

Prognozy przewozów kolejowych dla krajowego planu transportowego

Szymon Klemba

We wstępie przedstawiono genezę opracowania ogólnopolskich prognoz przewozów kolejowych obejmujących podróże międzywojewódzkie. w artykule opisano zastosowane przy opracowywaniu prognoz przewozów metody, ze zwróceniem uwagi na przyjmowane założenia. Zaprezentowano i skomentowano podstawowe wyniki prognoz oraz uzyskane wartości wybranych wskaźników. Przedstawiono wady i zalety zastosowanego podejścia. Zaproponowano działania w kierunku zwiększania dokładności tego typu analiz, związane w szczególności z gromadzeniem danych wsadowych do modeli prognostycznych.

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW

data zgłoszenia do redakcji: 02.08.2013

data akceptacji do druku: 28.02.2014



Mgr inż.
Szymon Klemba
Zakład Dróg Kolejowych i Przewozów
Instytut Kolejnictwa,
sklemba@ikolej.pl

Geneza planu transportowego

Krajowy plan transportowy, a dokładniej „Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w zakresie sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym”, został uchwalony w październiku 2012 roku [5], na podstawie Ustawy o publicznym transporcie zbiorowym [7]. Ustawa ta podkreśla rolę ministra właściwego do spraw transportu jako organizatora publicznego transportu zbiorowego w zakresie linii komunikacyjnej albo sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym. Jako jedno z zadań organizatora transportu publicznego wymieniono planowanie rozwoju transportu. Minister właściwy do spraw transportu jest zobowiązany do opracowania „planu transportowego” obejmującego właściwy dla siebie zakres przewozów. Opracowanie tego planu z założenia jest elementem realizacji zadania określonego w ustawie.

Zakres planu transportowego

Ustawa [7] określa ramowy zakres planu transportowego. Musi on określać w szczególności sieć komunikacyjną, na której jest planowane wykonywanie przewozów

o charakterze użyteczności publicznej wraz z oceną i prognozą potrzeb przewozowych, jak również zasady finansowania usług przewozowych, preferowane środki transportu, zasady organizacji rynku przewozów, standard usług przewozowych oraz sposobów organizowania systemu informacji pasażerskiej. z założenia zakres planu miał być sprecyzowany w dodatkowym rozporządzeniu ministra właściwego do spraw transportu [4], jednakże ograniczono się tam w zasadzie do przytoczenia stwierdzeń z ustawy. Podkreślono w nim ponownie rolę i oceny potrzeb przewozowych oraz ich prognoz, zwracając uwagę na to, iż powinny one uwzględniać aspekty takie jak lokalizacja obiektów użyteczności publicznej, gęstość zaludnienia obszaru objętego planem transportowym oraz dostęp dla osób niepełnosprawnych i ograniczonej zdolności ruchowej.

Opracowanie prognoz przewozowych

Opracowanie oceny i prognoz przewozowych na potrzeby planu transportowego było realizowane przez Instytut Kolejnictwa w ramach zamówienia publicznego w okresie od października 2011 do czerwca 2012 [3]. Zgodnie z założeniami wyniki tej pracy zostały wykorzystane przy opracowaniu uchwalonego później planu transportowego. Zakres pracy obejmował:

- charakterystykę i ocenę aktualnej oferty przewozowej w zakresie kolejowych pasażerskich przewozów międzywojewódzkich i międzynarodowych oraz charakterystykę i ocenę oferty przewoźników konkurencyjnych wobec transportu kolejowego,
- charakterystykę sytuacji makroekonomicznej w Polsce oraz określenie jej wpływu na kolejowe pasażerskie przewozy międzywojewódzkie i międzynarodowe

wraz z przedstawieniem prognoz rozwoju tej sytuacji,

- prognozy zapotrzebowania na kolejowe pasażerskie przewozy międzywojewódzkie i międzynarodowe.

Niniejszy artykuł skupia się na ostatniej, trzeciej części z zakresu pracy. Z uwagi na rozmiar zagadnienia niektóre etapy tej część opracowania zostaną wspomniane jedynie w sposób hasłowy. W artykule pominięto opis prognoz dla przewozów międzynarodowych, z uwagi, iż były one wykonane uproszczoną metodą wskaźnikową, co było spowodowane brakiem danych wejściowych umożliwiających zastosowanie podejścia podobnego do przedstawionego przypadku prognoz przewozów międzywojewódzkich.

Etapy opracowania prognoz przewozowych

Uzyskanie końcowych wyników prognoz przewozowych wymagało wykonania szeregu zadań, najważniejsze z nich zostały wymienione poniżej. Zadania wykonywane w ramach opracowywania prognoz można zatem podzielić na cztery główne grupy:

- zadania związane z identyfikacją zakresu i definicji problemu,
- zadania związane z zebraniem danych wejściowych,
- zadania związane z budową modelu prognostycznego,
- zadania związane z opracowaniem i oceną wyników.

