

STUDIUM TRANSPORTOWE AGLOMERACJI RYBNICKIEJ

w związku z planowaną realizacją zadania o nazwie „Budowa drogi regionalnej Pszczyna – Racibórz” w ramach projektu „Diagnoza potencjału rozwojowego obszaru funkcjonalnego zlokalizowanego wzdłuż autostrady A1 na terenie subregionu zachodniej województwa śląskiego” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej (w ramach Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2007-2013) w ramach „Konkursu dotacji na działania wspierające jednostki samorządu terytorialnego w zakresie planowania miejskich obszarów funkcjonalnych” ogłoszonego przez Ministerstwo Rozwoju Regionalnego.



TOM II MODEL RUCHU

Wykonawca:

International Management Services Sp. z o. o.
VIA VISTULA Franek I Sapoń Sp. J.

Zamawiający:

Miasto Rybnik

Umowa nr D-I.272.1.2015 z dnia 23 lutego 2015r.

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2007-2013

Spis treści

1. Model sieci	3
1.1. Pozyskane dane przestrzenne	3
1.2. Podział na rejony komunikacyjne.....	4
1.3. Parametryzacja sieci drogowo - ulicznej	5
1.4. Sieć komunikacji zbiorowej	7
2. Model popytu	12
2.1. Motywacje podróży.....	13
2.2. Potencjały ruchotwórcze.....	13
2.2.1. Zmienne objaśniające.....	13
2.2.2. Formuły do wyznaczenia potencjałów ruchotwórczych	14
2.3. Rozkład przestrzenny podróży	15
2.4. Podział zadań przewozowych.....	20
2.5. Model ruchu ciężarowego.....	21
2.6. Ruch zewnętrzny	22
2.7. Kalibracja modelu.....	22
3. Prognozy ruchu.....	25
Bibliografia.....	26
Spis rysunków.....	26
Spis tabel	27

1. Model sieci

W ramach niniejszego zadania:

- zweryfikowano przydatność istniejących modeli ruchu aglomeracji rybnickiej i obszarów objętych niniejszym opracowaniem,
- pozyskano dane wejściowe o sieci transportowej oraz aktualne zbiory danych przestrzennych,
- wprowadzono podział modelu na rejony komunikacyjne, wraz z parametryzacją,
- dokonano klasyfikacji sieci drogowo-ulicznej, wykorzystując doświadczenia z modeli transportowych wykonanych w skali wojewódzkiej (m. in. Mazowska i Małopolski),
- wprowadzono lokalizacje przystanków, oraz tabliczek przystankowych,
- zakodowano sieć komunikacji autobusowej (miejskiej i dalekobieżnej) oraz sieci kolejowej.

1.1. Pozyskane dane przestrzenne

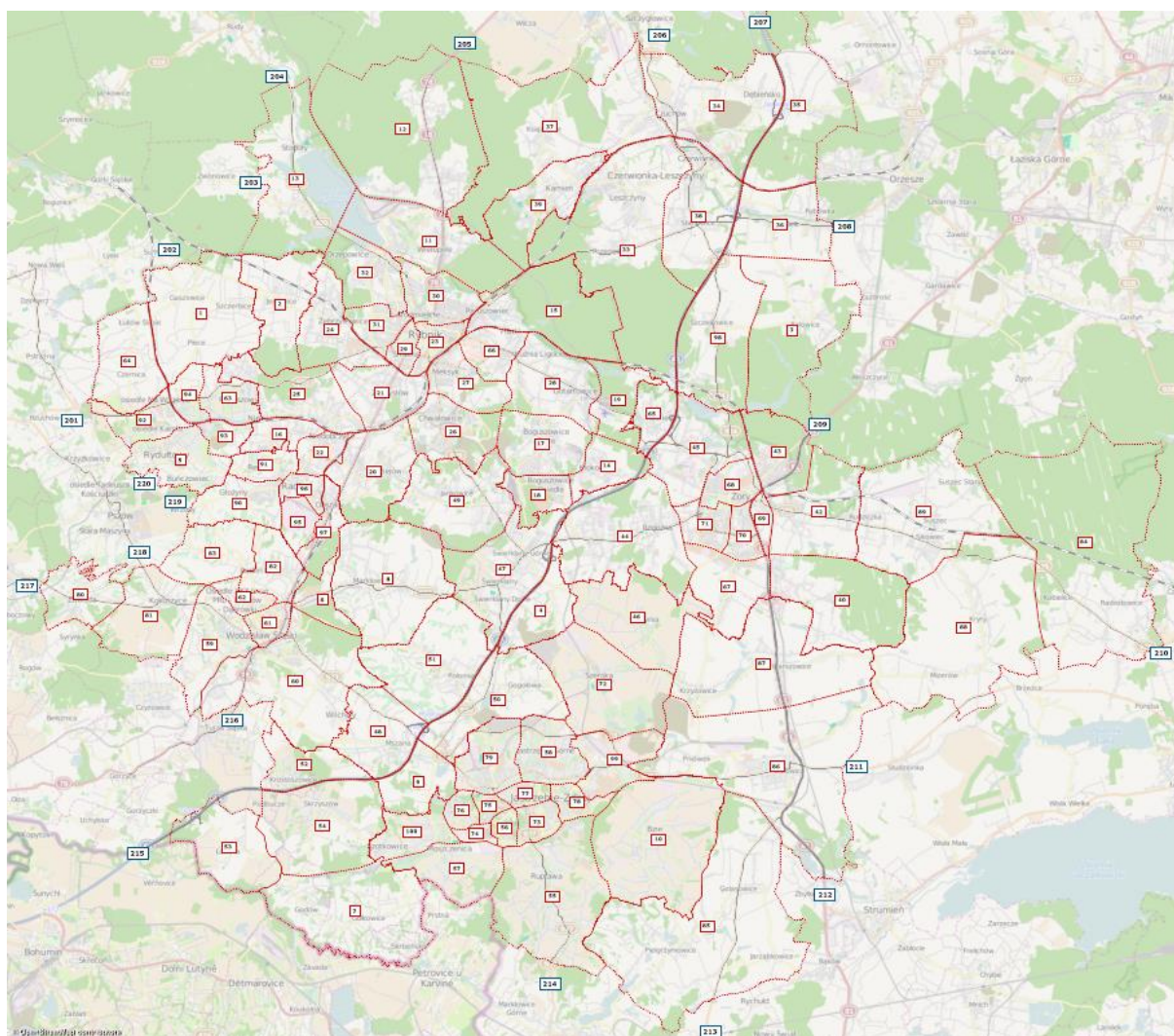
Przy wykonywaniu niniejszego modelu podróży elementy sieci zakodowano na nowo. Głównym powodem do podjęcia takiej decyzji była dostępność bogatych zbiorów danych przestrzennych. Dzięki temu można było wykorzystać w pełni odwzorowaną aktualną sieć uliczną z uwzględnieniem podziału na: kategorie zarządzania, klasę techniczną i funkcjonalną, szerokość oraz rodzaj nawierzchni. Również podczas parametryzacji rejonów komunikacyjnych (liczba mieszkańców, uczących się i miejsc pracy) postanowiono wykorzystać aktualne dane (proces ten opisano w odpowiednim rozdziale).

Za pośrednictwem zamawiającego udało się wykorzystać do budowy modelu sieciowego bogate zbiory danych przestrzennych. Dane te zakodowane były w projekcji geograficznej PUWG 2000 Pas 7. Zawierały one m.in.:

- granice administracyjne miast i gmin,
- sieć drogowo-uliczną (wraz z podziałem administracyjnym, funkcjonalnym, szerokością, oraz rodzajem nawierzchni),
- położenie skrzyżowań i węzłów drogowych,
- punkty adresowe,
- charakterystykę zagospodarowania przestrzennego,
- położenie przystanków i tabliczek przystankowych.

Sieć drogową pozyskano ze zbiorów przestrzennych systemu IMAGIS, a na podstawie jej szczegółowej parametryzacji dokonano klasyfikacji sieci transportowej.

1.2. Podział na rejony komunikacyjne

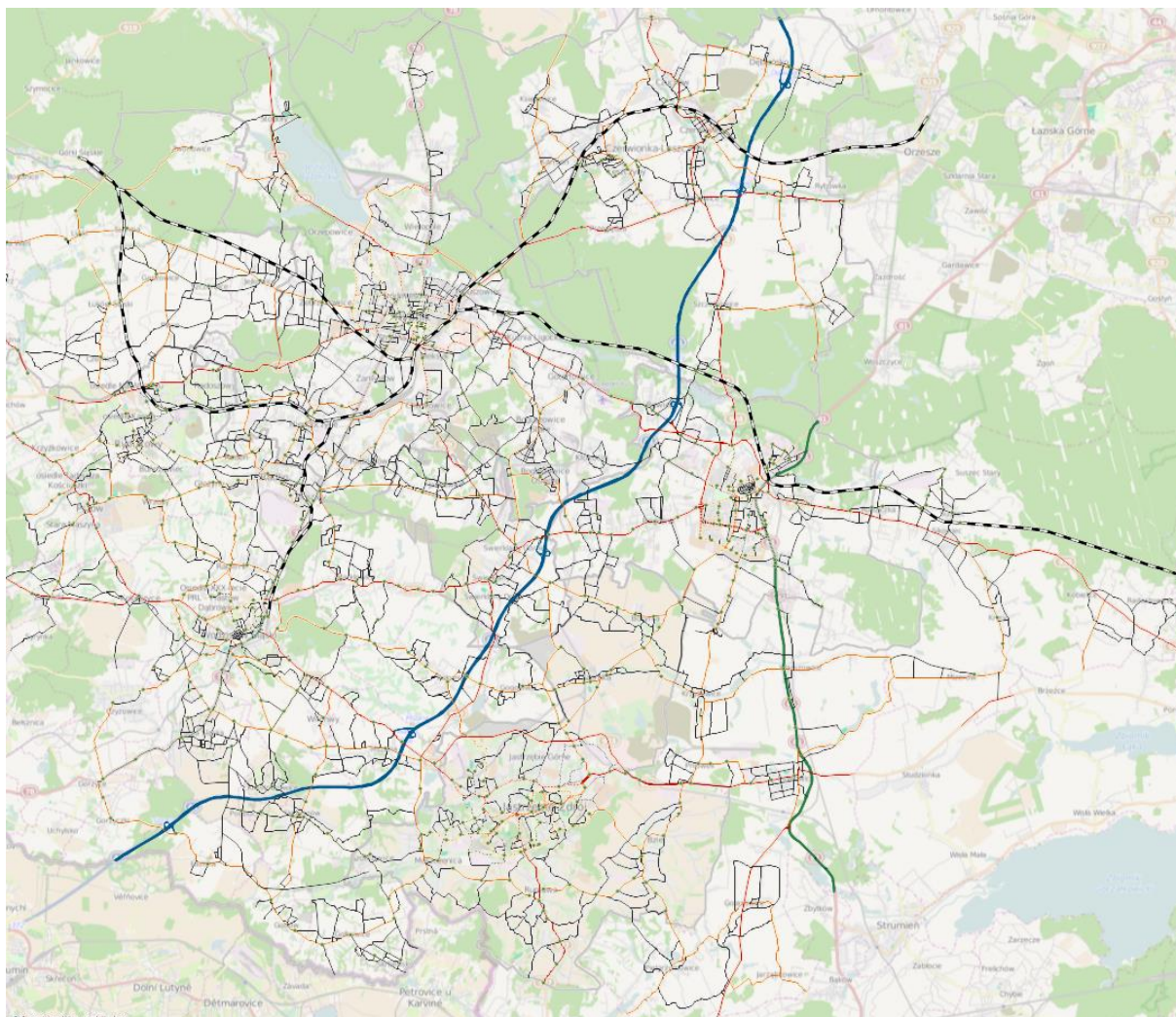


Rysunek 1.1 Podział na rejony komunikacyjne w modelu Aglomeracji Rybnickiej.

