

---

**Politechnika Krakowska**  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej

**Praca doktorska**

**Wpływ wybranych czynników struktury  
funkcjonalno - przestrzennej miasta na  
podział zadań przewozowych**

**Autor: mgr inż. Aleksandra Faron**

**Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Rudnicki**

Kraków |grudzień 2013



*Dla moich Rodziców i Mai*

## **SPIS TREŚCI**

1. Wprowadzenie.....	10
1.1. Geneza podjęcia tematu.....	11
1.2. Cel i zakres pracy.....	13
1.3. Tezy pracy.....	14
1.4. Obiekt badań – struktura funkcjonalno - przestrzenna miasta.....	14
1.4.1. Struktura przestrzenna miasta.....	15
1.4.2. Struktura funkcjonalna elementów struktury przestrzennej.....	18
2. Charakterystyka stanu badań nad wpływem czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych i funkcjonowanie systemu transportowego miasta.....	24
2.1. Badania polskie.....	24
2.2. Badania zagraniczne.....	29
3. Charakterystyka zagospodarowania przestrzennego w powiązaniu z funkcjonowaniem transportu.....	35
3.1. Czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej mogące wywierać wpływ na podział zadań przewozowych.....	36
3.1.1. Wielkość jednostki urbanistycznej.....	36
3.1.2. Lokalizacja jednostki strukturalnej względem innych.....	37
3.1.3. Intensywność zagospodarowania obszaru.....	41
3.1.4. Wielofunkcyjność obszaru.....	43
3.1.5. Dostępność struktury funkcjonalno - przestrzennej.....	45
3.1.6. Regulacje parkingowe.....	47
3.1.7. Cechy sieci ulicznej.....	50
3.1.8. Aspekty socjoekonomiczne.....	51
3.2. Wskaźniki jakości funkcjonowania transportu.....	52
3.2.1. Miary o charakterze eksploatacyjnym.....	52
3.2.2. Miary o charakterze ekonomicznym.....	54
3.3. Zasady koordynacji rozwoju przestrzennego i transportu.....	56
3.4. Analiza dostępnych baz danych.....	59
3.4.1. Baza danych dla miast.....	59
3.4.2. Baza danych statystycznych.....	61
4. Modelowanie wpływu czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych i funkcjonowanie transportu.....	62
4.1. Modele potencjałów ruchotwórczych i podziału zadań przewozowych wynikające z przeglądu stanu badań.....	62
4.1.1. Potencjał ruchotwórczy.....	62
4.1.2. Przestrzenny rozkład ruchu (więźba ruchu wewnętrznego w mieście).....	64
4.1.3. Podział zadań przewozowych.....	65

4.1.4.	Rozkład ruchu w sieci transportowej .....	68
4.2.	Ocena możliwości wykorzystania dostępnych modeli uwzględniających wpływ czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych .....	69
4.2.1.	Model gęstości dla Hamburga.....	69
4.2.2.	Model określający prawdopodobieństwo wyboru dojścia pieszego do stacji metra według P. Olszewskiego .....	81
4.3.	Wybór zmiennych objaśniających model – zmienne charakteryzujące zagospodarowanie przestrzenne .....	89
4.4.	Estymacja modeli podziału zadań przewozowych dla trzech miast polskich .....	92
4.4.1.	Opis obiektu analizy - trzy polskie miasta .....	92
4.4.2.	Opis zastosowanej bazy danych i próby badawczej.....	96
4.4.3.	Estymacja jedno i wieloczynnikowego modelu podziału zadań przewozowych.....	97
4.5.	Studium przypadku – zastosowanie modelu i analiza wyników .....	120
4.5.1.	Scenariusze rozwoju osiedla mieszkaniowego .....	120
4.5.2.	Zmiana podziału zadań przewozowych w wyniku zmiany stopnia wielofunkcyjności osiedla mieszkaniowego. ....	122
5.	Podsumowanie i wnioski.....	129
5.1.	Zakres przeprowadzonych badań i analiz.....	129
5.2.	Spełnienie założonych celów.....	130
5.3.	Wnioski generalne .....	131
5.4.	Kierunki ewentualnych dalszych badań .....	133
6.	Bibliografia.....	134

## ***SPIS RYSUNKÓW***

Rys. 1.1	Struktura pracy (opracowanie własne).....	13
Rys. 1.2	Współzależności struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta i systemu transportowego oraz wielkości ruchu (opracowanie własne wg [89]).....	15
Rys. 1.3	Modele rozwoju przestrzennego miasta (opracowanie własne wg [67]).....	17
Rys. 1.4	Modele sieci ulicznej obsługującej osiedle mieszkaniowe (opracowanie własne wg [91]).....	21
Rys.2.1.	Rekomendowane zagospodarowanie przestrzenne Warszawy do 1985 r., ustalone na podstawie metody optymalizacji warszawskiej [111].....	25
Rys.2.2	Wykres zależności estymowany dla Krakowa udziału ruchu pieszego w zależności od długości podróży pieszej, mierzony pod sieci drogowej (opracowanie własne wg [74]).....	27
Rys.2.3	Wykres zależności udziału podróży odbywanych pieszo i rowerem od gęstości zaludnienia dużych miast (opracowanie własne wg [61]). ....	30
Rys.2.4	Wykres zależności udziału różnych środków transportu [a) transport indywidualny, b) transport zbiorowy, c) pieszy, d) rowerowy] od gęstości zaludnienia wybranych miast [57].	32
Rys.2.5	Wykres zależności pomiędzy wartością użytkowania energii przez transport prywatny [MJ/rok/mieszkańca] a gęstością zaludnienia wybranych miast [os/ha][61].....	33
Rys.3.1	Okładki przewodników Wydawnictwa Sport i Turystyka z lat 1983-1990, przedstawiające schematyczny układ sieci ulicznej charakterystyczny dla poszczególnych miast (wg [89]).....	35

Rys.3.2. Dwa modele rozwoju miasta – miasto rozproszone (po lewej) i miasto zwarte z lokalnymi centrami (po prawej) (opracowanie własne wg [61]).	38
Rys.3.3 Schemat określający zasięg dojścia pieszego do poszczególnych obiektów dla prawidłowego funkcjonowania miasta (opracowanie własne wg [69]).	40
Rys.3.4 Relacja wskaźników intensywności zabudowy mieszkaniowej netto do brutto w zależności od średnioważonej liczby kondygnacji budynków mieszkalnych (wg [15]).	41
Rys.3.5 Zestawienie powierzchni miast niemieckich z przewagą zabudowy: A – wielorodzinnej średniowysokiej, B - jednorodzinnej na dużych działkach, C - wielorodzinnej wysokiej, D-jednorodzinnej zwartej (opracowanie własne wg [39]).	42
Rys.3.6 Rekomendowana struktura użytkowania terenu w dzielnicy mieszkaniowej, zajmującej powierzchnię 1km <sup>2</sup> przy zabudowie wielorodzinnej[15].	44
Rys.3.7 Prawdopodobieństwo wyboru dojścia pieszego do stacji metra w zależności od odległości ekwiwalentnej dojścia do przystanku metra (opracowanie własne wg [66]).	46
Rys.3.8 Graficzne przedstawienie podziału miasta Krakowa na strefy obsługi komunikacyjnej dla potrzeb wyznaczenia wartości wskaźników parkingowych [79].	49
Rys.3.9 Aspekty socjoekonomiczne wpływające na zmianę środka transportu wg projektu Usemobility (źródło [21] – wersja w języku polskim).	52
Rys.4.1 Dzielnica Allermöhe w Hamburgu, zrealizowane według koncepcji modelu gęstości Hamburga (opracowanie własne oraz wg [103]).	70
Rys.4.2 Przystanek kolejowy Allermöhe w dzielnicy o takiej samej nazwie w Hamburgu, z parkingiem samochodowym w systemie Park&Ride [103].	71
Rys.4.3 Przystanek kolejowy Nettelborg w dzielnicy Allermöhe w Hamburgu, z parkingiem w systemie Park&Ride [103].	71
Rys.4.4 Węzeł przesiadkowy Bergedorf w dzielnicy Allermöhe w Hamburgu, z systemem Park&Ride oraz lokalnym dworcem autobusowym [103].	72
Rys.4.5 Parking kubaturowy w systemie Park&Ride przy przystanku kolejowym Bergedorf w dzielnicy Allermöhe w Hamburgu [103].	72
Rys.4.6 Parking rowerowy przy parkingu Park&Ride, w sąsiedztwie przystanku kolejowego Nettelborg w Hamburgu [103].	73
Rys.4.7 Schemat osi rozwojowych przewidzianych w tzw. modelu gęstości Hamburga, gdzie WI to wskaźnik intensywności zabudowy (opracowanie własne wg [4]).	74
Rys.4.8 Schemat blokowy postępowania w obliczeniu wpływu zmian wskaźnika intensywności zabudowy na wzrost potencjału ruchotwórczego i udziału transportu zbiorowego w podróżach (opracowanie własne).	78
Rys.4.9 Stacja metra przy ulicy D`Almeid w Singapurze [103].	81
Rys.4.10 Histogram częstości wyboru dojścia pieszego do stacji metra w zależności od ekwiwalentnej odległości dojścia do tej stacji (opracowanie własne wg [65]).	83
Rys.4.11 Lokalizacja osiedla Górka Narodowa w kontekście miasta Krakowa (wg [103] i opracowanie własne).	84
Rys.4.12 Osiedle Górka Narodowa z lokalizacją przystanków autobusowych obsługujących osiedle Górka narodowa Zachód i Wschód (przystanki zaznaczono kolorem żółtym) oraz ul. Kuźnicy Kołłątajowskiej (początkowy odcinek ulicy zaznaczono kolorem czerwonym) i ul. Meiera (początkowy odcinek ulicy zaznaczono kolorem niebieskim) (opracowanie własne i [103]).	85
Rys.4.13 Obszar osiedla Górka Narodowa objęty projektem zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Kraków z roku 2013 (opracowanie własne i [82]).	87
Rys.4.14 Układ izolacji w linii prostej odległości dojścia do przystanku autobusowego z osiedla Górka Narodowa (przystanek autobusowy oznaczono kolorem czerwonym,	

stopniowanie izolinii co 100 m, budynki niebieskie - istniejące, budynki żółte - planowane) (opracowanie własne i [103]).	88
Rys.4.15 Układ izolinii rzeczywistej odległości dojścia po sieci ulicznej do przystanku autobusowego z osiedla Górka Narodowa (przystanek autobusowy oznaczono kolorem czerwonym, stopniowanie izolinii co 100 m, budynki niebieskie - istniejące, budynki żółte - planowane) (opracowanie własne i [103]).	88
Rys. 4.16 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od gęstości zaludnienia rejonu komunikacyjnego oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.	104
Rys. 4.17 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od stopnia wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w przedziale 0÷0,5 oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.	106
Rys. 4.18 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w rejonie komunikacyjnym oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.	108
Rys. 4.19 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od odległości pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.	110
Rys. 4.20 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od czasu przejazdu transportem zbiorowym pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.	112
Rys. 4.21 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od ilorazu uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i uogólnionego kosztu podróży transportem zbiorowym z rejon komunikacyjnego do Śródmieścia oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.	114
Rys. 4.22 Rozwój osiedla Górka Narodowa w Krakowie (kolor niebieski – istniejąca zabudowa osiedla – 12 000 mieszkańców, kolor żółty – planowany rozwój osiedla – 16 000 mieszkańców lub rozwój miejsc pracy oraz kolor różowy – planowany rozwój osiedla – 20 000 mieszkańców lub rozwój miejsc pracy) ([103] oraz opracowanie własne).	121
Rys. 4.23 Schemat obliczeniowy wpływu zmiany w strukturze funkcjonalno - przestrzennej osiedla mieszkaniowego Górka Narodowa w Krakowie na zmianę podziału zadań przewozowych dla podróży związanych z motywacją dom-praca-dom (opracowanie własne).	125

### **SPIS TABEL**

Tab. 2.1 Parametry „z” funkcji logitowej w zależności od motywacji podróży na podstawie KBR w Krakowie [74].	28
Tab. 3.1 Powiązanie stref polityki parkingowej ze wskaźnikami dopuszczalnej liczby miejsc postojowych dla Krakowa oraz z zalecaną funkcją i intensywnością zabudowy [79].	48
Tab. 4.1 Zestawienie częściowych modeli do wyznaczenia potencjałów ruchotwórczych dla doby, dla poszczególnych grup motywacji dla Krakowa (opracowanie własne wg [74]).	63

Tab. 4.2 Formuły regresji dla potencjałów ruchotwórczych generujący ruchu[podróży/dobę] dla dwóch motywacji wybranych miast - oznaczenie symboli jak wyżej (opracowane własne wg[6], [74], [75], [92] oraz materiałów niepublikowanych) .....	63
Tab. 4.3 Parametry modelu funkcji oporu skalibrowane dla Krakowa [74]. .....	65
Tab. 4.4 Udział procentowy poszczególnych środków transportu w zależności od motywacji podróży na podstawie KBR Kraków 2003 [74]. .....	67
Tab. 4.5 Wyniki obliczeń wpływu zmiany wskaźnika intensywności zabudowy na zmianę potencjału ruchotwórczego oraz udziału transportu zbiorowego w analizowany paśmie zabudowy (opracowanie własne). .....	80
Tab. 4.6 Dane demograficzne i transportowe miast – Kraków, Wrocław i Gdańsk. ....	96
Tab. 4.7 Wyniki analizy regresji liniowej dla udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w zależności od pojedynczego czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej rejonu komunikacyjnego dla Krakowa (opracowanie własne). ....	100
Tab. 4.8 Wyniki analizy regresji liniowej dla udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w zależności od pojedynczego czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej rejonu komunikacyjnego dla Wrocławia (opracowanie własne). ....	101
Tab. 4.9 Wyniki analizy regresji liniowej dla udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w zależności od pojedynczego czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej rejonu komunikacyjnego dla Gdańska (opracowanie własne). ....	101
Tab. 4.10 Macierz współczynników korelacji cząstkowej pomiędzy zmiennymi objaśniającymi czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej w Krakowie (opracowanie własne). .....	116
Tab. 4.11 Macierz współczynników korelacji cząstkowej pomiędzy zmiennymi objaśniającymi czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej we Wrocławiu (opracowanie własne). .....	116
Tab. 4.12 Macierz współczynników korelacji cząstkowej pomiędzy zmiennymi objaśniającymi czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej w Gdańsku (opracowanie własne). .....	117
Tab. 4.13 Wzory regresji dla udziału transportu zbiorowego w podróżach w rejonie komunikacyjnym oraz parametry oceny jakości dopasowania modeli dla trzech miast (opracowanie własne). ....	118
Tab. 4.14 Wzory regresji dla udziału transportu zbiorowego w podróżach w rejonie komunikacyjnym oraz parametry oceny jakości dopasowania modeli dla Krakowa (opracowanie własne). ....	118
Tab. 4.15 Wartości udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych dla ogółu podróży i dla motywacji dom-praca-dom w zależności od czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej charakteryzujących osiedle Górka Narodowa (opracowanie własne). ....	124
Tab. 4.16 Wartości obliczeniowe potencjałów ruchotwórczych oraz podziału zadań przewozowych osiedla Górka Narodowa w Krakowie dla podróży związanych w motywacją dom-praca-dom (opracowanie własne). .....	126
Tab. 4.17 Spadek liczby samochodów generowanych i absorbowanych przez i do osiedla Górka Narodowa, dla motywacji dom-praca-dom w ciągu doby w wyniku zmiany jego stopnia wielofunkcyjności (opracowanie własne). ....	127

## **ZAŁĄCZNIKI**

Załącznik 1 1 Rysunek rozwoju osiedla Górka Narodowa w Krakowie i parametry modelu dostępności pieszej do przystanku autobusowego zlokalizowanego przy osiedlu Górka Narodowa w Krakowie. ....	143
--	-----

Załącznik 1 2 Parametry modelu prawdopodobieństwa wyboru dojścia pieszego do przystanku autobusowego dla stanu istniejącego zagospodarowania przestrzennego osiedla Górka Narodowa w Krakowie.....	144
Załącznik 1 3 Parametry modelu prawdopodobieństwa wyboru dojścia pieszego do przystanku autobusowego dla stanu prognostycznego rozwoju zagospodarowania przestrzennego osiedla Górka Narodowa w Krakowie.....	146
Załącznik 2 1 Parametry do wyznaczenia uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i zbiorowym .....	150
Załącznik 2 2 Podział analizowanych miast na rejony komunikacyjne.....	151
Załącznik 2 3 Bazy danych dla analizowanych miast.....	155
Załącznik 2.2 1 Podział miasta Krakowa na rejony komunikacyjne .....	152
Załącznik 2.2 2 Podział miasta Wrocławia na rejony komunikacyjne .....	153
Załącznik 2.2 3 Podział miasta Gdańska na rejony komunikacyjne .....	154
Załącznik 2.3 1 Baza danych dla Krakowa - a) źródłowa i b) wynikowa.....	155
Załącznik 2.3 2 Baza danych dla Wrocławia - a) źródłowa i b) wynikowa.....	162
Załącznik 2.3 3 Baza danych dla Gdańska - a) źródłowa i b) wynikowa .....	169
Załącznik 3 1 Modele regresji liniowej obrazującej zależność pomiędzy udziałem transportu zbiorowego w ruchu zmotoryzowanym a stopniem wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w całym zakresie stosowania.....	174
Załącznik 4 1 Histogramy częstości dla analizowanych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej w analizowanych miastach. ....	177
Załącznik 4 2 Wykresy rozrzutu reszt studentyzowanych dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej w analizowanych miastach.....	183
Załącznik 4.1 1 Histogram częstości dla gęstości zaludnienia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	177
Załącznik 4.1 2 Histogram częstości dla stopnia wielofunkcyjności w przedziale do 0,5 $[L_{MP}/L_M]$ w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	178
Załącznik 4.1 3 Histogram częstości dla stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	179
Załącznik 4.1 4 Histogram częstości dla odległości pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	180
Załącznik 4.1 5 Histogram częstości dla czasu przejazdu transportem zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku .....	181
Załącznik 4.1 6 Histogram częstości dla uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	182
Załącznik 4.2 1 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od gęstości zaludnienia rejonu komunikacyjnego w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	183
Załącznik 4.2 2 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od stopnia wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w przedziale do 0,5 $[L_{MP}/L_M]$ w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	184



Załącznik 4.2 3 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	185
Załącznik 4.2 4 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od odległości pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	186
Załącznik 4.2 5 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od czasu przejazdu transportem zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku .....	187
Załącznik 4.2 6 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od ilorazu uogólnionego czasu podróży transportem indywidualnym i transportem zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku.....	188

## 1. Wprowadzenie

„Wymiarowanie wszystkich elementów w układzie miasta nie powinno być inaczej realizowane jak tylko według skali człowieka”[48],[128]. Ewolucja rozwoju miast ukształtowała różne modele układu przestrzennego i stosunków pomiędzy jednostką urbanistyczną a człowiekiem. Miasta antyczne i średniowieczne charakteryzowały się zwartością układu przestrzennego, co wpływało na krótsze podróże i zapewnienie bezpieczeństwa ludności. Jednak bardzo gęsta sieć ulic i małe kwartały zabudowy powodowały brak komfortu dla pieszych i życia mieszkańców [128]. W czasach nowożytnych miasta zaczęły powoli rozwijać się poza murami miasta, ale jednocześnie przy zachowaniu wysokiej intensywności w obrębie nowych fortyfikacji. Miasta epoki przemysłowej rozwijały się w oparciu o dynamiczny rozwój nowych technologii, w tym transportowych. Rozpoczął się szybki rozwój funkcji usługowych, a ludność na niespotykaną skalę migrowała ze wsi do miast. Zjawisko takie spowodowało wzrost uciążliwości życia w mieście z powodu wzrostu zanieczyszczeń przemysłowych i z palenisk domowych. Uciążliwości te były czynnikiem sprawczym rozwijania się osiedli podmiejskich, najczęściej przy przystankach kolei. Miasta tego okresu cechowały się przestrzenną segregacją funkcji, przy jednoczesnym rozwoju transportu zbiorowego (kolej, metro, tramwaj, trolejbus). Obecny okres epoki postindustrialnej zbliżył rozwiązania przestrzenne do zasad zrównoważonego rozwoju miasta. W okresie tym nastąpiło przemieszanie funkcji obszaru, skutkujące skróceniem dystansu pomiędzy miejscem zamieszkania a miejscem pracy. Jednocześnie ograniczono dostępność do centrum miast samochodem osobowym. Rozpoczęła się także ekspansja mieszkalnictwa poza tereny miejskie. Efekt „urban sprawl” czyli „rozlewanie się miast poza ich granice” spowodował wzrost liczby podróży transportem indywidualnym, co przyczyniło się do wzrostu zatłoczenia ruchem wlotów drogowych do miast.

Każde miasto, w swojej ideologii rozwoju, uwzględniało aspekty społeczne i ekonomiczne. U podstaw tych dwóch czynników zawsze leżała relacja: człowiek i jego miejsce pracy. Miasta rozwijały się dzięki rosnącym wymaganiom społecznym człowieka (w odniesieniu do jakości życia), a będącym w tle możliwościami technologicznymi, głównie związanymi z systemami transportowymi. Historia rozwoju miast pokazuje, że zmiany w strukturze funkcjonalno - przestrzennej podlegają okresowym wahaniom pomiędzy strukturą zwartą a rozproszoną, monocentryczną a policentryczną. Dzięki nowym technologiom możemy podróżować szybciej na długie odległości różnymi środkami transportu, a pojęcie odległości jest dla podróżnego wymiarowane w postaci czasu na osiągnięcie celu podróży. Śledzenie historii rozwoju miasta prowadzi do wniosku: planiści miejscy starali się sprostać wymaganiom mieszkańców współczesnej epoki i kształtować przestrzeń w taki sposób, aby zapewnić przyjazne środowisko zamieszkania i miejsca pracy w przyszłości. Postulat ten najczęściej realizowany był w kontekście zapewnienia zrównoważonego rozwoju miasta<sup>1</sup>. Obecnie zasada ta ma coraz większe znaczenie w praktyce planistycznej. Kształtowanie przestrzeni miejskiej według zasad zachowania równowagi pomiędzy jej elementami, daje możliwość kontroli stopnia wykorzystania samochodu w codziennych podróżach mieszkańców. Zatem efektem zrównoważenia jest łagodzenie konfliktów między jego elementami.

<sup>1</sup> Zrównoważony rozwój miasta - strategia rozwoju miasta, w której realizowana jest zasada równowagi czynników gospodarczych, środowiskowych i społecznych, w kontekście formy zagospodarowania przestrzennego i systemu transportowego. Według Ziobrowskiego [128] jest to także proces obejmujący przemiany społeczne i gospodarcze, w którym - w celu zrównoważenia szans w dostępie do środowiska poszczególnych społeczeństw i ich obywateli (współczesnych i przyszłych pokoleń), następuje integrowanie działań politycznych, społecznych i gospodarczych w zachowaniu równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych.

Podstawowymi elementami struktury miasta jest zagospodarowanie przestrzenne oraz system transportowy i najczęściej między nimi dochodzi do najbardziej odczuwalnych dla miasta konfliktów. Obecnie każde większe miasto w Polsce doznaje dużych utrudnień w ruchu samochodowym w godzinach szczytu. Próby zmniejszania zatłoczenia motoryzacyjnego zwykle dotyczą wdrażania wielu inżynierskich rozwiązań, które w sposób doraźny rozwiązują problem kongestii<sup>2</sup>. Rozwiązania te na krótko pozwalają poprawić warunki ruchu (np. wybudowanie drogi, zwiększenie przepustowości odcinka drogi istniejącej). Dlatego pożądanym jest poszukiwanie takich rozwiązań, które wpłyną na wielkość generowanego ruchu i sposoby jego obsługi (rodzaj wykorzystywanego środka transportu). Jednym z takich działań jest oddziaływanie na planowanie struktur przestrzennych, głównie w obszarach mieszkalnych i tych, gdzie zlokalizowane są miejsca pracy. Kształtowanie czynników związanych ze strukturą funkcjonalno - przestrzenną daje możliwość kontrolowania liczby generowanych przez obszar podróży odbywanych samochodem osobowym. Czynniki takie jak: gęstość zaludnienia i miejsc pracy, wielofunkcyjność obszaru, dostępność do infrastruktury transportu zbiorowego czy lokalizacja obszaru względem centrum miasta lub subcentrum, są elementami struktury, których umiejętne zastosowanie umożliwi zmniejszenie zatłoczenia motoryzacyjnego, w skutek przeniesienia części podróży na transport zbiorowy i pieszy. Kluczową jednak kwestią jest, w jaki sposób czynniki te wpływają na zmiany w podziale zadań przewozowych. Sparometryzowanie tych zależności da podstawę do sprecyzowania postulatów skierowanych do planistów miast i transportu, że współpraca pomiędzy tymi dwoma profesjami jest konieczna, a realizowane równoległe działania planistyczne zapewnią efekt synergiczny.

## 1.1. Geneza podjęcia tematu

Miasto jako jednostka strukturalna struktury osadniczej, w miarę rozwoju cywilizacji, rozwija się, ale z tendencjami do niekontrolowanych form zagospodarowania. Rozwój miast był uwarunkowany od wielu czynników, m.in. gospodarczych, społecznych, środowiskowych i politycznych. W ostatnich latach zauważana jest tendencja do zagospodarowywania terenów na funkcje mieszkaniowe, w których można uzyskać konkurencyjną cenę zakupu, budowy obiektów mieszkalnych, a następnie ich sprzedaży. Położenie tych terenów bardzo często charakteryzuje się słabą dostępnością do transportu zbiorowego, a także słabo rozwiniętą ofertą miejsc pracy i usług (sklepy, przedszkola, szkoły). "Urban sprawl" – rozlewanie się miast poza jego granice, które powoduje wzrost pracy przewozowej, zwłaszcza w podróży transportem indywidualnym, jest wynikiem braku uregulowań prawnych wymuszających koordynację rozwoju przestrzennego w obszarze metropolitalnym. Obowiązujące dokumenty planistyczne o charakterze politycznym (np. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta, np. [108],[110]) w niewystarczającym stopniu podejmują temat integracji zabudowy mieszkaniowej/usługowej z alternatywnymi do samochodu osobowego formami transportu. Planowanie przeznaczenia terenów miejskich, w większości pod zabudowę o niskiej intensywności, powoduje, że nie może być ona obsługiwana transportem zbiorowym o wysokiej atrakcyjności (bliskość przystanków, wysoka częstotliwość kursowania). Brak wyraźnego wykształconego subcentrum w dzielnicach dużych miast, powoduje konieczność realizacji długich podróży, które najczęściej wykonywane są samochodem prywatnym. Polityki transportowe miast często nie podejmują tematu polityki parkingowej, w tym regulacji zasad parkowania w centrach miast, co wpływa niekorzystnie

<sup>2</sup> Kongestią transportową możemy nazwać zjawisko przeciążenia, zatłoczenia układu drogowego, zator transportowy [116]. Można ją zdefiniować także jako różnicę w kosztach zasobów między siecią drogową obciążoną ruchem samochodowym, a siecią funkcjonującą w warunkach idealnych, tzn. taką, gdzie ruch odbywa się swobodnie, z maksymalną dopuszczalną prędkością [70].

na poziom życia i emigrację jego mieszkańców na obszary podmiejskie. Przestrzeń publiczna w takich obszarach, mająca zapewnić możliwość integracji i odpoczynku mieszkańców, staje się uciążliwa i mało atrakcyjna. Wskutek tego obszary takie pustoszeją, a poziom życia zdecydowanie się obniża.

Doświadczenia polskie odnoszące się do oddziaływania czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych pokazują, że nawet jeśli formułowane są rekomendacje w tym zakresie, to nie są konsekwentnie realizowane. Przejawia się to często brakiem realizacji zapisów w dokumentach planistycznych o charakterze politycznym. Co prawda w ramach tzw. optymalizacji warszawskiej, optymalizowano rozmieszczenie programu urbanistycznego [10],[111], ze względu na minimalizację kosztów inwestycyjnych uzbrojenia inżynierskiego, w tym transportu, ale w obecnych dokumentach planistycznych zasada ta nie jest kontynuowana.

Natomiast w literaturze zagranicznej istnieje wiele pozycji identyfikujących czynniki użytkowania terenu, które wpływać mogą na podział zadań przewozowych np.[1],[8],[13],[56],[93],[123]. Kluczową kwestią jest, czy wyniki badań zagranicznych można wprost przełożyć na warunki polskie? Byłoby to ryzykowne, głównie z powodu różnic w podejściu do świadomego wyboru środka transportu przez mieszkańców miast. Dokumenty polityczne Unii Europejskiej np.[17],[18],[19] zalecają analizowanie wpływu czynników struktur przestrzennych na funkcjonowanie systemu transportowego.

Doświadczenia polskie i zagraniczne wskazują na potencjalny wpływ czynników na podział zadań przewozowych. Zmiana udziału poszczególnych środków transportu w podróżach mieszkańców (na korzyść transportu zbiorowego, pieszego i rowerowego) wpływa na łagodzenie skutków kongestii samochodowej oraz na wymiarowanie podsystemów transportu.

Kluczowym elementem analizy wpływu struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych jest baza danych, która powinna odnosić się do małej jednostki urbanistycznej (rejon komunikacyjny, dzielnica miasta) i zawierać dane demograficzne tej jednostki, liczbę miejsc pracy oraz precyzująca zachowania transportowe mieszkańców (opisane w Rozdziale 3.4.1). Duży zbiór danych tworzą wyniki badań ankietowych gospodarstw domowych, opracowywanych w ramach Kompleksowych Badań Ruchu (KBR) lub innych opracowań dotyczących powiązania planowania sieci transportowych z zachowaniami komunikacyjnymi mieszkańców. Niestety opracowań takich jest bardzo mało w Polsce, a dostęp do bazy danych jest ograniczony. Natomiast inne bazy danych tworzone w Polsce dla małych jednostek urbanistycznych (baza danych Głównego Urzędu Statystycznego – GUS lub modeli geograficznych w GIS) są trudno dostępne publicznie lub w ogóle niedostępne.

Podsumowując można stwierdzić, że zagadnienie skoordynowania planowania przestrzennego i transportu jest ważnym problemem naukowym. Dostępne wyniki badań naukowych oraz inne opracowania dają podstawę do pogłębienia analiz, w których czynniki charakteryzujące strukturę funkcjonalno - przestrzenną będą czynnikami sprawczymi zmian w podziale zadań przewozowych.

Istnieje zatem potrzeba estymacji modeli współzależności wyżej wymienionych czynników, co stanowi wyzwanie podjęte przez autorkę niniejszej dysertacji.

## 1.2. Cel i zakres pracy

Wpływ struktury miasta na podział zadań przewozowych jest zagadnieniem bardzo szerokim. Sam zakres pojęciowy struktury miasta jest bardzo rozbudowany. Z tego względu w ramach przedmiotowej dysertacji zajęto się wybranymi czynnikami.

Głównym celem pracy jest zbadanie wpływu wybranych czynników opisujących strukturę funkcjonalno - przestrzenną miasta na racjonalny podział zadań przewozowych (w tym w postaci estymowanych modeli), co w konsekwencji może wpłynąć na łagodzenia kongestii motoryzacyjnej (głównie samochodów osobowych).

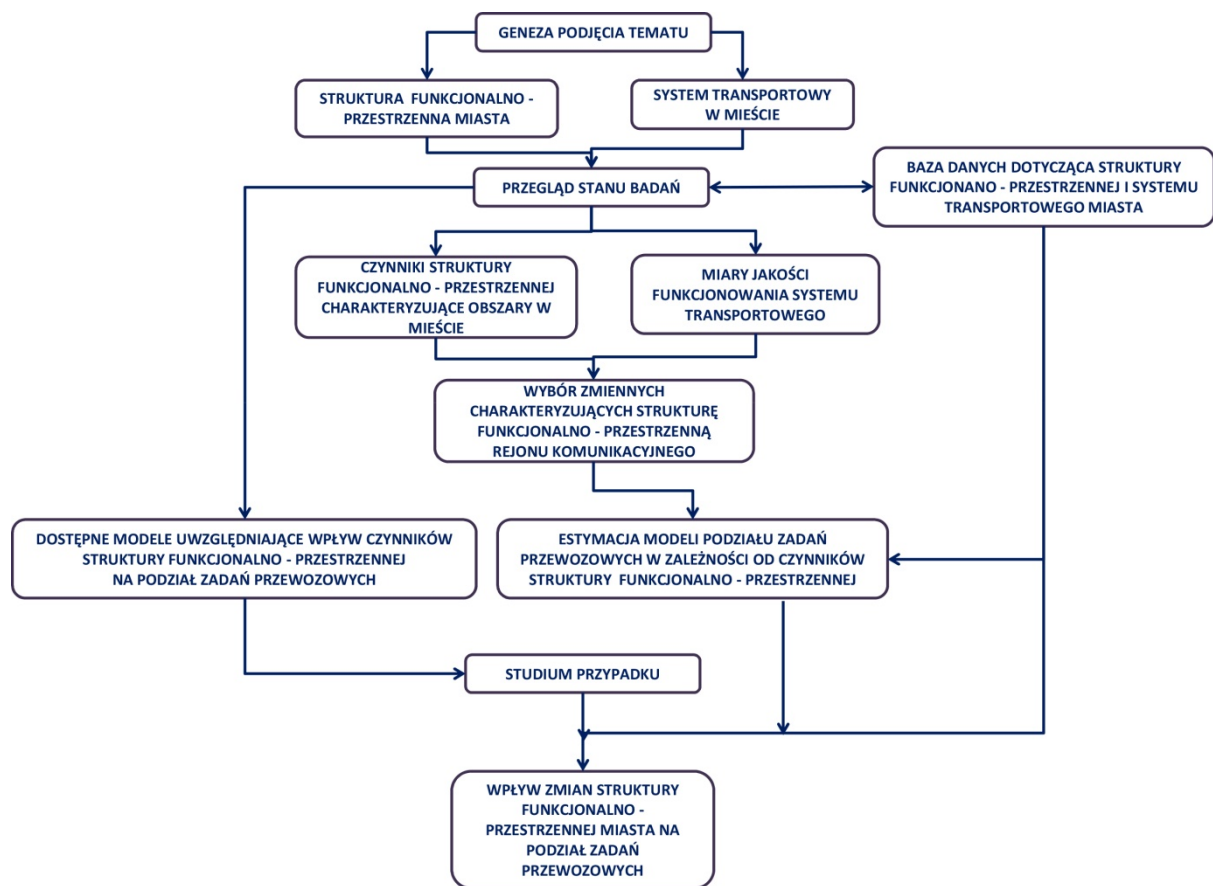
Poszczególne czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej będą analizowane pod kątem stopnia ich wpływu na wielkość potencjałów ruchotwórczych oraz na zmiany w podziale zadań przewozowych.

Zatem analizowany problem sytuuje się na pograniczu transportu i gospodarki przestrzennej (urbanistyki).

Przyjęto, że struktura przestrzenna odnosi się do całego miasta, a struktura funkcjonalna do rejonów komunikacyjny będących częścią dzielnicy, w tym mieszkaniowej. Agregacja rejonu komunikacyjnego do całej dzielnicy miasta mogłaby obrazować zbyt ogólne zależności i osłabić wpływ wielu czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych.

Ogólniejszym celem dysertacji jest wkład w rozwój metodyki planowania przestrzennego i transportu.

Struktura pracy została przedstawiona na Rys. 1.1.



Rys. 1.1 Struktura pracy (opracowanie własne).

### 1.3. Tezy pracy

Istnieje związek pomiędzy gęstością zaludnienia, stopniem wielofunkcyjności obszaru, wzajemnym rozmieszczeniem programu urbanistycznego, stopniem dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego oraz do miejsc parkingowych – jako czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej charakteryzujących miasto lub wydzieloną jego część, a podziałem zadań przewozowych.

Istnieje możliwość estymacji wpływu wybranych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych. W tworzeniu tych modeli użyteczne jest stosowanie analizy korelacji oraz regresji jednoczynnikowej i wielorakiej.

Możliwe jest także stworzenia procedury zawierającej sekwencję skalibrowanych modeli cząstkowych, do wyznaczenia podziału zadań przewozowych.

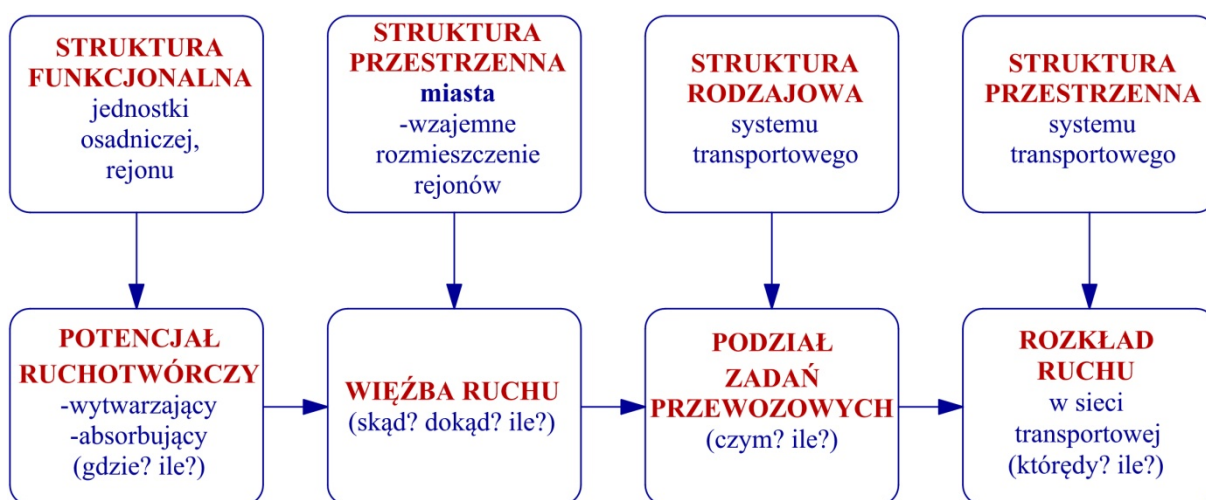
### 1.4. Obiekt badań – struktura funkcjonalno - przestrzenna miasta.

Struktura przestrzenna to system powiązanych ze sobą elementów zagospodarowania, które tworzą całość funkcjonalno - przestrzenną. Głównym wyzwaniem dla urbanistów jest określenie wzajemnych relacji pomiędzy elementami tej struktury oraz między elementami a całym miastem [15] i kształtowanie tych relacji w sposób zrównoważony. Do podstawowych elementów struktury miasta zaliczyć można obszary różniące się między sobą rodzajem funkcji, czyli przeznaczeniem i użytkowaniem terenu. Elementy tej struktury tworzą bardzo złożone systemy, jak dzielnica, miasto lub aglomeracja. Powiązane są ze sobą systemem transportowym, który będąc słabo rozwinięty lub skupiony tylko na jednym rodzaju (głównie systemie transportu indywidualnego), może prowadzić do zaostrzania się konfliktów w relacji przestrzennej miasta lub zaburzenia funkcji dzielnic mieszkaniowych. Struktura funkcjonalno - przestrzenna jest zatem systemem powiązanych ze sobą różnych elementów zagospodarowania, które w konsekwencji tworzą uzupełniający się wzajemnie organizm.

Obiekt badań stanowi zatem miasto, czyli struktura przestrzenna z rozmieszczonymi elementami składowymi. Elementy te, posiadając odpowiednie funkcje, stanowią także obiekt badań niniejszej dysertacji. Do elementów tych zaliczyć można:

- obszary mieszkalne (osiedla, zespoły osiedli, dzielnice mieszkaniowe),
- tereny nauki, administracji, produkcji i biznesu,
- obszary, na których położone są centra usługowe, centra kultury, infrastruktura społeczna,
- tereny związane z systemem transportowym miasta - sieć ulic, parkingi, dworce, stacje i przystanki transportu zbiorowego, węzły przesiadkowe,

Współzależnościach struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta i systemu transportowego jest powiązana z wielkością ruchu i obciążeniem układu drogowego [89]. Powiązanie to występuje na kilku poziomach relacji, w których podróże i ruch ujmowane są w klasycznym modelu czterostadiowym obejmującym: potencjały ruchotwórcze, więźbę ruchu, podział zadań przewozowych (określający udziały poszczególnych środków transportu w podróżach) oraz rozkład ruchu w sieciach transportowych. Zależności te przedstawiono na schemacie blokowym (Rys. 1.2).



Rys. 1.2 Współzależności struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta i systemu transportowego oraz wielkości ruchu (opracowanie własne wg [89]).

#### 1.4.1. Struktura przestrzenna miasta

Układ przestrzenny miasta jest elementem tworzącym jego tożsamość. Miasta budowane według tej samej zasady, formowane z tych samych elementów, mogą różnić się układem przestrzennym. Można wyróżnić trzy podstawowe modele rozwoju miasta [67]: model pasmowy, promienisty i satelitarny.

Model pasmowy zakłada rozwój miasta wzdłuż głównym arterii transportowych - drogowych, kolejowych lub wodnych. Pasma terenów o przeznaczeniu mieszkalnym biegą równoległe do tych arterii, a w niewielkiej odległości od nich znajdują się miejsca pracy, podstawowych usług i tereny wypoczynkowe (najczęściej dostępne pieszo lub na nieco większe odległości także transportem zbiorowym). Odmianą tego rozwiązania jest rozwój obszarów skupiających miejsca pracy wzdłuż arterii, powodując przemieszanie się z funkcją mieszkaniową. Układ pasmowy miasta pozwala na dogodne obsłużenie zabudowy zwłaszcza transportem zbiorowym. Jednak model ten posiada także swoje wady - gdy pasmo wydłuża się, odległości między jego częściami stają się większe niż w przypadku stworzenia dodatkowych osi poprzecznych. W taki wypadku musi być wprowadzony szybki, a przy tym kosztowny środek transportu zbiorowego (metro lub kolej). Model ten posiada także inną wadę - prowadzi do rozproszenia usług wyższego stopnia.

Model promienisty polega na rozbudowie części miasta wzdłuż korytarzy transportowych wychodzących promieniście od jego centrum (tworząc układ gwiazdasty). Rozbudowa ta odbywa się także równoległe do korytarzy transportowych, które jednak stanowią arterie wylotowe. Model ten posiada zatem cechy modelu pasmowego, ale pozwala na znaczące skrócenie odległości od głównego ośrodka oraz na jego wyraźne wykształcenie. Odmianą tego modelu jest układ satelitarny, który zakłada, że po osiągnięciu pewnej wielkości, dalszy rozwój miasta skierowany jest częściowo do satelitów powiązanych dogodnie z dzielnicami centralnymi. Satelity te można uznać jako oderwane od ramion układu promienistego, których samodzielność wzrasta z odległością. Model ten jednak posiada podstawową wadę - w miarę rozwoju miasta, intensywność ruchu w dzielnicy centralnej zwiększa się i może powodować przekroczenie przepustowości sieci ulicznej. O ile ośrodki te są dobrze powiązane z centralnym punktem (centrum miasta), to między sobą powiązania drogowe są bardzo słabe. Prowadzić to może do zwiększania się obciążenia sieci ulicznej w centralnym punkcie miasta ruchem tranzytowym. Dodatkowo układ promienisty posiada pomiędzy ramionami tereny

wolne od zabudowy, które w miarę rozwoju miasta mogą być zabudowywane, tworząc konglomerat zabudowy.

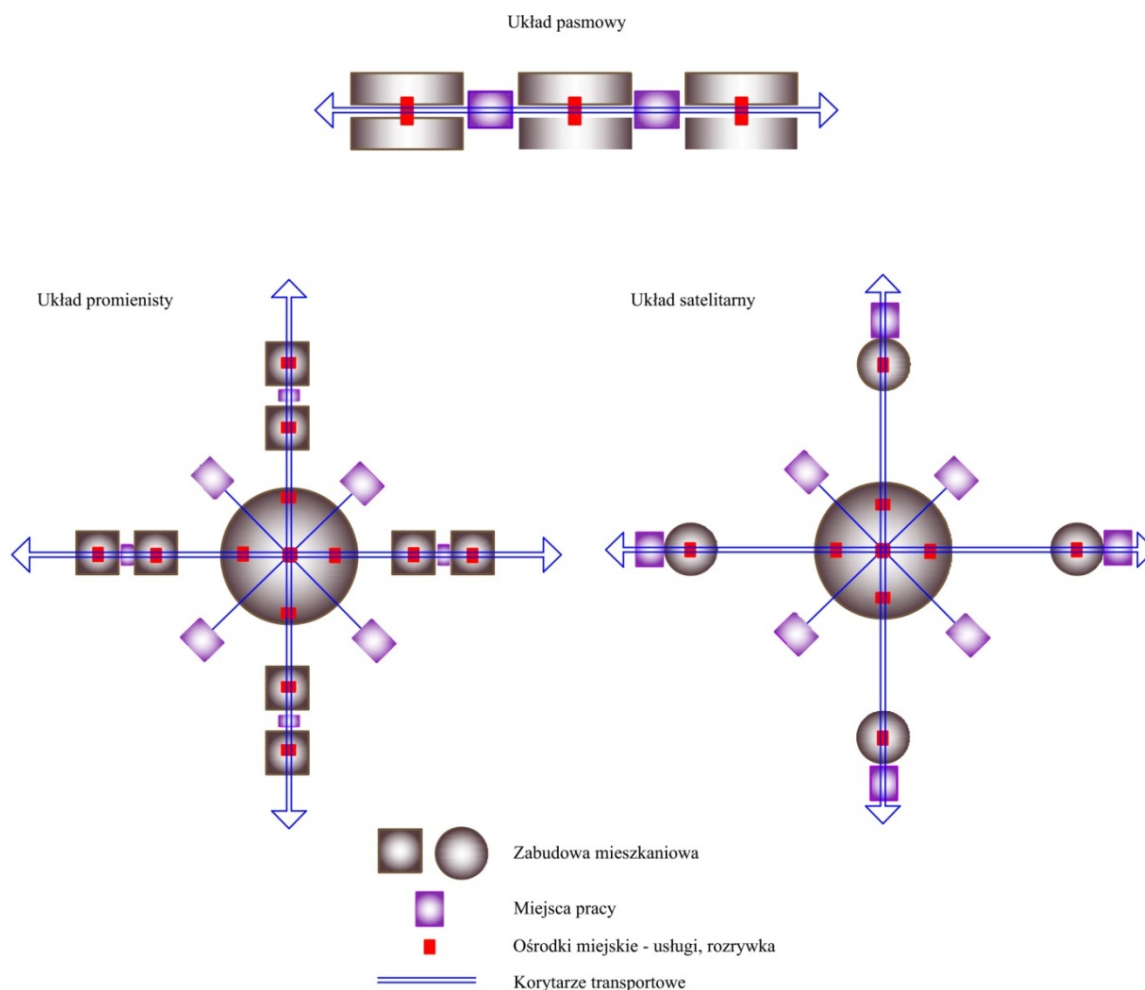
Rozwój przestrzenny miast możliwy jest także w oparciu o przemieszanie ze sobą zasad wymienionych modeli, albo według całkowicie nowych zasad. Wybór kierunku rozwoju miasta w każdym przypadku musi opierać się o warunki lokalne - morfologię terenu, ukształtowanie systemu transportowego i inne elementy. I ta zasada pozwala na ukształtowanie niepowtarzalnej sylwetki miasta<sup>3</sup>.

Struktura przestrzenna miasta powinna wpływać na eliminowanie zbędnych podróży, szczególnie tych odbywanych na dalekie odległości. Kształtowanie elementów przestrzennych miasta powinno zatem stymulować takie rozwiązania urbanistyczne, które mogą zapewnić realizację celu podróży na krótkie odległości - ponieważ te mają większą szansę odbywać się pieszo lub na nieco większe odległości także transportem zbiorowym. W skutek takich działań można wpływać na mobilność mieszkańców, przykładowo zachęcać do dodatkowych aktywności przy większej gotowości do odbywania podróży pieszo lub rowerem. Takie rozwiązania mogą wpływać na redukowanie pracy przewozowej i zmniejszania natężenia ruchu transportu samochodowego, co prowadzi do redukcji emisji spalin i hałasu, niższych kosztów transportowych (inwestycyjnym i eksploatacyjnych) dla gminy i użytkownika, a także zapewnia wyższą jakość przestrzeni publicznej.

---

<sup>3</sup>Strukturę przestrzenną miasta można porównać do pracy organizmu człowieka, a każdy z jej elementów do poszczególnych jego narządów (odniesienie: mózg – centrum miasta; poszczególne narządy – dzielnice miasta; układ krwionośny – system transportowy, itd.). Tak jak w żywym organizmie, wszystkie procesy zachodzące w strukturze funkcjonalno - przestrzennej miasta, muszą zachodzić jednocześnie. Tak jak każda niedoczynność lub nadczynność narządu ludzkiego może być spowodowana zakłóceniami w układzie krwionośnym (lub odwrotnie), tak i nieprawidłowości w strukturze funkcjonalnej mogą wpływać na zakłócenia w funkcjonowaniu systemu transportowego (niedotlenienie narządu lub zatory w układzie krwionośnym). Właściwe funkcjonowanie miasta, wymaga poprawnego kształtowania przestrzeni urbanistycznej i transportowej, co zapewni równowagę „pracy organizmu miejskiego”. W myśl tej tezy, już urbaniści epoki renesansu podjęli wyzwanie stworzenia teorii „miasta idealnego” jako spójnego tworu urbanistycznego. Pomimo, że słowo „idealne” posiada w swoim brzemieniu słowo „nierzeczywiste”, to wizja urbanistów renesansu była realistyczna i pragmatyczna. W traktatach autorstwa Bartolomeo Ammanatiiego (1584r.) i Giorgio Vasariego (1598 r.) [69] próbowano sformułować zasady kształtowania miasta, z uwzględnieniem potrzeb duchowych, zdrowotnych i materialnych mieszkańców. Według wielu myślicieli i teoretyków okresu renesansu, planowanie miasta powinno uwzględniać indywidualne czynniki struktury. Francesco De'Marchi w swojej pracy przedstawił kilkadziesiąt różnych wariantów układu przestrzennego miasta i zwrócił uwagę, że w każdej jego części należy indywidualnie kształtować jego rozplanowanie [69]. Zatem w kształtowaniu urbanistycznym miast, bardzo dużą rolę odgrywa wiara planistów w możliwość stworzenia idealnej wizji przestrzennej, która traktowałaby strukturę funkcjonalną jako jeden organ, w którym między innymi ukształtowanie jednostki mieszkaniowej zależy od układu transportowego (i w relacji odwrotnej). Oczywiście, realizacja tej wizji w rzeczywistości może trwać wiele lat i w konsekwencji bardziej lub mniej odbiegać od założonych celów. Zależy to głównie od podmiotu, który realizuje to zamierzenie, polityki przestrzennej miasta i doświadczenia urbanisty, który powinien posiadać szeroką wiedzę i wyczucie w zakresie dyscyplin jakimi są urbanistyka i transport. Z drugiej strony kształtowanie struktury funkcjonalnej nie powinno polegać na dążeniu do realizacji założeń modelu teoretycznego – miasta idealnego, ale powinno „badać konsekwencje, jakie mogą wywołać zmiany struktury rozpoznawanej” [15].





Rys. 1.3 Modele rozwoju przestrzennego miasta (opracowanie własne wg [67]).

Do struktury przestrzennej miasta możemy także zaliczyć ukształtowanie sieci drogowo - ulicznej. Istotnym elementem tej sieci jest system obwodnic, które mogą pełnić różne funkcje w zależności od jej lokalizacji w sieci. Przeprowadzając ruch o różnym charakterze, pozwalają na odciążenie układów wewnętrznych ulic i przyczyniają się do skrócenia czasu przejazdu pomiędzy dzielnicami miasta.

Obwodnica zewnętrzna [89] zapewnia przeprowadzenie ruchu tranzytowego, w tym jego rozrządzenie poza miastem (a przynajmniej poza zwartą zabudową). W konsekwencji możliwe staje się ograniczanie ruchu wewnątrz miasta oraz poprawę warunków środowiskowych i jakość życia w mieście. Zmienia ona zasadę dostępności miasta dla ruchów docelowo-źródłowych, z powiązań średnicowych, które obciążają nadmiernie rdzeń miasta, na styczne a potem promieniste. Obwodnica zewnętrzna dekoncentruje jednak osadnictwo (lokalizowanie hipermarketów w sąsiedztwie węzłów obwodnicy, rozlewanie się zabudowy jednorodzinnej za miastem) i silnie uzależnia obsługę terenów podmiejskich od samochodu, zwiększając pracę przewozową układu drogowego.

Obwodnica pośrednia zapewnia przeprowadzenie ruchu międzydzielnicowego z ominięciem obszaru śródmiejskiego, ograniczając ruch wewnątrz obszaru zwartej zabudowy. Zmienia ona zasadę dostępności śródmieścia (z powiązań średnicowych na styczne i dalej promieniste) i wzmacnia powiązania pomiędzy przeciwległymi, daleko położonymi dzielnicami. Jednak jej przebieg wyprowadza aktywności ze śródmieścia (wynikające m.in. z lokalizowania hipermarketów w sąsiedztwie obwodnicy), stymulując ruch samochodowy i osłabiając konkurencyjność transportu zbiorowego w powiązaniach międzydzielnicowych.

Obwodnica śródmieścia umożliwia przeprowadzenie ruchu poza obszarem centrum (w tym staromiejskiego), co w konsekwencji umożliwia i ułatwia podjęcie decyzji o uspokojeniu ruchu wewnątrz obszaru. Umożliwia ona uzyskanie wysokiej atrakcyjności funkcjonalnej transportu zbiorowego, zwłaszcza przy zapewnieniu priorytetów w ruchu. Przyczynia się także do stymulacji wysokiej intensywności nowej zabudowy. Jednak jej realizacja wiąże się na ogół z wyburzeniami, stwarzającymi zagrożeniami dla substancji zabytkowej i z wywoływaniem konfliktów wśród społeczności lokalnych. Intensywny ruch na tej obwodnicy uniemożliwia uzyskanie wysokiej jakości przestrzeni publicznej w jej korytarzu.

Obwodnica centrum identyfikuje miasto oraz zapewnienia mieszkańcom, służbom komunalnym, zaopatrzeniu, gościom hotelowym dostępu samochodem do obszaru centrum, w tym do jego wnętrza, ale bez możliwości średnicowego, tranzytowego przejazdu. Obwodnica taka umożliwia prowadzenie linii komunikacji zbiorowej (z priorytetem w ruchu), w tym tras tramwajowych, prowadzenie ciągów rowerowych oraz intensywnego ruchu pieszego. Umożliwia ona także stworzenie kordonu realizującego kontrolę dostępu samochodem do centrum.