W ramach identyfikacji zakresu projektu i definicji problemu wykonano następujące zadania:

- identyfikacja zakresu projektu (w sensie geograficznym i merytorycznym),
- sformułowanie ogólnej postaci modelu prognostycznego,

- określenie zakresu potrzebnych danych wejściowych.

Etap gromadzenia danych wejściowych obejmował:

- zebranie, dla wybranych powiatów, danych społeczno – gospodarczych dotyczących: liczby ludności w podziale na kategorie wiekowe, produktu krajowego brutto, liczby miejsc w szkołach i na uczelniach, liczby pracujących oraz bezrobotnych dla roku bazowego,
- zebranie danych na temat prognozowanej liczby ludności oraz prognozowanych zmian produktu krajowego brutto,
- zebranie danych dotyczących oferty przewozowej w transporcie pasażerskim (kolejowym, autobusowym, lotniczym) w zakresie połączeń międzywojewódzkich (takich jak: liczba połączeń w poszczególnych relacjach przewozowych, średnie czasy przejazdu w poszczególnych relacjach, średnie ceny biletów),
- pozyskanie danych na temat podziału liczby podróży na motywacje, dla poszczególnych środków transportu,
- zebranie danych na temat punktów postojów handlowych pociągów międzywojewódzkich pod kątem oceny ich dostępności komunikacyjnej.

Zadania związane z budową modelu prognostycznego były następujące:

- przetworzenie danych o sprzedaży biletów w celu uzyskania macierzy przemiesz-

czeń pasażerów w transporcie kolejowym w przewozach międzywojewódzkich oraz międzynarodowych dla roku bazowego,

- oszacowanie, na podstawie zebranej bazy danych, potoków pasażerskich w transporcie autobusowym w celu uzyskania macierzy przemieszczeń dla roku bazowego,
- przebudowa macierzy ruchu pojazdów samochodowych uzyskanych z modelu ruchu GDDKiA i dostosowania do zakresu projektu (uwzględnienie tylko ruchu międzywojewódzkiego),
- przystosowanie istniejących modeli sieci drogowej i kolejowej do zakresu projektu,
- integracja modeli drogowego i kolejowego (zgodność rejonów komunikacyjnych) w celu uwzględnienia w prognozach wzajemnego wpływu tych gałęzi transportu,
- zdefiniowanie związku pomiędzy poszczególnymi czynnikami uwzględnionymi w modelu, a wielkością zmian potoków pasażerskich,
- utworzenie i kalibracja modelu generowania podróży w celu uzyskania możliwie największego stopnia zgodności pomiędzy wartościami teoretycznymi a rzeczywistymi,
- kalibracja modelu podziału międzygałęziowego, na podstawie zebranych danych o ofercie przewozowej.

Etap opracowania wyników obejmował:

- zdefiniowanie scenariuszy prognostycznych,

- wykorzystanie przygotowanego modelu generowania podróży do określenia macierzy przemieszczeń międzywojewódzkich i międzynarodowych dla lat 2015, 2020 oraz 2025,
- wykorzystanie przygotowanego modelu podziały międzygałęziowego do określenia udziałów poszczególnych środków transportu w latach 2015, 2020 oraz 2025,
- obliczenie i opracowanie wyników prognozy w postaci tabelarycznej i graficznej,
- ocena uzyskanych wyników i wyciągnięcie wniosków.

Zasięg geograficzny opracowania

Pociągi międzywojewódzkie i międzynarodowe, obsługują 333 punkty handlowe (w trakcie wykonywania opracowania) [3]. Rozmieszczenie tych punktów jest nierównomierne na terenie całego kraju, podobnie jak nierównomierna jest gęstość linii kolejowych. Niektóre powiaty posiadają kilka punktów handlowych, niektóre nie są obsługiwane przez przewozy międzywojewódzkie i międzynarodowe, nawet mimo istnienia na ich terenie linii kolejowych.

Jako, że jednym z podstawowych etapów pracy nad modelem przewozów jest zdefiniowanie rejonów transportowych należało wybrać w taki sposób, aby wybór ten umożliwił jak najdokładniejsze odzwierciedlenie

Tabela 1. Etapy opracowania modelu podróży (na podstawie [3])

