

Raport z wykonania Etapu IV KBR 2016

Kompleksowe Badanie Ruchu w Szczecinie 2016



Warszawa 31 października 2016 r.



Zamawiający:

Gmina Miasto Szczecin

Wykonawca:

**WYG International Sp. z o.o.
ul. Bitwy Warszawskiej 1920r. nr 7
02-366 Warszawa**

Zespół autorski:

**Joanna Sarbiewska
Olga Wardencka
Małgorzata Grochalska
Sylwia Szczubelek
Magdalena Cichocka
Piotr Okniński
Marek Swędrak
Marcin Gózdź
Rafał Wojciechowski
Tomasz Dziejczak
Marcin Graff
Łukasz Kubiak**

Spis treści

1	Model ruchu.....	4
1.1	Ogólne założenia modelowe	4
1.1.1	Zakres terytorialny modelu ruchu	4
1.1.2	Podział na rejony komunikacyjne	5
1.1.3	Dane o sieci infrastruktury drogowej i szynowej, oraz o rozkładach komunikacji zbiorowej ..	7
1.2	Model generacji ruchu.....	8
1.2.1	Przypisanie informacji badawczej o przemieszczeniach do rejonów.....	9
1.2.2	Model generacji ruchu wewnątrz Szczecina	10
1.2.3	Model generacji ruchu w strefie metropolitalnej Szczecina, przejazdów pomiędzy strefą i obszarem miasta, oraz ruchów zewnętrznych	13
1.3	Rozkład przestrzenny ruchu.....	14
1.4	Podział zadań przewozowych.....	18
1.4.1	Wydzielenie ruchów pieszych i niepieszych	19
1.4.2	Podział zadań przewozowych dla ruchów niepieszych (przejazdów)	20
1.5	Ruchy związane z transportem towarów	22
1.6	Rozkład ruchu na sieć	23
2	Kalibracja modelu	25
2.1	Kalibracja komunikacji indywidualnej	26
2.2	Kalibracja komunikacji zbiorowej	33
3	Podsumowanie.....	38
	Spis tabel.....	39
	Spis rysunków	40

1 Model ruchu

1.1 Ogólne założenia modelowe

Na podstawie informacji o przejazdach pochodzących z Kompleksowego Badania Ruchu w 2016 roku, oraz porównawczo z 2010 roku, a także innych pozyskanych danych o charakterze statystycznym, zbudowany został model komunikacyjny. Model ten oparto o stosowany na obszarze Szczecina podział rejonowy, wykorzystany m.in. w modelu dla obszaru Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego z 2015r. Podstawowym aspektem budowy nowego modelu była kalibracja informacji o potokach ruchu ze względu na zaktualizowane preferencje mieszkańców, oraz ze względu na pomiary natężeń ruchu na odcinkach i węzłach, wykonane w ramach Kompleksowego Badania Ruchu w 2016 roku.

Model ruchu został wykonany jako klasyczny 4 stopniowy model transportowy, na etapie dystrybucji oparty o model grawitacyjny, uwzględniający przejazdy indywidualne i zbiorowe w ramach zróżnicowanych motywacji i sposobów przemieszczeń, transport towarów, a także przejazdy o charakterze tranzytowym i docelowym spoza obszaru modelowego.

1.1.1 Zakres terytorialny modelu ruchu

Modelem ruchu objęty został obszar definiowany w niniejszym opracowaniu jako SOM, obejmujący miasto Szczecin, a także następujące gminy i obszary otaczające miasto:

- Gmina Dobra
- Gmina i Miasto Goleniów
- Gmina Gryfino
- Gmina Kobylanka
- Gmina Kołbaskowo
- Gmina Police
- Gmina Miasto Stargard Szczeciński
- Gmina Stargard Szczeciński
- Miasto i Gmina Stepnica
- Gmina Miasto Szczecin
- Gmina Stare Czarnowo
- Gmina Nowe Warpno
- Powiat Policki

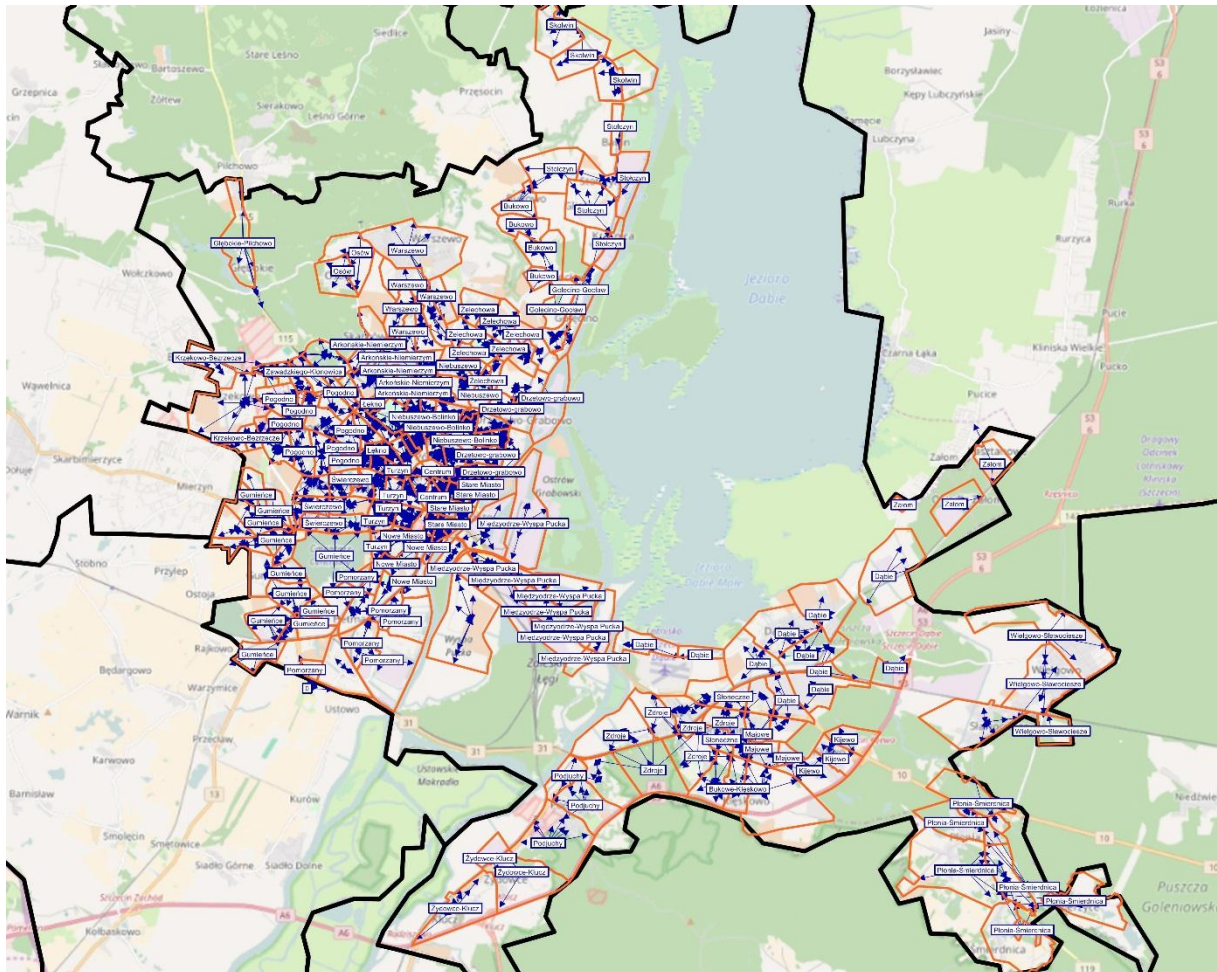
Model ruchu poza przejazdami związanymi bezpośrednio ze Szczecinem i wskazanymi gminami uwzględnia również przejazdy spoza obszaru SOM: o charakterze tranzytowym i docelowym, mogące wpływać bezpośrednio i pośrednio zarówno na ruch komunikacyjny na obszarze Szczecina jak i na odcinki dróg w obszarze SOM.

1.1.2 Podział na rejony komunikacyjne

Jednym z podstawowych elementów modelu komunikacyjnego są informacje statystyczne o obszarach w znajdujących się w obszarze modelu. Zgodnie z punktem 7.3 OPZ w ramach budowy modelu ruchu oparto się o podział rejonowy stosowany we wcześniejszych modelach ruchu (model SOM z 2015 roku), zakładający podział miasta na 255 rejonów komunikacyjnych. Model obejmuje ponadto 45 rejonów komunikacyjnych dla obszarów otaczających miasto Szczecin w obszarze SOM, oraz obszarów stanowiących włączenia do modelu z obszarów na zewnątrz SOM, jako rejony kordonowe na drogach krajowych i wojewódzkich oraz liniach kolejowych (w celu uwzględniania ruchów tranzytowych i docelowych spoza obszaru SOM). Dla obszaru poza miastem 15 rejonów odwzorowuje gminy otaczające Szczecin należące do SOM, kolejne 20 to wloty rejonowe dróg krajowych i wojewódzkich, oraz 10 na liniach kolejowych.

W celu aktualizacji informacji statystycznej o rejonach wykonano aktualizację danych demograficznych o rejonach w obszarze Szczecina na podstawie pozyskanej informacji demograficznej z bazy PESEL. Jednakże ponieważ Wykonawca nie uzyskał od Urzędu Miasta Szczecina innych danych mogących stanowić podstawę aktualizacji danych modelowych (takich jak: liczba miejsc w szkołach, powierzchnia handlowa itp., w podziale rejonowym lub wg adresów), a jedynie wskazanie na możliwość wykorzystania danych zawartych w modelu SOM, dlatego właśnie wykorzystane zostały dane pochodzące z modelu SOM. Należy jednak zaznaczyć, że informacje pochodzące z tego modelu posiadają stosunkowo wysoką aktualność (dla większości informacji rejonowych są to dane z dnia 31.12.2014r.). Dlatego też podstawą budowy nowego modelu była aktualizacja preferencji i zachowań mieszkańców miasta Szczecina i ich kalibracja w oparciu o pomiary ruchu, a nie parametry ilościowe z związane z rejonami.

Rysunek 1. Lokalizacja rejonów komunikacyjnych na terenie miasta Szczecina



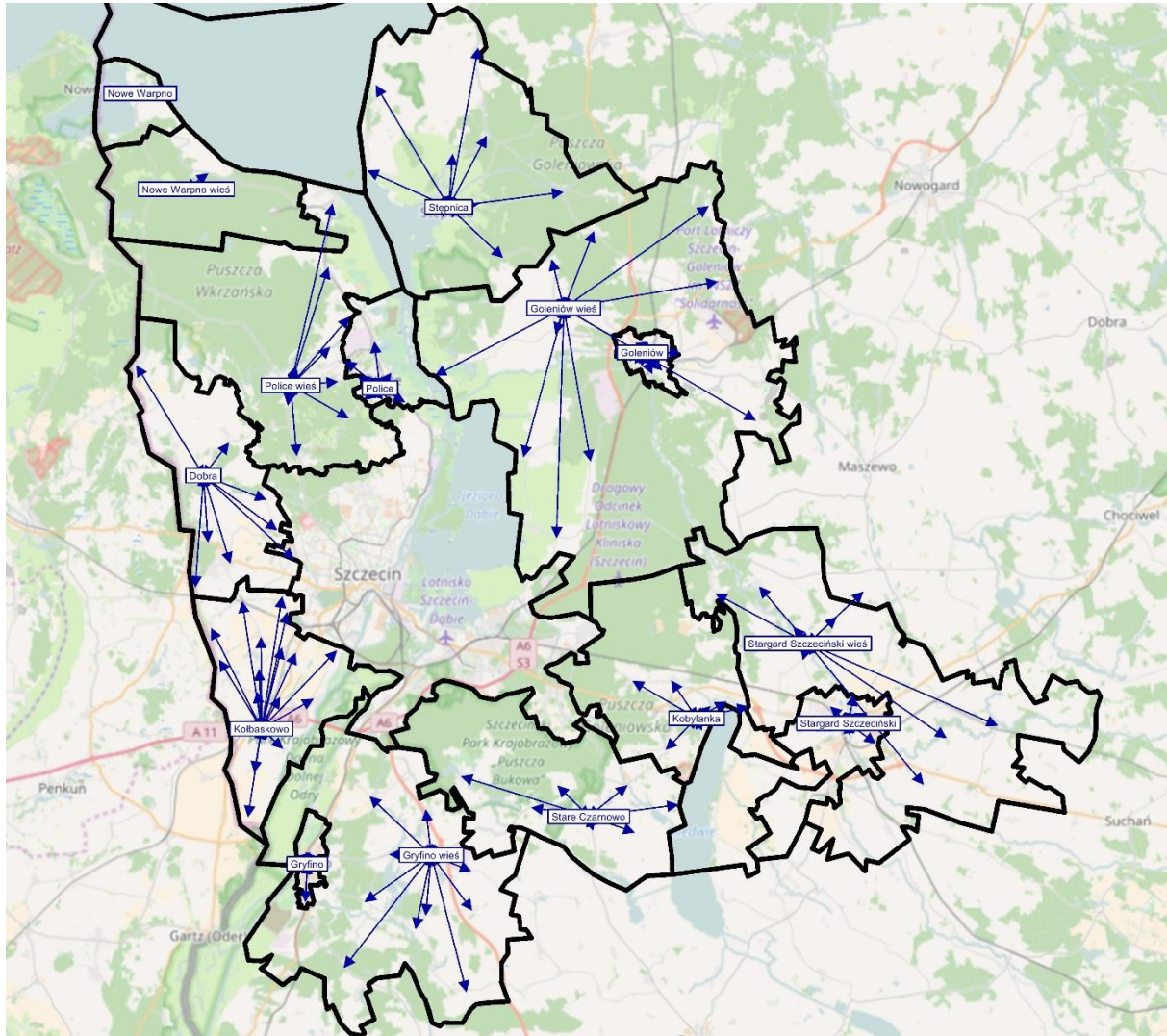
Źródło: Opracowanie własne.