Źródło: opracowanie własne

Wprowadzono podział na 99 rejonów komunikacyjnych w obszarze opracowania. Granice rejonów i gęstość podziału pokazano na rys. 1. Podział na rejony ustalono biorąc pod uwagę następujące granice: linie kolejowe, drogi wysokich klas, rzeki, szwy w zagospodarowaniu przestrzennym. W obrębie każdej gminy wyodrębniono poszczególne rejony, a w obszarach miejskich (Rybnik, Jastrzębie-Zdrój, Wodzisław Śląski, Żory) dokonano bardziej szczegółowego podziału na rejony na poziomie dzielnic. Następnie rejony te zostały pogrupowane zgodnie z podziałem na powiaty ziemskie i grodzkie. Wprowadzono także rejony na wlotach zewnętrznych do modelu: na 20 wlotach drogowych (drogi krajowe, wojewódzkie i ważniejsze powiatowe) oraz 3 wlotach kolejowych. Łącznie w modelu uzyskano 119 rejonów komunikacyjnych.

1.3. Parametryzacja sieci drogowo - ulicznej



Rysunek 1.2 Sieć transportowa w modelu transportowym Aglomeracji Rybnickiej.

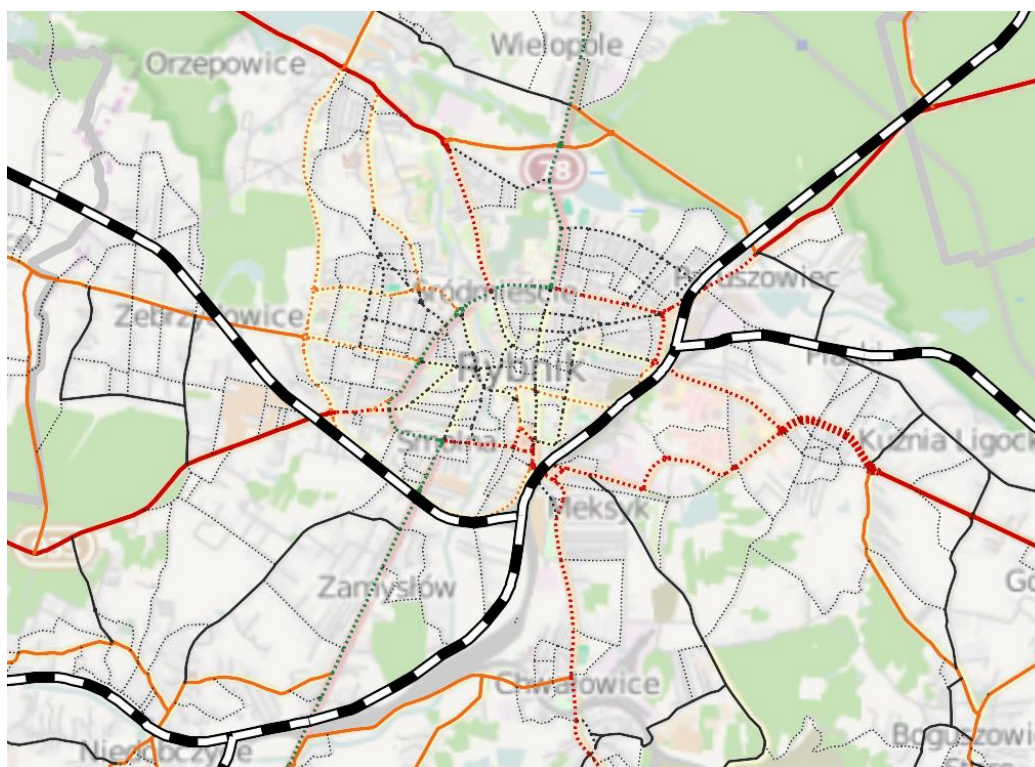
Źródło: opracowanie własne

Model transportowy analizowanego obszaru zbudowany w programie PTV VISUM składa się z 12 340 odcinków. Podczas klasyfikowania tej sieci uwzględniono jej podział na kategorie pod względem następujących kryteriów:

- system transportowy (sieć drogowo / sieć kolejowa / wyłączone z ruchu drogowego),
- klasa techniczna drogi (A / S / GP / G / Z / L, a także osobno łącznice węzłowe),
- przekrój drogi (liczba jezdni / liczba pasów w każdym kierunku),
- zarządca drogi (krajowe / wojewódzkie / powiatowe / miejskie),
- położenie odcinka drogi (obszar zamiejski / zabudowany).

Dla powyższych klas odcinków określono odpowiednią przepustowość i prędkość w ruchu swobodnym (dla samochodów osobowych), a także kategorie pojazdów, jakie są na niej dopuszczone do ruchu. W modelu uwzględniono następującą strukturę rodzajową pojazdów:

- transport indywidualny – samochody osobowe (SO),
- transport ciężarowy – pojazdy dostawcze (SD), ciężarowe (SC) i ciężarowe z przyczepami (SCP),
- transport zbiorowy – autobusowy (A), kolejowy (K) i mikrobusowy (M),
- transport pieszy (W).



Rysunek 1.3 Klasyfikacja sieci transportowej w centrum Rybnika.

Źródło: opracowanie własne

Parametryzacja sieci wymaga także założenia odpowiednich prędkości dla różnych środków transportu zbiorowego, a także przepustowości, liczby pasów ruchu i prędkości w ruchu swobodnym dla transportu indywidualnego. Oprócz obszaru 3 głównych miast (Rybnik, Jastrzębie-Zdrój, Żory), zakres modelu obejmuje także fragmenty powiatów: rybnickiego, wodzisławskiego i pszczyńskiego.

Pozyskaną sieć drogową podzielono na kategorie, wzorując się na modelu gdańskim. Parametryzacja odcinków sieci ma na celu przypisanie im wartości właściwych dla warunków ruchu w analizowanym okresie, tj. w godzinie szczytu popołudniowego. Założono następujące typy odcinków drogowych, kolejowych, tramwajowych, oraz rowerowych, z odpowiednimi parametrami opisanymi w poniższej tabeli:

Tabela 1.1 Klasyfikacja sieci transportowej wraz z parametrami w modelu.

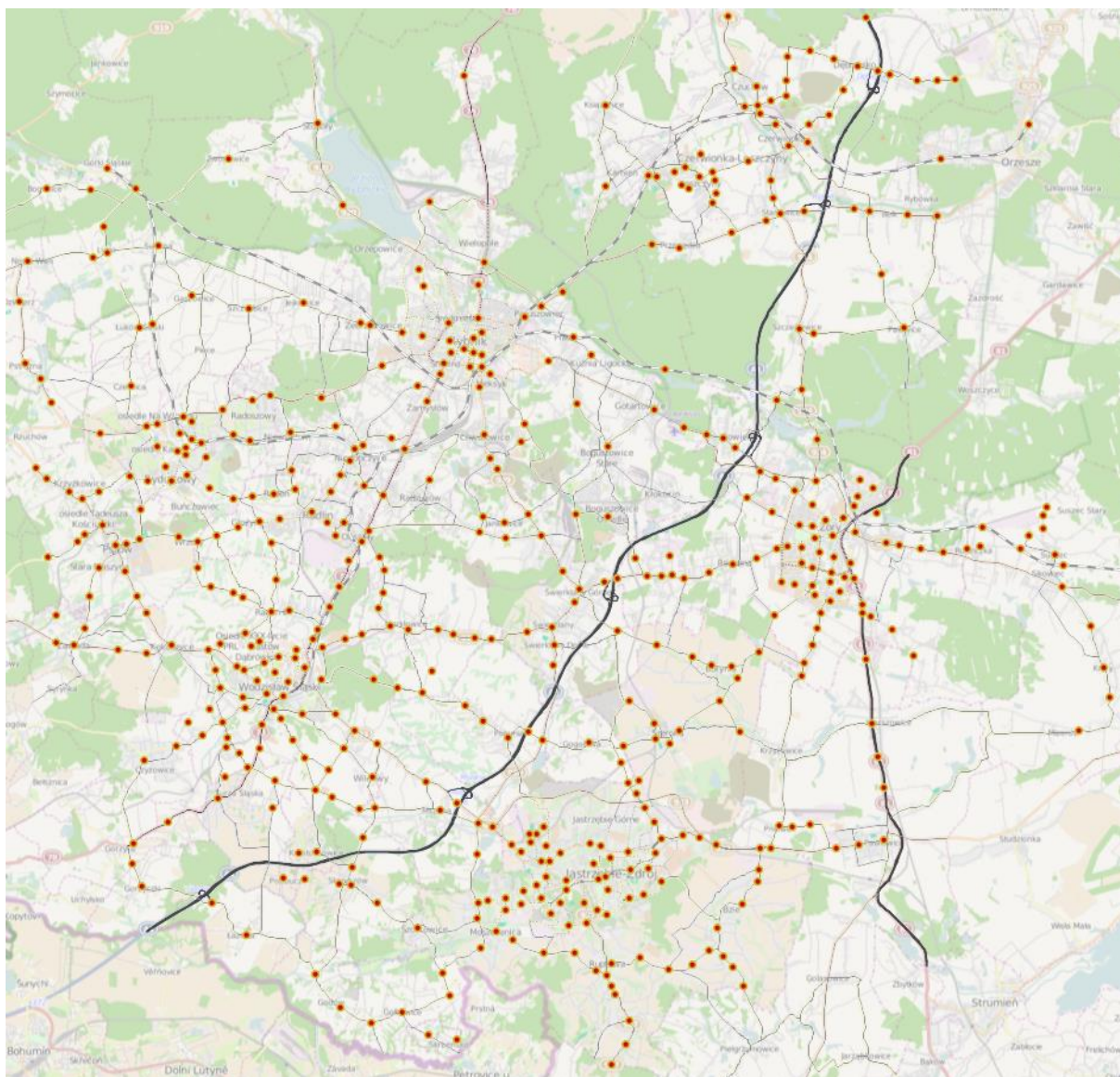
kategoria	nr	typ	TRANSPORT INDYWIDUALNY (PrT)			TRANSPORT ZBIOROWY (PuT)		
			v0 PrT	przep. C	syst. PrT	v0 Bus	v0 Kolej	v0 Mikrobus
			[km/h]	[P/h]	[TSys]	[km/h]	[km/h]	[km/h]
DROGI SZYBKIEGO RUCHU	10	A 2x3	120	5000	C, SD, SC, SCP	70	-	70
	11	A 2x2	120	3500	C, SD, SC, SCP	70	-	70
	12	A - łącznice bezpośr.	70	1800	C, SD, SC, SCP	50	-	50
	13	A - łącznice pośr.	50	1200	C, SD, SC, SCP	40	-	40
	20	[poza OZ] GP 2x2	100	2800	C, SD, SC, SCP	22	-	40
DROGI ZAMIEJSKIE	21	[poza OZ] GP 1x2	80	1600	C, SD, SC, SCP	22	-	40
	22	[poza OZ] G 2x2	80	2500	C, SD, SC, SCP	22	-	40
	23	[poza OZ] G 1x2	70	1400	C, SD, SC, SCP	22	-	40
	24	[poza OZ] Z 1x2	70	1200	C, SD, SC, SCP	22	-	40
	25	[poza OZ] L max	55	1200	C, SD, SC, SCP	22	-	40
OBIEKTY SZYBKIEGO RUCHU ZA MIEJSCAMI	30	[miejskie] GP 2x2	80	2500	C, SD, SC, SCP	25	-	40

