

# Organizacja ruchu i prognoza przewozów dla proponowanej linii kolejowej Otwock – Karczew

## Traffic organization and transport forecast for the proposed Otwock – Karczew railway line



**Szymon Klemba**

Mgr inż.

Institut Kolejnictwa

sklemba@ikolej.pl

**Streszczenie:** Artykuł dotyczy koncepcji budowy nowej linii kolejowej łączącej Otwock i Karczew. Oprócz przedstawienia proponowanych wariantów przebiegu linii kolejowej zaproponowano organizację ruchu kolejowego dla wariantów przedstawionych w koncepcji. Założono wydłużenie istniejącej trasy istniejącej linii Szybkiej Kolei Miejskiej lub uruchomienie nowej linii kursującej okrężnie po „ringu”. Z wykorzystaniem Zintegrowanego Modelu Ruchu opracowano prognozy przewozowe. Uzyskane wyniki wskazują, że proponowana linia ma duży potencjał przewozowy, a w najbardziej rozbudowanym wariantcie otwierałaby nowe możliwości podróży po aglomeracji warszawskiej.

**Słowa kluczowe:** Transport kolejowy; Prognozowanie ruchu, Karczew

**Abstract:** The article concerns the concept of building a new railway line between Otwock and Karczew. Proposed variants of the railway line are presented and the organization of railway traffic for each variant presented in the concept is proposed. It is assumed that the existing route of Fast Urban Railway line would be extended or a new circle line would be launched. Transport forecasts were developed using the Polish Integrated Traffic Model. Results indicate that the proposed line has a large transport potential, and in the most developed variant, it would open up new travel opportunities around the Warsaw agglomeration.

**Keywords:** Railway Transport; traffic; Karczew

### Wstęp

Karczew jest jednym z czterech miast aglomeracji warszawskiej (obok Konstancina-Jeziorny, Łomianek i Marek) pozbawionym bezpośredniego dostępu do sieci kolejowej. Koncepcja nowej linii kolejowej łączącej Otwock z Karczewem, jako możliwość włączenia drugiego z tych miast w sieć kolejową, została zaprezentowana w artykule w numerze 1/2023 „Przeglądu Komunikacyjnego” [1]. Przedstawiono tam główne założenia funkcjonalne dla nowej linii i wstępne trasowanie w trzech wariantach. Realizacja tej koncepcji stanowiłaby ważny krok w kierunku zwiększenia roli kolei aglomeracyjnej w przewozach osób w stołecznej aglomeracji i wpisywałaby się w strategię narodowego zarządcy infrastruktury – PKP Polskie Linie

Kolejowe S.A. [2], a przede wszystkim znacząco poprawiłaby dostępność transportową Karczewa, który jest położony peryferyjnie względem głównych ciągów komunikacyjnych. W niniejszym artykule, który można uznać za kontynuację poprzednich rozważań [1], zostały przedstawione wyniki analiz dotyczących proponowanej organizacji ruchu pociągów oraz przewidywanych wielkości przewozów na

proponowanym nowym fragmencie sieci kolejowej, w tym omówiono prognozy ruchu, które zostały opracowane przy pomocy Zintegrowanego Modelu Ruchu.

### Rozważane warianty linii kolejowej

W przedstawionej w styczniu 2023 roku [1] koncepcji budowy linii kolejowej do Karczewa rozważane są trzy

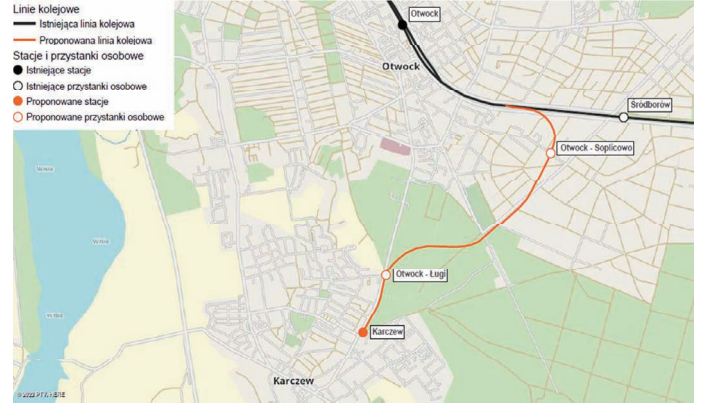
**Tab. 1.** Charakterystyka wariantów kolejowej do Karczewa

Cecha / wariant	W1A / W1A+	W1B+	W2
Długość linii	ok. 4,7 km	ok. 4,8 km	ok. 6,4 km
Liczba torów	1 (W1A) lub 2 (W1A+)	2	2
Nowe stacje i przystanki	Otwock Sopicowo, Karczew	Otwock Sopicowo, Otwock-Ługi, Karczew	Otwock Sopicowo, Karczew-Ługi, Karczew
Prędkość maksymalna	80 km/h	80 km/h	120 km/h
Możliwość przedłużenia linii	NIE	NIE	TAK
Możliwość przedłużenia linii	NIE	NIE	TAK