Informacje opisujące zachowania mieszkańców obszaru metropolitalnego poza granicami miasta Szczecina zostały przyjęte bezpośrednio na podstawie opracowania pt. „Wzmacnianie obszaru funkcjonalnego poprzez integrację systemu transportu publicznego na obszarze Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego” opracowanego w 2015 roku. Opracowanie to zbiera informacje o zachowaniach bazując bezpośrednio na danych zebranych dla tego obszaru i skupia się na informacjach związanych z przemieszczaniem mieszkańców obszaru SOM. Informacje obszarowe były weryfikowane jedynie w fazie kalibracji modelu, ze względu na wielkości pomiarowe wskazane w badaniu KBR 2016 dla kordonu określonego na granicach miasta Szczecina.

W przypadku ruchu zewnętrznego (spoza SOM) o w podziale na ruch tranzytowy i docelowy wykorzystano dane z modelu krajowego GDDKiA skalibrowanego do wyników Generalnego Pomiaru Ruchu z roku 2010, a następnie zaktualizowanego wagowo dla informacji pochodzących z Generalnego Pomiaru Ruchu z roku 2015. Ze względu na zakres opracowania oparto się na udziałowym rozkładzie ruchu na ruch docelowe i tranzytowe bazując na przeniesionych do modelu SOM informacjach z modelu GDDKiA, ale wielkości ruchu zostały ilościowo skalibrowane do wielkości z pomiarów GPR 2015 (uzupełnienie ilościowe rozłożone wagowo na przejazdy tranzytowe/docelowe). Model krajowy ruchu

określa potoki ruchu o charakterze ponadlokalnym i stanowi źródło o informacjach przejazdowych zarówno dla ruchu osobowego jak i przejazdach samochodów ciężarowych i dostawczych.

Rysunek 2. Podział strefy metropolitalnej na rejony komunikacyjne



Źródło: Opracowanie własne na podstawie modelu SOM.

1.1.3 Dane o sieci infrastruktury drogowej i szynowej, oraz o rozkładach komunikacji zbiorowej

Jako podstawę budowy modelu ruchu wykorzystano sieć infrastruktury transportowej drogowej i kolejowych pochodzącą z modelu ruchu dla SOM wykonanego w 2015 roku. Zarówno infrastruktura drogowa, jak i szynowa była w wysokim stopniu aktualna i wymagała jedynie niewielkich weryfikacji i zmian ze względu na remonty lub bieżące inwestycje (w szczególności dotyczących możliwego przebiegu SST). Wykorzystana sieć infrastruktury drogowej i szynowej ma charakter uogólniony (np. drogi dwujezdniowe odwzorowane zostały w modelu jako jeden odcinek dwukierunkowy, zawierający

jednak odpowiednie parametry ruchowe, odrębne dla kierunków ruchu), co z jednej strony ogranicza możliwości związane z mikrosymulacjami węzłów, z drugiej jednak strony znacznie ułatwia analizowanie i porównywanie potencjalnych inwestycji infrastrukturalnych na etapie koncepcji ich przebiegu, bez szczegółowych rozwiązań węzłowych.

W modelu sieci drogowej każdy odcinek opisany jest w szczególności wskazanymi poniżej parametrami, z uwzględnieniem odrębności parametrów dla obu kierunków ruchu (w tym również jednokierunkowości lub ograniczeń dla wybranych grup użytkowników):

- Klasa drogi lub ulicy;
- Dozwolone środki transportu;
- Liczba pasów ruchu;
- Szacunkowa przepustowość w zależności od klasy ulicy i liczby pasów ruchu;
- Prędkość jazdy w warunkach ruchu swobodnego uwzględniająca straty czasu na skrzyżowaniach.

Poza aktualizacjami sieci transportowej związanymi z bieżącymi remontami i inwestycjami infrastruktury drogowej w stosunku do sieci drogowej w modelu SOM zostały także zweryfikowane parametry przepustowości i prędkości swobodnej na podstawie badania parametrów funkcji oporu ruchu wykonywanych w ramach KBR 2016.

Ponadto na podstawie informacji o komunikacji zbiorowej w Szczecinie i Aglomeracji Szczecińskiej otrzymanych z Zarządu Dróg i Transportu Miejskiego (w przypadku komunikacji miejskiej Szczecina i wybranych linii podmiejskich), oraz informacji o kursowaniu pociągów podmiejskich i aglomeracyjnych z wyszukiwarki internetowej (rozkład-pkp.pl) z przeprowadzono aktualizację rozkładów jazdy, zarówno w zakresie ich przebiegu, jak i częstotliwości kursowania.

W opracowanym modelu wykorzystano przebiegi linii komunikacyjnych na terenie Szczecina, w miarę możliwości aktualizowanych na bazie informacji otrzymanych z Zarządu Dróg i Transportu Miejskiego, a także informacji o przebiegach przekazanych z tego źródła, natomiast dla pozostałych linii podmiejskich w obszarze SOM wykorzystano bezpośrednio dane z modelu SOM.

Aktualizację kolejowej komunikacji zbiorowej przeprowadzono na podstawie informacji pochodzących z internetowej wyszukiwarki połączeń, ze względu na stabilność oferty kolejowej zmiany były bardzo ograniczone i dotyczyły częstotliwości wybranych pociągów.

1.2 Model generacji ruchu

Pierwszy etap 4-stopniowego modelu transportowego odpowiada za generację potencjalnych przemieszczeń w obszarze modelowym. W niniejszym opracowaniu podstawą określenia generacji ruchu były aktywności definiowane parametrami statystycznymi rejonów. Następnie parametry statystyczne na poziomie rejonowym zostały skwantyfikowane w ramach generacji ruchu poprzez odpowiednie wskaźniki tzw. „ruchliwości” (wyznaczanej w ramach badań takich jak KBR) i zależne od motywacji potencjalnych przemieszczeń.

1.2.1 Przepisanie informacji badawczej o przemieszczeniach do rejonów

Ze względu na potrzebę wskazania rejonów źródłowych i celowych przemieszczeń dla potrzeb budowy modelu informację pochodzące z badań ankietowych gospodarstwa domowych i pasażerów komunikacji zbiorowej, zostały poddane dalszym analizom wykraczającym poza typowe podsumowania pomiarowe podsumowujące wskaźniki ruchowe w ramach całego miasta.

Lokalizacje wskazane przez respondentów w trakcie badań ankietowych (gospodarstw domowych oraz komunikacji zbiorowej) określone w odpowiedziach na pytania o źródło i cel podróży wskazywane były niejednokrotnie w sposób orientacyjny.

Wskazane przez respondentów adresy (ulica z numerem) można by uznać za stosunkowo łatwe do lokalizacji w obszarze miasta i określenia rejonu źródłowego lub celowego, jednakże ze względu na znaczącą niejednoznaczność nazw ulic (zapis nazwiska z imieniem, bez niego, ze skrótem imienia, a także tytułami pełnymi, skróconymi lub bez nich itp.) powodowały że algorytm przypisujący nazwy ulic został znacząco rozbudowany. Równocześnie brak jednolitego zestawu punktów adresowych (rozbieżna informacja w bazie PESEL, Centrum Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej) a także istotne braki i błędy w obydwu tych źródłach, spowodowały, że część adresów nie znalazła przypisania, jednakże lokalizacje te zostały poddane dalszej obróbce, wraz z lokalizacjami bez numerów lub z innym wskazaniem lokalizacji.

Ponieważ wiele z odpowiedzi o źródło i cel przemieszczenia w dzienniczkach podróży zawierało informacje nie związane bezpośrednio z adresem uwzględniono również lokalizowanie rejonów wg innych informacji lokalizacyjnych. Wykorzystano w tym wypadku m.in. lokalizację badania (dla motywacji „dom”), lokalizację „podstawowego zajęcia osoby” dla motywacji „praca” itp. Poza tym dla lokalizacji jednoznacznie wskazujących osiedla jako źródła/cele przemieszczeń zostały one zesłownikowane i przypisano im lokalizacje rejonowe.

Szczególnym przypadkiem okazały się tu informacje z badań pasażerów komunikacji zbiorowej, ale również dzienniczki podróży z gospodarstw domowych, które bardzo często wskazywały nazwę przystanku źródłowego i celowego dla przemieszczeń komunikacją zbiorową. Aby określić rejon źródłowy lub celowy przemieszczeń określonych przystankami wykorzystano informacje przekazane przez Zarządu Dróg i Transportu Miejskiego dotyczące lokalizacji słupków przystankowych w obszarze miasta, które zostały zagregowane do grup przystankowych posiadających tą samą nazwę podstawową. Ponieważ przystanki znajdują się zazwyczaj przy głównych drogach, które w modelu są jednocześnie granicami rejonów, określono lokalizację najbliższych rejonów jako oddalonych o 100m od grupy przystankowej. Następnie w celu wytypowania rejonu właściwego dla przemieszczenia sprawdzana była motywacja źródłowa, lub celowa tego przemieszczenia. Dla przemieszczeń posiadających określoną motywację sprawdzane były informacje statystyczne o rejonach, np. dla przemieszczeń w motywacji „szkoła” sprawdzane było ile miejsc w szkołach posiadają rejonu otaczające przystanek, po czym podróż przyporządkowywana była do rejonu posiadającego największą liczbę miejsc w szkołach (zwykle wyróżniał się tylko jeden rejon). Analogicznie traktowane były pozostałe motywacje podróży: dla podróży do centrów handlowych wyszukiwano lokalizację z największą powierzchnią handlową, dla przejazdów do pracy, lub przejazdów służbowych – rejonu z największą liczbą miejsc pracy itd.

Analogiczną metodę jak w przypadku lokalizowania źródeł/celów podróży z/do przystanków wykorzystano także dla wskazań ulic, przy których nie określono numeru adresowego. Lokalizacja ulicy

porównywana była z otaczającymi rejonami, po czym określany był najbardziej prawdopodobny rejon ze względu na motywację przejazdu.

Opisana powyżej metoda lokalizowania przejazdów nie posiadających dokładnie wskazanego adresu pozwoliła na zidentyfikowanie łącznie ponad 85% źródeł lub celów podróży. Podróże dla których wyznaczono jednocześnie rejon źródłowy i celowy to ok 70% przemieszczeń wskazanych w dziennikach podróży (na ponad 10 tys. podróży ogółem, stanowiących podstawę określania generacji i dystrybucji ruchu w motywacjach), tak wysokie określenie obszarów źródłowo-celowych pozwala na stosunkowo szczegółową analizę więzby ruchu w motywacjach na poziomie relacji międzyrejonowych i z uwzględnieniem wag związanych z rejonami.

Należy przy tym zaznaczyć, że lokalizowanie podróży na bazie ograniczonej informacji o przejeździe wymagało by określenia bardziej rozbudowanego mechanizmu rozbijającego podróże po rejonach znajdujących się w rejonie prawdopodobnego źródła lub celu, co pozwoliło by na dalsze analizy korelacji powiązań międzyrejonowych z ich dokładnymi charakterystykami, a także weryfikację mechanizmów przyjętych w modelu SOM z roku 2016 na podstawie badań z roku 2016. Jednakże bardzo ograniczony czas na analizę danych pochodzących z badań wymusił wykonanie algorytmu w sposób uproszczony – pod kątem ogólnego określania charakterystyk ruchowych, takich jak ruchliwość w motywacjach, celem weryfikacji wyłącznie parametrów modelowych, w odróżnieniu od założeń modelowych. Równocześnie zaznaczyć należy, że model komunikacyjny SOM w stosunkowo dobrym stopniu odwzorowuje wielkości potoków ruchu (bazując na pomiarach w ramach KBR 2016), co świadczy o dobrym odwzorowaniu mechanizmów związanych z modelowaniem ruchu (po aktualizacji parametrów modelowych).

1.2.2 Model generacji ruchu wewnątrz Szczecina

Dobowe wielkości przejazdów mieszkańców wewnątrz Szczecina zostały określone na podstawie badania ankietowego gospodarstw domowych w ramach badania KBR 2016 i skorygowane do liczby podróży rozpoczynanych i kończonych w domu.