#### 1.4.2. Struktura funkcjonalna elementów struktury przestrzennej

Tradycyjne miasta europejskie rozwijały swoją strukturę funkcjonalną zgodnie z zasadą trzech stref - strefy centralnej, pośredniej i zewnętrznej, różniących się w szczególności intensywnością zabudowy. Strefa centralna powstała najwcześniej (czasy średniowiecza) – stanowiła ją historycznie i kulturowo ukształtowana tkanka miejska, jaką było centrum miasta (jądro miasta). Strefa ta charakteryzowała się bardzo wysoką intensywnością zabudowy, ale i bardzo złymi warunkami dla życia mieszkańców. Okres, w którym wynaleziono broń palną spowodował, że życie poza murami miasta nie było już tak niebezpieczne. W okresie tym, mieszkańcy coraz częściej przenosili się poza mury średniowiecznego miasta. Jednak wciąż gromadzili się przy nowo zakładanych fortyfikacjach. Okres ten uniezależnił mieszkańców od serca tkanki miejskiej. Taki układ miasta funkcjonował do końca XVIII w. W czasach epoki przemysłowej i rozwoju technologicznego, powstawała zewnętrzna strefa miasta, w której zlokalizowane były zakłady przemysłowe. Na przełomie XIX i XX w., w skutek przemian ekonomiczno – społecznych, zaczęły powstawać pierwsze formy funkcji biurowych i zatrudnienia w tym sektorze, jako odpowiedź na zwiększoną produkcję dóbr materialnych i pojawienie się nowych form administracyjnych [126]. W tym czasie nastąpił dynamiczny powrót ludności ze wsi do miast na skutek nowoczesnych rozwiązań technologicznych (związanych z odkryciem prądu elektrycznego i wynalezieniem telefonu). Pod koniec okresu epoki przemysłowej, w wyniku rozwoju kolei i innych form transportu, a także pogarszania się warunków życia mieszkańców w centrum miasta (duże zanieczyszczenia powietrza z palenisk domowych), funkcja zewnętrznej części miasta przestała być przeznaczona tylko zakładom przemysłowym. Mieszkańcy coraz chętniej osiedlali się poza granicami miast, najczęściej przy przystankach kolei podmiejskiej. Pod koniec tego okresu, przy obszarach przemysłowych, rozpoczęła się budowa osiedli mieszkaniowych, co wpłynęło na skracanie odległości do miejsc pracy. W taki sposób powstała strefa pośrednia, która zapełniała sukcesywnie wolne tereny pomiędzy strefą centralną a zewnętrzną. Miasta epoki postindustrialnej zapewniały różnorodność funkcji zabudowy przy ograniczeniu dostępności do centrum. W okresie tym nastąpiła silna ekspansja mieszkalnictwa na tereny podmiejskie, gdzie ceny gruntów były i są niskie, ale obsługa transportem zbiorowym jest dużo gorsza. Rozpoczął się „kult samochodu”, jako wygodnego i w miarę dostępnego dla obywateli środka transportu. W czasach epoki postindustrialnej wykształciły się także obszary metropolitarne (monocentryczne - Kraków, Warszawa oraz policentryczne – Aglomeracja/Konurbacja Górnośląska) i zawiązała się współpraca pomiędzy większymi miastami, a gminami

ościeniami. Jak będzie wyglądała struktura funkcjonalna miasta epoki XXI w.? Wydaje się, że miasta stopniowo ograniczać będą dostępność transportem indywidualnym do centrum miasta, z jednoczesnym przywracaniem Śródmieściu cech społecznych i przestrzeni publicznej. Jednocześnie nowoczesne miasta będą kształtować subcentra w dzielnicach i zwiększać intensywność zabudowy wokół tych miejsc<sup>4</sup>.

### *Dzielnice miasta*

Śródmieście miasta stanowi centralną i najważniejszą dzielnicę miasta. Najczęściej centrum i śródmieście wyznaczał plac nazwany Rynkiem wraz z ulicami odchodzącymi od niego. Wzdłuż tych ulic zlokalizowane były sklepy, restauracje, jednostki administracyjne. Wg Ziobrowskiego [128], czas dojazdu do Śródmieścia nie powinien przekroczyć 45 minut, dla więcej niż 30% zainteresowanych. Jeśli ten parametr nie jest spełniony, należy wtedy tworzyć centra dzielnicowe, czyli subcentra. Cechą charakterystyczną dla struktury funkcjonalnej Śródmieścia jest ograniczanie dostępności dla samochodu osobowego. Innymi czynnikami charakteryzującymi Śródmieście są: wysoka intensywność zabudowy, bardzo dobra dostępność do infrastruktury transportu zbiorowego (bliskość przystanków, wysoka częstotliwość kursowania), stosunkowo mała liczba mieszkańców, duża liczba miejsc pracy głównie w usługach oraz jednostkach administracyjnych i publicznych.

Zdarza się także, że bardzo rozległe Śródmieście, nie jest w stanie obsłużyć swoich mieszkańców. Wysoka intensywność zabudowy i gęstość zaludnienia uniemożliwia rozwój nowych form zagospodarowania (np. biurowa, usługowa). W takich przypadkach może dochodzić do tworzenia się równorzędnych centrów. Najczęściej zjawiska takie występują w miastach o liczbie ludności większej niż 1 milion, z bardzo dobrze rozwiniętym systemem transportu zbiorowego. W miastach europejskich takie przekształcenie struktury miejskiej możemy obserwować w Paryżu. Dzielnicę La Défense stanowi przykład próby stworzenia drugiego centrum miasta. Jednak strukturę tę trudno nazwać równorzędnym do pierwotnego Śródmieścia. La Défense posiada w swojej strukturze przewagę usług biurowych i instytucji biznesowych, ze słabo rozwiniętą strefą usług.

W dużych miastach europejskich (np. Berlin), w tym polskich (np. Kraków, Wrocław, Warszawa), można obserwować naturalne, niekontrolowane tworzenie się centrów

---

<sup>4</sup> Obecnie w miastach zabudowa mieszkaniowa położona w zewnętrznej jej części jest bardzo rozproszona i monofunkcyjna, o stosunkowo niskiej intensywności. Zatem, podążając za historią, miasta w najbliższym okresie powinny intensyfikować zabudowę w nowoczesnych „fortyfikacjach” miasta (na jego obrzeżach), czyli obszarowych subcentrach, węzłach przesiadkowych i przystankach kolejowych. Historia miasta bardzo wyraźnie pokazuje, że wraz z rozwojem nowoczesnych jak na dany okres rozwiązań (jak pojawienie się elektryczności, a potem nowoczesnych form urbanistycznych i transportowych – centra handlowe i rozrywkowe, zintegrowane systemy transportowe), mieszkańcy początkowo wracają do miasta, do większych skupisk ludzkich, a gdy ten „nowoczesny” świat zaczyna być dla nich męczący, uciekają od niej, tworząc niejako nowe „obozowiska”, z których za jakiś czas znów wyprowadzą się na nowe, dziewicze obszary. Czyżby miasto w przyszłości rozrastało się bez końca? Jednym z czynników, które może temu zapobiec jest spadek demografii miasta. Jednak wraz z rozwojem nauki i medycyny, żyjemy dłużej – osoby starsze wracają do miasta lub będą przenosiły się w pobliże subcentrum, młodzi ludzie chcą zbliżyć się do natury, szukając miejsca do budowy domu poza miastem. Łatwa dostępność do samochodu powoduje, że mieszkańcy nie muszą już być uzależnieni od transportu zbiorowego. Jednak niekontrolowany rozwój zabudowy mieszkaniowej obszarów podmiejskich już obecnie doprowadza do dużych kongestii motoryzacyjnych szczególnie przy wlotach do miast, co w konsekwencji powoduje dewastowanie środowiska naturalnego tych obszarów i spadek komfortu korzystania z samochodu osobowego. Zatem należy znaleźć inną filozofię rozwoju miasta XXI w. Dla przykładu taką, która jednocześnie zapewni szybki, ekonomiczny i przyjazny środowisku transport oraz doprowadzi do znacznego skrócenia długości podróży pomiędzy źródłem a celem, równocześnie uniezależniając mieszkańców od samochodu. W wyniku tego, wizja miasta XXI w. jest zgodna z założeniami zrównoważonego zagospodarowania przestrzennego – miasto powinno być spójne, zwarte, tworzyć miasto małych miast z bardzo sprawnym systemem transportu zbiorowego i rowerowego.

dzielnicowych. Wynika to z faktu ograniczania dostępności Śródmieścia dla samochodu osobowego. Mieszkańcy, którzy chcą dokonać zakupów lub skorzystać z miejsc rozrywki, poszukują takich możliwości poza Śródmieściem. Takim oczekiwaniom starają się sprostać inwestorzy, którzy realizują inwestycje usługowe (centra handlowe), z dala od Śródmieścia. Dzięki takim zabiegom, znacząco skraca się odległość pomiędzy domem a miejscem realizacji celu. Centra miast w ten sposób zostają po części odciążone od ruchu samochodowego, ale i pustoszeją. Śródmieście w dalszym ciągu pozostaje bezkonkurencyjne pod względem instytucji publicznych, administracyjnych, kulturowych i gastronomicznych [128]. Zasady kształtowania centrum dzielnicowego zakłada przeniesienie części miejsc pracy zlokalizowanych w instytucjach publicznych i kulturowych z centrum miasta. Wzmacnianie autonomii dzielnic pod względem administracyjnym i usługowym może być skutecznym narzędziem w walce z zatłoczeniem motoryzacyjnym w mieście.

W pozostałej części miasta dzielnice mają także bardzo zróżnicowaną strukturę funkcjonalną. Struktura ta zależy przede wszystkim od położenia tej jednostki względem Śródmieścia. Dzielnice z osiedlami położonymi w strefie zewnętrznej mają bardziej zróżnicowaną strukturę funkcjonalną, niż te, które powstawały w późniejszym okresie (w strefie pośredniej). Dzielnice położone daleko od centrum miasta charakteryzują się zabudową wielorodzinną o wysokiej intensywności. Obszary te posiadały w latach 80-tych XX wieku bogatą ofertę miejsc pracy, głównie w sektorze przemysłowym. Po zmianach ustrojowych, w których sektor ten uległ przekształceniom i unowocześnieniu pod względem technologicznym, liczba miejsc pracy w tych dzielnicach znacznie spadła. Bardzo duża liczba zakładów przemysłowych upadła, a tereny poprzemysłowe degradowały środowisko miejskie pod względem wizualnym. Obecnie zauważyć można tendencję zmiany funkcji tych obszarów, w wyniku przekształcenia w tereny mieszkaniowe. Rehabilitacja tych obszarów umożliwia zwiększanie intensywności zabudowy, czemu sprzyja dobre powiązanie transportowe z centrum miasta. Jednak proces ten dopiero się rozpoczyna i wydaje się, że przebiega on w sposób niekontrolowany. Brak zapewnienia mieszkańcom tych dzielnic szerokiej oferty usługowej i administracyjnej powoduje, że dzielnice te są w dużej mierze monofunkcyjne i uzależnione od samochodu. Zauważyć można działania wzbogacające podstawową funkcję osiedli mieszkaniowych. Inwestorzy dostrzegli potencjał tych dzielnic i zysk finansowy z budowy obiektów usługowych bliżej miejsca zamieszkania klientów. Inwestycje takie powstają coraz częściej w monofunkcyjnych strukturach. Brak jednak innych ofert pracy (nie tylko w sektorze usług), w dalszym ciągu wymusza konieczność dojazdów do pracy, głównie do Śródmieścia.

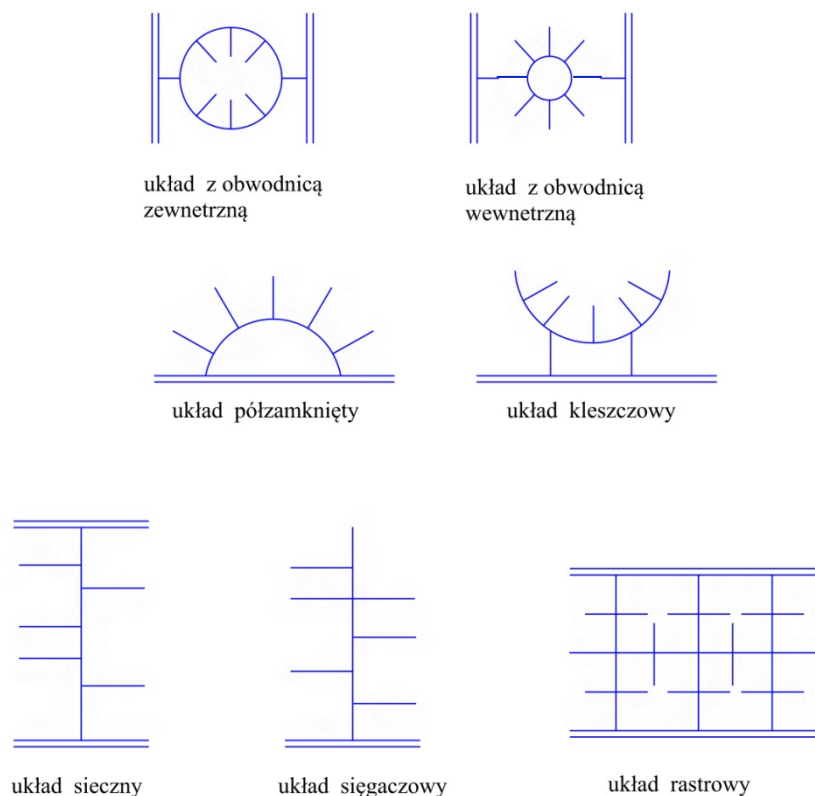
### ***System transportowy miasta***

System transportowy, pod względem funkcjonalnym, jest pojęciem odnoszącym się do wyposażenia i organizacji transportu na danym obszarze (np. miasta) [60]. Jest złożonym układem podsystemów technicznych (gałęziowych, funkcjonalnych), organizacyjnych, finansowych i regulacyjnych. Główny jego szkielet stanowi układ infrastruktury, który decyduje o dostępności transportowej obszaru. O efektach użytkowych systemu decyduje dostępność i jakość oferowanych usług transportowych [83]. Użyteczność transportu jest tym większa, im silniejsze i bardziej systemowe są powiązania między jego poszczególnymi formami. Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat transport w wielu krajach rozwiniętych gospodarczo, stał się w dużej mierze usystematyzowany, ale istniejące systemy są wciąż niewydolne, przestarzałe i niekompletne. Stwarza to konieczność do prowadzenia konsekwentnej polityki ich zrównoważonego rozwoju, ale także w powiązaniu z zagospodarowaniem przestrzennym miasta.

Do systemu transportowego zalicza się:

- podsystem transportu indywidualnego - w tym elementy liniowe (sieć drogowo-uliczna w jednostce osiedleńczej) i elementy punktowo - sieciowe (parkingi), natężenia ruchu,
- podsystem transportu zbiorowego - w tym elementy liniowe (układ tras) i punktowo - sieciowe (dworce, przystanki, węzły przesiadkowe), tabor, potoki pasażerskie,
- podsystem pieszy i rowerowy - w tym elementy liniowe (sieć ciągów pieszych i rowerowych) i punktowe (plac publiczne, urządzenia postojowe dla rowerów),
- podsystem kolejowy, wodny i powietrzny - w tym elementy liniowe (sieci, linie) i punktowe (dworce, przystanki, stacje, porty, lotniska).

W podsystemie transportu indywidualnego kluczowym aspektem wpływającym na jakość obsługi osiedli i dzielnic miasta jest układ sieci drogowo - ulicznej. Można wyróżnić kilka modeli tego układu (Rys.1.4) [91] obsługującej jednostki strukturalne, które posiadają zarówno zalety jak i wady. Wybór modelu sieci uzależniony jest morfologii terenu oraz istniejącego zagospodarowania terenu. Wewnętrzny układ drogowy w osiedlu może wpływać na lepszą dostępność urbanistyczną, co wpływa na zwiększenie podróży realizowanych pieszo i rowerem. Przykładowo układ ulic sięgaczowych powoduje odizolowanie zabudowy mieszkaniowej od reszty przestrzeni miejskiej i źle wpływa na kontakty międzyludzkie. Taki układ ulic znacząco wpływa na uzależnienie od samochodu. Lepszym rozwiązaniem jest układ rastrowy, w kształcie siatki ulic, który powoduje wygodną możliwość dojścia pieszego do wszystkich obiektów w obszarze. Jednocześnie układ taki powinien być chroniony przed ruchem tranzytowych przez osiedle, za pomocą organizacji ruchu. I ten właśnie układ wydaje się być najbardziej korzystny, z uwagi na podział zadań przewozowych (na korzyść transportu zbiorowego i ruchu pieszego) - lepsza obsługa osiedla i dostępność do przystanków oraz bezpośredniość powiązań pieszych.



Rys. 1.4 Modele sieci ulicznej obsługującej osiedle mieszkaniowe (opracowanie własne wg [91]).

System parkingowy w mieście najczęściej związany jest z funkcją budynków, przy których jest zlokalizowany. Przykładowo wielkość parkingów zlokalizowane w osiedlach mieszkaniowych jest uzależniony najczęściej od wskaźników parkingowych, które dla każdego budynku mieszkalnego uzależniają minimalną liczbę miejsc postojowych od liczby mieszkań. Maksymalna liczba miejsc postojowych zależna jest tylko od wielkości działki, na której zlokalizowany jest obiekt i konieczności utrzymania minimalnej powierzchni biologicznie czynnej tej działki - w prawnych ograniczeniach nie ma żadnego zapisu, który kontrolowałby wielkość parkingu. Parkingi zlokalizowane przy centrach handlowych, czyli tzw. parkingi komercyjne, podlegają nieco innym parametrom projektowym, gdyż najczęściej minimalna liczba miejsc postojowych zależna jest od powierzchni użytkowej obiektu. Maksymalna liczba miejsc nie jest w zasadzie kontrolowana, co wpływać może na stany przeciążenia sieci ulicznej w sąsiedztwie takiej inwestycji. Innym przykładem są miejsca parkingowe zlokalizowane w Śródmieściu, które w większych miastach objęte są opłatami za parkowanie. Istnieją także parkingi typu Park&Ride. System polega na dojeździe samochodem osobowym do stacji, pętli lub przystanku transportu zbiorowego, zlokalizowanego na peryferiach miasta lub w jego strefie podmiejskiej, a następnie pozostawienie samochodu na parkingu i odbycie dalszej podróży do śródmieścia autobusem, tramwajem, metrem lub koleją miejską [113].

Do podsystemu transportu zbiorowego możemy zaliczyć przede wszystkim sieć autobusową, tramwajową, trolejbusową, metro oraz koleją miejską.

System autobusowy jest najbardziej popularnym rodzajem środka transportu zbiorowego, głównie z uwagi na łatwość prowadzenia trasy przejazdu (zaleca się jednak, aby trasy autobusowe nie były prowadzone ulicami lokalnymi i dojazdowymi) i stosunkowo niski koszt zakupu taboru. Zdolność przewozowa jednak nie jest wysoka - ok. 4,5 tys. pas./godz.

W niektórych większych miastach w Polsce funkcjonuje także system tramwajowy, który z uwagi na przyjazność dla środowiska i stosunkowo wysoką zdolność przewozową (ok. 12 tys. pas./godz.), jest coraz bardziej doceniany przez inne miasta. Wadą jest jednak brak elastyczności eksploatacyjnej, możliwości mijania lub wyprzedzania, wysoka wrażliwość na awarie, wypadki (zakłócenia w ruchu wszystkich pojazdów na odcinku) oraz wysoki koszt zakupu taboru. Odmianą typowego systemu tramwajowego jest system szybkiego tramwaju. System taki cechuje się oddzieleniem od ruchu samochodowego poprzez bezkolizyjny przejazd przez skrzyżowania (tunele, estakady) lub systemy sterowania ruchem (priorytety w sygnalizacji świetlnej). Zdolność przewozowa tramwaju szybkiego wynosi nawet do 20 tys. pas./godz.

System trolejbusowy korzysta z energii elektrycznej i nie wydziela spalin (w miejscu przejazdu). Ma to szczególne znaczenie w wielkomiejskich warunkach. Jest cichszy od autobusu i może szybko pokonywać wzniesienia (nawet do 18%). Charakteryzuje się nieco mniejszą zdolnością przewozową niż autobus – ok. 8 tys. pas./godz. i wyższymi kosztami zakupu taboru. W jego funkcjonowaniu istnieją problemy z przekraczaniem skrzyżowań z tramwajem i innymi liniami trolejbusowymi, a także luków o małych promieniach.

System kolei miejskiej charakteryzuje się przede wszystkim bezkolizyjnym przejazdem w wyniku korzystania z torowiska kolejowego, stosunkowo wysoką częstotliwością kursowania na obszarach podmiejskich, lokalizacją przystanków w miarę bliskiej odległości od siebie (ok. 1,5km), bezpośrednim połączeniem z centrum miasta. Wadą tego systemu jest nierównomierność rozłożenia potoków pasażerskich w okresie doby, wynikającą ze specyfiki okresów rozpoczynania i kończenia pracy mieszkańców gmin podmiejskich pracujących w mieście.

Do podstawowych zalet metra możemy zaliczyć wysoką prędkość komunikacyjną (na ogół 30 – 35 km/h), niezawodność i zdolność przewozową (na ogół ok. 40 tys. pas./godz.). Powstanie linii metra powoduje także dużą aktywizację rozwoju obszarów miasta, które

położne są przy jego stacjach. Jednak system ten charakteryzuje się także bardzo wysokim kosztem budowy tras<sup>5</sup>, utrudnieniami w ruchu wywołanymi budową oraz brakiem bezpośredniej dostępności (konieczność wejścia pod ziemię, duża odległość między przystankowa (od 600m do 1,5km, a nawet 3,5km w San Francisco).

Systemem transportowym przeznaczonym dla realizacji krótkich podróży w mieście, jest system rowerowy i infrastruktury pieszej. W systemie rowerowym wyróżnić możemy wydzielone drogi rowerowe z powierzchni chodnika lub jezdni, lub samodzielne ciągi rowerowe. Uzupełnieniem systemu dróg rowerowych są miejsca parkingowe dla rowerów w postaci stojaków rowerowych lub wydzielonych parkingów. Do systemu transportu rowerowego można zaliczyć także publiczne wypożyczalnie dla rowerów, które aktywizują ruch rowerowy.

System infrastruktury pieszej ma także bardzo duże znaczenie w systemie transportowym miasta - zaliczyć do niej można wydzielone od ruchu samochodowego ciągi piesze lub takie, które znajdują się w jego sąsiedztwie. Place publiczne zlokalizowane w centrum struktury stanowią element integrujący mieszkańców i zapewniający poprawne funkcjonowanie jednostki strukturalnej. Atrakcyjność ciągów pieszych pod względem wizualnym (elementy zieleni, małej architektury) oraz zróżnicowanie pod względem zagospodarowania, może wpływać na częstsze podróże piesze w dotarciu do celu.

Dworce kolejowe i autobusowe, stacje metra, przystanki autobusowe, tramwajowe, trolejbusowe, czy kolei podmiejskiej, ale także węzły przesiadkowe<sup>6</sup>, stanowią podsystem transportu zbiorowego, są podstawowym elementem zapewniającym poprawne funkcjonowanie tego systemu. Powinny być one możliwie jak najbardziej dostępne dla mieszkańców.

---

<sup>5</sup> Koszt budowy 1 km linii metra klasycznego, podziemnego wynosi ok. 600 mln złotych – oszacowano na podstawie kosztu budowy centralnego odcinka II linii metra w Warszawie.

<sup>6</sup> Pomiędzy środkami transportu zbiorowego lub transportem indywidualnym a zbiorowym

## **2. Charakterystyka stanu badań nad wpływem czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych i funkcjonowanie systemu transportowego miasta.**

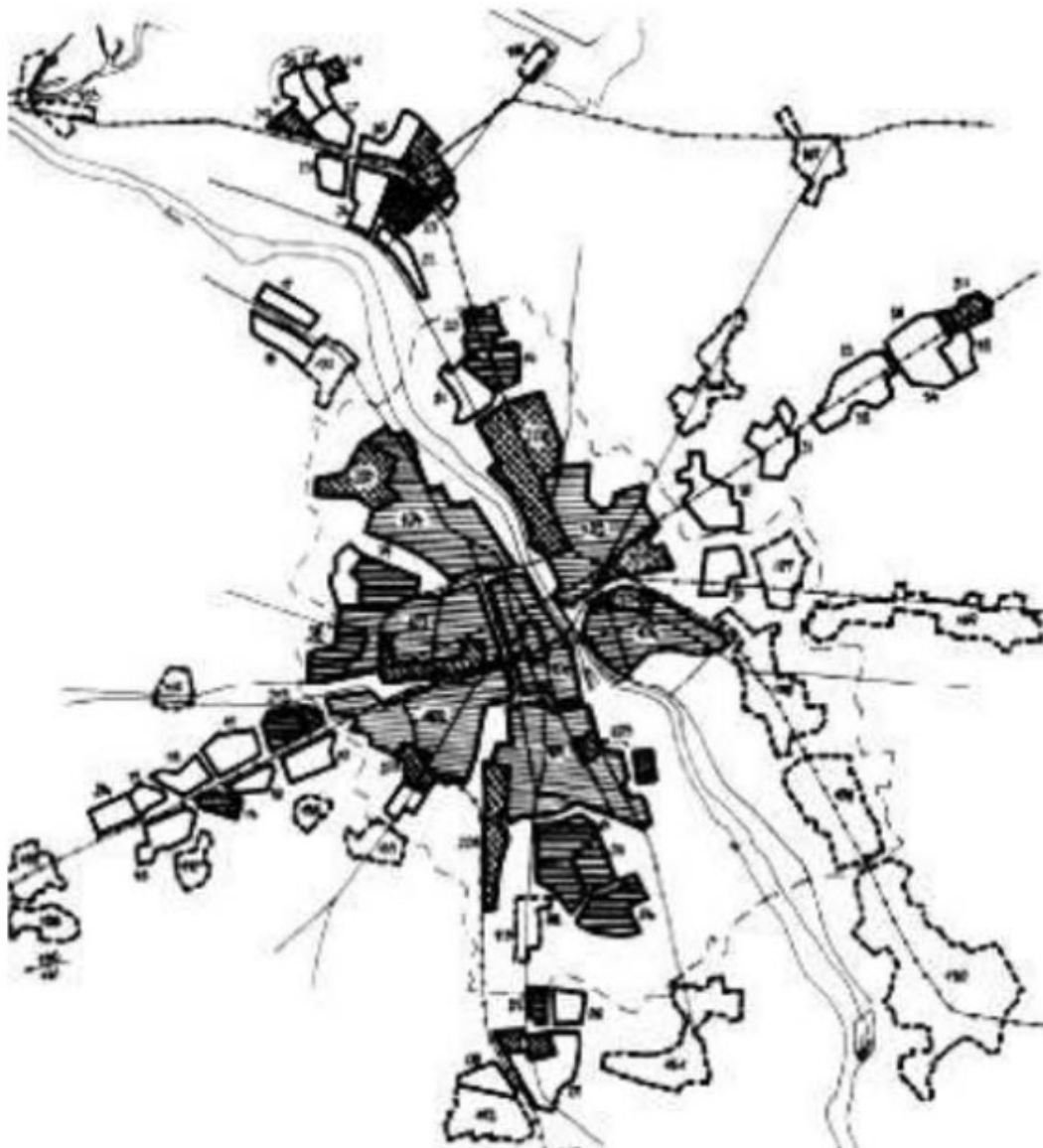
### **2.1. Badania polskie**

W literaturze polskiej, w zakresie wpływu struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych, występują nieliczne pozycje ujmujące w sposób naukowy problem podejmowany w przedmiotowej dysertacji. W monografii [4] podejmowany jest temat wpływu transportu na planowanie osiedli mieszkaniowych, jednak na przykładzie nie polskich, ale niemieckich miast. W opracowaniu przedstawione są przykłady pięciu niemieckich osiedli mieszkaniowych, pod względem ich formy zagospodarowania przestrzennego i systemu transportowego (ciągów drogowych i przebiegu tras transportu zbiorowego). Szczególną uwagę poświęcono kształtowaniu przebiegu tras drogowych i transportu zbiorowego obsługujących osiedle, lokalizacji przystanków i przebiegu ciągów pieszych. Zestawiono także udziały poszczególnych środków transportu w codziennych podróżach. Osiedla różniły się stopniem segregacji przestrzennej pomiędzy ruchem samochodowym a pieszym. Przykładowo we wnętrzu osiedla Vogelstang w Mannheim, ruch samochodowy został prawie całkowicie wyeliminowany na rzecz ruchu pieszego. W monografii zauważa się, że integracja przestrzenna zabudowy i infrastruktury pieszej, pozwala na zlokalizowanie w osiedlu różnych form usługowych, które są w łatwy sposób dostępne dla mieszkańców. Możliwość zrealizowania wielu celów podróży w obrębie jednego osiedla mieszkaniowego może zredukować liczbę podróży odbywanych samochodem poza analizowany obszar. Analiza miast niemieckich pokazała, że istnieje istotna zależność pomiędzy formą zabudowy mieszkaniowej a jakością rozwiązania układu komunikacji wewnętrznej osiedla. Wskazuje się także, że zbyt szeroka przestrzeń piesza pomiędzy budynkami niekorzystnie wpływa na funkcjonowanie osiedla. W monografii [4] wskazuje się także na rolę transportu publicznego w obsłudze analizowanych osiedli. Na zachowania transportowe mieszkańców mają wpływ takie czynniki jak: wielkość miasta, wskaźnik motoryzacji, struktura cen biletów, paliw, jakość układu drogowego i sieci transportu zbiorowego, w tym stosunek całkowitego czasu podróży transportem indywidualnym do zbiorowego. Zatem monografia wskazuje na istotny wpływ czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej osiedla mieszkaniowego na zachowania transportowe mieszkańców. Brak jest jednak w opracowaniu sparametryzowania tych zależności. Przykładowo, podane są pewne cechy osiedla mieszkaniowego (wskaźnik intensywności zabudowy, liczba mieszkańców i osób pracujących, wskaźnik motoryzacji) oraz udziały poszczególnych środków transportu. Jednak czynniki te nie zostały przeanalizowane pod względem stopnia skorelowania.

Innym opracowaniem, który podejmuje temat struktury funkcjonalno - przestrzennej jest tak zwana metoda „optymalizacji warszawskiej”, opisana m.in. w [111]. Powstała w latach 1961-1963 jako narzędzie wspomagające planowanie rozwoju miast. Celem metody było takie rozmieszczenie programu urbanistycznego w mieście, aby jego obsługa minimalizowała koszty pozyskania terenu, koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Pod uwagę wzięto infrastrukturę transportową (drogi i transport zbiorowy), zaopatrzenie w wodę, kanalizację, gazownictwo i ciepłownictwo. Po sprecyzowaniu wariantów rozmieszczenia zagospodarowania przestrzennego, oszacowano koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Koszty eksploatacyjne uwzględniały także wpływ transportochłonności struktury funkcjonalno - przestrzennej, wynikającej głównie z rozmieszczenia miejsc pracy i zamieszkania. Na podstawie wyników tej metody lokalizowano tereny rozwojowe w planach zagospodarowania przestrzennego miast: Warszawy, Trójmiasta, Łodzi, Krakowa i Poznania i Skopje. Na



Rys.2.1, wg [111] przedstawiono rekomendowane zagospodarowanie przestrzenne Warszawy do 1985 roku, ustalone na podstawie metody optymalizacji warszawskiej.



Rys.2.1. Rekomendowane zagospodarowanie przestrzenne Warszawy do 1985 r., ustalone na podstawie metody optymalizacji warszawskiej [111].

Zasady i wyniki określone w metodzie optymalizacji warszawskiej zostały uwzględnione w projekcie planu ogólnego miasta w latach 1970-1985.

Koncentracje zabudowy (oznaczone figurami geometrycznymi) zostały zlokalizowane wzdłuż linii kolejowej lub tramwajowej, oraz zintensyfikowane przy przystankach lub stacjach kolejowych - Rys.2.1. Zasada taka pozwalała na zwiększenie udziału transportu zbiorowego w podróżach poprzez skrócenie czasu dojścia do przystanku z miejsca zamieszkania. Jednak zasady te nie zostały utrzymane w dokumentach planistycznych dotyczących zagospodarowania przestrzennego w latach kolejnych [109]. O ile w dokumentach planistycznych dla Warszawy przewiduje się prowadzenie nowych linii tramwajowych, to obecność i potencjał linii kolejowej jest niewykorzystany. Nowe inwestycje infrastrukturalne dotyczące systemu tramwajowego są czasochłonne. Lokalizowanie nowych obszarów przewidzianych pod zabudowę mieszkaniową w znacznej

odległości od prowadzonej trasy tramwajowej lub kolejowej w Warszawie, wpłynie na potęgowanie się stanów kongestii motoryzacyjnej.

Istnieje kilka pozycji literaturowych z zakresu urbanistyki, bądź transportu, wskazujących na konieczność podjęcia interdyscyplinarnych działań, w celu zmniejszenia zatłoczenia motoryzacyjnego powodowanego nieumiejętnym kształtowaniem systemu transportu w stosunku do zabudowy i w relacji odwrotnej. Na podstawie opracowania [15] można wskazać kilka czynników opisujących standardy obsługi obszaru transportem zbiorowym w odniesieniu do jej formy i lokalizacji względem centrum miasta. Wskaźniki jakości transportu zbiorowego głównie dotyczą najbardziej ogólnie czasu podróży pasażera, a w szczególności czasu dojścia do przystanku, oczekiwania na pojazd, przejazdu i odejścia z przystanku. Wynikają one z położenia względem siebie źródła i celu podróży, a więc rozmieszczenia programu urbanistycznego w relacji do transportu. W opracowaniach [87],[88],[89] formułuje się zasady kształtowania relacji struktury funkcjonalno - przestrzennej i transportu. W praktyce, w planowaniu powinno dążyć się do zwartości miasta, intensyfikując zabudowę w obszarach dobrze obsługiwanych przez tramwaj, metro, kolej podmiejską. W opracowaniu [87],[88],[90] pojawiają się próby sparametryzowania wpływu wybranego czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej na zachowania transportowe mieszkańców. Podejścia te opisane są w Rozdziale 4.2 i 4.5 niniejszej pracy doktorskiej. Analizy te dotyczą przykładu modelowego osiedla/ obszaru zamieszkania, a wyniki przedstawiają wpływ zmian tylko jednego czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej. Jednakże analizy te stanowią wstęp do poszukiwania bardziej złożonych zależności i możliwość uchwycenia zmian w zachowaniach transportowych mieszkańców dla wariantów struktury funkcjonalno - przestrzennej.

W dokumentach politycznych [72] i [118] na szczeblu krajowym, zauważyć można postulaty dotyczące konieczności dążenie do zintegrowanego planowania struktur przestrzennych i systemów transportowych w mieście. Polityka Transportowa Państwa [72] zwraca uwagę na konieczność zapewnienia równowagi pomiędzy aspektami funkcjonalnymi, przestrzennymi, gospodarczymi i społecznymi w mieście. Wskazuje także na konieczność takiego kształtowania struktury obszarów mieszkalnych, które umożliwiłyby zrealizowanie potrzeb mieszkańców w bliskiej odległości od ich miejsca zamieszkania. Polityka Transportowa Państwa dostrzega wpływ zagospodarowania przestrzennego miasta, na możliwości zmniejszania ruchu generowanego przez transport indywidualny.

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [118] precyzuje zakres kształtowania polityki przestrzennej przez jednostki samorządu terytorialnego i organy administracji rządowej, „przyjmując ład przestrzenny i zrównoważony rozwój za podstawę tych działań”. Kształtowanie przestrzeni powinno zapewnić harmonijną całość oraz uwzględnić w uporządkowanych relacjach wszelkie uwarunkowania i wymagania funkcjonalne, społeczno-gospodarcze, środowiskowe, kulturowe oraz kompozycyjno-estetyczne. Wymagania takie skierowane są głównie do dokumentów planistycznych z zakresu kształtowania struktury funkcjonalno - przestrzennej miast: studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

Na szczeblu lokalnym, zauważyć można nieliczne próby określenia wpływu użytkowania terenu na funkcjonowanie systemu transportowego, jednak z reguły nie wychodzą one poza formułę ogólnej rekomendacji. W projektach dokumentów planistycznych w Krakowie i Katowicach [5],[81],[107] analizowano wpływ różnego rozmieszczenia programu urbanistycznego na zmiany obciążenia ruchem sieci ulicznej. Analizy te odnosiły się do konkretnych przypadków – obejmowały głównie zmiany wartości potencjałów ruchotwórczych w wybranych rejonach komunikacyjnych

W tzw. Kompleksowych Badaniach Ruchu (KBR), np. [47],[50],[74],[94] lub innych opracowaniach dotyczących zachowań transportowych mieszkańców, główny nacisk

położony jest na analizę i modelowanie podróży osób. W badaniach tych wpływ czynników charakteryzujących zagospodarowanie przestrzenne, np. wskaźnik gęstości zaludnienia, bądź miejsc pracy, nie był brany pod uwagę jako czynnik wpływu zachowań transportowych mieszkańców. Na Rys.2.2, wg [75], przedstawiono zależność pomiędzy udziałem ruchu pieszego a długością podróży pieszej. Przyjęta przez autorów opracowania formuła logitowa opisująca tę zależność dla Krakowa ma postać:

$$U_p = e^{-\left(\frac{x}{b}\right)^2} \quad (2.1)$$

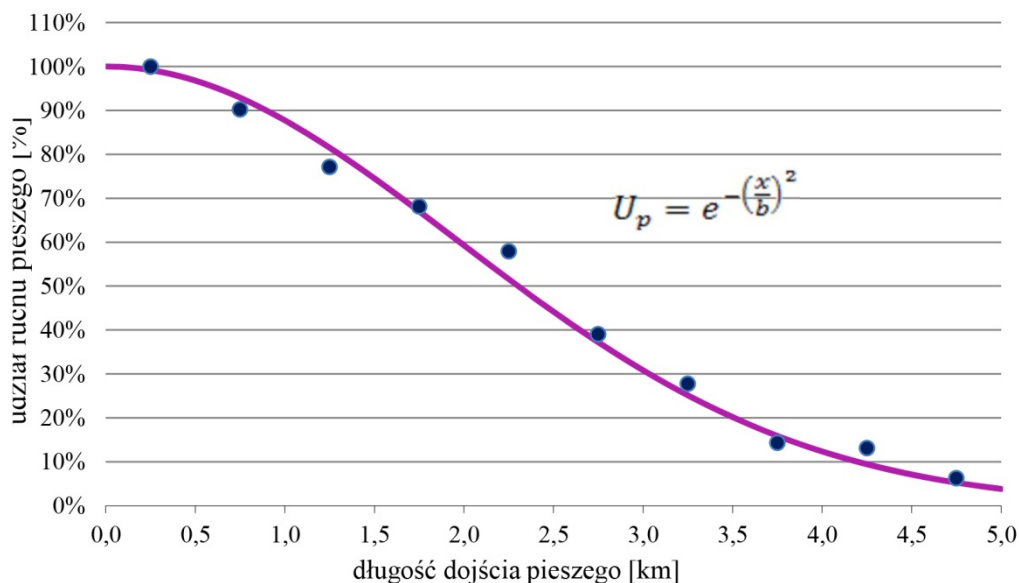
gdzie:

$U_p$  – udział podróży pieszych [-]

$x$  – odległość mierzona po sieci drogowej dojścia pieszego [m],

$b$  – skalibrowany parametr,  $b = 2770$  [m].

Średni błąd oszacowania udziału podróży pieszych wynosi 3%, a współczynnik korelacji 0,997. Dopasowany model uwzględnia wszystkie rodzaje motywacji i w bardzo dobry sposób opisuje wpływ rozmieszczenia programu urbanistycznego – im odległość od źródła do celu podróży wzrasta, tym udział ruchu pieszego maleje. Zatem należy tak kształtować przestrzeń publiczną, aby zapewnić zróżnicowanie funkcji zagospodarowania obszaru i zaoferowanie dużej liczby celów podróży w zasięgu dojścia pieszego.



Rys.2.2 Wykres zależności estymowany dla Krakowa udziału ruchu pieszego w zależności od długości podróży pieszej, mierzony pod sieci drogowej (opracowanie własne wg [74]).

Ponadto ustalono, że istnieje związek pomiędzy wskaźnikiem motoryzacji a udziałem transportu indywidualnego w podróżach zmotoryzowanych. W tym celu skalibrowano model logitowy:

$$U_{TI} = \frac{e^z}{1+e^z} \quad (2.2)$$

gdzie:

$U_{TI}$  – udział transportu indywidualnego w podróżach niepieszych [-],  
 $z$  – wartości parametru  $z$  zestawiono w Tab. 2.1,

Tab. 2.1 Parametry „ $z$ ” funkcji logitowej w zależności od motywacji podróży na podstawie KBR w Krakowie [74].

motywacja	parametr „ $z$ ”	wsp. determinacji $R^2$ dla modelu (2.3)
dom-praca-dom	0,00582 * w - 1,98	0,653
dom-inne-dom	0,0106 * w - 3,58	0,602

gdzie: w – wskaźnik motoryzacji (l. pojazdów/1000 mieszkańców).

Współczynniki determinacji nie wskazują na zbyt wysoką zgodność modelu z obserwacjami. Wynikać to może z faktu, że wskaźnik motoryzacji oparty jest na liczbie samochodów zarejestrowanych w poszczególnych rejonach komunikacyjnych, co nie odzwierciedla rzeczywistej liczby samochodów posiadanych przez mieszkańców tego rejonu. Bardzo często przecież zdarza się, że w rejonie komunikacyjnym mieszkają osoby, które swój samochód mają zarejestrowany w innym miejscu. Są to samochody służbowe lub prywatne, zarejestrowane w innym mieście z różnych względów. Kraków z uwagi na swoją aktywność gospodarczą, przypuszczalnie posiada bardzo dużo takich pojazdów.

Na szczeblu lokalnym, temat zintegrowanego planowania struktur przestrzennych podejmują także dokumenty polityczne, takie jak polityki transportowe i studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego. Nieliczne miasta w Polsce uchwaliły politykę transportową. Pierwszy taki dokument powstał w Krakowie w roku 1993. Późniejsze jego aktualizacje [73] zestawiały pakiet działań, które wskazują na znaczącą rolę koordynacji planowania zagospodarowania przestrzennego i systemu transportowego miasta. W dokumencie tym m.in. określa się zadania w zakresie planowania, dla osiągnięcia zrównoważenia systemu transportu, jak uwzględnienie zasad oceny transportochłonności i mobilności w każdym aspekcie planowania przestrzennego i finansowego, a także elementów współdziałania podsystemów transportowych. W zakresie planowania przestrzennego dokument ten postuluje stymulowanie rozwoju miasta w obszarach dobrze obsługiwanych transportem zbiorowym, w bezpośredniej bliskości przystanków transportu szynowego (kolej, tramwaj). Jednocześnie powinno tworzyć lub przekształcać struktury zespołów mieszkaniowych i usługowych w sposób przyjazny ruchowi pieszemu i rowerowemu oraz ukierunkowanie rozwoju tych obszarów na obsługę transportem zbiorowym. Cele te są spójne z dokumentem Strategii Rozwoju Krakowa [99] - Cel operacyjny II-2 „Poprawa dostępności komunikacyjnej” oraz dokumentem Zintegrowanego rozwoju transportu publicznego w Krakowie [127].

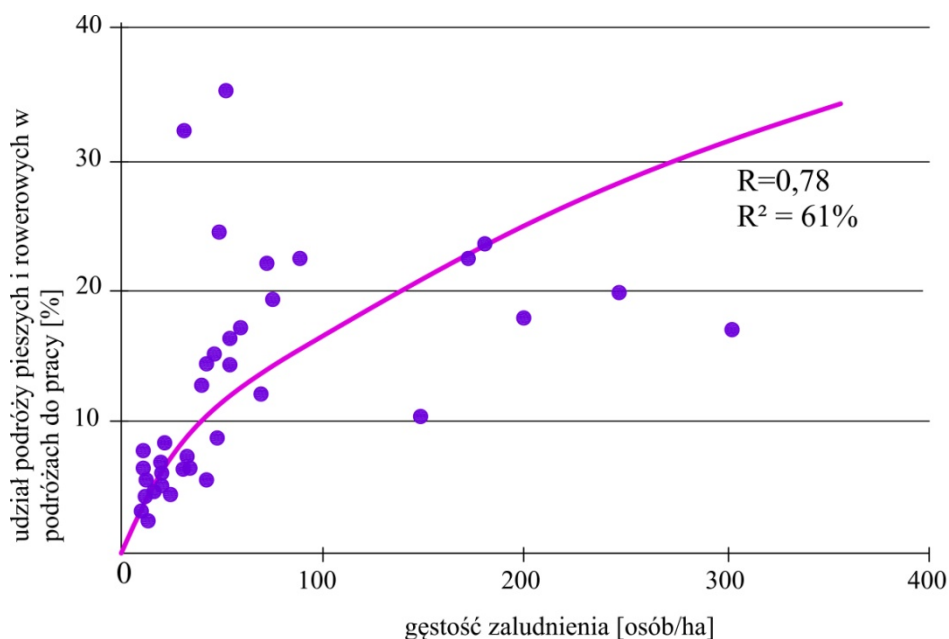
W polityce transportowej Warszawy [100] dążenie do zintegrowania planowania struktur przestrzennych i transportu odnaleźć można w zapisach dotyczących zapewnienia

odpowiednich powiązań pomiędzy dzielnicami miasta (w tym zwłaszcza z centrum) z węzłami transportu publicznego, w tym z lotniskiem Okęcie. Polityka wskazuje także na konieczność stymulowania koncentracji miejsc zamieszkania, pracy i usług w obszarach dobrze obsłużonych transportem publicznym. Sformułowany jest postulat przemieszania funkcji (mieszkaniowych, pracy, usług, rekreacji) w celu ograniczenia potrzeb podróżowania na większe odległości. Dostrzega się także konieczność poprawy dostępności transportu zbiorowego, pod względem bezpieczeństwa i warunków dojścia do przystanków oraz usprawnienia węzłów przesiadkowych.

W miastach, które nie uchwałyły polityki transportowej, jej elementy zawarte są w dokumencie „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta”. W wielu takich dokumentach zapisy dotyczące koordynacji planowania struktury funkcjonalno - przestrzennej są bardzo ogólne i nie wskazują w jaki sposób realizować ten postulat. W obowiązującym dokumencie Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa [108] postulat zrównoważonego planowania zagospodarowania przestrzennego i transportu wskazywał jedynie na konieczność intensyfikacji istniejącego zainwestowania w strefie miejskiej, tworzenie zwartych zespołów zabudowy, a poza nią - na zapobieganie rozpraszaniu zabudowy. Wskazywał także na konieczność dążenia do integralności rozwoju zabudowy terenów oraz infrastruktury drogowej i technicznej. Natomiast projekt zmiany obowiązującego Studium [82] w bardzo szerokim zakresie podejmuje temat zintegrowanego planowania struktury funkcjonalno - przestrzennej, w celu redukcji zanieczyszczenia motoryzacyjnego. Celem działań planistycznych powinno być kształtowanie przestrzeni zurbanizowanej, które zmierza do koncentracji i strukturalnej integracji z dążeniem do realizowania zasady miasta zwartego. Rejonami o największym potencjale dla koncentrowania zabudowy powinny być miejsca węzłowe, czyli miejsca o najlepszej dostępności, głównie do transportu zbiorowego. Kolejnym celem studium są takie działania planistyczne, które spełniają postulat zrównoważonej mobilności, poprzez osiągnięcie spójności we wzajemnych relacjach między zagospodarowaniem przestrzennym, rozwiązaniami infrastruktury transportowej i zachowaniami transportowymi mieszkańców.

## 2.2. Badania zagraniczne

Z zakresu literatury zagranicznej, podejmującej temat koordynacji działań planistycznych zagospodarowania przestrzennego i transportu, można wskazać opracowania, które formułują zasady kształtowania struktur przestrzennych oraz badania naukowe, estymujące poszukiwania zależności. Literatura zagraniczna zwraca uwagę na powiązanie pomiędzy zagospodarowaniem przestrzennym (głównie intensywnością zabudowy) a emisją dwutlenku węgla lub zużyciem energii potrzebnej na zrealizowanie podróży. Pozycje literatury: [20], [38], [40], [42], [54], [55], [56], [93], [114], [115] przedstawiają zależności pomiędzy wybranymi czynnikami struktury funkcjonalno - przestrzennej a funkcjonowaniem transportu, ale pozostają na poziomie ogólnych zasad i rekomendacji. Szczegółowy opis tych zależności zawarty jest w rozdziale 3.1 niniejszej pracy. Opracowania [1],[8],[13],[61],[123] podejmują temat zdefiniowania miar urbanistycznych i ich potencjalnego wpływu na podział zadań przewozowych. Jednak w większości opracowań brak jest sparametryzowania tych zależności. Spośród dostępnej literatury, jedna pozycja [61] stara się sprostac temu wymaganiu: pokazuje zależność pomiędzy udziałem podróży pieszych i rowerowych w zależności od gęstości zaludnienia, w relacji dom-praca (jednak w opracowaniu nie jest podana formuła opisująca tę zależność) - Rys.2.3.

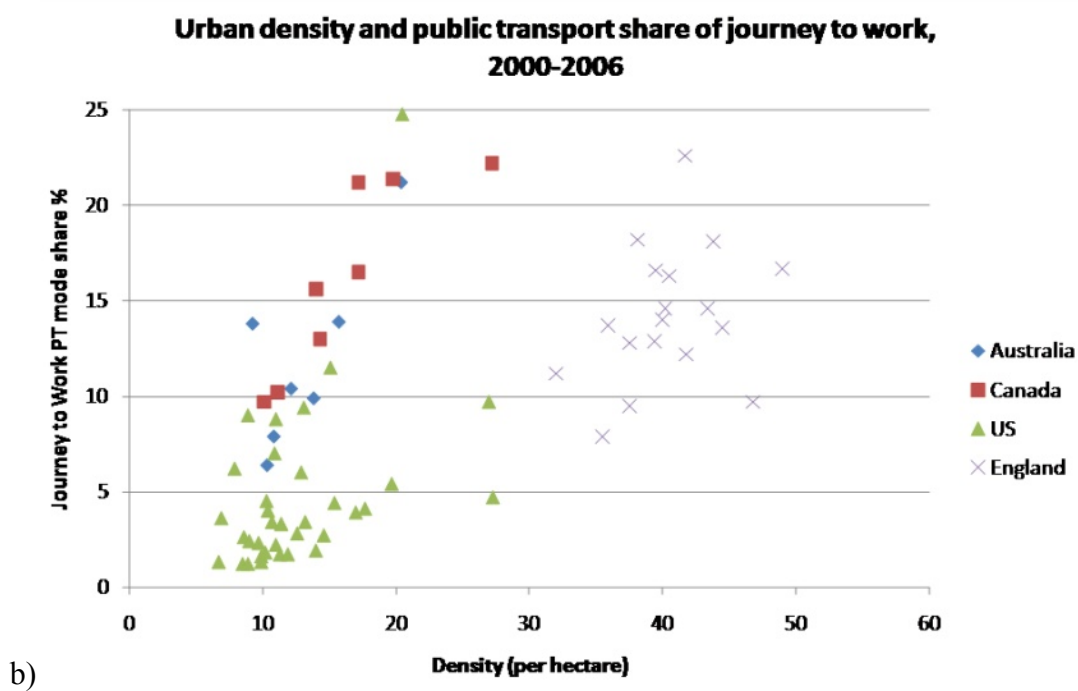
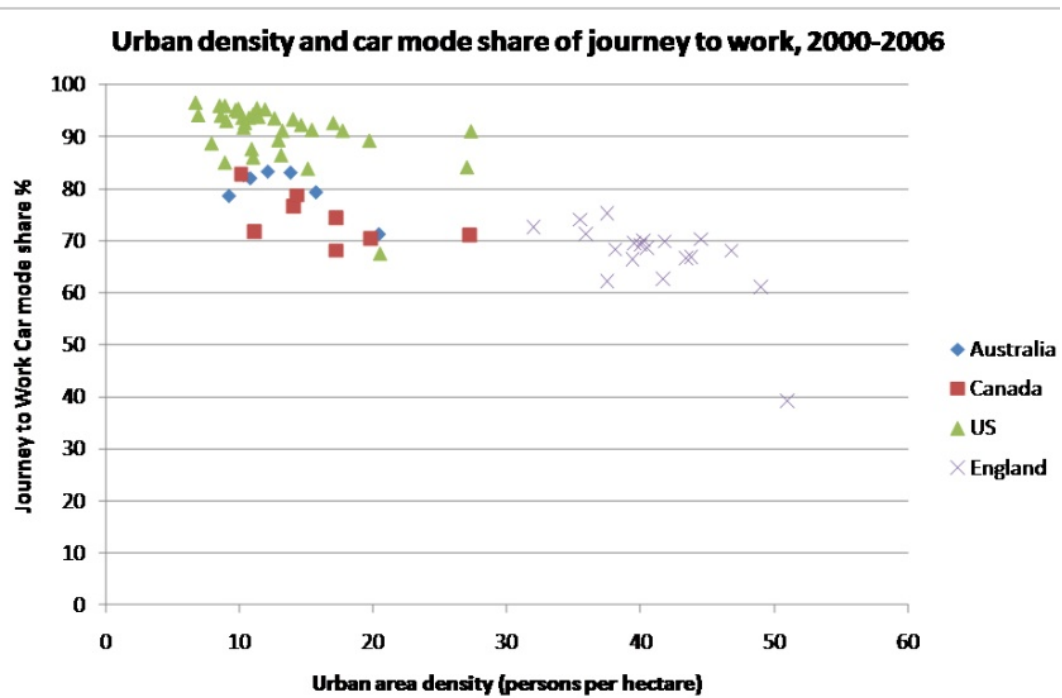


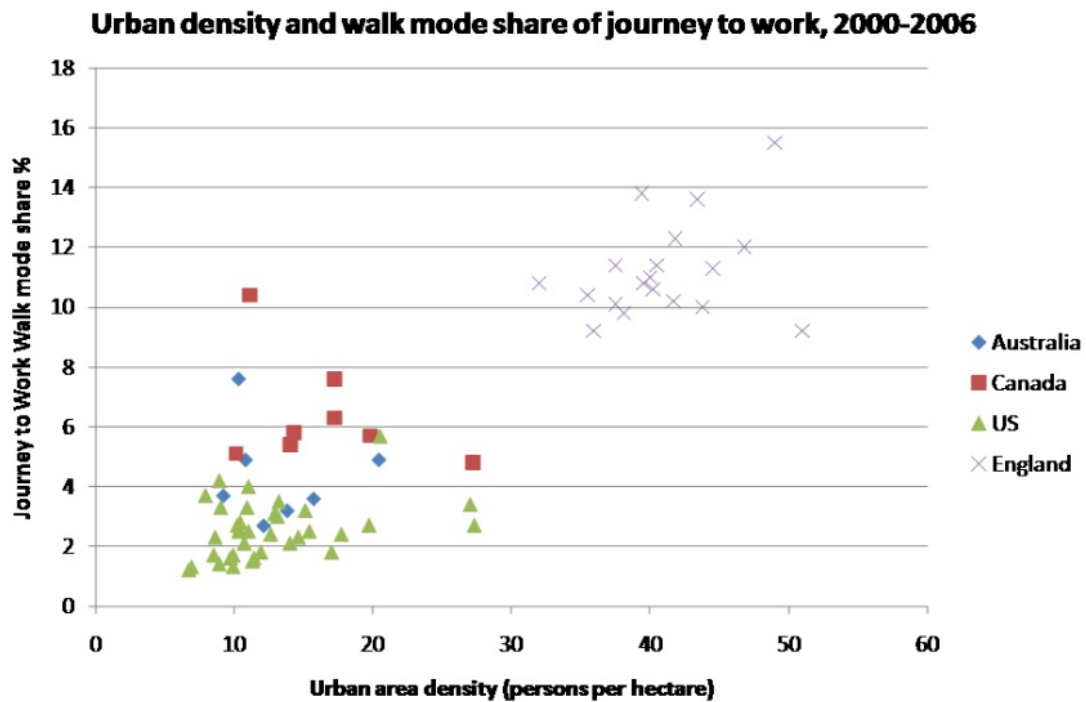
Rys.2.3 Wykres zależności udziału podróży odbywanych pieszo i rowerem od gęstości zaludnienia dużych miast (opracowanie własne wg [61]).

Zależność przedstawiona na Rys.2.3 analizowana jest tylko dla dwóch sposobów podróżowania (pieszo i rowerem). Inne czynniki charakteryzujące strukturę przestrzenną nie były brane pod uwagę.

