

Prognoza ruchu i analiza ekonomiczna dla nowego połączenia kolejowego Warszawa – Łódź – Wrocław

Andrzej Waltz

Zmiana planów budowy KDP w dotychczas preferowanym wariantie Y dla prędkości 350 km/h wywołała dyskusję na temat innych możliwości szybkiego połączenia Wrocławia z Łodzią i Warszawą. Władze samorządowe Wrocławia zaproponowały rozpatrzenie możliwości realizacji takiego połączenia w sposób ewolucyjny, z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury kolejowej. W niniejszym artykule przedstawiono w sposób syntetyczny główne założenia projektu, proces analizy oraz jej wyniki.

W wyniku przeprowadzonych analiz opracowano nowe trasowanie połączenia kolejowego Wrocław – Warszawa, którego realizacja miałyby się odbywać w dwóch etapach na przestrzeni od 2013 do 2029 roku. Docelowo w 2030 roku powstałoby nowe połączenie kolejowe Wrocławia z Warszawą długości 321 km, V_{max} pociągów=250 km/h oraz czasem podróży 2 godziny i 5 minut. W pierwszym etapie od 2020 roku podróż pociągiem na tym odcinku trwałaby 3 godziny i 25 minut.



dr inż. Andrzej Waltz
specjalista z zakresu
transportu
awaltz@poczta.onet.pl

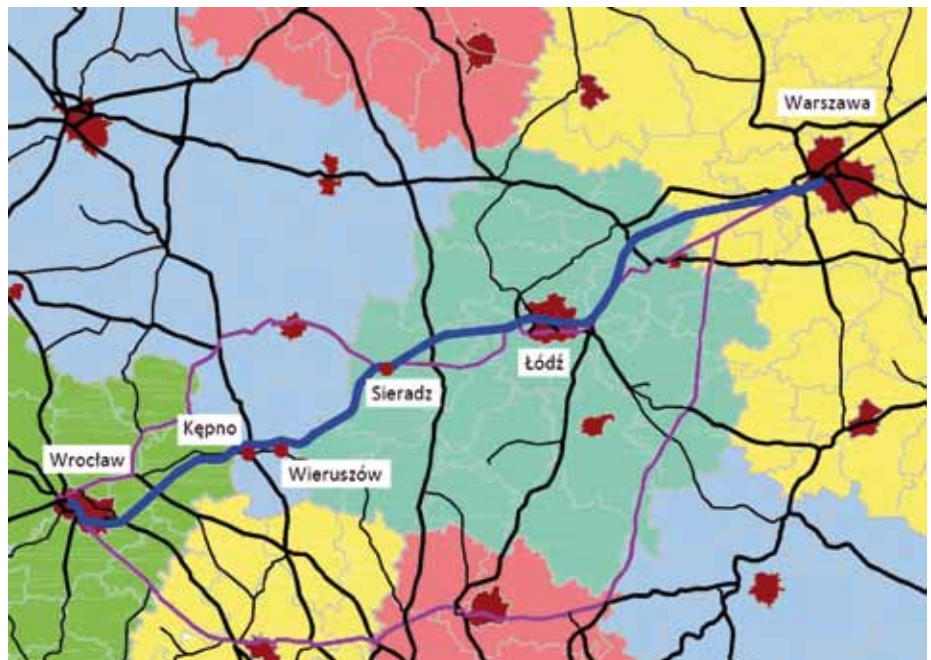
Definicja wariantu referencyjnego

Wariantem referencyjnym dla analizowanej inwestycji jest połączenie Wrocław – Warszawa realizowane obecnie przez Kalisz, Ostrów Wielkopolski lub/i planowany projekt łącznik koniecpolski polegający na modernizacji linii kolejowych nr 4 (CMK), 61, 144 i 132 przez Koniecpol, Lubliniec, Fosowskie, Opole. W stosunku do tego wariantu liczone były korzyści wariantu inwestycyjnego.

Definicja wariantu inwestycyjnego

Wariant inwestycyjny zakłada budowę nowego połączenia w standardzie 250 km/h w dwóch etapach.

W pierwszym etapie do 2020 roku założono modernizację i rewitalizację kluczowych odcinków linii kolejowych obecnie istniejących pomiędzy Łodzią a Wrocławiem (m.in. przez Sieradz, Kępno, Oleśnicę) oraz budowę nowej linii kolejowej zgodnie ze standardem dla $V_{max} = 250$ km/h łączącej Sieradz z Wieruszowem, przy założeniu że w pierwszym etapie będzie wyposażona i eksploatowana $V_{max} = 160$ km/h. Szczegółowy przebieg wy-