Nr	Wsad (Nr efektu)	Opis	Nr efektu
1	MI*	Definicja relacji przewozu, branych pod uwagę w analizie	1.1. 1.2.
2	1.1.	Definicja powiatów	2.1.
3	1.2.	Zebranie danych na temat liczby połączeń kolejowych	3.1.
4	1.2.	Zebranie danych na temat kosztu połączeń (ceny biletów) kolejowych	4.1.
5	1.2.	Zebranie danych na temat czasu połączeń kolejowych	5.1.
6	2.1., GUS	Zebranie danych na temat liczby ludności w powiatach	6.1.
7	2.1., GUS	Zebranie danych na temat poziomu bezrobocia i udziału aktywnych zawodowo	7.1.
8	2.1., GUS	Zebranie danych na temat liczby zatrudnionych	8.1.
8b	2.1., 6.1., GUS	Zebranie danych na temat liczby uczniów/studentów	8.2.
9	IC, PR, 1.2.	Opracowanie macierzy potoków pasażerskich za rok 2010 (segment MA i MR)	9.1.
10	2.1., MP	„Fizyczna” integracja modelu GDDKiA z modelem sieci kolejowej	10.1.
11	1.2.	Zebranie danych na temat liczby połączeń autobusowych	11.1.
12	1.2.	Zebranie danych na temat kosztu połączeń (ceny biletów) autobusowych	12.1.
13	1.2.	Zebranie danych na temat czasu połączeń autobusowych	13.1.
14	1.2.	Zebranie danych na temat liczby połączeń lotniczych	14.1.
15	1.2.	Zebranie danych na temat kosztu połączeń (ceny biletów) lotniczych	15.1.
16	1.2.	Zebranie danych na temat czasu połączeń lotniczych	16.1.
17	11.1.	Opracowanie macierzy potoków pasażerskich za rok 2010 dla autobusów	17.1.
18	14.1.	Opracowanie macierzy potoków pasażerskich za rok 2010 dla samolotów	18.1.
19	9.1., 17.1., 18.1., 10.1.	Utworzenie macierzy potoków pasażerskich ogółem - stan bazowy	19.1.
20	6.1., 7.1., 8.1., 19.1.	Utworzenie i kalibracja modelu generowania potoków dla stanu bazowego	20.1.
21	3.1., 4.1., 5.1., 11.1, 12.1, 13.1, 14.1., 15.1., 16.1, 9.1., 17.1., 18.1.	Utworzenie i kalibracja modelu podziału międzygałęziowego	21.1.

* - Ministerstwo Infrastruktury

Tabela 2. Etapy opracowania prognoz z wykorzystaniem modelu (na podstawie [3])

Nr	Wsad (Nr efektu)	Opis	Nr efektu
101	6.1., 7.1., 8.1., GUS	Ogólna definicja kształtu modelu, definicja czynników	101.1
102	101.1	Definicja związku pomiędzy poszczególnymi czynnikami, a potokiem pasażerskim	102.1.
103	101.1.	Definicja scenariuszy prognostycznych	103.1.
103b	101.1.	Zebrań danych prognostycznych na temat kształtowania się poszczególnych czynników	103.2.
104	102.1., 20.1., 103.2., 103.1.	Integracja danych o czynnikach z modelem dla stanu bazowego	104.1.
105	20.1., 104.1.	Obliczenie ogólnych macierzy potoków dla horyzontów prognozy	105.1.
106	21.1.	Obliczenie podziału międzygałęziowego	106.1
107	105.1, 106.1	Opracowanie wyników prognoz	107.1

przepływu pasażerów w rozważanym fragmencie systemu transportu pasażerskiego. Rejony transportowe [2] są to wyodrębnione i ponumerowane, dla potrzeb budowy modelu potoków ruchu i jego zastosowań obszary w wydzielonej jednostce terytorialnej (rejon wewnętrzny) i poza jej obrębem (jako rejon zewnętrzny) w taki sposób, aby dla każdego źródła i celu podróży przypisać można było odpowiedni numer rejonu transportowego oraz każdemu rejonowi transportowemu można było w modelu układu transportowego przypisać węzły sieci transportowej. Wybór rejonów transportowych pokazano na mapie na tle granic Polski (rys. 1).

Rejony transportowe dobierano tak, że jeden powiat jest reprezentowany jest przez tylko jeden rejon, któremu przyporządkowano jeden punkt handlowy, uznany za najbardziej reprezentatywny dla danego powiatu (o największym przepływie pasażerów, największe miasto, itp.). Nazwę rejonu stanowiła nazwa miejscowości w której zlokalizowany jest punkt, bez ewentualnych pozostałych członów nazwy stacji. Zatem przykładowo, w przypadku miast, w których istnieje kilka stacji kolejowych, na których zatrzymują się pociągi międzywojewódzkie zagregowano je do jednej stacji (na przykład stacje Łódź Kaliska, Łódź Fabryczna, Łódź Widzew oraz

Łódź Żabieniec zagregowano do jednego punktu o nazwie Łódź). Wykluczono tym samym analizę ruchu wewnątrz powiatów, co jednak z uwagi na analizowany segment przewozów, nie ma większego znaczenia. Do tak otrzymanych rejonów transportowych dodano punkty, w których nie prowadzone są obecnie żadne przewozy międzywojewódzkie, a w których są one bardzo prawdopodobne lub pożądane w przyszłości. W ten sposób ostateczna liczba rejonów transportowych wyniosła 219. Liczba ta stanowi około 70% liczby punktów handlowych obsługiwanych przez pociągi międzywojewódzkie i międzynarodowe. Do analizy potoków pasażerskich przyjęto relacje przewozu określone przez wszystkie możliwe kombinacje pomiędzy 219 rejonami komunikacyjnymi. Przy macierzy potoków przemieszczeń obejmującej wszystkie punkty handlowe liczba elementów (relacji przewozowych) wyniosłaby ponad 110 tysięcy elementów, pominięcie 30% najmniej istotnych z punktu widzenia wielkości potoków pasażerskich (8,7% z całkowitej liczby pasażerów) pozwoliło zmniejszyć liczbę elementów macierzy do niespełna 50 tysięcy, czyli o ponad połowę. Należy mieć na uwadze, iż liczba relacji przewozu, które muszą być poddane analizie rośnie geometrycznie wraz z każdym dodatkowym punktem sieci kolejowej.