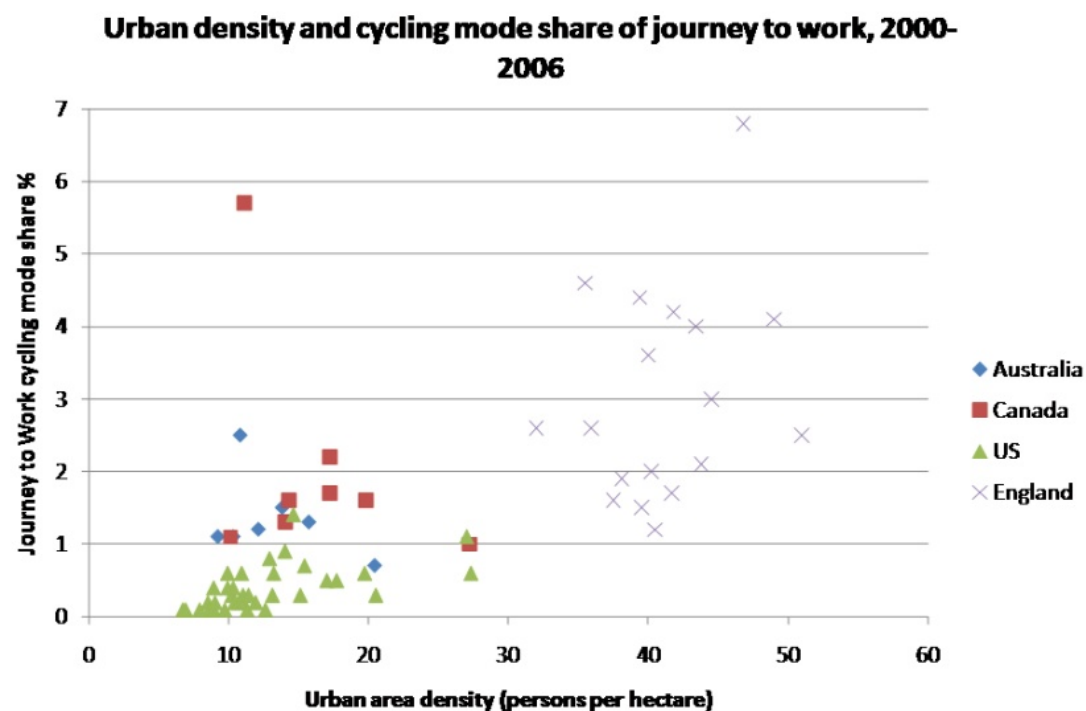
Inną publikacją wskazującą na powiązanie czynnika charakteryzującego strukturę funkcjonalno - przestrzenną i udział różnych środków transportu w podróżach jest opracowanie [57]. Przedstawiono tam graficznie wyniki analiz prowadzonych dla dużych miast z czterech krajów na świecie: Australii, Kanady, Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii. Analizy prowadzone były dla motywacji dom – praca. Na Rys.2.4, wg [57], przedstawiono wyniki tych badań w postaci graficznej, które obrazują udział poszczególnych środków transportu dla danej gęstości zaludnienia. Autorzy opracowania [57] przeprowadzili estymację tych zależności, jednak w dostępnych dla autorki dysertacji materiałach, nie były one przedstawione. Podane były jedynie współczynniki korelacji dla tych zależności – zmieniają się w zakresie 0,4-0,7<sup>7</sup>. Przedstawione wyniki, obrazujące prawidłowości w postaci graficznej, wskazują na wyraźną różnicę w zachowaniach mieszkańców w dojazdach do pracy w poszczególnych krajach. Pomimo braku silnej zależności, można wskazać na wyraźny wpływ gęstości zaludnienia na udział poszczególnych środków transportu w podróżach. Można zatem przypuszczać, że w warunkach polskich charakter zależności będzie także nieco inny niż w przypadku analizowanych powyżej krajów, choć być może bardziej zbliżony do Wielkiej Brytanii.

<sup>7</sup> Autor opracowania [57] nie podaje, czy wsp. korelacji dotyczył całego zbioru danych czy dla poszczególnych krajów





c)

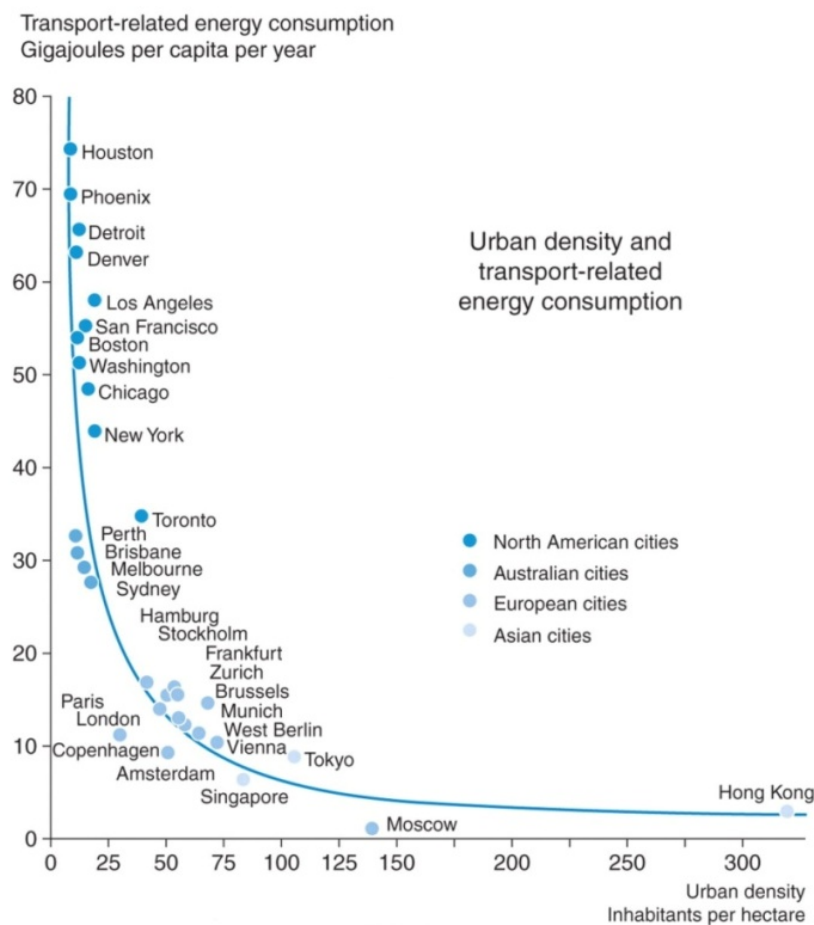


d)

Rys.2.4 Wykres zależności udziału różnych środków transportu [a) transport indywidualny, b) transport zbiorowy, c) pieszy, d) rowerowy] od gęstości zaludnienia wybranych miast [57].



Najbardziej znaną zależnością pomiędzy wartością użytkowania energii przez transport prywatny a gęstością zaludnienia jest zależność przedstawiona na Rys.2.5, wg [61].



Rys.2.5 Wykres zależności pomiędzy wartością użytkowania energii przez transport prywatny [MJ/rok/mieszkańca] a gęstością zaludnienia wybranych miast [os/ha][61].

Wykres ten obrazuje bardzo duże zróżnicowanie miast pod względem intensywności zabudowy i w konsekwencji ich efektywności energetycznej. W miastach europejskich i azjatyckich można zaobserwować zdecydowaną mniejszą wartość użytkowania energii przez transport prywatny niż w miastach amerykańskich i australijskich, przy podobnej gęstości zaludnienia. Jednak z wykresu wynika wyraźna zależność - im miasto jest bardziej zwarte i spójne, tym wartość użytkowanej energii przez transport prywatny jest mniejsza, a co jest z tym związane - większy udział transportu zbiorowego z podróży.

W roku 1933 r. sformułowano przełomowy dokument, który zawierał krytykę istniejącego ówczesnie stanu miasta. Karta Ateńska opublikowana po IV Międzynarodowym Kongresie Nowoczesnej Architektury (CIAM) [15], [48], precyzowała zasady rozwoju miast w duchu monofunkcyjnych jednostek funkcjonalnych. Jednak zasady te, z uwagi na wiele niejasności i sprzeczności w zapisach, były różnie interpretowane przez planistów i projektantów. Model nowoczesnego miasta był zbudowany [15] na mechanistycznym wzorcu, polegającym na zapewnieniu „bezkonfliktowości schematu współzależności funkcjonalnych” trzech elementów struktury: mieszkaniowych, związanych z pracą i wypoczynkiem. Wszystkie te elementy miały być powiązane sprawnym systemem transportowym. "Poszufladkowanie życia mieszkańców" w postaci monofunkcyjnej struktury jednostek urbanistycznych, doprowadziło do znacznego wzrostu liczby generowanych podróży na duże odległości i wzrostu kongestii motoryzacyjnej. W nowej Karcie Ateńskiej z roku 1993[63], wskazuje się na konieczność skoordynowania polityki rozwoju przestrzennego i transportu, poprzez

zmniejszenie terenochłonności systemów transportowych oraz transportochłonności struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta [90]. W roku 2003 r. została opublikowana kolejna wersja Karty Ateńskiej [64], której głównym przesłaniem jest kreowanie miasta spójnego, z policentrycznym rozwojem jego obszarów, w których rozwijać się będą różne sektory gospodarcze i usługowe. Przestrzenna organizacja miasta ma opierać się na koordynacji polityki przestrzennej i transportowej, z lepszymi funkcjonalnymi rozwiązaniami urbanistycznymi, które powinny być ukierunkowane na ograniczeniu potrzeb podróżowania środkami zmotoryzowanymi, zwłaszcza samochodem osobowym.

W raportach organizacji OECD oraz Europejskiej Konferencji Ministrów Transportu dostrzega się konieczność stworzenia długofalowej wizji rozwoju miast, skupionej na ograniczeniu efektu „urban sprawl” oraz na poprawie współpracy międzygminnej [112].

Innym dokumentem regulującym zagadnienie transportowe na szczeblu europejskim jest Polityka Transportowa Unii Europejskiej, tzw. „Biała Księga”. Dokument z 2001 r. [18] wskazuje kierunki rozwoju miast w postaci konieczności stworzenia spójnych i kompleksowych strategii transportowych i urbanistycznych, w celu ograniczania wzrostu mobilności mieszkańców środkami zmotoryzowanymi (głównie transportem indywidualnym).

W Unii Europejskiej podejmowane były projekty z pogranicza urbanistyki i transportu, opisane w [13],[20]. Autorka niniejszej dysertacji brała udział w projekcie 6 Programu Ramowego Unii Europejskiej – „MAX – Integrating Land Use and Sustainable Transport Planning: Promising Policies”, jako jeden z liderów zespołu Politechniki Krakowskiej (polski partner w projekcie). Projekt MAX obejmował wiele zadań, w wyniku realizacji których powstało kilka dokumentów, będących przewodnikami i służącymi jako narzędzia dla zintegrowanego planowania przestrzennego i transportu [90], a także sugerującymi praktyczne zalecenia i porady. Zalecenia te adresowane są dla planistów, projektantów, konsultantów ds. mobilności, władz lokalnych oraz deweloperów chcących realizować swoje projekty w oparciu o zasady zrównoważonego rozwoju przestrzennego miasta. Jednym z ciekawych przykładów jest realizacja osiedli mieszkaniowych bez dostępu do samochodu prywatnego (tzw. „car-freehousing”) [14]. Problematyka niniejszej dysertacji była także wynikiem udziału autorki w Projekcie EU – MAX ([22], [23], [24], [25], [26], [27]) i wpisuje się w założenia i instrumenty rekomendowane w wymienionych powyżej projektach.

### 3. Charakterystyka zagospodarowania przestrzennego w powiązaniu z funkcjonowaniem transportu

Istotą rozpoznawalności miasta jest jej struktura fizjonomiczna. Na jej obraz przede wszystkim składa się forma zagospodarowania przestrzennego i system transportowy. Logiczna struktura urbanistyczna pozwala na sprawne i przyjazne środowisku realizowanie funkcji systemu transportowego, czyli takie, które jest zgodne z zasadami zrównoważonej mobilności. Relacje pomiędzy strukturą funkcjonalno - przestrzenną a transportem od wielu wieków identyfikują miasto i wpływają na poziom życia. Patrząc na schematyczne obrazy miast zauważyć można ich wielką różnorodność pod względem ukształtowania przestrzennego. Różnicę pomiędzy miastami polskimi można zauważyć na schematycznej ilustracji ich sieci ulicznej przedstawionej na Rys.3.1, które stanowiły okładki przewodników po tych miastach, przedstawione w opracowaniu [89]. Miasta różnią się od siebie kierunkiem rozwojem dzielnic w stosunku do centrum, obrazem sieci ulicznej oraz stopniem zróżnicowania funkcji zabudowy zagospodarowywanych obszarów. Sposób rozrastania się miasta wynika z uwarunkowań historycznych, terenowych, środowiskowych i społeczno-gospodarczych. Jednak każde z tych miast ma wspólną cechę – o sposobie ich rozwoju decydował człowiek i chęć spełnienia jego oczekiwań i zaspokojenia codziennych potrzeb, w tym przemieszczanie się z miejsca zamieszkania do pracy.



Rys.3.1 Okładki przewodników Wydawnictwa Sport i Turystyka z lat 1983-1990, przedstawiające schematyczny układ sieci ulicznej charakterystyczny dla poszczególnych miast (wg [89]).

Zatem podstawowym zadaniem w kształtowaniu miast jest prawidłowe realizowanie współzależności struktury funkcjonalno - przestrzennej i systemu transportowego. Rolą planistów XXI w. jest także ukierunkowanie umysłu i działań człowieka, aby pomimo tendencji do globalizacji, uwzględniał indywidualne, lokalne cechy. Można to osiągnąć umiejętnym kształtowaniem czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej, które współdziałać będą z wyborem środka transportu w podróżach.

W rozdziale tym przedstawione zostaną czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej, których kształtowanie może wpływać na wybór środka transportu oraz wskaźniki jakości funkcjonowania transportu, dzięki którym możliwa jest ocena wpływu tych czynników na funkcjonowanie systemu transportowego. W dalszej części spisano zasady rozwoju struktury przestrzennej miasta dla wybranych czynników. Opisano także bazy danych, z których można

skorzystać w celu sparametryzowania wpływu czynników charakteryzujących strukturę funkcjonalno - przestrzenną miasta na podział zadań przewozowych.

### **3.1. Czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej mogące wywierać wpływ na podział zadań przewozowych**

Opisując czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej można je przyporządkować do dwóch grup. Jedną grupę stanowią czynniki opisujące daną jednostkę urbanistyczną (dzielnice, osiedle mieszkaniowe, centrum miasta), np. jej wielkość, zróżnicowanie funkcji i dostępność do systemu transportowego. Drugą grupę stanowią czynniki opisujące relację tej jednostki z innymi strukturami przestrzennymi. Badania wpływu czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta na podział zadań przewozowych wymaga wyboru tych czynników, które są istotne, a przy tym możliwe do wyznaczenia w każdym analizowanym mieście.

Na podstawie przeglądu literatury zestawiono czynniki opisujące strukturę funkcjonalno - przestrzenną miasta, których odpowiednie kształtowanie może wpływać na zmianę podziału zadań przewozowych, co w konsekwencji może wpłynąć na redukcję zatłoczenia motoryzacyjnego. Należą do nich:

- wielkość jednostki urbanistycznej pod względem powierzchni lub populacji,
- gęstość lub intensywność w odniesieniu do zabudowy, liczby mieszkańców i osób zatrudnionych,
- wielofunkcyjność obszaru, w tym jego zabudowy,
- lokalizacja jednostki urbanistycznej względem innych oraz odległość od centrum miasta lub subcentrum,
- dostępność do systemu transportowego.

Możemy wyróżnić także takie czynniki, które nie charakteryzują konkretnie strukturę przestrzenną, ale opisują jej cechy infrastrukturalne i społeczne. Zaliczyć do nich można parametry sieci ulicznej, ofertę transportu zbiorowego (częstotliwość kursowania, gęstość linii w jednostce urbanistycznej), regulacje parkingowe w jednostce urbanistycznej oraz aspekty socjoekonomiczne dotyczące mieszkańców tej jednostki.

#### **3.1.1. Wielkość jednostki urbanistycznej**

Czynnik wielkości obszaru obrazuje rozpiętość odległości pomiędzy różnymi celami podróży w poszczególnej jednostce strukturalnej. Im jednostka jest większa, tym konieczność zrealizowania celów podróży wewnątrz niej może wymagać użycia samochodu osobowego lub transportu zbiorowego. W takim przypadku, pomimo zapewnienia wielofunkcyjności obszaru, odległości wewnątrz jednostki mogą być nie akceptowalne dla wykonania podróży pieszo. Zaleca się, aby jednostki mieszkalne z jej różnorodnością funkcji, były kształtowane w zasięgu dostępności pieszej. W miastach, gdzie centra miast są bardzo rozległe, a zatem oferty usługowe, rozrywkowe i kulturowe położone są poza zasięgiem pieszym, można zauważyć dużo większe zatłoczenie motoryzacyjne wokół centrum, niż w przypadku spójnych centrów miast [1], [114].

W latach 90-tych XX w. w Wielkiej Brytanii, wykonano oszacowania wielkości zużytej energii przez transport, w zależności od wielkości populacji miast. Badania pokazały, że wskaźnik zużytej energii przypadającej na 1 mieszkańca dla samochodu osobowego jest większy o 1/3 w małych miastach (poniżej 3000 mieszkańców) nie będących częścią metropolii, od wartości średniej z całego kraju, lecz niższy o 1/3 - w miastach znajdujących się w metropoliach (z wyjątkiem Londynu) [2], [9]. Ten pozorny paradoks można wyjaśnić w następujący sposób: miasta nie będące częścią metropolii są z reguły bardziej uzależnione od

samochodu, w wyniku mało atrakcyjnej oferty transportu zbiorowego. Dodatkowo miasta małe najczęściej nie oferują bogatej oferty miejsc pracy swoim mieszkańcom. Z tego względu w poszukiwaniu miejsc pracy mieszkańcy muszą odbywać podróże poza jego granice. W metropoliach natomiast, gdzie istnieje współpraca międzygminna, system transportu zbiorowego jest dosyć dobrze rozwinięty. Zatem przypuszczalnie pomimo większych odległości podróży pokonywanych w obszarze metropolii niż w sytuacji małego miasta, znaczna część podróży odbywana jest transportem zbiorowym.

Powyżej opisane przykłady analiz zagranicznych pokazują, że brak jest potwierdzenia iż wielkość obszaru oddziałuje na wybór środka transportu. Z tego względu wydaje się, że bardziej zasadnym jest połączenie dwóch czynników określających wielkość jednostki strukturalnej, tj. liczbę mieszkańców i powierzchnię, w jedną wartość – gęstość zaludnienia.

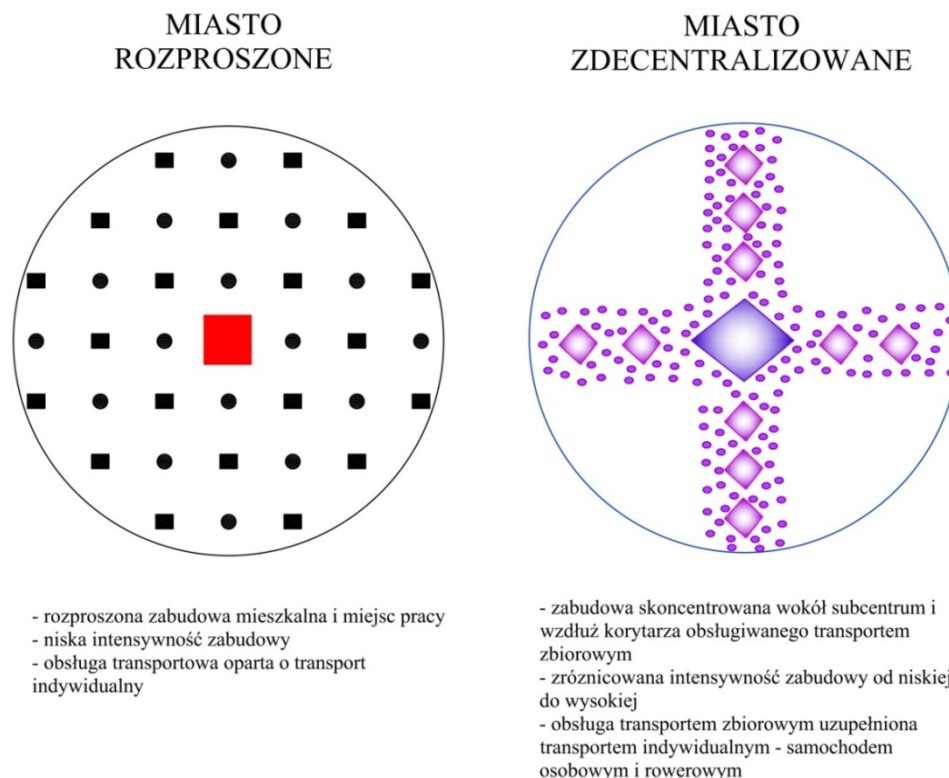
### **3.1.2. Lokalizacja jednostki strukturalnej względem innych**

Lokalizacja jednostki strukturalnej najczęściej rozważana jest w kwestii jej odległości od centrum miasta lub subcentrum w dzielnicy mieszkaniowej. Stanowić ona może istotny czynnik wpływający na poziom kongestii motoryzacyjnej w miastach. Im jednostka mieszkaniowa generująca ruch jest położona bliżej miejsca docelowego (oferującego zatrudnienie lub miejsce codziennych zakupów, rozrywki czy wypoczynku), tym prawdopodobieństwo wyboru samochodu osobowego (w celu zrealizowania tej podróży) jest mniejsze. Przegląd literatury w tym zakresie nie wskazał na sparametryzowanie tej zależności, a jedynie pokazał kierunek rozwoju miasta - nowe obiekty mieszkaniowe lub użyteczności publicznej powinny być położone możliwie blisko obszarów zabudowy, posiadających swoje lokalne centra [1]. Polityka planistyczna powinna skupić się nie tylko na wskazywaniu nowych lokalizacji inwestycji, ale przede wszystkim poszukiwać miejsc położonych blisko lokalnych centrów dzielnic, które mogą być przebudowane lub adaptowane dla nowego sposobu użytkowania. W opracowaniu [61] zauważa się także, że nowy trend rozwoju miasta, jakim jest reurbanizacja (rozumiana jako dążenie do spójności i samowystarczalności dzielnic miasta), jest konsekwencją rozwoju technologii informatycznych, które umożliwiają wykonywanie pracy w dowolnym miejscu (miejsca pracy nie muszą być zlokalizowane w Śródmieściu).

W opracowaniu [61] przedstawiono dwa modele rozwoju miast - Rys.3.2.:

- miasta rozproszonego, uzależnionego od samochodu osobowego,
- miasta zdecentralizowanego, posiadającego centra lokalne, stymulującego realizowanie podróży pieszo, rowerem lub na dalsze odległości - transportem zbiorowym. Istotą tego modelu jest pasmowość zabudowy, zapewniająca dogodność obsługi transportem zbiorowym.

## MODELE ROZWOJU MIASTA



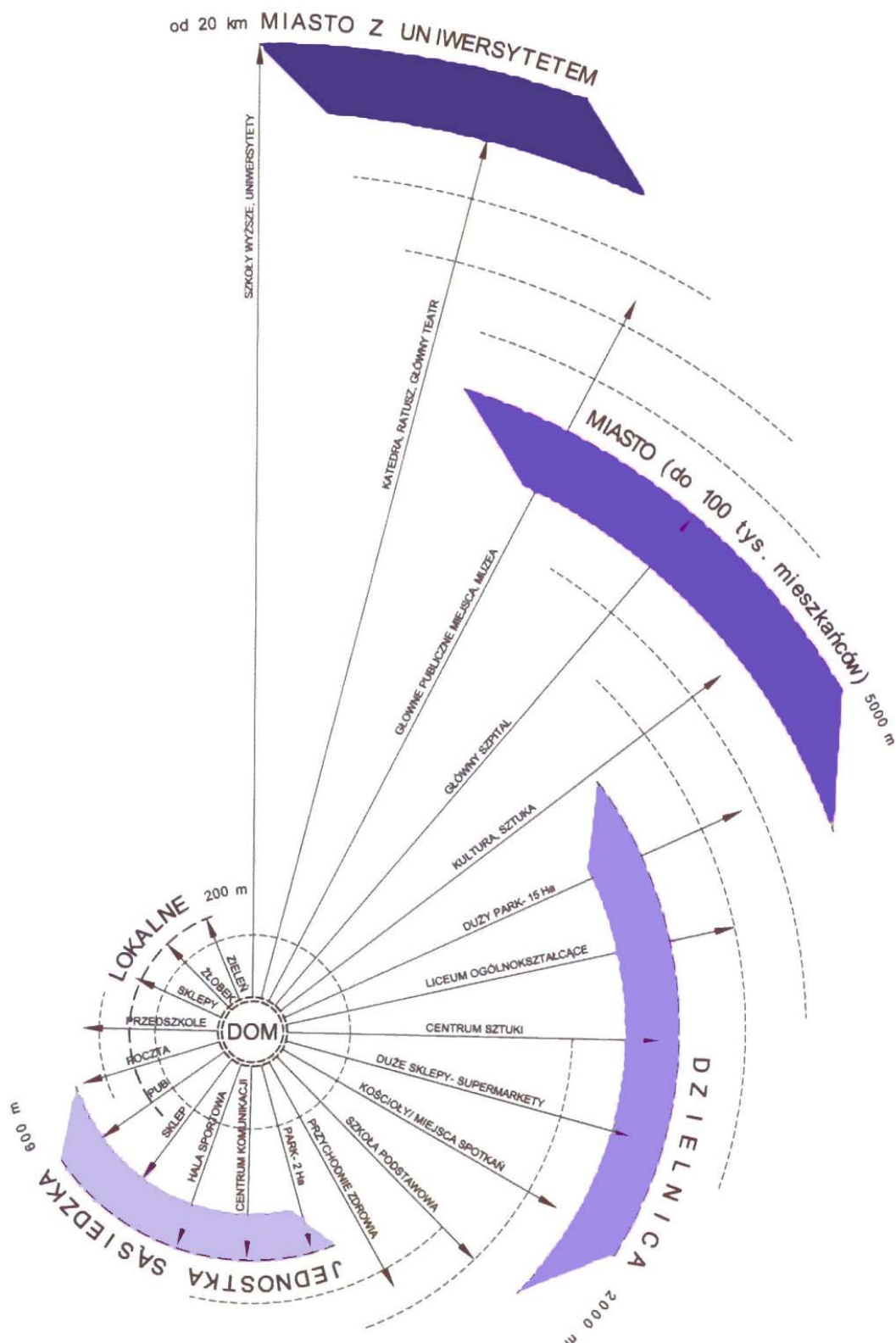
Rys.3.2. Dwa modele rozwoju miasta – miasto rozproszone (po lewej) i miasto zwarte z lokalnymi centrami (po prawej) (opracowanie własne wg [61]).

Idea samowystarczalności miasta wpisuje się w kanon miast ekologicznego, ukierunkowanego na realizację podróży w dużym stopniu środkami niezmotoryzowanymi. Zasady tzw. nowego urbanizmu, opisane w [69], wymagają, aby miejsce pracy było oddalone od miejsca zamieszkania w promieniu do 10 minut dojścia pieszego, a także w bliskim sąsiedztwie skupione były miejsca usługowe, szkoły i przedszkola. Policentryczność przestrzeni miejskiej wpływać może na obniżanie liczby podróży odbywanych samochodem osobowym.

Na Rys.3.3, wg [69], przedstawiono schemat określający zasięg dojścia pieszego, w obrębie których możliwe jest piesze zrealizowanie celów podróży do poszczególnych obiektów. W obrębie dzielnicy, czyli zasięgu dojścia pieszego do 2000m, powinny być skoncentrowane właściwie wszystkie niezbędne obiekty zapewniające mieszkańcom zrealizowanie ich codziennych potrzeb (zakupy, przedszkole, szkoła, miejsca pracy, wypoczynku i rozrywki). Koncepcja miasta idealnego, samowystarczalnego zapewnia pieszą mobilność mieszkańców i redukuje poziom kongestii motoryzacyjnej w mieście.

Według opracowania [37], mieszkańcy dużych miasta bardzo identyfikują się z najbliższym położonym miejscem, w którym mogą zrealizować większość swoich codziennych potrzeb. W całej historii ludzkości to właśnie place i główne ulice wyznaczały centra miast. Idea „miasta małych miast” jest łatwa do odczytania szczególnie w dużych miastach, których rozwój odbywał się wokół historycznie ukształtowanych dawnych „wsi” podmiejskich. Bardzo widocznym przykładem takiej struktury jest Kraków. „Małe miasteczka” w Krakowie rozwijały się wokół placów targowych Kazimierza, Podgórze, Grzegórzek, Półwsi Zwierzynieckich, Dębnik, Bronowic, Woli Justowskiej czy Wzgórze Krzesławickich. W

„małych miasteczkach” można wyróżnić stosunkowo wysoką gęstość zaludnienia, dostęp do podstawowych usług (sklepy, oświata, kultura, zdrowie) oraz możliwość podjęcia pracy w bliskim sąsiedztwie miejsca zamieszkania. Przykładem identyfikacji mieszkańców z miejscem, w którym można zrealizować większość swoich potrzeb, jest dzielnica krakowska Nowa Huta. Do dnia dzisiejszego mieszkańcy, bądź co bądź mieszkający na terenie Krakowa, ale w dzielnicy Nowa Huta, podróżując do Centrum miasta Krakowa mówią; „Jadę do Krakowa”. Dla nich „ich” centrum miasta nie jest zlokalizowane „w sercu” Krakowa, a „w sercu” Nowej Huty.



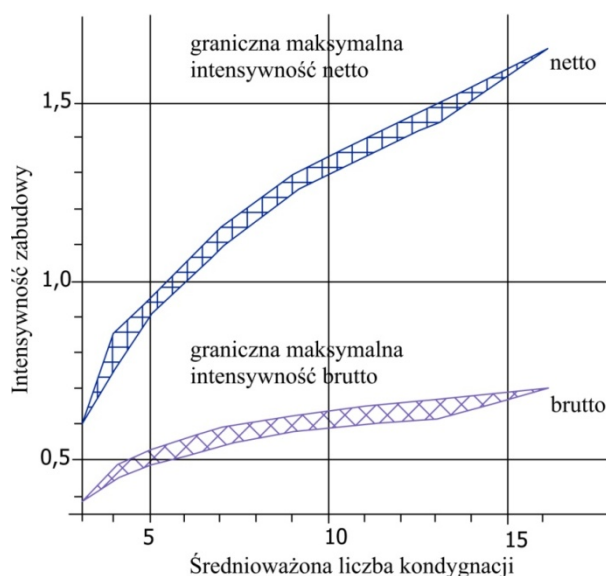
Rys.3.3 Schemat określający zasięg dościa pieszego do poszczególnych obiektów dla prawidłowego funkcjonowania miasta (opracowanie własne wg [69]).



### 3.1.3. Intensywność zagospodarowania obszaru

Intensywność zagospodarowania obszaru scharakteryzować można poprzez gęstość zaludnienia i miejsc pracy, lub intensywność zabudowy. Intensywności zabudowy obrazuje stosunek powierzchni ogólnej zabudowy (powierzchnia zabudowy razy liczba kondygnacji) do powierzchni terenu (w określonych granicach). Parametr ten, jako miara urbanistyczna, najczęściej stosowany jest w dokumentach planistycznych np. [58], [108], jako wskaźnik możliwego, maksymalnego zainwestowania terenu. W Polsce do określenia racjonalnego wykorzystania terenów miejskich stosuje się wskaźnik intensywności zabudowy (w trakcie projektowania zabudowy mieszkaniowej, jak i wielofunkcyjnego przekształcania dzielnic miejskich [15]). Najczęściej używa się dwóch rodzajów wskaźnika intensywności zabudowy – brutto i netto. Tereny zabudowy netto obejmują pojedyncze powierzchnie zabudowane budynkami oraz powierzchnie niezbędnych terenów zieleni, dojazdów, ciągów pieszych do budynków oraz powierzchni urządzeń gospodarczych i technicznych, związanych bezpośrednio z budynkiem. Teren ten stanowi najczęściej działka budowlana, wyznaczona dla realizacji określonego przedsięwzięcia. Teren zabudowy brutto natomiast wyznacza się na ogół w celu stwierdzenia pojemności budowlanej większej części miasta – dla dzielnicy lub rejonu komunikacyjnego. Granice wyodrębnionych części wyznacza się wzdłuż osi głównych ulic miejskich, pasm zieleni czy innych czytelnych fizjonomicznie krawędzi [15].

Intensywność zabudowy zwiększa się w miarę wzrostu liczby kondygnacji. W 1974 r., dla terenów zabudowy mieszkaniowej w Polsce, opracowany został normatyw [124], uzależniający obowiązujące wówczas minimalne i maksymalne wskaźniki intensywności zabudowy od średniej ważonej liczby kondygnacji (Rys.3.4). Średnia ważona liczba kondygnacji to stosunek powierzchni ogólnej zabudowy do powierzchni zabudowanej, czyli terenu zajętego przez budynki.

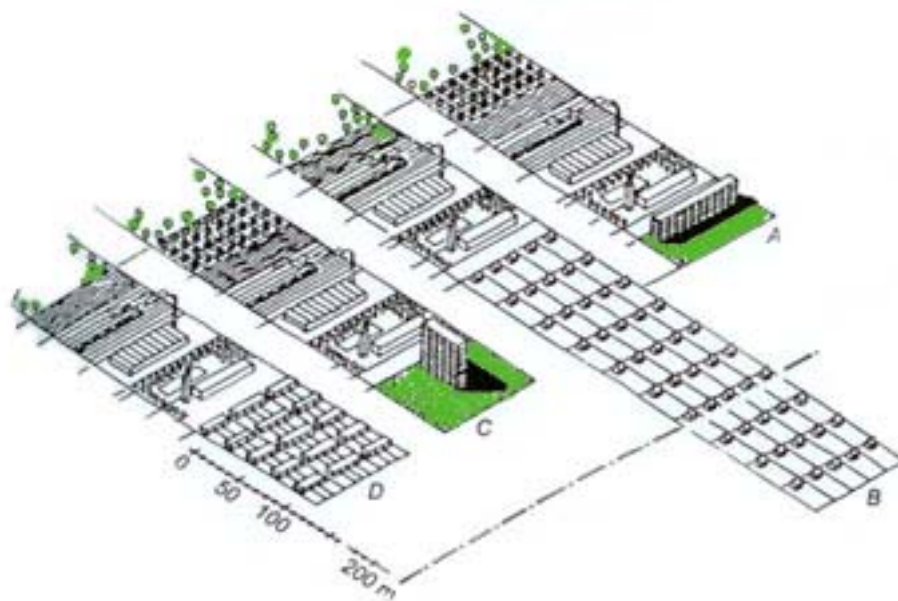


Rys.3.4 Relacja wskaźników intensywności zabudowy mieszkaniowej netto do brutto w zależności od średnioważonej liczby kondygnacji budynków mieszkalnych (wg [15]).

Różnice pomiędzy dwoma granicznymi wartościami wynikają z innego podejścia do definiowania intensywności zabudowy w mieście. Jeśli odnosimy się do pojedynczej działki (netto), to wzrost liczby kondygnacji nie ma dużego wpływu na zwiększenie intensywności zabudowy w dzielnicy. Natomiast jeśli odnosimy się do planowania dzielnicy mieszkaniowej,

to wzrost liczby kondygnacji bardzo wyraźnie wpływa na wzrost intensywności zabudowy. Racjonalne pod względem ekonomicznym i użytkowym jest intensywność zabudowy mieszkaniowej brutto ok. 0,5. Uzyskuje się ją poprzez planowanie średnio czterokondygnacyjnej zabudowie mieszkaniowej.

Rozważając źródła zagraniczne dotyczące wskaźnika intensywności zabudowy, warto przytoczyć za [15] badania niemieckie. Wskazują one, że miasta zagospodarowane w przewadze zabudową jednorodziną, wolno stojącą są najbardziej rozległe obszarowo, zaś miasta zabudowane domami do pięciu kondygnacji są najmniejsze obszarowo. Miasta zabudowane budynkami wysokimi oraz miasta o zwartej niskiej zabudowie jedno i dwukondygnacyjnej, są w zasadzie równe obszarowo. Prawidłowości te przedstawiono schematycznie na Rys.3.5. Rozległość miasta ma wpływ na pracę przewozową układu transportowego.



Rys.3.5 Zestawienie powierzchni miast niemieckich z przewagą zabudowy: A – wielorodzinnej średniowysokiej, B - jednorodzinnej na dużych działkach, C - wielorodzinnej wysokiej, D- jednorodzinnej zwartej (opracowanie własne wg [39]).

Intensywność zabudowy mieszkaniowej ma wpływ na wybór środka transportu i poziom mobilności mieszkańców. Takie wnioski zostały wysnute z badań 11 metropolii w Stanach Zjednoczonych [114]. Intensywność zabudowy mieszkaniowej, a głównie gęstość zaludnienia osiedli mieszkaniowych, silnie oddziałuje na sposób przemieszczania się mieszkańców. Z badań wynika, że obszary o wysokiej gęstości zaludnienia charakteryzują się większą mobilnością mieszkańców, w porównaniu do obszarów o niskiej gęstości. Jednak w obszarach silnie zainwestowanych, udział podróży odbywanych transportem zbiorowym jest większy niż indywidualnym. W obszarach o zabudowie rozproszonej, relacja jest odwrotna.

Gęstość zaludnienia to stosunek liczby mieszkańców do powierzchni analizowanego obszaru i dla potrzeb analiz urbanistycznych najczęściej wyraża się poprzez liczbę mieszkańców do powierzchni obszaru zamieszkania (najczęściej dla powierzchni jednego hektara) - jednostka [os/ha]. W opracowaniu [1] dostrzega się wpływ gęstości zaludnienia na stopień obsługi transportem zbiorowym. Bardziej zwarta zabudowa o wysokiej gęstości ma większe szanse na lepszą jakość obsługi tego obszaru transportem publicznym, głównie ze względów ekonomicznych. Zauważa się, że wraz ze wzrostem intensywności zabudowy, a

także gęstości zaludnienia, zmienia się proporcja udziału transportu indywidualnego do publicznego, na korzyść tego drugiego środka transportu.

Kształtowanie struktury funkcjonalno - przestrzennej powinno z jednej strony zmierzać w kierunku intensyfikacji zabudowy wzdłuż korytarzy transportowych, w otoczeniu węzłów przesiadkowych i przystanków transportu zbiorowego, a z drugiej strony nadmierna intensywność może prowadzić do obniżania komfortu życia mieszkańców, w tym brak dogodnych warunków dla podróży pieszych oraz uciążliwości związane z lokalną obsługą budynków mieszkalnych.

### 3.1.4. Wielofunkcyjność obszaru

Wielofunkcyjność obszaru lub inaczej zróżnicowanie funkcji zagospodarowania obszaru, wprowadza różnego rodzaju aktywności. Zróżnicowanie to umożliwia w obrębie jednostki strukturalnej (osiedle lub dzielnica miasta) zrealizowanie wielu celów podróży różnymi środkami transportu. Bliski zasięg celów podróży daje możliwość odbywania podróży pieszo i rowerem, a na nieco większe odległości także komunikacją zbiorową. Ten czynnik struktury funkcjonalno - przestrzennej odnosi się do bilansu liczby miejsc pracy (w tym także w usługach) i liczby mieszkańców w rejonie komunikacyjnym. Przypuszcza się, że optymalny zakres wskaźnika wielofunkcyjności, dla stosunku miejsc pracy do liczby mieszkańców jednostki wynosi od 0,4 do 0,6<sup>8</sup>[87]. Wartości poniżej tego zakresu charakteryzują jednostkę z dominującą funkcją mieszkaniową. Natomiast wartości powyżej tego zakresu charakteryzują jednostkę strukturalną z dominującą funkcją w sektorze zatrudnienia. Zatem coraz większe odstępstwo od tego przedziału (0,4-0,6) charakteryzuje jednostkę strukturalną z dominującym jednym typem zabudowy, co powoduje, że podróże w coraz większym stopniu odbywają się poza jednostkę, czyli z dużym udziałem samochodu osobowego.

W praktyce kształtowania obszarów mieszkalnych, zauważa się przypadki braku kompleksowego planowania wielofunkcyjnej struktury. Monofunkcyjność obszarów może wynikać z decyzji o warunkach zabudowy, jeśli wydawane są bez rozpatrywania otoczenia obszaru i możliwości obsługi transportowej. Jedną z zasad realizacji polityki mieszkaniowej [15] jest dążenie do rozwoju budownictwa mieszkaniowego łącznie z instytucjami usługowymi. Zaleca się zatem przekształcać struktury urbanistyczne z monofunkcyjnych na wielofunkcyjne, drobnoziarniste [87]. Powinno dążyć się do budowy lub modernizacji osiedli mieszkaniowych w taki sposób, aby zapewnić mieszkańcom przestrzeń nie tylko do zamieszkania, ale także do pracy, zakupów i wypoczynku. Współczesna polityka mieszkaniowa powinna tak kształtować wewnętrzną przestrzeń osiedla, aby przez zapewnienie różnorodności podaży miejsc pracy i usług zachęcać mieszkańców do odbywania krótkich podróży pieszo lub rowerem w obrębie swojej dzielnicy.

W opracowaniu [1] zauważa się, że zróżnicowanie funkcji zagospodarowania przestrzennego jednostki ma duży wpływ na wielkość generowanego ruchu z obszaru na zewnątrz jednostki. Zatem im jednostka jest bardziej zróżnicowana pod względem funkcji, tym udział podróży generowanej na zewnątrz jednostki jest mniejszy, co przekłada się bezpośrednio na mniejsze zatłoczenie motoryzacyjne.

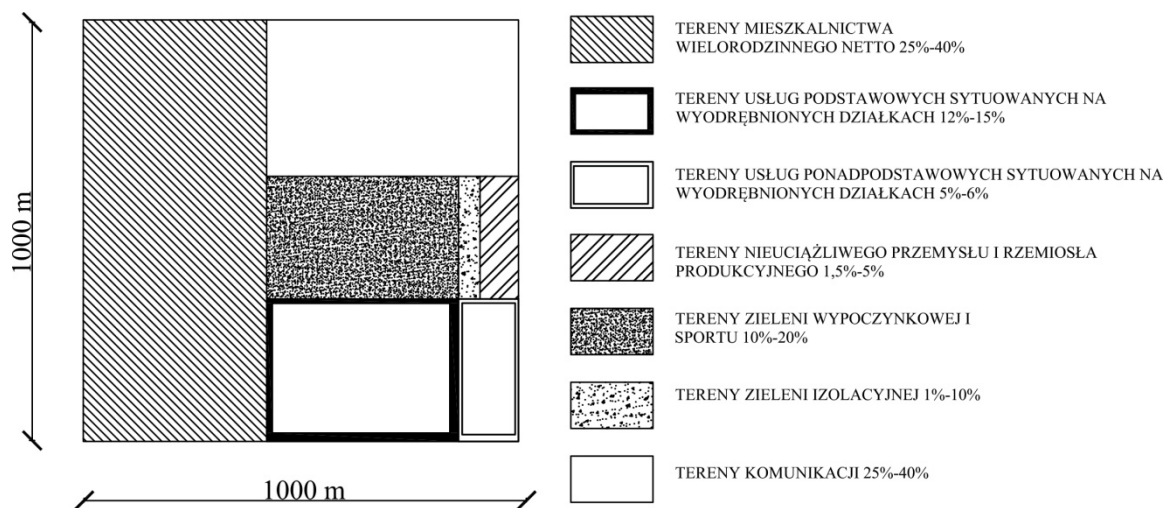
Jak pisze Chmielewski [15], określenie jakości użytkowania środowiska zamieszkania jest bardzo trudne. W projektowaniu zagospodarowania przestrzennego obszarów, nie należy jedynie posługiwać się wskaźnikami intensywności zabudowy, a uwzględniać także inne czynniki, takie jak powierzchnię:

---

<sup>8</sup> Zalecany zakres wynika 0,4-0,6 wynika z bilansowania liczby miejsc pracy z liczbą zawodowo-czynnych mieszkańców, których jest ok. 50%

- usług i pracy biurowej,
- nieuciążliwości przemysłowej i rzemiosła produkcyjnego,
- komunikacji (transportu),
- zieleni.

Na Rys.3.6 przedstawiono procentową strukturę użytkowania terenów osiedla mieszkaniowego (o powierzchni  $1\text{km}^2$ ) w oparciu o zasadę wielofunkcyjności.



Rys.3.6 Rekomendowana struktura użytkowania terenu w dzielnicy mieszkaniowej, zajmującej powierzchnię  $1\text{km}^2$  przy zabudowie wielorodzinnej[15].

W opracowaniu [93] autorzy dostrzegają, że współczesna zabudowa charakteryzuje się jednorodnością i brakiem zróżnicowania użytkowania terenu. Poprawa zróżnicowania funkcji obszaru spowodować może wzrost udziału ruchu rowerowego i podróży pieszych, mniejszą wartość pracy przewozowej transportu zbiorowego, lepszą jakość powietrza i poprawę walorów estetycznych jednostki urbanistycznej. Analizowanymi miarami tego czynnika mogą być:

- zróżnicowanie zagospodarowania przestrzennego poprzez wprowadzenie w obszarze mieszkalnym usług komercyjnych, przemysłowych, użyteczności publicznej - miarą jest udział procentowy w powierzchni,
- procentowy udział każdego z 5 typów zabudowy (jednorodzinna, wielorodzinna, przemysłowa, usługowa, administracji publicznej).

Autor opracowania [15] zauważa, że bardzo ważnym elementem kształtowania struktury jednostki osiedleńczej, jest aspekt oszczędności przestrzeni wychodzący z zasady, że więcej przestrzeni należy rezerwować, jeśli każdą czynność realizować się będzie w izolowanym miejscu, niż gdyby wykonywać kilka czynności równolegle w jednym miejscu. W opracowaniu stwierdza się, że najbardziej widocznym przykładem wyłączności funkcji i mono funkcyjności miejsc, są osiedla mieszkaniowe. „Zasada monofunkcyjności działała jak aksjomat, którego naruszenie częściej stawało się niemożliwe ze względu na utrwalone schematy proceduralne i przeświadczenie aparatu decyzyjnego, niż ze względów merytorycznych”. To właśnie w Polsce, w okresie rządów realizujących gospodarkę centralnie sterowaną, powstawały osiedla mieszkaniowe w oparciu o zasadę uproszczonej zależności – „jeżeli funkcją i potrzebą życiową jest mieszkanie, to skupienie mieszkań w środowisku najlepiej przystosowanym do potrzeb zamieszkania jest rozwiązaniem najdoskonalszym”. Zasada ta jednak sprowadzała człowieka do roli maszyny, która nie

wykazuje innych potrzeb niż tylko jedzenie i sen. A przecież życie ludzi to także funkcja pracy, wypoczynku, rozrywki, zakupów i szeroko pojętej komunikacji (w tym transportu).

Autorka opracowania [126] dokonuje analizy przebudowy struktury funkcjonalno - przestrzennej w ramach zróżnicowania funkcji dzielnicy mieszkaniowej, głównie poprzez wprowadzenia funkcji biurowych. Taki sposób przebudowy monofunkcyjnych struktur umożliwi nie tylko wzbogacenie walorów estetycznych dzielnicy, ale także umożliwi skrócenie dystansu pomiędzy miejscem zamieszkania a pracy, dostępnej dla mieszkańców tej dzielnicy. Bardzo interesującym przykładem zmiany koncepcji planistycznej obszaru jest dzielnica Zuidas w Amsterdamie (przykład opisany w [126]), która stanowić ma załączek nowoczesnej części miasta. Pierwotnie rozwój tego obszaru przewidziano jako monofunkcyjną strukturę biurową. Jednak ostatecznie rozwijać się ma jako wielofunkcyjna jednostka urbanistyczna w którym mieszkalnictwo zajmować ma 29% powierzchni, funkcje biurowe - 38%, a funkcje usługowe i pomocnicze - 33%. Dzielnica ta ma posiadać także bardzo dobrze rozwinięty system transportowy łączący ją ze Starym Miastem.

### 3.1.5. Dostępność struktury funkcjonalno - przestrzennej

Dostępność struktury funkcjonalno - przestrzennej rozumiana jest jako łatwość osiągnięcia celów podróży, w zależności od położenia względem siebie źródła i celu podróży (w ujęciu długości i czasu odbycia podróży), w odniesieniu do różnych środków transportu (dojście do przystanku) i infrastruktury drogowej (sieci ulic, ścieżek rowerowych, chodników) [3].

W opracowaniu [93] dowiedziono, że na obszarach charakteryzujących się długimi odległościami dojścia do różnych celów podróży, ruch pieszy właściwe nie występuje. Bliska odległość do celów podróży, a także przyjazne i atrakcyjne ciągi piesze, zachęcają do podróżowania pieszo, co wpływa na zmniejszanie się pracy przewozowej transportu zmotoryzowanego i wpływa korzystnie na zdrowie człowieka. W Stanach Zjednoczonych maksymalną odległością dojścia pieszego, na którą skłonni są podróżować mieszkańcy miasta, oszacowano na 400 m. Miarą dostępności jest w tym wypadku udział jednostek mieszkalnych w odległości do 400 m od celów podróży (usług, miejsc pracy).

W opracowaniu [3] opisany został m.in. projekt ECOCITY przedstawiający wizję zagospodarowania przestrzennego obszarów zdegradowanych, w którym występuje wysoka gęstość zabudowy, zróżnicowanie zagospodarowania terenu pod względem funkcji, tereny wolne - taka forma zagospodarowania umożliwia odbywanie jak najwięcej podróży pieszo. Wizję tą można osiągnąć poprzez policentryczne kształtowanie miasta w powiązaniu z transportem zbiorowym. Minimalizowanie popytu na transport równocześnie zapewnia zmniejszanie zużycia energii oraz negatywnego wpływu na środowisko.

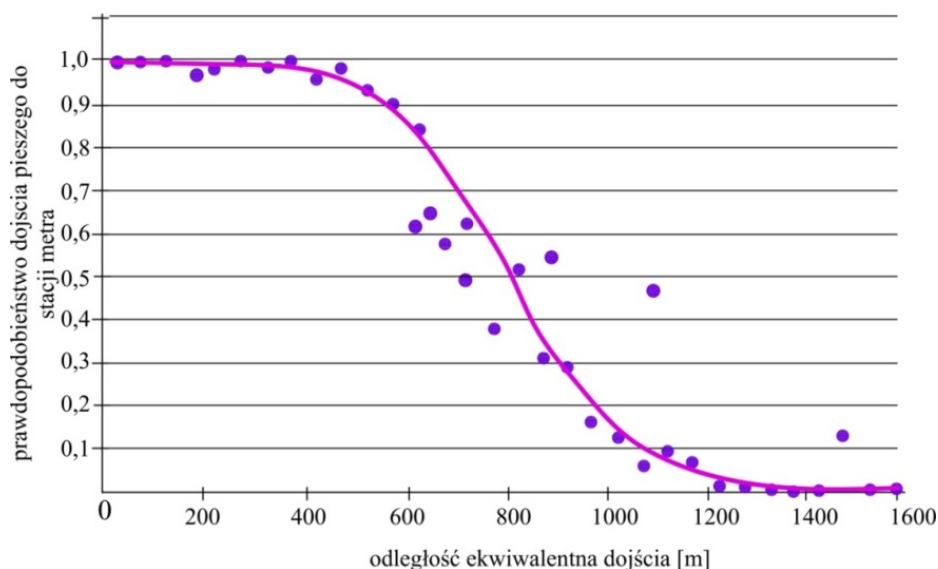
Natomiast wg opracowania [13] dostępność może być parametryzowana za pomocą:

- stosunku długości ulic z uspokojeniem ruchu do całkowitej długości ulic,
- stosunku liczby skrzyżowań z przejściem dla pieszych do wszystkich skrzyżowań,
- stosunku długości ulic z chodnikami do całkowitej długości ulic,
- stosunku długości ulic ze ścieżkami rowerowymi do całkowitej długości sieci ulic,
- stosunku liczby mieszkańców z dostępnością pieszą (do 500 m) do przystanku lub dworca do całkowitej liczby mieszkańców obszaru,
- stosunku liczby mieszkańców posiadających dostęp pieszy do terenów zielonych (do 500 m) do całkowitej liczby mieszkańców w obszarze,
- stosunku liczby mieszkańców mających bliski dostęp do usług komercyjnych (do 500 m) do całkowitej liczby mieszkańców,
- stosunku powierzchni komercyjnej do całkowitej powierzchni obszaru,
- stosunku powierzchni obiektów usługowych i innych obiektów publicznych do całkowitej powierzchni wszystkich obiektów.

Dostępność do infrastruktury transportowej (drogowej i transportu zbiorowego) można wyrazić za pomocą odległości i łatwości dojścia/dojazdu do sieci ulicznej oraz do przystanku transportu zbiorowego. Według różnych opracowań dotyczących kształtowania osiedli mieszkaniowych zebranych w [11][86], rekomendowane są następujące odległości dojścia do przystanku:

- centrum miasta - maksymalnie 300 m,
- zabudowa wielorodzinna lub o wysokiej intensywności – 300-500 m,
- zabudowa jednorodzinna lub ekstensywna – 600-1000 m.

Z zakresu analiz wpływu czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej na udział różnych środków transportu w podróżach, możemy wskazać opracowanie [65]. Przedstawione są wyniki analiz dostępności pieszej do przystanków komunikacji zbiorowej – w tym przypadku do stacji metra w Singapurze. Jakość dojścia pieszo jest jednym z istotnych czynników wpływających na decyzję odbycia podróży transportem zbiorowym zamiast indywidualnym. Wskazuje się na istotną rolę takich czynników jak rzeczywista odległość dojścia do przystanku, liczba przejść przez jezdnię, pokonywanie schodów lub kolizji z ruchem kołowym. Na Rys.3.7 przedstawiono wykres zależności prawdopodobieństwa dojścia pieszo do przystanku metra od odległości ekwiwalentnej dojścia do tego przystanku.



Rys.3.7 Prawdopodobieństwo wyboru dojścia pieszo do stacji metra w zależności od odległości ekwiwalentnej dojścia do przystanku metra (opracowanie własne wg [66]).

Zależność ta została skalibrowana dla konkretnych przypadków – 10 stacji metra w Singapurze. Jak zauważono w opracowaniu [65], w warunkach polskich istnieje potrzeba kalibracji funkcji ekwiwalentnej odległości dojścia oraz funkcji prawdopodobieństwa dojścia pieszo. W metodzie tej definiuje się ekwiwalentną odległość dojścia pieszo, w skutek czego powstają izoliny ekwiwalentne odległości dojścia. Podejście to jest dużo dokładniejszą metodą wyznaczania obszarów dogodnego dojścia do przystanków transportu zbiorowego, niż opieranie się tylko na samej długości dojścia.

### 3.1.6. Regulacje parkingowe

Istotną cechą struktury funkcjonalno - przestrzennej wpływającą na podział zadań przewozowych w mieście jest są regulacje parkingowe w obszarze, głównie oparte na ustalaniu wskaźników parkingowych oraz ustalaniu opłat za parkowanie. Wartości wskaźników parkingowych, a więc i dopuszczalną liczbę miejsc parkingowych w obszarze, stanowią cechę struktury przestrzennej miasta i jego obszarów. Natomiast ustalanie opłat za parkowanie jest elementem zarządzania parkowaniem, co może być związane z elementami kształtowania funkcji struktury przestrzennej obszarów miasta. Wskaźniki parkingowe określają dopuszczalną minimalną, bądź maksymalną liczbę miejsc postojowych, w odniesieniu do jednostki strukturalnej lub obiektu. Ustalanie tych wskaźników w zależności od strefy miasta, rodzaju i intensywności użytkowania terenu, dostępności transportem zbiorowym oraz ograniczeniami ruchowymi, może przyczynić się do łagodzenia kongestii ruchu w sieci ulicznej, poprzez kontrolę dostępności miejsc parkingowych. Ponadto taka polityka sprzyja m.in. ochronie handlowych funkcji śródmiejskich przed silną konkurencją hipermarketów lokalizowanych w strefach zewnętrznych miasta oraz historycznego centrum miasta przed degradującym przestrzeń publiczną intensywnym ruchem pojazdów. Polityka parkingowa może w skuteczny sposób regulować wielkość generowanego ruchu przez dany obszar, wpływać na wielkość relacji w więźbie ruchu, a także wpływać na wielkości udziału poszczególnych środków transportu w podróżach.