1. Przebieg wariantu referencyjnego na tle inwestycyjnego oraz sieci linii kolejowych

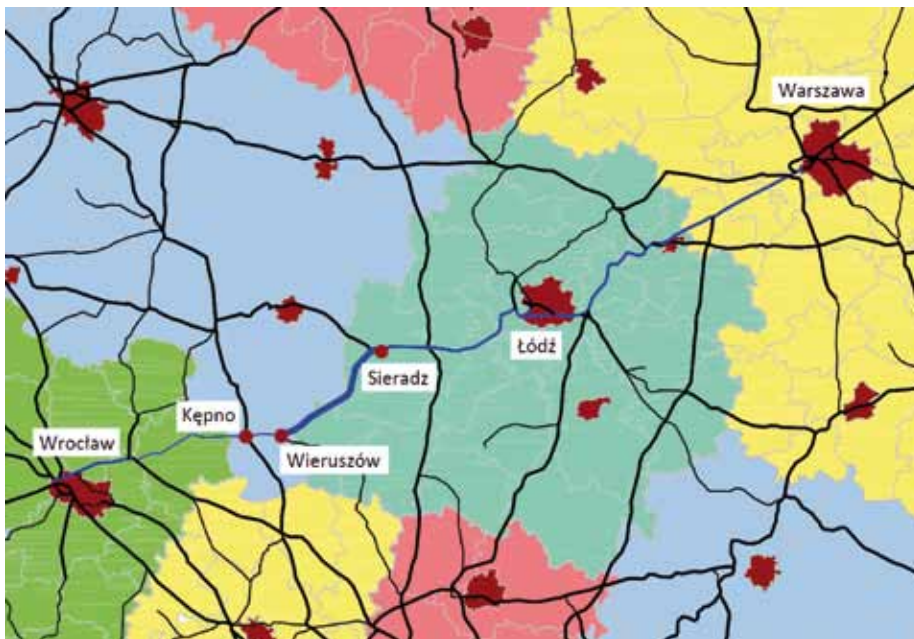
żej zdefiniowanej relacji przedstawiono na rys. 2.

W drugim etapie do 2030 roku przewidziano budowę połączenia dużych prędkości (250 km/h) pomiędzy Wrocławiem a Warszawą w nowym trasowaniu. Wylot z Wrocławia w kierunku Warszawy przewidziano jak dla wariantu preferowanego w projekcie Kolei Dużych Prędkości „Y” opracowanym w studium wykonalności firmy IDOM, przygotowanym na zlecenie PKP PLK S.A. – z tą różnicą, że założono standard wyposażenia i eksploatacji dla $V_{max} = 250$ km/h. Odcinek pomiędzy Wrocławiem a Łodzią wprowadzono w nowym trasowaniu – przez Kępno,

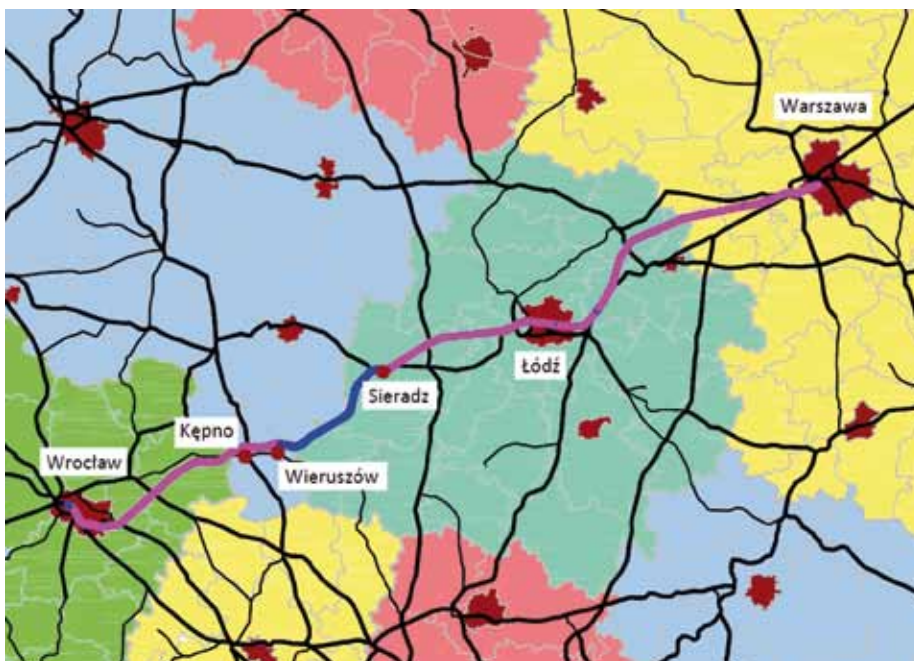
Sieradz – z wykorzystaniem nowej linii kolejowej wybudowanej pomiędzy Sieradzem a Wieruszowem w etapie I. Przejazd przez Łódź założono z wykorzystaniem planowanego tunelu kolejowego. Odcinek Łódź – Warszawa przyjęto w trasowaniu jak dla „Y” tylko przy założeniu $V_{max} = 250$ km/h.

Nakłady inwestycyjne w latach 2013-2019

Szacowane nakłady na realizację inwestycji przez inwestora budującego kolejowe połączenie Warszawa – Wrocław wynoszą w pierwszym etapie (2013-2019): ok. 4,3 mld zł.



2. Trasowanie Etapu I na tle sieci linii kolejowych



3. Trasowanie Etapu II na tle sieci linii kolejowych

W powyższym zestawieniu szacunkowych nakładów na realizację pierwszego etapu inwestycji uwzględniono m.in. następujące pozycje kosztowe: przygotowanie dokumentacji przedprojektowej oraz projektowej, pozyskanie gruntów pod budowę, układkę nawierzchni torowej, budowę podtorza, roboty ziemne, budowę nowych peronów, budowy wiaduktów, budowy mostów kolejowych, ochronę środowiska, podstacje trakcyjne oraz sieć trakcyjną oraz urządzenia sterowania ruchem kolejowym.

Nakładów na modernizację linii kolejowych nr 1 (Warszawa – Koluszki) i 17 (Koluszki – Łódź) nie uwzględniano w zestawieniu z powodu trwających już obecnie prac na nimi.