Ogólny kształt modelu

Ideą przyjętą podczas opracowywania modelu przewozów było zastosowanie klasycznego podejścia 4-etapowego modelowania podróży. Niestety, z uwagi na bardzo ograniczoną ilość środków przeznaczoną na wykonanie tej pracy należało dokonać pewnych uproszczeń w modelowaniu – najważniejszym z nich było to, że etapy generowania i dystrybucji podróży zostały połączone. Kolejne etapy opracowywania modelu podróży przedstawiono w tabeli 1.

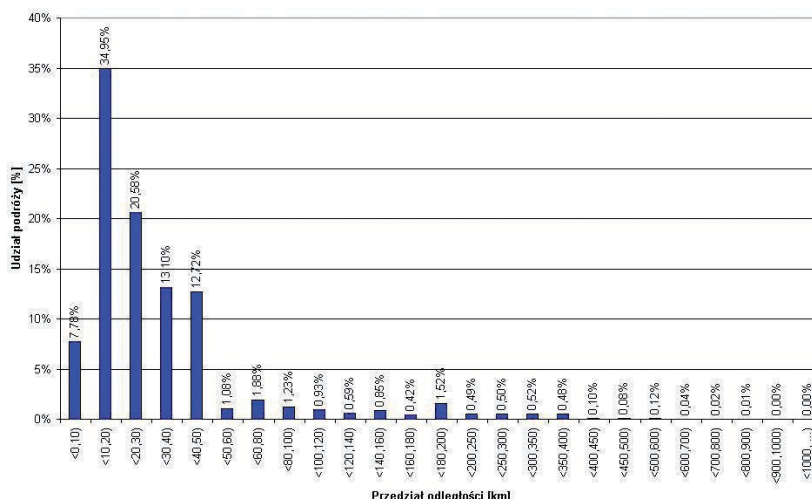
Utworzony model wykorzystywano do obliczenia wielkości prognozowanego ruchu pasażerów, na podstawie zdefiniowanych scenariuszy prognostycznych. Kolejne etapy opracowania prognozy z wykorzystaniem utworzonego modelu przedstawiono w tabeli 2.

Model generowania i dystrybucji potoków pasażerskich

Model generowania podróży określa liczbę podróży rozpoczynających się i kończących w danym rejonie komunikacyjnym (obejmującą podróże wszystkimi środkami transportu). Ma postać funkcji matematycznych, których wynikiem jest liczba podróży odbywanych w danej motywacji podróży,



1. Punkty sieci kolejowej przyporządkowane rejonom transportowym



2. Rozkład podróży według odległości dla motywacji DP

gdzie zmiennymi tej funkcji są charakterystyki społeczno-gospodarcze danego rejonu komunikacyjnego. Model generowania podróży może być nazywany modelem produkcji ruchu, i definiowany jest jako matematyczny opis produkcji ruchu określający potencjały produkcji ruchu i atrakcji w poszczególnych kategoriach motywacyjnych w zależności od charakterystyk zagospodarowania przestrzennego rejonów transportowych [2].

Model generowania podróży określono dla 4 motywacji podróży:

- Dom – praca – dom (DP),
- Dom – nauka – dom (DN),
- Dom – inne – dom (DI),
- Podróże służbowe (S).

Proces określania właściwych funkcji składał się z następujących etapów:

- zebrania danych na temat liczby podróży wykonywanych w całym transporcie pasażerskim w poszczególnych motywacjach,
- zaproponowanie zmiennych objaśniających oraz zebranie danych na temat kształtowania się wartości tych zmiennych dla poszczególnych rejonów komunikacyjnych,
- analizy regresji jedno lub wielowymiarowej w celu ustalenia kształtu funkcji najwyższej jakości, z punktu widzenia korelacji obydwu zmiennych oraz wartości współczynnika dopasowania R–kwadrat,
- końcowy wybór funkcji generowania podróży.

W wyniku analizy dobrano następujące zmienne objaśniające:

- dla motywacji DP – liczba przyjeżdżających i wyjeżdżających do pracy (dla roku bazowego według GUS, dla lat prognozy korekta wg prognoz liczby ludności),
- dla motywacji DN – liczba uczących się (według GUS – liczby ludności w wieku szkolnym oraz wieku studenckim, pomnożone przez wskaźnik liczby studentów na

10000 osób w wieku 19-24 lat),

- dla motywacji DI – liczba ludności (wg GUS),
- dla podróży służbowych – liczba aktywnych zawodowo (ludność w wieku 18 – 60/65 lat, według GUS).