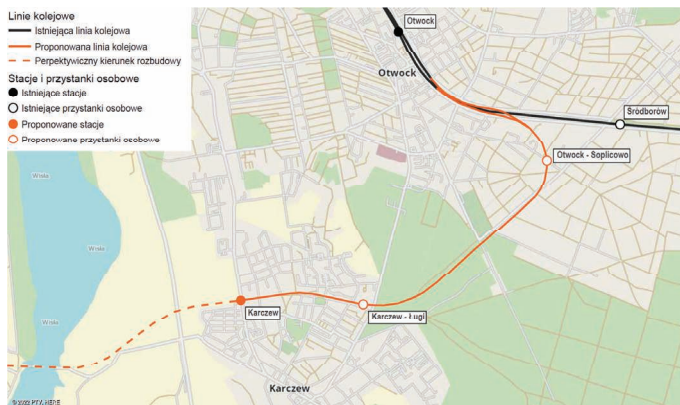
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1]



1. Schemat przebiegu proponowanej linii kolejowej do Karczewa w wariacie W1A (linia jednotorowa) i W1A+ (linia dwutorowa); Źródło: [1]



2. Schemat przebiegu proponowanej linii kolejowej do Karczewa w wariacie W1B+ (linia dwutorowa); Źródło: [1]



3. Schemat przebiegu proponowanej linii kolejowej do Karczewa w wariacie W2 (linia dwutorowa); Źródło: [1]

warianty, z podwariantami różnicującymi liczbę torów (linia jedno- lub dwutorowa). Charakterystykę wariantów, które są przedmiotem analizy, zawarto w tabeli 1.

Warianty W1A (W1A+) i W1B+ charakteryzują się „ślepy” zakończeniem linii w Karczewie, natomiast wariant W2 umożliwia jej przedłużenie, przez nowy most na Wiśle, w kierunku zachodnim. Wszystkie warianty są możliwe do realizacji bez większych przeszkód technicznych i terenowych. Przebieg linii w poszczególnych wariantach przedstawiono na schematach (rysunki 1, 2 oraz 3). Szczegółowo aspekty związane z trasowaniem linii opisane zostały w poprzednim artykule [1].

## Metodyka

Dla każdego z analizowanych wariantów linii kolejowej opracowano założenia odnośnie organizacji ruchu kolejowego wraz z modelowym rozkładem jazdy. Następnie założenia te

były wprowadzane do Zintegrowanego Modelu Ruchu wraz z innymi niezbędnymi jego modyfikacjami (co opisano w dalszej części artykułu). Kolejnymi krokami było wykonanie obliczeń i opracowanie wyników. W celach porównawczych obliczenia wykonano również dla tzw. wariantu bazowego, czyli sytuacji, w której brak jest nowej linii kolejowej.

## Zintegrowany model ruchu

W celu opracowania prognoz przewozów dla poszczególnych wariantów wykorzystano Zintegrowany Model Ruchu (dalej: ZMR) opracowywany przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT). Podstawowym celem opracowania ZMR ma być wspieranie ministerstw i innych instytucji w procesie planowania oraz podejmowania decyzji inwestycyjnych związanych z transportem [4]. Licencja na model udzielana przez CUPT zakłada możliwość jego wykorzystywania do prac niekomercyjnych,

zatem taka formuła stanowi wsparcie instytucji badawczych w realizacji ich działalności statutowej.

ZMR jest klasycznym czteroetapowym modelem podróży, obejmującym etapy: generowania podróży, dystrybucji przestrzennej podróży, podziału międzygałęziowego podróży i rozłożenia podróży na sieć transportową. Cztery etapy modelu, stanowiące de facto model popytu, zdefiniowano na bazie modelu podaży, na który składają się: model sieci infrastruktury transportu (drogowa, kolejowa, wodna i lotnicza), warstwa rejonów transportowych, model sieci transportu zbiorowego (linie komunikacyjne wszystkich środków transportu publicznego z rozkładami jazdy). Model wykonano z wykorzystaniem oprogramowania PTV VISUM w wersji 18. W dalszej części artykułu na podstawie liczącego 231 stron raportu technicznego [4] oraz pliku modelu, scharakteryzowano podstawowe cechy ZMR.

## Odwzorowanie infrastruktury transportowej w ZMR

W modelu odwzorowano, jako odcinki sieci, wszystkie drogi samochodowe od autostrad do dróg powiatowych. W szczególnych przypadkach odwzorowano odcinki dróg gminnych i miejskich. W przypadku wybranych miast uszczegółowiono sieć ulic. Parametryzacji odcinków dróg dokonano z uwzględnieniem: kategorii drogi, parametrów technicznych drogi, klasy technicznej drogi (w przypadku terenów miejskich). Uzyskano w ten



sposób podział na 7 głównych typów odcinków, w ramach których zdefiniowano 57 podtypów odcinków (różnicowano przekrój drogi, prędkość maksymalną oraz przepustowość). Dla każdego głównego typu wyznaczono odrębną funkcję oporu odcinka. Oprócz tego zdefiniowano 5 typów skrzyżowań (zróżnicowanych ze względu na lokalizację w terenie zabudowanym lub kwestię wyposażenia w sygnalizację świetlną) i 12 typów relacji skrętnych (różnicowanych ze względu na czas jazdy i przepustowość). Na odcinkach odwzorowujących drogi samochodowe zdefiniowano przystanki autobusowe, jednakże zagregowane do poziomu miejscowości. Wyjątek stanowiły miasta, gdzie przyjęto większy poziom szczegółowości.