Nakłady inwestycyjne w latach 2021–2029

Szacowane nakłady na realizację inwestycji przez inwestora budującego kolejowe połączenie Warszawa – Wrocław wynoszą w drugim etapie (2021-2029) ok. 15 mld.

W powyższym zestawieniu szacunkowych nakładów na realizację drugiego etapu inwestycji uwzględniono oprócz pozycji z etapu pierwszego, m.in. następujące pozycje kosztowe: budowę tunelu pod miastem Łódź, budowę nowych dworców kolejowych, budowę parkingów P&R, zabudowę systemu ERTMS.

Nakłady te odnoszą się do budowy nowej

linii kolejowej łączącej Warszawę z Wrocławiem oraz dostosowanie wybudowanej w pierwszym etapie linii (Wieruszów – Sieradz) do prędkości 250 km/h.

Analiza makroekonomiczna

Dla wykonania prawidłowej analizy korzyści wynikających z realizacji inwestycji w transporcie zalecane jest ich rozpatrywanie w perspektywie 20 - 30 lat. Stąd też niezbędne jest wykonywanie prognoz dla tak odległych przedziałów czasowych.

Zastosowane do analizy modele ruchu oparte są na zależności pomiędzy wielkością ruchu generowanego w obszarze a:

- liczbą ludności,
- wielkością PKB,
- stopniem zmotoryzowania,
- podażą usług transportowych.

Zestaw danych wynika z jednej strony z dostępności takich informacji dla stanu istniejącego, ale również – co ważniejsze – z możliwością określenia ich wartości dla okresu prognozy.

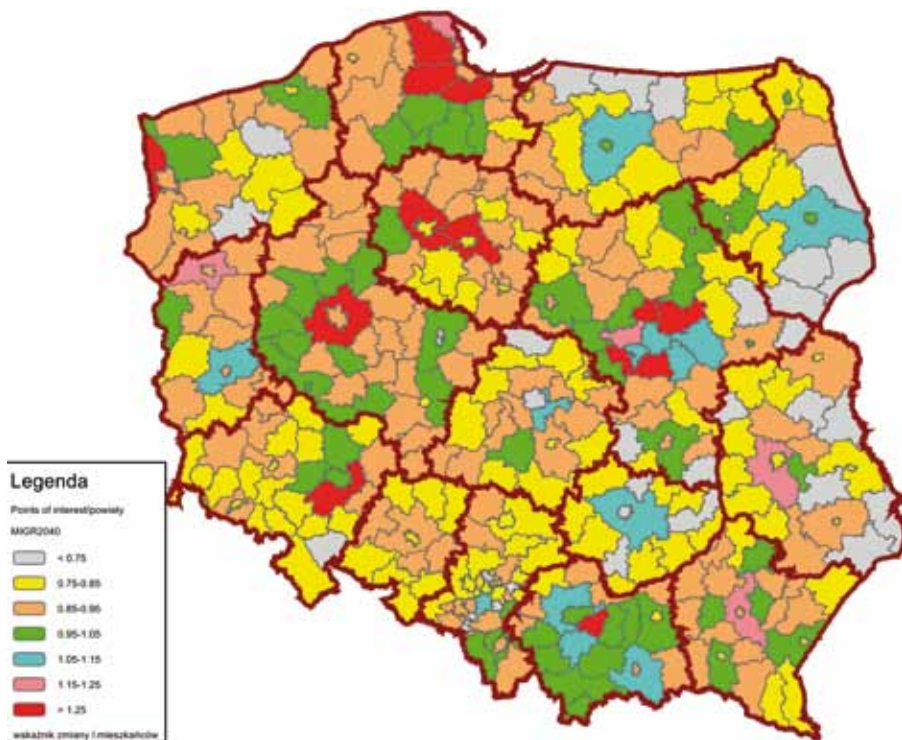
Prognoza zmian w rozmieszczeniu ludności

Prognoza zmian w przestrzennym rozmieszczeniu ludności jest bardzo istotnym czynnikiem w prognozowaniu ruchu. Obserwowane zmiany polegające na zmniejszaniu się liczby ludności, a także jej migracji muszą być uwzględniane w prognozach. Wykorzystana została opublikowana w 2011 prognoza GUS dla powiatów do roku 2035.