	31	[miejskie] GP 1x2	70	1600	C, SD, SC, SCP	22	-	40
	32	[miejskie] G 2x2	60	2200	C, SD, SC, SCP	19	-	40
	33	[miejskie] G 1x2	55	1400	C, SD, SC, SCP	19	-	40
	34	[miejskie] Z 2x2	50	1800	C, SD, SC, SCP	18	-	40
	35	[miejskie] Z 1x2	45	1200	C, SD, SC, SCP	18	-	40
	36	[miejskie] L max	40	900	C, SD, SC, SCP	16	-	40
POZOSTAŁE	37	L pozostałe	30	300	C, SD	-	-	40
KOLEJ	50	Kolej	-	-	-	-	50	-
PRZECIWNE	89	PRZECIWNE kierunki	(zablokowane dla ruchu ogólnego)					

Źródło: opracowanie własne

1.4. Sieć komunikacji zbiorowej

W modelu sieci transportowej zdefiniowano łącznie 634 przystanki komunikacji zbiorowej (przystanki i dworce autobusowe oraz stacje kolejowe). Dla każdego przystanku przypisano poszczególne środki transportu oraz przyporządkowano wartość sumarycznego czasu uwzględniającego wymianę pasażerów oraz straty związane z zatrzymaniem i ruszaniem na przystankach.



Rysunek 1.4 Przystanki i stacje komunikacji zbiorowej, zakodowane w modelu.

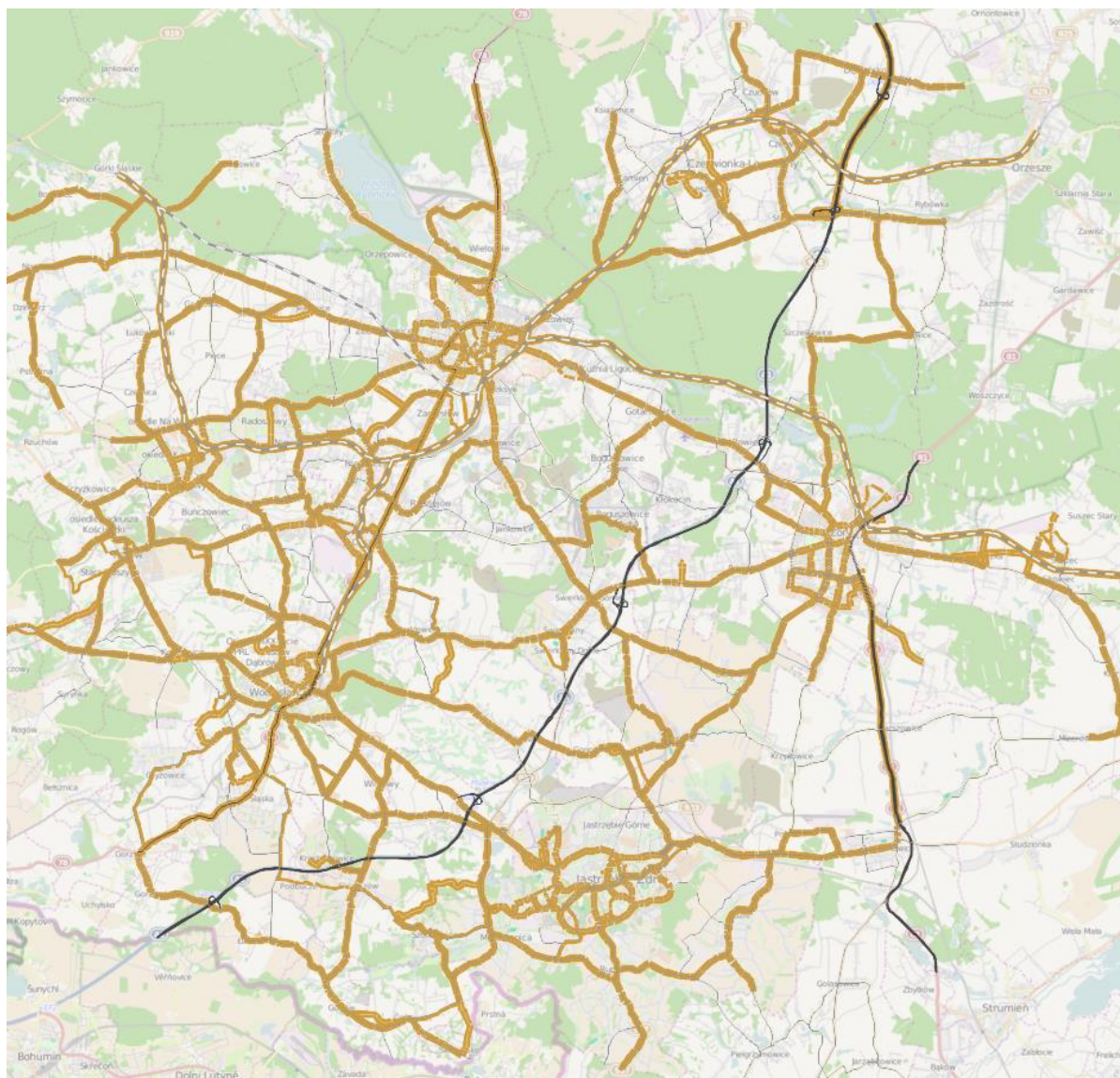
Źródło: opracowanie własne

W modelu zakodowano sieć komunikacji zbiorowej, zgodnie ze stanem aktualnym w czasie przeprowadzania badań ruchu. Połączenia te wprowadzono z podziałem na 3 systemy transportu zbiorowego:

- A – autobusy miejskie,
- K – koleje,
- M – mikrobusy oraz autobusy dalekobieżne.

Z warstwy wszystkich odcinków torowych wybrano jedynie te, które prowadzą, lub mogą w przyszłości prowadzić ruch pasażerski (usunięto bocznicę i linie wewnątrzzakładowe). Dla sieci autobusowej uwzględniono (na poziomie typów odcinków) zróżnicowane prędkości przejazdu, wynikające z lokalizacji i klasy funkcjonalnej drogi. Łączna liczba wprowadzonych połączeń wynosi:

- linie autobusowe miejskie – 185,
- linie mikrobusowe i autobusowe dalekobieżne – 34,
- połączenia kolejowe – 6.



Rysunek 1.5 Odcinki sieci z liniami komunikacji zbiorowej, zakodowane w modelu.

Źródło: opracowanie własne

Podczas budowy połączeń komunikacji zbiorowej zwrócono uwagę na dokładne wprowadzenie połączeń kolejowych z zewnętrznymi wlotów, jako że w podróży wewnętrznych kolej ma niewielkie znaczenie. Analogicznie odwzorowano również transport mikrobusowy, które przewożą dużą część potoków pasażerskich w codziennych podróżach między aglomeracją i sąsiednim obszarem. Mikrobusy odjeżdżają z kilku punktów węzłowych (dworce autobusowe w Rybniku, Jastrzębiu-Zdroju, Żorach i Wodzisławiu Śląskim) i zatrzymują się na ważniejszych przystankach w każdej miejscowości. W terenach pozamiejskich zagregowano przebiegi mikrobusów w korytarzach ważniejszych dróg. Jest to stopień szczegółowości wystarczający dla potrzeb tego modelu.

W procesie modelowania komunikacji zbiorowej nie brano pod uwagę tymczasowych zmian w przebiegach linii czy rozkładach jazdy. Stworzony model dąży do odzwierciedlenia stałej (regularnej) siatki połączeń.

Edit line route JZ107;Dworzec Arki Bożka;<

Line: JZ107 Show only active lines Direction: < Direction: down

Name: Dworzec Arki Bożka

Basis: Items and time profiles | User-defined attributes: Line route | User-defined attributes: Time profiles

Index	StopPointNo	StopPointName	IsRoutePoint	AccumLength	L	Profile point	<>	Board	Alight	StopTime	Run time	AccumRunTime	Co
1	8340	Moszczenica Piaski - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0min	2min	0h	
4	8318	Ranoszka Komuny Paryskiej - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	0.860km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	3min	2min	
8	8565	Armii Krajowe Ranoszka - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	1.739km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	5min	
11	17662	Armii Krajowe Kasztanowa - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	2.396km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	7min	
13	9195	Armii Krajowe WORD - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	2.925km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	9min	
21	9479	Dworzec Zdrój - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	3.624km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	11min	
30	17659	Hala Sportowa - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	4.240km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	13min	
33	17661	Szpital Wojewódzki - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	4.723km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	15min	
39	10658	Al. Piłsudskiego - Os. Gwarków	<input checked="" type="checkbox"/>	5.786km	1	<input checked="" type="checkbox"/>	!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	4min	19min	
43	10987	Al. Piłsudskiego - Os. Pionierów	<input checked="" type="checkbox"/>	6.200km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	1min	20min	
54	10969	Dworzec Główny - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	6.840km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	22min	
66	11400	Al. Piłsudskiego Urząd Miasta - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	8.014km	1	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	4min	26min	
69	11600	Graniczna Szkoła - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	8.672km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	28min	
75	11861	Graniczna GSM - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	9.273km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	2min	30min	
78	11546	Podhalańska os. Barbary - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	10.063km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	3min	33min	
81	11371	Dworzec Arki Brożka - JZ	<input checked="" type="checkbox"/>	10.509km	0	<input checked="" type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0min	1min	34min	

Adapt time profiles automatically Reference journey: No reference journey

Buttons: Edit shape, Apply, Timetable, OK, Cancel

Rysunek 1.6 Przykładowy profil linii autobusowej dla nr 107 w Jastrzębiu-Zdroju.