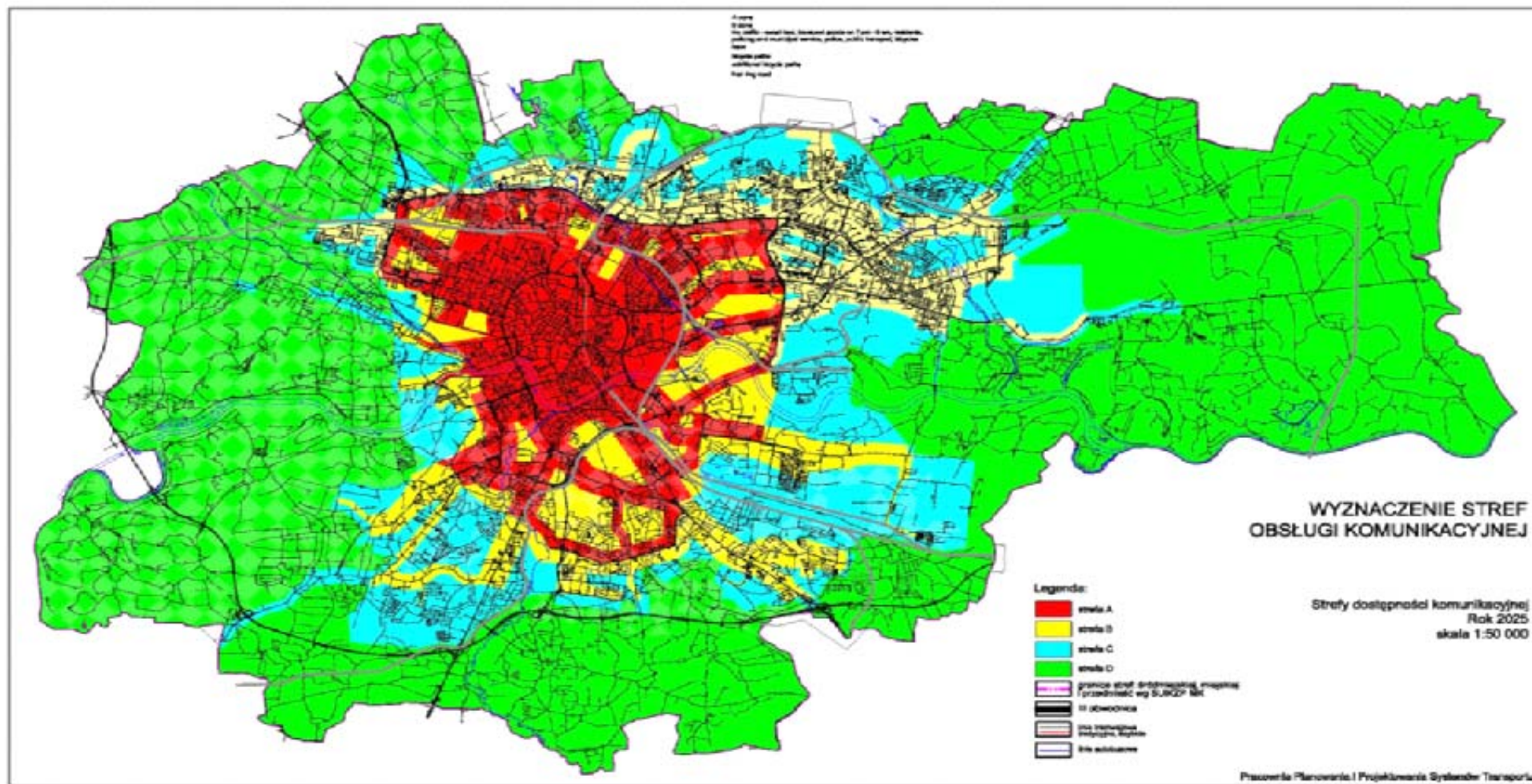
W opracowaniu [1] Banister zauważa wpływ polityki parkingowej na kształtowanie popytu na transport i mobilność mieszkańców. Wskazuje, że im dostępność do parkingów jest lepsza (wyższa wartość wskaźnika parkingowego), tym mobilność mieszkańców się obniża. Ten postulat nie jest niestety potwierdzony żadnymi badaniami. Autor opracowania stara się wyjaśnić to zjawisko następująco: obszary o wyższym wskaźniku parkingowym w miejscach zamieszkania położone są z reguły na obrzeżach miasta. Zniechęca to mieszkańców do odbywania dodatkowych podróży w ciągu dnia, z uwagi na dalekie odległości do miejsc usług i rozrywki. Natomiast w obszarach, gdzie występują znaczne ograniczenia parkingowe (Śródmieścia), mobilność mieszkańców jest dużo większa. Dostępność celów podróży na krótkie odległości zwiększa ich liczbę - czas przewidziany na ich realizację mieści się "w puli" czasu przeznaczonego na podróż w ciągu doby.

Regulacje parkingowe najczęściej dotyczą Śródmieścia, gdzie rola polityki polega na ustalaniu opłat za parkowanie i wyznaczaniu miejsc parkingowych wzdłuż dróg publicznych. Takie praktyki możemy obserwować w Krakowie, Wrocławiu, Gdańsku, Warszawie i innych większych miastach polskich. Jednak na dużo szerszą skalę polityka ta była realizowana w Krakowie. W opracowaniu [79] wykonano podział miasta Krakowa na strefy obsługi transportowej, wyznaczone na podstawie dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego, a ściślej mówiąc sumy czasu dojścia do przystanku i oczekiwania na pojazd. Na Rys.3.8 w sposób graficzny przedstawiono podział miasta na cztery strefy obsługi transportowej (strefa A - kolor czerwony, strefa B - kolor żółty, strefa C - kolor niebieski, strefa D - kolor zielony). Dla każdej ze stref określone zostały maksymalne wartości wskaźnika miejsc parkingowych w powiązaniu z funkcją i intensywnością obszarów zabudowy mieszkaniowej Tab. 3.1.

Tab. 3.1 Powiązanie stref polityki parkingowej ze wskaźnikami dopuszczalnej liczby miejsc postojowych dla Krakowa oraz z zalecaną funkcją i intensywnością zabudowy [79].

Strefa polityki parkingowej	Maksymalny wskaźnik miejsc postojowych związany z:		Rekomendowana:	
	pracą na 100 zatrudnionych	usługami - na 1000 m <sup>2</sup> pow. użytkowej	funkcja zabudowy	intensywność zabudowy
<b>A</b>	5	2	przewaga usług	bardzo wysoka
<b>B</b>	12	5	mieszana, z przewagą usług	bardzo wysoka, wysoka
<b>C</b>	20	10	mieszana	wysoka lub średnia
<b>D</b>	35 lub - bez ograniczeń	35 lub - bez ograniczeń	mieszana, z przewagą zakładów produkcyjnych	średnia lub niska





Rys.3.8 Graficzne przedstawienie podziału miasta Krakowa na strefy obsługi komunikacyjnej dla potrzeb wyznaczenia wartości wskaźników parkingowych [79].

---

Ograniczanie od góry wartości wskaźników parkingowych wynikają m.in. z ograniczeń terenowych, głównie w Śródmieściu. Z drugiej strony system transportu zbiorowego, z uwagi na postulat rentowności, nie może być dobrze rozwinięty na obszarach o niskiej intensywności zabudowy (położnych najczęściej na terenach przy granicy miasta), co uzasadnia dużą rolę samochodu osobowego w tych rejonach. Inwestorzy mieszkaniowi z chęci zysku, nie budują dostosowanej dla potrzeb mieszkańców odpowiedniej liczby miejsc postojowych. Sytuacja braku tych miejsc doprowadza do chaosu. Mieszkańcy takiego osiedla, zamiast parkować na terenie swojej działki, zostawiają swoje samochody wzdłuż sąsiednich ulic pogarszając warunki ruchu i bezpieczeństwa innych użytkowników. Zatem na terenach, gdzie wprowadzenie atrakcyjnej oferty transportu zbiorowego jest mało rentowne, powinny obowiązywać wartości minimalnego wskaźnika miejsca parkingowego. Takie rozwiązania pojawiły się w Niemczech i innych krajach europejskich [20].

Bardzo istotnym elementem polityki transportowej i parkingowej miasta powinno być lokalizowanie na obrzeżach miast parkingów w systemie Park&Ride. „Celem takiego rozwiązania jest przejęcie przez transport zbiorowy części ruchu samochodowego zmierzającego z obszarów zewnętrznych do śródmieścia. Zatem „Park&Ride” łączy zalety transportu indywidualnego w strefach podmiejskich (dyspozycyjność i elastyczność) z zaletami transportu zbiorowego w Śródmieściu (wysoka efektywność wykorzystania deficytowej przestrzeni ruchu)”[113]. Badania zawarte w [113] wskazują, że korzystanie z systemów Park&Ride wpływa korzystnie na funkcjonowanie systemu transportowego miasta poprzez odciążenie sieci ulicznej i skrócenie czasu podróży do Śródmieścia. System Park&Ride jest stosunkowo łatwym i niskonakładowy do wdrożenia, wykorzystując istniejącą infrastrukturę drogową przy pętlach autobusowych, tramwajowych czy linii metra (na obrzeżach miasta) oraz lokalizację parkingów sklepów wielko powierzchniowych<sup>9</sup> położonych przy trasach transportu zbiorowego.

### 3.1.7. Cechy sieci ulicznej

W opracowaniu [93] wskazuje się na wpływ kształtowania sieci ulicznej na podział zadań przewozowych, jednak są to ogólne rekomendacje, nie poparte badaniami. Rekomendowanymi zasadami są:

- odizolowanie osiedla od ruchu tranzytowego, który powoduje rozcięcie więzi pomiędzy sąsiadami, a także wpływa na niebezpieczeństwo poruszania się pieszych,
- dogodność prowadzenia ruchu docelowo – źródłowego,
- zapewnienie alternatywnych powiązań w ramie awarii lub wypadku,
- równomierność obciążenia sieci ulicznej,
- dogodność prowadzenia linii transportu zbiorowego,
- możliwością rozdzielenia ruchu pieszego od samochodowego,
- dogodność dla ruchu docelowo – źródłowego, głównie poprzez zapewnienie bezpośrednich powiązań drogowych,
- czytelność układu ulicznego i jego powiązań,
- elastyczność kompozycyjna,
- otwartość na ewentualną rozbudowę osiedla.

---

<sup>9</sup> Zdarza się, że właściciele tych obiektów wprowadzają wysokie koszty za parkowanie, skutecznie broniąc się przed dodatkowymi pojazdami na swoich parkingach, a nie będącymi ich klientami. Jednak użytkownik parkingu w systemie Park&Ride jest klientem takiego sklepu i realizuje zakupy w drodze powrotnej z domu do pracy, zatem jest klientem regularnym.

Stosowanie powyższych zasad ma znaczący wpływ na sposoby podróżowania mieszkańców, a przede wszystkim na ukształtowanie osiedla zrównoważonego pod względem kompozycyjnym i funkcjonalnym.

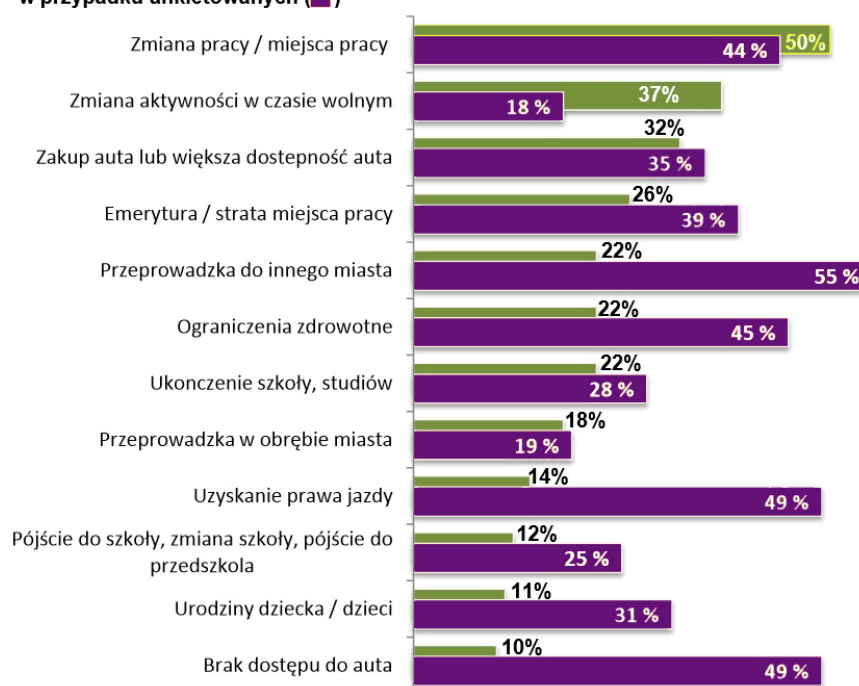
Do innych parametrów opisujących sieć uliczną, a mogących mieć wpływ na wybór środka transportu możemy zaliczyć:

- liczbę skrzyżowań i przejazdów przez chodniki, co może zniechęcać mieszkańców do odbywania podróży pieszo,
- długość odcinków między skrzyżowaniami,
- obecność przejść przez jezdnie w postaci kładek, przejść podziemnych – takie rozwiązanie może być źle postrzegane przez pieszych, jako mało komfortowe i niebezpieczne.

### 3.1.8. Aspekty socjoekonomiczne

Aspekty socjoekonomiczne użytkowników systemu transportowego, takie jak np.: wiek, status społeczny, zawód, wysokość dochodów, miejsce zamieszkania, w istotny sposób mogą wpływać na wybór środka transportu. Widoczny może być wpływ starzenia się mieszkańców osiedli mieszkaniowych na ich mobilność oraz wybór środka transportu - takie osoby prawdopodobnie częściej wybierają podróże transportem zbiorowym. Zdiagnozowanie tych wpływów wydaje się dosyć trudne z uwagi na konieczność przeprowadzenia wielu badań, dotyczących bardzo subiektywnych decyzji wyboru i ewentualnej zmiany środka transportu. W ramach programu badawczego Unii Europejskiej, zrealizowany został projekt Usemobility [21], który stara się odpowiedzieć na pytanie – z jakiej przyczyny ludzie decydują się zmienić środek transportu. Partnerzy z 6 krajów Unii Europejskiej przeprowadzili wiele wywiadów ankietowych wśród mieszkańców poszczególnych krajów (liczebność próby ankietowej - 6000 wywiadów), którzy w przeciągu 5 lat zmienili środek transportu. Projekt ten wskazuje na kilka elementów, które najczęściej wpływają na zmianę sposobu podróżowania oraz siłę ich wpływu. Jednak brak jest uchwycenia konkretnego sparametryzowanego ich wpływu na podział zadań przewozowych, w tym na zmianę podziału zadań przewozowych.

Zmiana sytuacji życiowej ankietowanych (■) i decydujący wpływ na zmianę środka transportu w przypadku ankietowanych (■)



Rys.3.9 Aspekty socjoekonomiczne wpływające na zmianę środka transportu wg projektu Usemobility (źródło [21] – wersja w języku polskim).

Rys.3.9 przedstawia wyniki przeprowadzonych wywiadów ankietowych, w którym respondentom zadano pytanie, dotyczące przyczyny najczęstszych zmian ich sytuacji życiowej i jaki wpływ mają te zmiany na wybór transportu zbiorowego w podróżach. Przykładowo interpretując powyższe wyniki, dla 50% ankietowanych ich sytuacja życiowa zmieniła się w następstwie zmiany miejsca pracy. Dla 44% z nich, był to decydujący czynnik do zmiany środka transportu z samochodu na transport zbiorowy. Najbardziej istotnym czynnikiem socjoekonomicznym wpływającym na zmianę środka transportu była zmiana miejsca pracy i aktywności w czasie wolnym.

### 3.2. Wskaźniki jakości funkcjonowania transportu

Wskaźniki jakości funkcjonowania transportu mogą być wykorzystane do oceny wpływu czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na zachowania transportowe mieszkańców, a w konsekwencji na redukcję skutków kongestii motoryzacyjnej. Wskaźniki te można podzielić na:

- związane z pracą układu transportowego (miary o charakterze eksploatacyjnym),
- związane z kosztami jego funkcjonowania (miary o charakterze ekonomicznym).

#### 3.2.1. Miary o charakterze eksploatacyjnym

Do miar eksploatacyjnych zakwalifikowano te wskaźniki, które wyznaczone są na podstawie parametrów ruchu pojazdów poruszających się w sieci ulicznej i cech podróży. Zaliczamy do nich przede wszystkim średni czas podróży transportem indywidualnym i

zbiorowym, a także czas przejazdu sieci w warunkach obciążenia go ruchem (wskaźnik przeciążenia sieci)<sup>10</sup> oraz praca przewozowa<sup>11</sup>.

### *Średni czas podróży transportem indywidualnym*

Średni rzeczywisty czas podróży transportem indywidualnym (samochodem osobowym) określa się jako sumę poszczególnych składowych jej podróży. Składają się na to poszczególne elementy:

- czas dojścia (najczęściej z domu) do miejsca garażowania samochodu oraz czas jego uruchomienia -  $t_{dso}$  [min] ,
- czas jazdy – czas potrzebny na dojazd z miejsca źródłowego do lub w pobliże celu podróży  $t_{jso}$  [min]<sup>12</sup> ,
- czas poszukiwania miejsca postojowego – czas potrzebny na znalezienie wolnego miejsca w pobliżu celu podróży -  $t_{szmp}$  [min] ,
- czas odejścia – czas potrzebny na doście z miejsca postoju do celu podróży -  $t_{odso}$  [min].

Czas podróży określa się wzorem:

$$t_{so} = t_{dso} + t_{jso} + t_{szmp} + t_{odso} \quad (3.1)$$

<sup>10</sup>Z uwagi na to, że w pracy dysercyjnej nie wykorzystano tego parametru, jego opis został umieszczony w przypisie. Współczynnik przeciążenia odcinka sieci ulicznej można wyznaczyć na podstawie wydłużenia czasu przejazdu odcinka w wyniku zmiany potencjału generowanego przez jednostkę strukturalną. Czas przejazdu odcinka sieci o danym przekroju poprzecznym i obciążeniu ruchem można wyznaczyć z modelu opracowanego przez U.S.Bureau of Public Roads [44], którego parametry zostały skalibrowane dla warunków polskich [12].  $t = t_0 * [1 + \alpha * (\frac{N}{\lambda * C})^\beta]$ , gdzie:  $t$  – rzeczywisty czas przejazdu odcinka [min],  $t_0$  – czas przejazdu odcinka w ruchu swobodnym [min],  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  – parametry podlegające kalibracji dla poszczególnych rodzajów dróg [12],  $C$  – przepustowość obliczeniowa dla PSR E10 [P/godz.],  $N$  – natężenie ruchu [P/godz.].

Stosunek natężenia ruchu do jego przepustowości obliczeniowej jest czynnikiem opisującym stopień wykorzystania przepustowości. Wartości powyżej liczby 1,0 wskazują, że natężenie ruchu dopływającego przekroczyło przepustowość odcinka. Zatem wielkość wydłużenia czasu przejazdu analizowanego odcinka ulicy możemy uznać za miernik narastającej kongestii.

<sup>11</sup> Do miar o charakterze eksploatacyjnym możemy zaliczyć także pracę przewozową w sieci transportowej miasta. Z uwagi na to, że w pracy dysercyjnej nie korzystano z tego parametru, jego opis został umieszczony w przypisie. Jest on jednak bardzo często wykorzystywana miarą do oceny funkcjonowania systemu transportowego, ale w szerszym kontekście - dla całego miasta lub większego obszaru. Miara ta definiowana jest jako suma iloczynów potoków na poszczególnych odcinkach sieci i długości tych odcinków. Potoki te mogą być wyrażone w pasażerach transportu zbiorowego albo natężeniu pojazdów transportu indywidualnego. Praca przewozowa może być także wyrażona w czasie, zastępując długość poszczególnych odcinków czasem przejazdu. Podział zadań przewozowych indywidualnego powinno charakteryzować się niską pracą przewozową wyrażoną zarówno w [pojazdokm], jak i w [pojazdogodz.]. Minimalizacja tych wartości oznacza, że układ transportowy zapewnia minimalizację długości i czasu podróży pasażerów transportu indywidualnego, bądź redukcję liczby samochodów osobowych w sieci. W przypadku transportu zbiorowego, należy dążyć do zwiększania się liczby pasażerów tego środka transportu w systemie transportowym miasta, przy jednoczesnym obniżaniu czasu i długości podróży

<sup>12</sup> $t_{jso}$  – rzeczywisty czas przejazdu od źródła do celu podróży, liczony z uwzględnieniem parametrów sieci ulicznej (np. rodzaj przekroju, przepustowość, długość odcinków) i obciążenia (natężenia ruchu) – wg wzoru (3.1).

### ***Średni czas podróży transportem zbiorowym***

W przypadku podróży odbywanej transportem zbiorowym, składowe czasu podróży poszczególnego pasażera przedstawiają się nieco inaczej i są to:

- czas dojścia do przystanku – czas potrzebny na dojście z miejsca początku podróży (zwykle z domu) do przystanku transportu zbiorowego -  $t_{dtz}$  [min],
- czas oczekiwania – na przystanku na pojazd -  $t_{otz}$  [min],
- czas jazdy – czas liczony od wejścia do pojazdu do jego opuszczenia -  $t_{jtz}$  [min],
- czas przesiadki – w przypadku korzystania z kolejnego środka podróży -  $t_{ptz}$  [min],
- czas odejścia – czas potrzebny na dojście z przystanku końcowego do celu podróży -  $t_{odtz}$  [min].

Czas podróży dla pasażera transportu zbiorowego określa się wzorem:

$$t_{tz} = t_{dtz} + t_{otz} + t_{jtz} + t_{ptz} + t_{odtz} \quad (3.2)$$

### **3.2.2. Miary o charakterze ekonomicznym**

Miary o charakterze ekonomicznym związane są z kosztami eksploatacyjnymi i kosztami czasu pasażerów transportu indywidualnego, jak i zbiorowego. W dysertacji, miary ekonomiczne odnoszące się do funkcjonowania systemu transportowego w mieście, będą wyrażone w formie uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i zbiorowym [113].

#### ***Uogólniony koszt podróży transportem indywidualnym***

Koszt podróży transportem indywidualnym, w tym przypadku samochodem osobowym, będzie obejmował koszty związane z eksploatacją samochodu, koszty parkowania oraz ekwiwalentny koszt uciążliwości podróży wyrażający wartość kosztową czasu poświęconego na poszczególne składniki podróży. Zatem:

$$K_{jso} = K_e * L + K_p + U_{so} \quad (3.3)$$

gdzie:

$K_{jso}$  – uogólniony koszt podróży odbywanej samochodem osobowym [zł],

$K_e$  – wskaźnik kosztów eksploatacyjnych pojazdu [zł/km],

$L$  – długość trasy przejazdu między źródłem a celem podróży [km],

$K_p$  – koszt parkowania u celu podróży [zł]<sup>13</sup>.

$U_{so}$  – kosztowy ekwiwalent uciążliwości czasu podróży samochodem osobowym [zł].

<sup>13</sup> Koszt parkowania zależy od długości czasu parkowania. Wartość tą można wyznaczyć przy założeniu, że średni czas parkowania wynosi 3h (wg [113]) dla podróży nie związanych z pracą, oraz koszt odpowiadającej opłaty za postój w strefie objętej płatnym parkowaniem. Wartość ta należy podzielić przez pół, gdyż analizy powinny dotyczyć relacji w jednym kierunku (od źródła do celu podróży).

Na ekwiwalent czasu podróży składa się wartość czasu podróży z uwzględnieniem względnej uciążliwości poszczególnych etapów podróży pomiędzy źródłem i celem.

$$U_{so} = [\mu_{dso} * t_{dso} + \mu_{jso} * t_{jso} + \mu_{szmp} * t_{szmp} + \mu_{odso} * t_{odso}] * k \quad (3.4)$$

gdzie:

$U_{so}$  – kosztowy ekwiwalent uciążliwości podróży samochodem osobowym [zł],  
 $t[.][.]$  – czasy poszczególnych etapów podróży opisane wzorem (3.1) [min],  
 $\mu[.][.]$  – wagi poszczególnych składników czasu podróży<sup>14</sup>,  
 $k$  – jednostkowy koszt czasu podróży [zł/min]<sup>15</sup>.

### ***Uogólniony koszt podróży transportem zbiorowym***

Koszt uogólniony podróży transportem zbiorowym będzie uwzględniał koszty związane z zakupem biletu (lub udziałem kosztu abonamentu przypadającego na jedną podróż) oraz ekwiwalentny koszt czasu podróży tym środkiem transportu, odbywanego w jednym kierunku. Zatem:

$$K_{jtz} = K_b + U_{tz} \quad (3.5)$$

gdzie:

$K_{jtz}$  – uogólniony koszt podróży odbywanej transportem zbiorowym [zł],  
 $K_b$  – koszt biletu lub udziału abonamentu przypadającego na jedną podróż [zł],  
 $U_{tz}$  – kosztowy ekwiwalent uciążliwości czasu podróży transportem zbiorowym [zł].

Kosztowy ekwiwalent uciążliwości podróży transportem zbiorowym, obejmujący wszystkie etapy podróży tym środkiem transportu, razem z ich wartościowaniem [86], został przedstawiony wzorem (3.6).

$$U_{tz} = [\mu_{dtz} * t_{dtz} + \mu_{otz} * t_{otz} + \mu_{jtz} * t_{jtz} + p * l_p + \mu_{odtz} * t_{odtz}] * k \quad (3.6)$$

gdzie:

$U_{tz}$  – kosztowy ekwiwalent uciążliwości podróży transportem zbiorowym [zł],  
 $t[.][.]$  – czasy poszczególnych etapów podróży opisane wzorem (3.2) [min],  
 $p$  – ekwiwalentny współczynnik uciążliwości przesiadki [min],  
 $l_p$  – liczba przesiadek,  
 $\mu[.][.]$  – wagi poszczególnych składników czasu podróży,  
 $k$  – jednostkowy koszt czasu podróży [zł/min].

<sup>14</sup> Wagi poszczególnych składników podróży uzyskano z opracowania [113].

<sup>15</sup> Jednostkowy koszt czasu podróży liczony wg [45].

### 3.3. Zasady koordynacji rozwoju przestrzennego i transportu

Koordynacja polityki przestrzennej i transportowej ma szansę skutecznie wpływać na łagodzenie skutków kongestii motoryzacyjnej, poprawić jakość życia mieszkańców. Poprawę funkcjonalności transportu, w tym publicznego, osiąga się poprzez dostosowanie go do istniejącej i planowanej struktury funkcjonalno - przestrzennej. Tak zintegrowana polityka umożliwi przywrócenie ładu przestrzennego miasta, który bardzo często zaburzany jest przez kongestię transportową. Ład przestrzenny o którym mowa w [118] wyznacza poziom życia mieszkańców, formułuje sylwetkę miasta i jego funkcjonalność. Ma wpływ na wiele aspektów, w tym jak pisze [128], na ład gospodarczy, społeczny i prawny w mieście. Tak jak w życiu codziennym, bardzo trudno organizować przestrzeń życiową, jeśli wokół panuje chaos. Na podobnych zasadach funkcjonuje miasto. Im jest ono lepiej zorganizowane pod względem funkcjonalnym, tym lepszy poziom życia mają jego mieszkańcy. Cel ten powinien być zatem realizowany według kilku zasad dotyczących koordynacji rozwoju przestrzennego i transportu. Zostały one uporządkowane według możliwych oddziaływań czynników opisujących strukturę przestrzenną.

#### *Intensyfikacja zabudowy*

Współczesną tendencją w rozwoju miast jest niekorzystny efekt „rozlewania się miast” („urban sprawl”), który powoduje bardzo duże obciążenia dróg wlotowych. Powodem migracji ludzi na tereny podmiejskie są niskie koszty zasiedlenia. Cena gruntu jest dużo mniejsza niż na terenach miejskich. Jednak zamieszkanie na terenach podmiejskich powoduje uzależnienie się od samochodu. Na terenach takich konkurencja dla samochodu osobowego właściwie nie istnieje. O ile tereny takie są obsługiwane transportem zbiorowym publicznym (autobus, w niektórych przypadkach kolej) lub prywatnym (minibus), z reguły niska atrakcyjność tej strefy, powoduje wybór samochodu osobowego w codziennych dojazdach mieszkańców - głównie do pracy. Koszty zewnętrzne, w tym publiczne, w takich obszarach są bardzo duże (koszty rozbudowy infrastruktury drogowej, związane z obsługą rozproszonych zabudowy transportem zbiorowym, kongestii motoryzacyjnej, wypadków i pogorszenia stanu środowiska naturalnego). Zatem należy **powstrzymać procesy dekoncentracji osadnictwa** poprzez taką politykę przestrzenną, która umożliwi **utrzymanie wysokiej zwartości i intensywności struktury miasta wzdłuż korytarzy transportowych** dobrze obsługiwanych przez transport zbiorowy. Dogęszczanie struktur osiedleńczych powinno odbywać się szczególnie wzdłuż linii kolejowych lub tramwajowych, z polaryzacją zabudowy w rejonie stacji, przystanków lub węzłów przesiadkowych. Postulaty takie należy włączyć w politykę planistyczną miasta na etapie tworzenia dokumentów planistycznych jak Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, planów miejscowych i decyzji o warunkach zabudowy. Jednostki miejskie odpowiedzialne za planowanie przestrzenne muszą zdawać sobie sprawę, że rozproszona zabudowa powoduje wzrost pracy przewozowej i presji na rozbudowę sieci drogowo-ulicznej.

Polityka planistyczna powinna jednak umożliwiać częściowe przenoszenie się ludności na tereny podmiejskie. Warunkiem jest jednak współpraca i porozumienie międzygminne lub metropolitarne dotyczące zasad kształtowania struktury funkcjonalno - przestrzennej w takim obszarze. Należy **preferować rozwój osadnictwa w strefach peryferyjnych, które położone są przy liniach kolejowych**, tworząc gniazda suburbanizacji w rejonie stacji i przystanków kolejowych [87] i intensyfikować zabudowę wzdłuż całej linii kolejowej, z jednoczesnym tworzeniem parkingów typu Park&Ride. Kształtowanie intensywności zabudowy względem położenia stacji powinno odbywać się według zasady: osiągać dużą intensywność w promieniu szczególnie dogodnej dostępności pieszej (do ok. 400 m), a w strefie dalszej, tj. do 1000 m - intensywność dość dużą [87]. Przykład obliczeniowy



przedstawiony w Rozdziale 4 wskazuje na wpływ intensyfikacji zabudowy w zależności od odległości dojścia pieszego na wielkość generowanego ruchu obsługiwanego przez transport zbiorowy. W Rozdziale 4 przedstawiony zostanie także przykład obrazujący wpływ odległości oraz warunków dojścia pieszego do przystanku autobusowego na atrakcyjność tego środka transportu. Koordynacja polityki przestrzennej i transportowej na szczeblu porozumienia między gminnego daje możliwość kontroli zasiedlania terenów podmiejskich i w konsekwencji powstrzymywaniu wzrostu kongestii motoryzacyjnej na wlotach do miast. Jednocześnie należy dążyć do **uniezależniania się miast satelickich od ośrodka metropolitarne**. Należy zwiększać konkurencyjność tych obszarów pod względem gospodarczym i społecznym, co spowodować może zmianę kierunku realizacji podróży - z domu w obszarze podmiejskim do pracy, miejsc usługowych w mieście na realizację tej motywacji w mieście satelickim. Przy takiej zmianie kierunku realizacji podróży może nastąpić obniżenie zatłoczenia motoryzacyjnego na wlotach do miast i w samym mieście.

Polityka przestrzenna miasta powinna **dążyć do powstawania nowych, większych jednostek strukturalnych** (przykładowo poprzez przekształcenie funkcji obszaru przemysłowego z zabudową mieszkaniową na wielofunkcyjną jednostkę mieszkaniową), które mają szansę być obsługane przez transport zbiorowy. Warunkiem jest jednak **ich autonomia gospodarcza i usługowa**.

### *Niezależna jednostka mieszkaniowa*

Niezależna jednostka mieszkaniowa to taka, w której mieszkańcy mogą zrealizować większość swoich potrzeb bez konieczności odbycia podróży poza nią. W takiej jednostce część miejsc pracy przewidziana jest dla mieszkańców, głównie w sektorze usług, drobnego przemysłu, niektórych jednostek administracji publicznej. W jednostce takiej, z uwagi na możliwość zrealizowania większości celów podróży, nie jest konieczne korzystanie z samochodu, ponieważ odległości pomiędzy źródłem a celem podróży są osiągalne pieszo lub na nieco większe odległości - transportem zbiorowym lub rowerem. Zatem część podróży, która musiałaby się odbyć samochodem w przypadku monofunkcyjnej jednostki, zostanie zrealizowana „na miejscu” z wykorzystaniem przyjaznych dla środowiska środków transportu. Zatem polityka planistyczna w mieście powinna dążyć do **przekształcania struktur monofunkcyjnych** (typowe osiedla mieszkaniowe o zabudowie blokowej bez miejsc pracy i niskim udziale usług) **na wielofunkcyjne, drobnoziarniste**. Przykład obliczeniowy pokazujący wpływ zmian stopnia wielofunkcyjności na zmiany podziału zadań przewozowych został opisany w Rozdziale 4. Jednocześnie należy zapewnić **elastyczność w kształtowaniu struktury funkcjonalno - przestrzennej**, aby mogła ona przekształcać się w miarę potrzeb mieszkańców, **strefując funkcję i strukturę zabudowy**. W obszarach o przeważającej funkcji mieszkalnej, celem jest lokalizowanie funkcji biurowych, np. na obszarach zdegradowanych, poprzemysłowych. Mogą to być zespoły biurowo – administracyjne lub pojedyncze obiekty [126]. Muszą być one jednak bardzo dobrze dostępne dla pieszych i jednocześnie zlokalizowane przy arteriach miejskich prowadzących transport zbiorowy, a zatem przy zewnętrznej granicy osiedla. Jednocześnie w dużych jednostkach strukturalnych transport zbiorowy powinien być prowadzony także wewnątrz, z uwagi na lepszą dostępność do przystanku. Takie same reguły dotyczą obiektów usługowych, wielko powierzchniowych, które stają się dla budynków wewnątrz jednostki, ekranem chroniącym ich przed hałasem i zanieczyszczeniem powietrza. Należy jednocześnie chronić wnętrze osiedla przed ruchem tranzytowym, który przenosi duże natężenia ruchu, powodując rozcięcie więzi społecznych i zniechęcenie do odbywania podróży pieszych.

### ***Dostępny proekologiczny transport***

Priorytetem jest **zapewnienie krótkiego czasu dojścia do przystanku** i jak najkrótszego czasu oczekiwania na pojazd. Nieco mniej istotnym okazuje się być konieczność zrealizowania przesiadki [86]. Zatem należy tak kształtować przestrzeń urbanistyczną, aby skupiać zabudowę wzdłuż korytarzy transportowych już obsługiwanych przez transport zbiorowy (o wysokiej częstotliwości kursowania), z bliskim zasięgiem dojścia do przystanków i stacji. Dostępność ma zatem bezpośredni związek z intensywnością zabudowy. Jednocześnie przestrzeń publiczna wzdłuż głównych korytarzy dojść do przystanku, powinna być przyjazna dla pieszych - **estetyczna, urozmaicona wizualnie i bezpieczna**. Zdegradowane budynki stacji kolejowych, zaniedbane perony przystankowe skutecznie odstrasza pasażera od skorzystania z infrastruktury kolejowej. Już na etapie szczegółowego planowania przestrzeni (np. w ramach miejscowych planów), można wpływać na wielkość generowanego ruchu przez obszar i przyszły kształt systemu transportowego. Należy przewidzieć powstanie spójnej sieci dróg rowerowych oraz parkingów rowerowych, co będzie zachętą do korzystania z tego środka transportu nie tylko wewnątrz osiedla mieszkaniowego.

### ***Przemyślana polityka lokalizacyjna***

Konsekwentna polityka lokalizacyjna ma ogromny wpływ na kontrolowanie obciążeń sieci ulicznej, poprzez sterowanie wielkością generowanego ruchu przez obszar. Lokalizacja nowych obiektów powinna zostać **oceniona ze względu na dostępność do systemu transportowego**, zwłaszcza do infrastruktury transportu zbiorowego (istniejącej oraz planowanej). Niestety na etapie wydawania decyzji pozwolenia na budowę wymagana jest dostępności tylko do dróg lądowych. Brakuje jakichkolwiek wymogów odnośnie dostępności do transportu zbiorowego.

Zadaniem polityki lokalizacyjnej jest także takie kształtowanie struktury miasta, aby wzdłuż relacji o dużych wartościach macierzy podróży, znalazły się konkurencyjne oferty programowe [87]. Oznacza to **optymalizację lokalizacji funkcji usługowej** realizowanej na ścieżce podróży pomiędzy miejscem pracy a miejscem zamieszkania, tworząc tym samym łańcuch podróży.

Decyzje lokalizacyjne powinny być poprzedzone **sporządzaniem planu mobilności** dla obiektów będących dużym generatorem ruchu, pokazując sposoby obsługi tych obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem transportu zbiorowego i rowerowego. W rozwiniętych krajach europejskich takie praktyki są od dawna stosowane. Inwestor uzyska pozwolenie na budowę pod warunkiem wykonania takiego planu i spełnieniem wymogów obsługi obiektu alternatywnym dla samochodu środkiem transportu [20].

Polityka lokalizacyjna powinna także wyznaczać **obszary o ograniczonym użytkowaniu** oraz zapewniać **rezerwy terenowe** pod węzły przesiadkowe, przystanki kolejowe, pętle autobusowe i tramwajowe, system parkingowy Park&Ride. Dla nowych obiektów transportowych (np. nowa ulica, trasa tramwajowa) powinny być wykonywane korytarzowe plany miejscowe, np.[59].

### ***Zrównoważona polityka parkingowa***

Polityka parkingowa miasta powinna **określać wartości wskaźników parkingowych** w zależności od obszaru zainwestowania – stosownych do intensywności jego zabudowy, dostępności do infrastruktury transportu publicznego oraz ograniczeń w ruchu. Nadrzędnym jest ochrona zabytkowych centrów miast, a co jest z tym związane, z **ograniczeniem parkowania w Śródmieściu** (opłaty za parkowanie, limitowana liczba miejsc parkingowych). Istotną rolą planowania przestrzennego jest **lokalizowanie parkingów Park&Ride** przy pętlach autobusowych, tramwajowych, stacjach metra czy kolejowych.

### ***Infrastruktura drogowa – funkcjonalna i bezpieczna***

Istotnym elementem planowania przestrzennego i transportu jest konieczność **ochrony tras drogowych przed nadmierną obudową i dostępnością** do nich (lokalizacja zjazdów do domów prywatnych). Wpływa to na zagrożenie bezpieczeństwa ruchu, płynność ruchu pojazdów, a także i na warunki zamieszkania wzdłuż wysokiej klasy ulic [1], [87]. Drogi serwisowe czy równoległe, alternatywne ulice dają możliwość zwiększania intensywności zabudowy przy głównych ciągach drogowych prowadzących ruch autobusowy lub tramwajowy. Tym sposobem poprawia się hierarchiczność struktury sieci ulic, co korzystnie wpływa na funkcjonowanie i bezpieczeństwo ruchu.

### **3.4. Analiza dostępnych baz danych**

W zakresie baz danych będących podstawą do przeprowadzenia analiz wpływu czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych, możemy wyróżnić:

- bazy danych dla miast wykonane w ramach dokumentów planistycznych lub specjalistycznych opracowań transportowych, analizujących strukturę przestrzenną miasta lub zachowania transportowe mieszkańców
- bazy danych statystycznych prowadzone przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) oraz inne instytucje.

#### **3.4.1. Baza danych dla miast**

##### ***Kompleksowe Badania Ruchu***

Kompleksowe Badania Ruchu (KBR) polegają między innymi na budowaniu modeli podróży, które wyrażają zachowania transportowe mieszkańców. Zebrana baza danych pochodzi z przeprowadzonych wywiadach ankietowych w gospodarstwach domowych. Wybór gospodarstw domowych do badań poddany zostaje losowaniu, z uwzględnieniem wymagań reprezentatywności. Dobór liczebności próby odbywa się za pomocą metod statystycznych. W badaniach ankietowych gospodarstw domowych zawarte są pytania dotyczące m.in. miejsca rozpoczęcia i zakończenia podróży, rodzaju środka transportu wykorzystanego w podróży, jego godzina rozpoczęcia i zakończenia, a także motywacja w jakiej odbywana była ta podróż. Aktualnym punktem odniesienia dla badań zachowań transportowych mieszkańców jest rejon komunikacyjny. Miejsce rozpoczęcia i zakończenia podróży zostaje przyporządkowane do właściwych rejonów komunikacyjnych.

Model podróży uzyskany z analiz wyników KBR dla miasta, formułowany jest w postaci matematycznego zapisu wzorców zachowań mieszkańców, w zależności od czynników wpływających na ich decyzje. Badania te mogą być zatem bardzo użytecznym narzędziem wykorzystywanym w analizach transportowych, a także dotyczących zagospodarowania przestrzennego, w tym dokumentach planistycznych i opracowaniach projektowych.

Niestety w Polsce tylko nieliczne miasta przeprowadziły kompleksowe badania ruchu [50], [74], [75], [94], [47], [76], [68], [77], [6], [78]. Głównie z przyczyn ekonomicznych, ale nie tylko. Z jednej strony badania takie są kosztowne z uwagi na dużą liczebność ankietowanych gospodarstw domowych (pomimo, że te próby są kilkuprocentowe w odniesieniu do wszystkich gospodarstw domowych w mieście), z drugiej strony - w wielu miastach polskich konieczność przeprowadzenia tego typu badań nie jest dostrzegana przez władze miasta, w tym jednostki odpowiedzialne za transport. Brak wiedzy na temat zachowań transportowych mieszkańców może skutkować podejmowaniem nietrafnych inwestycji, które nie rozwiązują problemów transportowych w mieście. Innym problemem w przeprowadzanych badaniach ankietowych w rejonach komunikacyjnych jest liczebność próby. O ile w rejonach o dosyć

dużej gęstości zaludnienia liczebność próby jest duża, to w rejonach charakteryzujących się zabudowa rozproszoną liczebność ta jest bardzo niska. Wynika to z postulatu nierównomierności rozłożenia próby. Dokładny opis tego problemu został przedstawiony w Rozdziale 4.

### ***Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta***

Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta (zwanej dalej Studium) jest dokumentem planistycznym, który w myśl Ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [118] jest obligatoryjny dla terenów całej gminy. Dokument Studium stanowi bazę rozwiązań transportowych w mieście, takich jak układ drogowo – uliczny, rozwiązania systemu transportu publicznego oraz rowerowego. Na potrzeby opracowania Studium, zbierane są dane dotyczące demografii poszczególnych części miasta (najczęściej rejonów komunikacyjnych), liczby miejsc pracy (w tym np. usługach, przemyśle), a także inne dane warunkujące możliwości rozwojowe (lokalizacja obiektów zabytkowych, obszarów objętych ochroną środowiska). Ustalenia Studium stanowią wytyczną do szczegółowych rozwiązań urbanistycznych – w tym intensywność zagospodarowania terenu.

W niektórych miastach w Polsce, dla potrzeb Studium, opracowuje się modele transportowe, np. [5], [74], [75], [78], które mają za zadanie uzasadnić przyjęte w Studium rozwiązania dotyczące rozwoju zagospodarowania przestrzennego i transportu. Jednak ze względu na wysokie koszty takiego opracowania, modele takie wykonywane są tylko w dużych miastach. W miastach średnich, gdzie także występują problemy z kongestią motoryzacyjną, modele są bardzo rzadko opracowywane.

### ***Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru***

Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego jest dokumentem wykonywanym w obszarach, dla których przewiduje się rozwój lub o szczególnie trudnych uwarunkowaniach urbanistycznych. Szczególnie potrzebny jest dla obszarów, gdzie istnieje konflikt pomiędzy istniejącą zabudową a nową, podlegającą planowaniu. Ustalenia planu miejscowego są aktem prawa miejscowego i muszą być zgodne z ustaleniami Studium. Plan miejscowy - w dużo bardziej szczegółowy sposób niż Studium, określa zasady zagospodarowania przestrzennego obszaru, na ogół znacznie mniejszego niż dzielnica dużym mieście. Natomiast w gminach małych taki plan opracowywany jest dla całej gminy. Miejscowy plan między innymi określa wskaźniki intensywności zabudowy, ustala dokładny przebieg tras tramwajowych oraz nowych odcinków ulic w liniach rozgraniczających. Dokument ten daje możliwość precyzyjnego zróżnicowania intensywności zabudowy, z uwzględnieniem dostępności do przystanku transportu zbiorowego oraz zrealizowanie postulatu wielofunkcyjności obszaru. Dokument Studium jest zbyt ogólny do takich celów. Zatem plan miejscowy stanowi bardzo szczegółową bazę danych o rozmieszczeniu infrastruktury transportowej (przebieg drogi, linii tramwajowej, lokalizacja węzłów przesiadkowych, parkingów). Plan miejscowy, jak i Studium, stanowią istotną zatem informację na temat planowanym rozwiązań urbanistycznych i transportowych w mieście. Na dzień 1 grudnia 2013 r. w Krakowie obowiązują 123 miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego obszarów, co pokrywa 46,2% powierzchni Krakowa<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Informacja uzyskana ze strony internetowej [www.bip.krakow.pl](http://www.bip.krakow.pl) w zakładce dotyczącej planowania przestrzennego w Krakowie

### **3.4.2. Baza danych statystycznych**

#### ***Baza danych GUS***

W analizach dotyczących miasta można posługiwać się bazą danych zebraną w zasobach Głównego Urzędu Statystycznego w postaci roczników statystycznych, Bank Danych Lokalnych (BDL) lub publikacji z serii „Demografia” oraz „Wyniki Działalności”. W zasobach BDL można uzyskać takie informacje jak demografia, zatrudnienie, itp. Jednak dane te są zbyt ogólne jak na potrzeby dokładnych analiz, ponieważ dotyczą dzielnic mieszkaniowych, bez rozbicia na poszczególne rejony komunikacyjne. Zatem baza danych GUS może być tylko w ograniczonym stopniu wykorzystywana do szczegółowych analiz wpływu struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta na funkcjonowanie systemu transportowego

#### ***Baza danych GIS***

Systemy Informacji Geograficznej, nazwane w skrócie: GIS (Geographic Information Systems) znajdują szerokie zastosowanie w dziedzinie m.in. w demografii, transporcie, logistyce, inżynierii podziemnej, gospodarce gruntami, budynkami. Szczegółowe informacje tego typu wykorzystują głównie urbaniści, geodeci, konstruktorzy, planiści i projektanci infrastruktury transportowej i technicznej. System GIS tworzy bardzo szeroką bazę danych, jednak jest ona dosyć trudno dostępna z dwóch przyczyn. Po pierwsze, systemy te w wielu miastach polskich nie są wystarczająco rozwinięte. Po drugie - dostęp do tego typu danych też nie jest łatwy. Pozyskanie bazy danych dla całego miasta jest kosztowne, a dodatkowo wymaga specjalistycznego oprogramowania umożliwiającego odczytanie i dalsze przetwarzanie tych danych. System ten ma jednak wielką przyszłość przed sobą jeśli dodatkowo uzupełniony zostanie o aplikację umożliwiającą zbieranie danych o zachowaniach transportowych mieszkańców, np. korzystając z systemu nawigacji GPS (Global Positioning System).

## 4. Modelowanie wpływu czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych i funkcjonowanie transportu

Modelowanie podróży dla celów prognozowania ruchu w mieście najczęściej odbywa się w oparciu o czterostadiowy model. Model ten związany jest bowiem ze strukturą urbanistyczną miasta jak i z systemem transportowym. Jest on przydatnym narzędziem, dzięki któremu istnieje możliwość między innymi określania wpływu zmian w strukturze przestrzennej na podział zadań przewozowych. Klasyczny model podróży składa się z czterech etapów:

- określenie potencjałów ruchotwórczych rejonów komunikacyjnych,
- określenie rozkładu przestrzennego podróży, przedstawiającego relacje międzyrejonowe,
- dokonanie podziału zadań przewozowych,
- wykonaniu rozkładu ruchu w sieci drogowo – ulicznej i w transporcie zbiorowym.

Na każdy etap modelu czterostadiowego, w sposób pośredni lub bezpośredni, ma wpływ czynnik charakteryzujący strukturę funkcjonalno - przestrzenną.

Najbardziej istotną częścią tego rozdziału jest opracowanie modelu podziału zadań przewozowych, który będzie określał wpływ czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej. Estymacja tego modelu będzie wykonywana dla trzech dużych miast polskich – Kraków, Wrocław i Gdańsk. Drugą częścią badań, przedstawionych w niniejszym rozdziale, jest studium przypadku, który dotyczy wpływu różnych scenariuszy rozwoju obszaru na zmianę podziału zadań przewozowych. Analiza ta będzie dotyczyła Osiedla Górka Narodowa w Krakowie.

### 4.1. Modele potencjałów ruchotwórczych i podziału zadań przewozowych wynikające z przeglądu stanu badań

#### 4.1.1. Potencjał ruchotwórczy

Wyznaczenie potencjału ruchotwórczego stanowi pierwszy krok w procedurze modelowania podróży i ruchu w mieście. Wywiera on istotny wpływ na funkcjonowanie całego systemu transportowego. Potencjał ruchotwórczy wyrażany jest liczbą wszystkich podróży rozpoczynanych (generowanych) oraz kończących się (absorbowanych) na wyodrębnionym obszarze (najczęściej w rejonie komunikacyjnym) w jednostce czasu (zwykle godzina lub doba). Może być on określany w sposób bezpośredni lub pośredni. W metodach bezpośrednich określa się go na podstawie ankietowania mieszkańców lub pomiarów ruchu wjazdowego i wyjazdowego, bądź danych statystycznych. Jednak metody te dotyczą najczęściej pojedynczych obiektów lub małych obszarów, dla których konieczne jest oszacowanie potencjału ruchotwórczego na potrzeby prostych analiz. Dla większych obszarów, np. miast, najczęściej wartości potencjałów ruchotwórczych wyznaczane są w oparciu o model regresji liniowej wieloczynnikowej<sup>17</sup>, w której zmiennymi objaśniającymi są czynniki określających strukturę przestrzenną: dane demograficzne, społeczno-gospodarcze oraz wskaźnik motoryzacji. Modele lokalne opracowywane są dla konkretnego miasta – zwykle zaliczającego się do grupy miast dużych, powyżej 120 tys. mieszkańców. Modele

<sup>17</sup> W innych przypadkach bywa, że kompleksowe badania ruchu są zbiorem liczb określających wszystkie stadia procedury czterostadiowego modelu. Zbiór ten opracowuje się na podstawie wywiadów ankietowych po rozszerzeniu próby.

ogólne są bardziej uniwersalne, odnoszą się do grupy miast, np. małych i średnich i określane są dla podróży odbywanych w dni robocze.

W opracowaniu KBR w Krakowie [74] opracowano model, który określa wielkość potencjałów ruchotwórczych dla każdej motywacji podróży (Tab. 4.1).

Tab. 4.1 Zestawienie częściowych modeli do wyznaczenia potencjałów ruchotwórczych dla doby, dla poszczególnych grup motywacji dla Krakowa (opracowanie własne wg [74]).

Motywacja	Dobowy potencjał ruchotwórczy	
	Produkcja	Atrakcja
<b>dom-praca</b>	$0,707 \cdot X_2$	X3
<b>praca-dom</b>	X3	$0,628 \cdot X_2$
<b>dom-nauka</b>	$0,741 \cdot X_5$	X6
<b>nauka-dom</b>	X6	$0,741 \cdot X_5$
<b>dom-inne</b>	$0,433 \cdot X_1$	$0,281 \cdot X_2 + 0,757 \cdot X_4$
<b>inne-dom</b>	$0,281 \cdot X_2 + 0,757 \cdot X_4$	$0,461 \cdot X_1$
<b>nie związane z domem</b>	$0,21 \cdot X_2 + 1,15 \cdot X_4$	$0,21 \cdot X_2 + 1,15 \cdot X_4$

gdzie:

X1 - liczba mieszkańców,

X2 - liczba zawodowo czynnych, zatrudnionych w mieście,

X3 - liczba miejsc pracy ogółem (tylko dla miejscowych),

X4 - liczba miejsc pracy w usługach,

X5 - liczba uczniów lub studentów szkół ponadpodstawowych i uczelni uczących się w mieście,

X6 - miejsca w szkołach ponadpodstawowych lub uczelniach.

W Tab. 4.2 zestawiono, celem porównania, modele wyznaczania potencjałów ruchotwórczych dla motywacji dom-praca oraz dom-inne dla kilku miast w Polsce, które odbywane są wszystkimi środkami transportu (także piesze) [6], [74], [75], [92].

Tab. 4.2 Formuły regresji dla potencjałów ruchotwórczych generujący ruchu [podróży/dobę] dla dwóch motywacji wybranych miast - oznaczenie symboli jak wyżej (opracowane własne wg [6], [74], [75], [92] oraz materiałów niepublikowanych).

Motywacja dla potencjału generującego ruch	Miasta małe i średnie wg IGPIK	Modele lokalne wg kompleksowych badań ruchu				
		Nowy Sącz	Kraków	Warszawa	miasta aglomeracji warszawskiej	gminy wiejskie aglomeracji warszawskiej
dom-praca	$0,70 \cdot X_2$	$0,867 \cdot X_2$	$0,707 \cdot X_2$	$0,79 \cdot X_2$	$0,77 \cdot X_2$	$0,53 \cdot X_2$
dom-inne	$0,20 \cdot X_1$	$0,574 \cdot X_1$	$0,433 \cdot X_1$	$0,30 \cdot X_1$	$0,26 \cdot X_1$	$0,15 \cdot X_1$

Dla pojedynczych obiektów (mieszkaniowych, biurowych, handlowych), wyznacza się jednostkowe wskaźniki generacji ruchu. W zależności od zastosowania, uwzględnia on różne czynniki wpływu.

W przypadku osiedli mieszkaniowych, głównie komercyjnych, a przy tym autonomicznych, postać modelu jest następująca<sup>18</sup>:

<sup>18</sup> Model ten bardzo upraszcza wartość potencjału, ponieważ nie obejmuje podróży mieszkańców z innych osiedli do analizowanego osiedla oraz przeszacowuje podróże mieszkańców realizowanych w osiedlu.

$$P_m = L_M * U_m * U_{hm} * R \quad (4.1)$$

gdzie:

- $P_m$  – potencjał ruchotwórczy dla motywacji (generujący lub absorbujący ruch) [podr./h],
- $L_M$  – liczba mieszkańców osiedla,
- $U_m$  – udział motywacji w ogóle podróży [-],
- $U_{hm}$  – udział godziny szczytu dla motywacji [-],
- $R$  – ruchliwość ogólna [podr./mieszkańca].

Model potencjału ruchotwórczego uwzględnia zatem, w swoich parametrach, elementy związane ze strukturą funkcjonalno - przestrzenną, jak: demografię oraz strukturę zatrudnienia (związaną także ze stopniem wielofunkcyjności obszaru).

W celu wyznaczenia wartości potencjału w odniesieniu do liczby pojazdów lub pasażerów, należy przemnożyć wartość potencjału wyrażanego w podróżach ogółem, przez udział podróży zmotoryzowanych w ruchu ogólnym oraz udział konkretnego środka transportu w podróżach zmotoryzowanych, a także uwzględnić średnie napełnienie pojazdu.

Korzystając z tych modeli możliwa jest zatem analiza funkcjonowania systemu transportowego na podstawie powyższych charakterystyk struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta i jego wyodrębnionych jednostek (rejonów komunikacyjnych).