W przypadku sieci kolejowej zdefiniowano 8 typów odcinków. Podział uwzględniał następujące kryteria: szerokość toru, elektryfikację, rodzaj napięcia. Oddzielny typ wyznaczono dla linii aglomeracyjnych WKD i PKM. Głównym parametrem dla odcinków sieci kolejowej jest maksymalna prędkość ruchu pociągów, długość odcinka i numer linii kolejowej.

### Odwzorowanie rejonów komunikacyjnych w ZMR

Rejony komunikacyjne rozumiane są jako uśrednione miejsca rozpoczęcia i zakończenia podróży przez modelowych podróżnych [4]. Autorzy modelu, ze względu na to, że obejmuje on obszar całego kraju, zdecydowali się na podział na rejony komunikacyjne na poziomie szczegółowości odpowiadający gminom. Zamodelowano 2875 rejonów komunikacyjne [5], odpowiadające poszczególnym gminom (w przypadku większych miast liczących przynajmniej 170 tys. mieszkańców – dzielnicom), a ponadto również portom lotniczym, portom morskim i śródlądowym oraz terminalom intermodalnym. W puli rejonów komunikacyjnych znajdują się również tzw. rejonów zewnętrznych odpowiadające obszarom poza terytorium Polski, dzięki czemu można w modelu

uwzględnić ruch zagraniczny. Należy zaznaczyć, że największym zbiorem rejonów jest zbiór odpowiadający gminom (dzielnicom), zróżnicowany na tyle, że w jego ramach wyodrębniono 13 rodzajów rejonów. Poszczególne rejony zostały podłączone do sieci infrastruktury transportowej za pomocą konektorów (zdefiniowano 9 ich typów).

### Odwzorowanie linii komunikacyjnych w ZMR

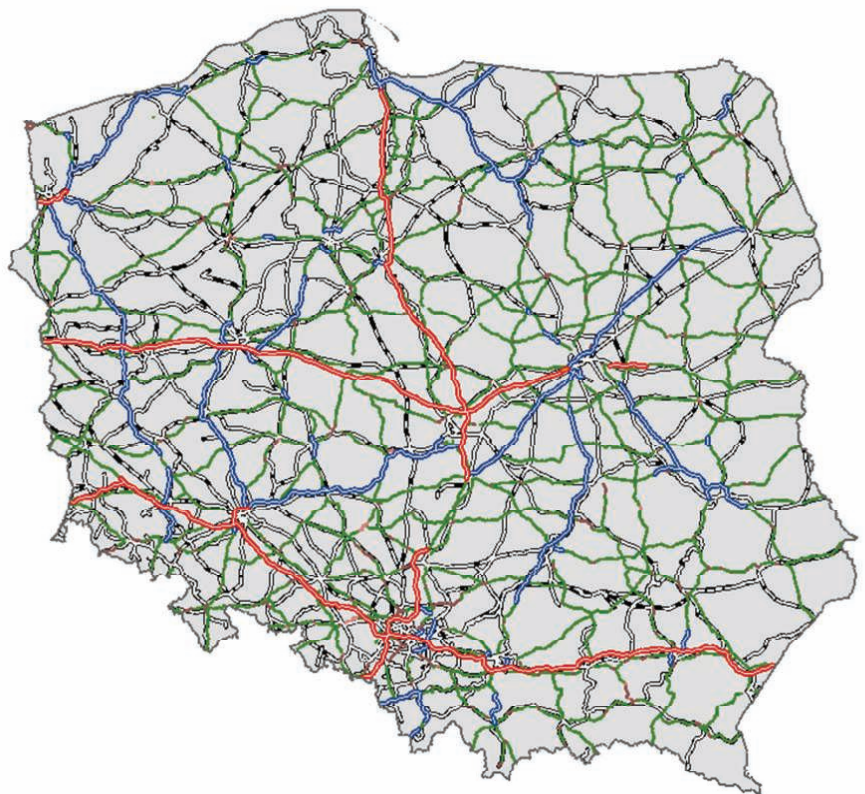
Na bazie zakodowanej w modelu sieci infrastruktury transportowej zdefiniowano przebiegi linii komunikacyjnych. Jak wynika z raportu [4], „dla transportu kolejowego dokładnie odwzorowano trasy przejazdów pociągów po istniejącej sieci kolejowej, z zachowaniem czasów przejazdów między poszczególnymi przystankami, wynikających z rozkładów jazdy”. W modelu uwzględniono połączenia wszystkich przewoźników z bazy danych e-podróżnik (556 przewoźników). Ze względu na sposób odwzorowania przystanków jak i bardzo duży rozmiar bazy danych kodowanie połączeń autobusowych

zostało wykonane w sposób uproszczony – mimo to model zawiera około 27 tys. przystanków autobusowych. Komunikacja miejska została zakodowana również w sposób uproszczony – wykorzystano w tym celu tzw. pomocniczy środek transportu (typ PuT-AUX). Na podstawie rzeczywistych cen biletów zdefiniowano kilka rodzajów taryf opłat, które później przyporządkowano poszczególnym liniom komunikacyjnym.

### Model popytu w ZMR

Model popytu w ZMR jest klasycznym modelem czteroetapowym. Szczegółowy opis założeń modelu przedstawiono w raporcie CUPT [4], natomiast w niniejszym artykule zostaną przedstawione w sposób poglądowy tylko podstawowe jego założenia.