Źródło: opracowanie własne

Dla wszystkich linii komunikacji zbiorowej zostały wprowadzone rozkłady jazdy, które obowiązywały w trakcie wykonywania badań ruchu. Przyjęto rozkłady obowiązujące w okresie szczytu popołudniowego – 14:00-15:00

Wprowadzono godziny odjazdów z przystanków początkowych oraz częstotliwości kursowania, właściwe dla godzin szczytu. Czasy przejazdu i postoju zostały wyliczone automatycznie na podstawie wcześniej wprowadzonych i skalibrowanych parametrów odcinków i punktów przystankowych. Wartości te były dokładnie określone dla każdej kategorii odcinków i przystanków tak, aby otrzymać jak najbliższą zgodność między rzeczywistym i modelowanym rozkładem jazdy. Różnica w skali przebiegu całej linii nie przekraczała kilku minut. Na podstawie tak skonstruowanych profili czasowych dla poszczególnych linii odtworzono rozkład jazdy w godzinie szczytu, określając godziny odjazdu oraz takt kursowania.

ObjNo	ObjCode	ObjName		Arr / Dep		Arr / Dep
11371		Dworzec Arki Brozka - JZ		14:39:00		15:34:00
11546		Podhalańska os. Barbary - JZ		14:38:00		15:33:00
11861		Graniczna GSM - JZ		14:35:00		15:30:00
17656		Graniczna Szkoła - JZ				
11600		Graniczna Szkoła - jZ		14:33:00		15:28:00
11400		Al. Piłsudskiego Urząd Miasta - JZ		14:31:00		15:26:00
10969		Dworzec Główny - JZ		14:27:00		15:22:00
10987		Al. Piłsudskiego - Os. Pionierów - JZ		14:25:00		15:20:00
10658		Al. Piłsudskiego - Os. Gwarków -JZ		14:24:00		15:19:00
17661		Szpital Wojewódzki - JZ		14:20:00		15:15:00
17659		Hala Sportowa - JZ		14:18:00		15:13:00
9479		Dworzec Zdrój - JZ		14:16:00		15:11:00
9195		Armii Krajowe WORD - JZ		14:14:00		15:09:00
17662		Armii Krajowe Kasztanowa - JZ		14:12:00		15:07:00
8565		Armii Krajowe Ranozka - JZ		14:10:00		15:05:00
8318		Ranozka Komuny Paryskiej - JZ		14:07:00		15:02:00
8340		Moszczenica Piaski - JZ		14:05:00		15:00:00

Rysunek 1.7 Przykładowe rozkłady jazdy dla linii autobusowej nr 107 w Jastrzębiu-Zdroju.

Źródło: opracowanie własne

Rozkłady jazdy zbudowano na podstawie danych pozyskanych od organizatorów transportu zbiorowego, działających na analizowanym obszarze. Przy wprowadzaniu rozkładów jazdy komunikacji miejskiej korzystano z danych ZTZ Rybnik i MZK Jastrzębie (który zarządza także liniami autobusowymi na terenie Żor i Wodzisławia Śląskiego). W przypadku komunikacji mikrobusowej zamodelowano rozkład kursujących linii jako bardziej regularny (interwałowy), istotne było tu zróżnicowanie między liniami z większą i zwykłą częstotliwością kursowania w godzinach szczytu. Dobrano odpowiednie czasy postoju na poszczególnych przystankach i stacjach kolejowych, w zależności od ich znaczenia w skali sieci komunikacyjnej. Tak wprowadzone rozkłady jazdy odzwierciedlają stopień synchronizacji przyjazdów i odjazdów różnych środków podróży w różnych punktach miasta.

Stop						
Stop area	11371 Dworzec Arki Brożka - JZ					
Stop	11371 Dworzec Arki Brożka - JZ					
<input type="checkbox"/> Show only active time profiles						
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Earliest Latest </div>						
	TP	Dep	Arr	Arr	Dep	
10	BUS Rybnik - Jastrzębie Zdrój;Rybnik; <; 1	14:20:00			14:20:00	
11	Ekspresowa E-3;Dworzec Arki Bożka; >; 1		15:35:00	15:35:00		
12	Ekspresowa E-3;Śródmieście 3 maja; >; 1	14:20:00			14:20:00	
13	JZ101;Dworzec Arki B - JZ; <; 1		15:24:00	15:54:00		
14	JZ101;Żory Dworzec Autobusowy; >; 1	14:05:00			14:05:00	
15	JZ103;Dworzec Arki Brożka; >; 1		14:34:00	14:34:00		
16	JZ103;Polomia Wolności Dolanek; >; 1					
17	JZ103B;Arki Bożka; <; 1		14:16:00	15:16:00		
18	JZ103B;os. Bogoczowiec; >; 1	14:20:00			14:20:00	
19	JZ106;Armii Krajowej WORD; <; 1	14:19:00	14:19:00	14:19:00	14:19:00	
20	JZ106;Jagielły Pętla; >; 1	14:56:00	14:56:00	14:56:00	14:56:00	
21	JZ107;Dworzec Arki Bożka; <; 1		14:39:00	15:34:00		
22	JZ107;Moszczenica Piaski; >; 1	14:20:00			14:20:00	
23	JZ108;Dworzec Arka Brożka; <; 1					
24	JZ108;Moszczenica Piaski; >; 1	14:35:00			14:35:00	
25	JZ110;Bzie Szkoła; <; 1	14:45:00			14:45:00	
26	JZ110;Dworzec Arki Bożka; >; 1		14:59:00	14:59:00		
27	JZ111;Dworzec Arki Bożka; <; 1		14:29:00	14:29:00		
28	JZ111;KWK Jas-Mos; >; 1	15:00:00			15:00:00	
29	JZ115;Chlebowa Pętla; <; 1					
30	JZ115;KWK Jas-Mos; >; 1	14:23:00	14:23:00	14:23:00	14:23:00	
31	JZ117;Dw. Arki Bożka > Szpital Woj. > Dw. Arki Bo		14:50:00	15:45:00		
32	JZ120;Chlebowa Pętla; <; 1	14:53:00	14:53:00	14:53:00	14:53:00	
33	JZ120;Zebrzydowice Dworzec PKP; >; 1	14:27:00	14:27:00	15:02:00	15:02:00	

Rysunek 1.8 Przykładowy profil przyjazdów i odjazdów dla przystanku w Jastrzębiu-Zdroju.

Źródło: opracowanie własne

W modelu rozkładu ruchu komunikacji zbiorowej zastosowano algorytm oparty o rozkład jazdy. Trasa podróży wyszukiwana jest w oparciu o wartość odczuwalnego czasu spędzonego w trasie, będącego sumą poszczególnych składowych etapów podróży:

Tabela 1.2 Formuła obliczania czasu podróży w podróżach komunikacją zbiorową.

Postrzegany czas podróży (PJT, min) =	
=	1 * czas w pojeździe
+	2 * czas dojścia
+	2 * czas odejścia
+	2 * czas przejść pieszych przy przesiadce
+	2 * czas oczekiwania na 1. przystanku
+	2 * czas oczekiwania przy dalszych przesiadkach
+	2 min * liczba przesiadek
+	2 min * liczba zmian operatora

Źródło: opracowanie własne

2. Model popytu

W modelowaniu podróży wykorzystywano są najczęściej podejście bazujące na podróżach (ang. trip-based). Najczęstszą aplikacją pierwszego podejścia jest model czterostadiowy, który został wykorzystany w niniejszym opracowaniu.

W modelu czterostadiowym wyróżnia się następujące etapy [2]:

- potencjały ruchotwórcze, czyli liczbę podróży rozpoczynanych i kończonych w poszczególnych rejonach komunikacyjnych w jednostce czasu (doba, godzina),
- rozkład przestrzenny ruchu (więźba ruchu), który obrazuje przepływy osób (lub ładunków) pomiędzy rejonami komunikacyjnymi,
- podział zadań przewozowych, który określa udział poszczególnych środków transportowych w podróżach; różni się podział pierwotny (na etapie potencjałów ruchotwórczych) oraz podział wtórny (po więźbie ruchu),
- rozkład ruchu na sieć transportową.

Po wykonaniu rozkładu ruchu na sieć następuje weryfikacja poprzez porównanie uzyskanych w modelu natężeń ruchu i potoków pasażerskich z wartościami uzyskanymi z pomiarów. W zależności od uzyskanego stopnia zgodności należy przeprowadzić sprawdzenie sieci (parametry odcinków) oraz kalibrację modelu, polegającą na korekcie parametrów modelu potencjałów ruchotwórczych, rozkładu przestrzennego ruchu oraz podziału zadań przewozowych. Proces ten ma charakter iteracyjny.

2.1. Motywacje podróży

W badaniach ankietowych przeprowadzonych w ramach badań ruchu w obszarze Aglomeracji Rybnickiej wyróżniono 7 motywacji podróży:

- dom – praca (D-P),
- praca – dom (P-D),
- dom – nauka (D-N),
- nauka – dom (N-D),
- dom – inne (D-I),
- inne – dom (I-D),
- niezwiązane z domem (NZD).

W odniesieniu do poszczególnych motywacji stworzono modele potencjałów ruchotwórczych oraz rozkładu przestrzennego ruchu.

2.2. Potencjały ruchotwórcze

2.2.1. Zmienne objaśniające

Pierwszym krokiem w budowie modelu potencjałów ruchotwórczych jest przyjęcie i obliczenie lub oszacowanie wartości zmiennych objaśniających. Zmienne objaśniające odniesiono do wszystkich 99 rejonów komunikacyjnych. Głównymi kryteriami wyboru zmiennych objaśniających były ich: dostępność, wiarygodność oraz możliwość prognozowania.

Dobór zmiennych oparty był o kryteria: a) dostępności oraz b) wiarygodności zmiennych. Przykładowo liczba zarejestrowanych samochodów w poszczególnych rejonach może być zmienną dostępną, ale mało wiarygodną z uwagi na często inne miejsca zarejestrowania i użytkowania pojazdu. Wiarygodną zmienną będzie natomiast rozmieszczenie faktycznie wykorzystywanych samochodów uzyskane np. z badań ankietowych. Możliwość prognozowania zmiennych jest niezbędna do opracowania prognostycznych wartości potencjałów ruchotwórczych. Niemal każda zmienna objaśniająca może być prognozowana. Pozostaje tylko kwestia błędu prognozy, który może być diametralnie różny dla poszczególnych zmiennych.

Każdemu z rejonów komunikacyjnych modelu przyporządkowano zmienne objaśniające. Wybrane z nich w dalszym etapie posłużą do stworzenia modelu i obliczenia potencjałów ruchotwórczych. Podział na rejony dążył do uwzględnienia ich jednorodnego charakteru, zwłaszcza pod względem liczby mieszkańców i rodzaju zagospodarowania przestrzennego. Liczbę ludności i powierzchnię każdego rejonu obliczono na podstawie danych statystycznych [1] i systemu GIS. Wykorzystano także dane GIS opisujące zagospodarowanie funkcjonalne każdego rejonu, przede wszystkim te istotne dla oszacowania potencjałów ruchotwórczych:

- liczba mieszkańców,
- liczba miejsc pracy ogółem,
- liczba miejsc w szkołach ponadpodstawowych.