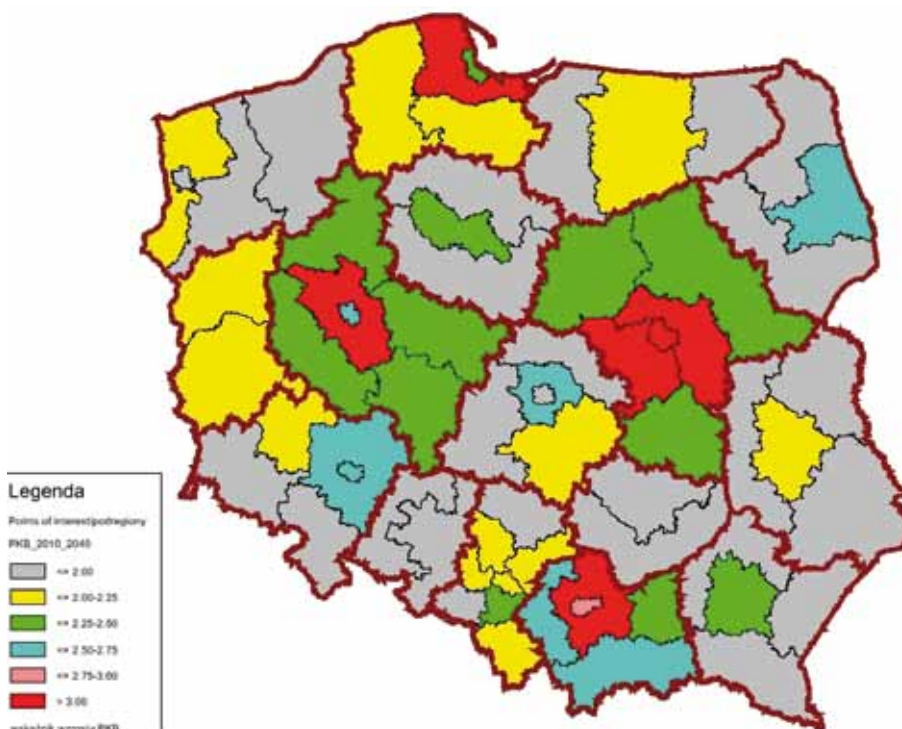
Można zauważyć, że procesy wyludnienia w mniejszym stopniu dotkną podregiony leżące w Obszarach Metropolitalnych, chociaż i wewnątrz tej grupy tempo zmian jest zróżnicowane. Podczas gdy w Warszawskim OM liczba ludności będzie wzrastać, to we Wrocławskim OM pozostanie praktycznie na niezmiennym poziomie, natomiast w Łódzkim OM nastąpi dość istotne jej zmniejszenie.

Prognoza wzrostu PKB

Ważnym zadaniem w prognozie ruchu jest określenie prognozy wzrostu PKB, na której generalnie opierane są obliczenia prognozy ruchu w transporcie. Tempo wzrostu PKB, poprzez modele elastyczności popytu, wpływa w sposób jednoznaczny na tempo wzrostu przewozów pasażerskich i towarowych. Dla potrzeb planowania transportu konieczna jest nie tylko ogólna wiedza o tempie wzro-



4. Tempo zmian w liczbie ludności w powiatach w okresie 2010-2040;
źródło: GUS, opracowanie własne



5. Tempo wzrostu PKB w podregionach w latach 2010 – 2040;
źródło: MRR, BIEC, Opracowanie własne

stu PKB dla całego kraju, ale również analiza przestrzenna określająca jaki jest wzrost w poszczególnych regionach kraju. Dane takie uzyskano poprzez kompilację dostępnych danych. Wykorzystano dane publikowane przez GUS, Ministerstwo Finansów i Ministerstwo Rozwoju Regionalnego. Tempo wzrostu w podregionach pokazane

jest na rysunku poniżej. Wyróżniają się województwa: Mazowieckie, Wielkopolskie, Małopolskie i Pomorskie. Stosunkowo słabo na tle innych województw wypada Łódzkie. We wszystkich Obszarach Metropolitalnych tempo wzrostu jest większe niż w podregionach je otaczających.

Prognoza wskaźnika motoryzacji

Wskaźnik motoryzacji ma wpływ na podział zadań przewozowych pomiędzy ruchem kolejowym a drogami. Z analizy danych można wywnioskować, że dla podróży w obszarach nieurbanizowanych, wskaźnik motoryzacji jest destymulantą, tzn. jego wzrost wpływa na zmniejszanie się liczby podróży kolejowych. Inaczej jest w obszarach zurbanizowanych, gdzie wysoki wskaźnik motoryzacji powoduje w konsekwencji zatłoczenie ulic i wpływa na wzrost zainteresowania podróżami koleją, szczególnie w ruchu aglomeracyjnym. Dlatego też określenie jak będzie się zmieniać motoryzacja w analizowanych obszarach jest istotne dla wyników prognozy.

Prognoza wzrostu motoryzacji wykonana została na podstawie analizy trendów z danych statystycznych dotyczących krajów Unii Europejskiej oraz Polski. Przyjęto, że w dalszej perspektywie, poziom motoryzacji w Polsce będzie zbliżał się do średniej w UE.

Rozwój sieci kolejowej

Analizowanego projektu nie można rozpatrywać w oderwaniu od długoterminowych projektów rozwoju sieci kolejowej w Polsce. Dlatego też w analizie uwzględnione zostały materiały dotyczące planów rozwojowych zawarte w przyjętym w 2008 roku przez Ministerstwo Infrastruktury opracowaniu pt. „Master Plan dla transportu kolejowego w Polsce do roku 2030” oraz kolejne aktualizacje.

Rozwój sieci drogowej

Do prawidłowej oceny wielkości wzrostu ruchu oraz przewidywanego podziału zadań przewozowych niezbędne jest uwzględnienie planowanych inwestycji drogowych. Program rozwoju sieci dróg zakłada budowę wielu nowych odcinków autostrad i dróg ekspresowych oraz modernizację dróg istniejących. W analizie uwzględniony został ten program.

Prognoza ruchu pasażerskiego

Do obliczeń prognostycznych zastosowany został profesjonalny program VISUM pozwalający na wszelkie obliczenia symulacyjne potrzebne do oceny przyszłych potrzeb transportowych.

Model zawiera trzy warstwy informacyjne:

- informacje o analizowanym obszarze, głównie z Banku Danych Regionalnych, ale także od przewoźników kolejowych oraz administracji drogowej;
- informacje o sieci kolejowej opartą na bazach danych PLK oraz przewoźników;
- informacje o sieci drogowej, oparte na bazach danych GDDKiA oraz modelu sieciowym udostępnianym przez tę instytucję.