Podróże opisane modelem analizowano z uwzględnieniem następujących cech: motywacji podróży, grupy wiekowej, dostępu do samochodu, typu gminy zamieszkania oraz typu funkcjonalnego gminy zamieszkania. Ze względu na motywację zdefiniowano podróże obligatoryjne oraz nie-



4. Zobrazowanie infrastruktury transportowej odwzorowanej w ZMR; Źródło: opracowanie własne na podstawie [5]

obligatoryjne różniące się znacząco pod kątem ich częstotliwości i kryteriów decyzyjnych, którymi kieruje się podróżny. Do podróży obligatoryjnych zaliczono podróże dom – praca, dom – szkoła oraz dom – uczelnia (oraz odwrotnie), natomiast do podróży nieobligatoryjnych podróże dom – inne, dom – biznes, niezwiązane z domem biznesowe oraz inne niezwiązane z domem. Przyjęty podział na motywacje podróży można uznać za typowy. Ponadto podróże analizowano oddzielnie dla trzech grup wiekowych: wiek przedprodukcyjny, wiek produkcyjny, wiek poprodukcyjny. Kombinacja cech związanych z wiekiem i miejscem zamieszkania dała w efekcie 39 grup podróźnych, którym przypisano, na podstawie zebranych danych, różne wartości współczynników ruchliwości, w zależności od motywacji, tworząc 208 segmentów popytu. Pewnych segmentów podróży z założenia nie rozważano i przyjęto dla nich ruchliwość równą 0 (na przykład podróży służbowych osób w wieku przedprodukcyjnym czy podróży do szkoły emerytów). Zmiennymi objaśniającymi przyjętymi w modelu są: liczba ludności, średnia wielkość gospodarstwa domowego, liczba miejsc pracy, liczba uczniów w szkołach, liczba studentów, liczba miejsc noclegowych, wykorzystanie miejsc noclegowych i wskaźnik motoryzacji.

Podział międzygałęziowy został zamodelowany w sposób dyskretny za pomocą wielomianowego modelu logitowego. Przyjęty model dokonuje podziału podróży na: podróże samochodem osobowym, podróże transportem zbiorowym i podróże piesze. Model ten bazuje na odpowiednio zdefiniowanej funkcji kosztu uogólnionego transportu oraz dobranych stałych kalibracji. W przypadku transportu indywidualnego funkcja kosztu uogólnionego bierze pod uwagę: czas podróży i wartość tego czasu, opłatę drogową, koszt eksploatacji pojazdu, odległość podróży i średnie napełnienie pojazdu. W przypadku transportu publicznego funkcja kosztu uogólnionego bierze pod uwagę: czas jazdy,

czas odejścia i dojścia, czas oczekiwania, czas przesiadki, karę za przesiadkę, opłatę za przejazd. Jednostką kosztu uogólnionego jest minuta – zmienne wyrażane jako pieniężne przeliczane są na czas poprzez ich dzielenie przez wartość czasu.

Ostatni etap modelu popytu, czyli rozłożenie podróży na sieć transportową zrealizowano następująco: w przypadku transportu samochodowego wykorzystano procedurę rozłożenia równowagi „Equilibrium assignment Bi-conjugate Frank-Wolfe”, natomiast w przypadku transportu zbiorowego zastosowano „headway based assignment”, bazujący na częstotliwości kursów. Szczegółowo parametry dla tych procedur przedstawiono w raporcie technicznym dotyczącym ZMR [4].

## Opracowanie prognoz – dostosowanie ZMR

Opracowanie prognoz przewozów dla proponowanej linii kolejowej Otwock – Karczew wymagało dostosowania ZMR. Zdecydowano, że do obliczeń będzie wykorzystany model bazowy dla roku 2019, a wszelkie wnioski wyciągane będą na zasadzie „jaki byłoby zainteresowanie nową linią kolejową, gdyby nagle się pojawiła”. Nie opracowywano więc prognoz przewozów w rozumieniu przewidywania przyszłości, lecz jako badanie hipotetycznej reakcji systemu transportowego na wprowadzone modyfikacje, tak jakby nowa linia kolejowa pojawiła się „z dnia na dzień” w 2019 roku.

Ze względu na brak danych, które mogłyby służyć uszczegółowieniu modelu, pozostawiono całkowicie bez zmian oryginalny model popytu z ZMR. Podejście takie jest uzasadnione tym, iż opracowywana prognoza ma charakter wstępny, a ewentualne decyzje o realizacji i kształcie inwestycji wymagałyby i tak przeprowadzenia szczegółowych analiz na przykład w ramach studium wykonalności. Nie wprowadzono również żadnych zmian w układzie rejonów komunikacyjnych oraz zmiennych objaśniających. Z punktu widzenia progno-

zy przewozów dla tej linii pożądanym byłby podział Karczewa na 2-3 rejonów oraz Otwocka na 3-5 rejonów, jednakże brak jest łatwo dostępnych danych niezbędnych do opisanego podzielenia rejonów odpowiednimi wartościami zmiennych objaśniających.