Jakość funkcji określona jest przez współczynnik R – kwadrat, który wynosi:

- dla motywacji DP – 0,68 (kształt funkcji: fragment paraboli),
- dla motywacji DN – 0,92 (kształt funkcji: wielomian 3 stopnia),
- dla motywacji DI – 0,90 (kształt funkcji: fragment paraboli),
- dla motywacji S – 0,95 (kształt funkcji: prosta).

Na podstawie wyznaczonych funkcji i wartości poszczególnych zmiennych objaśniających w poszczególnych horyzontach czasowych analizy wyznaczono wartości potencjałów generowania (produkcji) podróży (przyjęto, że potencjały atrakcji, czy absorpcji podróży) Macierze podróży dla poszczególnych horyzontów czasowych prognozy uzyskano poprzez zastosowanie algorytmu Frataro.

W opracowywanym modelu nie zastosowano klasycznego modelu dystrybucji przestrzennej podróży. Według słownictwa kompleksowych badań ruchu [2] model ten nazywany jest modelem rozkładu przestrzennego i stanowi optymalne rozwiązanie grawitacyjnego zadania transportowego prowadzące do wyznaczenia wewnętrznej struktury macierzy podróży (źródło – cel) odpowiadające maksymalnemu rozproszeniu wartości potoków ruchu między rejonami transportowymi w granicach średniego kosztu transportu w następujących ograniczeniach:

- zadanych wartościami brzegowymi macierzy (to jest potencjałami produkcji i atrakcji rejonów transportowych),
- zadaną macierzą kosztów – obejmującą

koszty transportu dla każdego potoku, między każdą parą rejonów transportowych,

- w zakresie wartości nieujemnych.

Kosztem transportu w modelu grawitacyjnym może być na przykład odległość lub czas podróży. W niniejszym opracowaniu w macierzy bazowej przyjęto rozkład przestrzenny wynikający wprost z zebranych danych o przewozach – nie obliczano go z modelu grawitacyjnego z uwagi na brak wystarczającej bazy danych wejściowych do utworzenia takiego modelu. W macierzach progностycznych rozkład ten mógł ulec zmianie z uwagi na zmianę liczby pasażerów w poszczególnych relacjach, do której doszło na skutek zmian czynników opisanych zmiennymi objaśniającymi.

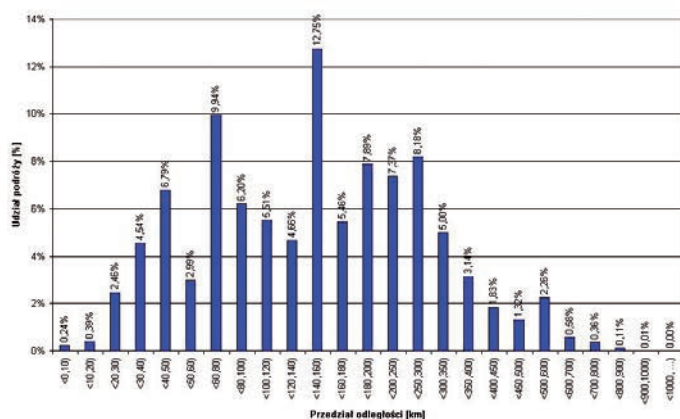
Charakterystyka rozkładu przestrzennego podróży

Na kolejnych wykresach (rys. 2 – rys. 5) przedstawiono przestrzenny rozkład podróży międzywojewódzkich wynikających ze zgromadzonej bazy danych, charakteryzujący bazową macierz podróży.

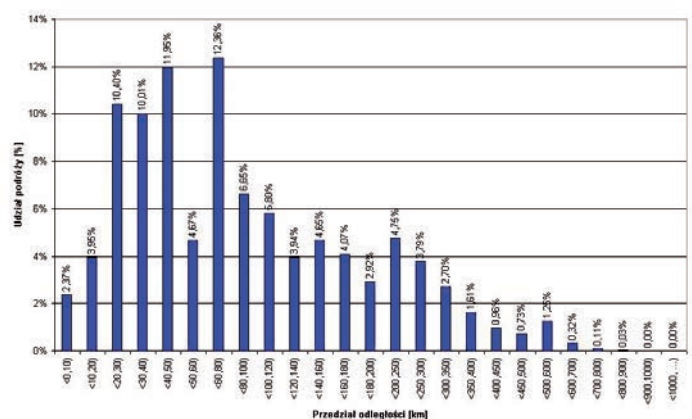
Z przedstawionych rozkładów odległości podróży wynika, że aż 89,13% tych podróży odbywa się na odległość do 50 km. W przypadku motywacji dom-inne około 55,7% podróży odbywa się na odległość do 80 km. Ogółem można zauważyć, że tylko 12,6% wszystkich podróży odbywa się na odległości większe od 200 km.