Informacje o obszarze są dostępne na różnych poziomach dokładności, w zależności od źródła i rodzaju danych, od gmin i miast do podregionów.

Do analiz komunikacyjnych posłużono się podziałem na rejony komunikacyjne, których granice pokrywają się z powiatami (379 rejonów).

Model sieci kolejowej obejmuje wszystkie odcinki sieci kolejowej i zawiera informacje o kategoriach technicznych, prędkościach, liczbie pociągów, pasażerów itp. Oprócz tego model zawiera węzły odpowiadające stacjom, z informacją o wielkości i rodzaju ruchu podróźnych wsiadających i wysiadających.

Model sieci drogowej obejmuje wszystkie odcinki dróg krajowych i wojewódzkich i zawiera informacje o kategoriach dróg, prędkościach, potokach samochodowych itp.

Wszystkie informacje o podrózach są zagregowane do poziomu rejonów komunikacyjnych. Na tym poziomie liczone są też czasy, odległości i koszty przejazdu różnymi środkami komunikacji używane w modelowaniu. Możliwa dzięki temu jest analiza podziału zadań przewozowych na relacjach pomiędzy rejonami.

Kolej w stosunku do innych środków transportu

Przy analizie projektu kolejowego należy brać pod uwagę jego konkurencyjność w stosunku do innych środków przewozowych. Z doświadczeń europejskich wiadomo, że istnieją optymalne zakresy odległości, na których każdy ze środków transportu jest optymalny z punktu widzenia opłacalności. Zostało to uwzględnione w procesie analizy wielkości ruchu samochodowego i lotniczego jaki może być przejęty przez kolej na relacjach gdzie nastąpi modernizacja infrastruktury i taboru.

Ponieważ obydwa modele sieciowe opierają się na podziale na rejony komunikacyjne, możliwe było porównanie zmian w czasie przejazdu dla połączeń kolejowych i drogowych. Na podstawie tych analiz, przyjmowano że przejście części ruchu drogowego na

kolej, możliwe jest tylko na tych relacjach, gdzie skrócenie czasu przejazdu pociągiem jest relatywnie większe niż skrócenie czasu przejazdu samochodem.

Dla połączeń lotniczych przyjęto, że połączenie kolejowe dla tej relacji może być konkurencyjne jeżeli chodzi o czas przejazdu, po uruchomieniu całej analizowanej trasy w standardzie 250 km/h.

Prognoza wzrostu ruchu pasażerskiego na drogach

Prognoza wzrostu ruchu samochodowego wykonana była przy użyciu modelu sieciowego i oparta została na materiałach GDDKiA określających sposób liczenia wskaźników wzrostu ruchu samochodowego w zależności od tempa wzrostu PKB. Wyniki prognozy pozwoliły na otrzymanie wielkości ruchu samochodowego w układzie macierzowym, a więc dla poszczególnych relacji pomiędzy rejonami. Do potrzeb niniejszej analizy wykorzystane zostały informacje o wielkości ruchu pasażerskiego na tych relacjach, z których potencjalnie może przenieść się ruch i dodatkowo obciążyć analizowaną trasę kolejową.

Prognoza wzrostu krajowego lotniczego ruchu pasażerskiego

Prognoza Urzędu Lotnictwa Cywilnego obejmuje okres do roku 2030. Według tych prognoz ruch na polskich lotniskach między rokiem 2010 a 2030 ma się zwiększyć trzykrotnie. Nie została podana prognoza

w podziale na rynek krajowy i zagraniczny. Oczywiście w tej prognozie uwzględniany jest również rozwój nowych połączeń, na których pojawiają się nowi pasażerowie. Dlatego nie można zastosować tak wysokich wskaźników wzrostu do połączeń już istniejących. Dla celów niniejszej analizy, żeby oszacować jaka może być wielkość rynku samolotowego na tej relacji, przyjęto wzrost dwukrotny w perspektywie roku 2040.

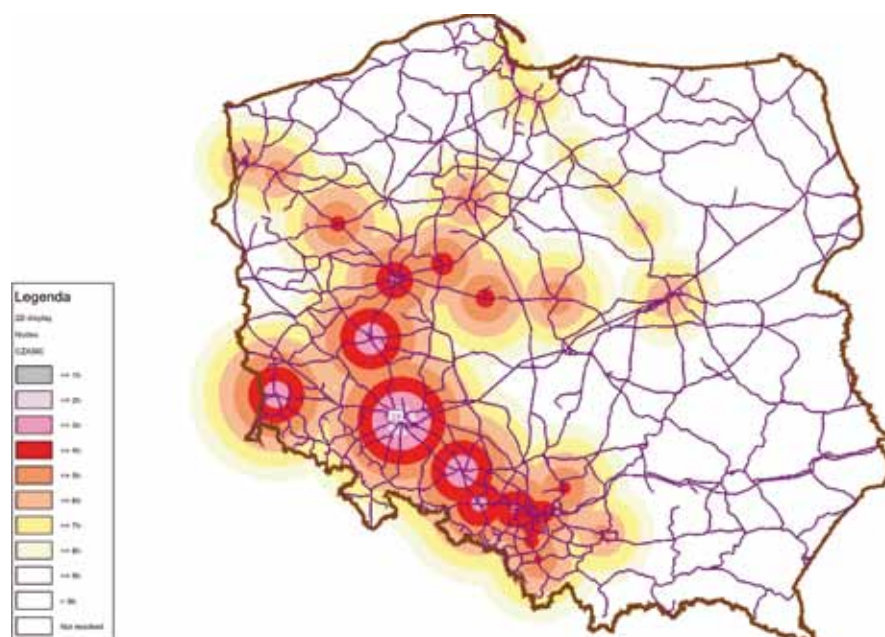
Prognoza wzrostu kolejowego ruchu pasażerskiego