Modyfikacje modelu wprowadzone po stronie podaży dotyczą:

- uzupełniania i sparametryzowania nowych odcinków sieci kolejowej, odpowiednio dla poszczególnych wariantów proponowanej inwestycji,
- uzupełniania sieci przystanków kolejowych (na nowych odcinkach),
- uzupełnienia brakujących oraz modyfikacji istniejących konektorów (podłączenie nowych stacji/przystanków kolejowych),
- modyfikacji układu linii komunikacyjnych i rozkładu jazdy pociągów (tak aby odzwierciedlały bazową lub zakładaną w poszczególnych wariantach organizację ruchu pociągów),
- kompleksowej korekty sieci linii autobusowych przebiegających na terenie powiatu otwockiego.

Jak wcześniej stwierdzono, odwzorowanie sieci autobusowej w ZMR, z uwagi na skalę modelu, jest uproszczone, co w przypadku Otwocka miało specyficzny efekt. Wszystkie linie autobusowe, które w rzeczywistości przejeżdżają przez Otwock peryferyjnie (tzw. Szosą Lubelską oraz drogą S17) i nie pełnią żadnej roli w obsłudze tego miasta, w modelu funkcjonowały jako kursy obsługujące Otwock na równi z koleją czy autobusami lokalnymi, które pełnią rzeczywistą rolę w obsłudze regionu. Należało je więc wszystkie przetrasować, wraz z usunięciem przystanku w Otwocku. Z uwagi na to, że w latach 2020 – 2021 nastąpiła likwidacja wielu połączeń autobusowych, zweryfikowano model również pod tym kątem (przede wszystkim usunięto często kursującą prywatną linię autobusową Karczew – Otwock – Warszawa odpowiadającą zlikwidowanej linii firmy MiniBus). Do-

dano również połączenia, które zostały uruchomione w 2022 roku (przede wszystkim linie powiatowe D1, O1 oraz K2 łączące Otwock i Karczew z sąsiednimi gminami oraz linię autobusową L51 Karczew – Otwock).

Oprócz przedstawionych wyżej modyfikacji sieci autobusowej, zaktualizowano rozkład jazdy pociągów regionalnych na odcinku Dęblin – Otwock – Warszawa. Zdefiniowany w modelu rozkład jazdy pociągów dalekobieżnych pozostawiono bez zmian.

## Stan bazy i warianty przyjęte do analiz

Stan bazy przyjęty do analizy uwzględniał model popytu zgodny z modelem ZMR na rok 2019, natomiast model podaży zgodny (w zakresie linii przebiegających przez obszar powiatu otwockiego) z rokiem 2022. Na jego bazie utworzono modele dla poszczególnych wariantów inwestycyjnych (W1A, W1A+, W1B+, W2 – Etap I, W2), zgodnie z przedstawionymi w następnym akapicie założeniami. Wykorzystanie tego samego modelu popytu dla wszystkich wariantów (w tym bazowego) zapewnia porównywalność uzyskanych wyników.

## Zakładana organizacja ruchu kolejowego

Jednym z rodzajów danych zaktualizowanych w ZMR jest rozkład jazdy środków transportu zbiorowego. Z tego względu dla każdego z wariantów należało założyć, jak wyglądałaby przewidywana organizacja ruchu kolejowego na nowym odcinku linii kolejowej i w jaki sposób wpływałoby to na ruch na istniejącej sieci kolejowej.

Co do zasady przyjęto, że uruchomienie przewozów na linii kolejowej do Karczewa będzie w najmniejszym możliwym stopniu ingerować w istniejący ruch kolejowy na linii kolejowej nr 7 oraz nr 448 (podmiejska linia średnicowa), choćby ze względu na wyczerpaną zdolność przepustową tej ostatniej. Dlatego w miarę możliwości przewiduje się przedłużenie relacji po-

**Tab. 2.** Założona liczba par pociągów na odcinku Karczew – Warszawa Wsch. [par poc./doba]

Odcinek / wariant	W0	W1A	W1A+	W1B+	W2 – Etap I	W2
Warszawa Wsch. – Otwock	79	79	82	82	82	82
Otweek – Karczew	0	39	51	51	51	51

Źródło: opracowanie własne

**Tab. 3.** Założony czas przejazdu pociągów na odcinku Karczew – Warszawa Wsch. [min]

Odcinek / wariant	W0	W1A	W1A+	W1B+	W2 – Etap I	W2
Warszawa Wsch. – Otwock	33	33	33	33	33	33
Otweek – Karczew	n.d.	6	6	6-8	6,5-9	6,5-9