2.2.2. Formuły do wyznaczenia potencjałów ruchotwórczych

W tworzeniu modelu potencjałów ruchotwórczych wykorzystano regresję liniową pojedynczą w postaci:

$$Y = a \cdot X$$

gdzie: Y – zmienna objaśniana (potencjał ruchotwórczy), X – zmienna objaśniająca, a – parametr modelu.

Potencjały wytwarzające (produkcja) i absorbujące (atrakcja) dla poszczególnych motywacji w przeciętnym dniu roboczym były estymowane równaniami regresji liniowej pojedynczej. Podstawą do prowadzonych prac analitycznych były wyniki wywiadów w gospodarstwach domowych, prowadzone w obszarze aglomeracji Rybnickiej. Opracowane formuły modelu potencjałów ruchotwórczych zostały przedstawione w Tabeli 2.1 i Tabeli 2.2. Założono, że przy $R^2 < 0,7$ model jest odrzucany, a w przypadku $R^2 \geq 0,7$ – akceptowany.

Tabela 2.1 Formuły do wyznaczenia potencjałów wytwarzających (produkcji) dla rejonów komunikacyjnych

Motywacja	Parametr a	Zmienna objaśniająca X	R ²
D - P	0,274	LUDNOŚĆ	0,93
P - D	0,829	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,92
D - N	0,059	LUDNOŚĆ	0,93
N - D	1,057	MIEJSCA W SZKOŁACH PONADPODSTAWOWYCH	0,93
D - I	0,301	LUDNOŚĆ	0,93
I - D	1,220	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,90
NZD	0,441	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,89

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2.2 Formuły do wyznaczenia potencjałów absorbującego (atrakcji) dla rejonów komunikacyjnych

Źródło: opracowanie własne

Motywacja	Parametr a	Zmienna objaśniająca X	R ²
D - P	0,981	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,92
P - D	0,235	LUDNOŚĆ	0,93
D - N	1,147	MIEJSCA W SZKOŁACH PONADPODSTAWOWYCH	0,93
N - D	0,055	LUDNOŚĆ	0,93
D - I	1,094	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,90
I - D	0,333	LUDNOŚĆ	0,93
NZD	0,441	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,88

Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych ankiet i zaobserwowane istotne różnice między podróżami wewnątrz danej gminy (miasta) i między różnymi gminami (miastami), wyznaczono formuły do obliczania potencjałów dla podróży wewnątrzgminnych i dla zewnątrzgminnych. Jak się okazuje, w obszarze Aglomeracji Rybnickiej ruch w obrębie każdej gminy cechuje się podobnymi parametrami (tj. pod względem potencjałów poszczególnych motywacji oraz wydzielenia zadań przewozowych), podobnie jak podróże pomiędzy gminami. Ostatecznie dla poszczególnych gmin

przyjęto współczynniki wydzielające podróże wewnątrz i zewnątrzgminne realizowane w obszarze analizy (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 Współczynniki przeliczeniowe dla potencjałów ruchotwórczych.

Gmina	Współczynnik przeliczeniowy wydzielający potencjały rejonów komunikacyjnych		
	Podróże wewnątrzgminne	Podróże zewnątrzgminne	
	W obszarze analizy	W obszarze analizy	Poza obszar analizy
Czerwionka-Leszczyń	0,73	0,15	0,12
Gaszowice	0,41	0,57	0,02
Godów	0,37	0,58	0,05
Jastrzębie-Zdrój	0,83	0,15	0,02
Jejkowice	0,43	0,54	0,03
Marklowice	0,48	0,49	0,03
Mszana	0,45	0,50	0,05
Pawłowice	0,55	0,39	0,06
Radlin	0,55	0,41	0,04
Rybnik	0,77	0,20	0,03
Rydułtowy	0,67	0,29	0,04
Suszec	0,56	0,32	0,12
Świerklany	0,41	0,54	0,05
Wodzisław Śląski	0,70	0,27	0,03
Żory	0,76	0,19	0,05

Źródło: opracowanie własne

2.3. Rozkład przestrzenny podróży

Rozkład przestrzenny ruchu (więźba ruchu) został wykonany z wykorzystaniem modelu grawitacyjnego. Elementy więźby ruchu obliczono według równania:

$$T_{ij} = \frac{P_i \cdot A_j}{\sum A_j} \cdot f(t_{ij})$$

gdzie: T_{ij} – element więźby ruchu, P_i – potencjał wytwarzający rejonu i , A_j – potencjał absorbujący rejonu j , $f(t_{ij})$ – funkcja oporu przestrzeni.

Przyjęto złożoną funkcję oporu przestrzeni $f(l_{ij})$ w postaci:

$$f(l_{ij}) = a \cdot l_{ij}^b \cdot e^{c \cdot l_{ij}}$$

gdzie: l_{ij} – odległość między rejonami mierzona po sieci, a , b , c – parametry funkcji oporu.

Obszarem analizy jest Aglomeracja Rybnicka, gdzie przeprowadzono badania ankietowe i pomiary ruchu. Obszar ten obejmuje 3 miasta na prawach powiatu (Rybnik, Jastrzębie-Zdrój, Żory), oraz fragmenty 3 powiatów ziemskich (rybnickiego, pszczyńskiego, wodzisławskiego). Z uwagi na inny charakter podróży w zależności od źródła i celu podróży, przyjęto podział więźby ruchu dla obszaru zgodnie z Rysunek 2.1.

Wewnętrzne (wewnątrzgminne i wewnątrzgminne)	Źródłowe (obszar – poza obszarem)
Docelowe (poza obszarem – obszar)	Tranzytowe (poza obszarem – poza obszarem)

Rysunek 2.1 Struktura więźby ruchu dla obszaru analizy

Źródło: opracowanie własne

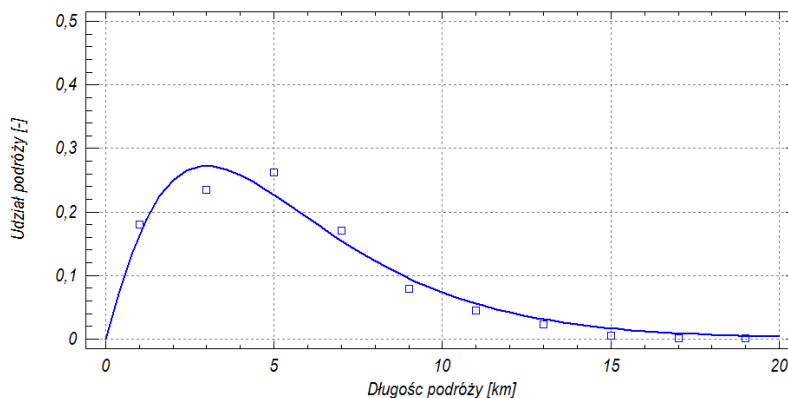
Do wyznaczenia więźb ruchu wewnętrznego wykorzystano model grawitacyjny z funkcjami oporu przestrzeni bazującymi na odległości między rejonami i parametrami estymowanymi na podstawie badań ankietowych w gospodarstwach domowych. Funkcje oporu opracowano osobno dla podróży wewnątrzgminnych i zewnątrzgminnych dla poszczególnych grup motywacji. Funkcje oporu przestrzeni były estymowane dla podróży niepieszych.

Tabela 2.4 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzgminnych

Grupa motywacji	a	b	c	R ²
D-P-D	0,242	1,166	-0,388	0,91
D-N-D	0,245	1,579	-0,500	0,91
D-I-D	0,389	0,891	-0,413	0,94
NZD	0,600	1,001	-0,558	0,95

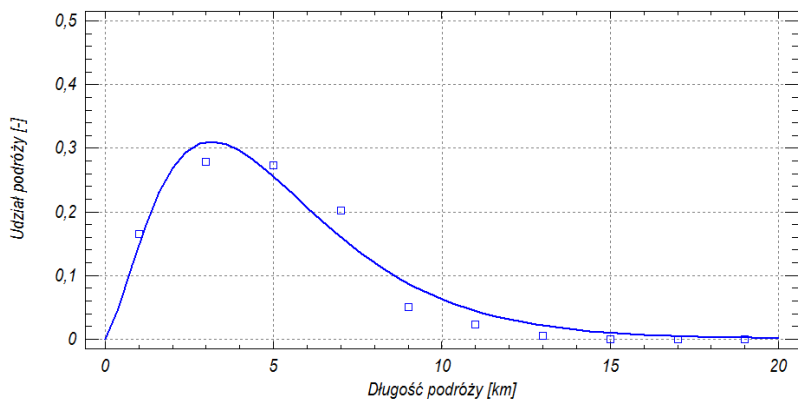
Źródło: opracowanie własne

Uzyskano wysokie R², wszystkie większe od 0,90. Ponadto wszystkie parametry modelu (a, b i c) dla wszystkich grup motywacji są istotne statystycznie na poziomie istotności 0,05. Kształty i dopasowanie do wyników badań ankietowych poszczególnych funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnętrznych przedstawiono na Rysunek 2.2 – Rysunek 2.5.



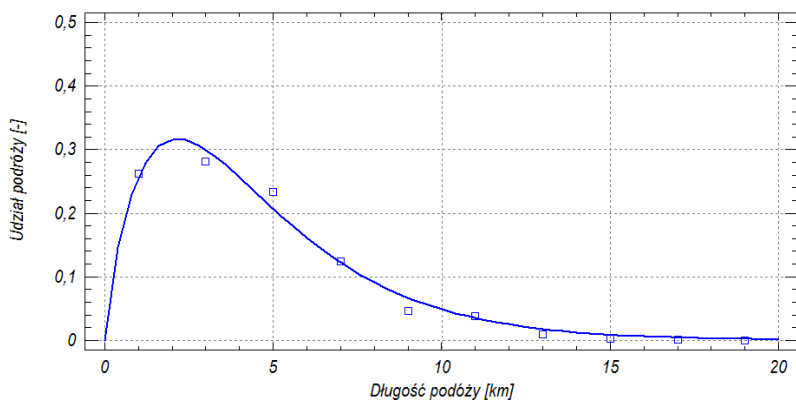
Rysunek 2.2 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzgminnych dla grupy motywacji dom-praca-dom

Źródło: opracowanie własne



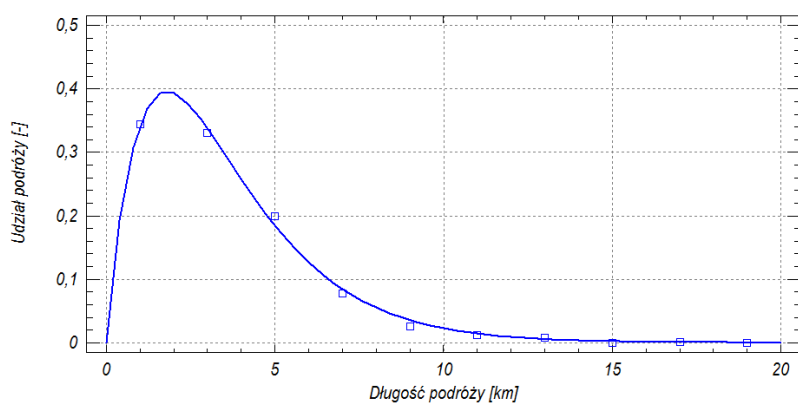
Rysunek 2.3 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-nauka-dom