Prognoza wzrostu ruchu kolejowego wykonana była przy użyciu modelu sieciowego. Wprowadzając do modelu dla kolejnych lat prognozy przyszłe dane o rozwoju społeczno-gospodarczym oraz rozwoju sieci, policzono modelowe macierze ruchu regionalnego, międzyregionalnego i międzyaglomeracyjnego dla kolejnych lat prognozy.

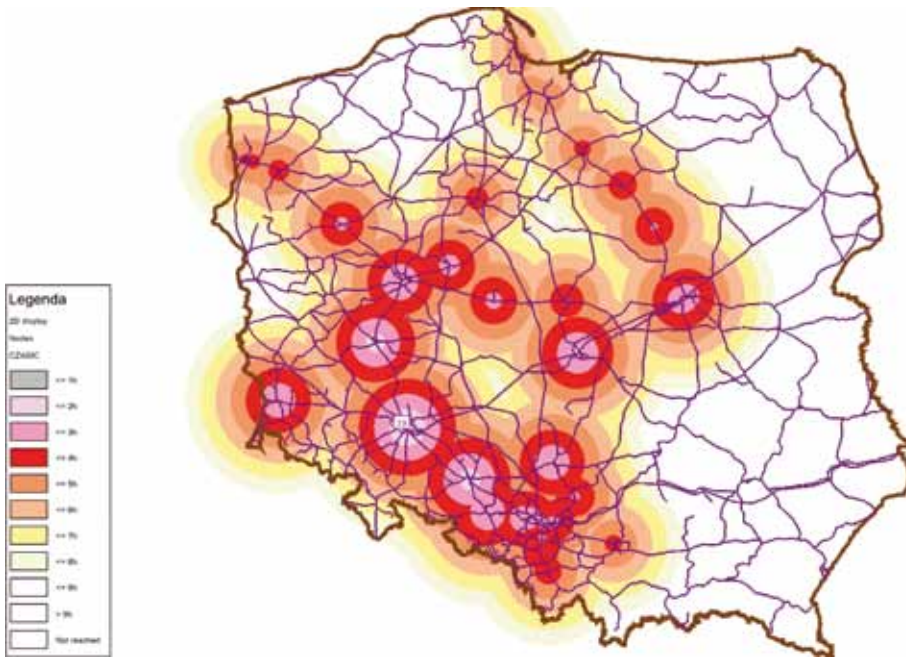
Obliczenia zostały wykonane przy wykorzystaniu klasycznego podziału na etapy obliczeniowe określające:

- wielkość ruchu generowanego w rejonach komunikacyjnych;
- rozkład przestrzenny ruchu (prognozowane macierze ruchu pomiędzy rejonami);
- określenie udziału ruchu przejmowanego z innych środków komunikacyjnych;
- obciążenie potokami ruchu modeli sieci komunikacyjnych.

Do obliczenia wielkości przyszłego ruchu kolejowego wykorzystane zostały modele ekonometryczne opracowane na podstawie historycznych danych o sprzedaży biletów



6. Analiza dostępności komunikacyjnej Wrocławia – pociągi międzyaglomeracyjne rok 2012; źródło: opracowanie własne



7. Analiza dostępności komunikacyjnej Wrocławia – pociągi międzyaglomeracyjne 2040 r. wariant analizowany; źródło: opracowanie własne

oraz danych o obszarze. Od strony podaży dla każdej stacji liczona jest liczba zatrzymujących się w ciągu doby pociągów poszczególnych kategorii.

Rozkład przestrzenny ruchu (macierze podróży) liczony jest modelem grawitacyjnym, uwzględniającym liczbę generowanych podróży, oraz zmiany w czasie podróży wywołane poprawą jakości infrastruktury oraz taboru, a także polityki cenowej.

W wyniku obliczeń uzyskiwano wielkość potoków ruchu na każdym odcinku sieci oraz wynikającą z niego pracę przewozową, a także liczbę wsiadających na każdej stacji. Obliczenia wykonywano dla dwóch wariantów sieci. Referencyjnego, w którym jest „łącznik koniecpolski” oraz wariantu inwestycyjnego z projektem. Na podstawie

wyników można było zatem przeprowadzić analizę porównawczą skutków, realizacji projektu.

Analiza kolejowej dostępności komunikacyjnej

Analiza dostępności komunikacyjnej została wykonana przy wykorzystaniu modelu sieci kolejowej opisywanego wcześniej. Wprowadzone zostały do niego parametry techniczne analizowanej trasy oraz innych odcinków sieci dla kolejnych lat prognozy. Policzone zostały czasy przejazdu ze stacji kolejowej Wrocław Główny do węzłów będących stacjami kolejowymi położonymi na terenie całego kraju. Wyniki analizy zostały przedstawione na rysunkach 6 i 7. Można prześle-

dzić zmiany w dostępności do innych miast w miarę rozbudowy analizowanego wariantu.