Model podziału międzygałęziowego

Model podziału międzygałęziowego (podziału zadań przewozowych) zastosowany w ramach opracowania prognoz dla planu transportowego zakłada wtórny podział zadań przewozowych, to jest taki, w którym macierze potoków ruchu dla poszczególnych środków transportu określone są do-



3. Rozkład podróży według odległości dla motywacji DN



4. Rozkład podróży według odległości dla motywacji DI

piero po obliczeniu macierzy ogólnych dla całego układu transportowego w danym horyzoncie czasowym prognozy. Ogólnie, udział poszczególnych gałęzi transportu w obsłudze potoku ruchu określa się poprzez prawdopodobieństwo podziału oparte na równaniach regresji liniowej wskaźnika podziału od wybranych zmiennych uwzględniających czynniki kosztowe podróży (czas podróży, koszt finansowy podróży, dostępność). W ramach opracowania prognozy do planu transportowego, czas podróży został uznany jako czynnik mający najistotniejszy wpływ na wybór środka transportu przez pasażera.

W modelu podziału międzygałęziowego uwzględniono następujące zmienne mające wpływ na współczynnik udziału w przewozach:

- czas przejazdu (poprzez jego wartość pieniężną),
- dostępność do danego środka transportu (poprzez wartość czasu poświęconego na ten dostęp).

Podział międzygałęziowy oparty został zatem na jeden z głównych zmiennych

określających ich konkurencyjność oraz atrakcyjność dla pasażerów. W związku z tym, została wykonana kompleksowa analiza podróży wykonanych w roku bazowym. Analiza ta polegała na rozkładzie potoków na 24 klasy odległości oraz 24 przedziały czasowe. Uzyskano charakterystyczny dla każdego środka i systemu transportu czas podróży postrzegany przez pasażera. Podział międzygałęziowy został określony w trzech etapach:

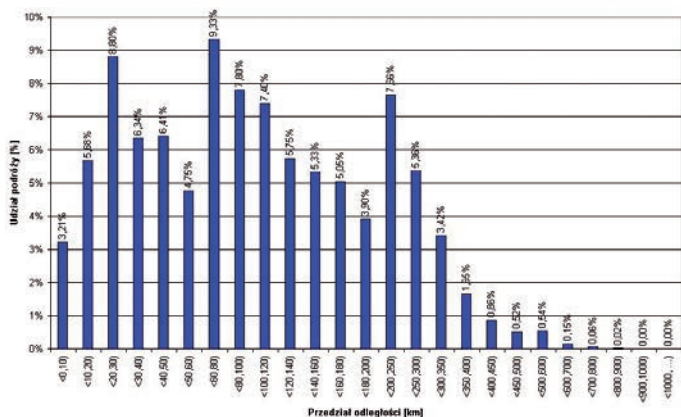
- podział potoku pasażerskiego na potok w transporcie zbiorowym (publicznym) i indywidualnym (prywatnym),
- podział potoku pasażerskiego w transporcie (publicznym) na potoki pasażerskie w poszczególnych gałęziach transportu (kolejowy, autobusowy, lotniczy),
- podział potoku pasażerskiego w transporcie kolejowym na poszczególne kategorie przewozów (TLK, Ex, EIC, MN).

Schemat ideowy modelu podziału międzygałęziowego przedstawiono na rysunku 6.

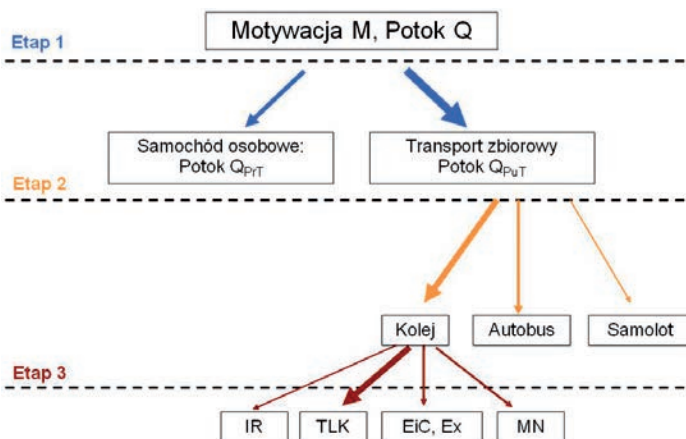
Prawdopodobieństwo wyboru danego środka transportu jest wynikiem analizy po-

toków pasażerskich dla roku bazowego. Wartość ta została obliczona dla poszczególnych klas odległości, dla wszystkich motywacji podróży. Na podstawie uzyskanych wartości czasu, wykonano dla każdego z trzech etapów podziału międzygałęziowego analizę korelacji pomiędzy ilorzem czasów podróży konkurencyjnymi środkami/systemami transportu oraz prawdopodobieństwem wyboru przez pasażera jednego z konkurencyjnych środków/systemów transportu. Przedmiotem tej analizy była:

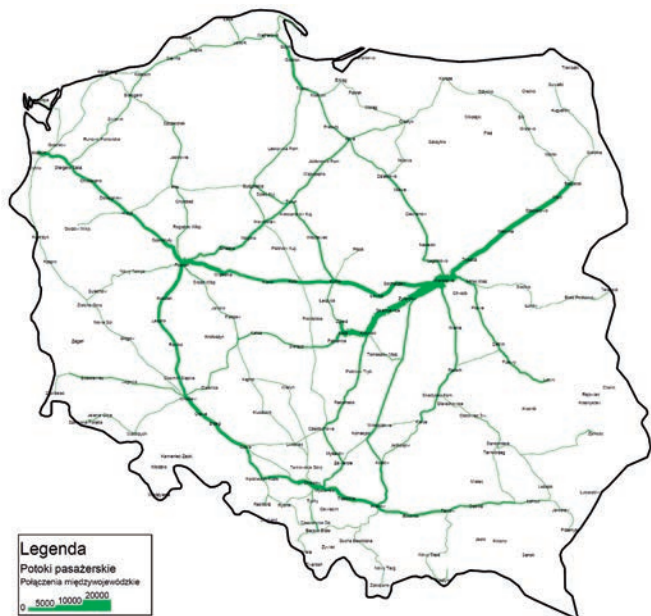
- w etapie 1 podziału międzygałęziowego – korelacja pomiędzy ilorzem „czas podróży samochodem/czas podróży transportem publicznym” oraz prawdopodobieństwem wyboru samochodu,
- w etapie 2 podziału międzygałęziowego – korelacja pomiędzy ilorzem „czas podróży samolotem / czas podróży transportem zbiorowym nie uwzględniając samolotem” oraz prawdopodobieństwem wyboru samolotu (konkurencyjność pomiędzy transportem lotniczym i transportem zbiorowym lądowym) oraz ko-



5. Rozkład podróży według odległości dla motywacji S



6. Schemat ideowy modelu podziału międzygałęziowego. Źródło: [1]



7. Prognozowane potoki pasażerskie w roku 2015



8. Docelowa sieć połączeń międzywojewódzkich w scenariuszu środkowym

relacja pomiędzy ilorazem „czas podróży pociągiem / czas podróży autobusem” oraz prawdopodobieństwem wyboru kolei (konkurencyjność pomiędzy koleją i autobusem);

- w etapie 3 podziału międzygałęziowego – korelacja pomiędzy ilorazem „czas podróży pociągiem TLK lub IR/ czas podróży pociągiem klasy Ex, EIC lub MN” oraz prawdopodobieństwem wyboru pociągów TLK lub IR (konkurencyjność pomiędzy kategoriami pociągów).

Wynikiem analiz korelacji jest wybór funkcji matematycznych określających podział międzygałęziowy pasażerów dla poszczególnych motywacji podróży, stosowane później przy określaniu udziału danego środka transportu w przewozach w poszczególnych relacjach podróży.

Przedstawiony model podziału międzygałęziowego wyklucza analizę przesiadek pomiędzy różnymi gałęziami transportu (np. kolej – autobus). Stanowi to uproszczenie o tyle zgodne rzeczywistością, że w przypadku wyboru autobusu pasażer najczęściej dokonuje go ze względu na bezpośredniość podróży lub brak innej alternatywy. Przesiadki pomiędzy pociągami międzywojewódzkimi uwzględniono pośrednio poprzez odpowiednie obliczenie średnich czasów podróży koleją (w tym dla połączeń z przesiadką).

Założenia i scenariusze prognoz

W ramach prognozy przewozów pasażerskich w transporcie kolejowym międzywojewódzkim i międzynarodowym założono trzy scenariusze: pesymistyczny (minimum), realistyczny (średni) oraz optymistyczny (rozwojowy).

Scenariusze różnicowano pod względem:

- rozwoju infrastruktury transportowej,
- dostępnej oferty przewozowej w transporcie kolejowym.

Nie różnicowano scenariuszy pod względem rozwoju sytuacji gospodarczej, jako, że uznano, że jest to pośrednio związane z inwestycjami w infrastrukturę czy finansowanie oferty przewozowej na określonym poziomie liczby połączeń.

W kwestii rozwoju infrastruktury kolejowej w scenariuszu minimum przyjęto realizację inwestycji według wykazu inwestycji zawartych w „Wieloletnim Planie Inwestycji Kolejowych do 2013 roku z perspektywą do 2015 roku”. W scenariuszu średnioprzeciętnym oprócz realizacji inwestycji z pierwszego scenariusza założono kontynuację inwestycji w dalszej perspektywie, to jest po roku 2015. W scenariuszu rozwojowym zakres inwestycji jest zgodny ze scenariuszem średnioprzeciętnym, z tym, że w okresie 2020-2025 przyjęto szerszy

zakres inwestycji. Każda inwestycja, której realizację w danym okresie czasu zakładano w scenariuszach prognostycznych znalazła odzwierciedlenie w odpowiednich zmianach czasów przejazdu w modelu sieci transportowej.