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 2.4 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-inne-dom

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 2.5 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzmiastowych dla grupy motywacji niezwiązane z domem

Źródło: opracowanie własne

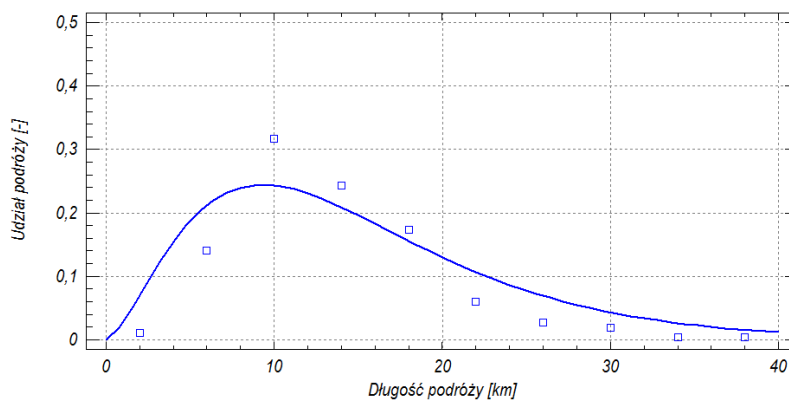
Dla podróży zewnątrzmiastowych opracowano 4 funkcje oporu przestrzeni dla poszczególnych grup motywacji:

Tabela 2.5 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzgminnych

Grupa motywacji	a	b	c	R ²
D-P-D	0,032	1,653	-0,177	0,82
D-N-D	0,033	1,883	-0,217	0,74
D-I-D	0,036	1,714	-0,196	0,87
NZD	0,028	1,690	-0,174	0,75

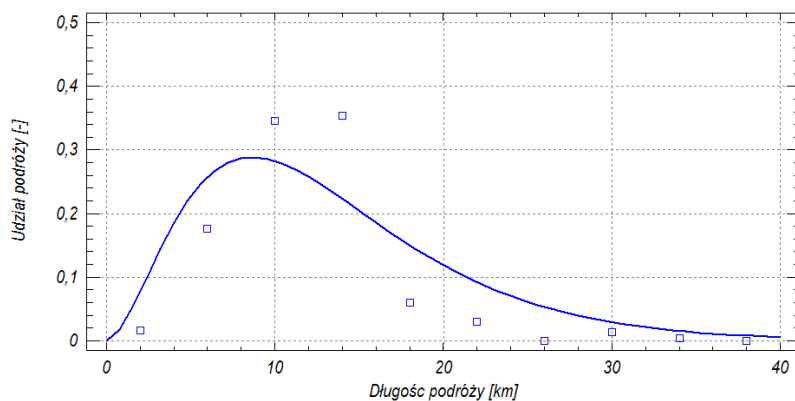
Źródło: opracowanie własne

Uzyskano wysokie R², wszystkie większe od 0,70. Ponadto wszystkie parametry modelu (a, b i c) dla wszystkich grup motywacji są istotne statystycznie na poziomie istotności 0,05. Kształty i dopasowanie do wyników badań ankietowych poszczególnych funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnętrznych przedstawiono na Rysunek 2.6 – Rysunek 2.9.



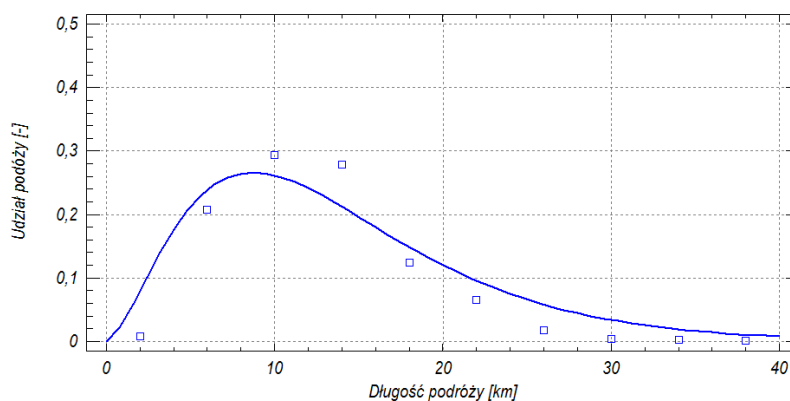
Rysunek 2.6 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzgminnych dla grupy motywacji dom-praca-dom

Źródło: opracowanie własne



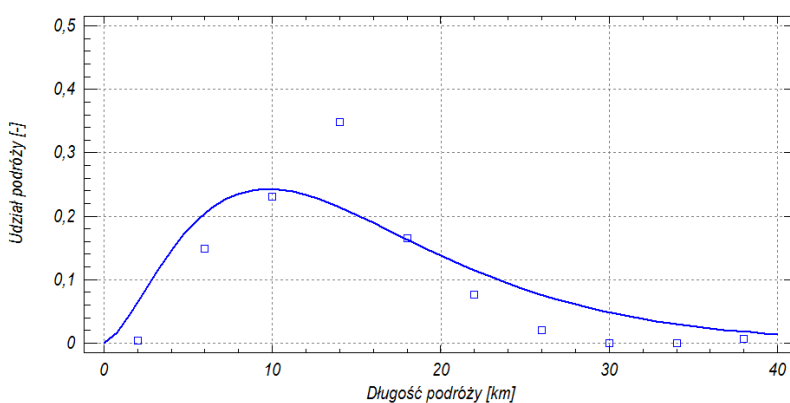
Rysunek 2.7 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-nauka-dom

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 2.8 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-inne-dom

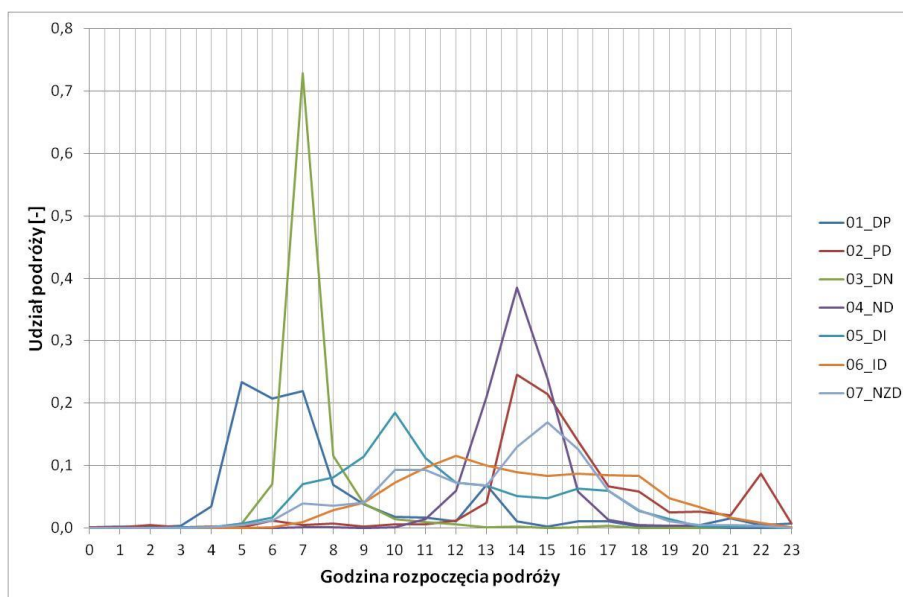
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 2.9 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzmiastowych dla grupy motywacji niezwiązane z domem

Źródło: opracowanie własne

Uzyskane więzby ruchu dla poszczególnych motywacji zostały przeliczone na godzinę szczytu. Na podstawie wyników pomiarów oraz wyników badań ankietowych (Rysunek 2.10) ustalono godzinę szczytu na okres 14:00-15:00.



Rysunek 2.10 Godziny rozpoczęcia podróży w poszczególnych motywacjach
Źródło: opracowanie własne

2.4. Podział zadań przewozowych

Pierwszym krokiem w podziale zadań przewozowych jest wyznaczenie udziału podróży pieszych i niepieszych. W niniejszym modelu przyjęto pierwotny podział zadań przewozowych, tj. obliczany łącznie z potencjałami ruchotwórczymi. Na podstawie badań ankietowych określono udział poszczególnych środków transportu w podróżach. Jak pokazano na Tabela 2.6, udział poszczególnych środków transportu istotnie zależy od zasięgu przestrzennego podróży i uzasadnia przyjęty podział na ruch wewnątrzgminny i zewnątrzgminny. W podróżach w obrębie jednej gminy udział podróży pieszych jest istotny (aż 36%) i znacząco maleje dla podróży międzygminnych. Dla obydwu przypadków odnotowano znikomą rolę transportu rowerowego (1-3% w skali obszaru) oraz niewielki udział podróży komunikacją zbiorową (12-14%). W podróżach z jednej gminy do drugiej znacząco rośnie rola transportu indywidualnego (84% badanych podróży).

Tabela 2.6 Podział zadań przewozowych w podróżach wewnątrzgminnych i zewnątrzgminnych

Środek transportu	Podróże wewnątrzgminne [%]	Podróże zewnątrzgminne [%]
Pieszo	36,0	1,1
Rower	2,8	0,7
Transport zbiorowy	11,7	14,2
Transport indywidualny	49,5	84,0

Źródło: opracowanie własne

Z uwagi na odwzorowanie w modelu podróży zmotoryzowanych konieczne było ich wydzielenie na etapie potencjałów ruchotwórczych. W tym celu z potencjału ruchotwórczego poszczególnych gmin w podróżach wewnątrzgminnych i zewnątrzgminnych wydzielono, zgodnie z Tabela 2.6, podróże niepiesze.