Ogólna ruchliwość mieszkańców na podstawie badania ankietowego wyniosła 1,90 podróży na mieszkańca w ciągu doby, przy czym było to ok. 1,35 podróży niepieszych. Dodatkowo ze względu na wagi demograficzne rejonów uwzględniono także ruchliwość w grupach wiekowych dla wieku produkcyjnego i pozostałych, najistotniejsza część podróżujących czyli osoby w wieku produkcyjnym (18-64 lata dla mężczyzn i 18-59 lata dla kobiet) posiadała ruchliwość na poziomie wynoszącym ok 2,11 podróży na dobę, z czego ok. 1,71 to podróże niepiesze.

Należy podkreślić, że wielkość ruchliwości ogólnej z badania KBR 2016 (1,898 podróży na dobę) jest istotnie większa niż obliczona w badaniu KBR z 2010 roku (1,246 podróży na dobę), jak i ruchliwości ogólnej przyjętej w modelu SOM z 2015 roku (1,347 podróży na dobę). Znaczny wzrost ruchliwości może być związany m.in. z notowaniem większej ilości przemieszczeń krótkich, których znaczenie w modelu jest ograniczone (przemieszczenia te są w znacznej części piesze i w ramach jednego rejonu, jako takie nie są odwzorowywane w ramach obciążenia sieci ruchem).

Należy ponadto zwrócić uwagę, że w badaniu KBR 2016 ze względu na okres badania określony przez Zamawiającego (wrzesień) w stosunkowo ograniczonym stopniu notowano podróże studenckie,

które w mogą podnosić wielkości ruchliwość i co za tym idzie potoków ruchu w niektórych obszarach miasta. Udział wielkości podróży do i z uczelni okazał się znacząco niższy, niż w ramach badania KBR 2010 (zwłaszcza biorąc pod uwagę znaczny wzrost ogólnej ruchliwości mieszkańców), jednakże wymóg kalibracji modelu na podstawie pomiarów ruchu wykonywanych w ramach KBR 2016 również we wrześniu spowodował zastosowanie parametrów ruchu (w szczególności ruchliwości w motywacjach takich jak szkoła i wyższe uczelnie) pochodzących bezpośrednio z KBR 2016. Docelowo, że dla potrzeb prognozowania ruchu w okresie październik-maj parametry związane z wielkością ruchu związanego z uczelniami powinny zostać podniesione i skalibrowane względem natężeń ruchu na odcinkach drogowych i w komunikacji zbiorowej, znajdujących się w pobliżu uczelni oraz akademików.

W ramach badania ankietowego gospodarstw domowych w ramach KBR 2016 uwzględniono następujące motywacje przemieszczeń:

- dom (dojazd z/do domu)
- praca (dojazd do/z miejsca pracy)
- centrum handlowe, hipermarket, galeria handlowa
- mniejsze obiekty: zakupy, usługi, urzędy (sklep, poczta, fryzjer, przychodnia itp.)
- szkoła
- uczelnia wyższa
- wypoczynek, rozrywka, rekreacja, sport
- podwożenie/odprowadzanie innych osób
- wizyta, odwiedziny (znajomi, rodzina)
- załatwianie spraw służbowych w ramach wykonywanej pracy (ale nie dojazd do/z miejsca pracy)
- inne

Jednakże z względu na spójność i porównywalność budowanego modelu z modelami wcześniejszymi (w szczególności z modelem SOM z 2015 roku) zdecydowano się na agregację kilku kategorii przemieszczeń w ramach następujących motywacji przemieszczeń:

- dom – praca
- dom – szkoła
- dom – wyższe uczelnie
- praca – dom
- szkoła – dom
- wyższe uczelnie – dom
- inne – dom
- podróże niezwiązane z domem

Jako podstawę wyliczenia generacji ruchu przyjęto ruchliwość we wskazanych motywacjach przemieszczeń. Ze względu na bardzo dużą liczbę kombinacji motywacji (w ankietach 11 motywacji źródłowych * 11 motywacji celowych, z czego stwierdzono 110 różnych kombinacji motywacji dla których wskazane zostały podróże) przeprowadzono agregację do wskazanych powyżej motywacji uwzględnianych w modelu (m.in. aż 78 kategorii określono jako „nie związane z domem”).

1.2.2.1 Ruchliwość mieszkańców w podziale motywacyjnym

Poniższa tabela zawiera podsumowanie ruchliwości modelowych wyliczonych w ramach KBR 2010, KBR 2016, oraz modeli dla SOM i nowego modelu ruchu dla Szczecina. Wybrane wskaźniki ruchliwości mające istotne znaczenie dla wielkości potoków ruchu, takie jak ilość przejazdów do pracy i szkoły, zostały dodatkowo skalibrowane wagowo po ilościowym udziale udziału wieku produkcyjnego w ogóle populacji.

Tabela 1. Wskaźnik ruchliwości mieszkańców na dobę w kategoriach motywacyjnych przemieszczeń uwzględnionych w Modelu ruchu

Motywacja:	Ruchliwość ogólna wg:			
	KBR 2010	SOM 2015	KBR 2016	Model 2016
Dom-praca	0,278	0,278	0,371	0,371
Dom-szkoła	0,033	0,033	0,09	0,09
Dom-wyższe uczelnie	0,051	0,051	0,045	0,045
Dom-inne	0,266	0,266	0,343	0,343
Praca-dom	0,225	0,25	0,315	0,315
Szkoła-dom	0,029	0,032	0,077	0,079
Wyższe uczelnie-dom	0,044	0,043	0,038	0,034
Inne-dom	0,23	0,303	0,386	0,389
Nie związane z domem	0,091	0,091	0,234	0,234
Ruchliwość łączna	1,247	1,347	1,898	1,9

Źródło: Opracowanie własne, wybrane dane na podstawie modelu SOM i KBR 2010.

Jako podstawę obliczeń ruchu generowanego w rejonach i absorbowanego przez rejony przyjęto charakterystyki statystyczne rejonów oraz ich korelację z wielkościami ruchów określonymi na podstawie badania ankietowego gospodarstw domowych, oraz sum rejonowych podróży w różnych motywacjach, jakie udało się określić na podstawie tego badania (identyfikacja rejonów źródłowych i celowych w motywacjach na poziomie ok. 85% wszystkich przemieszczeń wskazanych w dzienniczkach podróży – jak opisano w rozdziale 1.2.1).

Ze względu na potrzebę zachowania analogii do modelu SOM m.in. ze względu na uwzględnienie charakterystyk modelowych poza obszarem miasta Szczecina (założenie zawarte w OPZ) uwzględnione zostały zmienne objaśniające w agregacji rejonowej, analogiczne jak w modelu SOM:

- ogólna liczba mieszkańców
- liczba miejsc pracy
- liczba uczniów (miejsc) w szkołach
- liczba studentów
- powierzchnia handlowa

Na podstawie powyższych danych z uwzględnieniem informacji i wskaźników pochodzących z badania KBR 2016 opracowane zostały wielkości generacji i absorpcji ruchu w rejonach dla poszczególnych motywacji, na podstawie wzorów zawartych w poniższej tabeli.

Tabela 2. Wskaźnik ruchliwości mieszkańców na dobę w kategoriach motywacyjnych przemieszczeń uwzględnionych w Modelu ruchu

Motywacja podróży	Ruch generowany - P	Ruch absorbowany - A
Dom-praca	$0,371 * Mi$	Zi
Dom-szkoła	$0,09 * Mi$	Si
Dom-wyższe uczelnie	$0,045 * Mi$	Ui
Dom-inne	$0,343 * Mi$	$ZUi + Phi * 0,02$
Praca-dom	Zi	$0,315 * Mi$
Szkoła-dom	Si	$0,079 * Mi$
Wyższe uczelnie-dom	Ui	$0,034 * Mi$
Inne-dom	$ZUi + Phi * 0,02$	$0,389 * Mi$
Niezwiązane z domem	$0,33872 * (1,049 * Zi + 0,058 * Ui + 0,079 * Si)$	$ZUi + Phi * 0,02$

Gdzie:

- Mi – liczba mieszkańców w rejonie „i”;
- Zi – liczba zatrudnionych w rejonie „i”
- ZUi – liczba zatrudnionych w usługach w rejonie „i”
- Si – liczba miejsc w szkołach w rejonie „i”
- Ui – liczba studentów na uczelniach w rejonie „i”
- Phi – powierzchnia handlowa w rejonie „i”

Źródło: Opracowanie własne.

Na podstawie wskazanych wzorów obliczona została dobową generacja ruchu dla rejonów dla każdej z kategorii motywacyjnych podróży.

Informacja o dobowej generacji podróży dla rejonów stanowiła jednocześnie podstawę do budowy macierzy przemieszczeń międzyrejonowych (więźba ruchu) w ujęciu dobowym, która z kolei posłużyła do określania ruchu miejskiego w ujęciu godzin szczytu porannego i popołudniowego. Ze względu na określanie udziałów ruchu w szczytach komunikacyjnych na podstawie wyników kolejnego etapu modelowania (dystrybucji ruchu) nie była określana generacja ruchu w godzinach szczytu.

1.2.3 Model generacji ruchu w strefie metropolitalnej Szczecina, przejazdów pomiędzy strefą i obszarem miasta, oraz ruchów zewnętrznych

Zgodnie z zapisami OPZ, oraz ze względu na ograniczone informacje o strefie metropolitalnej Szczecina, a także brak badań ankietowych przeprowadzanych na tym terenie, zdecydowano się wykorzystać parametry rejonów i wskaźniki modelowania związane z generacją ruchu rejonowego z modelu SOM z 2015 roku.

Informacje o generacji ruchu pochodzące z modelu SOM zostały zweryfikowane na podstawie badań ankietowych gospodarstw domowych w obszarze Szczecina, gdzie określone zostały przejazdy rozpoczynające się na terenie miasta, a kończące poza nim (co pozwoliło również wnioskować a przejazdach w przeciwną stronę), a także na podstawie badań ankietowych pasażerów komunikacji zbiorowej przekraczających granicę miasta.

Ponadto informacje o generacji ruchu zewnętrznego (poza obszarem miasta Szczecina) zostały także zweryfikowane na ostatnim etapie modelowania tzn. po obciążeniu sieci ruchem i porównaniu wartości pomiarów na granicach miasta z modelowanymi potokami ruchu. Ten etap kalibracji parametrów modelowych stanowił bardzo istotny element budowy modelu dla SOM, dlatego też zdecydowano się wykorzystać skalibrowane modelowo parametry m.in. ruchliwości mieszkańców i inne związane z podróżami spoza obszaru Szczecina.

Ruch tranzytowy, oraz podróże zewnętrzne źródłowo-docelowe względem Szczecina, oraz obszaru metropolitalnego został oparty o model krajowy GDDKiA skalibrowany do wyników Generalnego Pomiaru Ruchu z roku 2010 (analogicznie jak w modelu SOM), a dla potrzeb niniejszego opracowania zaktualizowany dodatkowo o informacje z Generalnego Pomiaru Ruchu z roku 2015. Ze względu na zakres opracowania oparto się na udziałowym rozkładzie ruchu na ruchu docelowe i tranzytowe bazując na przeniesionych do modelu SOM informacjach z modelu GDDKiA, ale wielkości ruchu zostały ilościowo skalibrowane do wielkości z pomiarów GPR 2015 (uzupełnienie ilościowe rozłożone wagowo na przejazdy tranzytowe/docelowe). Model krajowy ruchu określa potoki ruchu o charakterze ponadlokalnym i stanowi źródło o informacjach przejazdowych zarówno dla ruchu osobowego jak i przejazdach samochodów ciężarowych i dostawczych. Równocześnie należy zaznaczyć, że ze względu na zakres i szczegółowość opracowania Model krajowy ruchu posłużył jako informacja bazowa, a kalibracja ruchu na drogach wlotowych do Szczecina została przeprowadzona w pierwszej kolejności w oparciu o pomiary ruchu wykonane w ramach KBR 2016.

1.3 Rozkład przestrzenny ruchu

W celu powiązania potencjalnych źródeł i celów przemieszczeń określonych na etapie generacji ruchu w modelach transportowych stosuje się rozkład przestrzenny podróży. Ten etap modelowania określa tzw. „koszt uogólniony podróży” opisujący możliwości powiązań i penetracji przestrzeni w ramach zaspokajania potrzeb związanych z przemieszczeniami (oparty zwykle o czas przejazdu jako parametr najlepiej skorelowany z rzeczywistymi zachowaniami mieszkańców), który wraz z informacją o potencjałach rejonowych i wewnętrznej „konkurencji” między nimi określa wielkości przejazdów międzyrejonowych w postaci macierzy podróży.

Rozkład przestrzenny ruchu (określany również jako budowa więźby ruchu lub macierzy przemieszczeń) został w modelu ruchu dla Szczecina oparty o model grawitacyjny z odpowiednią funkcją oporu przestrzeni skalibrowaną dla poszczególnych grup podróży i motywacji podróży. Funkcja ta opisana jest wzorem:

$$T_{ij} = \frac{P_i \times A_j \times F_{ij}}{\sum_{j=1}^n A_j \times F_{ij}}$$

Gdzie:

T_{ij} – liczba podróży z rejonu i do j;

P_i – ruch wyjazdowy w rejonie źródłowy i;

A_j – ruch dojazdowy do rejonu docelowego j;

F_{ij} – opór przestrzeni dla relacji pomiędzy rejonami i oraz j.