#### 4.1.2. Przestrzenny rozkład ruchu (więźba ruchu wewnętrznego w mieście)

Przestrzenny rozkład ruchu przedstawia relacje wyodrębnionych obszarów miasta (rejonów komunikacyjnych) w odniesieniu do liczby podróży odbywanych między tymi jednostkami strukturalnymi. Zatem etap ten odpowiada zatem na pytania: skąd? dokąd? w jakiej liczbie? ruch się odbywa. Przestrzenny rozkład ruchu ma postać macierzy kwadratowej o liczbie wierszy i kolumn odpowiadającej liczbie rejonów komunikacyjnych. Wartości w macierzy zależne są przede wszystkim od potencjałów ruchotwórczych - produkcji i atrakcji poszczególnych rejonów komunikacyjnych. Wartości macierzy wyznaczone są z tzw. modelu grawitacyjnego, który odnosi się do prawa powszechnego ciężenia, tzw. prawa grawitacji Newtona - pomiędzy dwoma ciałami pojawia się siła przyciągająca, która rośnie wraz ze wzrostem masy tych ciał i maleje ze wzrostem kwadratu ich odległości. Analogią do prawa ciężenia jest właśnie model grawitacyjny do wyznaczenia przestrzennego rozkładu ruchu w mieście. Ciałem jest rejon komunikacyjny, a jego masą wartość potencjału ruchotwórczego. Odległość pomiędzy ciałami określana jest oporem w postaci czasu podróży. Model grawitacyjny ma zatem postać:

$$G_{ij} = C * P_i * A_j * F_{ij} * K_{ij} \quad (4.2)$$

gdzie:

- $G_{ij}$  – wartość w macierzy przestrzennego rozkładu ruchu - liczba podróży rozpoczynanych w rejonie i i kończących się w rejonie w jednostce czasu [podr./dobę lub h],
- $C$  - współczynnik bilansujący zależny np. od liczby rejonów, podlegający kalibracji,
- $P_i$  – potencjał wytwarzający ruch w rejonie i - produkcja tego rejonu w jednostce czasu [podr./dobę lub h],



$A_j$  – potencjał generujący ruch w rejonie  $j$  - atrakcja tego rejonu w jednostce czasu [podr./dobę lub h],

$F_{ij}$  – funkcja oporu zależna od czasu podróży pomiędzy rejonem  $i$ -tym i  $j$ -tym,

$K_{ij}$  – współczynnik preferencji korygujący model (podlegający kalibracji).

Funkcja oporu jest elementem kalibrującym liczbę podróży pomiędzy rejonami komunikacyjnymi. Związana jest ona z możliwością odbywania podróży do kilku podobnych celów, które położone są bliżej lub dalej źródła podróży. Funkcja oporu, zależna od czasu lub odległości odbywania podróży, zwiększa liczbę podróży na krótkie odległości (bądź te, które trwają długo), a mniejsza na dłuższe (bądź dla tych podróży odbywanych w krótszym czasie). Funkcja oporu ma różne postacie, ale najczęściej wyznaczana przybiera postać:

$$F_{ij} = a * t_{ij}^b * e^{-ct_{ij}} \quad (4.3)$$

gdzie:

$F_{ij}$  – funkcja oporu,

$t_{ij}$  - czas podróży pomiędzy rejonem  $i$ -tym i  $j$ -tym,

$a, b, c$  – parametry modelu podlegające kalibracji.

Dla Krakowa natomiast, postać funkcji oporu zależna jest od odległości podróży i ma postać:

$$F_{ij} = \left(\frac{x}{b}\right)^a * e^{-\left(\frac{x}{b}\right)} \quad (4.4)$$

gdzie:

$x$  – odległość po sieci drogowej [m],

$a, b$  – parametry modelu wg Tab. 4.3 - parametr  $b$  dla odległości lub czasu przejazdu.

Tab. 4.3 Parametry modelu funkcji oporu skalibrowane dla Krakowa [74].

Motywacja	a	b [m]	b [s]
dom-praca-dom	-	5800	900
dom-nauka-dom	-0,4	4300	1000
dom-inne-dom, nie związane z domem	-0,85	4600	500

Analizując ogólną postać macierzy podróży, można zauważyć, że liczba podróży pomiędzy rejonami komunikacyjnymi zależna jest od czasu przejazdu odcinka, a zatem głównie od odległości pomiędzy nimi i parametrów sieci ulicznej ją łączącej. Skracając dystans pomiędzy źródłem a celem podróży, np. w postaci tworzenia wielofunkcyjnych jednostek strukturalnych, zwiększa się liczba podróży krótkich, odbywanych najczęściej pieszo lub rowerem, co wpływa na zmniejszenie obciążenia sieci ulicznej.

#### 4.1.3. Podział zadań przewozowych

Podział zadań przewozowych obrazuje procentowy udział poszczególnych środków transportu w podróżach pieszych i niepieszych. Modele podziału zadań przewozowych mają najczęściej charakter lokalny [113], ponieważ wykonywane są dla konkretnego miasta na

postawie ankietowanych gospodarstw domowych przeprowadzanych w ramach Kompleksowych Badań Ruchu (KBR). Modele te odnoszą się do motywacji odbywanej podróży i uwzględniają wpływ czasu trwania podróży, odległości pomiędzy źródłem a celem podróży oraz wskaźnika motoryzacji. Poniżej przedstawiono modele wyznaczone na podstawie badań KBR w kilku miastach polskich.

### *Podział zadań przewozowych w Krakowie*

Na przestrzeni kilkunastu lat wyznaczono kilka modeli określających podział zadań przewozowych w Krakowie. W latach 90-tych XX w., w ramach korytarzowych badań linii szybkiego tramwaju w Krakowie, wykonano badania ankietowe na podstawie których wyznaczono podział zadań przewozowych. Badania były prowadzone dla motywacji dom-praca, dom-nauka różnymi środkami transportu [113], [120]. W analizie wzięto pod uwagę tylko tych uczestników ankiety, którzy mieli możliwość wyboru środka transportu. Założono, że osoba mają możliwość wyboru środka transportu posiada także prawo jazdy. Na podstawie ankiet wyznaczono także, że ok. 42% gospodarstw domowych posiada jeden lub więcej samochodów. Wyznaczony model odnosi się wyłącznie do pary źródło – cel, wewnątrz analizowanego korytarza. Wykorzystano binarny model logitowy z uwagi na łatwość obliczeń i możliwość kalibracji na małej próbie (przeprowadzono łącznie 632 wywiady). W konsekwencji zdecydowano się na przyjęcie czasu podróży, jako czynnika wpływu na wybór środka transportu. Zmienną objaśniającą jest iloraz czasu podróży transportem indywidualnym oraz czasu podróży transportem zbiorowym. Analizy dotyczą tylko ruchu zmotoryzowanego, zatem transport indywidualny zdefiniowany jest jako samochód osobowy. W programie Statistica [98], określono parametry modelu logitowego.

$$U_{TZ} = \frac{1}{1+2,5 \cdot e^{-1,63 \cdot S_t}} \quad (4.5)$$

$$U_{TI} = 1 - U_{TZ} \quad (4.6)$$

gdzie:

- $U_{TZ}$  – udział podróży odbywanych transportem zbiorowym w podróżach zmotoryzowanych,
- $S_t$  – iloraz czasu podróży transportem indywidualnym do czasu podróży transportem zbiorowym [ $t_{ti} / t_{tz}$ ],
- $U_{TI}$  – udział podróży odbywanych transportem indywidualnym w podróżach zmotoryzowanych.

Wyniki badań KBR w Krakowie [74] z roku 2003 nie doprowadziły do stworzenia modeli podziału zadań przewozowych, a tylko do określenia średniej wartości liczbowej dla poszczególnych motywacji w mieście (Tab. 4.4).

Tab. 4.4 Udział procentowy poszczególnych środków transportu w zależności od motywacji podróży na podstawie KBR Kraków 2003 [74].

Motywacja	Podział zadań przewozowych [%]			
	pieszo	samochód osobowy	transport zbiorowy	inne
dom-praca	11	31	45	13
praca-dom	12	31	44	13
dom-nauka	15	4	70	11
nauka-dom	16	4	70	10
dom-inne	38	19	28	15
inne-dom	37	19	29	15
nie związane z domem	24	30	31	15
<b>dla miasta</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>40</b>	<b>14</b>

Niestety, wartości te przedstawiono tylko w skali całego miasta, bez rozbicia na poszczególne dzielnice, czy rejony komunikacyjne.

### *Podział zadań przewozowych w Warszawie*

Warszawskie Badania Ruchu (WBR) [6] zostały przeprowadzone w roku 1998 w ponad 2000 gospodarstwach domowych, co dało próbę ponad 10 tys. Spośród podróży niepieszych, wydzielono grupę osób nieposiadających samochodu osobowego (40%) i będących stałymi użytkownikami transportu zbiorowego. Zdefiniowano także grupę osób, która nigdy nie zmieni sposobu podróżowania z samochodu osobowego na transport zbiorowy – ta grupę stanowiło 20% ankietowanych mających dostęp do samochodu. Dla pozostałej części osób, mającej wybór środka transportu i skłonnej zmienić sposób podróżowania, opracowano model podziału zadań przewozowych (wzór 4.7), który uzależniony został od czasu podróży transportem indywidualnym i transportem zbiorowym:

$$U_{TI} = \frac{1}{1 + e^{(0,01 * FT - (0,014 * INVT + 0,026 * LT))}} \quad (4.7)$$

gdzie:

- $U_{TI}$  - udział transportu indywidualnego w podróżach zmotoryzowanych,
- FT - czas podróży transportem indywidualnym po sieci obciążonej ruchem,
- INVT - czas jazdy transportem zbiorowym,
- LT - czas dostępu do transportu zbiorowego (czas dojścia, czas oczekiwania, czas trwania przesiadki).

### *Podział zadań przewozowych w Poznaniu*

W Poznaniu w roku 2000[52], w ramach kompleksowych badań ruchu, przeankietowano ponad 8 tys. gospodarstwach domowych, co dało w sumie próbę ok. 25,8 tys. osób. Skalibrowany model dla Poznania, na podstawie którego wyznaczono udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych ma postać:

$$U_{TZ} = \frac{1}{1+4,9*e^{-0,74*S_t}} \quad (4.8)$$

$$U_{TI} = 1 - U_{TZ} \quad (4.9)$$

gdzie:

- $U_{TZ}$  – udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych wśród osób posiadających wybór środka transportu,
- $S_t$  – iloraz czasu podróży transportem indywidualnym do czasu podróży transportem zbiorowym [ $t_{ti} / t_{tz}$ ],
- $U_{TI}$  – udział transportu indywidualnego w podróżach zmotoryzowanych.

Dostępne są także inne modele określające podział zadań przewozowych - dla Łodzi, Katowicach i Siemianowicach Śląskich (opisane w [113]), jednak z uwagi na rok ich opracowania (końcówka lata 80 i 90-te XX w.) raczej nie powinno się z nich korzystać. Na podstawie przedstawionych powyżej modeli opisujących wybór środka transportu w podróżach, wysnuto następujące wnioski. W przypadku wydzielenia podróży odbywanych transportem indywidualnym w podróżach niepieszych, wszystkie modele biorą pod uwagę stosunek czasów podróży transportem indywidualnym i zbiorowym. Zatem można powiedzieć, że czynnik struktury funkcjonalno - przestrzennej związany ze wzajemną lokalizacją względem siebie źródła i celu podróży jest tutaj najbardziej istotny. Należy zatem rozumieć, że im czas podróży transportem zbiorowym się wydłuża, to jego udział w podróżach maleje. Konieczne jest zatem takie kształtowanie przestrzeni miejskiej i systemu transportowego miasta, aby możliwie skracać odległości pomiędzy źródłem a celem podróży, przy jednoczesnym rozwoju systemu transportu zbiorowego pomiędzy tymi punktami. W dysertacji zależność ta będzie analizowana w postaci wpływu ilorazu czasu podróży tych dwóch środków transportu na uogólniony koszt podróży z poszczególnych rejonów komunikacyjnych miasta do jego Śródmieścia.

#### 4.1.4. Rozkład ruchu w sieci transportowej

Etap ten jest ostatnim elementem modelowania podróży i ruchu w mieście. Wielkość ruchu pomiędzy poszczególnymi rejonami komunikacyjnymi (z macierzy przestrzennego rozkładu ruchu) zostaje rozłożona w sieci transportowej, z uwzględnieniem podziału zadań przewozowych. Rozkład ruchu może odbywać się z wykorzystaniem dwóch modeli - modelu jedno i wielościeżkowego. Model jednościeżkowy polega na rozkładzie ruchu między rejonami komunikacyjnymi po najkrótszej pod względem czasu przejazdu ścieżce - ścieżkę tworzy układ ulic o zdefiniowanych parametrach (odległości, prędkości podróży w ruchu swobodnym). W modelu tym jednak nie jest brana pod uwagę przepustowość odcinków i możliwość przeciążenia ich ruchem. Bliższym rzeczywistości jest model wielościeżkowy, który uwzględniania opór odcinka wyrażony jako różnica czasów przejazdu dwóch lub więcej analizowanych ścieżek. Różnice w czasach przejazdu wynikają ze wzrostu natężenia ruchu i ewentualnych stanów jego przeciążenia (liczony wg wzoru 3.1). Rozkład ruchu pomiędzy rejonami komunikacyjnymi dokonywany jest iteracyjnie aż do momentu uzyskania optymalnego, minimalnego czasu podróży. Model ten zatem optymalizuje rozkład ruchu w całej sieci ulicznej, aż do momentu uzyskania stanu równowagi, czyli w sposób najbardziej odpowiadający rzeczywistym zachowaniom kierowców. Zatem w kształtowaniu przestrzennym miasta należy tak kształtować przebiegi odcinków drogowych, aby umożliwić

przejmowanie ruchu samochodowego z odcinków bardzo przeciążonych, co wpłynąć może na redukcję skutków kongestii motoryzacyjnej w postaci obniżenia emisji szkodliwych substancji do środowiska. W dysertacji aspekt ten co prawda nie jest rozwijany, jednak pojawia się w postaci obciążenia dwóch alternatywnych ulic w analizach ruchowych dla osiedla Górka Narodowa w Krakowie w Rozdziale 4.5.2.

## **4.2. Ocena możliwości wykorzystania dostępnych modeli uwzględniających wpływ czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych**

W tej części opisano dwa modele, które mogą być przydatne w precyzowaniu wpływu zmian w strukturze przestrzennej na podział zadań przewozowych w mieście. Jest to tzw. model gęstości dla Hamburga, opisany w [4], oraz model opisujący prawdopodobieństwo dojścia pieszego w funkcji odległości ekwiwalentnej, skalibrowany przez P. Olszewskiego [65].

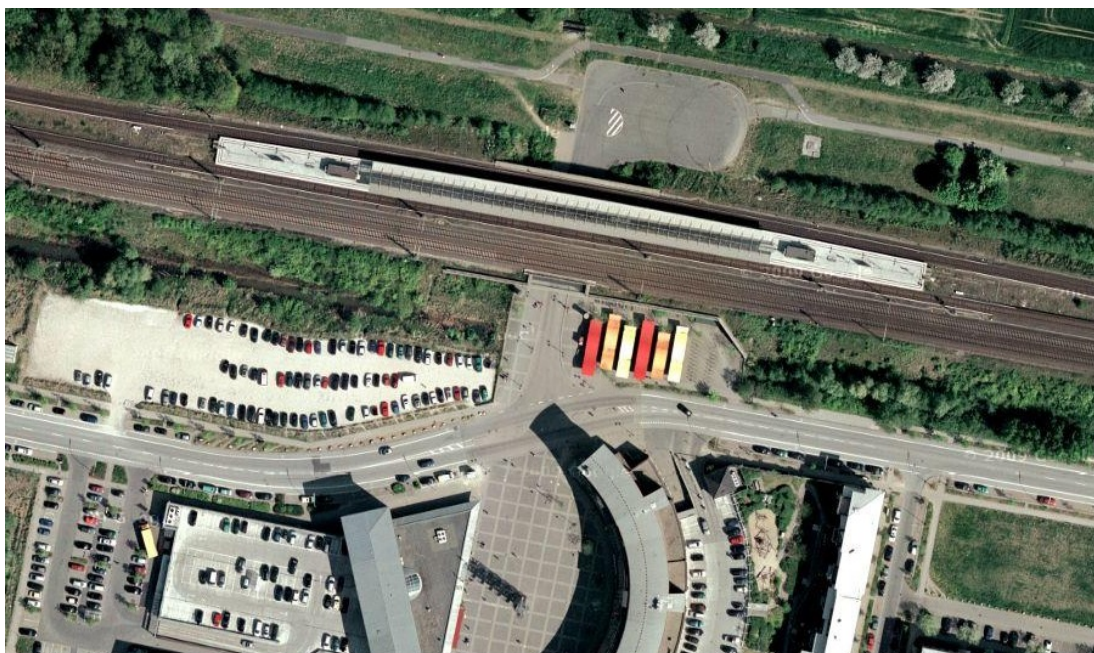
### **4.2.1. Model gęstości dla Hamburga**

W latach 60-tych, XX wieku, w Niemczech stworzono koncepcję urbanistyczną, której istotę stanowiło wzajemne skoordynowanie rozwiązań strukturalno – przestrzennych i transportu zbiorowego. Szczególny przykład rozwoju uporządkowanej i intensywnie zagospodarowanej strefy osadniczej można odnaleźć w Hamburgu [4]. Według modelu rozwój obszarów zurbanizowanych miał odbywać się wzdłuż miejskiej i regionalnej osi transportu szynowego. Za najważniejsze cele modelu uznano dążenie do zrównoważonej mobilności, zapewniając lepszą jakość życia. Wprowadzane regulacje miały wspierać transport publiczny poprzez pełen priorytet w planowaniu i finansowaniu. Wcześniejsza liberalna polityka przestrzenna, ukierunkowana głównie na potrzeby transportu indywidualnego, miała być zastąpiona kontrolowaną i zorientowaną na transport zbiorowy polityką władz publicznych. Spektakularnym dowodem takiego podejścia jest miasto Hamburg, w którym szkielet rozwoju części struktury osadniczej stanowi sieć transportu szynowego, ze współpracującymi z nią liniami autobusowymi oraz parkingiem Park&Ride. Celem tego przedsięwzięcia było stymulowanie popytu na te formy transportu poprzez zagospodarowanie terenu i sterowanie gęstością użytkowania wokół przystanków. Według opracowanego tzw. modelu gęstości, w Hamburgu zrealizowano kilka wielkich dzielnic i osiedli mieszkaniowych, dzięki czemu miasto wzbogaciło się o nowe elementy systemu transportu publicznego, zapewniający wysoki komfort dla jego użytkowników.



Rys.4.1 Dzielnica Allermöhe w Hamburgu, zrealizowane według koncepcji modelu gęstości Hamburga (opracowanie własne oraz wg [103]).

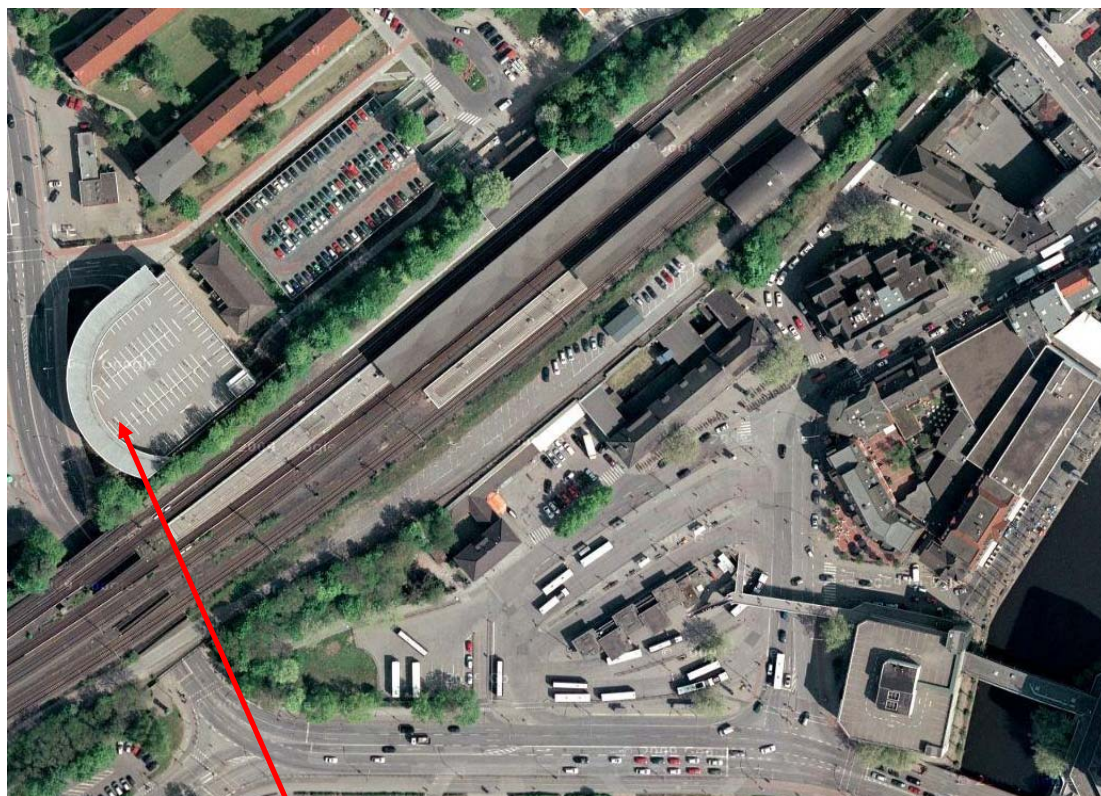
Na Rys.4.1 przedstawiona została dzielnica Hamburga Allermöhe, której struktura funkcjonalno - przestrzenna została zrealizowana według koncepcji modelu gęstości. Osią transportową dzielnicy jest podmiejska linia kolejowa, z przystankami zlokalizowanymi w odległości ok 1200 m. Przy przystankach zlokalizowano system parkingów przesiadkowych typu Park&Ride - Rys.4.2, Rys.4.3, Rys.4.4, Rys.4.5, a przystanek Bergedorf stanowi dodatkowo także zintegrowany węzeł przesiadkowy - Rys.4.4.



Rys.4.2 Przystanek kolejowy Allermöhe w dzielnicy o takiej samej nazwie w Hamburgu, z parkingiem samochodowym w systemie Park&Ride [103].



Rys.4.3 Przystanek kolejowy Nettelborg w dzielnicy Allermöhe w Hamburgu, z parkingiem w systemie Park&Ride [103].



Rys.4.4 Węzeł przesiadkowy Bergedorf w dzielnicy Allermöhe w Hamburgu, z systemem Park&Ride oraz lokalnym dworcem autobusowym [103].



Rys.4.5 Parking kubaturowy w systemie Park&Ride przy przystanku kolejowym Bergedorf w dzielnicy Allermöhe w Hamburgu [103].



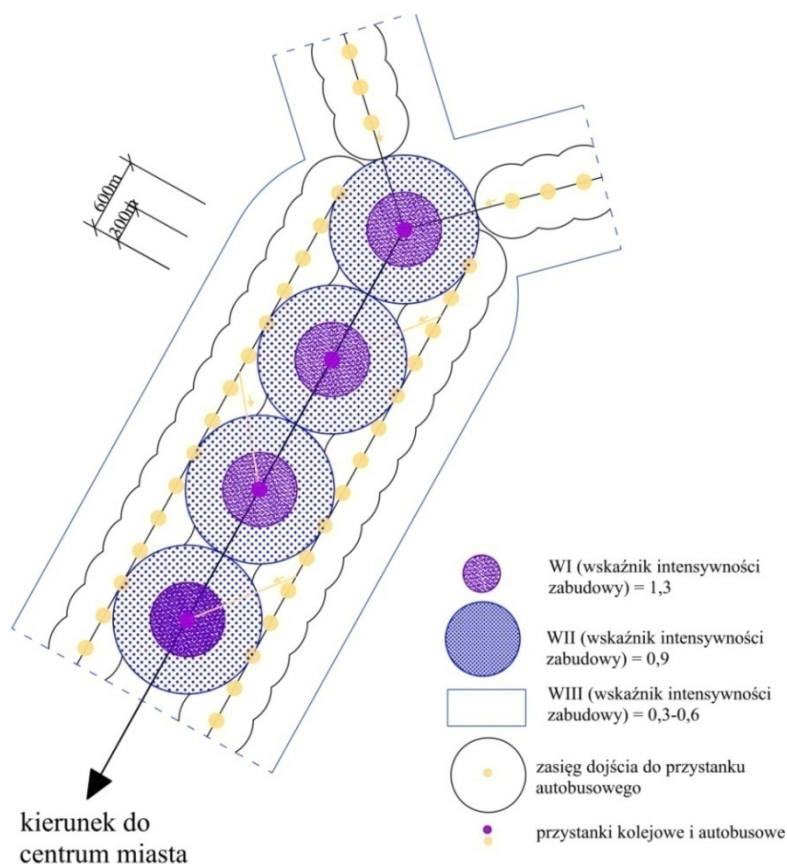
Przy każdym przystanku kolejowym zlokalizowany jest także kryty parking dla rowerów (przykładowo - Rys.4.6) [103].



Rys.4.6 Parking rowerowy przy parkingu Park&Ride, w sąsiedztwie przystanku kolejowego Nettelnborg w Hamburgu [103].

Nadmienić należy, że przykład tej dzielnicy nie jest jedynym przypadkiem realizacji koncepcji według modelu gęstości Hamburga. Kilka osiedli mieszkaniowych położonych przy linii kolejowej SBahn Hamburg w podobny sposób zostały zrealizowane. Struktura funkcjonalno - przestrzenna, transportowa i organizacyjna dzielnicy Allermöhe jest niezwykle imponująca i stanowi pozytywny przykład kształtowania struktury funkcjonalno - przestrzennej w sposób spójny z systemem transportowym.

Na Rys.4.7 przedstawiono schemat osi rozwojowych przewidzianych w tzw. modelu gęstości dla pasma miejskiego i regionalnego.



Rys.4.7 Schemat osi rozwojowych przewidzianych w tzw. modelu gęstości Hamburga, gdzie WI to wskaźnik intensywności zabudowy (opracowanie własne wg [4]).

Rdzeniem pasma miejskiego jest kolej miejska (Rys.4.7), z odstępem pomiędzy przystankami ok. 1200 m, które dostępne są pieszo z bezpośredniej strefy ciężenia. Koła o promieniu 300 m i 600 m pokazują obszar odpowiednio o bardzo dobrej i dobrej dostępności pieszej, gdzie wskaźniki intensywności zabudowy wynoszą 1,3 i 0,9. Teren położony dalej niż 600 m od kolei, obsługiwany jest liniami autobusowymi, które kursują obrzeżem wzdłuż pasma zabudowy z gęsto zlokalizowanymi przystankami (z odstępem 300 m) i z taką wartością zasięgu strefy dojazdu. W tym obszarze wskaźnik intensywności zabudowy<sup>19</sup> powinien wynosić od 0,3 do 0,6. Linie autobusowe w module co drugi przystanek kolejowy, naprzemiennie są doprowadzone do kolei ciągiem zgodnym z kierunkiem ciężarów ruchu (do śródmieścia), gdzie następuje przesiadka na kolej miejską. Dodatkowo z przystanków kolejowych korzystają także użytkownicy samochodów osobowych podróżujący w systemie Park&Ride.

Na podstawie schematu przedstawionego na Rys.4.7, możliwe jest oszacowanie potencjału pasażerskiego dla jednego przystanku kolejowego lub innej komunikacji szynowej (np. tramwajowej), a w konsekwencji także dla całego pasma zabudowy miejskiej wzdłuż linii transportu zbiorowego.

Zasada szacowania potencjału pasażerskiego wg modelu gęstości Hamburga została przedstawiona w [90]. Analiza zakłada, że oś transportowa analizowanego obszaru jest obsługiwana linią kolejową (lub miejskim transportem szynowym), z odległością między przystankami ok. 1200 m. Obszar analizy podzielony jest na 3 strefy z przyjętym udziałem transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych:

<sup>19</sup> Wskaźnik intensywności zabudowy - stosunek sumy powierzchni poszczególnych kondygnacji budynków do powierzchni obszaru, na którym zabudowa ta jest zlokalizowana.

- strefa 1 - 70%,
- strefa 2 - 50%,
- strefa 3 - 30%.

Dla tak zadanych parametrów możliwe jest oszacowanie potencjału generującego ruch pasażerów komunikacji zbiorowej w odniesieniu do przystanku. Obliczenia składają się z następujących etapów:

1. Strefa 1 ma powierzchnię 283 tys. m<sup>2</sup>, zalecana powierzchnia kondygnacji budynków zlokalizowanych w tej strefie wynosi zatem  $1,3 \times 283 \text{ tys.} = 367 \text{ tys. m}^2$ . Załóżmy, że będzie to tylko zabudowa mieszkaniowa, a na 1 mieszkańca przypada 50 m<sup>2</sup>. Otrzymuje się zatem ogólnie zaludnienie strefy 1 równe  $367 : 50 = 7,3 \text{ tys. osób}$ . Ze względu na korzystną ofertę transportu zbiorowego tej strefy, możemy założyć, że udział w ruchliwości niepieszej mieszkańca, szacowanej na 1,8 podróży na dobę, wyniesie 70%. Czyli  $7300 \times 1,8 \times 0,7 = 9200$  podróży w dobę, których źródłem lub celem jest strefa 1.
2. W następnej strefie – w formie pierścienia – ze względu na mniejszą dostępność do przystanku tramwajowego, udział transportu zbiorowego wyniesie 50%. Postępując w obliczeniach jak wyżej, uzyskuje się wynik **13 700** podróży w dobę.
3. Strefa 3 obsługiwana jest autobusem z odległością między przystankami 300 m. System obsługi transportem zbiorowym w tej strefie zakłada, że autobus dowozi osoby do przystanków kolejowych tylko ze strefy 3, w systemie co drugi naprzemiennie, raz z jednej strony obszaru raz z drugiej. Zakładając, że w strefie tej, udział transportu zbiorowego w podróżach wynosi już tylko 30%, to otrzymuje się **2600** podróży na dobę.
4. Zatem modułowy fragment pasma ciągnący do poszczególnych przystanków tramwajowych generuje ok.  $9200 + 13\,700 + 2600 = 25\,500$  podróży na dobę. Zatem całe pasmo zabudowy, składające się z czterech modułów, może generować w ciągu doby nawet ponad **100 tys. podróży**.

### ***Badania własne***

W ramach badań własnych skorzystano z założeń modelu gęstości dla Hamburga pod kątem oceny wpływu zmian w strukturze przestrzennej na funkcjonowanie transportu. W tym celu przeprowadzono analizę dotyczącą wpływu zmiennych wartości wskaźnika intensywności zabudowy na udział transportu zbiorowego w poszczególnych strefach, a także na wielkość generowanej podróży w obszarze (wyrażonej w liczbie pasażerów transportu zbiorowego w ciągu doby)[31]. Analizy wyznaczenia potencjału pasma odbywały się według procedury opisanej powyżej oraz opracowaniu [90]. Analizy te dotyczyły przypadku modelowej struktury pasma miejskiego (Rys.4.7).

Obszar analizy składa się z pasma miejskiego, które złożone jest z 4 modułów. Każdy moduł tworzą 3 strefy - każda o kształcie okręgu lub pierścienia. Każda strefa posiada określony wskaźnik intensywności zabudowy i udział transportu zbiorowego<sup>20</sup>.

Teza analizy jest następująca:

- wskutek zwiększenia wskaźnika intensywności zabudowy w trzech strefach, zmienia się udział transportu zbiorowego, w wyniku wzrostu liczby mieszkańców w obszarze i przejścia części podróży z transportu indywidualnego przez transport zbiorowy.

W obliczeniach założono początkowe wartości wskaźnika intensywności zabudowy oraz udział transportu zbiorowego w podróżach dla każdej strefy. Następnie wyznaczono potencjał pasma wg wzoru (4.10). Analizowano obligatoryjne motywacje podróży: dom – praca, praca-dom oraz dom-nauka, nauka-dom. Ponadto przyjęto:

<sup>20</sup> Ze względu na modelowy charakter analizy, wartość tą wstępnie przyjęto.

- wszystkie podróże odbywają się kierunku centrum, bez dojazdów bocznych,
- udział godziny szczytu porannego w podróżach stanowi ok. **15%** ruchu dobowego,
- wzrost potoku pasażerskiego wynikającego z dojazdów liniami autobusowymi jest nieistotny, z uwagi na małą liczbę pasażerów,
- środkiem transportu jest skład kolejowy złożony z dwóch wagonów, każdy o pojemności 220 miejsc siedzących oraz 300 miejsc stojących (maksymalne napełnienie)
- poziom komfortu podróży dla pasażerów stojących jest na poziomie -  $4 \text{ [os/m}^2\text{] [86]}^{21}$
- uwzględniając poziom komfortu pasażerów stojących, napełnienie pociągu wynosi:  $2 \cdot (220 + 180) = \mathbf{800}$  miejsc.

W oparciu o powyższe założenia wyznaczono częstotliwość kursowania środka transportu, dla zadanych parametrów obsługi i wartości potencjału generowanego przez obszar, według poniższych obliczeń.

- początek wartości wskaźników intensywności zabudowy:  
strefa I – 1,0, strefa II – 0,6, strefa III – 0,1,
- początkowe wartości udziału transportu zbiorowego:  
strefa I – 60%, strefa II – 40%, strefa III – 20%,
- potencjał dobowy stref wyznacza się następująco:

$$P_{strefy} = \frac{p_{strefy} \cdot w_{int}}{p_{m/1miesz}} * R * U_{TZ} \quad (4.10)$$

gdzie:

$p_{strefy}$  – powierzchnia strefy [ $\text{m}^2$ ]<sup>22</sup>,

$w_{int}$  – wskaźnik intensywności zabudowy strefy,

$p_{m/1miesz}$  – powierzchni mieszkania w przeliczeniu na jednego mieszkańca - przyjęto  $50 \text{ [m}^2\text{]}$ ,

$R$  – ruchliwość niepiesza mieszkańca - przyjęto  $1,8 \text{ [podr/dobę]}$ ,

$U_{TZ}$  – udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych [-].

- potencjał dobowy pasma składający się z 4 modułów, a każdy moduł składa się z 3 stref:  $4 \cdot (6113 + 7327 + 432) = \mathbf{55488} \text{ [pas/24h]}^{23}$ ,
- potencjał godzinowy pasma –  $0,15 \cdot 55488 \approx \mathbf{8300} \text{ [pas/h}_{\text{szczytporanny}}]$ ,
- częstotliwość kursowania pociągu w zależności od rodzaju pojazdu i jego możliwości przewozowych –  $8300/800 \approx \mathbf{10} \text{ [pociąg/h]}$  – co daje odstęp między kursami – **6 min**

Następnie czynność tą powtórzono dla zwiększonych wskaźników intensywności w poszczególnych strefach, przy takim samym, jak wyżej, udziale transportu zbiorowego. A zatem:

- zwiększone wartości wskaźników intensywności zabudowy:  
strefa I – 1,1, strefa II – 0,7, strefa III – 0,2,
- ruchotwórczy potencjał dobowy pasma –  $4 \cdot (6724 + 8547 + 864) = \mathbf{64524} \text{ [pas/24h]}$ ,
- potencjał godzinowy pasma –  $0,15 \cdot 64524 \approx \mathbf{9700} \text{ [pas/h}_{\text{szczytporanny}}]$ ,
- częstotliwość kursowania pociągu w zależności od rodzaju pojazdu i jego możliwości przewozowych –  $9700/800 \approx \mathbf{12} \text{ [pociąg/h]}$  – co daje odstęp między kursami – **5 min**

<sup>21</sup> Można stosować różne poziomy komfortu podróżowania w celu sprawdzenia różnicy w kosztach obsługi linii

<sup>22</sup> Powierzchnia strefy I - ok. 283 tys  $\text{m}^2$ , strefa II - ok. 848 tys  $\text{m}^2$ , strefa III - ok. 600 tys  $\text{m}^2$ .

<sup>23</sup> Obliczenia wykonane analogicznie jak w przypadku szacowania wartości potencjału pasażerskiego przedstawionego j, wg obliczeń [90] oraz wzoru (4.10).

W wyniku zwiększenia intensywności zabudowy, zwiększa się także wartość potencjału generowanego przez obszar. Wpływa to na zwiększenie częstotliwości kursowania zadanego środka transportu. Korzystając ze stopy elastyczności popytu  $Se^{24}$ , przyjętego na poziomie 0,3 [86], wyznaczono wartość wzrostu potoku generowanego przez obszar.

— wzrost potoku pasażerskiego w paśmie o:  $0,2 \cdot 0,3 = 0,06$ , czyli **6%**.

Dokonując przeliczenia wartości udziału transportu zbiorowego w każdej strefie, przez wartość wzrostu potoku pasażerskiego mamy:

- wartości udziału transportu zbiorowego w wyniku wzrostu potencjału pasażerskiego –  
strefa I –  $0,6 \cdot 0,06 = 0,036 = 3,6\%$  -  $U_{tz} = 63,6\%$ ,
- strefa II –  $U_{tz} = 42,4\%$ ,
- strefa III –  $U_{tz} = 21,2\%$ .

Są to nowe wartości udziału transportu zbiorowego w poszczególnych strefach. Koniecznym krokiem było ponowne wyznaczenie potencjału pasma i częstotliwości kursowania pociągu, dla niezmiennych już wskaźników intensywności zabudowy. Procedura ta spowodowała kolejny wzrost wartości udziału transportu zbiorowego w podróżach w każdej strefie. Wykonano kilka takich iteracji do momentu, aż liczba pociągów nie ulega zmianie i odstęp pomiędzy kursowaniem pociągów został ustabilizowany.

Dla analizowanego przypadku, ostatecznymi wartościami udziału transportu zbiorowego w podróżach są:

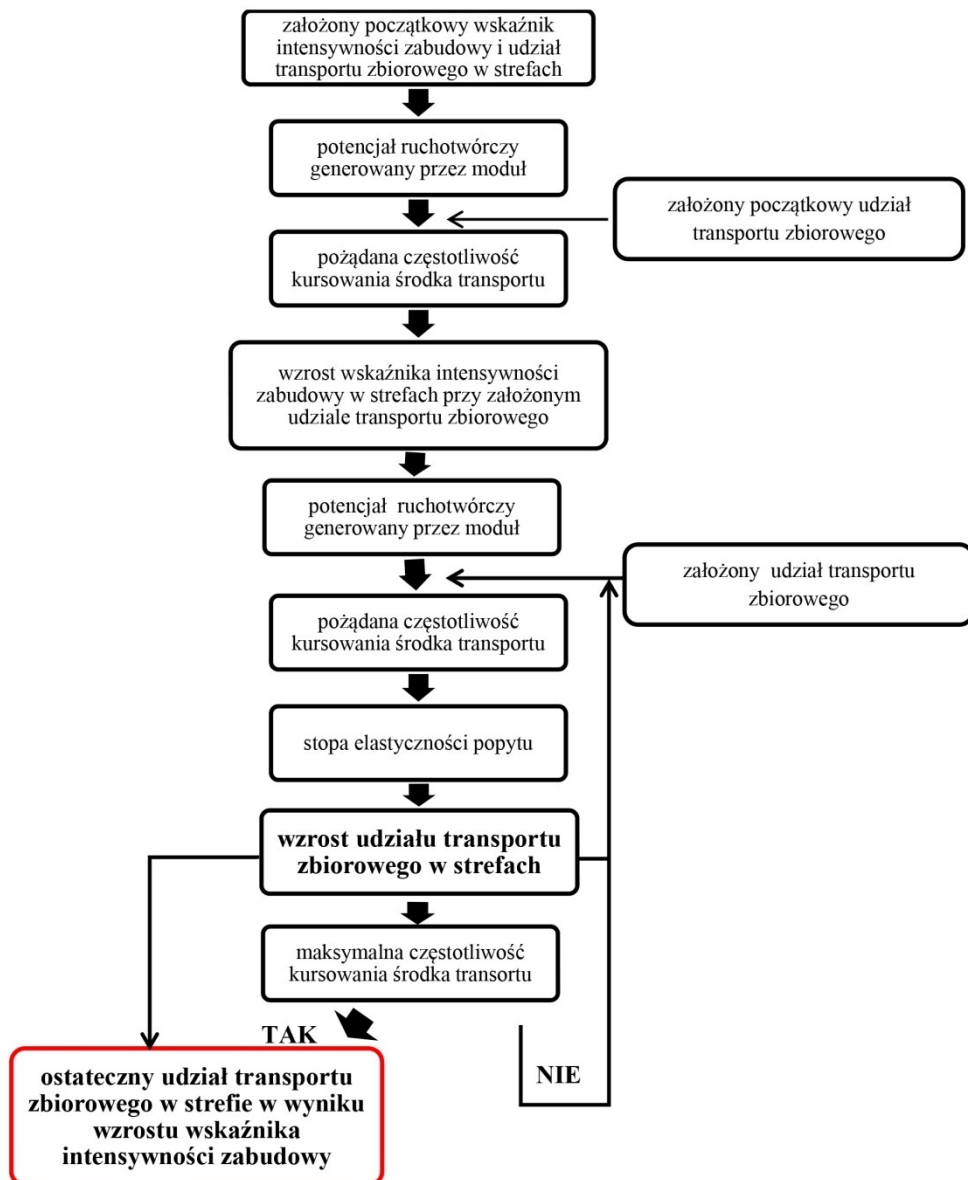
- strefa I –  $U_{tz} = 64,9\%$ ,
- strefa II –  $U_{tz} = 43,2\%$ ,
- strefa III –  $U_{tz} = 21,6\%$ .

Podobne obliczenia wykonano dla różnych wyjściowych wartości wskaźników intensywności zabudowy. Obliczenia zakończono, gdy interwał międzypojazdowy wynosił 3 minuty. Przy mniejszym interwale nie jest eksploatacyjnie możliwa obsługa trasy kolejowej, z uwagi na zbyt dużą liczbę pociągów na trasie i możliwość wzajemnego blokowania się pojazdów szynowych. Wyniki poszczególnych etapów obliczeń przedstawiono w Tab.4.5.

Na Rys.4.8 przedstawiono schemat blokowy wyznaczenia wartości udziału transportu zbiorowego w podróżach, na skutek wzrostu wskaźnika intensywności zabudowy w strefach.

---

<sup>24</sup> Stopa elastyczności popytu uzależnia wzrost popytu od wzrostu częstotliwości kursowania transportu zbiorowego.



Rys.4.8 Schemat blokowy postępowania w obliczeniu wpływu zmian wskaźnika intensywności zabudowy na wzrost potencjału ruchotwórczego i udziału transportu zbiorowego w podróżach (opracowanie własne).

Na potrzeby analizy, dokonano także oszacowania kosztów związanych ze zwiększeniem częstotliwości kursowania pociągów na analizowanej linii, w przedstawionym powyżej paśmie. W tym celu przyjęto pewne założenia:

- długość linii -  $4 \cdot 1,2 \text{ km} = 4,8 \text{ km}$ ,
- linia ta funkcjonuje w następujący sposób – kurs zaczyna się w na pierwszym przystanku, w pierwszym, północnym module pasma (patrz Rys.4.7), a kończy się na piątym, południowym przystanku kolejowym (nie pokazanym na Rys.4.7), na którym wszyscy pasażerowie wysiadają,
- na kolejnych przystankach pasażerowie nie wysiadają z pojazdu, a jedynie się dosiadają, zwiększając liczbę pasażerów w pojeździe.

Koszty eksploatacyjne związane ze wzrostem częstotliwości kursowania pociągu wyznaczono na podstawie opracowania [86] i składają się z następujących etapów (wyniki przedstawiono w Tab.4.5):

- wyznaczenie czasu przejazdu linii w jednym kierunku

$$T_e = \frac{60 * L}{v_e} [\text{min}] \quad (4.11)$$

- wyznaczenie średniego interwału międzypojazdowego

$$h = \frac{T_e}{n} [\text{min}] \quad (4.12)$$

- obliczenie kosztów eksploatacji linii w ciągu godziny

$$K_l = n * v_e * k_0 [\text{zł/h}] \quad (4.13)$$

- wyznaczenie kosztu eksploatacji 1 km linii w ciągu godziny

$$K_{l_0} = \frac{K_l}{L} [\text{zł/h/km}] \quad (4.14)$$

Wyznaczenie procentowego wzrostu kosztu eksploatacji linii w wyniku zmiany częstotliwości kursowania:

$$\Delta K_{eksp} = \frac{f_2 - f_1}{f_1} * 100 \quad \text{gdzie } f_1 < f_2 \quad (4.15)$$

gdzie:

- L – długość linii (w jednym kierunku) [km] – 4,8 [km],
- $v_e$  – prędkość eksploatacyjna [km/h] – przyjęto 35 [km/h],
- f – częstotliwość kursowania [min] – zmienna zgodnie z Tab.4.5,
- n – liczba pojazdów/wielkość taboru na linii [pojazdów/h] – zmienna zgodnie z Tab.4.5,
- $k_0$  – jednostkowy koszt eksploatacji pojazdu [zł/km] – przyjęto 10 [zł/km].

Procentowe koszty wzrostu eksploatacji linii, w wyniku zmiany wskaźnika intensywności zabudowy, wynoszą:

- pomiędzy iteracją pierwszą i drugą –  $\Delta K_{eksp} = 33,3\%$ ,
- pomiędzy iteracją drugą i trzecią –  $\Delta K_{eksp} = 28,5\%$ ,
- pomiędzy iteracją trzecią i czwartą –  $\Delta K_{eksp} = 16,7\%$ .

Tab. 4.5 Wyniki obliczeń wpływu zmiany wskaźnika intensywności zabudowy na zmianę potencjału ruchotwórczego oraz udziału transportu zbiorowego w analizowany paśmie zabudowy (opracowanie własne).

Iteracja	strefa	wskaźnik intensywności zabudowy	udział transportu zbiorowego	potencjał ruchotwórczy pasma	wielkość/liczba taboru	pożądana częstotliwość kursowania środka transportu	koszt eksploatacji linii	
			[%]	[pas/h]	[pociągów/h]	[min]	[zł/h]	[zł/km]
1	strefa I	1	60	8300	10	6	3500	730
	strefa II	0,6	40					
	strefa III	0,1	20					
2	strefa I	1,1	65	10260	13	4,5	4550	950
	strefa II	0,7	43					
	strefa III	0,2	22					
3	strefa I	1,2	69	12700	16	3,5	5600	1170
	strefa II	0,8	46					
	strefa III	0,3	23					
4	strefa I	1,3	73	15100	19	3	6650	1390
	strefa II	0,9	49					
	strefa III	0,4	24					

Podsumowując można stwierdzić, że wraz ze wzrostem wskaźnika intensywności zabudowy wzrasta także udział transportu zbiorowego w podróżach, przy założeniu, że w wyniku poprawy standardów obsługi (krótszy czas oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego), część osób przesiądzie się z samochodu prywatnego na środek transportu zbiorowego. Zatem zauważamy tutaj istotny wpływ zmiany czynnika opisującego strukturę przestrzenną na zmianę podziału zadań przewozowych.

Analizując można także stwierdzić, że im wskaźnik intensywności zabudowy jest większy, tym różnice pomiędzy częstotliwościami kursowania linii kolejowej są coraz mniejsze. Potwierdza tą regułę także analiza kosztów eksploatacji linii kolejowej. Im zagęszczenie zabudowy w obszarze jest większe, to przy dodatkowych zmianach w zagospodarowaniu przestrzennym, koszty działań na rzecz poprawy standardów komunikacji zbiorowej nie rosną już tak szybko, jak w przypadku zabudowy bardziej ekstensywnej.



#### 4.2.2. Model określający prawdopodobieństwo wyboru dojścia pieszego do stacji metra według P. Olszewskiego

Model prawdopodobieństwa wyboru dojścia pieszego do stacji metra został skalibrowany przez P. Olszewskiego na podstawie badań 10 stacji metra w Singapurze [65], [66]. Model ten przedstawia szereg zależności pomiędzy warunkami dojścia do przystanku a postrzeganą jakością i atrakcyjnością transportu zbiorowego. W poprzednich rozdziałach wskazywany był element dostępności do przystanku lub stacji transportu zbiorowego rozumiany jako czas dojścia z domu do przystanku. Jednak jakość dojścia do przystanku, w tym atrakcyjne i bezpieczne otoczenie, jest równie ważnym elementem mogącym mieć wpływ na częstszy wybór autobusu, tramwaju, metra czy kolei niż samochodu osobowego w codziennych podróżach. Z tego powodu właśnie zagadnienie jakości dojścia do przystanku powinno być istotnym przyczynkiem w analizach.

Singapur o liczbie mieszkańców ponad 4,3 mln, jest bardzo spójnym miastem, z wysoką intensywnością zabudowy i bardzo atrakcyjną ofertą przewozową. Posiada 4 linie metra, 3 systemy lekkiej kolei miejskiej i bardzo dobrze rozwiniętą sieć autobusową. Ponadto posiada zintegrowany system taryfowy oraz multimodalne węzły przesiadkowe. Jednakże występują utrudnienia w dojściu pieszym do stacji metra. Liczne przejścia przez jezdnie, w tym wielopasowe, na których odbywa się ruch samochodowy oraz stopnie przy wejściu do budynku stacji mogą zniechęcać do korzystania z linii metra. Na Rys.4.9 pokazane jest wejście do stacji metra w Singapurze. O ile sama forma kubaturowa stacji jest bardzo atrakcyjna, o tyle warunki dojścia do niej są utrudnione.



Rys.4.9 Stacja metra przy ulicy D`Almeid w Singapurze [103].

Ważnym pytaniem jaki każdy planista powinien sobie zadać, to jaka jest maksymalna odległość dojścia pieszego do przystanków lub stacji metra. Według różnych badań, przedstawionych w opracowaniu [65], maksymalna odległość dojścia (w warunkach amerykańskich) do stacji metra wynosi 1750 m. Jednak ponad połowa podróżujących decyduje się na dojście piesze w odległości do 900 m. Wielu analityków stwierdza, że 800 m stanowi granicę akceptowalnej odległości pieszej, przy czym odległością tą można wydłużyć, tworząc atrakcyjne, bezpieczne i wygodne warunki dojścia do stacji metra.

Jak pisze Autor [65], większość mieszkańców okolic stacji metra w Singapurze, ma do wyboru dojście piesze lub dojazd do stacji autobusem. Autor jednak skupił się na kalibracji

modelu uwzględniającego prawdopodobieństwo wyboru opcji dojścia pieszego. Model został skalibrowany na podstawie ponad 890 obserwacji. Istotnymi parametrami wpływającymi na wybór opcji pieszej w dotarciu do stacji metra jest długość trasy dojścia, liczba stopni podejścia w górę, liczba skrzyżowań oraz kolizji z ruchem kołowym. Poniżej przedstawiono wyrażenie określające ekwiwalentną odległość dojścia do stacji metra, która uwzględnia wszystkie uciążliwości dojścia.

$$EWD = DISTW + 42,8 * NCROS + 2,7 * NSTEP + 26,4 * NCONF \quad (4.16)$$

gdzie:

- EWD – ekwiwalentna odległość dojścia pieszego [m],
- DISTW – rzeczywista odległość dojścia mierzona po sieci ulicznej [m],
- NCROS – liczba przejść przez ulicę na skrzyżowaniu w jednym poziomie,
- NSTEP – liczba stopni w górę,
- NCONF – liczba kolizji z ruchem kołowym wzdłuż trasy dojścia (np. przez zjazdy na posesje).

Interpretacja modelu (4.16) jest następująca: jedno przejście przez jezdnię odpowiada 42,8 m dodatkowej długości trasy, jeden stopień w górę odpowiada 2,7 m trasy, a jedno przejście przez parking, zjazd, etc. odpowiada 26,4 m trasy. Czynniki te zatem wydłużają postrzeganą odległość dojścia do stacji metra. Należy jednak podkreślić, że parametry te zostały skalibrowane dla warunków lokalnych (w Singapurze).

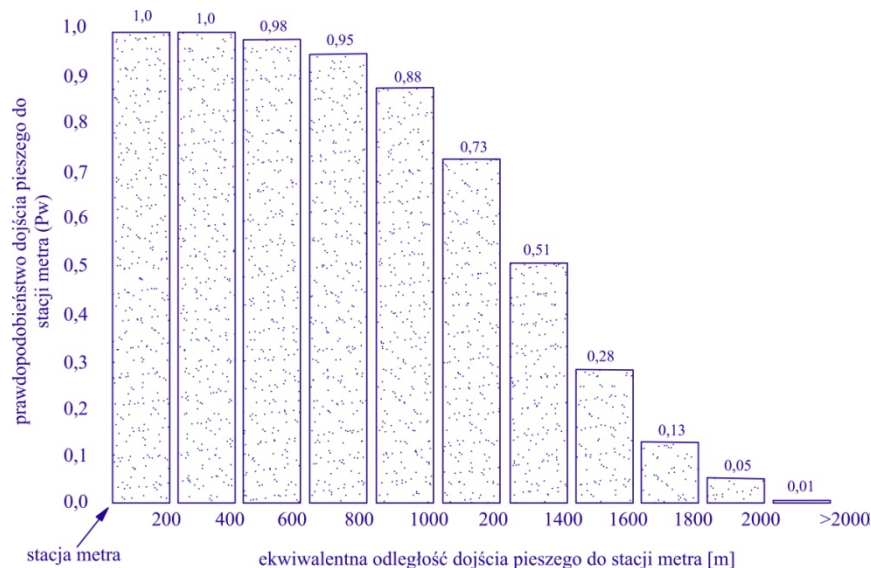
Obszar obsługi pieszej można wyznaczyć za pomocą funkcji prawdopodobieństwa wyboru dojścia pieszego. Zamiast zakładać, że dojście piesze realizowane jest tylko do granicy ograniczonej okręgiem 800m<sup>25</sup>, można wyznaczyć potencjał pieszy rejonów położonych wokół stacji metra, uwzględniając warunki dojścia do niego. Poniższa formuła (4.17) przedstawia prawdopodobieństwo dojścia pieszego w funkcji odległości ekwiwalentnej ( $P_w(EWD)$ )<sup>26</sup>.

$$P_w(EWD) = \frac{1}{1 + e^{-(6,4755 + 0,00494 * EWD)}} \quad (4.17)$$

---

<sup>25</sup> Taka praktyka jest często stosowana w planowaniu lokalizacji stacji metra, co odpowiada mniej więcej 10 minutom czasu dojścia do stacji.

<sup>26</sup> Uzupełnieniem do prawdopodobieństwa zupełnego równego 1, jest przypadek wyboru dojazdu autobusem lub samochodem do stacji metra.



Rys.4.10 Histogram częstości wyboru dojścia pieszego do stacji metra w zależności od ekwiwalentnej odległości dojścia do tej stacji (opracowanie własne wg [65]).

Na Rys.4.10 przedstawiono histogram częstości wyboru dojścia pieszego do stacji metra, dla ekwiwalentnej odległości dojścia pieszego EWD. Prawdopodobieństwo to jest bliskie 1,0, dla wartości odległości ekwiwalentnej dojścia do 600 m; dla dalszych odległości maleje.

Łącząc ze sobą zakres izolinii ekwiwalentnej odległości dojścia do stacji metra oraz prawdopodobieństwo wyboru dojścia pieszego, można określić rzeczywisty potencjał pieszy dla każdego z pasów między izoliniami. Jeśli w miejsce izolinii ekwiwalentnego czasu dojścia zastosujemy te, określone na podstawie dojścia w linii prostej, dostaniemy „maksymalny potencjał pieszy”, bez wpływu uciążliwości i kolizyjności przejścia pieszego do przystanku. Korzystając z tych dwóch elementów (potencjału dojścia rzeczywistego i maksymalnego), możemy określić wskaźnik dostępności pieszej (WAI) dla obszaru obsługi. Wartość tą możemy wyznaczyć ze wzoru (4.18)[65]:

$$WAI = \frac{\sum_{k=1}^K W_k * P_w(EWD_k)}{\sum_{k=1}^K W_k * P_w(DISTA_k)} \quad (4.18)$$

gdzie:

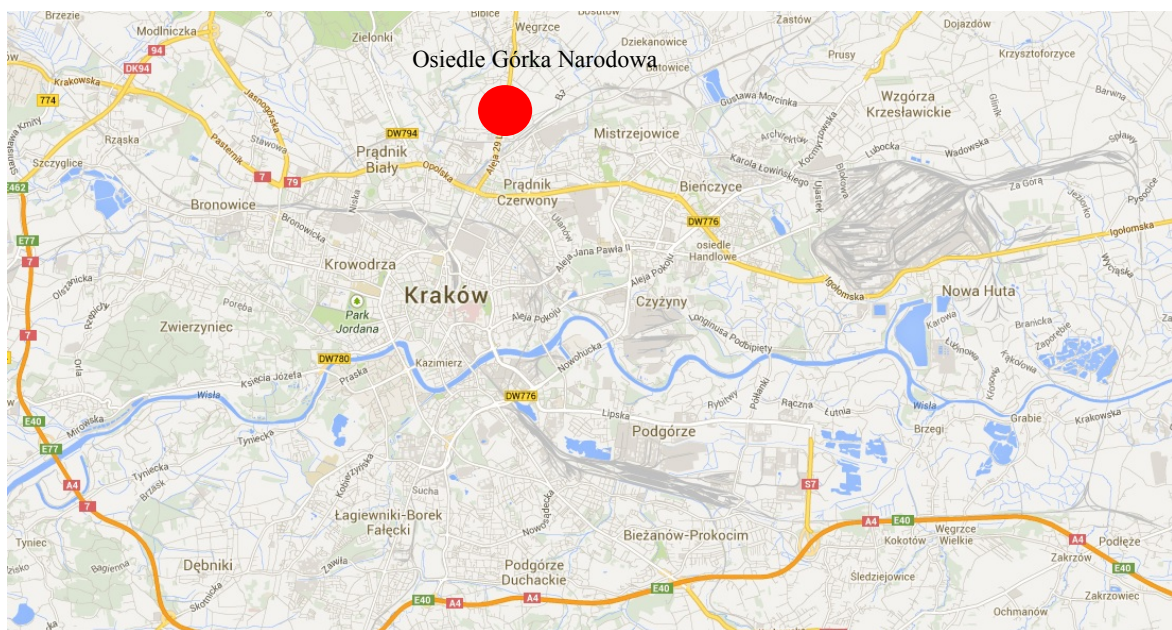
- WAI – wskaźnik dostępności pieszej [-],
- $P_w(EWD_k)$  – prawdopodobieństwo wyboru dojścia na podstawie ekwiwalentnej odległości dojścia do przystanku dla budynku k,
- $P_w(DISTA_k)$  – prawdopodobieństwo wyboru dojścia na podstawie odległości w linii prostej od przystanku do budynku k,
- $W_k$  – potencjał generacji podróży dla budynku k,
- K – liczba budynków w obszarze obsługi.