W kolejnym kroku dokonano podziału podróży zmotoryzowanych na realizowane transportem zbiorowym i indywidualnym. Dla podziału zadań przewozowych został opracowany model logitowy, określający prawdopodobieństwo wyboru danego środka transportu w podróżach niepieszych w zależności od ilorazu czasu podróży między rejonami komunikacyjnymi transportem indywidualnym i transportem zbiorowym. Funkcja ma postać:

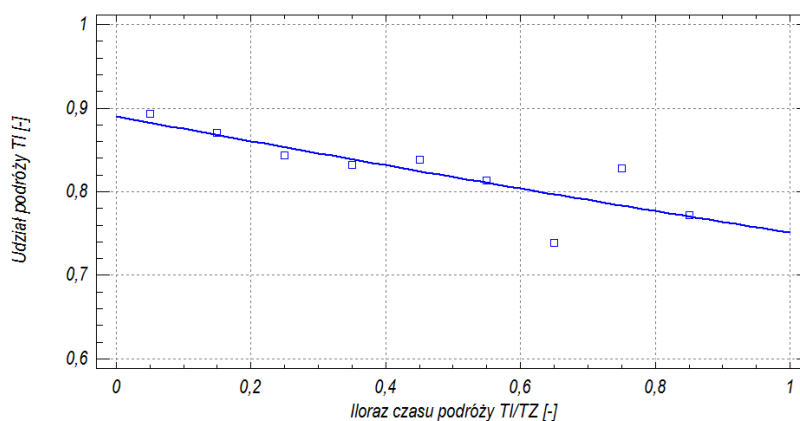
$$u_{ki} = a \cdot e^{\frac{c \cdot I_{TI}}{TZ}}$$

gdzie u_{TI} – udział podróży realizowanych transportem indywidualnym, $I_{TI/TZ}$ – iloraz czasu podróży transportem indywidualnym i zbiorowym, a, c – parametry modelu.

Tabela 2.7 Parametry funkcji podziału zadań przewozowych

a	c	R ²
0,890	-0,170	0,71

Dla dopasowania funkcji podziału zadań przewozowych uzyskano wysoki współczynnik determinacji (Tabela 2.7). Przyjęto jedną funkcję dla całego obszaru analizy z uwagi na odwzorowanie oferty przewozowej w ilorazie czasu podróży. Dopasowanie kształtu funkcji i dopasowanie modelu podziału zadań przewozowych do wyników badań ankietowych pokazano na Rysunek 2.11.



Rysunek 2.11 Udział transportu indywidualnego w zależności od ilorazu czasu podróży

Źródło: opracowanie własne

2.5. Model ruchu ciężarowego

Model ruchu ciężarowego opracowano dla drogowego transportu ładunków. Przyjęto strukturę analogiczną jak w przypadku modelu podróży osób. Założono pierwotny podział zadań przewozowych na trzy typy pojazdów:

- lekkie samochody ciężarowe (tzw. dostawcze) (SD),
- samochody ciężarowe bez przyczep (SC),
- samochody ciężarowe z przyczepami i ciągniki siodłowe z naczepami (SCP).

Formuły do wyznaczenia potencjałów ruchotwórczych oraz więźb ruchu samochodów ciężarowych opracowano na podstawie [4]. Przyjęte w modelu parametry i zmienne objaśniające do wyznaczenia potencjałów ruchotwórczych zamieszczono w Tabela 2.8.

Tabela 2.8 Formuły do wyznaczenia potencjałów wytwarzających (produkcji) i absorbujących (produkcji) dla rejonów komunikacyjnych w ruchu ciężarowym

Typ pojazdu	Parametr a	Zmienna objaśniająca X	R ²
Lekkie samochody ciężarowe (SD)	0,0078	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,98
Samochody ciężarowe bez przyczep (SC)	0,0020	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,75
Samochody ciężarowe z przyczepami i ciągniki siodłowe z naczepami (SCP)	0,0018	MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	0,92

Źródło: opracowanie własne

Do wyznaczenia wewnętrznych więźb ruchu ciężarowego przyjęto model grawitacyjny oraz funkcje oporu przestrzeni analogiczne jak w p. 2.3. Parametry funkcji oporu przestrzeni zamieszczono w Tabeli 2.9

Tabela 2.9 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dlajazd samochodów ciężarowych

Typ pojazdu	a	b	c	R2
Lekkie samochody ciężarowe (SD)	0,021	1,949	-0,195	0,96
Samochody ciężarowe bez przyczep (SC)	0,021	1,862	-0,178	0,94
Samochody ciężarowe z przyczepami i ciągniki siodłowe z naczepami (SCP)	0,015	2,093	-0,198	0,92

Źródło: opracowanie własne

2.6. Ruch zewnętrzny

Ruch zewnętrzny w stosunku do analizowanego obszaru stanowią:

- ruch docelowy,
- ruch źródłowy,
- ruch tranzytowy.

Więźby ruchu zewnętrznego zostały obliczone na podstawie wykonanych kordonowych pomiarów ruchu. Więźby ruchu tranzytowego uzyskano poprzez porównywanie numerów tablic rejestracyjnych na wlotach i wylotach z obszaru analizy. Pozostały ruch (źródłowy i docelowy) został rozłożony na rejony komunikacyjne wewnętrzne proporcjonalnie do ich liczby mieszkańców oraz odległości od wlotu zewnętrznego.

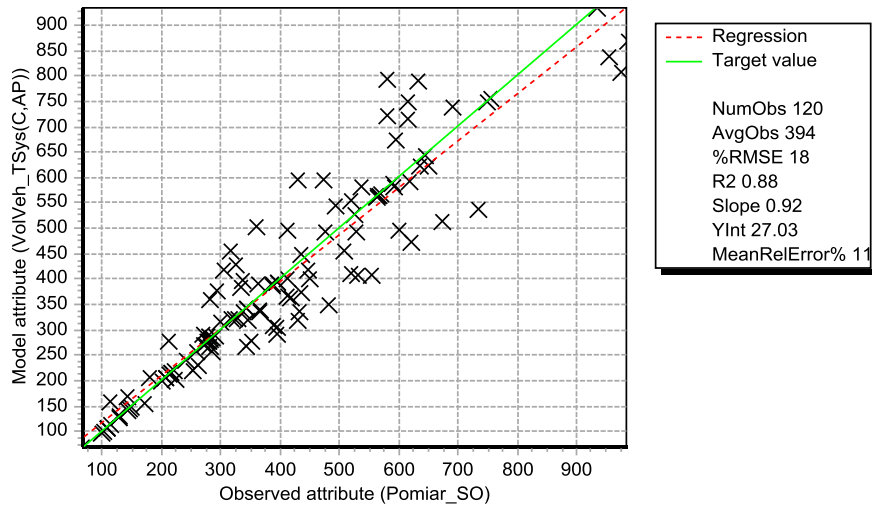
2.7. Kalibracja modelu

Pomimo zastosowania starannej i dokładnej parametryzacji sieci transportowej (łącznie ponad 20 kategorii odcinków w modelu), w niektórych przypadkach konieczna była miejscowa weryfikacja parametrów. Dzięki niej możliwe było odzwierciedlenie faktycznej atrakcyjności odcinków nietypowych (np. połączenia lokalne w miastach), a także dostępności przestrzennej środków transportu miejskich (np. na osiedlach miejskich czy w obrębie linii kolejowych). Wprowadzone zmiany obejmowały m. in.:

- korektę przyjętych przepustowości i prędkości w ruchu swobodnym na pojedynczych odcinkach,
- zróżnicowanie prędkości na liniach kolejowych, wynikające z różnych ograniczeń (geometria linii w planie i profilu, stan techniczny, mijanki); przy kalibracji zmniejszono prędkość handlową do 25 km/h na krótkich odcinkach w sieci: Rybnik – Włodzisław Śląski oraz Rybnik – Żory,
- wprowadzenie dodatkowych połączeń pieszych na osiedlach w Rybniku i Jastrzębiu-Zdroju (zwiększona dostępność sieci transportu zbiorowego (dodatkowe skróty i dojścia piesze na przystanki autobusowe),
- weryfikacja faktycznej atrakcyjności linii kolejowej w analizowanym obszarze oraz zwiększenie dostępności przystanków kolejowych na linii Katowice – Rybnik – Racibórz (gdzie obszar oddziaływania kolei jest znacznie większy niż np. na linii Rybnik – Włodzisław Śląski)

Dzięki drobnym zabiegom poprawiającym jakość sieci transportowej uzyskano wysoką zgodność modelu z pomiarami dla wszystkich systemów transportowych. W każdym przypadku współczynnik determinacji jest większy od 0,85.

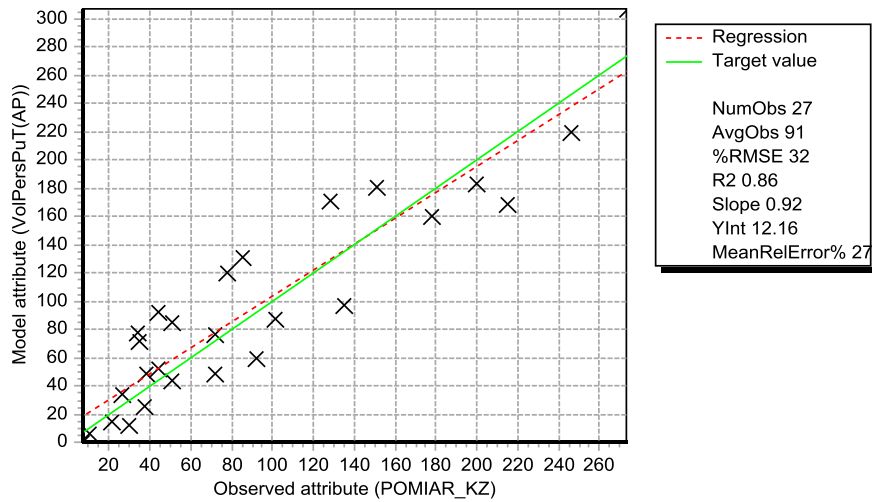
Assignment analysis, Network: RYBNIK 2015



Rysunek 2.12 Wyniki kalibracji modelu dla samochodów osobowych

Źródło: opracowanie własne

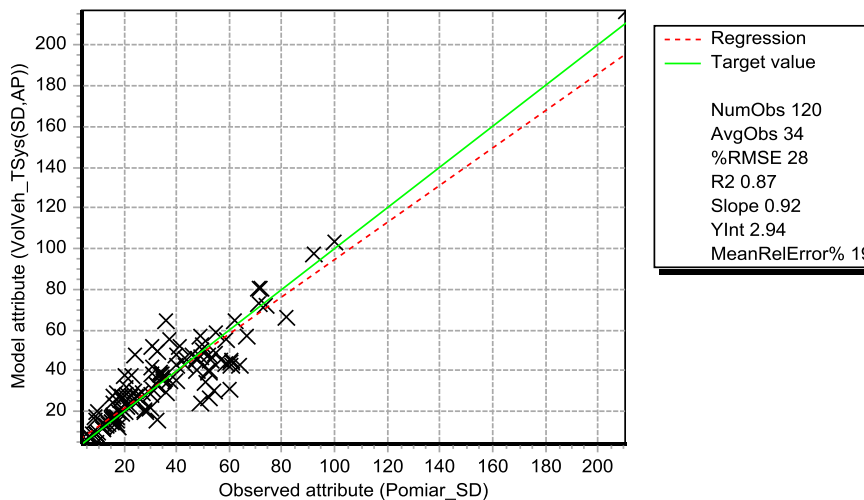
Assignment analysis, Network: RYBNIK 2015