Ponadto dla każdej z relacji źródłowo celowych określona została także funkcja oporu przestrzeni, którą w modelu dla Szczecina uzależniono bezpośrednio od czasu przejazdu/przemieszczenia, zgodnie ze wzorem:

$$F_{ij} = e^{(c \cdot L_{ij})}$$

Gdzie:

F_{ij} – opór przestrzeni dla relacji pomiędzy rejonami i oraz j;

L_{ij} – najkrótszy czas (najszybsza ścieżka podróży) potrzebny na przemieszczenie pomiędzy rejonami i oraz j;

c – parametr modelowy funkcji oporu określany w ramach kalibracji modelu.

W ramach budowy modelu ruchu dla Szczecina wykorzystane zostały macierze przejazdów określone na bazie informacji ankietowej dla określonych motywacji ruchu (patrz rozdział 1.2.1), wraz informacją modelową określającą czasy przejazdów pomiędzy parami rejonów. Na tej podstawie wykonano automatyczną kalibrację funkcji oporu dla poszczególnych motywacji, która następnie była weryfikowana ręcznie pod kątem uzyskania maksymalnej zbieżności wyników zarówno w ramach histogramów odległościowych przemieszczeń wg kategorii motywacyjnych, jak i finalnych obciążeń sieci ruchem kalibrowanych na podstawie pomiarów ruchu w ramach KBR 2016.

Na podstawie badań KBR 2016 testowano także funkcje oporu przestrzeni określone i skalibrowane w ramach modelu dla SOM, odrębnie dla podróży wewnętrznych, a także na ograniczonej próbie dla podróży mieszkańców Szczecina z i do strefy metropolitalnej (podróże pomiędzy strefą metropolitalną nie były weryfikowane ze względu na brak innych danych niż wykorzystane w modelu SOM). Porównanie danych zebranych w ramach KBR 2016, w szczególności macierzy przemieszczeń w ramach różnych motywacji dla których udało się określić zarówno rejon źródłowy jaki celowy, wykazały stosunkowo wysoką zbieżność funkcji oporu przestrzeni z modelu SOM, przy założeniu weryfikacji innych parametrów mających istotny wpływ na modelowanie ruchu (takich jak ruchliwość mieszkańców).

Poniższe tabele zawierają parametry funkcji oporu przestrzeni w zależności od motywacji podróży, przy czym należy zaznaczyć, że ze względu na ograniczoną wielkość próby dla podróży poza

Szczecin parametry funkcji oporu przestrzeni dla podróży pomiędzy strefą metropolitalną i Szczecinem, oraz w obrębie strefy metropolitalnej zostały przyjęte na podstawie modelu SOM (zgodnie z założeniami OPZ projektu).

Tabela 3. Wskaźnik modelowy funkcji oporu przestrzeni podróży wewnątrz miasta Szczecina w różnych motywacjach

Podróże wewnętrzne w ramach miasta Szczecina	
Motywacja	Wielkość parametru "c" funkcji oporu przestrzeni
Dom - Praca - Dom	-0,015
Dom - Szkoła - Dom	-0,23
Dom - Wyższe Uczelnie - Dom	-0,15
Dom - Inne - Dom	-0,08
Inne - Inne	-0,08

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4. Wskaźnik modelowy funkcji oporu przestrzeni podróży pomiędzy obszarem miasta Szczecina a strefą metropolitalną

Podróże pomiędzy obszarem Szczecina a strefą metropolitalną	
Motywacja	Wielkość parametru "c" funkcji oporu przestrzeni
Dom - Praca - Dom	-0,04
Dom - Inne - Dom	-0,04

Źródło: Opracowanie własne, na podstawie modelu SOM.

Tabela 5. Wskaźnik modelowy funkcji oporu przestrzeni podróży w strefie metropolitalnej Szczecina

Podróże po strefie metropolitalnej wokół Szczecina	
Motywacja	Wielkość parametru "c" funkcji oporu przestrzeni
Dom - Praca - Dom	-0,15
Dom - Inne - Dom	-0,15

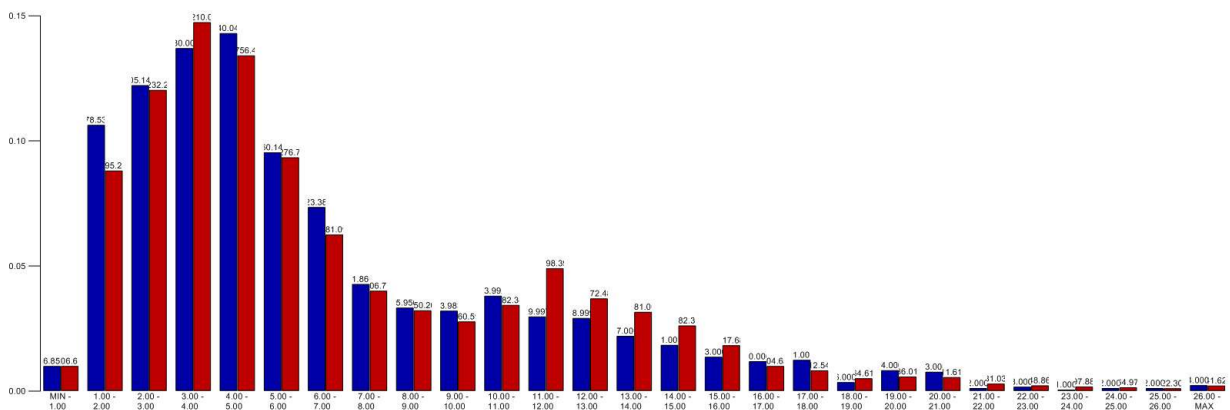
Źródło: Na podstawie modelu SOM.

Poniżej zamieszczono histogramy zawierające porównanie udziału wielkości macierzy (normalizacja po odległościach międzyrejonowych liczonych po sieci drogowej) określonych na podstawie badania ankietowego i wyliczonych w ramach funkcji modelowych opisanych powyżej.

Porównanie dotyczy wszystkich motywacji wewnętrznych podróży pieszych określanych modelowo i wpływających na finalne obciążenie sieci ruchem.

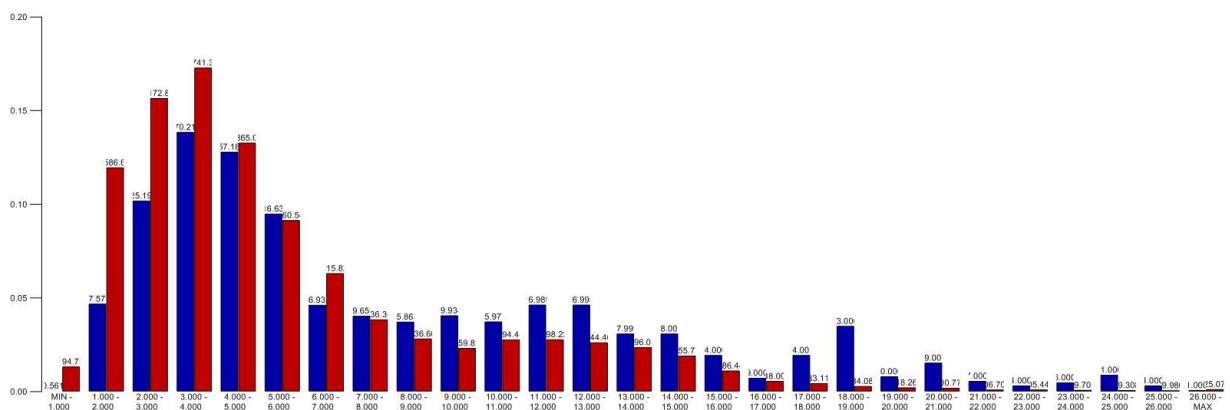
Należy zwrócić uwagę, że dopasowanie histogramów macierzy na podstawie ankiet (kolor niebieski) i określonych funkcją w modelu (kolor czerwony) jest ściśle związane z wielkością próby związanej z badaniem ankietowym – najlepszym dopasowaniem charakteryzują się ruchy Dom-Praca-Dom, oraz Dom-Inne-Dom, podróże Dom-Szkoła-Dom, wykazują nieco słabsze dopasowanie, natomiast bardzo trudno znaleźć zbieżność modelu i wyników badań dla podróży Dom-Uczelnia-Dom. Ze względu na okres badania ankietowego gospodarstw domowych w ramach KBR 2016 (wrzesień) i bardzo niską obecność studentów dla motywacji przejazdów związanych z uczelniami wykorzystano parametry modelowe zastosowane w modelu SOM.

Rysunek 3. Histogram macierzy przejazdów Dom-Praca-Dom (normalizowany wg odległości) porównujący wielkości z badań ankietowych (kolor niebieski) i z modelu (kolor czerwony)



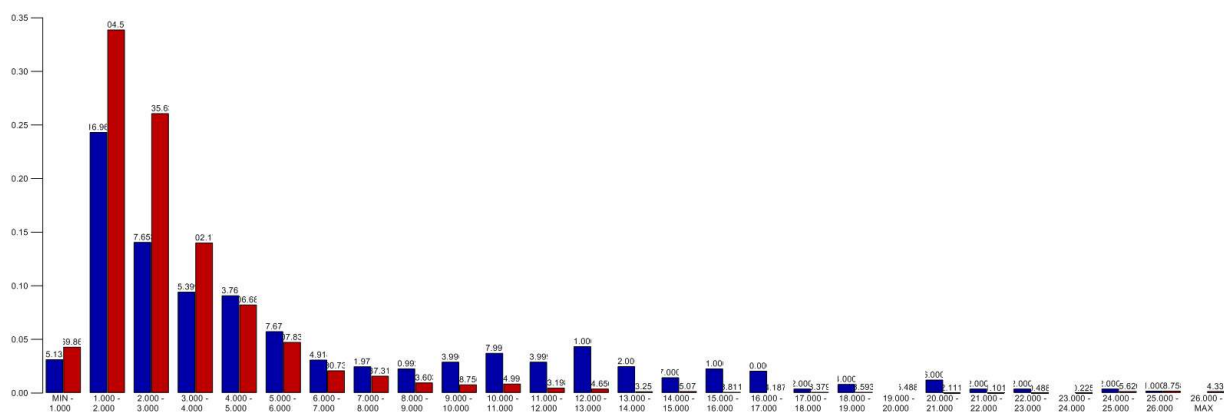
Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 4. Histogram macierzy przejazdów Dom-Inne-Dom (normalizowany wg odległości) porównujący wielkości z badań ankietowych (kolor niebieski) i z modelu (kolor czerwony)



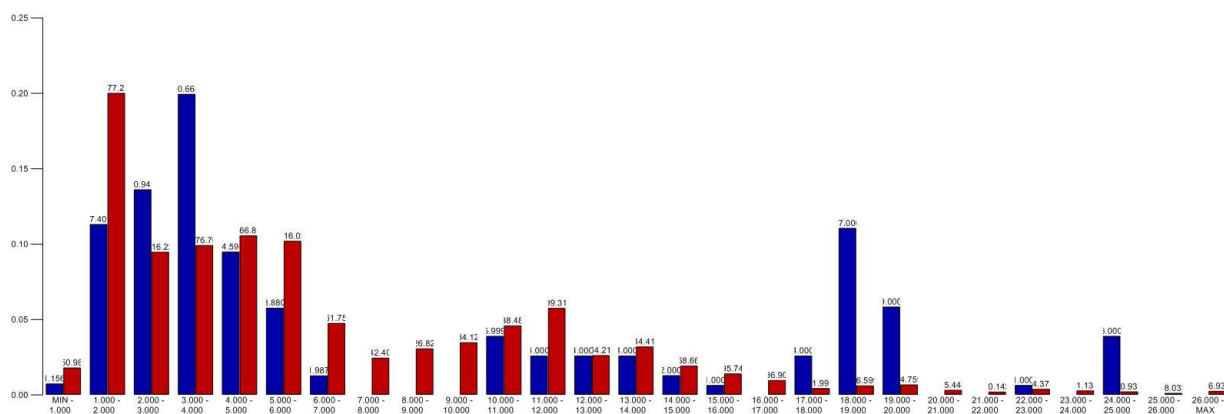
Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 5. Histogram macierzy przejazdów Dom-Szkoła-Dom (normalizowany wg odległości) porównujący wielkości z badań ankietowych (kolor niebieski) i z modelu (kolor czerwony)



Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 6. Histogram macierzy przejazdów Dom-Uczelnia-Dom (normalizowany wg odległości) porównujący wielkości z badań ankietowych (kolor niebieski) i z modelu (kolor czerwony)



Źródło: Opracowanie własne, oraz na podstawie modelu SOM.