Wartość wskaźnika WAI dąży do wartości 100%. Jak zauważa P. Olszewski, przedstawiona metoda szacowania dostępności pieszej za pomocą wskaźnika WAI ma charakter uniwersalny i może być stosowana w warunkach polskich, co wymaga skalibrowania parametrów funkcji odległości ekwiwalentnej dojścia do przystanku.

Przeprowadzone badania przez P. Olszewskiego są podstawą do szacowania wpływu zmiany dostępności przystanku autobusowego w Osiedlu Górka Narodowa, w wyniku zmiany zagospodarowania przestrzennego tego obszaru.

### *Aplikacja modelu na przykładzie osiedla mieszkaniowego w Krakowie*

W ramach badań własnych [30], [32] użyteczności modelu, w celu określenia zwiększenia wskaźnika dostępności pieszej w skutek zmian w zagospodarowaniu przestrzennym, dokonano analizy osiedla Górka Narodowa w Krakowie. Co prawda Kraków nie posiada systemu metra, ale charakteryzuje się dobrze rozwiniętą siecią autobusową i tramwajową. W analizach przyjęto model wyznaczenia odległości ekwiwalentnej wg P. Olszewskiego, jednak z parametrami skalibrowanymi dla warunków singapurskich, z uwagi na brak badań w Polsce w tym zakresie.



Rys.4.11 Lokalizacja osiedla Górka Narodowa w kontekście miasta Krakowa (wg [103] i opracowanie własne).



Rys.4.12 Osiedle Górka Narodowa z lokalizacją przystanków autobusowych obsługujących osiedle Górka narodowa Zachód i Wschód (przystanki zaznaczono kolorem żółtym) oraz ul. Kuźnicy Kołtątajowskiej (początkowy odcinek ulicy zaznaczono kolorem czerwonym) i ul. Meiera (początkowy odcinek ulicy zaznaczono kolorem niebieskim) ( opracowanie własne i [103]).

Osiedle Górka Narodowa położone jest w północnej części miasta Krakowa (Rys.4.11), na obszarze IV dzielnicy Prądnik Biały. Osiedle to leży także przy Al. 29 Listopada, która stanowi jedyny wylot z miasta w kierunku Warszawy (droga krajowa nr 7) (Rys.4.12). Dodatkowo ulica ta stanowi jedyne połączenie z południowymi i wschodnimi częściami Krakowa. Brak alternatywnego połączenia na tych kierunkach, skutkuje bardzo dużym zatłoczeniem komunikacyjnym, szczególnie w godzinach szczytów (wartość ok. 2500 [P/h<sub>szczyt</sub>popłd] w przekroju [74]). Osiedle Górka Narodowa jest stosunkowo "młodym osiedlem", ale o dosyć już dużym stopniu zainwestowania (gęstość zaludnienia wynosi 18 [os/ha]). Odległość osiedla od centrum miasta wynosi ok. 5 km licząc po sieci ulicznej. Obecnie liczba mieszkańców na osiedlu Górka Narodowa (część zachodnia) to ok. 4000 osób [104]. W części wschodniej (nazywane Os. Gotyki) wartość ta nie jest dokładnie znana, ale z uwagi na największą część zainwestowania i liczbę kondygnacji w blokach, oszacowano tą wartość na ok. 8 000. Zatem zakłada się, że całkowita liczba mieszkańców osiedla Górka Narodowa (część wschodnia i zachodnia) wynosi ok. 12 tys.

Osiedle Górka Narodowa posiada układ ulic dojazdowych typu sięgaczowego. Ulice te podłączone są do Al. 29 Listopada (przekrój poprzeczny 1x2) poprzez ul. Kuźnicy Kołtątajowskiej (część zachodnia osiedla) oraz ul. Meiera (część wschodnia). Al. 29 Listopada posiada jednopasową jezdnię o przepustowości obliczeniowej pasa ruchu 1100 [P/h] [53]. Istniejące obciążenie ulicy w przekroju, w godzinie szczytu popołudniowego

wynosi 2300 [P/h] (wartości uzyskane z modelu skalibrowanego na potrzeby opracowania [30]). Na odcinku tym zlokalizowane są 2 skrzyżowania (z ul. Meiera i ul. Kuźnicy Kołłątajowskiej) z sygnalizacją świetlną. Bliskość tych skrzyżowań powoduje bardzo duże kolejki pojazdów na wlotach. Część zachodnia osiedla dodatkowo podłączona jest do ul. Górnickiego (od zachodniej strony osiedla), ale z uwagi na kongestię ruchu na tej ulicy (wpływ osiedla sąsiedniego i ruchu z północnych podmiejskich wsi Krakowa), relacja ta jest rzadziej wybierana.

Osiedle Górka Narodowa obsługiwane jest sześcioma liniami autobusowymi<sup>27</sup>: jedną linię miejską (nr 137 – Krowodrza Górka – Kuźnicy Kołłątajowskiej), cztery linie podmiejskie (Nowy Kleparz – Węgrzce, N. Kleparz – Narama, N. Kleparz – Iwanowice) oraz jedną linię wspomagającą (nr 437 Nowy Kleparz – Kuźnicy Kołłątajowskie – Witkowice). Jedynie linia miejska wspomagająca nr 437 i linie podmiejskie, zapewniają bezpośrednie połączenie z centrum miasta. W pobliżu osiedla znajduje się jeden przystanek autobusowy (dla relacji powrotnej z centrum miasta) na ul. 29 Listopada o nazwie „Kuźnicy Kołłątajowskiej” oraz dwa na ul. Kuźnicy Kołłątajowskiej. Przystanek dla relacji w kierunku miasta, na Al. 29 Listopada zlokalizowany jest w odległości ok. 150 - 200 m od skrzyżowania z ul. Kuźnicy Kołłątajowskiej i ul. Meiera. Częstotliwość kursowania linii miejskich wynosi: linia nr 137- 10 min w godzinie szczytu (konieczność przesiadki w dojeździe do centrum), linia nr 437 – 1 kurs na godzinę. Linie podmiejskie charakteryzuje bardzo niska częstotliwość kursowania – max 1 kurs na godzinę. Zatem dostępność transportem zbiorowym do centrum miasta jest bardzo utrudniona. Z uwagi na lokalizację osiedla i wyznaczoną przepustowość ulic, dojazd do centrum miasta samochodem w godzinie szczytu trwa ok. 30 min., a minimalny czas trwania przejazdu transportem zbiorowym to ok. 40 min. (z uwagi na konieczność zrealizowania przesiadki z autobusu na tramwaj na pętli tramwajowej Krowodrza Górka – jest to połączenie wybierane najczęściej z uwagi na częstotliwość kursowania autobusu nr 137).

W roku 2011 dokonano pomiarów punktualności na przystanku „Kuźnicy Kołłątajowskiej” [53]. Z badań wynika, że aż 64% kursów w godzinie szczytu porannego jest opóźnionych, natomiast w godzinie szczytu popołudniowego ta wartość wynosi 50%. Wyniki pomiarów napełnień w autobusach pokazały, że w godzinie szczytu porannego 67% autobusów przyjeżdżających na przystanek „Kuźnicy Kołłątajowskiej” było bardzo średnio napełnionych (>39 osób w pojeździe<sup>28</sup>). W godzinie szczytu popołudniowego 53% autobusów miała zajęta tylko część miejsc siedzących. W ramach badań dokonano także pomiarów natężenia ruchu na skrzyżowaniu Al. 29 Listopada i ul. Kuźnicy Kołłątajowskiej oraz Al. 29 Listopada z ul. Meiera, dla godziny szczytu porannego. Natężenie ruchu na skrzyżowaniu pierwszym wyniosło 1708 E/h, a na skrzyżowaniu drugim 1954 E/h. Obliczono także przepustowość skrzyżowania Al. 29 Listopada i ul. Meiera wynoszącą 1731 E/h<sup>29</sup>. Obydwa skrzyżowania charakteryzują się zatem złymi warunkami ruchu. Każda dodatkowa inwestycja mieszkaniowa na osiedlu Górka Narodowa spowoduje pogarszanie się warunków ruchu skutkując wzrostem czasu podróży transportem indywidualnym i zbiorowym.

Struktura zabudowy osiedla jest zróżnicowana. Przeważają w niej bloki czterokondygnacyjne po stronie zachodniej, a po stronie wschodniej także dwunasto piętrowe. Łączna liczba budynków jedno i wielorodzinnych w obszarze analizy wynosi 86.

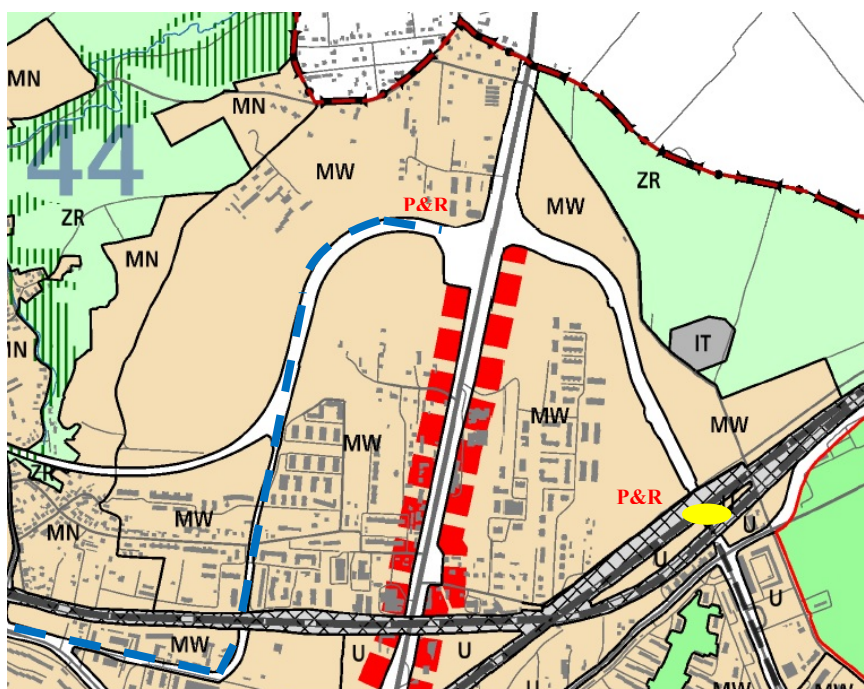
Plan rozwoju osiedla przewiduje wzrost liczby mieszkańców do wartości nawet 20 tys. mieszkańców (obecnie liczba mieszkańców to ok. 12 tys.). Obszar ten objęty jest kilkoma dokumentami planistycznymi [58], [59], [108], [82]. Na Rys.4.13 przedstawiono planowany

<sup>27</sup> Stan na dzień 03.2011, obecnie obsługa transportem zbiorowym osiedla jest trochę lepsza, jednak wciąż nie zapewnia atrakcyjnego i bezpośredniego połączenia z centrum miasta.

<sup>28</sup> Standardowa pojemność autobusów obsługujących osiedle wynosiła 28 miejsc siedzących+72 miejsc stojących.

<sup>29</sup> Dla PSR B

rozwój struktury zagospodarowania przestrzennego według opracowań planistycznych dotyczących całego miasta.



MN - Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, MW - Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej  
U - Tereny usług, ZR - Tereny zieleni nieurządzonej, IT - Infrastruktura techniczna, linia czerwona przerywana oznacza rozbudowę Al. 29 Listopada do parametrów dwupasowej ulicy jednojezdniowej, kolorem żółtym oznaczono projektowany przystanek kolejowy, projektowana trasa tramwajowa oznaczona niebieską linią przerywaną.

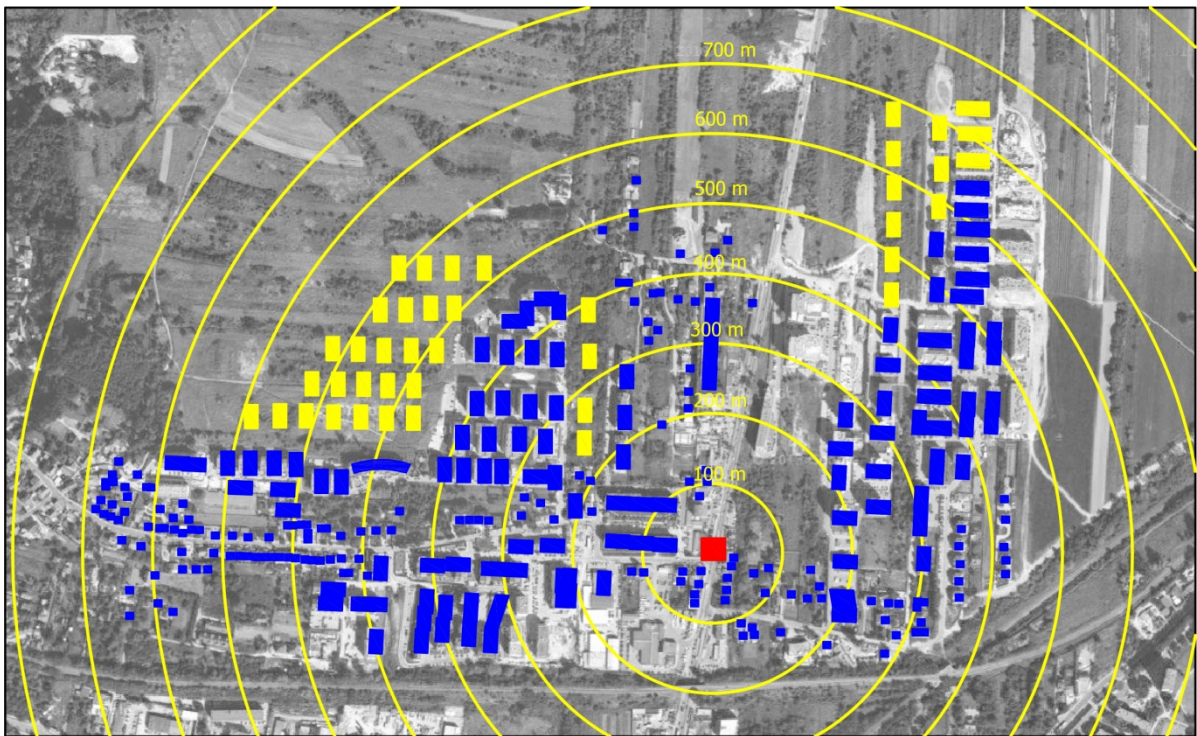
Rys.4.13 Obszar osiedla Górka Narodowa objęty projektem zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Kraków z roku 2013 (opracowanie własne i [82]).

Rozwój osiedla Górka Narodowa według nowego projektu Studium [82] znacząco różni się od obowiązującego dokumentu Studium [108] pod względem intensywności zabudowy i wielkości obszaru zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej. Przede wszystkim rozszerzona została strefa zabudowy oznaczonej jako MW (przeznaczenie terenu jako zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna z dopuszczonymi usługami).

W obszarze analizy dokumenty planistyczne przewidują także powstanie nowej trasy tramwajowej w zachodniej części osiedla, a także lokalizację dwóch parkingów Park&Ride (jeden przy pętli tramwajowej, a drugi przy przystanku kolejowym przy ul. Powstańców).

Analiza osiedla na tym etapie badań, dotyczy wyznaczenia współczynnika dostępności pieszej dla przystanku autobusowego zlokalizowanego przy Al. 29 Listopada - Rys.4.12. Na potrzeby analizy pozostałe przystanki pominięto z uwagi, że skorzystanie z tego przystanku zapewnia obecnie bezpośrednie powiązanie z centrum miasta (z uwagi na układ linii autobusowych). W analizie wyznaczano także w/w wskaźnik dla przypadków ze zwiększającą się intensywnością zabudowy w osiedlu (aż do wartości 20 tys. liczby mieszkańców).

W pierwszym kroku analizy wyznaczano izolinie odległości dojścia pieszego, gdzie punktem centralnym jest przystanek autobusowy na Al. 29 Listopada. Wyznaczono zatem izolinie odległości dojścia pieszego w linii prostej (Rys.4.14) oraz odległości rzeczywiste, mierzone po układzie ulicznym (Rys.4.15).



Rys.4.14 Układ izolinii w linii prostej odległości dojścia do przystanku autobusowego z osiedla Górka Narodowa (przystanek autobusowy oznaczono kolorem czerwonym, stopniowanie izolinii co 100 m, budynki niebieskie - istniejące, budynki żółte - planowane) (opracowanie własne i [103]).



Rys.4.15 Układ izolinii rzeczywistej odległości dojścia po sieci ulicznej do przystanku autobusowego z osiedla Górka Narodowa (przystanek autobusowy oznaczono kolorem czerwonym, stopniowanie izolinii co 100 m, budynki niebieskie - istniejące, budynki żółte - planowane) (opracowanie własne i [103]).



Następnie dla każdego z 86 budynków, wyznaczono ekwiwalentną odległość dojścia pieszego EWD (według wzoru 4.16), który uwzględnia wszystkie podróży pieszej związane z dojściem z miejsca zamieszkania do przystanku autobusowego. W kolejnym etapie wyznaczono prawdopodobieństwo wyboru dojścia pieszego<sup>30</sup> ( $P_w$ ) do przystanku autobusowego dla każdego analizowanego budynku mieszkaniowego (według wzoru 4.17). Do dalszych obliczeń przyjęto, że w pojedynczych blokach czterokondygnacyjnych znajduje się ok. 50 mieszkań, a w zabudowie wysokiej nawet ok. 120. Wartości te są zmienne w zależności od kubatury budynku. Przyjęto także średnią liczbę osób mieszkających w mieszkaniu lub domku jednorodzinny, jako wartość 2,5. W konsekwencji, korzystając ze wzoru 4.18 określono wskaźnik dostępności pieszej WAI dla przystanku autobusowego obsługującego obszar Osiedla Górka Narodowa. Wartości EWD,  $P_w$  oraz WAI dla każdego budynku w obszarze analizy zawarte są w Załącznik 1 1.

Podobną procedurę zastosowano dla prognozowanego wzrostu intensywności zabudowy na osiedlu Górka Narodowa. Elementy składowe tej analizy także zawarte są w Załącznik 1 2 i Załącznik 1 3.

Wartość wskaźnika dostępności pieszej do przystanku autobusowego w stanie istniejącym zagospodarowania przestrzennego osiedla wynosi 79% - oznacza to, że tylko 79% procent mieszkańców, którzy teoretycznie mogą dojść pieszo do stacji, jest skłonnych to zrobić ze względu na przeszkody w dojściu do przystanku (odległość dojścia, liczba przejść przez jezdnię i kolizji z ruchem kołowym). Dla stanu prognostycznego wartość ta wynosi 69%. Rozwój obszaru związany ze wzrostem liczby obiektów mieszkaniowych (czyli także gęstości zaludnienia), wpływa na wydłużenie odległości dojścia do przystanku i obniżenie dostępności pieszej przystanku. Wraz ze wzrostem odległości pojawiają się dodatkowe utrudnienia dla pieszych na drodze pomiędzy miejscem zamieszkania a przystankiem transportu zbiorowego. Każde utrudnienie w dotarciu do przystanku (wydłużenie odległości, punkty konfliktowe z ruchem samochodowym) może spowodować zniechęcenie do wyboru tego środka transportu w podróżach i ewentualną zmianę sposobu podróżowania w kierunku samochodu osobowego.

Wyniki pokazują zatem, że przy planowaniu rozwoju przestrzennego osiedla, należy także tak planować infrastrukturę pieszą i układ ciągów pieszych, aby skracać dystans pomiędzy miejscem zamieszkania, a przystankiem transportu zbiorowego oraz kształtować atrakcyjną i bezpieczną przestrzeń dla pieszych. Równocześnie należy dostosowywać przebieg tras transportu zbiorowego do nowych inwestycji w taki sposób, aby lokalizować przystanki w bliskim sąsiedztwie zabudowy, która generuje znaczącą liczbę podróży. Takie podejście w kształtowaniu osiedla mieszkaniowego i dostosowywanie do niej transportu zbiorowego, może wpływać na lepszy komfort życia mieszkańców i bardziej prawdopodobny wybór środków transportu zbiorowego w podróżach do pracy, niż samochodu osobowego.

#### **4.3. Wybór zmiennych objaśniających model – zmienne charakteryzujące zagospodarowanie przestrzenne**

W Rozdziale 3.1 przeanalizowano zestaw czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej, które mogą w istotny sposób wpływać na podział zadań przewozowych w mieście. Lista czynników wynika z przeglądu literatury i dotyczy integracji zagospodarowania przestrzennego i transportu. Prezentowane zależności odnosiły się do warunków zagranicznych (przykładowo Wielka Brytania, Niemcy, Stany Zjednoczone). Część z opisanych modeli jest trudna do zweryfikowania w warunkach polskich, głównie z powodu braku danych (czynniki socjoekonomiczne), wysokich kosztów stworzenia bazy danych, bądź ze skomplikowanej procedury estymowania zależności.

<sup>30</sup> Przyjęto, że alternatywnym wyborem dotarcia do przystanku jest dojazd samochodem osobowym

Ze względu na możliwość skorzystania z dostępnej bazy danych oraz dotychczasowych badań (na podstawie przeglądu literatury i badań własnych), wybrano kilka czynników, które charakteryzują strukturę funkcjonalno - przestrzenną obszaru analizy lub mają związek z systemem transportowym miasta. Można do nich zaliczyć:

- gęstość zaludnienia,
- stopień wielofunkcyjności,
- stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego,
- lokalizację względem innych jednostek strukturalnych,
- regulacje parkingowe.

W niniejszej pracy zdecydowano się zastosować te miary urbanistyczne i transportowe, które są łatwe do sparametryzowania i wyznaczenia.

**Gęstość zaludnienia** rejonu komunikacyjnego to stosunek liczby mieszkańców rejonu do powierzchni tego rejonu (wyrażonej w hektarach). Czynnik ten wybrano z uwagi na możliwość skorzystania z dostępnej bazy danych, w której każdemu rejonowi komunikacyjnemu przyporządkowano liczbę mieszkańców.

**Stopień wielofunkcyjności** obszaru jest wyrażony poprzez **wskaźnik wewnętrznego zrównoważenia struktury funkcjonalno - przestrzennej**, jako iloraz liczby miejsc pracy w rejonie komunikacyjnym we wszystkich sektorach [ $L_{MP}$ ] do liczby mieszkańców tego rejonu [ $L_M$ ]. Czynnik ten wybrano do analizy, z uwagi na dostępność składowych tego czynnika w bazie danych. Wskaźnik ten będzie analizowany w zakresie od wartości 0 do 0,5 - czyli dla struktur o przeważającej liczbie mieszkańców (osiedli mieszkaniowych). Pozwoli to na analizę zmian wskaźnika dla przypadku, gdy w rejonie o charakterze monofunkcyjnym, pojawiają się w miejsce obiektów mieszkalnych, nowe budynki oferujące miejsca pracy. Obserwacja wzrostu tego wskaźnika pozwoli na uchwycenie szybkości zmian udziału transportu zbiorowego w zależności od stopniowej zmiany funkcji obszaru analizy. Analiza stopnia wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w całym zakresie stosowania (czyli nie tylko dla rejonów o charakterze monofunkcyjnym), z uwagi na bardzo małe wartości korelacji oraz różny zakres (czasami wydaje się nierzeczywisty), nie była rozważana w szczegółowych analizach. Jednakże podjęto próbę dopasowania modelu - graficzne przedstawienie tych zależności wraz z dopasowanym modelem i przedziałami ufności zostały przedstawione w Załącznik 3 1.

**Stopień dostępność do infrastruktury transportu** zbiorowego została określona jako odwrotność sumy średniego czasu dojazdu do przystanku oraz średniego czasu oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego. Wartości te pochodzą z modeli transportowych miast wykonywanych na potrzeby KBR, gdzie sieć transportowa została odwzorowana w oprogramowaniu VISUM [130]. Wartość czasu dojazdu do przystanku w rejonie komunikacyjnym została określona w programie VISUM jako średnia wartość czasu dojazdu ze środka tego rejonu do wszystkich przystanków transportu zbiorowego znajdujących się w jego obszarze. Wartość czasu oczekiwania na pojazd jest zdefiniowana jako przeciętna wartość czasu dojazdu do przystanku oraz czasu oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego w rejonie komunikacyjnym. Czasy te wynikają ze zdefiniowanych parametrów sieci transportu zbiorowego w mieście – układu linii, lokalizacji przystanków względem środka rejonu komunikacyjnego, częstotliwości kursowania.

Czynnik związany z aspektami transportowymi lokalizacji obszaru względem innej jednostki strukturalnej, może być wyrażony za pomocą dwóch parametrów: odległością pomiędzy źródłem a celem podróży lub czasem przejazdu pomiędzy tymi punktami. **Odległość** jest czynnikiem, który wprost wskazujące relacje przestrzenne pomiędzy źródłem a celem podróży. Stwierdzenie, że relacja ta jest bliska, bądź daleka – czyli punkt jest położony bliżej lub dalej, ma wpływ na wybór konkretnego środka transportu. Bardzo często po stwierdzeniu „że coś jest położone blisko”, osoba wybiera się pieszo lub skorzysta z

transportu zbiorowego. Jednak, gdy punkt docelowy położony jest „daleko”, najczęściej osoby wybierają samochód osobowy, jako środek transportu, którym w dogodny sposób można daleką podróż zrealizować. Na czas przejazdu pomiędzy źródłem a celem, nie tylko ma wpływ odległość, ale także przepustowość sieci drogowej, natężenie ruchu i inne. Z tego względu bardziej od odległości, adekwatnym czynnikiem opisującym wzajemne relacje pomiędzy jednostkami urbanistycznymi jest czas przejazdu. **Czas przejazdu** będzie rozważany tylko dla transportu zbiorowego, ponieważ wydaje się, że to czas przejazdu tym środkiem transportu ma najbardziej istotny wpływ na jego wybór. Natomiast czas przejazdu transportem indywidualnym będzie uwzględniony w kolejnym, opisanym poniżej czynniku (uogólniony koszt podróży). Zatem w pracy doktorskiej analizowane będą relacje pomiędzy poszczególnymi rejonami komunikacyjnymi miasta, a obszarem Śródmieścia<sup>31</sup>, w którym zlokalizowanych jest najwięcej celów podróży. Potwierdzają to m.in. wartości w międzyrejonowej więźbie podróży, uzyskanej w ramach KBR dla miast, np. [47][74]. Czynnikiem rozważanym w pracy doktorskiej, będzie zatem czas przejazdu<sup>32</sup> transportem zbiorowym, a także odległość<sup>33</sup> pomiędzy poszczególnymi rejonami komunikacyjnymi a Śródmieściem miasta.

Czynnik związany z **parkowaniem** i regulacjami z tym związanymi został podjęty w pracy doktorskiej w pośredni sposób. Dostępność do miejsc parkingowych jest elementem struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta, natomiast zarządzanie tymi miejscami (w tym nakładanie opłat za parkowanie) można zakwalifikować jako cechę funkcjonalną obszaru na której występuje parkowanie. Na wybór środka transportu przypuszczalnie wpływa możliwość zaparkowania w obszarze o wysokim deficycie miejsc postojowych (a więc i liczba dostępnych miejsc parkingowych). Ten przypadek może rozstrzygać o podjęciu decyzji o odbyciu podróży samochodem osobowym. Jednak analiza tego czynnika wymaga bardzo szczegółowej analizy każdego rejonu komunikacyjnego pod względem oferowanej liczby miejsc parkingowych i deficytu w stosunku do potrzeb. Jeśli analizy miałyby obejmować całe miasto, procedura ta byłaby bardzo pracochłonna. Dodatkowo, jeśli estymowane modele miałyby dotyczyć tylko obszaru Śródmieścia, niezbędne byłyby badania wpływu dostępnej liczby miejsc parkingowych na udział transportu zbiorowego, na dużej próbie miast. Z uwagi na ograniczoną, dostępną bazę danych, takie badania obecnie są bardzo utrudnione. Wydaje się zatem, że uwzględnienie wpływu opłat za parkowanie (co zwiększa tym samym koszt podróży) na podział zadań przewozowych byłoby wystarczające. Jeżeli kierowca ma do wyboru zrealizowanie swojego celu podróży w miejscu, gdzie musi ponieść koszt parkowania, bądź w miejscu, gdzie parkowanie jest bezpłatne, z reguły wybierze tą drugą opcję. Jednak zdarzają się takie sytuacje, gdzie miejsce zrealizowania celu podróży jest przesądzone. Wtedy osoba wybiera ten środek transportu, który według niej jest bardziej atrakcyjny, z uwzględnieniem kilku kryteriów. I taka właśnie sytuacja jest w niniejszej dysertacji rozważana. Czynnikiem wpływu jest koszt parkowania, ujęty w **uogólnionym koszcie podróży** – wyraża on iloraz uogólnionego kosztu podróży transportem

<sup>31</sup> Obszar Śródmieścia na potrzeby pracy obejmuje zbiór rejonów komunikacyjnych, na terenie których występuje płatne parkowanie, organizowane w ramach regulacji parkingowych prowadzonych przez władze miasta. Obszar ten najczęściej pokrywa ściśle centrum miasta.

<sup>32</sup> Czas przejazdu, wyrażony w minutach, liczony z uwzględnieniem parametrów sieci ulicznej. W pracy doktorskiej wartości te wyliczono z modeli transportowych miast wykonanych w oparciu o oprogramowanie VISUM. Sieć transportu indywidualnego uwzględnia długość odcinków sieci drogowej, ich przepustowość oraz prędkości w ruchu swobodnym, ale także wpływ natężenia ruchu na prędkość jazdy. Model sieci transportu zbiorowego obejmuje układ linii transportu zbiorowego, lokalizację przystanków, założone prędkości kursowania, ale także wpływ natężenia ruchu transportu indywidualnego na prędkość jazdy transportu zbiorowego.

<sup>33</sup> Odległość pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem, wyrażona jako długość sieci drogowej pomiędzy źródłem a celem podróży, wyrażona w kilometrach.

indywidualnym, uwzględniającym koszt parkowania (wzór 3.4) do uogólnionego kosztu podróży transportem zbiorowym (wzór 3.6). Iloraz ten będzie globalnym kryterium wyboru środka lokomocji, w sytuacji konieczności odbycia podróży z poszczególnego rejonu komunikacyjnego do obszaru Śródmieścia.

#### 4.4. Estymacja modeli podziału zadań przewozowych dla trzech miast polskich

W podejmowanej próbie estymacji modeli, które pokazywać mają wpływ struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta na funkcjonowanie systemu transportowego, zdecydowano się na estymację modelu wyboru środka transportu w zależności od czynnika charakteryzującego zagospodarowanie przestrzenne. Wybór środka transportu ograniczono do transportu zmotoryzowanego – samochodu osobowego i transportu zbiorowego<sup>34</sup>. Estymowane modele odnoszą się do procentowego udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w okresie doby<sup>35</sup>, na podstawie dostępnej bazy danych dla trzech, dużych miast polskich z wykorzystaniem regresji jednoczynnikowej i wieloczynnikowej (wielorakiej). Obszarem odniesienia jest rejon komunikacyjny, dla którego charakterystyki dostępne są w bazie danych. Częściowe analizy były opisane w publikacjach [28][29][33][34] autorki dysertacji.

##### 4.4.1. Opis obiektu analizy - trzy polskie miasta

Obiektem badań jest miasto i poszczególne jego dzielnice mieszkaniowe, podzielone na rejon komunikacyjny. Rejon komunikacyjny mogą tworzyć osiedla mieszkaniowe, zespoły usługowe lub biurowe, obszary przemysłowe, itd. Granicą rejonu komunikacyjnego są najczęściej naturalne elementy fizjonomii miasta, czyli ulice o wyższej klasie, linie kolejowe, rzeki lub elementy liniowe wynikające z rzeźby terenu.

Analizę przeprowadzono dla miast, dla których dostępna była szeroka baza danych obejmująca: podział miasta na rejon komunikacyjny, liczba mieszkańców i miejsc pracy w rejonie, model transportowy miasta (obejmujący sparametryzowaną sieć ulic i sieć transportu zbiorowego oraz model podróży). Spośród wszystkich miast wstępnie kwalifikujących się do analizy (Warszawa, Kraków, Wrocław, Gdańsk, Płock, Łódź, Bydgoszcz, Olsztyn, Rzeszów, Poznań), wybrano te, dla których wszystkie powyższe wymagania są spełnione. Dla niektórych miast dostępne były tylko wyniki badań ankietowych w gospodarstwach domowych, bez możliwości skorzystania z modeli transportowych (np. Łódź i Olsztyn [76][77]). Dla innych miast, pomimo dostępnego modelu transportowego i wyników ankietowania mieszkańców, liczebność przeprowadzonych ankiet w rejonach komunikacyjnych była bardzo mała (np. Płock [78]). Zdecydowano, że analizie zostaną poddane trzy miasta – Kraków, Wrocław i Gdańsk.

##### *Kraków*

Kraków posiada dość dobrze rozwinięty system transportowy. Bardzo ważnym dla funkcjonowania systemu transportowego miasta jest układ obwodnicowy, który ma za zadanie przenosić ruch tranzytowy i umożliwiać sprawne relacje między odległymi dzielnicami. W układzie możemy wyróżnić I i II obwodnicę wewnętrzną, które służą głównie

---

<sup>34</sup> Uwzględnienie wszystkich środków transportu w podróżach w mieście wymagałaby bardzo skomplikowanych analiz, co przy niskiej próbie ankietowej w wielu rejonach komunikacyjnych, mogłoby okazać się mało wiarygodne.

<sup>35</sup> Okres szczytu porannego i popołudniowego z uwagi na bardzo małą próbę ankietową dla tego okresu, nie mógł być brany pod uwagę. Ponadto nie we wszystkich miastach udało się pozyskać bazę danych przedstawiającą udział środków transportu w podróżach dla okresu szczytowego.

obsłudze ruchu śródmiejskiego. Obwodnica pośrednia (III –w 2/3 zrealizowana) przenosi ruch tranzytowy i międzydzielnicowy, a obwodnica IV (autostradowa – zrealizowana w połowie) obsługuje ruch tranzytowy. Układ ulic obwodnicowy umożliwia częściowe odciążenie ulic promienistych, które powinny obsługiwać dzielnice miasta głównie transportem zbiorowym. System transportu zbiorowego w Krakowie jest także dobrze rozwinięty. Tworzy go system autobusowy i tramwajowy, a także częściowo kolej podmiejska (jednak będąca w zarządzie operatora kolejowego). W ramach rozbudowy systemu transportowego miasta, według dokumentu „Strategia rozwoju Krakowa”[99] oraz „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa” [81], przewiduje się rozbudowę układów obwodnicowych (dokończenie III obwodnicy miasta), skomunikowanie terenów rozwojowych poprzez rozbudowywane i nowe odcinki drogowe, budowę nowych linii tramwajowych (głównie w formule Krakowskiego Szybkiego Tramwaju<sup>36</sup>), rozbudowę infrastruktury transportu zbiorowego (np. modernizację infrastruktury transportu zbiorowego – terminale autobusowe, pasy autobusowe i autobusowo-tramwajowe) oraz rozbudowę sieci dróg rowerowych wraz z lokalizacją nowych punktów ich wypożyczenia. Plany zawarte w dokumencie Studium [81] przewidują także powstanie (w dalszej, jeszcze nie określonej perspektywie) systemu metra, gdzie linie mają połączyć cztery części miasta (w rejonie Nowej Huty, Bieżanowa, Bronowic oraz Ruczaju). W ramach polityki transportowej przewiduje się dalsze, znaczne ograniczenia ruchu w centrum, a także inwestycje w system parkingów przesiadkowych Park&Ride, głównie przy pętlach tramwajowych i autobusowych, zlokalizowanych na obrzeżach miasta.

Struktura funkcjonalno - przestrzenna Krakowa rozwijała się wokół historycznie ukształtowanego centrum. W epoce przemysłowej i lat powojennych, we wschodniej i południowej części miasta rozwijały się obszary przemysłowe. Wspomniana już dzielnica Nowa Huta (kiedyś oddzielne miasto), której struktura funkcjonalno - przestrzenna rozwijała się w myśl zasady osiedla socrealistycznego i tzw. miasta ogrodu, tworzy niejako subcentrum dla kilku dzielnic położonych we wschodniej części Krakowa. W zakresie rozwoju zagospodarowania przestrzennego<sup>37</sup> projekt zmiany „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa” [81] przewiduje tworzenie policentrycznych struktur funkcjonalno-przestrzennych, co oznacza ograniczanie niekontrolowanemu rozpraszaniu zabudowy na rzecz wykorzystania istniejących rezerw terenowych przeznaczonych do zagospodarowania, a także działania rehabilitacyjne i rewitalizacyjne na terenach zdegradowanych i przeznaczenie ich na nowe funkcje. W mieście przewiduje się zatem powstanie nowych ośrodków rozwoju gospodarczego (w Nowej Hucie i dzielnicy Płaszów-Rybitwy), a także rozwój istniejących już ośrodków. Przewiduje się także powstanie nowych centrów handlowych, których lokalizacja w każdej dzielnicy Krakowa ma wpłynąć na skrócenie czasu podróży z domu do miejsc handlowych i rozrywkowych (co wpłynąć ma na redukcję zanieczyszczenia atmosfery). Głównym celem polityki mieszkaniowej jest rehabilitacja zabudowy osiedlowej wysokiej intensywności (głównie w

<sup>36</sup> Krakowski Szybki Tramwaj – inwestycja tramwajowa działająca w oparciu o System Sterowania Ruchem, mający na celu zapewnienie możliwe największego priorytetu na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną oraz eliminacji kolizji z ruchem samochodowym poprzez wydzielone torowiska. System Sterowania Ruchem ma na celu zredukować do minimum czas oczekiwania na zezwolenie na wjazd na skrzyżowanie, zwiększyć płynność przejazdu i skrócić czas przejazdu na linii. Obecnie w systemie tym funkcjonuje w Krakowie linia numer 50 (Krowodrza Górka – Kurdwanów) – źródło: <http://www.zikit.krakow.pl>

<sup>37</sup> Analiza rozwoju struktury funkcjonalno - przestrzennej w Krakowie opiera się o projekt dokumentu „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Krakowa”[81], który na dzień zakończenia pracy doktorskiej jest na etapie rozpatrywania uwag po wyłożeniu do publicznego wglądu. Nie analizuje się dokumentu obowiązującego „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa”[108], gdyż rozstrzygnięcia dotyczące rozwoju przestrzennego pochodzą z roku 2003 r. i znacząco odbiegają od obecnych tendencji rozwoju.

północnych oraz południowo-wschodnich osiedlach mieszkaniowych), stworzenie warunków sprzyjających budowie centrów lokalnych i miejsc publicznych na terenach o niskiej intensywności zabudowy (domki jednorodzinne), oraz ochrona przestrzeni publicznych i terenów zielonych wewnątrz osiedli.

### ***Wrocław***

Wrocław współtworzy aglomerację wrocławską. Układ transportowy miasta jest równie dobrze rozwinięty jak w Krakowie. Posiada trzy obwodnice, każda spełniająca inną rolę. Obwodnica pośrednia i zewnętrzna nie jest do końca zrealizowana. Wynika to z istnienia barier fizjograficznych rzeki Odry, jej dorzeczy i innych cieków wodnych, co poniekąd tworzy jego specyficzną strukturę urbanistyczną. System transportu zbiorowego jest dobrze zorganizowany – tworzy go system autobusowy i tramwajowy. Układ przestrzenny miasta charakteryzuje się koncentrycznym rozwojem wokół historycznego centrum. W strukturze miasta nie istnieje jednak tak wyodrębnione subcentrum jak Nowa Huta w Krakowie. Centrum miasta w okresie II wojny światowej zostało bardzo zniszczone. Rozwój przemysłu na obrzeżnych częściach miasta spowodował, że większość środków finansowych, która powinna pójść na odbudowę centrum, musiała być przeznaczana na realizację budynków mieszkaniowych dla napływającej fali osiedleńczej. Rezygnowano z wyposażenia osiedli w podstawowe usługi, co skutkuje monofunkcyjną strukturą osiedli mieszkaniowych aż do dzisiaj.

W ramach krajowych połączeń drogowych przewiduje się dokończenie układu obwodnicowego miasta (głównie autostradowego i ekspresowego), co wyeliminować ma ruch tranzytowy z układu wewnętrznego. W ramach rozbudowy systemu transportu zbiorowego przewiduje się uzupełnienie odcinków tras tramwajowych w Śródmieściu miasta, a także budowę nowych odcinków tras w szczególności w kierunku północno-wschodnim (os. Psie Pole). Polityka parkingowa miasta stawia za cel powstanie parkingów w systemie Park&Ride przy trasach wlotowych do miast oraz rejonach pętli tramwajowych.

W ramach rozwoju gospodarki mieszkaniowej we Wrocławiu przewiduje się uzupełnianie zabudowy w ramach istniejących osiedli i kompleksów zabudowy. Przewiduje się także dążenie do wykreowania różnorodnych i zharmonizowanych ze sobą form zamieszkania, poprzez zapewnienie wysokiej jakości wyposażania osiedli mieszkaniowych w formy usługowe i rozrywkowe. W dokumencie tym zaleca się tworzenie niewielkich osiedli mieszkaniowych o zróżnicowanej funkcji, które tworzyć mają niewielkie enklawy (zabudowę kameralną) o wysokiej intensywności zabudowy wokół lokalnego ośrodka usługowego oraz wysokiej dostępności do infrastruktury transportu kołowego i pieszego (głównie w północno-wschodniej części miasta w dzielnicy Psie Pole oraz północnej części miasta na os. Rędziny). Planuje się także powstanie zabudowy jednorodzinnej głównie na obszarach peryferyjnych, których lokalizację cechują walory krajobrazowe (np. w północnej części miasta - tzw. Nowe Świniary).

### ***Gdańsk***

Gdańsk, z uwagi na ograniczenia fizjograficzne, ma całkowicie inną strukturę przestrzenną niż Kraków i Wrocław. Struktura urbanistyczna rozwijała się pasmowo, wzdłuż wybrzeża. Z tego względu obraz więzby ruchu jest wyraźnie inny niż w przypadku pozostałych dwóch miast. Sieć ulic miasta jest nieco mniej rozwinięta, niż w przypadku Krakowa i Wrocławia. Sieć rzek i kanałów w mieście powoduje szereg komplikacji w realizacji inwestycji drogowych i transportu zbiorowego. W przypadku Gdańska nie ma zastosowania układ obwodnicowy, lecz układ ulic, zbierających ruch od wybrzeża do drogi ekspresowej S6 i S7, stanowiącej niejako południowe obejście miasta. System transportu zbiorowego w Gdańsku

zapewnia dużo szerszą ofertę, niż w pozostałych miastach. Stanowią go systemy autobusowe, tramwajowe i Szybkiej Kolei Miejskiej w Trójmieście.

Strukturę przestrzenną miasta tworzą osiedla mieszkaniowe, które rozwijały się głównie wokół zakładów przemysłowych i stoczniowych. Część obszarów poprzemysłowych poddano rewitalizacji, ich miejsce zastępują galerie handlowe i zabudowa mieszkaniowa. Jednak wciąż istnieją tereny poprzemysłowe wymagające powtórnego zagospodarowania i rehabilitacji.

W ramach rozwoju systemu transportowego miasta, przewiduje się (wg dokumentu [106]) przede wszystkim budowę nowych mostów na Kanale Kaszubskim (obecnie zrealizowano jeden z dwóch planowanych połączeń mostowych na tzw. Trasie Sucharskiego) wraz z budową odcinków drogowych w klasie ulicy G, a także budowę nowych odcinków drogowych o klasie G i Z mającej na celu realizację połączeń odległych dzielnic miasta. W planach rozbudowy układu drogowego zauważa się dążenie do realizacji odcinków drogowych o wysokiej klasie i przekrojach dwujezdniowych (np. tzw. Droga Zielona i Trasa Sucharskiego – klasa G lub GP o przekroju dwujezdniowym, biegnąca wzdłuż nadbrzeża), zlokalizowanych jednak w dosyć bliskim sąsiedztwie Śródmieścia. W ramach rozbudowy systemu transportu zbiorowego przewiduje się rozwój systemu tramwajowego i tramwaju dwusystemowego funkcjonującego razem z SKM. W dokumencie tym także przywiązuje się znaczącą uwagę na rozwój systemu Park&Ride, Kiss&Ride<sup>38</sup> i Bike&Ride<sup>39</sup>, gdzie parkingi te będą zlokalizowane przy przystankach SKM oraz istniejących i nowoprojektowanych przystankach tramwajowych i budynkach dworcowych.

Jako główny kierunek rozwoju zagospodarowania przestrzennego miasta przewiduje się (wg dokumentu [106]) zagospodarowanie wolnych przestrzeni w istniejących strukturach urbanistycznych, co wpłynie na zwiększenie gęstości zaludnienia w obszarze. Struktura funkcjonalno-przestrzenna zainwestowanej części miasta będzie podlegała jedynie przekształceniom dotyczącym funkcji obszaru, co wiąże się z restrukturyzacją terenów poprzemysłowych, powojkowych i pokolejowych w Śródmieściu i innych dzielnicach. Najważniejsze wolne przestrzenie inwestycyjne znajdują się w Śródmieściu, które posiadają najwyższy walor lokalizacyjny. Na tych terenach przewiduje się powstanie obiektów o funkcjach usługowych i mieszkaniowych. W pozostałych starych dzielnicach miasta będzie dążyło się do przekształcenia istniejących struktur, obecnie w większości funkcjonującej jako głównie skupione na mieszkalnictwie<sup>40</sup>.

Poniżej przedstawiono podstawowe parametry określające charakter miasta pod względem transportowym i strukturalno-przestrzennym [Tab. 4.6].

<sup>38</sup> Kiss&Ride – system polegający na krótkiej możliwości zatrzymania się (najczęściej do 5 min) przy obiektach dworcowych, przystankowych, bądź pętlach transportu zbiorowego (najczęściej w strefach o ograniczonym parkowaniu) w celu wysadzenia pasażera, który następnie kontynuuje swoją podróż transportem zbiorowym [102].

<sup>39</sup> Bike&Ride – system polegający na dojeździe do przystanku, pętli lub dworca transportu zbiorowego rowerem, pozostawienie go na parkingu rowerowym i kontynuowanie podróży środkami transportu zbiorowego [102].

<sup>40</sup> Polityka planistyczna przedstawiona w dokumencie „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Gdańsk” przedstawia opinię, że obszary o wysokiej intensywności przeznaczone są dla ludzi uboższych. Z uwagi na efektywności finansowe transport zbiorowy jest lepiej zorganizowany w strukturach o wysokiej intensywności, a więc jest i lepiej dostępny. Lepsza dostępność wpływać może na większy udział podróży odbywanych tym środkiem transportu. Z tego względu poniekąd dokument Studium wpływa na postrzeganie transportu zbiorowego jako takiego, który przeznaczony jest dla ludzi o mniejszych dochodach, a więc jest mniej atrakcyjny i komfortowy. Z uwagi na mniejszą efektywność finansową funkcjonowania transportu zbiorowego w obszarach o niższej intensywności zabudowy, mieszkańcy wybierają częściej w swoich podróżach samochód osobowy, co kształtuje ich opinię o przewadze tego środka transportu nad transportem zbiorowym. Zatem z uwagi na kształtowanie pozytywnego postrzegania przez mieszkańców transportu zbiorowego, nie jest poprawnym działaniem demonizowanie zabudowy o wysokiej intensywności, jako skierowanie jej dla osób o niskich dochodach i niskim statusie społecznym.

Tab. 4.6 Dane demograficzne i transportowe miast – Kraków, Wrocław i Gdańsk<sup>41</sup>.

Miasto	Dane demograficzne				Podział zadań przewozowych [%]			
	Liczba mieszkańców	Liczba osób pracujących	Powierzchnia miasta [km <sup>2</sup> ]	Średnia gęstość zaludnienia [os/ha]	Transport indywidualny	Transport zbiorowy	Pieszo	Rower
Kraków	721 120	447 618	327	22	27	43	29	1
Wrocław	608 000	317 640	295	21	42	35	19	4
Gdańsk	443 830	204 180	210	21	39	38	21	2

Zauważyć należy, że każde z tych miast posiada podobną średnią wartość gęstości zaludnienia, mimo, że obszarowo i demograficznie znacznie się od siebie różnią.

W ramach tworzenia modelu transportowego miasta [47][74][75][94], każde z miast zostało podzielone na rejony komunikacyjne<sup>42</sup>. Kraków został podzielony na 265 rejonów komunikacyjnych, Wrocław na 309, a Gdańsk na 150 rejonów. Na potrzeby dysertacji wskazano rejony wchodzące w skład Śródmieścia, biorąc pod uwagę zasięg obszaru płatnego parkowania. W Krakowie obszar Śródmieścia składa się z rejonów komunikacyjnych o numerach od 1 do 19. We Wrocławiu rejon Śródmieścia tworzą rejonu komunikacyjne o następujących numerach: 13, 45, 85, 113, 177, 178, 256, 257, 258, 259, 266 i 267. W Gdańsku Śródmieście podzielone jest na rejony komunikacyjne o numerach od 1101 do 1107. Podział miast na rejony komunikacyjne, z zaznaczonym obszarem Śródmieścia, znajduje się w Załącznik 2.2 1 - Załącznik 2.2 3.

#### 4.4.2. Opis zastosowanej bazy danych i próby badawczej

Bazę danych wykorzystaną do estymacji modelu podziału zadań przewozowych, obejmującą trzy składowe, pozyskane z różnych źródeł.

Pierwszą z nich są dane źródłowe pozyskane w wyniku przeprowadzania badań ankietowych w gospodarstwach domowych, które dostarczają informacji, m. in. o podziale zadań przewozowych. Pozyskane informacje o rodzaju środka transportu wykorzystanego do odbycia podróży dotyczyły następującej liczby podróży<sup>43</sup>:

- w Krakowie – ok. 35,7 tys.,
- we Wrocławiu – ok. 4,8 tys.,
- w Gdańsku – ok. 21 tys..

Pomimo, że próba dla Wrocławia jest bardzo mała, to jednak oparto się na niej z uwagi na brak możliwości skorzystania z innej bazy danych.

Drugą składową niezbędną do stworzenia bazy danych wykorzystanej w estymacji modelu, są informacje o rejonach komunikacyjnych dotyczące liczby mieszkańców oraz struktury zatrudnienia. Informacje takie najczęściej zbierane są na etapie tworzenia operatu losowania próby, bazując na informacji PESEL.

Trzecią składową stanowią symulacyjne modele transportowe miast, najczęściej wykonywane w oprogramowaniu VISUM [130]. Taki model uwzględnia szereg informacji o

<sup>41</sup> Dane te pochodzą z opracowań kompleksowych badań ruchu wśród mieszkańców oraz symulacyjnych modeli transportowych tych miast [47][74][75][94]

<sup>42</sup> Rejon komunikacyjny – wyodrębniony obszar miasta, charakteryzujący się jednorodnym zachowaniem transportowym, związanym z rodzajem zabudowy znajdującej się w jego granicach, np. zespoły mieszkaniowe, przemysłowe, usługowe. Wielkość rejonu komunikacyjnego zależy od wielkości miasta i szczegółowości modelowania podróży.

<sup>43</sup> Do analiz wzięto tylko te wywiady ankietowe, które były kompletne pod względem udzielonych odpowiedzi



sieci transportowej oraz zachowaniach transportowych mieszkańców. Z modeli tych, na potrzeby analizy, uzyskano następujące informacje:

- dla rejonów komunikacyjnych –powierzchnie, średnie czasy dojścia/odejścia do/od przystanku, średnie czasy oczekiwania na pojazd,
- dla sieci ulicznej – m.in. długość odcinków, a w konsekwencji odległości pomiędzy środkiem wszystkich par rejonów komunikacyjnych oraz prędkość na odcinku,
- dla systemu transportu zbiorowego – m.in. przebieg tras, lokalizację przystanków, częstotliwość kursowania, prędkości przejazdu odcinka trasy,
- po procedurze rozkładu ruchu w sieci uzyskano macierze czasów podróży transportem indywidualnym i zbiorowym pomiędzy wszystkimi parami rejonów komunikacyjnych.

Po przygotowaniu kompletnej bazy danych dla trzech miast polskich (baza ta zawarta jest w Załączniku 2) dokonano jej modyfikacji ze względu jej przydatności dla celów dalszych analiz, poprzez usunięcie rejonów z pierwotnej bazy danych, dla których:

- nie przeprowadzono żadnego wywiadu ankietowego oraz takich, dla których liczba pozyskanych ankiet była mniejsza niż 10 (z uwagi na reprezentatywność próby w rejonie)<sup>44</sup>,
- nie analizowano rejonów komunikacyjnych włączonych w obszar Śródmieścia, z uwagi na zastosowane czynnika odległości do centrum/subcentrum oraz uogólnionego kosztu podróży (związanego z opłatami za parkowanie).

W efekcie liczba analizowanych rejonów komunikacyjnych (jako próba badawcza) zmniejszyła się do:

- w Krakowie – 219 rejonów komunikacyjnych (29,1 tys. podróży),
- we Wrocławiu – 122 rejonów komunikacyjnych (3,0 tys. podróży),
- w Gdańsku – 125 rejonów komunikacyjnych (18,6 tys. podróży).

W Załącznik 2.3 1 - Załącznik 2.3 3 znajduje się baza danych przed i po modyfikacjach opisanych powyżej, a w Załącznik 2 1 także parametry niezbędne do wyznaczenia uogólnionego kosztu podróży.

#### 4.4.3. Estymacja jedno i wieloczynnikowego modelu podziału zadań przewozowych

Estymacja modeli podziału zadań przewozowych w podróżach zmotoryzowanych będzie wykonywana dwuetapowo. W pierwszym etapie będą to jednoczynnikowe modele regresji, a w drugim etapie - modele wieloczynnikowe, które dają możliwość stwierdzenia, czy poprawia się jakość predykcji modelu. Estymowane modele kwantyfikują wpływ analizowanych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na zachowania transportowe mieszkańców, co pozwala przewidywać udziały poszczególnych środków lokomocji w podróżach odniesione do konkretnych sytuacji - jest to istotne dla planistów i projektantów.

Przy procedurze dopasowania modelu regresji, skorzystano z oprogramowania do analiz statystycznych Statgraphic [97].

Na etapie poszukiwania modeli, które w najlepszy sposób przedstawiają analizowane zależności, rozważono zarówno modele regresji nieliniowej, jak i liniowej. Modele nieliniowe pokazujące zależność udziału transportu zbiorowego od czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej były bardzo podobne do modeli liniowych (m.in. pod względem wartości błędów i współczynnika korelacji). Z uwagi na to, że modele nieliniowe nie polepszały

<sup>44</sup> Wartość tą przyjęto w oparciu o następującą zasadę – dla każdego miasta wyznaczono średnią wartość liczby przeprowadzanych wywiadów ankietowych w rejonie, a następnie obliczono połowę tej wartości. Założono, że w każdym mieście założona minimalna liczba wykorzystywanych w dalszych analizach wywiadów ankietowych w rejonie będzie taka sama. Najmniejszą wartość uzyskano dla Wrocławia, tj. 7. Dla uproszczenia analizy przyjęto wartość 10.

jakości modeli liniowych, ostatecznie analizowano modele regresji liniowej. Także ze względu na to, że w analizach badawczych powinno dążyć się do możliwego upraszczania zależności, aby były one łatwe do zastosowania.