Rysunek 2.13 Wyniki kalibracji modelu dla transportu zbiorowego

Źródło: opracowanie własne

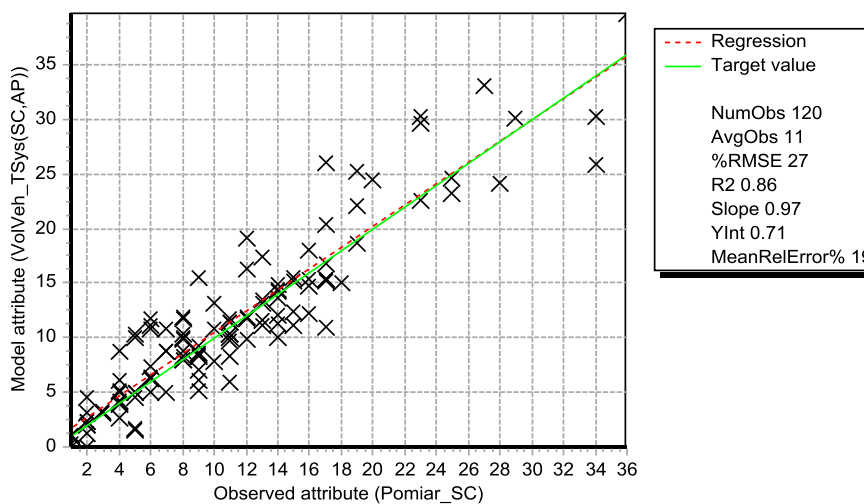
Assignment analysis, Network: RYBNIK 2015



Rysunek 2.14 Wyniki kalibracji modelu dla lekkich samochodów ciężarowych

Źródło: opracowanie własne

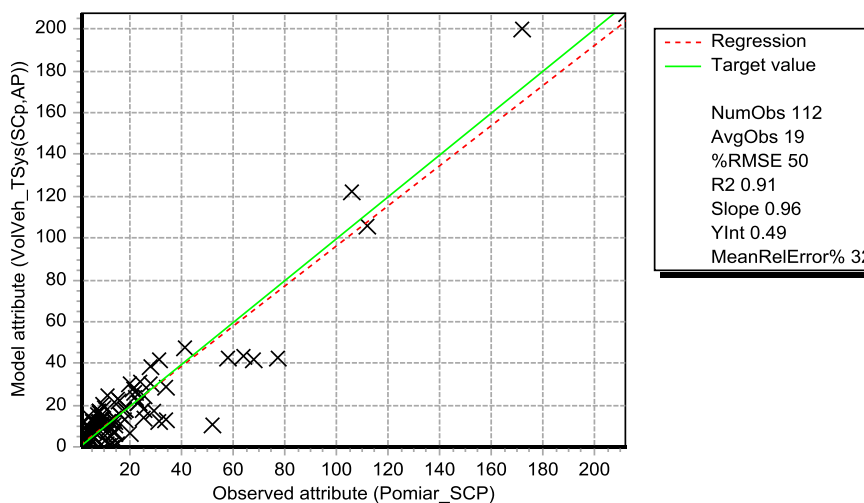
Assignment analysis, Network: RYBNIK 2015



Rysunek 2.15 Wyniki kalibracji modelu dla samochodów ciężarowych bez przyczep

Źródło: opracowanie własne

Assignment analysis, Network: RYBNIK 2015



Rysunek 2.16 Wyniki kalibracji modelu dla samochodów ciężarowych z przyczepami i ciągników siodłowych z naczepami

Źródło: opracowanie własne

3. Prognozy ruchu

Prognozy ruchu drogowego zostały wykonane dwoma metodami dla:

- podróży wewnętrznych,
- podróży zewnętrznych.

W przypadku podróży wewnętrznych wykonano prognozę zmiennych objaśniających dla rejonów komunikacyjnych. Podstawą do określenia liczby mieszkańców w okresach prognostycznych była „Prognoza ludności na lata 2014 – 2050” wykonana przez GUS [6]. Liczbę miejsc pracy prognozowano na podstawie [7]. Dodatkowo założono wzrost ruchliwości w kolejnych latach. Przyjęte wskaźniki wzrostu lub spadku wartości zmiennych objaśniających oraz ruchliwości przedstawiono w Tabeli 3.1.

Tabela 3.1 Prognoza zmiany wartości zmiennych objaśniających i ruchliwości

Horyzont	LUDNOŚĆ		MIEJSCA PRACY OGÓŁEM	MIEJSCA W SZKOŁACH	RUCHLIWOŚĆ
	Miasta	Wsie			
2015	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2020	0,970	1,008	1,030	1,000	1,048
2025	0,940	1,012	1,050	1,000	1,075
2030	0,910	1,011	1,060	1,000	1,094

Źródło: opracowanie własne

Dla prognostycznych wartości zmiennych objaśniających obliczono potencjały ruchotwórcze oraz więźby ruchu wewnętrzne.

W przypadku ruchu zewnętrznego zastosowano metodę bazującą na wskaźnikach wzrostu PKB [9]. Dla każdego rejonu zewnętrznego obliczono wskaźniki wzrostu ruchu dla poszczególnych horyzontów czasowych uwzględniając klasę funkcjonalną drogi (krajowa, wojewódzka, powiatowa), której odpowiada dany rejon. Zastosowano odpowiednie współczynniki elastyczności dla dróg wojewódzkich i powiatowych zalecane w [5]. Następnie wskaźniki wzrostu zostały wykorzystane do obliczenia prognostycznych więźb ruchu za pomocą metody Fratara [3].

Prognozy ruchu wykonano dla trzech horyzontów czasowych (2020, 2025 i 2030) oraz dwóch wariantów W0 i W1.

Tabela 3.2 Charakterystyka wariantów

W0	2015	2020	2025	2030
Droga Regionalna Pszczyzna-Racibórz	x	x	x	x
Droga Śródmiejska	x	x	x	x
Droga Główna Południowa	x	✓	✓	✓

W1	2015	2020	2025	2030
Droga Regionalna Pszczyzna-Racibórz	x	✓	✓	✓
Droga Śródmiejska	x	✓	✓	✓
Droga Główna Południowa	x	✓	✓	✓

Bibliografia

- [1] Bank Danych Lokalnych GUS (www.stat.gov.pl).
- [2] Cascetta E.: *Transportation Systems Engineering: Theory and Methods*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2001.
- [3] Garber N.: „*Traffic and Highway Engineering*”, Third Edition, University of Virginia, Thomson Learning, Pacific Groove, 2002.
- [4] Kulpa, T., *Modelowanie potencjałów ruchotwórczych w drogowym transporcie ładunków w skali regionu*, Rozprawa doktorska, Politechnika Krakowska, 2013.
- [5] Niebieska księga. *Infrastruktura drogowa*, JASPERS, 2008.
- [6] *Prognoza ludności na lata 2014 – 2050*, Główny Urząd Statystyczny, 2014.
- [7] *Prognoza zatrudnienia w województwie śląskim do 2020 roku*, Wojewódzki Urząd Pracy w Katowicach, 2014.
- [8] *Wyniki Generalnego Pomiaru Ruchu 2010 na drogach krajowych i wojewódzkich* (www.gddkia.gov.pl).
- [9] *Założenia do prognoz ruchu: Załączniki Nr 1, 2 i 3 do Pisma przewodniego z dnia 15.03.2007 r.*, GDDKiA zaktualizowane w roku 2012 (www.gddkia.gov.pl).

Spis rysunków

Rysunek 1.1 Podział na rejony komunikacyjne w modelu Aglomeracji Rybnickiej.....	4
Rysunek 1.2 Sieć transportowa w modelu transportowym Aglomeracji Rybnickiej.....	5
Rysunek 1.3 Klasyfikacja sieci transportowej w centrum Rybnika.....	6
Rysunek 1.4 Przystanki i stacje komunikacji zbiorowej, zakodowane w modelu.....	8
Rysunek 1.5 Odcinki sieci z liniami komunikacji zbiorowej, zakodowane w modelu.....	9
Rysunek 1.6 Przykładowy profil linii autobusowej dla nr 107 w Jastrzębiu-Zdroju.....	10
Rysunek 1.7 Przykładowe rozkłady jazdy dla linii autobusowej nr 107 w Jastrzębiu-Zdroju.....	11
Rysunek 1.8 Przykładowy profil przyjazdów i odjazdów dla przystanku w Jastrzębiu-Zdroju.....	12
Rysunek 2.1 Struktura więźby ruchu dla obszaru analizy	16
Rysunek 2.2 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-praca-dom	16
Rysunek 2.3 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-nauka-dom	17
Rysunek 2.4 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-inne-dom	17
Rysunek 2.5 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnątrzmiastowych dla grupy motywacji niezwiązane z domem.....	17
Rysunek 2.6 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-praca-dom	18
Rysunek 2.7 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-nauka-dom	19
Rysunek 2.8 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzmiastowych dla grupy motywacji dom-inne-dom	19
Rysunek 2.9 Dopasowanie funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnątrzmiastowych dla grupy motywacji niezwiązane z domem.....	19
Rysunek 2.10 Godziny rozpoczęcia podróży w poszczególnych motywacjach	20
Rysunek 2.11 Udział transportu indywidualnego w zależności od ilorazu czasu podróży	21
Rysunek 2.12 Wyniki kalibracji modelu dla samochodów osobowych	23
Rysunek 2.13 Wyniki kalibracji modelu dla transportu zbiorowego	23
Rysunek 2.14 Wyniki kalibracji modelu dla lekkich samochodów ciężarowych	24
Rysunek 2.15 Wyniki kalibracji modelu dla samochodów ciężarowych bez przyczep.....	24
Rysunek 2.16 Wyniki kalibracji modelu dla samochodów ciężarowych z przyczepami i ciągników siodłowych z naczepami	24

Spis tabel

Tabela 1.1 Klasyfikacja sieci transportowej wraz z parametrami w modelu.	6
Tabela 1.2 Formuła obliczania czasu podróży w podróżach komunikacją zbiorową.	12
Tabela 2.1 Formuły do wyznaczenia potencjałów wytwarzających (produkcji) dla rejonów komunikacyjnych.....	14
Tabela 2.2 Formuły do wyznaczenia potencjałów absorbującego (atrakcji) dla rejonów komunikacyjnych.....	14
Tabela 2.3 Współczynniki przeliczeniowe dla potencjałów ruchotwórczych.....	15
Tabela 2.4 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla podróży wewnętrznych	16
Tabela 2.5 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla podróży zewnętrznych.....	18
Tabela 2.6 Podział zadań przewozowych w podróżach wewnętrznych i zewnętrznych.....	20
Tabela 2.7 Parametry funkcji podziały zadań przewozowych.....	21
Tabela 2.8 Formuły do wyznaczenia potencjałów wytwarzających (produkcji) i absorbujących (produkcji) dla rejonów komunikacyjnych w ruchu ciężarowym	21
Tabela 2.9 Współczynniki funkcji oporu przestrzeni dla jazd samochodów ciężarowych	22
Tabela 3.1 Prognoza zmiany wartości zmiennych objaśniających i ruchliwości	25
Tabela 3.2 Charakterystyka wariantów	25