1.4 Podział zadań przewozowych

Ze względu na specyfikę modelu, oraz wykorzystanie dla znacznego ruchu zewnętrznego mechanizmów modelujących ruch na podstawie modelu SOM zdecydowano się zastosowanie jak w modelu SOM podziału motywacyjnego podróży związanego ze zmotoryzowaniem mieszkańców. Ze względu na brak aktualizacji informacji o podziale zadań przewozowych dla strefy metropolitalnej Szczecina (badania ankietowe dotyczyły wyłącznie mieszkańców miasta) zastosowano podział na przejazdy związane z pracą oraz przejazdy pozostałe („inne”), zakładając równocześnie że wszelkie ruchy pomiędzy Szczecinem i strefą metropolitalną, oraz obszarem zewnętrznym mają charakter przejazdów (komunikacją indywidualną lub zbiorową, jednak z wykluczeniem przejść pieszych). Poniżej został opisany sposób podziału zadań przewozowych dla podróży wewnątrz Szczecina (kalibracja na podstawie KBR 2016) oraz źródłowo-celowych do/ze Szczecina (dla źródeł w Szczecinie na podstawie

ankiet z KBR 2016, dla pozostałych podstawie modelu SOM, z kalibracją ilościową na wlotach wg pomiarów w ramach KBR 2016).

1.4.1 Wydzielenie ruchów pieszych i niepieszych

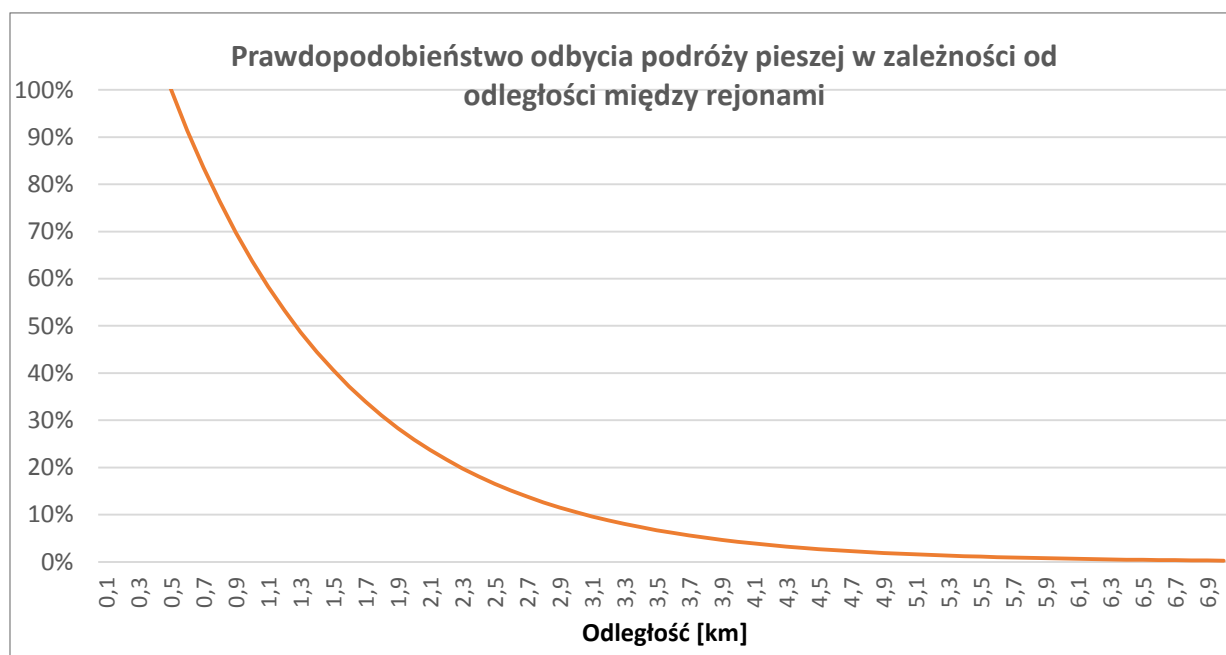
Ruchy piesze stanowią znaczną część przemieszczeń obserwowanych i analizowanych w ramach badań KBR 2016. Równocześnie udział podróży pieszych jest szczególnie wysoki wśród przemieszczeń wykonywanych na niewielkie odległości. Na potrzeby modelowania ruchu założono, że wszystkie podróże wykonywane na odległość 500m i mniejszą wykonywane są pieszo, a powyżej tej odległości ich udział spada zgodnie z krzywą eksponencjalną. Kształt funkcji określającej udział podróży pieszych obrazuje funkcja:

$$U_{NPij} = e^{-0,9*(l_{ij}-0,5)}$$

Gdzie:

l_{ij} – długość podróży w przestrzeni fizycznej, określona w [km].

Rysunek 7. Wykres zależności prawdopodobieństwa odbycia podróży pieszej w zależności od odległości



Źródło: Opracowanie własne.

Dodatkowym założeniem dotyczącym wskazania przemieszczeń pieszych jest określenie wszystkich podróży pomiędzy gminami w strefie metropolitalnej Szczecina jako podróże niepiesze (wykonywane samochodem lub komunikacją zbiorową). Tak więc powyższa funkcja określająca

prawdopodobieństwo wykonania podróży pieszej dotyczy wyłącznie podróży wewnętrznych, w granicach Szczecina.

1.4.2 Podział zadań przewozowych dla ruchów niepieszych (przejazdów)

Podział zadań przewozowych na komunikację zbiorową oraz przejazdy indywidualne samochodami osobowymi, w strefie metropolitalnej Szczecina, oraz pomiędzy strefą metropolitalną a obszarem miasta, został wykonany na podstawie wskaźników modelu SOM (zgodnie z OPZ), zarówno w zakresie udziału osób zmotoryzowanych i niezmotoryzowanych, jak i wynikowego podziału przejazdów pomiędzy komunikacją zbiorową i komunikacją indywidualną.

Z kolei dla podróży wewnątrz Szczecina zostały zastosowane metoda polegająca na wyznaczeniu prawdopodobieństwa wykonania przejazdu samochodem osobowym w zależności od jego dostępności w gospodarstwie domowym. W tym celu na podstawie badań ankietowych wyznaczony został udział osób zmotoryzowanych, posiadających przynajmniej 1 samochód na gospodarstwo domowe (z którego mogą skorzystać), w zależności od wykonywanych podróży w wybranych motywacjach. Udział osób wykonujących przemieszczenia w obszarze Szczecina, oraz pomiędzy Szczecinem i strefą metropolitalną, w zależności od dostępności pojazdu w gospodarstwie domowym, obrazują poniższe tabele.

Tabela 6. Udział osób posiadających do dyspozycji samochód w ramach gospodarstwa domowego odbywających podróże wewnątrz Szczecina w motywacjach.

Motywacja	Udział osób zmotoryzowanych odbywających podróże wewnętrzne w ramach miasta Szczecina
Dom - Praca - Dom	85%
Dom - Inne - Dom	80%

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 7. Udział osób posiadających do dyspozycji samochód w ramach gospodarstwa domowego odbywających podróże pomiędzy strefą metropolitalną i Szczecinem w motywacjach.

Motywacja	Udział osób zmotoryzowanych odbywających podróże pomiędzy strefą metropolitalną i Szczecinem
Dom - Praca - Dom	81%
Dom - Inne - Dom	77%

Źródło: Opracowanie własne, na podstawie modelu SOM.

Na podstawie powyższych wskaźników określona została macierz cząstkowa osób niezmotoryzowanych odbywających podróże transportem zbiorowym, zaś dla pozostałej grupy mieszkańców Szczecina wyznaczone zostało prawdopodobieństwo odbycia podróży komunikacją zbiorową lub samochodem osobowym. Prawdopodobieństwo to określają wzory:

$$P_{KI} = \frac{e^{U_{KI}}}{e^{U_{KI}} + e^{U_{KZ}}}$$

$$P_{KZ} = \frac{e^{U_{KZ}}}{e^{U_{KI}} + e^{U_{KZ}}}$$

Gdzie:

P_{KI} – prawdopodobieństwo odbycia podróży komunikacją indywidualną (samochodem);

P_{KZ} – prawdopodobieństwo odbycia podróży komunikacją zbiorową;

U_{KI} – funkcja opisująca charakter przemieszczenia komunikacją indywidualną pomiędzy parą rejonów, uwzględniająca: czas trwania podróży z uwzględnieniem przeciążeń sieci drogowej (korki), opłaty parkingowe, oraz dostępność miejsc parkingowych;

U_{KZ} – funkcja opisująca charakter przemieszczenia komunikacją zbiorową pomiędzy parą rejonów, uwzględniająca: odczuwalny czas podróży, liczbę przesiadek, częstotliwość kursowania, czas dojść do przystanków, oraz czasy oczekiwania na przesiadkę;

Modelowe wielkości podziału przewozowego pomiędzy komunikacją indywidualną i komunikacją zbiorową uzyskano poprzez kalibrację na podstawie wielkości potoków ruchu w transporcie zbiorowym i samochodami osobowymi, oraz innymi pojazdami silnikowymi (ze względu na bardzo nieznaczne udziały osiągające maksymalnie 0,4% w motywacji dom – praca pominięto przejazdy mieszane samochodem i komunikacją zbiorową). Poniższa tabela przedstawia podział zadań przewozowych w poszczególnych motywacjach zastosowany w modelu komunikacyjnych, dla podróży wewnątrz Szczecina.

Tabela 8. Dobowy podział zadań przewozowych dla przejazdów wewnętrznych w granicach Szczecina w podziale motywacyjnym.

Motywacja	Komunikacja indywidualna	Komunikacja zbiorowa
Dom - Praca - Dom	55%	45%
Dom - Szkoła - Dom	16,5%	83,5%
Dom - Wyższe Uczelnie - Dom	19%	81%
Dom - Inne - Dom	45%	55%
Inne - Inne	59%	41%

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 9. Dobowy podział zadań przewozowych dla przejazdów innych niż wewnętrzne Szczecina (na podstawie modelu SOM).

Motywacja	Komunikacja indywidualna	Komunikacja zbiorowa
Podróże mieszkańców Szczecina do strefy metropolitarnej		
Dom - Praca - Dom	75%	25%
Dom - Inne - Dom	75%	25%
Podróże mieszkańców strefy metropolitarnej do Szczecina		
Dom - Praca - Dom	75%	25%
Dom - Inne - Dom	72%	28%
Podróże mieszkańców strefy metropolitarnej po strefie metropolitarnej		
Dom - Praca - Dom	85%	15%
Dom - Inne - Dom	90%	10%

Źródło: Opracowanie własne, na podstawie modelu SOM.

Powyższy podział zadań przewozowych wynikający z informacji o przejazdach opartych na badaniach ankietowych w ramach KBR 2016 został bezpośrednio zastosowany w modelu.

1.5 Ruchy związane z transportem towarów

Transport towarów stanowi osobny element modelu ruchu dla Szczecina, z jednej strony mający charakter jednej motywacji przejazdów (transport ładunków), z drugiej strony jest dzielony ze względu na środki przewozu towarów: samochody ciężarowe (w tym także z naczepami i przyczepami) oraz samochody dostawcze.

Ze względu na specyfikę podróży związanych z transportem towarów znaczna większość tego typu przejazdów związana jest z terenami zewnętrznymi względem obszaru miasta Szczecina, czy nawet obszaru metropolitalnego otaczającego Szczecin. Podstawową informacją (analogicznie do informacji o ruchu osobowym opisanej w rozdziale 1.2.3) są dane z modelu krajowego GDDKiA określające ilości przejazdów tranzytowych i docelowych wg kategorii pojazdów. Informacja ta stanowiła podstawę budowy macierzy ruchu towarowego tranzytowego i docelowego zarówno w modelu SOM jak i dla miasta Szczecina. Dodatkowo z modelu SOM pozyskane zostały także macierze przejazdów o charakterze transportu towarów pomiędzy obszarem metropolitalnym oraz obszarem miasta, które równocześnie zostały zweryfikowane o pomiary ruchu odpowiednich kategorii pojazdów na wlotach do Szczecina.

W modelu komunikacyjnym dla Szczecina wielkość wewnętrznego ruchu towarowego stanowi stosunkowo niewielki udział w całości ruchu. Generacja ruchu towarowego dla samochodów dostawczych została uzależniona od wskaźników rejonowych związanych z liczbą zatrudnionych i liczbą mieszkańców i wynosi wagowo: 0,9 dla liczby zatrudnionych oraz 0,1 dla liczby mieszkańców. Generacja

ruchów pojazdów ciężarowych została uzależniona wyłącznie od liczby zatrudnionych. Wielkości wewnętrznej generacji ruchów samochodów ciężarowych i dostawczych zostały skalibrowane bazując na wielkościach przejazdów wykazanych w pomiarach, jednakże jak już wskazano wielkości przejazdów wewnętrznych w ramach Szczecina miały charakter śladowy, zdominowany przez przejazdy docelowe i tranzytowe względem Szczecina określone w głównej mierze na podstawie modelu krajowego, oraz modelu SOM.