Wyniki prognozy ruchu

Dla sprawdzenia wyników krajowej prognozy ruchu porównano tempo wzrostu pracy przewozowej wyrażonej w pasażerokilometrach z tempem wzrostu PKB. Widać że sumaryczna praca przewozowa dla wszystkich środków transportu wzrasta w tempie nieco niższym niż PKB, co jest zgodne z trendami obserwowanymi w innych krajach. W zasadzie tylko ruch samolotowy wzrasta znacząco szybciej, co też jest zgodne z trendami, ale jego udział w całej krajowej pracy przewozowej jest i pozostanie do roku 2040 niewielki.

Wynikiem obliczeń prognostycznych były, w podziale na kategorie podróży, dla całej kolejowej sieci krajowej:

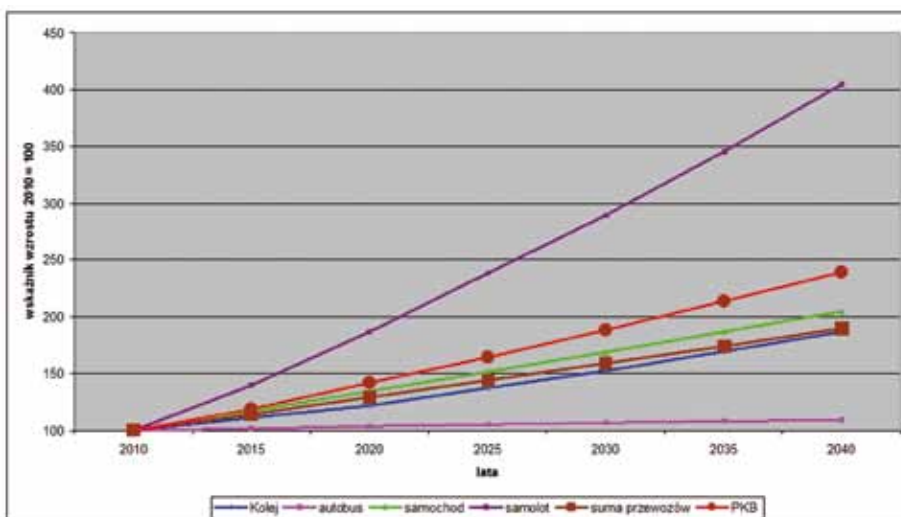
- tabele ruchu generowanego w rejonach komunikacyjnych;
- macierze podróży pomiędzy rejonami komunikacyjnymi;
- potoki ruchu na odcinkach sieci.

Następnie, dla odcinków sieci składających się na analizowaną trasę, zbudowane zostały tabele, stanowiące syntezę wyników niezbędnych do wykonania analizy ekonomicznej.

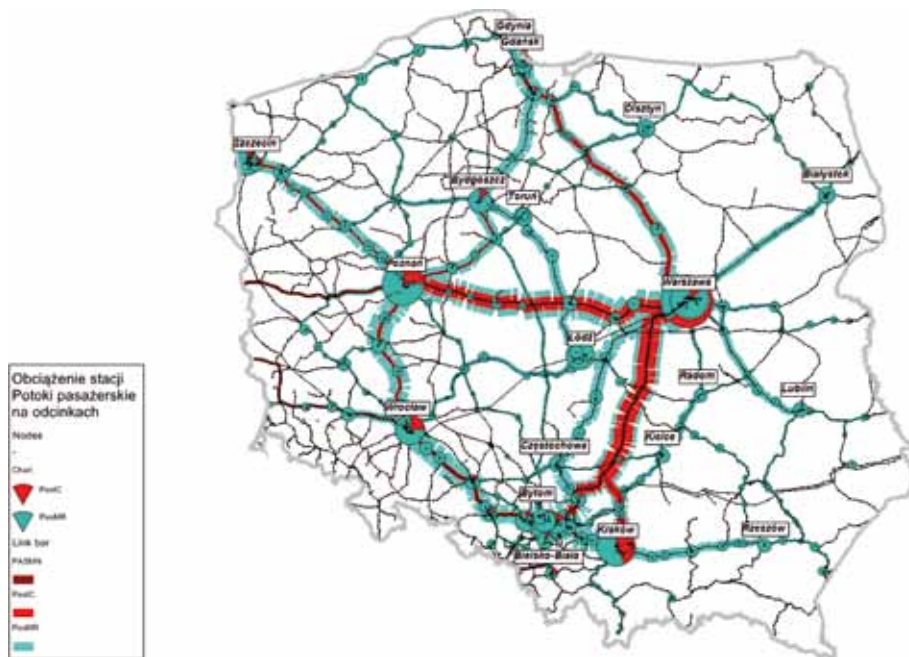
Graficzny obraz wyników pokazany jest na rysunkach 9 i 10. Na rysunkach tych, oprócz potoków ruchu, pokazane są również wielkości obciążenia ruchem stacji pasażerskich. Analiza wyników wskazuje, że wielkość kolejowych przewozów pasażerskich będzie wzrastać. Dość istotną część tego wzrostu stanowi ruch przeniesiony z dróg, zarówno z samochodów osobowych, jak i z przewozów autobusowych. W dalszej perspektywie możliwe także będzie odzyskanie części pasażerów z przewozów lotniczych. Jednak warunkiem utrzymania takiego tempa wzrostu jest realizacja planów modernizacji infrastruktury oraz taboru. W przeciwnym razie ruch przeniesiony pojawi się w dużo mniejszej skali.