W celu wykonania analizy metodą regresji liniowej, konieczne jest jednak poznanie typu rozkładu, jakiemu podlegają dane. Zastosowanie regresji liniowej wymaga, aby przebieg (kształt) wykresu częstości względnych w kolejnych klasach zmienności danych (tzw. histogramu) posiadał cechy rozkładu normalnego. W tym celu, dla każdego czynnika wpływu charakteryzującego strukturę przestrzenną, w każdym z analizowanych miast, przeprowadzono taką analizę.

Dla większości czynników wpływu, można przyjąć ze zgrubnym przybliżeniem, że dane podlegają rozkładowi normalnemu (wykresy histogramu częstości dla każdego czynnika, w każdym analizowanym mieście zawarto w Załącznik 4.1 1). Jedyne czynniki wpływu związane z gęstością zaludnienia w Krakowie, bliższe są rozkładowi wykładniczemu. Pomimo tego zdecydowano się wykorzystać te dane do estymacji modelu regresji liniowej.

### ***Regresja liniowa jednoczynnikowa***

Założono równanie regresji liniowej prostej, w postaci:

$$Y = a_0 + a_i * X_i \quad (4.19)$$

gdzie:

- Y – zmienna objaśniana – udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych rozpoczynanych w rejonie komunikacyjnym w ciągu doby,
- X<sub>i</sub> - zmienna objaśniająca – czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej charakteryzujące rejon komunikacyjny lub relacje pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem,
- a<sub>0</sub>, a<sub>i</sub> – współczynniki modelu regresji, gdzie i = 1,2,...

Ocena jakości dopasowanego modelu regresji, określającego procentowy udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych, została wykonana (na poziomie istotności 0,05) z uwzględnieniem: wartości współczynnika korelacji (R)<sup>45</sup>, współczynnika determinacji (R<sup>2</sup>), standardowego błędu estymacji (standard error of estimate – SE<sub>E</sub>)<sup>46</sup>, średniego błędu bezwzględnego (mean absolute error - MAE)<sup>47</sup>, a także statystyki testu Durbin – Watsona<sup>48</sup> oraz wykresu rozrzutu reszt w funkcji wartości przewidywanych<sup>49</sup>.

---

<sup>45</sup> Współczynnik korelacji wg Pearsona, wyrażona jako iloraz kowariancji i iloczynu odchyłeń standardowych zmiennych X i Y. Jako interpretację współczynnika korelacji przyjmuje się następujący podział: dla R<0,2 brak związku między zmiennymi, R = 0,2-0,4 – zależność wyraźna, R=0,4-0,6 – zależność istotna, R=0,6-0,8 – zależność znaczna, R=0,8-0,9 – zależność bardzo duża, R=0,9-1,0 – zależność pełna. [43]

<sup>46</sup> Standardowy błąd estymacji (standard error of estimate) – stanowi ogólną miarę dokładności aproksymacji rzeczywistej zależności przyjętym modelem; parametr określa odchylenie standardowe rozproszenia wszystkich punktów wokół regresji. Jednostka błędu jest jednostką w jakiej wyrażony jest dany czynnik charakteryzujący strukturę przestrzenną. [16]

<sup>47</sup> Średni błąd bezwzględny (mean absolute error) – stopień rozproszenia punktów wokół regresji; jest to średnia wartość reszt lub inaczej średni błąd, jakiego można oczekiwać przy predykcji. Jednostka błędu jest jednostką w jakiej wyrażony jest dany czynnik charakteryzujący strukturę przestrzenną.[16]

<sup>48</sup> Statystyka Durbin-Watsona (DW) pozwala ocenić, czy istnieją korelacje między resztami. Im mniejsza wartość DW, tym silniejsze korelacje – co oznacza mniejsze zaufanie do stosowanej analizy statystycznej. Przyjmuje się, że wartość DW<1,4 oznacza istotną korelację pomiędzy resztami.[16]

Przy zastosowaniu metody regresji może zdarzyć się, że pojedyncze obserwacje wyraźnie odbiegają od obserwowanego trendu pozostałych. Te nietypowe, odstające obserwacje, mogą zniekształcić rezultaty analizy. Z ilościowej oceny stopnia, w jakim dana obserwacja jest odstająca od pozostałych, możemy skorzystać posługując się przykładowo metodą reszty studentyzowanej (Studentized Residual – SRES<sup>50</sup>). Jest to parametr wyznaczany na podstawie wartości  $h_{ii}$  (tzw. obserwacja wiążąca<sup>51</sup>),  $e_i$  (błąd obserwacji – reszta) oraz sumy kwadratów (Sum of Squares of estimate -  $MS_E$ ), według wzoru:

$$SRES_i = \frac{e_i}{\sqrt{MS_E \cdot (1 - h_{ii})}} \quad (4.20)$$

W analizie graficznej i jakościowej dopasowanych modeli analizy regresji jednoczynnikowej, zaobserwowano kilkanaście obserwacji, dla których reszta studentyzowana wartość większą niż 3. Z uwagi na możliwość wpływu tych obserwacji na zniekształcenie modelu, zdecydowano się usunąć te obserwacje z analizy. Na graficznym przedstawieniu estymowanych modeli obserwacje te są zaznaczone czerwonym symbolem „X”.

W analizie regresji liniowej jednoczynnikowej i wielorakiej, zmienna Y oznacza procentowy udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych, które rozpoczynają się w analizowanym rejonie komunikacyjnym. Zmienna X, oznaczona literą (skrót) oznacza:

- G – gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego [os/ha],
- W – stopień wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego [ $L_{MP}/L_M$  - liczba miejsc pracy/liczba mieszkańców]<sup>52</sup>,
- D – stopień dostępności<sup>53</sup> do infrastruktury transportu zbiorowego w rejonie komunikacyjnym [1/min],
- O – średnia odległość po sieci drogowej pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem [km],
- $T_{PTZ}$  – czas przejazdu transportem zbiorowym pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem [min],
- $U_{KP}$  – ilorazu uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i uogólnionego kosztu podróży transportem zbiorowym pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem [-].

<sup>49</sup> Założenie homoscedastyczności, czyli jednakowego rozproszenia – jeśli wykres rozrzutu reszt (np. dla wartości przewidywanej lub wartości zmiennej niezależnej) jest jednakowo rozproszony, oznacza to, że dla dowolnej wartości zmiennej losowej X obserwacje Y mają tę samą wariancję, co wiąże się z precyzją oszacowania zależności. [16]

<sup>50</sup> Reszta studentyzowana wskazuje, o ile odchylenie standaryzowanych obserwacji  $y_i$  oddalona jest od modelu regresji wyznaczonego bez udziału tej obserwacji. Jeżeli  $|SRES_i| > 3$ , to należy rozważyć, czy daną obserwację nie należy usunąć z analizy. [16]

<sup>51</sup>  $h_{ii}$  - elementy diagonalny macierzy h, transformującej wektor wartości zaobserwowanych w wektor wartości na prostej regresji; element ten wskazuje o ile zmieniłyby się estymowane współczynniki po usunięciu danej obserwacji. Im większa jest wartość tego elementu, tym bardziej i-ta obserwacja jest odległa od centrum pozostałych obserwacji (czyli od wartości średniej zmiennych niezależnych) [16]

<sup>52</sup> Dla czynnika opisującego stopień wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego rozpatrzono przypadek do wartości 0,5 [ $L_{MP}/L_M$ ].

<sup>53</sup> Stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego - czynnik ten uwzględnia odwrotność sumy średniego czasu dojazdu do przystanku i średniego czasu oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego; wyraża on zatem pogarszającą się dostępność do infrastruktury transportu zbiorowego, gdy średni czas dojazdu do przystanku lub średni czas oczekiwania na pojazd się wydłuża.

Wyniki analizy regresji liniowej jednoczynnikowej (wykonane na poziomi ufności 0,95) przedstawiono w Tab. 4.7, Tab. 4.8, Tab. 4.9.

Na tym etapie analizy dokonano także oceny istotności współczynników oraz przyjętego modelu regresji liniowej. Jako parametr oceny istotności modelu regresji skorzystano ze statystyki testu, która przedstawia stosunek oszacowania wariancji modelu do zmienności reprezentowanej wariancją błędów (reszt). Statystyka ta ma rozkład F - Snedecora (Fischera) [16]. Im większa jest wartość statystyki testu (co oznacza mniejszy odpowiadający jej poziom prawdopodobieństwa – oznaczany symbolem P - Value „F”), tym istotność przyjętego modelu jest wyższa. Natomiast istotność współczynników regresji możemy wyznaczyć porównując wartość współczynnika  $b_i$ <sup>54</sup> z niedokładnością jego wyznaczenia mierzoną odchyleniem standardowym  $s_{b_i}$ <sup>55</sup>. Z uwagi na to, że współczynniki  $b_i$  mają rozkład normalny, to statystyka ta pochodzi z rozkładu t - Studenta. Im większa jest wartość statystyki testu (co oznacza mniejszy odpowiadający jej poziom prawdopodobieństwa – oznaczany symbolem P - Value „t”), to istotność analizowanego współczynnika regresji jest wyższa. Przyjmuje się, że jeżeli poziom prawdopodobieństwa statystyki testu P - Value „F” lub P - Value „t” jest mniejszy od wartości 0,05, to model lub współczynnik modelu jest statystycznie istotny. Współczynniki regresji liniowej oraz modele regresji liniowej nieistotne statystycznie (na poziomie istotności 0,05), zostały zaznaczone kolorem czerwonym w poniższych tabelach. W poniższych tabelach wytłuszczono kolorem zielonym także te modele, które z uwagi na pozytywny test istotności dla współczynników regresji, dość wysoką wartość współczynnika korelacji, stosunkowo niską wielkość błędów oraz pozytywny wynik testu DW, w najlepszy sposób przedstawiają analizowane zależności.

Tab. 4.7 Wyniki analizy regresji liniowej dla udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w zależności od pojedynczego czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej rejonu komunikacyjnego dla Krakowa (opracowanie własne).

X	wsp. modelu "a <sub>0</sub> "	P-value "t" dla a <sub>0</sub>	wsp. modelu "a <sub>1</sub> "	P-value "t" dla a <sub>1</sub>	P-value "F"	R	Sila korelacji*	R <sup>2</sup> [%]	SE <sub>E</sub> [**]	MAE [**]	DW [***]	n****
<b>G</b>	<b>52,1</b>	0,0000	<b>0,07</b>	0,0000	0,0000	0,34	<b>I</b>	12	12,3	8,9	1,9	219
<b>W&lt;0,5</b>	<b>69,2</b>	0,0000	<b>-45,5</b>	0,0000	0,0001	-0,37	<b>I</b>	14	12,7	9,6	1,7	113
<b>D</b>	54,9	0,0000	<b>7,7</b>	0,6604	0,6604	0,03	BZ	0,1	13,2	10,1	1,7	219
O	61,2	0,0000	-0,7	0,0010	0,0010	-0,22	W	5	13,3	10,2	1,7	
T <sub>PTZ</sub>	64,1	0,0000	-0,2	0,0000	0,0010	-0,27	W	7	12,9	10	1,8	
U <sub>KP</sub>	34,2	0,0000	5,7	0,0004	0,0040	0,24	W	6	12,7	9,8	1,9	

\*Siła korelacji: BZ – brak związku, W – zależność wyraźna, I – zależność istotna, Z – zależność znaczna. \*\*Jednostką błędu jest jednostka estymowanego modelu – w tym wypadku [%].

\*\*\*Parametr bezwymiarowy. \*\*\*\*Liczebność próby.

<sup>54</sup>  $b_i$  – wektor współczynników regresji jest realizacją wielowymiarowej zmiennej losowej [16]

<sup>55</sup>  $s_{b_i}$  – błąd standardowy oceny współczynnika regresji  $b_i$ , wariancja empiryczna  $s_{b_i}^2$  jest odpowiednim elementem przekątnej macierzy  $s_b$

Tab. 4.8 Wyniki analizy regresji liniowej dla udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w zależności od pojedynczego czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej rejonu komunikacyjnego dla Wrocławia (opracowanie własne).

X	wsp. modelu "a <sub>0</sub> "	P-value "t" dla a <sub>0</sub>	wsp. modelu "a <sub>1</sub> "	P-value "t" dla a <sub>1</sub>	P-value "F"	R	Sila korelacji*	R <sup>2</sup> [%]	SE <sub>E</sub> [**]	MAE [**]	DW [***]	n****
<b>G</b>	<b>37,7</b>	0,0000	<b>0,09</b>	0,0001	0,0001	0,35	W	12	19,4	15,2	1,9	122
<b>W<sub>≤0,5</sub></b>	41	0,0000	<b>20,4</b>	0,4220	0,4216	0,09	BZ	1	20,2	15,6	2	84
<b>D</b>	<b>8,7</b>	0,4020	181,7	0,0005	0,0005	0,31	W	10	19,7	15,1	1,8	122
O	53,6	0,0000	-1,5	0,0165	0,0165	-0,22	W	5	20,2	15,6	1,9	
<b>T<sub>PTZ</sub></b>	<b>59,9</b>	0,0000	<b>-0,36</b>	0,0019	0,0019	-0,28	W	8	19,9	15,3	1,9	
<b>U<sub>KP</sub></b>	<b>7,3</b>	0,5216	26,1	0,0010	0,0010	0,29	W	8	19,8	15,5	1,8	

\*Siła korelacji: BZ – brak związku, W – zależność wyraźna, I – zależność istotna, Z – zależność znaczna. \*\*Jednostką błędu jest jednostka estymowanego modelu – w tym wypadku [%].

\*\*\*Parametr bezwymiarowy. \*\*\*\*Liczebność próby.

Tab. 4.9 Wyniki analizy regresji liniowej dla udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w zależności od pojedynczego czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej rejonu komunikacyjnego dla Gdańska (opracowanie własne).

X	wsp. modelu "a <sub>0</sub> "	P-value "t" dla a <sub>0</sub>	wsp. modelu "a <sub>1</sub> "	P-value "t" dla a <sub>1</sub>	P-value "F"	R	Sila korelacji*	R <sup>2</sup> [%]	SE <sub>E</sub> [**]	MAE [**]	DW [***]	n****
<b>G</b>	<b>37,7</b>	0,0000	<b>0,14</b>	0,0000	0,0000	0,48	<b>I</b>	23	12,5	10,0	1,4	125
<b>W<sub>≤0,5</sub></b>	44,5	0,0000	<b>12,9</b>	0,4426	0,4426	0,09	BZ	1	13,9	10,4	1,5	74
<b>D</b>	<b>12,8</b>	0,0010	<b>120</b>	0,0000	0,0000	0,61	<b>Z</b>	37	11,3	8,7	1,7	125
O	56,5	0,0000	-1,5	0,0000	0,0000	-0,44	<b>I</b>	19	12,8	10,1	1,3	
<b>T<sub>PTZ</sub></b>	<b>65,3</b>	0,0000	<b>-0,56</b>	0,0010	0,0000	-0,58	W	34	11,6	9,4	1,6	
<b>U<sub>KP</sub></b>	<b>-10,9</b>	0,0990	32,5	0,0000	0,0000	0,61	<b>Z</b>	37	11,3	9,0	1,8	

\*Siła korelacji: BZ – brak związku, W – zależność wyraźna, I – zależność istotna, Z – zależność znaczna. \*\*Jednostką błędu jest jednostka estymowanego modelu – w tym wypadku [%].

\*\*\*Parametr bezwymiarowy. \*\*\*\*Liczebność próby.

W przeprowadzonej analizie uzyskano modele regresji liniowej (na poziomie ufności 0,95), które przedstawiają wpływ czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych (w okresie doby). We wszystkich trzech miastach najlepszym modelem jest ten, który opisuje wpływ gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego na udział transportu zbiorowego, z uwagi na wartości współczynnika korelacji ( $R=0,34 \div 0,48$ ) – są one wyższe od modeli biorących pod uwagę pozostałe czynniki. Wartości współczynników korelacji pokazują, że można mówić o wyraźnej, istotnej, a nawet znacznej zależności. W przypadku Wrocławia i Gdańska, współczynniki regresji  $a_0$  i  $a_1$  (statystycznie istotne), są w zasadzie porównywalne, przy podobnej próbie badawczej. Jednak w przypadku Gdańska, model jest lepszy – ze względu na wartość współczynnika korelacji oraz wartości standardowego błędu estymacji i średniego błędu bezwzględnego predykcji. Dla Krakowa natomiast, model opisujący wpływ gęstości zaludnienia ma najniższą wartość średniego procentowego błędu bezwzględnego, ale i najniższą wartość współczynnika korelacji.

Zaznaczyć należy, że pomimo nie wysokich wartości współczynnika korelacji oraz znacznych błędów estymacji i predykcji, oraz znaczących odchyień błędów od linii regresji (wykresy rozrzutu reszt zawarte w Załącznik 4.2 1) modele te istotnie opisują zależność pomiędzy udziałem transportu zbiorowego a gęstością zaludnienia rejonu komunikacyjnego. Potwierdza to zarówno pozytywny wynik testu istotności dla całego modelu, jak i statystyka testu Durbin-Watsona (DW).

Dla pozostałych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej, nie można powiedzieć o pewnych podobieństwach, jak w przypadku gęstości zaludnienia. W Krakowie, spośród wybranych czynników, największą uwagę należy skierować na wpływ stopnia wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego (w przedziale  $0 \div 0,5$  [ $L_{MP}/L_M$ ]) na udział transportu zbiorowego. Model opisujący tę zależność posiada wyższą wartość wsp. korelacji niż dla modelu dla gęstości zaludnienia, jednak wartość statystyki testu DW, jest niższa – oznacza to mniejsze zaufanie do wyniku analizy statystycznej. Modele regresji liniowej w Krakowie dla pozostałych czynników są słabe, głównie ze względu na niską wartość współczynnika korelacji (dla modeli opisujących wpływ zmiennych D, O,  $T_{PTZ}$ ,  $U_{KP}$ ).

W przypadku Wrocławia można wyróżnić także model regresji dla zależności udział transportu zbiorowego a czas przejazdu transportem zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia. Test istotności dla współczynników regresji jest pozytywny, a statystyka testu DW pokazuje na zaufanie do wyniku analizy. Jednak wartość współczynnika korelacji jest niska i wynosi  $R=-0,28$ . Pozostałe modele regresji raczej słabo opisują poszukiwane zależności, a to głównie z uwagi na niską wartość współczynnika korelacji (czynniki oznaczone symbolami  $W \leq 0,5$  oraz O), oraz negatywny wynik testu istotności dla współczynników modelu ( $U_{KP}$ ).

Estymowane modele regresji dla przypadku Gdańska, odznaczają się dużo lepszą jakością niż w pozostałych miastach (z uwagi na dość wysoki współczynnik korelacji). Jednak w wyniku przeprowadzonego testu DW, model regresji dla czynnika związanego z odległością nie odznacza się wysokim zaufaniem, co świadczy o słabej zależności. Jednocześnie negatywny wynik testu istotności dla parametru modelu regresji „ $a_0$ ”, dla przypadku czynnika opisującego uogólniony koszt podróży, świadczy o konieczności odrzucenia modelu jako istotnie opisującego zależność. Zatem pozostałymi modelami regresji (dla których wszystkie metody oceny dopasowania modelu są pozytywne) są modele uwzględniające czynnik charakteryzujący gęstość zaludnienia, a także opisującego stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego oraz czas przejazdu transportem zbiorowym.

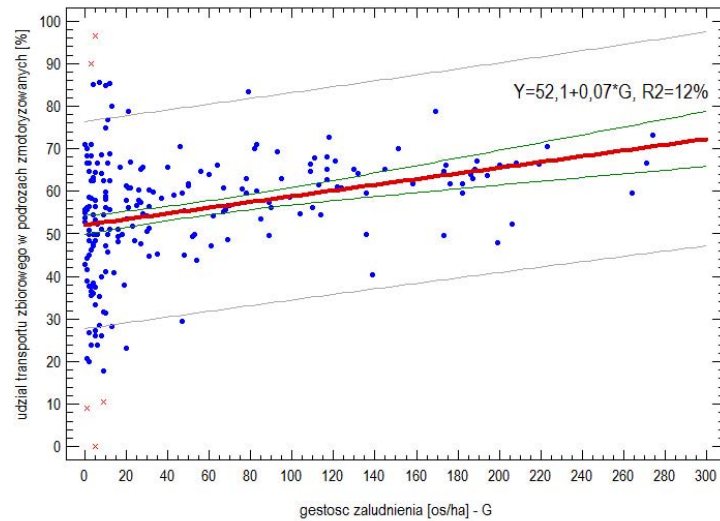
Należy wyraźnie podkreślić, że dopasowane modele regresji jednoczynnikowej pokazały, że o ile można mówić o istotności wpływu kilku czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych, to możliwość skorzystania z tych modeli w celach predykcji i planowania struktury przestrzennej może być ryzykowne i nie jest zalecane, z uwagi na słabą jakość otrzymanych modeli.

Interpretacja graficzna dopasowanych modeli, razem z wyznaczonymi przedziałami ufności (na poziomie ufności 0,95) dla prognozowanej średniej obserwacji (kolor zielony) i dla prognozowanej pojedynczej obserwacji (przedział predykcji – kolor szary) przedstawiono na poniższych rysunkach od Rys. 4.16 do Rys. 4.21. Przedział ufności dla linii regresji, w przypadku większości dopasowanych modeli regresji, jest dosyć wąski. Można zatem mówić o częściowej trafności uzyskanego modelu. Jednak w przypadku przedziału predykcji, zauważyć można jego szeroki zasięg. Co potwierdzają także wysokie wartości błędów. W załączniku 3 znajdują się rysunki wykresu rozrzutu reszt dla każdego estymowanego modelu.

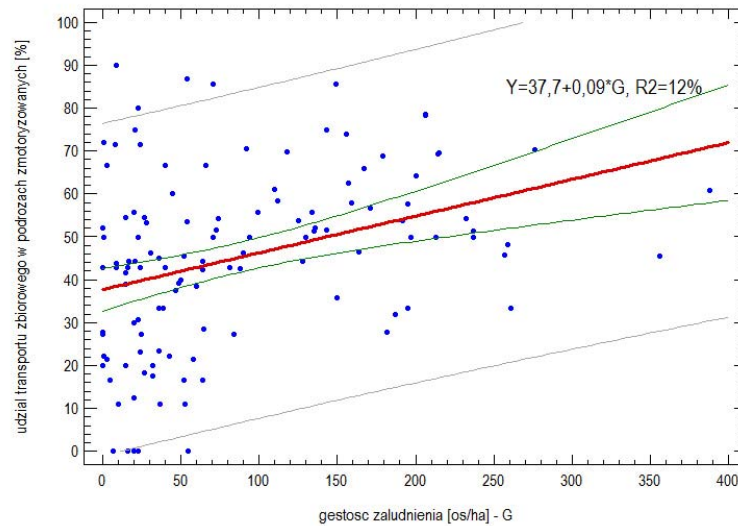
Graficzne przedstawienie przebiegu estymowanych modeli, dla większości czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej przedstawiają spodziewane przebiegi linii regresji<sup>56</sup>.

<sup>56</sup> Tendencja rosnąca lub malejąca linii regresji.

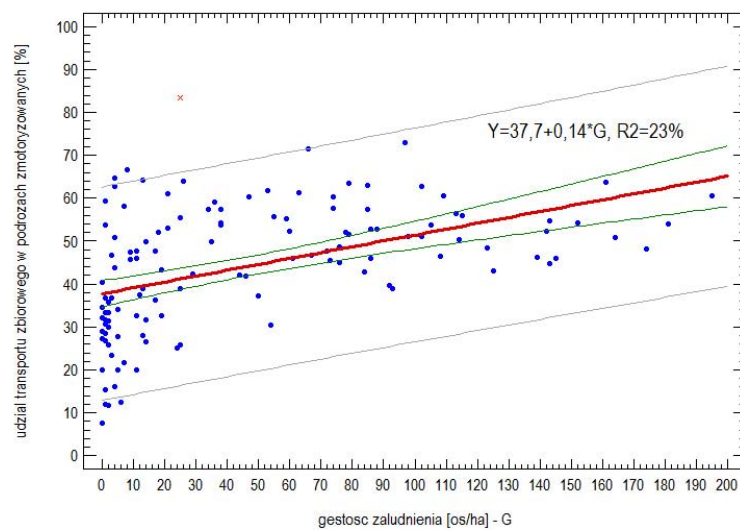
Pierwszym estymowany model opisujące zależność pomiędzy udziałem transportu zbiorowego a **gęstością zaludnienia rejonu komunikacyjnego**. Badania polskie i zagraniczne potwierdzają, że wraz ze wzrostem gęstości zaludnienia zwiększa się udział transportu zbiorowego w podróżach. Jednakże kształty funkcji uzyskane w pracy doktorskiej są częściowo odmienne od tych, przedstawionych w przeglądzie literatury zagranicznej.



a)



b)



c)

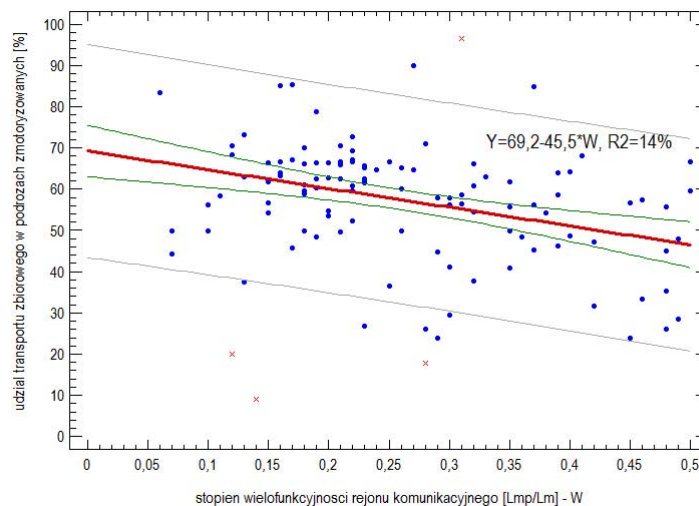
Rys. 4.16 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od gęstości zaludnienia rejonu komunikacyjnego oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.



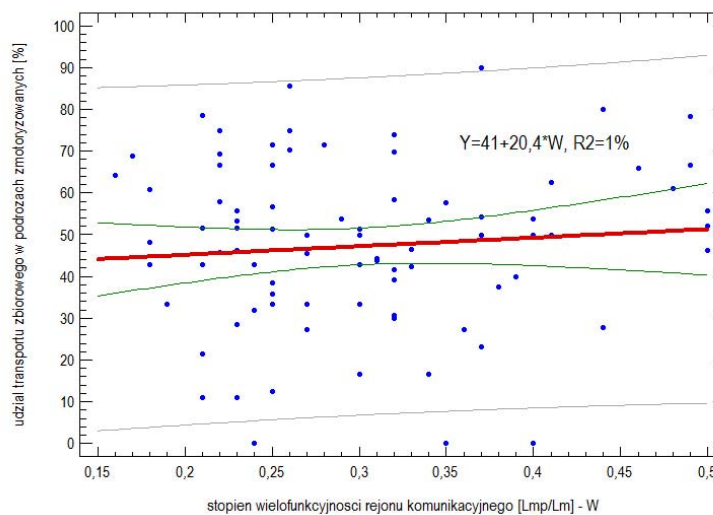
Model opisujący zależność pomiędzy procentowym udziałem transportu zbiorowego a gęstością zaludnienia ma postać liniową i tendencję wzrostową. Zaobserwować można wzrost przeciętnego udziału transportu zbiorowego w rejonach, które mają coraz większą gęstość zaludnienia. Przebieg linii regresji wzrasta jednak stopniowo i dosyć wolno. We wszystkich miastach linia regresji kończy się jednak przy wartości 65-70% udziału transportu zbiorowego, odpowiadającej maksymalnym wartościom zaobserwowanej gęstości zaludnienia: 300 [os/ha] dla Krakowa i Wrocławia oraz ok. 200 [os/ha] dla Gdańska. Zwiększanie gęstości zaludnienia obszarów, na ogół (lecz nie zawsze) prowadzi do zwiększenia się udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych.

Drugim analizowanym modelem jest związek pomiędzy **stopniem wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego** a udziałem transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych.

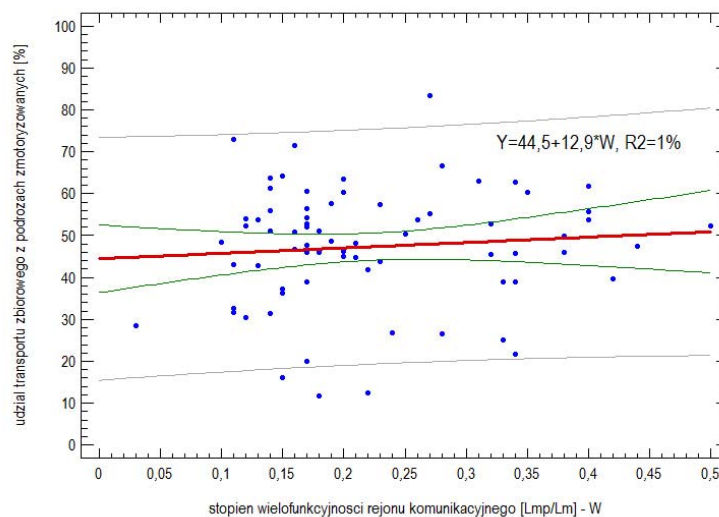
Na Rys. 4.17 przedstawiono wykres estymowanej zależności udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od stopnia wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w przedziale  $0 \div 0,5$ . Przedział ten dotyczy osiedli mieszkaniowych, w których należy dążyć do przełamania monofunkcyjności.



a)



b)



c)

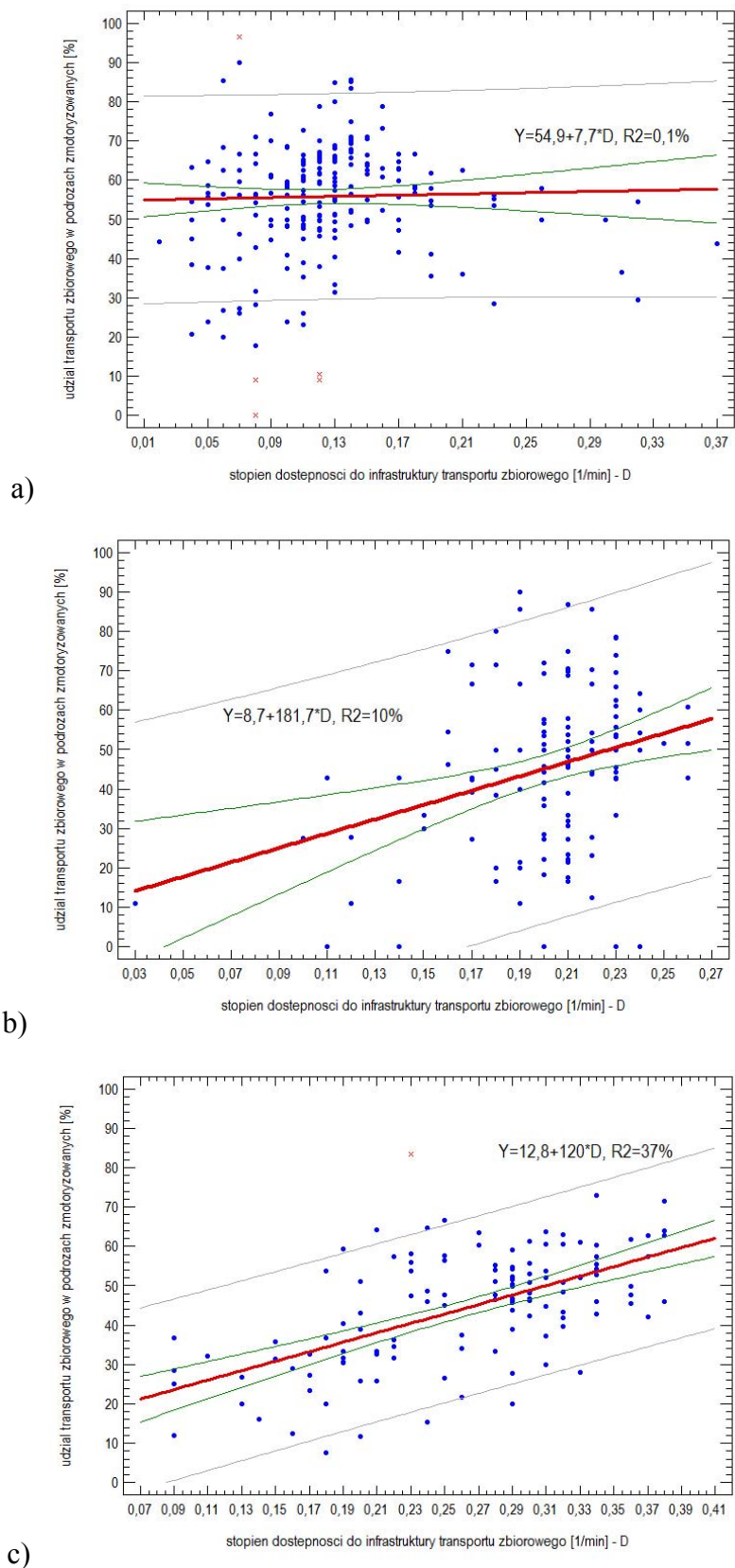
Rys. 4.17 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od stopnia wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w przedziale  $0 \div 0,5$  oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.

W przypadku Wrocławia i Gdańska, przebieg linii funkcji regresji rośnie<sup>57</sup>, ale z uwagi na niski współczynnik korelacji, estymowana zależność jest śladowa, czyli stopień wielofunkcyjności nie ma wpływu na udział transportu zbiorowego. W przypadku Krakowa, linia regresji modelu maleje. Zachowanie się funkcji jest odwrotne do spodziewanego. Wyniki analizy regresji nie potwierdzają oczekiwań - wynikać to może z faktu niedostosowania układu wewnętrznego osiedla/rejonu dla obsługi transportem zbiorowym, w tym niedogodnego dojścia do przystanku. Wielofunkcyjność ma istotne znaczenie dla osiedli i dzielnic mieszkaniowych - zwiększenie miejsc pracy, w tym przeznaczonych dla mieszkańców, przy jednoczesnej atrakcyjnej obsłudze transportem zbiorowym, może wpłynąć na większy udział tego środka lokomocji w podróżach. Przyjęcie pojedynczego rejonu komunikacyjnego może nie być także adekwatne - minimalny zasięg podróży transportem zbiorowym przekracza rozległość rejonu komunikacyjnego. Agregacja rejonów być może spowodowałaby, że wpływ stopnia wielofunkcyjności byłby wyraźniejszy.

Trzecim modelem podlegającym interpretacji graficznej jest model udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w zależności od **stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego**.

---

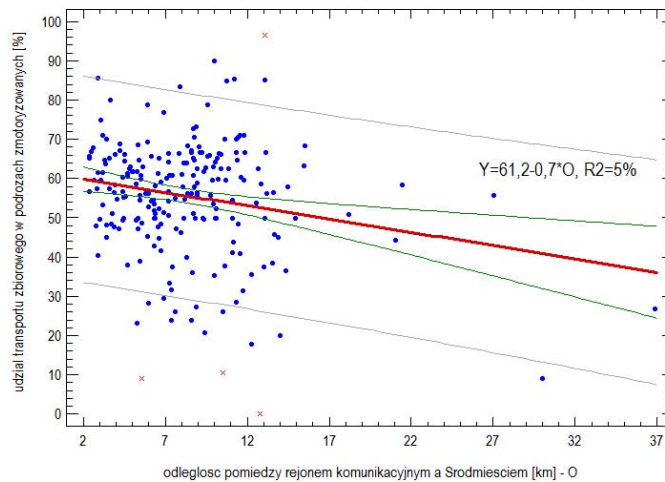
<sup>57</sup> Obserwacja zachowania się przebiegu funkcji w dalszym zakresie pokazuje, że po przekroczeniu wartości 1,0  $[L_{MP}/L_M]$ , w przypadku obydwu miast, funkcja ta ma tendencję malejącą.



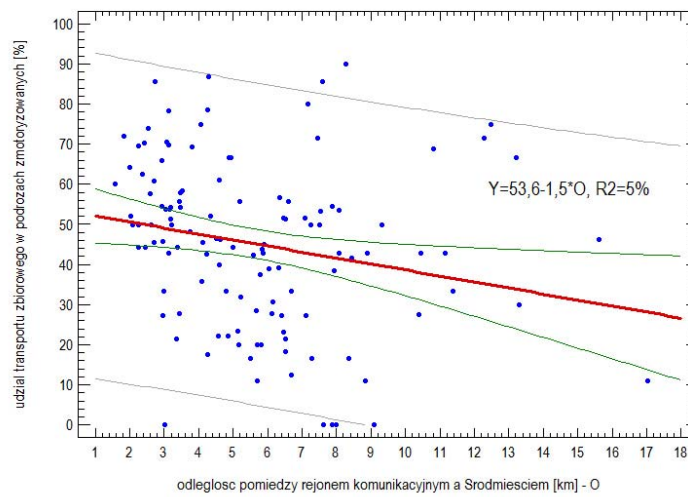
Rys. 4.18 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w rejonie komunikacyjnym oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.

Wartości na osi poziomej reprezentują odwrotność sumy przeciętnego czasu dojścia do przystanku i czasu oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego – wskaźnik ten nazwano stopniem dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego. Interpretacja graficznego przebiegu linii regresji jest zatem następująca: wraz ze wzrostem wartości stopnia dostępności do transportu zbiorowego (co oznacza skrócenie średniego czasu dojścia na przystanek i/lub skrócenie czasu oczekiwania na pojazd transportu zbiorowego), zwiększa się udział transportu zbiorowego w podróżach. W przypadku Gdańska i Wrocławia obserwować można dosyć wyraźne wznoszenie się linii regresji (zatem także znaczący wpływ tego wskaźnika). W przypadku Krakowa linia regresji wznosi się nieznacznie, co świadczy o nieistotnym wpływie tego parametru na wybór środka transportu (co potwierdzają analizy oceny stopnia dopasowanego modelu). Nie podważa to jednak postulatu zwiększania dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego obszarów, aby wpływać na wzrost udziału tego środka transportu w podróżach zmotoryzowanych.

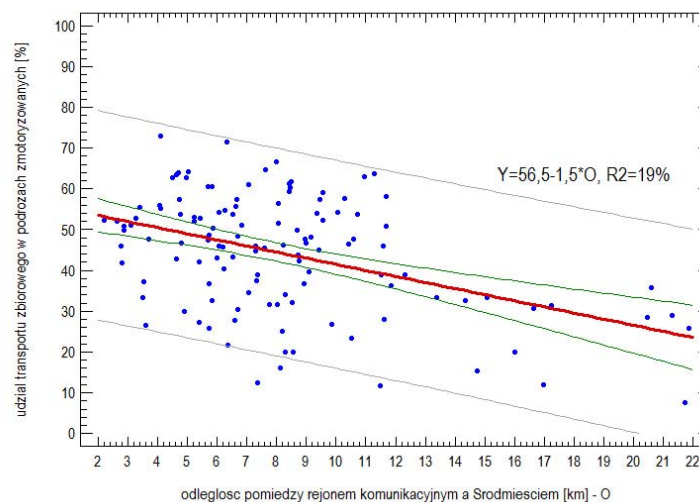
Pierwszym elementem analizy czynnika opisującego lokalizację źródła i celu podróży względem siebie, jest przypadek opisujący **odległość pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem** i jego wpływu na udział transportu zbiorowego. Przypadek ten ilustruje Rys. 4.19. W tym wypadku przebieg linii regresji także potwierdza przypuszczenie, że wraz ze wzrostem odległości pomiędzy źródłem a celem podróży, mieszkańcy miasta chętniej wybierają samochód osobowy niż autobus, tramwaj, bądź kolej.



a)



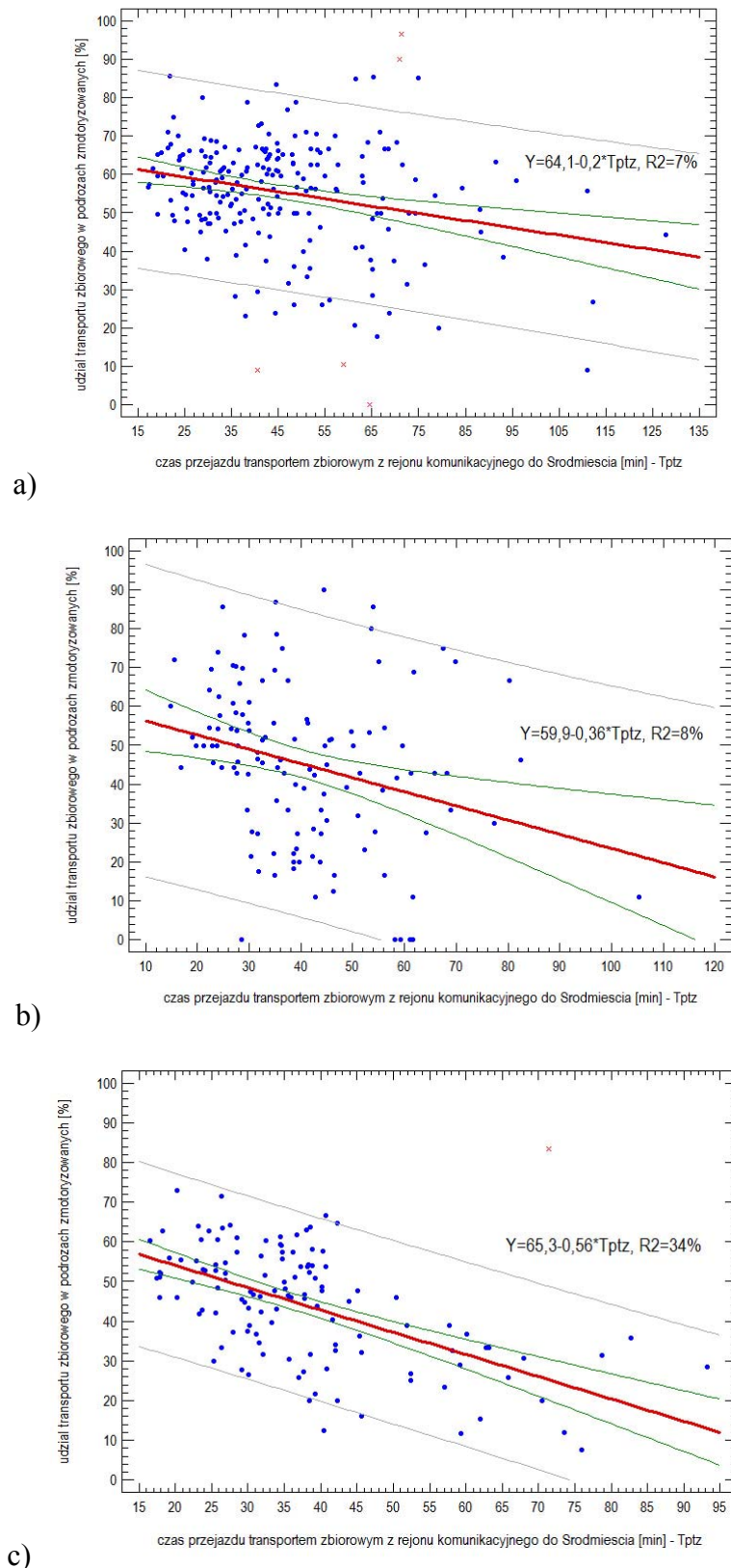
b)



c)

Rys. 4.19 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od odległości pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.

W kolejnym kroku analizie poddano wykres linii regresji dla wpływu **czasu przejazdu transportem zbiorowym**. Potwierdza się, że im czas przejazdu transportem zbiorowym jest większy, to udział tego środka transportu w podróżach zmotoryzowanych jest mniejszy. Należy zaznaczyć, że poziom komfortu podróżowania środkami transportu zbiorowego (jakość taboru, możliwość podróżowania na miejscu siedzącym, poziom zatłoczenia pojazdu pasażerami) ma wpływ na postrzeganie czasu odbywania podróży.

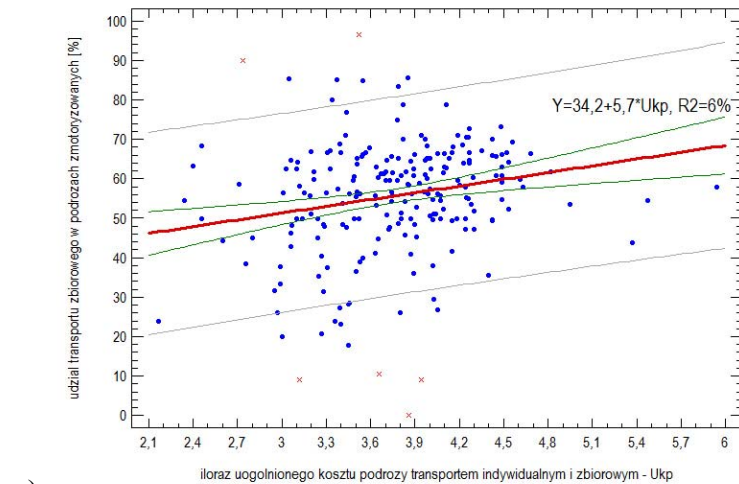


Rys. 4.20 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od czasu przejazdu transportem zbiorowym pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.

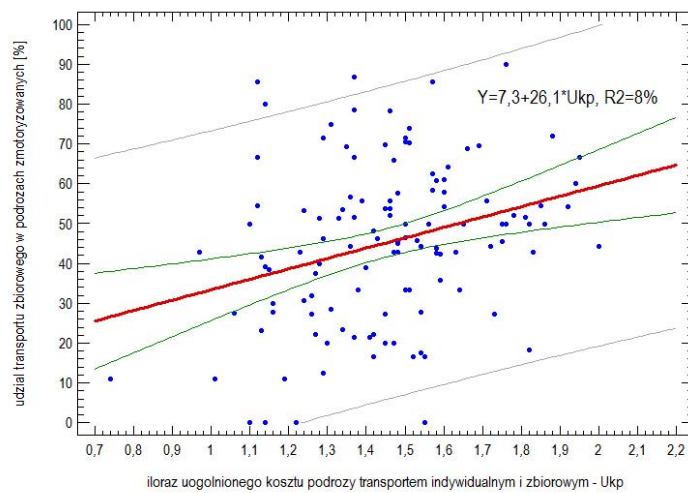


Powyższe analizy dla dwóch czynników struktury (dla których można mówić o widocznym wpływie) opisujących lokalizację względem siebie źródła i celu podróży, pokazują, że jeżeli rejon komunikacyjny jest bliżej położony Śródmieścia lub czas przejazdu transportem zbiorowym do Śródmieścia jest krótszy, tym częściej taka podróż jest realizowana tym środkiem transportu.

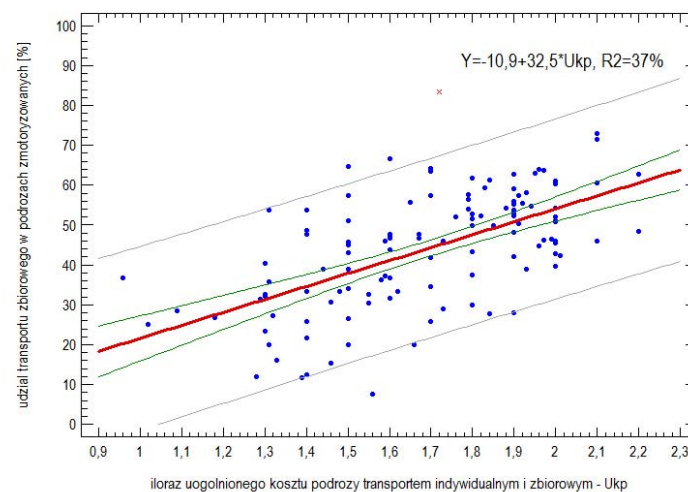
Ostatnim elementem analizy graficznej przedstawiających linie regresji dla dopasowanych modeli podziału zadań przewozowych, jest czynnik związany z zagadnieniem dostępnością parkingową, a ujętą w pracy doktorskiej w uogólnionym koszcie podróży z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia miasta, który uwzględnia konieczność uiszczenia opłaty za parkowanie. Rys. 4.21 pokazuje, że dla każdego miasta wzrost uogólnionego kosztu podróży z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia (na co wpływ m.in. konieczność uiszczenia opłaty zaparkowanie), powoduje wzrost udziału transportu zbiorowego w podróżach. Zatem zasadne jest stosowanie regulacji zmierzających do ograniczania parkowania na obszarach narażonych na negatywne skutki ruchu samochodowego.



a)



b)



c)

Rys. 4.21 Wykresy funkcji regresji liniowej określającej zależność udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych od ilorazu uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i uogólnionego kosztu podróży transportem zbiorowym z rejon komunikacyjnego do Śródmieścia oraz przedziały ufności dla linii regresji oraz pojedynczej obserwacji dla a) Krakowa, b) Wrocławia i c) Gdańska.

### **Regresja liniowa wieloraka**

Założono równanie regresji liniowej wielorakiej, w postaci:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i * X_i \quad (4.21)$$

gdzie:

Y – zmienna objaśniana – udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych rozpoczynających się w rejonie komunikacyjnym w ciągu doby,

X<sub>i</sub> - zmienna objaśniająca – czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej charakteryzujące rejon komunikacyjny

a<sub>0</sub>, a<sub>i</sub> – współczynniki modelu regresji.

Ocena jakości dopasowanego modelu regresji liniowej wielorakiej, określającego procentowy udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych, została wykonana (na poziomie istotności 0,05) z uwzględnieniem: współczynnika determinacji (R<sup>2</sup>), standardowego błędu estymacji (SE<sub>E</sub>), średniego błędu bezwzględnego (MAE), średniego procentowego błędu bezwzględnego (MAPE), a także statystyki testu Durbin – Watsona.

W pierwszym etapie estymacji wieloczynnikowego modelu podziału zadań przewozowych, przeprowadzono analizę korelacji cząstkowych pomiędzy zmiennymi objaśniającymi. Analiza korelacji pozwala wybór do estymowanego modelu tylko tych zmiennych, które są ze sobą nieskorelowane. Współczynnik korelacji, który najczęściej jest wyznaczany dla wielowymiarowej zmiennej losowej, jest miarą współzmienności, lecz nie zawsze rzeczywistej zależności pomiędzy zmiennymi. Bardzo często zdarza się, że zachodzi istotny statystycznie związek pomiędzy dwiema zmiennymi, jednakże związek ten spowodowany jest związkiem z innymi zmiennymi, nie analizowanymi w korelacji dwóch zmiennych. Wtedy możemy mówić o pozornej zależności. Aby tego uniknąć i otrzymać rzeczywistą zależność, należy wykonać analizę korelacji cząstkowych. Stosuje się ją najczęściej, gdy sprawdza się wpływ dużej liczby zmiennych niezależnych na zmienną zależną. Współczynnik korelacji cząstkowej informuje o niezależnym wpływie pary danych zmiennych na zmienną zależną (przy wyeliminowaniu wpływu innych zmiennych).

Analizę korelacji cząstkowej wykonano korzystając z oprogramowania Statgraphics [97]. W wyniku przeprowadzonej analizy, uzyskano macierze korelacji cząstkowych dla wszystkich analizowanych zmiennych [Tab. 4.10, Tab. 4.11, Tab. 4.12], dla trzech analizowanych miast. Korelacja cząstkowa pomiędzy zmiennymi występuje, jeżeli poziom prawdopodobieństwa statystyki testu P-Value ma wartość mniejszą od 0,05. Zmienne nieskorelowane ze sobą zaznaczono kolorem czerwonym, a dodatkowo wytłuszczono te pary zmiennych, które są ze sobą najmniej skorelowane.

Tab. 4.10 Macierz współczynników korelacji cząstkowej pomiędzy zmiennymi objaśniającymi czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej w Krakowie (opracowanie własne).

	<b>W</b>	<b>D</b>	<b>O</b>	<b>T<sub>PTZ</sub></b>	<b>U<sub>KP</sub></b>
<b>G</b>	<b>-0,0783</b>	<b>-0,0510</b>	<b>0,0248</b>	<b>-0,0969</b>	0,1788
P-value	0,2532	0,4573	0,7177	0,1570	0,0086
<b>W</b>		<b>0,0129</b>	<b>0,0647</b>	<b>-0,0558</b>	<b>0,0051</b>
P-value		0,8505	0,3450	0,4158	0,9408
<b>D</b>			<b>-0,1388</b>	<b>0,0912</b>	0,4689
P-value			0,0421	0,1826	0,0000
<b>O</b>				<b>0,9570</b>	<b>0,7031</b>
P-value				0,0000	0,0000
<b>T<sub>PTZ</sub></b>					<b>-0,7059</b>
P-value					0,0000

G – gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego [os/ha], W – stopień wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w przedziale 0÷0,5, D – stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w rejonie komunikacyjnym, O – średnia odległość po sieci drogowej pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem, T<sub>PTZ</sub> – czas przejazdu transportem zbiorowym pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem, U<sub>KP</sub> – ilorazu uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i uogólnionego kosztu podróży transportem zbiorowym.

W przypadku analizy macierzy korelacji cząstkowej w Krakowie, najmniej skorelowane ze sobą są czynniki charakteryzujące strukturę przestrzenną jak: gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego i odległość pomiędzy rejonem a Śródmieściem, oraz stopień wielofunkcyjności rejonu ze stopniem dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego i uogólnionym kosztem podróży z rejonu do Śródmieścia. Korelacja pomiędzy gęstością zaludnienia oraz stopniem dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego także nie występuje, co oznacza, że można te czynniki wykorzystać do estymacji modelu zależności.

Tab. 4.11 Macierz współczynników korelacji cząstkowej pomiędzy zmiennymi objaśniającymi czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej we Wrocławiu (opracowanie własne).

	<b>W</b>	<b>D</b>	<b>O</b>	<b>T<sub>PTZ</sub></b>	<b>U<sub>KP</sub></b>
<b>G</b>	<b>-0,3870</b>	<b>0,0470</b>	<b>-0,0427</b>	<b>-0,1246</b>	<b>0,0691</b>
P-value	0,0004	0,6789	0,7069	0,2710	0,5424
<b>W</b>		<b>0,0017</b>	<b>-0,0474</b>	<b>-0,0319</b>	<b>0,0992</b>
P-value		0,9884	0,6761	0,7787	0,3813
<b>D</b>			<b>-0,2729</b>	<b>0,1133</b>	<b>-0,0098</b>
P-value			0,0143	0,3171	0,9311
<b>O</b>				<b>0,9514</b>	<b>-0,7495</b>
P-value				0,0000	0,0000
<b>T<sub>PTZ</sub></b>					<b>0,7089</b>
P-value					0,0000

G – gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego [os/ha], W – stopień wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w przedziale 0÷0,5, D – stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w rejonie komunikacyjnym, O – średnia odległość po sieci drogowej pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem, T<sub>PTZ</sub> – czas przejazdu transportem zbiorowym pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem, U<sub>KP</sub> – ilorazu uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i uogólnionego kosztu podróży transportem zbiorowym.

W przypadku analizy macierzy korelacji cząstkowej we Wrocławiu, najmniej skorelowane ze sobą są czynniki charakteryzujące strukturę przestrzenną takie jak: gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego i odległość pomiędzy rejonem a Śródmieściem, a także stopień

wielofunkcyjności rejonu ze stopniem dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego a także czasem przejazdu transportem zbiorowym. Tutaj także nie zachodzi korelacja pomiędzy gęstością zaludnienia oraz dostępnością do infrastruktury transportu zbiorowego - co kwalifikuje te czynniki do zastosowania w estymacji modelu zależności.