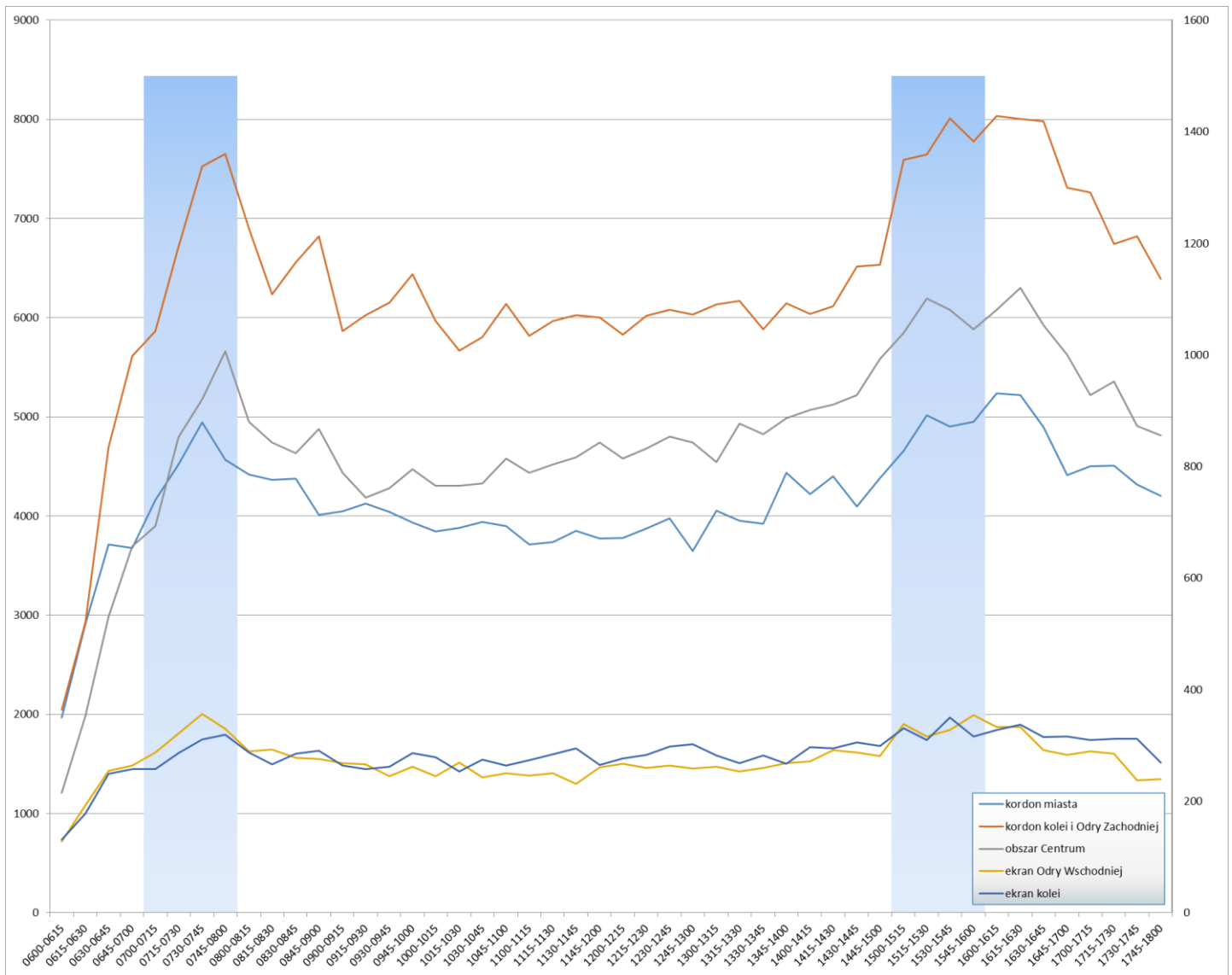
1.6 Rozkład ruchu na sieć

Obliczone powyżej macierze dobowe dla poszczególnych kategorii oraz motywacji ruchu zostały wykonane dla ruchu całodobowego. Jednakże ostatni etap modelowania komunikacyjnego czyli obciążenie sieci ruchem wykonywane jest najczęściej w celu sprawdzania możliwości przenoszenia potoków ruchu przez wybrany system transportowy, dlatego też wykonywany jest on dla godzin szczytowych ruchu, w sytuacji gdy istnieje największe prawdopodobieństwo wyczerpania przepustowości odcinków. Obciążenie sieci ruchem dla modelu szczecińskiego zostało wykonane zarówno dla ruchu w szczycie porannym, jak i popołudniowym, celem uwzględnienia największych potoków ruchu zarówno w kierunku centrum jak i ruchów powrotnych.

Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych, a także pomiarów ruchu na węzłach i odcinkach określono godzinę szczytu dla obszaru Szczecina na godzinę 7:00-8:00 dla szczytu porannego, oraz godzinę 17:30-18:30 dla ruchu popołudniowego. Należy jednocześnie zaznaczyć że wspomniane godziny szczytu stanowią pewne uśrednienie – w zależności od położenia punktu pomiarowego lub lokalizacji respondentów (różnica pomiędzy największym/szczytowym natężeniem ruchu w okolicach granic Szczecina jest około pół godziny różna od maksymalnych natężeń w centrum miasta), jednakże na potrzeby modelowe przyjęto wskazane powyżej godziny szczytów komunikacyjnych jednolite dla całego obszaru miasta.

Istotną kwestią jest rozróżnienie charakterystyki określającej godziny szczytu występujących w ramach badań ankietowych i w ramach pomiarów ruchu. Badania ankietowe określają bowiem godziny w których rozpoczyna się przejazd: w rozumieniu „startu” podróży, natomiast pomiary ruchu określają ruch obserwowany na drogach. Największe wielkości pomiarowe są więc z założenia przesunięte względem godzin szczytu wynikających z badania ankietowego, a przesunięcie jest tym większe im dłużej trwa średnia podróż (także ze względu na przegęszczenia ruchu i opóźnienia w ruchu pojazdów spowodowane korkami). Stąd też zjawisko przesunięcia maksymalnej intensywności ruchu jest zazwyczaj najbardziej widoczne w wypadku szczytu popołudniowego, kiedy to poza ruchami związanymi z powrotami z pracy obserwowane są przejazdy z pracy (oraz z domu) do usług, oraz z usług do domu. Poniższy wykres obrazuje różnice pomiędzy okresami szczytów komunikacyjnych określonych w ramach badań ankietowych względem pomiarów na różnych kordonach miasta.

Rysunek 8. Wykres wielkości natężeń ruchu na poszczególnych kordonach pomiarowych, w stosunku do godzin szczytu określonych w badaniu ankietowym (niebieskie pasy).



Źródło: Opracowanie własne.

Ze względu na stosunkowo specyficzne rozmieszczenie największych skupisk miejsc pracy (m.in. duże zakłady pracy na obrzeżach miasta) w ograniczony stopniu obserwowane jest przesunięcie najistotniejszych wielkości pomiarowych na różnych kordonach miejskich (charakterystyczne dla silnie scentralizowanych aglomeracji miejskich). Z kolei przesunięcie godzin rozpoczęcia przejazdów względem szczytów komunikacyjnych określonych pomiarowo jest wyraźnie rozpoznawalne, w szczególności dla szczytu popołudniowego.

Ze względu na potrzebę formalnego określenia godzin szczytu w ramach modelu komunikacyjnego wykorzystano godziny szczytu określone w ramach badania ankietowego, jako że odpowiadają one mechanice modelowania (godziny rozpoczęcia podróży w różnych motywacjach wg ankiet są zgodne z modelem). Należy mieć jednak na względzie że wielkości obserwowane w modelu

odpowiadają szczytom komunikacyjnych z pewnym przesunięciem czasowym, dlatego określone modelowo godziny szczytu w modelu należy traktować umownie – jako okresy największego natężenia ruchu w warunkach miejskich (z możliwością występowania przegęszczeń).

Poniższa tabela obrazuje informacje o wielkości przejazdów w motywacjach wyznaczonych w ramach badań ankietowych i zweryfikowanych w oparciu o wielkości ruchu na punktach pomiarowych. Należy zwrócić uwagę, że wybrane kategorie motywacyjne ruchów nie występują w obu szczytach komunikacyjnych (w szczególności ruchy ze szkoły i uczelni w szczycie porannym), podczas gdy inne motywacje ruchów rozkładają się stosunkowo równomiernie w obu szczytach komunikacyjnych, czy nawet w trakcie całej doby (np. dom-inne).

Tabela 10. Udział godzin szczytu w poszczególnych motywacjach.

Motywacja podróży	Udział przejazdów dobowych w godzinie szczytu komunikacyjnego:	
	Szczyt poranny	Szczyt popołudniowy
Dom-praca	32%	3%
Dom-szkoła	55%	0,01%
Dom-wyższe uczelnie	32%	2%
Dom-inne	9,5%	10%
Praca-dom	0,2%	19%
Szkoła-dom	-	7,2%
Wyższe uczelnie-dom	-	9,9%
Inne-dom	1,2%	10,5%
Niezwiązane z domem	2%	12%

Źródło: Opracowanie własne.

Powyżej wskazane udziały ruchów dobowych w godzinach szczytów komunikacyjnych dotyczą obszaru miasta Szczecina, ze względu na brak innych dostępnych danych dla obszaru SOM i obszarów otaczających obszar metropolitalny wykorzystano wielkości wskaźników wyznaczone w modelu SOM.

2 Kalibracja modelu

Kalibracja modelu ruchu dla Szczecina wykonana w ramach niniejszego projektu objęła wielokrotne iteracyjne zmiany parametrów modelowych celem dopasowania wyników modelowania ruchu do wielkości ruchu na odcinkach drogowych i trasach komunikacji zbiorowej. Ze względu na bardzo ograniczony czas jaki Wykonawca mógł poświęcić na kalibrację modelu (ze względu na zebranie i obróbkę dużych ilości danych z badań KBR stanowiących podstawę budowy modelu) w znacznym stopniu wykorzystano wszelkie dostępne wcześniej dane, w szczególności informacje pochodzące z modelu SOM. Należy jednak zauważyć, że badania KBR 2016 wykazały istotne różnice w wielu parametrach modelowych (w szczególności w ruchliwości mieszkańców), a także ze względu na inny

okres pomiarowy w stosunku do wcześniejszych badań również inne podziały motywacyjne ruchu (w tym: ograniczony ruch związany z uczelniami) dlatego też nieodzowna okazała się kalibracja względem pomiarów ruchu na odcinkach i skrzyżowaniach.

W poniższych podrozdziałach, odrębnie dla komunikacji indywidualnej i komunikacji zbiorowej zebrane zostały wielkości pomiarowe w punktach pomiarowych, oraz wielkości modelowe. Należy jednocześnie zaznaczyć, że wielkości modelowane w ramach kalibracji ruchu nie są tożsame z wielkościami „prognozowanymi” w roku bazowym 2016 z tego względu, że kalibracja uwzględniała czasowe wyłączenia i ograniczenia ruchu istniejące w czasie przeprowadzania badań KBR 2016, takie jak istotny z punktu widzenia zarówno komunikacji indywidualnej jak i zbiorowej Most Cłowy (zamknięty w trakcie badania). Równocześnie prognoza dla roku bazowego 2016 (wykorzystywane jako materiał porównawczy i analityczny dla potrzeb studiów wykonalności) została wykonana dla sieci „funkcjonującej w całości” tzn. bez uwzględnienia wyłączeń lub czasowych ograniczeń ruchu.

2.1 Kalibracja komunikacji indywidualnej

Poniżej zawarte zostały tabele pomiarowe komunikacji indywidualnej. Poniższe tabele zawierają podsumowanie wielkości ruchu pojazdów na wskazanych skrzyżowaniach, a także podsumowanie zgodności wielkości modelowanych (i kalibrowanych) z pomiarami, odrębnie dla szczytu porannego i popołudniowego. W ramach podsumowania kalibracji zostały także zawarte tabele podsumowujące wielkości kalibracyjne na kordonach z wyznaczeniem parametrów zgodności modelowej z rzeczywistością – zgodnie z zapisami OPZ, zawarto wielkości bezwzględnych różnic pomiędzy modelem i pomiarem oraz analityczny wskaźnik GEH. Z uwagi na zgodność kalibracji najistotniejsze znaczenie ma wskaźnik GEH bazujący na kordonach obszarowych (określenie wskaźnika dla punktów pomiarowych może wykazywać duże rozbieżności ze względu na czasowe lokalne uwarunkowania określonego odcinka).

Wskaźnik GEH określany jest wg wzoru:

$$GEH = \sqrt{\frac{(E - V)^2}{(E + V) / 2}}$$

Gdzie:

E – wartość natężenia uzyskana z modelu,

V – wartość natężenia uzyskana z badań ruchu.

Wartość $GEH < 4$ dla kordonów wskazuje na stosunkowo wysoką zbieżność modelu z rzeczywistością.

Tabela 11. Porównanie potoków ruchu modelowanego na kordonach miasta z rzeczywistymi potokami ruchu w punktach pomiarowych - szczyt popołudniowy

Szczyt popołudniowy	Ruch drogowy				
Kordon	Model „E”	Pomiar „V”	GEH	E-V	E/V
Kordon Miasta	19862	19385	3.41	477	1.02
Kordon kolei i Odry Zachodniej	28027	28331	1.81	-304	0.99
Ekran kolei	6261	6516	3.19	-255	0.96

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 12. Porównanie potoków ruchu modelowanego na kordonach miasta z rzeczywistymi potokami ruchu w punktach pomiarowych - szczyt poranny.

