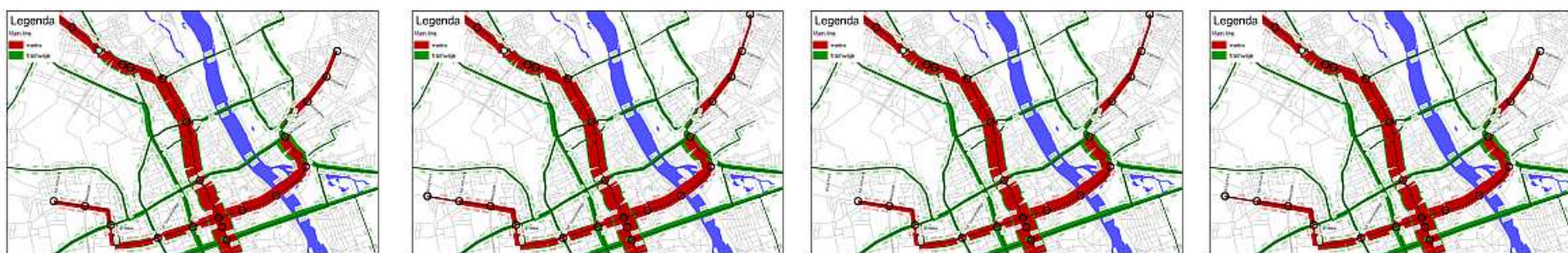
Tabl. 3.14. Wyniki analizy efektywności ekonomicznej.

Wariant	Finansowe koszty infrastruktury i taboru [mln zł]	Całkowite ekonomiczne zdyskontowane koszty inwestycyjne [mln zł]	Korzyści użytkowników w roku 2030 [mln zł]			Wskaźnik e_t
			czas	koszty eksploatacji taboru	ogółem	
3Z+3W	2 677,8	1 752,1	219,6	-70,6	149,0	1,20
4Z+4W	3 531,1	2 302,5	250,8	-94,0	156,7	0,96
3Z+4W	3 228,6	2 132,2	236,7	-82,0	154,8	1,02
4Z+3W	3 127,8	2 048,7	233,6	-82,6	151,0	1,04

Na podstawie uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Analizowany projekt jest efektywny ekonomicznie w wariantach 3Z+3W, 3Z+4W i 4Z+3W.
2. Nieefektywny ekonomicznie – choć nieznacznie – jest wariant 4Z+4W.
3. Zdecydowanie najefektywniejszy ekonomicznie okazał się wariant 3Z+3W, zakładający równomierne wydłużenie II linii metra po trzy stacje w obu kierunkach.
4. Obliczony dla wariantu 3Z+3W wskaźnik efektywności $e_t = 1,20$ świadczy o jego dość wysokiej efektywności ekonomicznej.
5. Obydwa warianty zakładające nierównomierne wydłużenie II linii metra w obu kierunkach uzyskały bardzo zbliżone wyniki, a zatem na tym etapie analiz nie można rozstrzygnąć, który z nich jest efektywniejszy.
6. Należy mieć na uwadze, że przeprowadzona analiza ma uproszczony charakter i nie bierze pod uwagę wpływu inwestycji na funkcjonowanie transportu indywidualnego. Można się spodziewać, że po zrealizowaniu inwestycji (we wszystkich wariantach) nastąpi przeniesienie się części pasażerów z transportu indywidualnego do zbiorowego, co przyniesie dodatkowe korzyści ekonomiczne.
7. Na podstawie uzyskanych wyników z dużą dozą pewności można stwierdzić, że po wykonaniu pełnej analizy kosztów i korzyści, uwzględniającej efekt przeniesienia się pasażerów z transportu indywidualnego do zbiorowego, wszystkie analizowane warianty okażą się efektywne ekonomicznie, najefektywniejszy pozostanie wariant 3Z+3W, najmniej efektywny wariant 4Z+4W oraz możliwe będzie określenie efektywniejszego wariantu spośród wariantów 3Z+4W i 4W+3Z, choć różnica w ich efektywności pozostanie niewielka.

Na rys. 3.1 zilustrowano wyniki uzyskane dla poszczególnych wariantów.



Rys. 3.1 Graficzne podsumowanie wyników analizy (wskaźnik e_t).