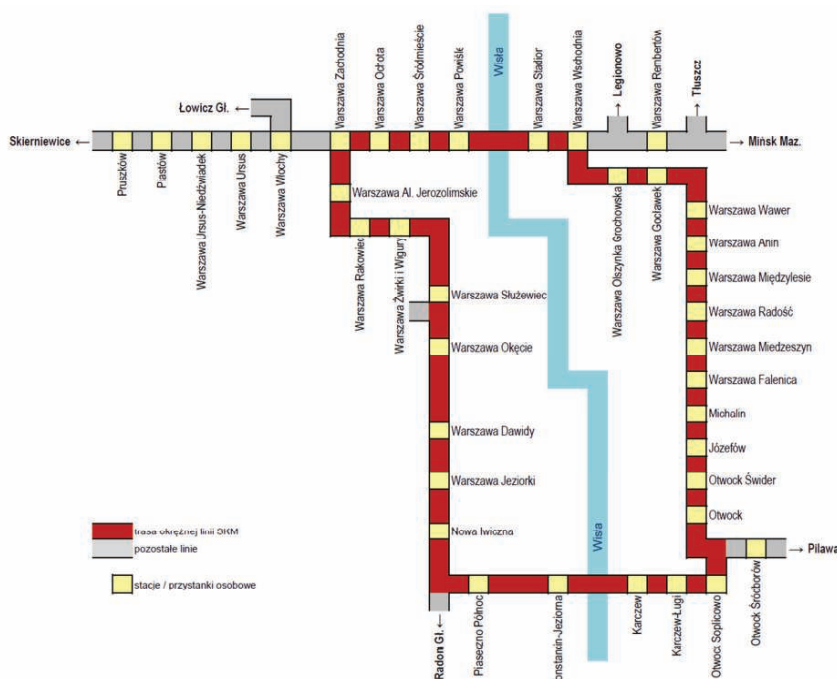
Źródło: opracowanie własne

ciągów kończących bieg w Otwocku.

W przypadku podwariantu jednotorowego W1A, zakłada się przedłużenie do Karczewa pociągów SKM linii S1. W przypadku podwariantu dwutorowego W1A+ założono dodatkowo wydłużenie do Karczewa wybranych pociągów regionalnych (Koleje Mazowieckie), przy jednoczesnym niewielkim zwiększeniu liczby pociągów na odcinku Otwock – Warszawa, za to bez zmian oferty przewozowej na odcinku Otwock – Dęblin.

Dla wariantu W2 analizę wykonano dla dwóch etapów inwestycji. Jako pierwszy etap założono zakończenie linii na stacji Karczew, natomiast docelowo powstanie połączenia z Konstancinem-Jeziorną i Warszawą przecinającego Wisłę. W pierwszym przypadku założono ofertę przewozową analogiczną do wariantów W1A+ i W1B+, czyli wydłużenie linii SKM S1 do Karczewa oraz wydłużenie z Otwocka

lub uruchomienie dodatkowych kursów pociągów Kolei Mazowieckich. W drugim przypadku zaproponowano uruchomienie kursującej w obu kierunkach okrężnej linii SKM S0 na trasie: Konstancin Jeziorna – Karczew – Otwock – Józefów – Warszawa – Piaseczno Północ – Konstancin Jeziorna (i jednocześnie skrócenie linii S1 z Pruszkowa do stacji Warszawa Wschodnia). Jako, że obliczony czas przejazdu całego „ringu” wyniósł 1 godzinę i 46 min, aby zachować 30-minutową częstotliwość kursowania linii założono wydłużony postój (14 minut) w Konstancinie-Jeziornie. Wyznaczenie postoju w tym miejscu nie wydłuża czasu dojazdu do Warszawy zarówno z Karczewa (przez Otwock) jak i z Konstancina, i zachowuje możliwość bezpośrednich podróży w każdej relacji pomiędzy punktami trasy okrężnej linii SKM. Schemat linii S0 przedstawiono na rysunku 5.



5. Schemat przebiegu proponowanej okrężnej linii SKM S0 w wariantcie W2; Źródło: opracowanie własne



Zakładane liczby połączeń i czasy jazdy pociągów przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Czas przejazdu pociągów (który jest jedną z danych wejściowych w modelu prognostycznym), na istniejących fragmentach sieci kolejowej przyjęto zgodnie z rozkładem jazdy pociągów 2021/2022. Dla nowych fragmentów czas jazdy obliczono metodą uproszczoną, opisaną w [3]. Różnice w czasie przejazdów z Otwocka do Karczewa pomiędzy poszczególnymi wariantami wynikają z przebiegu linii oraz lokalizacji przystanków osobowych / stacji.

## Wyniki prognoz

Wyniki obliczeń wykonanych w ZMR przedstawiono w kolejnych tabelach, jako najbardziej istotne dane wyjściowe wybrano:

- czas przejazdu transportem pu-

blicznym (uwzględniający przeładki) z Karczewa do centrum Warszawy (tabela 4);

- postrzegany czas podróży transportem publicznym z Karczewa do centrum Warszawy (tabela 5);
- dobowe potoki pasażerskie na wybranych przekrojach linii kolejowej (tabela 6);
- dobowe potoki pasażerskie w wybranych relacjach podróży, realizowane transportem indywidualnym i publicznym (tabela 7);
- liczba pasażerów transportu kolejowego w Karczewie i Otwocku (tabela 8).

Czas przejazdu (tabela 4) jest to czas uwzględniający czas jazdy środkami transportu oraz czas na przesiadkę. Czas postrzegany (tabela 5) uwzględnia dodatkowe czynniki, takie jak rozkład jazdy (częstotliwość kursowania)

i związany z nim czas oczekiwania, jak również czas dojścia i odejścia. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że najdłuższy czas podróży z Karczewa do Warszawy występuje w przypadku braku linii kolejowej (wariant W0). Uruchomienie przewozów kolejowych nawet w najmniej rozbudowanym wariantcie (W1A) powoduje radykalne zmniejszenie się postrzeganego czasu podróży (o 38%), przy skróceniu czasu przejazdu o (16%). Różnice w przypadku kolejnych wariantów są niewielkie – w wariantcie W1A+ następuje niewielkie skrócenie postrzeganego czasu podróży w stosunku do wariantu W1A przy takim samym czasie przejazdu i jest efektem zwiększenia częstotliwości połączeń. Wariant W1B+ przynosi w stosunku do wariantu W1A+ niewielkie wydłużenie czasu przejazdu i postrzeganego czasu podróży – jest to spowodowane dodatkowym postojem handlowym pociągu. W wariantcie W2, z uwagi na inny przebieg linii i jej parametry, nieznacznie skraca się czas przejazdu pociągiem, jednakże postrzegany czas podróży pozostaje niezmienny z uwagi na inną lokalizację przystanków i stacji (zwiększenie długości linii).