Szczyt poranny	Ruch drogowy				
Kordon	Model „E”	Pomiar „V”	GEH	E-V	E/V
Kordon Miasta	18969	18465	3.68	504	1.03
Kordon kolei i Odry Zachodniej	23981	24419	2.81	-438	0.98
Ekran kolei	5004	4866	1.97	138	1.03

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 13. Porównanie wielkości potoków ruchu w punktach pomiarowych i wielkości modelowanych dla komunikacji indywidualnej - szczyt poranny i popołudniowy;

Punkt pomiarowy (numer zgodny z OPZ)	Kordon	Pomiar – szczyt poranny	Model kalibracyjny – szczyt poranny	Pomiar – szczyt popołudniowy	Model kalibracyjny – szczyt popołudniowy
3.1.2.1.1.a	kordon miasta	311	298	186	168
3.1.2.1.1.b	kordon miasta	139	4	116	4
3.1.2.1.1.c	kordon miasta	153	88	335	213
3.1.2.1.1.d	kordon miasta	29	0	30	0
3.1.2.1.2.a	kordon miasta	25	34	42	129
3.1.2.1.2.b	kordon miasta	62	178	41	78
3.1.2.1.3.a	kordon miasta	1038	1202	1350	1147
3.1.2.1.3.b	kordon miasta	1045	742	1188	940
3.1.2.1.4.a	kordon miasta	5	64	13	36
3.1.2.1.4.b	kordon miasta	4	19	8	53
3.1.2.1.5.a	kordon miasta	134	15	141	15
3.1.2.1.5.b	kordon miasta	179	63	190	73
3.1.2.1.6.a	kordon miasta	668	798	1011	993
3.1.2.1.6.b	kordon miasta	1073	1182	929	981
3.1.2.1.7.a	kordon miasta	197	206	334	281
3.1.2.1.7.b	kordon miasta	353	298	214	285
3.1.2.1.8.a	kordon miasta	141	234	235	351
3.1.2.1.8.b	kordon miasta	112	205	165	176
3.1.2.1.8.c	kordon miasta	110	73	154	134
3.1.2.1.8.d	kordon miasta	301	435	248	314
3.1.2.1.9.a	kordon miasta	479	723	526	477
3.1.2.1.9.b	kordon miasta	619	584	993	929
3.1.2.1.9.c	kordon miasta	475	539	548	593
3.1.2.1.10.a	kordon miasta	248	371	146	182
3.1.2.1.10.b	kordon miasta	54	116	63	368

3.1.2.1.10.c	kordon miasta	11	24	15	26
3.1.2.1.10.d	kordon miasta	248	371	176	182
3.1.2.1.10.e	kordon miasta	31	20	22	11
3.1.2.1.10.f	kordon miasta	194	257	347	446
3.1.2.1.10.g	kordon miasta	262	545	218	199
3.1.2.1.10.h	kordon miasta	120	125	172	194
3.1.2.1.10.i	kordon miasta	108	137	200	257
3.1.2.1.11.a	kordon miasta	502	932	580	465
3.1.2.1.11.b	kordon miasta	384	411	527	793
3.1.2.1.12.a	kordon miasta	89	38	180	55
3.1.2.1.12.b	kordon miasta	188	140	171	52
3.1.2.1.13.a	kordon miasta	411	822	330	474
3.1.2.1.13.b	kordon miasta	203	401	323	741
3.1.2.1.14.a	kordon miasta	153	92	206	116
3.1.2.1.14.b	kordon miasta	235	131	263	112
3.1.2.1.15.a	kordon miasta	623	311	550	646
3.1.2.1.15.b	kordon miasta	671	612	596	408
3.1.2.1.16.a	kordon miasta	216	211	428	316
3.1.2.1.16.b	kordon miasta	148	61	170	98
3.1.2.1.16.c	kordon miasta	669	570	490	466
3.1.2.1.17.a	kordon miasta	229	270	462	466
3.1.2.1.17.b	kordon miasta	532	403	418	309
3.1.2.1.18.a	kordon miasta	1058	860	850	944
3.1.2.1.18.b	kordon miasta	751	607	791	666
3.1.2.1.19.a	kordon miasta	388	323	480	854
3.1.2.1.19.b	kordon miasta	627	925	513	458
3.1.2.1.20.a	kordon miasta	219	323	452	527
3.1.2.1.20.b	kordon miasta	569	525	411	395
3.1.2.1.21.a	kordon miasta	121	132	125	61

3.1.2.1.21.b	kordon miasta	84	57	173	178
3.1.2.2.1.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	1739	2095	2108	2484
3.1.2.2.1.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	2582	2794	1837	2109
3.1.2.2.2.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	1151	1468	1214	925
3.1.2.2.2.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	966	1054	1282	1058
3.1.2.2.3.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	465	388	623	722
3.1.2.2.3.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	545	999	670	696
3.1.2.2.4.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	286	317	325	353
3.1.2.2.4.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	369	456	554	459
3.1.2.2.4.c	kordon kolei i Odry Zachodniej	289	147	396	226
3.1.2.2.5.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	528	595	577	687
3.1.2.2.5.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	604	810	557	528
3.1.2.2.6.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	1114	1003	1095	1022
3.1.2.2.6.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	812	1016	1461	1276
3.1.2.2.7.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	710	715	569	477
3.1.2.2.7.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	448	186	642	485
3.1.2.2.8.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	436	507	372	326
3.1.2.2.8.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	252	324	393	566
3.1.2.2.9.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	801	611	1340	1019
3.1.2.2.9.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	1177	1178	1046	843
3.1.2.2.10.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	603	742	443	285
3.1.2.2.10.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	263	174	523	537
3.1.2.2.11.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	556	560	984	740
3.1.2.2.11.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	866	812	638	591
3.1.2.2.12.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	114	401	114	382
3.1.2.2.12.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	105	376	122	394
3.1.2.2.13.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	1552	1880	1475	1202
3.1.2.2.13.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	1239	1176	1374	1676
3.1.2.2.14.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	846	846	673	807

3.1.2.2.14.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	674	816	956	849
3.1.2.2.15.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	1069	1215	787	676
3.1.2.2.15.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	366	248	952	652
3.1.2.2.16.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	790	1054	530	565
3.1.2.2.16.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	472	508	1024	986
3.1.2.2.17.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	1019	2055	1315	1218
3.1.2.2.17.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	1026	694	1322	1666
3.1.2.2.18.a	kordon kolei i Odry Zachodniej	520	1120	379	596
3.1.2.2.18.b	kordon kolei i Odry Zachodniej	407	655	352	997
3.1.2.3.1.a	obszar Centrum	676	1241	856	831
3.1.2.3.1.b	obszar Centrum	612	513	814	850
3.1.2.3.2.a	obszar Centrum	743	715	854	1130
3.1.2.3.2.b	obszar Centrum	807	1255	964	620
3.1.2.3.3.a	obszar Centrum	236	465	358	612
3.1.2.3.3.b	obszar Centrum	117	392	237	376
3.1.2.3.4.a	obszar Centrum	981	1128	907	630
3.1.2.3.4.b	obszar Centrum	619	508	1271	911
3.1.2.3.5.a	obszar Centrum	808	1332	912	786
3.1.2.3.5.b	obszar Centrum	654	452	829	983
3.1.2.3.6.a	obszar Centrum	1105	1404	1042	956
3.1.2.3.6.b	obszar Centrum	729	706	935	1042
3.1.2.3.7.a	obszar Centrum	186	230	308	35
3.1.2.3.7.b	obszar Centrum	62	98	153	453
3.1.2.3.8.a	obszar Centrum	1201	1161	815	729
3.1.2.3.8.b	obszar Centrum	1012	711	1287	923
3.1.2.3.9.a	obszar Centrum	273	280	454	454
3.1.2.3.9.b	obszar Centrum	583	572	573	406
3.1.2.3.10.a	obszar Centrum	539	882	784	518
3.1.2.3.10.b	obszar Centrum	400	723	429	950

3.1.2.3.11.a	obszar Centrum	935	735	1003	954
3.1.2.3.11.b	obszar Centrum	974	909	1104	740
3.1.2.3.12.a	obszar Centrum	266	198	449	198
3.1.2.3.12.b	obszar Centrum	297	519	338	287
3.1.2.3.13.a	obszar Centrum	754	1065	1224	919
3.1.2.3.13.b	obszar Centrum	1179	1313	1256	1062
3.1.2.3.14.a	obszar Centrum	1113	642	1456	931
3.1.2.3.14.b	obszar Centrum	1264	1218	1425	891
3.1.2.3.15.a	obszar Centrum	612	400	960	578
3.1.2.3.15.b	obszar Centrum	1077	872	888	706
3.1.2.4.2.a	ekran Odry Wschodniej	3627	3649	2746	2653
3.1.2.4.2.b	ekran Odry Wschodniej	2317	2608	3301	3258
3.1.2.4.3.a	ekran Odry Wschodniej	569	438	827	984
3.1.2.4.3.b	ekran Odry Wschodniej	770	1416	648	654
3.1.2.5.1.a	ekran kolei	183	549	295	748
3.1.2.5.1.b	ekran kolei	256	700	279	757
3.1.2.5.2.a	ekran kolei	523	368	985	817
3.1.2.5.2.b	ekran kolei	884	1195	621	519
3.1.2.5.3.a	ekran kolei	1875	2357	1750	2186
3.1.2.5.3.b	ekran kolei	1741	1931	2013	2409
3.1.2.5.4.a	ekran kolei	14	77	124	127
3.1.2.5.4.b	ekran kolei	26	243	119	299
3.1.2.5.5.a	ekran kolei	350	290	297	161
3.1.2.5.5.b	ekran kolei	154	130	300	160
3.1.2.5.6.a	ekran kolei	69	295	70	131
3.1.2.5.6.b	ekran kolei	58	58	126	197
3.1.2.5.7.a	ekran kolei	276	181	180	195
3.1.2.5.7.b	ekran kolei	194	168	190	160

Źródło: Opracowanie własne.

2.2 Kalibracja komunikacji zbiorowej

Kalibracja komunikacji zbiorowej wykonywana była na bazie danych pomiarowych, natomiast poniższe tabele podsumowują wielkości potoków ruchu sumaryczne w komunikacji tramwajowej i autobusowej w stosunku do wielkości określonych w modelu kalibracyjnym. Ponadto odrębnie wskazano wielkości potoków dla ruchu kolejowego, modelowanego na podstawie parametrów ruchowych z modelu SOM.

Ze względu na określenie w OPZ znacznej ilości punktów pomiarowych gdzie komunikacja zbiorowa nie funkcjonowała (zarówno ze względu na ograniczenia czasowe np. zamknięcie Mostu Cłowego, jak i odcinki gdzie komunikacji zbiorowej po prostu brak), oraz rozbieżność z punktami kordonowymi rzeczywistych przebiegów autobusów, tramwajów i busów (posiadających elastyczny przebieg tras przejazdu, dla których pomiary wykonywane były jako wielkości międzyprzystankowe wpływające na generację i dystrybucję ruchu, ale bez określania jednej trasy), dla komunikacji zbiorowej nie określano wskaźników GEH.

Tabela 14. Porównanie wielkości potoków ruchu w punktach pomiarowych i wielkości modelowanych dla komunikacji zbiorowej - szczyt poranny i popołudniowy, sumy ruchu autobusowego i tramwajowego, oraz ruch kolejowy.

Punkt pomiarowy			Opis kordonu/ekranu	Typ pomiaru	Kierunek			
Numer	Ulica	Odcinek			do miasta		z miasta	
					szczyt popołudniowy pomiar	model (popołudniu)	szczyt popołudniowy pomiar	model (popołudniu)
7.1	Lubczyńska	wlot na skrzyżowanie z ul. Kablową od północy	granica miasta	A	48	84	8	86
7.2	Goleniowska	przed skrzyżowaniem z ul. Kablową	granica miasta	A	0	0	0	0
7.3	A6	granica miasta - wschód	granica miasta	A	52	144	275	86
7.4	Borowa	granica miasta	granica miasta	A	0	0	0	0
7.5	Żuka	granica miasta	granica miasta	A	28	11	31	27
7.6	Szosa Stargardzka / DK10	granica miasta	granica miasta	A	44	124	64	41
7.7	Pyrzycka	granica miasta	granica miasta	A	7	187	105	80
7.8	Morwowa	Azotowa – rondo Żołnierzy Wyklętych	granica miasta	A	0	0	20	0
7.9	S3	Południowy wlot na węzeł z A6	granica miasta	A	0	0	20	0
7.10	DW119	wlot na skrzyżowanie z DK 31	granica miasta	A	0	0	0	0
7.11	Rymarska	wlot na skrzyżowanie z DW 119 od południa	granica miasta	A	95	138	128	107
7.12	A6	granica miasta zachód	granica miasta	A	39	12	0	0
7.13	Ustowska	granica miasta	granica miasta	A	24	15	60	27
7.14	Cukrowa / DK13	Do Rajowa-Krygiera	granica miasta	A	198	51	152	80
7.15	Okulickiego	granica miasta	granica miasta	A	6	0	0	0
7.16	Ku Słońcu / DK10	granica miasta	granica miasta	A	184	65	98	718
7.17	Łukasińskiego	Łukasińskiego - Żniwna	granica miasta	A	42	0	42	0
7.18	Koralowa	granica miasta	granica miasta	A	83	116	203	191
7.19	Kupczyka	granica miasta	granica miasta	A	10	10	10	18