Scenariusze rozwoju oferty przewozowej zdefiniowano według poniższych zasad:

- dla scenariusza minimum przyjęto ofertę przewozową zgodną z rozkładem jazdy obowiązującym w trakcie realizacji pracy
- dla scenariusza średnioprzeciętnego oferta połączeń międzywojewódzkich pozostaje na obecnym poziomie do roku 2015 z rozszerzeniem przewozów o odcinki zawarte w Umowie ramowej [6], które nie były obsługiwane w roku bazowym analizy, oraz wydłużenie niektórych relacji pociągów do miejscowości takich jak: Chełm, Zamość, Gorzów Wielkopolski, Kłodzko, Zagórz od roku 2015.
- dla scenariusza rozwojowego założono do roku 2020 ofertę przewozową zgodną ze scenariuszem średnioprzeciętnym, zaś po roku 2020 założono znaczną przebudowę oferty zakładającą zwiększenie liczby kursujących pociągów w poprzednio zakładanych korytarzach, wraz z rozszerzeniem sieci połączeń o miejscowości takie jak np. Mikołajki, Pisz.

Każda z założonych zmian oferty przewozowej została uwzględniona poprzez definicję odpowiedniej linii komunikacyjnej w modelu wraz z określoną liczbą połączeń / częstotliwością kursów.

Dla wszystkich scenariuszy określono również zmiany w infrastrukturze drogowej, zgodne z oficjalnymi planami budowy dróg szybkiego ruchu (autostrad i dróg ekspresowych). Zmiany te znalazły odzwierciedlenie w odpowiednich zmianach czasów przejazdu oraz kosztów podróży w modelu sieci transportowej.

Podstawowe wyniki

Według uzyskanych wyników całkowita liczba podróży międzywojewódzkich będzie zmieniać się z 532,9 mln pasażerów rocznie w roku 2010 do 501,6 mln pasażerów rocznie w roku 2025. Spadek spowodowany jest przede wszystkim zmniejszającą się liczbą ludności oraz starzeniem się społeczeństwa.

W roku 2015 w przewozach międzywojewódzkich transport kolejowy może przewozić około 51,5 mln pasażerów w ciągu roku (w momencie przygotowywania niniejszego artykułu wielkość ta wydaje się być nieprawdopodobna do osiągnięcia, z uwagi na niekorzystane zmiany w ofercie przewozowej w stosunku do założonych w modelu ruchu). Rozkład potoków pasażerskich dla

pociągów międzywojewódzkich na sieć kolejową dla roku 2015 pokazano na rysunku 7.

Transport kolejowy w roku 2025 w zakresie przewozów międzywojewódzkich może przewozić: 48,4 mln pasażerów rocznie wg scenariusza minimum, 53,8 mln pasażerów rocznie wg scenariusza średnioprzeciętnego, do 82,2 mln pasażerów rocznie wg scenariusza rozwojowego (przy poziomie z roku bazowego wynoszącym 50,3 mln pasażerów w ciągu roku). Udział transportu kolejowego w liczbie przewożonych pasażerów może wzrosnąć z 9,4 % do 9,7% w scenariuszu minimum, do 10,7% w scenariuszu średnioprzeciętnym oraz do 16,4% w scenariuszu rozwojowym.

Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, na potrzeby planu transportowego przyjęło założenia scenariusza średnioprzeciętnego, nazywając go mianem „najbardziej prawdopodobnego”. Docelową sieć połączeń pokazana na mapie (rys. 7).

Wnioski z pracy

Wnioski z wykonanej pracy można podzielić na dwie grupy: wnioski z wyników opracowania oraz wnioski dotyczących warsztatu i metodyki rozwiązywania problemu.

Głównym wnioskiem z opracowania jest to, iż tylko znacząca zmiana oferty przewozowej (liczby połączeń, skomunikowań, czasu przejazdu), która wiąże się z realizacją szeregu inwestycji odtworzeniowych w infrastrukturę kolejową, może spowodować znaczącą zmianę w liczbie przewożonych pasażerów. Zachowanie status quo w tej dziedzinie spowoduje stagnację lub stopniowy spadek liczby przewożonych pasażerów. Zatem najbardziej pożądaną z punktu widzenia potrzeb ludności kraju byłaby realizacja scenariusza rozwojowego, która umożliwiłaby realizowanie dużej części potrzeb przewozowych za pomocą kolei, a przede wszystkim położyłaby kres marginalizacji niektórych rejonów kraju w zakresie publicznych usług transportowych.

Zastosowany model prognostyczny był pierwszym podejściem do prognozy przewozów obejmującym teren całego kraju, uwzględniającej zależności pomiędzy poszczególnymi gałęziami transportu, jednakże dalece niedoskonałym. Głównym problemem podczas realizacji pracy był brak bazy danych wejściowych dotyczących przemieszczeń ludności (ankieta ludności). Czas i środki przewidziane na realizację projektu nie pozwoliły zatem na budowę klasycznego modelu generowania i dystrybucji przestrzennej ruchu, co wymusiło wspomniane w artykule uproszczenia. Problem ten

dokończenie artykułu na stronie 27