Analiza ekonomiczna. Metodyka analizy

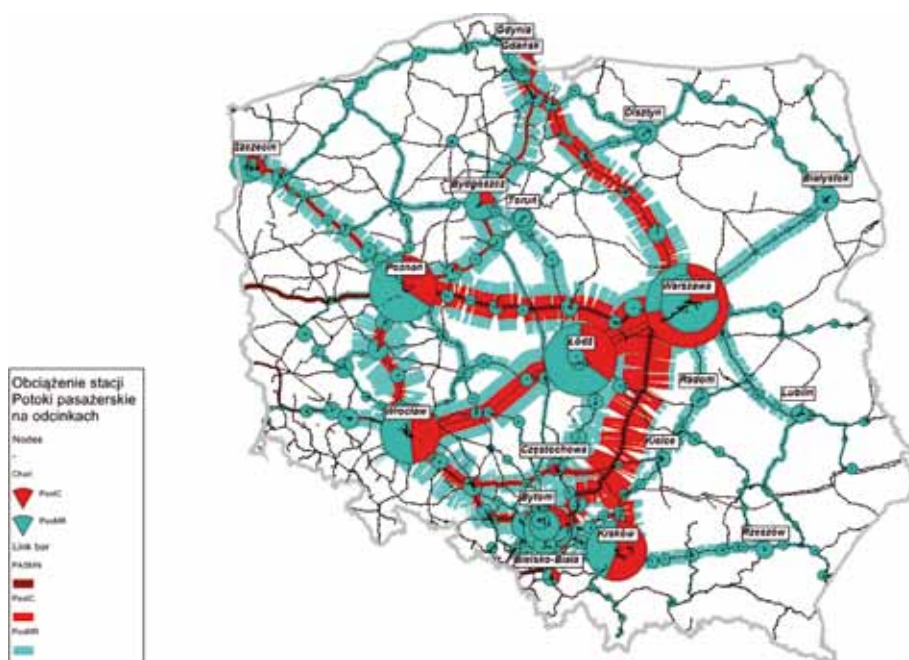
Celem analizy było zbadanie ekonomicznej efektywności planowanego przedsięwzięcia dla zaproponowanego wariantu inwestycyjnego. W tym celu zbadano wielkość korzyści i kosztów przedsięwzięcia z uwzględnieniem ich wartości w czasie (na podstawie zdyskontowanych przepływów odzwierc-



8. Prognoza wzrostu ruchu pasażerskiego dla wszystkich środków przewozowych w stosunku do prognozy wzrostu PKB; źródło: opracowanie własne



9. Potoki pasażerskie międzyregionalne i międzyaglomeracyjne na sieci kolejowej w roku 2011; źródło: opracowanie własne



10. Potoki pasażerskie międzyregionalne i międzyaglomeracyjne w roku 2040 wariant analizowany; źródło: opracowanie własne

dłonych w pieniądzu). Do obliczeń wykorzystano metodę różnicową – czyli różnicę pomiędzy wariantem inwestycyjnym i referencyjnym (W1-W0).

Obliczone w ten sposób korzyści ekonomiczne wynikają z następujących czynników:

- skrócenia czasu podróży pasażerów;
- ograniczenia kosztów eksploatacji pojazdów (samochodów), wynikającego z przeniesienia ruchu z dróg na kolej;

- ograniczenia wypadków wynikającego z przeniesienia ruchu z dróg na kolej;
- ograniczenia zanieczyszczenia środowiska wynikającego z przeniesienia ruchu z dróg na kolej.

W analizie uwzględniono również nakłady inwestycyjne oraz koszty operacyjne skorygowane o efekty fiskalne zgodnie w ww. wytycznymi. Analiza została przeprowadzona dla okresu obejmującego okres od roku 2012 do 2040.

Dla projektu zostały wyliczone wskaźniki efektywności ekonomicznej ENPV, EIRR i BCR.

Planowany projekt spowoduje przeniesienie części użytkowników komunikacji indywidualnej i zbiorowej z dróg na kolej, która jest uznawana za bardziej ekologiczny środek transportu niż samochód, autobus czy samolot. Jedną z korzyści z tytułu przeniesienia transportu drogowego na kolej będzie zmniejszenie kosztów zanieczyszczenia środowiska.

Podsumowanie analizy ekonomicznej

W sumie nakłady inwestycyjne dla etapu I i II zostały oszacowane na ok.19 mld zł.

Na podstawie prognozy przewozów, przy założeniu określonych nakładów inwestycyjnych i kosztów operacyjnych, przeprowadzono analizę ekonomiczną. Analizując jej wyniki można zauważyć, że wykazano, iż analizowany wariant inwestycyjny uzyskał dodatnią wartość wskaźnika ENPV równą blisko 1,2 mld zł. ERR wynosi 7,1%. Projekt jest efektywny ekonomicznie. Wskaźnik korzyści do kosztów osiągnął wartość 1,12. Oznacza to, że realizacji projektu w założonym kształcie jest opłacalna z ekonomicznego punktu widzenia, a korzyści ekonomiczne istotnie przewyższa konieczne do poniesienia koszty operacyjne i nakłady inwestycyjne. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Andrzej Waltz, Piotr Kielbowicz: „Koncepcja nowego połączenia na linii Wrocław – Łódź – Warszawa wraz z analizą potencjalnych potoków ruchu pasażerskiego”, Warszawa 2012
- [2] Andrzej Waltz: „Analiza prognozy wzrostu PKB do 2040 roku dla potrzeb prognozy wzrostu ruchu”, Warszawa 2012