7.20	Zegadłowicza/ DW115	granica miasta	granica miasta	A	106	43	125	137
7.21	Szosa Polska	Inwalidzka - Nad Stołczynką	granica miasta	A	435	156	564	450
7.22	Stołczyńska	granica miasta	granica miasta	A	69	25	75	48
8.1	Trasa Zamkowa	mostowy	kolej i Odra Zachodnia	A	34	181	98	85
8.2	Most Długi	mostowy	kolej i Odra Zachodnia	A,T	1972	1675	1889	2087
8.3	Krzysztofa Kolumba	Nowa - Dw. Główny	kolej i Odra Zachodnia	A,T	743	400	794	505
8.4	Dąbrowskiego	Starkiewicza - Grudziądzka	kolej i Odra Zachodnia	A	5	0	1	0
8.5	Powstańców Wielkopolskich	Dunikowskiego - Mieszka I	kolej i Odra Zachodnia	A,T	668	438	636	556
8.6	Mieszka I	Milczańska - Bohaterów Warszawy	kolej i Odra Zachodnia	A	445	648	930	640
8.7	Ku Słońcu	Sikorskiego - Bohaterów Warszawy	kolej i Odra Zachodnia	A	8	2	20	7
8.8	Sikorskiego	Ku Słońcu - Bohaterów Warszawy	kolej i Odra Zachodnia	A,T	555	1170	612	429
8.9	26 Kwietnia	Twardowskiego - Bohaterów Warszawy	kolej i Odra Zachodnia	A	609	641	360	354
8.10	Jagiellońska	Twardowskiego - Noakowskiego	kolej i Odra Zachodnia	A	210	149	255	223
8.11	Mickiewicza	Sienkiewicza - Soplisy	kolej i Odra Zachodnia	A,T	450	425	537	541
8.12	Wojska Polskiego	Traugutta - Jasienicy	kolej i Odra Zachodnia	A,T	818	838	951	791
8.13	Niemierzyńska	Wszystkich Świętych - Bułgarska	kolej i Odra Zachodnia	A,T	658	249	251	311
8.14	Kraśnińskiego	Rapackiego - Orzeszkowej	kolej i Odra Zachodnia	A	640	526	1226	832
8.15	Księcia Wacława I	Rapackiego - Orzeszkowej	kolej i Odra Zachodnia	A	165	331	298	333
8.16	Szczanieckiej	Komuny Paryskiej - Rynkowa	kolej i Odra Zachodnia	A	827	1087	1497	1720
8.17	Pawła Stalmacha	Polna - 1Maja	kolej i Odra Zachodnia	A,T	349	302	477	394
9.1	Bohaterów Warszawy	Mickiewicza - 5 Lipca	obszar centrum	A,T	765	494	964	608
9.2	Wojska Polskiego	Mickiewicza - 5 lipca	obszar centrum	A,T	334	274	337	345
9.3	Jana Pawła II	Plac Grunwaldzki - Mazurska	obszar centrum	A	58	6	39	11
9.4	Al. Wyzwolenia	Malczewskiego - Plac Witosa	obszar centrum	A,T	1068	1043	1391	1536
9.5	Malczewskiego	Al. Wyzwolenia - Matejki	obszar centrum	A	154	220	845	962
9.6	Matejki	Piłsudskiego - Plantowa	obszar centrum	A,T	1472	933	891	800
9.7	Jana z Kolna	Admiralska - Storrady	obszar centrum	A,T	282	186	288	263

9.8	Jagiellońska	Bolesława Śmiałego - Piastów	obszar centrum	A,T	562	519	582	383
9.9	Piłsudskiego	Al. Wyzwolenia - Matejki	obszar centrum	A,T	1644	1778	988	676
9.10	Piastów	Bolesława Krzywoustego - Chodkiewicza	obszar centrum	A,T	1286	884	1265	852
9.11	Wojska Polskiego	Plac Zwycięstwa - Obrońców Stalingradu	obszar centrum	A	173	366	179	371
9.12	Niepodległości	Plac Brama Portowa - Bogurodzicy	obszar centrum	A,T	1371	1437	1873	1699
9.13	Pl. Żołnierza Polskiego	Al. Wyzwolenia - Matejki	obszar centrum	A,T	242	293	162	130
10.1	Most Cłowy	mostowy	Odra Wschodnia	A	0	0	0	0
10.2	Most Pionierów Miasta Szczecina	mostowy	Odra Wschodnia	A, T	1801	1181	2361	1413
10.3	Most Gryfitów	mostowy	Odra Wschodnia	A	129	84	253	110
11.1	Granitowa	Gwiazdzista - Grabowa	ekran kolei	A	335	219	491	239
11.2	Walczyńskich	Poległych - Sanatoryjna	ekran kolei	A	97	25	214	64
11.3	Struga	Kmiecika - Gryfińska	ekran kolei	A	1110	1145	1450	1259
11.4	Tczewska	Nowogardzka - Słupska	ekran kolei	A	94	9	48	9
11.5	Goleniowska	Zdrowa - Irydowa	ekran kolei	A	242	98	291	103
12.1	Wojska Polskiego	Południowa strona skrzyżowania z ul. Szafera	punkty uzupełniające	A,T	340	219	541	386
12.2	Chopina	Junacka - mostek	punkty uzupełniające	A	111	42	157	105
12.3	Duńska	Sarnia - Szwedzka	punkty uzupełniające	A	187	118	235	210
12.4	Rostocka	Łączna - Szczecińska	punkty uzupełniające	A	71	28	51	17
12.5	Bogumińska	Pokoju - Ostrowska	punkty uzupełniające	A	581	439	315	924
12.6	Pokoju	Bogumińska - Gocławska	punkty uzupełniające	A	32	22	84	47
12.7	Światowida	Koszalińska - Strzałowska	punkty uzupełniające	A,T	145	50	169	101
12.8	Przyjaciół Żołnierza	Wilcza - Przyjaciół Ronda	punkty uzupełniające	A	313	283	644	435
12.9	Zaleskiego	Wojska Polskiego - Wyspiańskiego	punkty uzupełniające	A	321	316	418	325
12.10	Staszica	Rondo Giedroycia - Lubomirskiego	punkty uzupełniające	A	848	850	473	698
12.11	Piotra Skargi	Wojska Polskiego - Ogińskiego	punkty uzupełniające	A	185	211	364	245
12.12	Taczaka	Derdowskiego - Łukasińskiego	punkty uzupełniające	A	247	133	277	141
12.13	Derdowskiego	Świerczewska - Ku Słońcu	punkty uzupełniające	A	422	378	456	363

12.14	Europejska	Dworska - Ku Słońcu	punkty uzupełniające	A	153	258	110	211
12.15	Handlowa	Nałkowskiej - Dąbska	punkty uzupełniające	A	697	296	409	277
12.16	Dąbska	Sowia - Gwarna	punkty uzupełniające	A	107	122	199	163
12.17	Wszystkich Świętych	Chopina - Arakońska	punkty uzupełniające	A	123	196	87	160
13.1	Lubeck HBF	Grambow – Szczecin Gumieńce	kolej	K	0	0	17	9
13.2	Kostrzyn	Gryfino – Szczecin Podjuchy	kolej	K	78	102	301	200
13.3	Stargard Szczeciński	Reptowo (Stargard Szczeciński) – Szczecin Zdunowo	kolej	K	100	145	365	227
13.4	Kamień Pomorski	Kliniska – Szczecin Załom	kolej	K	70	110	146	174
13.5	Tantow	Szczecin Gumieńce - Tantow	kolej	K	0	0	0	0

Źródło: Opracowanie własne.

3 Podsumowanie

Na podstawie bardzo szerokiego spektrum danych o przemieszczeniach oraz preferencjach mieszkańców związanych z przemieszczeniem się stworzony został model ruchu komunikacyjnego dla Szczecina. Pomimo faktu, że Kompleksowymi Badaniami Ruchu w 2016 roku objęty był wyłącznie obszar miasta (z uwzględnieniem podróży z i do obszaru miejskiego kalibrowanego na granicach Szczecina) model ten uwzględnia także charakterystyki ruchowe terenów otaczających – wykorzystano do tego celu dostępne informacje z modelu Szczecińskiego Obszaru Metropolitalnego, dzięki czemu model dla Szczecina może służyć także opracowaniom dotyczącym połączeń miasta z otoczeniem.

Model komunikacyjny został zbudowany w oparciu o klasyczny model 4-stopniowy w transporcie, a następnie kalibrowany na każdym etapie jego budowy na bazie informacji pochodzących z badania ankietowego, jak i pomiarów ruchu na odcinkach i węzłach. Model ten uwzględnia szereg motywacji przejazdów, dywersyfikując sposoby zachowania mieszkańców w ramach różnego rodzaju przemieszczeń. Jednocześnie poza obliczeniami określającymi dobowe wartości przejazdów w ramach kategorii motywacyjnych wykonano także obciążenia sieci ruchem dla szczytu komunikacyjnego porannego i popołudniowego dzięki czemu odwzorowane wielkości natężeń ruchu pozwalają określać odcinki i połączenia najbardziej wrażliwe na przeciążenia i utrudnienia przejazdów.

Kalibrację modelu wykonywano iteracyjnie w kolejnych krokach przybliżając funkcjonowanie behawioralnych mechanizmów społeczno-przestrzennych kształtujących ruch komunikacyjny w Szczecinie. Równocześnie pomimo faktu bardzo ograniczonego czasu na kalibrację udało się osiągnąć w wysokim stopniu wyniki zbieżne z wykonywanymi w ramach badania KBR 2016 pomiarami ilościowymi przemieszczeń.

Spis tabel

Tabela 1. Wskaźnik ruchliwości mieszkańców na dobę w kategoriach motywacyjnych przemieszczeń uwzględnionych w Modelu ruchu	12
Tabela 2. Wskaźnik ruchliwości mieszkańców na dobę w kategoriach motywacyjnych przemieszczeń uwzględnionych w Modelu ruchu	13
Tabela 3. Wskaźnik modelowy funkcji oporu przestrzeni podróży wewnątrz miasta Szczecina w różnych motywacjach.....	16
Tabela 4. Wskaźnik modelowy funkcji oporu przestrzeni podróży pomiędzy obszarem miasta Szczecina a strefą metropolitalną	16
Tabela 5. Wskaźnik modelowy funkcji oporu przestrzeni podróży w strefie metropolitalnej Szczecina ...	16
Tabela 6. Udział osób posiadających do dyspozycji samochód w ramach gospodarstwa domowego odbywających podróże wewnątrz Szczecina w motywacjach.	20
Tabela 7. Udział osób posiadających do dyspozycji samochód w ramach gospodarstwa domowego odbywających podróże pomiędzy strefą metropolitalną i Szczecinem w motywacjach.	20
Tabela 8. Dobowy podział zadań przewozowych dla przejazdów wewnętrznych w granicach Szczecina w podziale motywacyjnym.....	21
Tabela 9. Dobowy podział zadań przewozowych dla przejazdów innych niż wewnętrzne Szczecina (na podstawie modelu SOM).	22
Tabela 10. Udział godzin szczytu w poszczególnych motywacjach.....	25
Tabela 11. Porównanie potoków ruchu modelowanego na kordonach miasta z rzeczywistymi potokami ruchu w punktach pomiarowych - szczyt popołudniowy	27
Tabela 12. Porównanie potoków ruchu modelowanego na kordonach miasta z rzeczywistymi potokami ruchu w punktach pomiarowych - szczyt poranny.	27
Tabela 13. Porównanie wielkości potoków ruchu w punktach pomiarowych i wielkości modelowanych dla komunikacji indywidualnej - szczyt poranny i popołudniowy;.....	28
Tabela 14. Porównanie wielkości potoków ruchu w punktach pomiarowych i wielkości modelowanych dla komunikacji zbiorowej - szczyt poranny i popołudniowy, sumy ruchu autobusowego i tramwajowego, oraz ruch kolejowy.	34

Spis rysunków

Rysunek 1. Lokalizacja rejonów komunikacyjnych na terenie miasta Szczecina	6
Rysunek 2. Podział strefy metropolitalnej na rejony komunikacyjne	7
Rysunek 3. Histogram macierzy przejazdów Dom-Praca-Dom (normalizowany wg odległości) porównujący wielkości z badań ankietowych (kolor niebieski) i z modelu (kolor czerwony)	17
Rysunek 4. Histogram macierzy przejazdów Dom-Inne-Dom (normalizowany wg odległości) porównujący wielkości z badań ankietowych (kolor niebieski) i z modelu (kolor czerwony)	17
Rysunek 5. Histogram macierzy przejazdów Dom-Szkoła-Dom (normalizowany wg odległości) porównujący wielkości z badań ankietowych (kolor niebieski) i z modelu (kolor czerwony)	18
Rysunek 6. Histogram macierzy przejazdów Dom-Uczelnia-Dom (normalizowany wg odległości) porównujący wielkości z badań ankietowych (kolor niebieski) i z modelu (kolor czerwony)	18
Rysunek 7. Wykres zależności prawdopodobieństwa odbycia podróży pieszej w zależności od odległości	19
Rysunek 8. Wykres wielkości natężeń ruchu na poszczególnych kordonach pomiarowych, w stosunku do godzin szczytu określonych w badaniu ankietowym (niebieskie pasy).....	24