Dobowy potok pasażerów na przekroju pomiędzy Otwockiem i Karczewem wynosi niespełna 2 tys. osób we wszystkich wariantach oprócz wariantu W2 (tabela 6). Brak większych różnic w wynikach spowodowany jest tym, że model jest modelem krajowym i trudno w nim odzwierciedlić efekty wynikające z różnic występujących na terenie jednej gminy. Uzyskane wyniki pokazują, że uruchamianie dodatkowych połączeń regionalnych (warianty W1A+, W1B+ oraz W2 – Etap 1) wzmacniających funkcjonującą z częstotliwością 30-minutową linię SKM (wariant W1A) nie przynosi praktycznie żadnych efektów jeśli chodzi o wielkość potoku. W wariantcie W2 potok pasażerów jest wyraźnie większy i wynosi prawie 2,7 tys. osób na dobę (tabela 6). Jako przykład graficznej prezentacji wyników prognozy, na rysunku 5 przedstawiono kartogram potoków pasażerskich dla wariantu W2

**Tab. 4.** Czas przejazdu transportem zbiorowym w relacji Karczew – Warszawa (centrum) [min]

Odcinek / wariant	W0	W1A	W1A+	W1B+	W2 – Etap I	W2
Karczew – Warszawa (centrum)	67	56	56	56,5	55,5	55,5

Źródło: opracowanie własne

**Tab. 5.** Postrzegany czas podróży w relacji Karczew – Warszawa (centrum) [min]

Odcinek / wariant	W0	W1A	W1A+	W1B+	W2 – Etap I	W2
Karczew – Warszawa (centrum)	117	73	72	72,5	72,5	72,5

Źródło: opracowanie własne

**Tab. 6.** Dobowy potok pasażerów na wybranych przekrojach linii kolejowej [pas./doba]

Przekrój (oba kierunki)	W0	W1A	W1A+	W1B+	W2 – Etap I	W2
Konstancin Jez. – Karczew	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1 064
Karczew – Otwock Sopicowo	1 047*	1 968	1 985	1 990	1 986	2 692
Ottock Świder – Józefów	12 244	13 100	13 124	13 147	13 157	12 977

\* potok w autobusach na przekroju pomiędzy Otwockiem i Karczewem

Źródło: opracowanie własne

**Tab. 7.** Dobowy potok pasażerów w wybranych relacjach podróży [pas./doba]

Relacja (tam/powrót)	W0	W1A	W1A+	W1B+	W2 – Etap I	W2
Karczew – Warszawa (samochód)	5 231	4 935	4 918	4 922	4 902	4 671
Karczew – Warszawa (tr. publ.)	651	1 400	1 409	1 411	1 409	1 362
Karczew – Warszawa (łącznie)	5 882	6 335	6 327	6 333	6 311	6 033
Karczew – Otwock (samochód)	644	556	556	557	551	536
Karczew – Otwock (tr. publ.)	167	187	188	188	186	177
Karczew – Otwock (łącznie)	811	743	744	745	737	713

Źródło: opracowanie własne

**Tab. 8.** Liczba pasażerów kolei [pas./doba]

Rejon komunikacyjny	W0	W1A	W1A+	W1B+	W2 – Etap I	W2
miasto Karczew	0	1 968	1 985	1 990	1 986	2 032
miasto Otwock	7 134	6 706	6 752	6 760	6 780	7 453
miasta Karczew + Otwock	7 134	8 674	8 737	8 750	8 766	9 485

Źródło: opracowanie własne

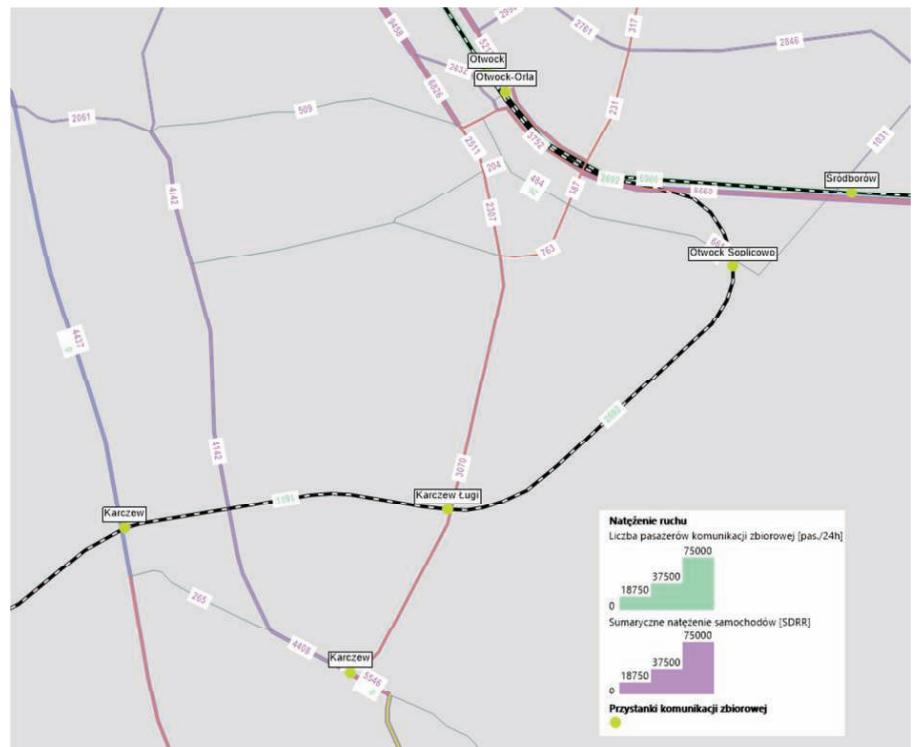
Ponieważ w wariantcie W2 nieznacznie maleje potok na wyjściu z Otwocka w kierunku Warszawy należy uznać, że część podróży z tego miasta realizowanych jest w kierunku Konstancina-Jeziorny lub Piaseczna. Świadczy o tym zwiększona w wariantcie W2 liczba pasażerów korzystających z transportu kolejowego w mieście Otwocku (tabela 8).

Jeśli chodzi o wymianę pasażerską na terenie miast Karczew i Otwock (tabela 8) można stwierdzić, że największej pasażerów korzysta w Otwocku z transportu kolejowego w wariantcie W0 – wynika to z faktu, iż pasażerowie z Karczewa dojeżdżają do pociągu autobusem, a zatem na sieci kolejowej pojawiają się fizycznie dopiero w Otwocku. W każdym z wariantów inwestycyjnych łączna liczba osób korzystających z kolei w Otwocku i Karczewie jest większa w stosunku do wariantu bazowego W0. Różnica ta wynosi od 16% do 33% (największa w wariantcie W2).

Uruchomienie (póki co tylko w modelu) kolei w Karczewie powoduje ponad dwukrotny wzrost liczby osób korzystających z transportu publicznego w relacji Karczew – Warszawa i około 10% wzrost liczby podróży w relacji Karczew – Otwock. W wariantcie W2 liczba podróży w tych relacjach jest niższa niż w wariantach W1A, W1A+ i W1B+, realizowane są bowiem podróże do Konstancina Jeziorny i Piaseczna (część z nich zamiennie zamiast podróży do Warszawy).

## Podsumowanie

Przewidywana wielkość ruchu pasażerskiego jest jednym z kryteriów, które powinno być brane pod uwagę przy wyborze wariantu, bądź stwierdzeniu zasadności danej inwestycji. Opracowane i przedstawione w niniejszym artykule prognozy przewozowe należy uznać za wstępne, jako że zostały wykonane na modelu krajowym ZMR, toteż nie uwzględniają w pełni podróży lokalnych (w praktyce nie są w ogóle odwzorowane podróże które odbywają się wewnątrz



6. Rozłożenie potoków pasażerskich na sieci transportowej dla wariantu W2;  
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników uzyskanych w modelu ZMR

gmin, a można przypuszczać, że nowa linia zwiększyłaby wykorzystanie kolei np. w podróżach wewnątrz samego Otwocka). Uzyskane wyniki świadczą o dużym potencjale linii kolejowej do Karczewa. W każdym z wariantów inwestycyjnych, w stosunku do sytuacji w wariantcie bazowym, zwiększa się liczba osób korzystających z transportu kolejowego, jak i ogólnie transportu zbiorowego, a zmniejsza się liczba korzystających z samochodów osobowych. Ponadto dzięki nowej linii kolejowej wyraźnie ulega skróceniu czas podróży z Karczewa do Otwocka, co więcej taka podróż może się odbywać bez przesiadki. Obiecujący wydaje się być wariant W2, który dzięki zniwelowaniu ujemnego wpływu naturalnej bariery terenu jaką jest Wisła, otworzyłby nowe możliwości podejmowania aktywności przez mieszkańców zarówno Karczewa jak i Otwocka, i związanego z tym sprawnego podróżowania w kierunku Konstancina-Jeziorny i Piaseczna (jak również południowych dzielnic Warszawy). Dzięki uruchomieniu proponowanej okružnej linii Szybkiej Kolei Miejskiej możliwe byłyby bezpośrednie podróże koleją pomiędzy kilkoma miastami

stołecznej aglomeracji (Józefów, Karczew, Konstancin-Jeziorna, Otwock, Piaseczno, Warszawa), w tym część z nich nie wymagałaby niepotrzebnego przejazdu przez centrum Warszawy lub przesiadki, tak jak ma to miejsce obecnie. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Dąbrowski A., Klemba Sz., Koncepcja włączenia miasta Karczew w sieć kolejową, Przegląd Komunikacyjny 1/2023
- [2] Kierunki rozwoju sieci kolejowej w Warszawskim Węźle Kolejowym Master Plan dla transportu kolejowego w aglomeracji warszawskiej (Master Plan WWK), PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2019
- [3] Nowosielski L., Organizacja przewozów kolejowych, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1999
- [4] Zintegrowany Model Ruchu – raport techniczny, Warszawa 2021, CUPT
- [5] ZMR\_2019.ver – plik Zintegrowanego Modelu Ruchu