Tab. 4.12 Macierz współczynników korelacji cząstkowej pomiędzy zmiennymi objaśniającymi czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej w Gdańsku (opracowanie własne).

	<b>W</b>	<b>D</b>	<b>O</b>	<b>T<sub>PTZ</sub></b>	<b>U<sub>KP</sub></b>
<b>G</b>	-0,3655	<b>0,1187</b>	<b>-0,1633</b>	<b>0,1769</b>	<b>0,0842</b>
P-value	0,0019	0,3275	0,1767	0,1429	0,4885
<b>W</b>		0,3966	<b>-0,2159</b>	<b>0,2058</b>	-0,2459
P-value		0,0007	0,0727	0,0874	0,0402
<b>D</b>			<b>0,2220</b>	-0,2789	0,5818
P-value			0,0647	0,0194	0,0000
<b>O</b>				0,9756	-0,8286
P-value				0,0000	0,0000
<b>T<sub>PTZ</sub></b>					0,8150
P-value					0,0000

G – gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego [os/ha], W – stopień wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w przedziale 0÷0,5, D – stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w rejonie komunikacyjnym, O – średnia odległość po sieci drogowej pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem, T<sub>PTZ</sub> – czas przejazdu transportem zbiorowym pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem, U<sub>KP</sub> – ilorazu uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i uogólnionego kosztu podróży transportem zbiorowym.

W przypadku analizy macierzy korelacji cząstkowej przeprowadzonej na zmiennych objaśniających strukturę przestrzenną w Gdańsku, najmniej skorelowane ze sobą są czynniki takie jak: gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego i stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego, a także uogólnionym kosztem podróży z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia.

W kolejnym kroku przeprowadzono estymację modelu z uwzględnieniem wszystkich nieskorelowanych ze sobą zmiennych. Następnie wykonano ocenę istotności współczynników regresji, wg procedury opisanej przy estymacji modelu regresji jednoczynnikowej. Usunięto zatem z modelu te zmienne, dla których test istotności współczynników regresji był negatywny. W konsekwencji otrzymano następujące modele regresji liniowej wielorakiej, dla których współczynnik korelacji jest najwyższy, wartości błędów są najniższe oraz które w istotny sposób<sup>58</sup> opisują zależność pomiędzy udziałem transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych rozpoczynanych w rejonie komunikacyjnym (Y) a czynnikami struktury funkcjonalno - przestrzennej.

<sup>58</sup> Wynik test istotności dopasowanego modelu jest pozytywny.

Tab. 4.13 Wzory regresji dla udziału transportu zbiorowego w podróżach w rejonie komunikacyjnym oraz parametry oceny jakości dopasowania modeli dla trzech miast (opracowanie własne).

Miasto	Model regresji Y [%]	R <sup>2</sup> [%]	SE <sub>E</sub> [*]	MAE [*]	MAPE [%]	DW [**]	n***
Kraków	<b>52,1 + 0,07*G</b>	12	12,3	8,9	4	1,9	219
Wrocław	<b>16,3 + 0,06*G + 115,5*D</b>	15	19,1	14,5	12	1,9	122
Gdańsk	<b>15,9 + 0,06*G + 98,3*D</b>	41	10,6	8,2	6	1,6	125

gdzie: G – gęstość zaludnienia [os/ha], D – stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego [1/min]; \*Jednostką błędu jest jednostka estymowanego modelu – w tym wypadku [%]. \*\*Parametr bezwymiarowy. \*\*\*Liczebność próby

Próba estymacji modelu regresji wielorakiej dla miasta Krakowa niestety nie powiodła się, z uwagi na negatywny wynik testu istotności współczynników regresji dla zmiennych (z wyjątkiem gęstości zaludnienia), które zostały zakwalifikowane do ostatniego etapu analizy. Wartość współczynnika determinacji jest mała i wynosi 12 %. Wartości błędów SE<sub>E</sub> oraz MAE są duże.

Dla pozostałych miast otrzymano modele, które uwzględniają wpływ takich samych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej tj: gęstość zaludnienia oraz stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego. Zmienne te z uwagi na wartości współczynników regresji mają taką samą lub zbliżoną siłę wpływu na procentowy udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych. Można zatem powiedzieć, że modele te są do siebie podobne. Różnią się jednak wartością błędów - w przypadku dopasowanego modelu dla Wrocławia, standardowy błąd estymacji jest jednak wyższy niż dla Gdańska i wynosi 19,1 [%] – jest to dosyć wysoka wartość. W przypadku modelu dla Gdańska, błąd ten wynosi ok. 11 [%], a wartość współczynnika determinacji R<sup>2</sup>=41%. Można zatem powiedzieć, że model ten najlepiej opisuje wpływ gęstości zaludnienia i stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego na udział transportu zbiorowego w podróżach w porównaniu do pozostałych estymowanych modeli.

Jeśliby jednak podjąć próbę estymacji modelu dla Krakowa, który uwzględniałby oprócz gęstości zaludnienia, także inne parametry związane ze strukturą przestrzenną (jak stopień dostępności<sup>59</sup>, który występuje w pozostałych modelach lub odległość<sup>60</sup> pomiędzy rejonem a Śródmieściem, który najmniej skorelowany był z pozostałymi czynnikami struktury funkcjonalno - przestrzennej w Krakowie), to postać modelu byłaby następująca:

Tab. 4.14 Wzory regresji dla udziału transportu zbiorowego w podróżach w rejonie komunikacyjnym oraz parametry oceny jakości dopasowania modeli dla Krakowa (opracowanie własne).

Miasto	Model regresji Y [%]	R <sup>2</sup> [%]	SE <sub>E</sub> [*]	MAE [*]	MAPE [%]	DW [**]	n***
Kraków	<b>52,8 + 0,07*G – 6,5*D</b>	12	12,3	8,9	4	1,9	219
	<b>54,6 + 0,06*G – 0,31*O</b>	13	12,3	9,1	4	1,9	

gdzie: G – gęstość zaludnienia [os/ha], D – stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego [1/min], O – odległość pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem [km]; \*Jednostką błędu jest jednostka estymowanego modelu – w tym wypadku [%]. \*\*Parametr bez jednostkowy. \*\*\*Liczebność próby

<sup>59</sup> Wynik testu istotności dla współczynnika regresji w dopasowanym modelu w Krakowie, który oprócz gęstości uwzględnia także ten czynnik jest negatywny i wynosi P-value t = 0,6951 i z tego względu nie uwzględniono go w modelu przedstawionym w Tab. 4.13.

<sup>60</sup> Wynik testu istotności dla współczynnika regresji w dopasowanym modelu w Krakowie, który oprócz gęstości uwzględnia także ten czynnik jest negatywny i wynosi P-value t = 0,1372 i z tego względu nie uwzględniono go w modelu przedstawionym w Tab. 4.13

Analizując otrzymane modele przedstawione w Tab. 4.14 dla Krakowa widać, że wprowadzone dodatkowo zmienne objaśniające (D i O), nie wpływają istotnie na podniesienie jakości modelu przedstawionego w Tab. 4.13 – tzn. nie zmieniają wartości  $R^2$  i wartości błędów. Ujemna wartość współczynnika regresji przy zmiennej „D” jest sprzeczne z oczekiwaniem. Oznaczałoby, że poprawa dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego powodowałaby zmniejszanie się udziału transportu zbiorowego w ruchu zmotoryzowanym.

Podsumowując powyższe dopasowane modele można stwierdzić, że przeprowadzone testy istotności, oceny błędów szacowania parametrów oraz ocena dopasowania modelu pokazują, że można mówić o potencjalnie istotnym wpływie takich czynników jak gęstość zaludnienia (G) i stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego (D) na udział transportu zbiorowego w podróżach. Nie dotyczy to Krakowa, w którym istotna jest jedynie gęstość zaludnienia.

Można zatem powiedzieć, że w kształtowaniu struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta powinno dążyć się do zwiększania dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego poprzez takie planowanie zabudowy, dla której można zapewnić krótki czas dojścia do przystanku autobusowego i tramwajowego lub stacji metra i kolei miejskiej. Jednocześnie z uwagi na aspekty ekonomiczne, związane z rozbudową sieci transportu zbiorowego, zabudowę należy lokalizować w bliskim sąsiedztwie korytarzy i przystanków transportu zbiorowego. Wiąże się to nierozdzielnie ze zwiększaniem gęstości zabudowy w strukturach już istniejących.

Innym spostrzeżeniem z przeprowadzonych analiz jest obserwacja wpływu zmniejszania odległości pomiędzy źródłem a celem podróży, a także zwiększania gęstości zaludnienia rejonu, na wielkość udziału transportu zbiorowego w podróżach. Uzyskany model dla Krakowa pokazuje, że wraz ze zwiększaniem odległości pomiędzy źródłem a celem podróży, nawet przy stałej wartości gęstości zaludnienia w rejonie, zmniejsza się poziom użytkowania transportu zbiorowego przez mieszkańców. Negatywny wynik testu istotności wskazuje, że wpływu istotnego nie ma, ale jednak rozróżniana jest zmiana zachowań transportowych mieszkańców w wyniku wydłużenia odległości międzyrejonowej. Zatem można sprecyzować postulat, poparty częściowo modelem, że strukturę przestrzenną należy tak kształtować, aby zapewnić jak najkrótsze odległości podróży pomiędzy miejscem zamieszkania a miejscem docelowym (pracy, realizacji zakupów czy miejscami rozrywki), aby wpływać na zmianę zachowań transportowych mieszkańców poprzez częstsze korzystanie ze środków transportu zbiorowego w codziennych podróżach. Zalecenie to jest możliwe do zrealizowania w obszarach położonych blisko centrum lub dzielnic o bogato zróżnicowanej funkcji. Postuluje się w konsekwencji, aby planowanie struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta było celowym działaniem zmierzającym w kierunku tworzenia subcentrum w poszczególnych częściach miasta. Działania takie spowodują zmianę w wyborze środka transportu wśród mieszkańców na rzecz transportu zbiorowego, co skutecznie przyczyni się do poprawy funkcjonowania całego systemu transportowego, w tym redukcji kongestii motoryzacyjnej.

## 4.5. Studium przypadku – zastosowanie modelu i analiza wyników

Istotnym czynnikiem charakteryzującym strukturę funkcjonalno - przestrzenną jest stopień wielofunkcyjności obszaru. Badania i analizy przedstawione w przedmiotowej dysertacji potwierdzają postulat o celowości zróżnicowania funkcji zagospodarowania przestrzennego w obszarze, szczególnie w przypadku dzielnic mieszkaniowych. W celu oszacowania wpływu zmian tego czynnika na zachowania transportowe mieszkańców, przeprowadzono analizę osiedla mieszkaniowego Górka Narodowa w Krakowie. Sformułowano kilka scenariuszy rozwoju zagospodarowania przestrzennego osiedla, a następnie oszacowano globalną zmianę podziału zadań przewozowych, uwzględniając cząstkowe modele udziału różnych środków transportu.

### 4.5.1. Scenariusze rozwoju osiedla mieszkaniowego

Istotą badań jest przyjęcie kilku scenariuszy rozwoju osiedla mieszkaniowego, a następnie wyznaczenie potencjału ruchotwórczego obszaru i określenie globalnego podziału zadań przewozowych w wyniku zmiany stopnia wielofunkcyjności osiedla. Procedura obliczeń została opisana w opracowaniu [87] i dotyczyła modelu teoretycznego obszaru. W przypadku niniejszej dysertacji, obiektem badań jest model uwzględniający rzeczywiste uwarunkowania rozwojowe osiedla mieszkaniowego Górka Narodowa (część wschodnia i zachodnia) w Krakowie.

W analizie zmian zagospodarowania przestrzennego osiedla rozpatrzono dwie struktury (zakres rozwoju osiedla przedstawiono na Rys. 4.22). Pierwszą z nich stanowi struktura funkcjonalno - przestrzenna o charakterze monofunkcyjnym, pozbawiona miejsc pracy (stopień wielofunkcyjności jest bliski 0 [ $L_{MP}/L_M$ ]<sup>61</sup>), wynikający z obecności nielicznych drobnych usług. Strukturę drugą stanowi jednostka osiedlowa o różnym stopniu wielofunkcyjności i różnym stopniu wykorzystania miejsc pracy przez jego mieszkańców.

Pierwszy scenariusz zakłada, że na osiedlu liczba mieszkańców będzie się zwiększać skokowo i wynosić: 12 000 (obecna liczba mieszkańców), 16 000 i 20 000 mieszkańców (planowana zgodnie założeniami planistycznym). Jednocześnie scenariusz ten zakłada, że struktura będzie monofunkcyjna, bez miejsc pracy. Założono także, że rozwój osiedla i zwiększona z tym liczba mieszkańców, nie będzie powodowała zwiększenia się gęstości zaludnienia w jednostce mieszkaniowej, w wyniku zajęcia pod inwestycje dodatkowej powierzchni zabudowy – wynosi ona 240 [os/ha] (jak obecnie).

Drugi scenariusz zakłada, że struktura osiedla jest wielofunkcyjna, przy czym liczba mieszkańców ma stałą wartość - 12 000, ale zmienną wartość stopnia wielofunkcyjności osiedla, przyjmując wartość: 0,2; 0,3 i 0,4 [ $L_{MP}/L_M$ ]. Zatem liczba miejsc pracy<sup>62</sup> wynosi: 2400, 3600 i 4800 miejsc pracy. W scenariuszu tym gęstość zaludnienia jest stała i wynosi 240 [os/ha]. Założono także, że w osiedlu pojawiają się miejsca pracy, które w części będą wykorzystane przez mieszkańców. Przyjęto, że wartość ta wynosi 20 i 40% ogólnej liczby miejsc pracy. Wartości te przyjęto w oparciu o poniższą analizę.

Dla każdego rejonu komunikacyjnego Krakowa określono liczbę podróży odbywanych w motywacji dom-praca wewnątrz rejonu oraz pomiędzy najbliższymi rejonami komunikacyjnymi (w odległości do 3 km dojścia pieszego<sup>63</sup>), korzystając z bazy danych KBR

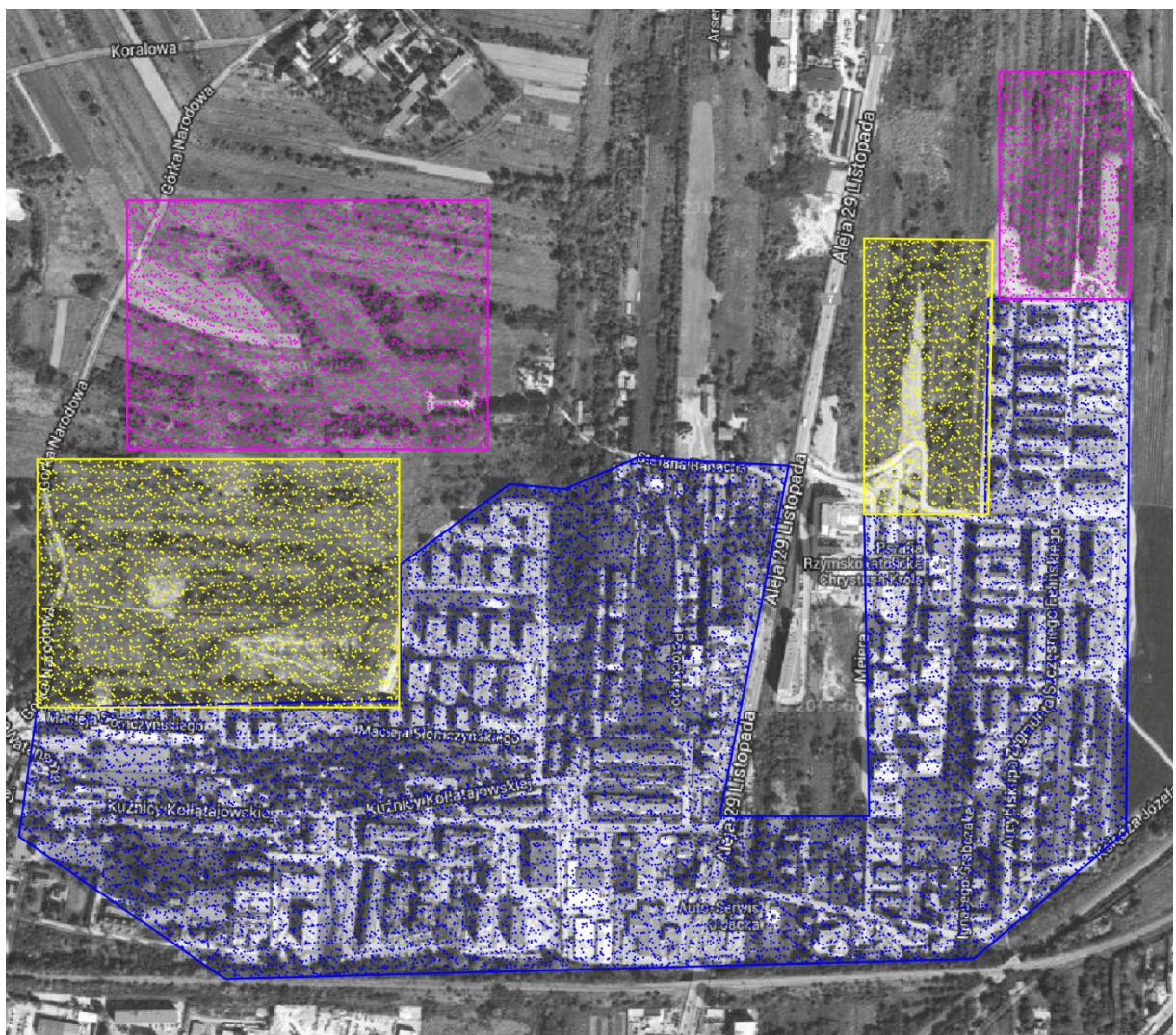
<sup>61</sup> Jednostka stopnia wielofunkcyjności obszaru to iloraz liczby miejsc pracy znajdujących się w tym obszarze do liczby jego mieszkańców – [ $L_{MP}/L_M$ ].

<sup>62</sup> Zwiększenie miejsc pracy wiąże się głównie z działalnością biurową, usługową o większej powierzchni sklepowej, ewentualnie produkcyjną, ale nie wpływającą na obniżenie standardów życia mieszkańców.

<sup>63</sup> Założono na podstawie udziału ruchu pieszego (12%) dla motywacji dom-praca-dom w Krakowie i modelu wydzielenia ruchu pieszego, wg wzoru 2.1.



[74]. Podróże te pokrywają liczbę miejsc pracy wykorzystaną przez mieszkańców rejonu lub rejonów najbliższych. Następnie zestawiono ze sobą liczbę miejsc pracy wykorzystywanych przez mieszkańców z liczbą miejsc pracy w analizowanym obszarze (jednego lub kilku sąsiadujących rejonów komunikacyjnych), otrzymując udział miejsc pracy w obszarze wykorzystywanych przez jego mieszkańców. Wyznaczone procentowe wartości dla poszczególnych rejonów pozostają w granicach 3-44% (w zależności od położenia i struktury funkcjonalno - przestrzennej rejonu). Średni, w skali całego miasta, procentowy udział miejsc pracy w rejonie wykorzystywanych przez jego mieszkańców wynosi 17%. Na potrzeby analizy przyjęto wartość 20 % (jako zaokrągloną średnią jego wartość w skali całego miasta) oraz 40% (jako pożądaną i możliwą do osiągnięcia dla atrakcyjnej i zróżnicowanej oferty miejsc pracy).



Rys. 4.22 Rozwój osiedla Górka Narodowa w Krakowie (kolor niebieski – istniejąca zabudowa osiedla – 12 000 mieszkańców, kolor żółty – planowany rozwój osiedla – 16 000 mieszkańców lub rozwój miejsc pracy oraz kolor różowy – planowany rozwój osiedla – 20 000 mieszkańców lub rozwój miejsc pracy) ([103] oraz opracowanie własne).

#### 4.5.2. Zmiana podziału zadań przewozowych w wyniku zmiany stopnia wielofunkcyjności osiedla mieszkaniowego.

Dla każdego scenariusza rozwoju wyznaczono wartości potencjału ruchotwórczego dla osiedla mieszkaniowego. W tym wypadku posłużono się modelem generacji ruchu dla obiektów i zespołów budynków (w tym także osiedla mieszkaniowego), wg wzoru (4.1), ale dla okresu doby i motywacji dom-praca-dom (4.22). Analizę ruchu przeprowadzono korzystając z parametrów wyznaczonych dla Krakowa [74] (dla motywacji dom-praca-dom i ruchliwości ogólnej). Wartość potencjałów ruchotwórczych obliczono przyjmując następujące wartości [74]:

- ruchliwość ogólna mieszkańców – 2,0 [podr./mieszkańca/dobę] -  $R_o$ ,
- udział motywacji praca-dom w ruchliwości ogólnej – 0,26 -  $M_{P-D}$ ,
- udział motywacji dom-praca w ruchliwości ogólnej – 0,29 -  $M_{D-P}$ ,
- liczba mieszkańców w osiedlu równa: 12 000, 16 000 i 20 000 (scenariusz I) lub 12 000 (scenariusz II) w -  $L_M$ ,
- liczba miejsc pracy w osiedlu równa: 0 (scenariusz I) lub 2 400, 3 600 i 4 800 (scenariusz II) -  $L_{MP}$  (w zależności od stopnia wielofunkcyjności osiedla),
- udział miejsc pracy wykorzystywanych przez mieszkańców osiedla: 0,2 lub 0,4 -  $U_{mpm}$ ,
- liczba miejsc pracy w osiedlu wykorzystywanych przez jego mieszkańców:
  - 0 (scenariusz I) lub 480, 720 i 960 (scenariusz II, gdy  $U_{mpm}=0,2$ ) oraz 960, 1440 i 1920 (scenariusz II, gdy  $U_{mpm}=0,4$ ) -  $L_{MPm}$ ,
- współczynnik korygujący, który uwzględnia sytuację, w której nie wszystkie miejsca pracy są codzienne wykorzystane (z powodu urlopu, choroby pracownika lub innych okoliczności) -  $k_{wmp} = 0,67^{64}$ .

Wartości całkowitego potencjału ruchotwórczego dla motywacji dom-praca-dom dla scenariusza I lub II rozwoju osiedla mieszkaniowego wyznaczono według poniższej procedury:

$$P_{dosiedla} = L_M * R_o * M_{P-D} + L_M * R_o * M_{D-P} [\text{podróży/dobę}] \quad (4.22)$$

Następnie wyznaczono dobowy potencjał ruchotwórczy dla motywacji dom-praca-dom pozostający w osiedlu (dla scenariusza II), w wyniku pojawienia się miejsc pracy wykorzystywanych przez jego mieszkańców (współczynnik 2 wynika z występowania podróży z domu do pracy i z powrotem):

$$P_{dwosiedlu} = 2 * L_{MP} * U_{mpm} * k_{wmp} [\text{podróży/dobę}] \quad (4.23)$$

W kolejnym kroku wyznaczono potencjał ruchotwórczy związany z pracą poza osiedle mieszkaniowe (dla scenariusza II), jako różnicę potencjałów ruchotwórczych -  $P_{dosiedla}$  i  $P_{dwosiedlu}$ .

W celu obliczenia udziału ruchu pieszego dla podróży w motywacji dom-praca-dom, odbywanych we wnętrzu osiedla, skorzystano ze wzoru (2.1), przy czym oszacowano, że

<sup>64</sup> Wartość ta wynika z Tab. 4.1, jako wartość średnia współczynników modeli cząstkowych do wyznaczenia produkcji dla motywacji dom-praca ( $0,707$ \*liczba zawodowo czynnych) i atrakcji dla motywacji praca-dom ( $0,628$ \* liczba zawodowo czynnych) w ruchu dobowym.

odległość dojścia pomiędzy miejscem pracy a miejscem zamieszkania w osiedlu<sup>65</sup> wynosi 1500 m (dla scenariusza II, gdzie udział miejsc pracy wykorzystywanych przez jego mieszkańców wynosi 20%) i 1000 m (dla wartości 40% miejsc pracy, wykorzystywanych przez mieszkańców osiedla)<sup>66</sup>. Udział ruchu pieszego w podróży odbywanej w relacji dom-praca-dom we wnętrzu osiedla wynosi odpowiednio 87,8% i 74,6%. Pozostałe podróże odbywane są samochodem osobowym<sup>67</sup>. W konsekwencji wyznaczono wartości potencjałów ruchotwórczych podróży realizowanych pieszo lub samochodem wewnątrz osiedla.

W kolejnym kroku (dla scenariusza I i II) analizowano podróże odbywane na zewnątrz osiedla. Założono, że te podróże odbywane są w relacji dom-praca-dom tylko transportem zmotoryzowanym (autobusem lub samochodem osobowym), gdyż w najbliższych rejonach, w zasięgu dojścia pieszego, nie ma właściwie zlokalizowanych miejsc pracy, z których mogliby skorzystać jego mieszkańcy. Udział transportu zbiorowego (autobusu) obliczono według modeli skalibrowanych w niniejszej dysertacji dla Krakowa, które przedstawiają zależność udziału transportu zbiorowego w ruchu zmotoryzowanym od czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej osiedla<sup>68</sup> (wg Tab. 4.7). Jednak z uwagi na to, że dopasowane modele dotyczą ogółu podróży w ruchu zmotoryzowanym, konieczne było wprowadzenie współczynnika korygującego (wynoszącego 0,9)<sup>69</sup>, który uwzględnia udziału transportu zbiorowego dla motywacji dom-praca-dom w ogóle podróży (wg Tab. 4.4). Wartości udziału transportu zbiorowego (dla ogółu podróży i motywacji dom-praca-dom) dla poszczególnych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej charakteryzujących osiedle Górka Narodowa mają postać jak w Tab. 4.15.

---

<sup>65</sup> Średnia odległość, licząc po sieci drogowej, ze środka ciężkości zabudowy mieszkaniowej osiedla do środka obszaru, na którym przewidziano inwestycje związane z miejscami pracy.


<sup>66</sup> Im w osiedlu oferowanych jest więcej miejsc pracy dla jego mieszkańców, tym odległość dojścia pieszego z domu do pracy jest mniejsza - im oferta miejsc pracy jest bogatsza, tym bardziej prawdopodobne jest znalezienie bliżej miejsca zamieszkania, miejsca pracy.

<sup>67</sup> Sieć transportu zbiorowego nie jest dostosowana do wewnętrznej obsługi osiedla, dlatego nie przejmuje ona podróży.

<sup>68</sup> W analizie nie uwzględniono czynnika stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego, ponieważ model dla niego dopasowany jest nieistotny. Nie uwzględniono także modelu udziału transportu zbiorowego dla stopnia wielofunkcyjności, ze względu na to, że zmiana tego czynnika jest analizowana w scenariuszu rozwoju. Dla pozostałych czynników siła korelacji jest wyraźna (odległość, czas przejazdu transportem zbiorowym i uogólniony koszt podróży z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia) i istotna (dla gęstości zaludnienia).

<sup>69</sup> Wartość tą wyznaczono następująco (wg Tab. 4.4) : udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w motywacji dom-praca-dom wynosi 59%; udział transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w ogóle podróży wynosi 65%; zatem iloraz udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych dla motywacji dom-praca-dom i dla ogółu podróży wynosi:  $0,59/0,65 = 0,9$ .

Tab. 4.15 Wartości udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych dla ogółu podróży i dla motywacji dom-praca-dom w zależności od czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej charakteryzujących osiedle Górka Narodowa (opracowanie własne).

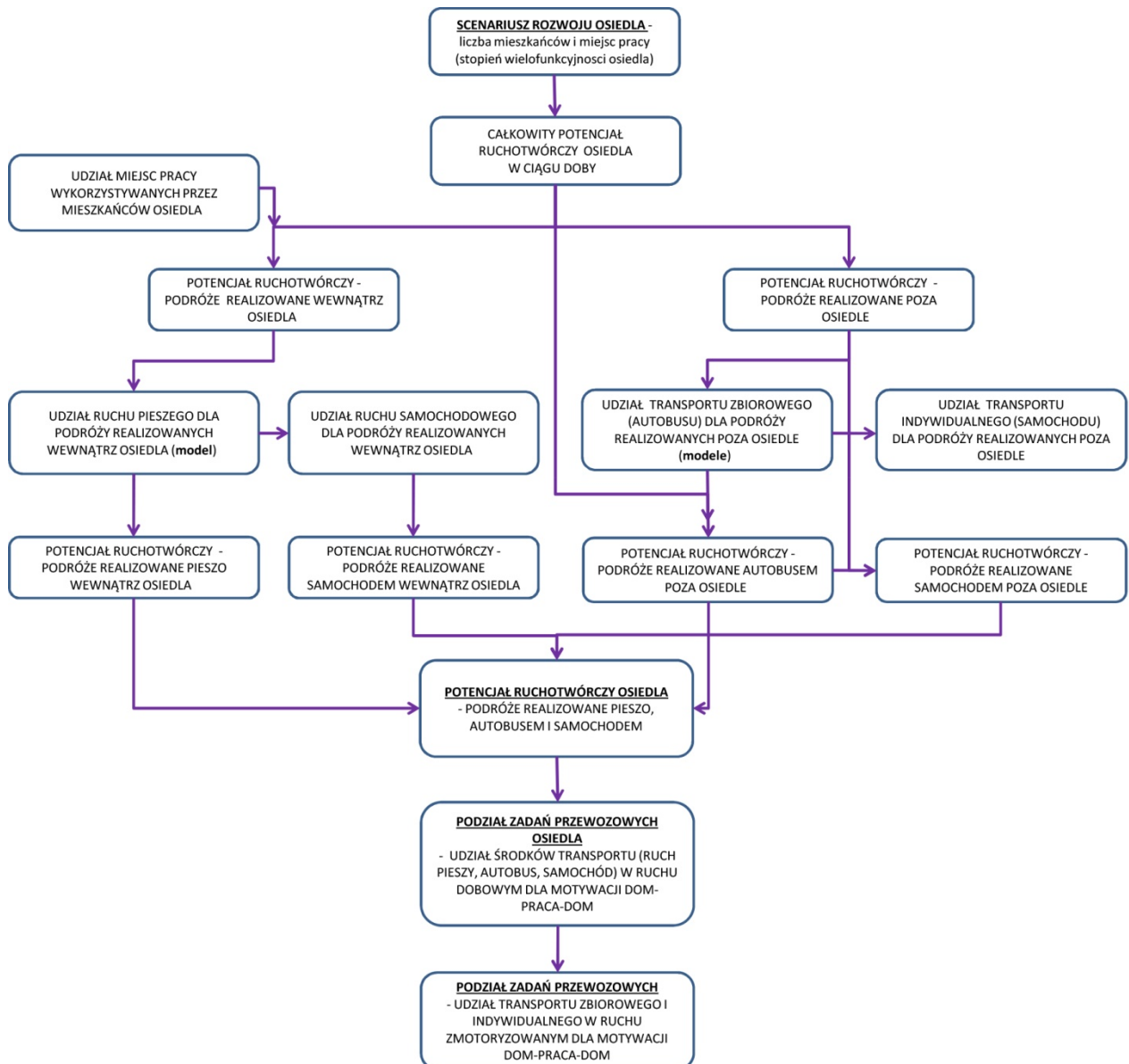
czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej osiedla Górka Narodowa		model (wg Tab. 4.7)	udział transportu zbiorowego w ruchu zmotoryzowanym w ogóle podróży	współczynnik przeliczeniowy*	udział transportu zbiorowego w ruchu zmotoryzowanym dla motywacji dom-praca-dom
<b>G</b> - gęstość zaludnienia osiedla [os/ha]	240	$52,1+0,07*G$	68,9	0,9	62,0
<b>O</b> - odległość pomiędzy osiedlem a Śródmieściem [km]	6,32	$61,2-0,7*O$	56,8		51,1
<b>T<sub>ptz</sub></b> - czas przejazdu autobusem pomiędzy osiedlem a Śródmieściem [min]	50,4	$64,1-0,2*T_{ptz}$	54,0		48,6
<b>U<sub>KP</sub></b> - iloraz uogólnionego kosztu podróży pomiędzy osiedlem a Śródmieściem [-]	3,08	$34,2+5,7*U_{KP}$	51,8		46,6
		<b>ŚREDNIA</b>	<b>57,9</b>		<b>52,1</b>

\* współczynnik przeliczeniowy udziału transportu zbiorowego w ruchu zmotoryzowanym w ogóle podróży na udział transportu zbiorowego w ruchu zmotoryzowanym dla motywacji dom-praca-dom

W Tab. 4.15 przedstawiono średnią wartość udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych dla podróży związanych z pracą (dla wszystkich analizowanych czynników struktury osiedla) - wynosi ona 52,1%. Wartość tą przyjęto do dalszych obliczeń, dla podróży odbywanych poza osiedle.

Następnie wyznaczono udział samochodu osobowego w podróżach poza osiedle, jako pozostałą wartość udziału tego środka transportu w ruchu zmotoryzowanym (wynosi ona 47,9%). W kolejnym kroku wyznaczono wartość potencjałów ruchotwórczych dla podróży odbywanych poza osiedle mieszkaniowe autobusem i samochodem (w tym wypadku nie zakłada się ruchu pieszego). Dla scenariusza I wartości te są zmienne. Dla scenariusza II liczba podróży odbywanych autobusem poza osiedle jest stała<sup>70</sup> i wynosi 6874 [podróży/dobę], natomiast samochodem osobowym wartość ta jest zmienna (pozostała wartość z potencjału ruchotwórczego poza osiedle). Im więcej podróży w motywacji dom-praca-dom odbywanych jest wewnątrz osiedla (są one w większości realizowane pieszo), tym mniejszy potencjał ruchotwórczy realizowany jest transportem zmotoryzowanym poza jednostkę mieszkaniową. Sumując wartości potencjałów ruchotwórczych (odbywanych zarówno wewnątrz osiedla, jak i na zewnątrz) odbywanych każdym środkiem transportu, wyznaczono ostateczny, globalny podział zadań przewozowych osiedla Górka Narodowa (dla podróży pieszych, odbywanych autobusem i samochodem osobowym), a także osobno dla ruchu zmotoryzowanego. Wynik obliczeń pokazują, że zmiana podziału zadań przewozowych jest wynikiem zmian w strukturze funkcjonalno – przestrzennej osiedla. Schemat obliczeniowy przedstawiono na Rys. 4.23, a wyniki obliczeń w Tab. 4.16.

<sup>70</sup> Z uwagi na stałą wartość czynników struktury przestrzennej i zastosowany model do wyznaczenia udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych.



Rys. 4.23 Schemat obliczeniowy wpływu zmiany w strukturze funkcjonalno - przestrzennej osiedla mieszkaniowego Górka Narodowa w Krakowie na zmianę podziału zadań przewozowych dla podróży związanych z motywacją dom-praca-dom (opracowanie własne).

	POTENCJAL RUCHOTWÓRCZY OSIEDLA [podróży/dobę]					UDZIAŁ PODRÓŻY REALIZOWANYCH WEWNĄTRZ OSIEDLA ŚRODKIEM TRANSPORTU [%]			POTENCJAL RUCHOTWÓRCZY - PODRÓŻE REALIZOWANE WEWNĄTRZ OSIEDLA ŚRODKIEM TRANSPORTU [podróży/dobę]		UDZIAŁ PODRÓŻY REALIZOWANYCH POZA OSIEDLE ŚRODKIEM TRANSPORTU [%]				
	L <sub>M</sub>	W [LMP/LM]	L <sub>MP</sub>	U <sub>mpm</sub> [-]	L <sub>MPm</sub>	CAŁKOWITY	PODRÓŻE WEWNĘTRZNE W OSIEDLU	PODRÓŻE POZA OSIEDLE	PIESZO	SAMOCHODEM	PIESZO	SAMOCHODEM	SAMOCHODEM	AUTOBUSEM	
SCENARIUSZ I - STRUKTURA MONOFUNKCYJNA	12000	0	0	0,00	0	13200	0	13200	0	0	0	0	47,9	52,1	
	16000					17600		17600							
	20000					22000		22000							
SCENARIUSZ II - STRUKTURA WIELOFUNKCYJNA	12000	0,2	2400	0,20	480	13200	643	12557	74,6	25,4	480	163	47,9	52,1	
		0,3	3600		720		1447	11753			1079	368			
		0,4	4800		960		2573	10627			1919	654			
	0,40	0,2	2400	960	13200	643	12557	87,8	12,2	565	78	47,9	52,1		
		0,3	3600	1440		1447	11753			1270	177				
		0,4	4800	1920		2573	10627			2259	314				
	POTENCJAL RUCHOTWÓRCZY - PODRÓŻE REALIZOWANE POZA OSIEDLE ŚRODKIEM TRANSPORTU [podróży/dobę]					POTENCJAL RUCHOTWÓRCZY - PODRÓŻE REALIZOWANE PRZEZ OSIEDLE ŚRODKIEM TRANSPORTU [podróży/dobę]			UDZIAŁ PODRÓŻY REALIZOWANYCH PRZEZ OSIEDLE ŚRODKIEM TRANSPORTU [%]			UDZIAŁ PODRÓŻY REALIZOWANYCH PRZEZ OSIEDLE W RUCHU ZMOTORYZOWANYM [%]			
	L <sub>M</sub>	W [LMP/LM]	L <sub>MP</sub>	U <sub>mpm</sub> [-]	L <sub>MPm</sub>	SAMOCHODEM	AUTOBUSEM	PIESZO	SAMOCHODEM	AUTOBUSEM	PIESZO	SAMOCHODEM	AUTOBUSEM	SAMOCHODEM	AUTOBUSEM
SCENARIUSZ I - STRUKTURA MONOFUNKCYJNA	12000	0	0	0,00	0	6323	6874	0	6323	6874	0	47,9	52,1	47,9	52,1
	16000					8430	9166		8430	9166					
	20000					10538	11457		10538	11457					
SCENARIUSZ II - STRUKTURA WIELOFUNKCYJNA	12000	0,2	2400	0,20	480	5683	6874	480	5846	6874	3,6	44,3	52,1	46,0	54,0
		0,3	3600		720	4879		1079	5247		8,2	39,8		43,3	56,7
		0,4	4800		960	3753		1919	4407		14,5	33,4		39,1	60,9
	0,40	0,2	2400	960	5683	6874	565	5761	6874	4,3	43,6	52,1	45,6	54,4	
		0,3	3600	1440	4879		1270	5056		9,6	38,3		42,4	57,6	
		0,4	4800	1920	3753		2259	4067		17,1	30,8		37,2	62,8	

Tab. 4.16 Wartości obliczeniowe potencjałów ruchotwórczych oraz podziału zadań przewozowych osiedla Górka Narodowa w Krakowie dla podróży związanych w motywacją dom-praca-dom (opracowanie własne).

Analizując Tab. 4.16 widać, że w przypadku scenariusza I, gdzie przewiduje się rozbudowę osiedla (pozostając jednak w dalszym ciągu strukturą monofunkcyjną), nie zmienia się podział zadań przewozowych dla środków zmotoryzowanych. Wzrost potencjału ruchotwórczego nie wpływa na zmianę udziału poszczególnych środków transportu. W przypadku scenariusza II, w którym przewiduje się rozwój osiedla, ale w kierunku zwiększenia stopnia jego wielofunkcyjności (wzrost liczby miejsc pracy, w tym wykorzystywanych przez mieszkańców osiedla), zwiększa się udział ruchu pieszego - z 3,6% do 17,1% dla podróży na krótkie odległości. Jednocześnie wraz ze wzrostem stopnia wielofunkcyjności osiedla i udziału miejsc pracy wykorzystywanych przez mieszkańców, znacząco obniża się udział samochodu osobowego w podróżach - z 47,9% do wartości 30,8%, głównie dla podróży odbywanych poza jednostkę. Udział transportu zbiorowego w ogóle podróży pozostaje bez zmian - 52,1%. Analizując natomiast zmiany w obrębie ruchu zmotoryzowanego można zauważyć wyraźne obniżanie się udziału samochodu osobowego w ruchu zmotoryzowanym (z wartości 47,9% do wartości 37,2%), na rzecz udziału transportu zbiorowego (z wartości 52,1% do wartości 62,8%), w wyniku zróżnicowania funkcji osiedla.

Tab. 4.17 Spadek liczby samochodów generowanych i absorbowanych przez i do osiedla Górka Narodowa, dla motywacji dom-praca-dom w ciągu doby w wyniku zmiany jego stopnia wielofunkcyjności (opracowanie własne).

	$L_M$	$W$ [ $L_{MP}/L_M$ ]	$L_{MP}$	potencjał ruchotwórczy realizowany poza osiedle samochodem osobowym dla motywacji dom-praca-dom [podróży/dobę]	napalenie samochodu osobowego wg KBR [74][osób/pojazd]	liczba samochodów osobowych generowanych i absorbowanych poza/do osiedla dla motywacji dom-praca-dom [pojazdów/dobę]	spadek liczby pojazdów generowanych i absorbowanych poza/do osiedla dla motywacji dom-praca-dom w porównaniu ze scenariuszem I [pojazdów/dobę]
SCENARIUSZ I	12000	0	0	6323	1,2	5269	0
SCENARIUSZ II	12000	0,2	2400	5683		4736	- 533
		0,3	3600	4879		4066	- 1203
		0,4	4800	3753		3128	- 2141

W Tab. 4.17 przedstawiono o ile zmniejszy się liczba samochodów osobowych generowanych i absorbowanych poza i do jednostki strukturalnej dla motywacji dom-praca-dom w ciągu doby, w wyniku zmiany jej stopnia wielofunkcyjności. Zmiany te pokazują istotny spadek liczby pojazdów, nawet o 2141 [pojazdów/dobę] w stosunku do struktury monofunkcyjnej. Mniejsza liczba pojazdów wyjeżdżająca/wjeżdżająca z/do osiedla, w wyniku zmian w strukturze funkcjonalno - przestrzennej, przyczyni się do zmniejszenia obciążenia sieci ulicznej i ewentualnego łągodzenia kongestii samochodowej.

Podejście obliczeniowe, polegające na stosowaniu kilku modeli cząstkowych podziału zadań przewozowych wykazało, że istnieje wyraźny wpływ zmiany stopnia

wielofunkcyjności na globalny podział zadań przewozowych osiedla. Podejście z zastosowaniem sekwencji modeli cząstkowych w sposób bardziej wyraźny pokazuje wpływ zmiany stopnia wielofunkcyjności na wzrost udziału transportu zbiorowego, niż w przypadku zastosowania pojedynczego modelu estymacji udziału transportu zbiorowego dla Krakowa (wykonanego w ramach obliczeń w Rozdziale 4.4.3 i zawartego w Tab. 4.7).

Przeprowadzone obliczenia potwierdzają zatem, że rozwój osiedla polegający na zwiększeniu stopnia zróżnicowania jego funkcji wpłynąć może na zmianę zachowań transportowych mieszkańców, w tym na podział zadań przewozowych. Planowanie struktury funkcjonalno - przestrzennej w kierunku zapewnienia bliskości celów podróży w zasięgu dostępności pieszej, powodować może poprawę funkcjonowania systemu transportowego miasta i redukcję negatywnego wpływu emisji szkodliwych substancji do środowiska.



## 5. Podsumowanie i wnioski

### 5.1. Zakres przeprowadzonych badań i analiz

W rozdziale 1 określono obiekt badań, tj. strukturę przestrzenną odnoszącą się do całości miasta oraz strukturę funkcjonalną, odnoszącą się do wyodrębnionej jednostki - rejonu komunikacyjnego, w tym będącego osiedlem mieszkaniowym, a także system transportowy miasta (w ujęciu funkcjonalno - przestrzennym), zarówno indywidualny, jak i zbiorowy. Zarysowano historyczny aspekt przekształceń struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta i systemu transportowego ze zwróceniem uwagi na współzależności rozwoju.

W rozdziale 2 dokonano przeglądu badań polskich i zagranicznych z zakresu koordynacji integracji planowania przestrzennego i transportu. Analizą objęto także przegląd dokumentów i innych opracowań, głównie planistycznych oraz o charakterze politycznym, w oparciu o które władze miasta mogą kształtować zrównoważoną strukturę przestrzenną. Opisano m.in. metodę optymalizacji warszawskiej jako narzędzie wspomagające planowanie miast, a także kilka modeli krajowych i zagranicznych opisujących cząstkowe zależności od kilku czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej, charakteryzujące zachowania transportowe mieszkańców (w tym podział zadań przewozowych).

W rozdziale 3 scharakteryzowano czynniki struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta, które przewijały się w przeglądzie literatury oraz wynikające z własnych analiz. Opisano osiem głównych czynników, tj.: wielkość jednostki urbanistycznej, lokalizacja obszaru względem innych jednostek strukturalnych, intensywność i wielofunkcyjność obszaru, dostępność struktury funkcjonalno - przestrzennej do transportu, regulacje parkingowe w jednostce strukturalnej, cechy sieci ulicznej oraz aspekty socjoekonomiczne. Zestawiono wskaźniki jakości funkcjonowania transportu, z których skorzystano w przedmiotowej dysertacji, tj: średni czas podróży oraz uogólniony koszt podróży transportem indywidualnym i zbiorowym. Opisane zostały także inne wskaźniki, jak współczynnik przeciążenia sieci ulicznej, obrazujący wydłużenie czasu przejazdu odcinka oraz pracę przewozową - nie były one jednak wykorzystane w pracy doktorskiej. W ramach podsumowania części związanej z przeglądem stanu badań oraz wyboru i opisu czynników charakteryzujących strukturę przestrzenną i system transportowy, przedstawiono zasady i postulaty dotyczące koordynacji rozwoju przestrzennego i transportu.

Rozdział 3 kończy opis metod pozyskiwania bazy danych, w celu dokonania analizy wpływu struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta na podział zadań przewozowych. Można tutaj wyróżnić: bazy danych dla miast wykonanych w ramach dokumentów planistycznych (np. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta) lub specjalistycznych opracowań transportowych (np. Kompleksowych Badań Ruchu), analizujących strukturę przestrzenną miasta lub zachowania transportowe mieszkańców, a także bazy danych statystycznych gromadzonych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) oraz inne instytucje.

Najistotniejszą częścią pracy, ujętą w rozdziale 4, było modelowanie wpływu czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych. W charakterze wprowadzenia, scharakteryzowano model 4-stadiowy, podając przykłady skalibrowanych modeli cząstkowych dla kilku polskich miast. Przeprowadzono analizę dwóch dostępnych modeli dotyczących powiązań aspektów urbanistycznych i transportowych, a następnie na ich podstawie, wykonano obliczenia dla przykładowych obszarów. Model gęstości dla Hamburga, podejmuje kwestie wpływu intensywności zagospodarowania terenu oraz dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego, na podział zadań przewozowych. Przeprowadzone obliczenia pokazały zmiany udziału transportu zbiorowego wskutek

zwiększania wskaźnika intensywności w paśmie zabudowy zlokalizowanym wzdłuż linii kolei miejskiej, ze zmniejszającą się wartością wskaźnika intensywności, w miarę oddalania się od przystanku. Model skalibrowany przez P. Olszewskiego, opisujący wpływ dostępności pieszej do przystanku transportu zbiorowego na prawdopodobieństwo dotarcia do tego przystanku pieszo, został zastosowany dla osiedla mieszkaniowego Górka Narodowa, zlokalizowanego w północnej części Krakowa. Analizie poddano jeden przystanek autobusowy, z którego korzysta najwięcej mieszkańców (z uwagi na realizację bezpośrednich połączeń osiedla z centrum miasta). Zastosowany model umożliwił oszacowanie wpływu ekwiwalentnej odległości dojścia (uwzględniającej warunki dojścia) na wybór środka transportu w dotarciu do przystanku transportu zbiorowego.

Główny nurt modelowania dotyczył estymacji modeli wpływu czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych, dla trzech miast polskich - Krakowa, Wrocławia i Gdańska. Analizie poddano następujące czynniki wpływu: gęstość zaludnienia rejonu komunikacyjnego, stopień jego wielofunkcyjności, stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w rejonie, średnia odległość (liczona po sieci ulicznej) pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem, czas przejazdu transportem zbiorowym pomiędzy poszczególnym rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem oraz iloraz uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym do uogólnionego kosztu podróży transportem zbiorowym pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem. Estymacja obejmowała modele regresji jedno i wieloczynnikowe (wielorakie). Wyniki modelowania przedstawiono w postaci formuł regresyjnych oraz w sposób graficzny. Ponadto przeprowadzono analizę korelacji zmiennych opisujących strukturę funkcjonalno - przestrzenną rejonu komunikacyjnego.

Estymowane modele zostały wykorzystane do analizy wpływu scenariuszy rozwoju zagospodarowania przestrzennego osiedla Górka Narodowa na zmianę podziału zadań przewozowych w podróżach mieszkańców osiedla. Scenariusze rozwoju osiedla, uwzględniają zmienną wartość liczby mieszkańców, 3 wartości stopnia wielofunkcyjności osiedla oraz 2 wartości procentowej liczby miejsc pracy w osiedlu wykorzystywaną przez jego mieszkańców. W analizie skorzystano z dostępnego modelu udziału ruchu pieszego w zależności od odległości dojścia pieszego oraz z dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych w zależności od czynników struktury osiedla. Zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym oceniono pod kątem ich wpływu na wielkość generowanych przez osiedle mieszkaniowe podróży w motywacji "dom-praca-dom" przez osiedle mieszkaniowe oraz na udział poszczególnych środków transportu (ruchu pieszego, autobusu i samochodu osobowego).

## 5.2. Spełnienie założonych celów

Celem niniejszej dysertacji było wykazanie istotności wpływu wybranych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta na podział zadań przewozowych, od którego zależy obciążenie sieci ulicznej ruchem samochodowym. Zmniejszenie udziału samochodu osobowego w podróżach oddziałuje na łagodzenie stanów kongestii motoryzacyjnej. Cel ten osiągnięto stosując różne metody, przede wszystkim analityczne, statystyczne i symulacyjne, umożliwiające efektywne rozwiązanie postawionego zadania.

Częściowo potwierdzono słuszność postawionej tezy pracy, która mówi, że istnieje związek pomiędzy czynnikami struktury funkcjonalno - przestrzennej charakteryzujących miasto lub wydzieloną jego część, a podziałem zadań przewozowych. Dokonana estymacja modeli potwierdziła możliwość sparametryzowania wpływu większości wybranych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych.

Przeprowadzona na przykładzie osiedla mieszkaniowego analiza zmian udziału trzech środków transportu w Krakowie (ruch pieszy, autobus i samochód osobowy), w wyniku zwiększenia stopnia wielofunkcyjności osiedla (w tym liczby miejsc pracy wykorzystywanych przez mieszkańców), potwierdziła pierwsze dwie tezy doktoratu. W tym celu skorzystano z dostępnych i dopasowanych modeli na potencjały ruchotwórcze oraz podział zadań przewozowych, co pozwoliło na stworzenie procedury zawierającej sekwencję skalibrowanych modeli cząstkowych, co wypełniło zadanie wynikające z trzeciej tezy doktoratu.

### 5.3. Wnioski generalne

1. Przegląd opracowań i badań z zakresu kształtowania struktury funkcjonalno - przestrzennej i transportu miasta pokazał, że zintegrowane planowanie opiera się na ogólnych zasadach i rekomendacjach, natomiast na ogół brakuje parametryzacji wpływu poszczególnych czynników.

Przegląd dokumentów planistycznych o charakterze politycznym wskazał na zbyt ogólne traktowanie kwestii harmonizacji planowania struktury funkcjonalno - przestrzennej i systemu transportowego. Dostępne modele zagraniczne uwzględniają co prawda gęstość zaludnienia i rozmieszczenie programu urbanistycznego, jednak ich stosowanie w warunkach polskich może okazać się ryzykowne, z powodu odmiennych uwarunkowań. W pracy doktorskiej, ze świadomością pewnego ryzyka, zastosowano jednak jeden z nich (model dostępności pieszej do stacji metra skalibrowany przez P. Olszewskiego). Natomiast dotychczasowe badania krajowe podjęły pierwsze próby oszacowania wpływu intensywności zabudowy i stopnia wielofunkcyjności na podział zadań przewozowych.

2. Analiza modelu gęstości dla Hamburga pokazała, że wraz ze wzrostem wskaźnika intensywności zabudowy, zwiększa się potencjał ruchotwórczy pasma oraz częstotliwość kursowania pojazdów transportu zbiorowego, co przekłada się na zwiększenie się jego udziału w podróżach.

3. Przeprowadzony przykład obliczeniowy dla osiedla mieszkaniowego w Krakowie wykazał przydatność modelu P. Olszewskiego, opisującego: jak wraz ze wzrostem odległości pieszej zmniejsza się prawdopodobieństwo dotarcia pieszo do przystanku transportu zbiorowego, a zwiększa samochodem osobowym. Powoduje to wzrost obciążenie układu drogowego i w konsekwencji - pogarszanie się warunków życia mieszkańców.

4. Wiele do życzenia pozostawia dostępność i kompletność wyników badań, na podstawie których można byłoby wyznaczyć zależność pomiędzy podziałem zadań przewozowych a czynnikiem struktury funkcjonalno - przestrzennej. Wynika to głównie z braku w większości miast polskich opracowań dotyczących zachowań komunikacyjnych mieszkańców i symulacyjnych modeli transportowych miast.

5. Bazy danych tworzone w ramach kompleksowych badań ruchu, przeprowadzonych w nielicznych miastach polskich, dają możliwość pozyskania informacji o demografii jednostki urbanistycznej, struktury zatrudnienia, stopniu dostępności tej jednostki do infrastruktury transportu zbiorowego oraz jej relacji przestrzenno-transportowych z innymi obszarami miasta. Analiza baz danych w ich postaci źródłowej, jest jednak utrudniona w zakresie koniecznym do przedmiotowych analiz. Nawet jeżeli bazy dane są dostępne w potrzebnym zakresie i formie, to liczebność próby, a zatem i reprezentatywność wyników może okazać się przeszkodą w jej wykorzystaniu. Baza danych na podstawie której estymowane były zależności okazała się być niekompletną, a prawdziwość i poprawność niektórych jej

elementów była wątpliwa. Z powodu braku dostępu do innej bazy danych zdecydowano się z niej skorzystać po wyeliminowaniu błędnych zapisów.

6. Wyniki estymacji jednoczynnikowych modeli regresji liniowej pokazały, że nie wszystkie analizowane czynniki charakteryzujące strukturę funkcjonalno - przestrzenną mają istotny wpływ na podział zadań przewozowych w podróżach zmotoryzowanych. Siła wpływu tych czynników jest zróżnicowana w poszczególnych analizowanych miastach. Wpływ we wszystkich miastach jest istotny i wyraźny dla **gęstości zaludnienia rejonu komunikacyjnego, odległości, czasu przejazdu transportem zbiorowym oraz ilorazu uogólnionych kosztów podróży transportem indywidualnym i zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia**. We Wrocławiu i Gdańsku stopień dostępności do transportu zbiorowego ma istotny wpływ na podział zadań przewozowych a w Krakowie - nie; natomiast dla stopnia wielofunkcyjności jest w tych miastach odwrotnie.

7. Wzory regresji wyrażające wpływ czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na podział zadań przewozowych potwierdzają spodziewane kierunek zmian, i tak:

- wzrost gęstości zaludnienia powoduje wzrost udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych,
- wydłużenie odległości pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem powoduje spadek udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych,
- wydłużenie się czasu przejazdu transportem zbiorowym pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem miasta powoduje spadek udziału transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych, a wzrost udziału transportu indywidualnego (samochodowego),
- wzrost ilorazu uogólnionych kosztów podróży transportem indywidualnym i zbiorowym powoduje wzrost udziału transportu zbiorowego w podróżach; oznacza to, że im kosztowniejsza jest podróż samochodem osobowym (głównie ze względu na koszt parkowania w Śródmieściu) w porównaniu do transportu zbiorowego, tym chętniej mieszkańcy wybierają autobus, tramwaj lub metro w podróżach.

Ocena większości uzyskanych zależności wykazała statystyczną ich istotność, nawet pomimo małych wartości współczynników korelacji.

8. Estymacja wieloczynnikowego modelu regresji liniowej wskazała także, że w przypadku Krakowa, Wrocławia i Gdańska na wybór transportu zbiorowego w podróżach zmotoryzowanych najbardziej wyraźny wpływ ma gęstość zaludnienia, a dla Wrocławia i Gdańska - także stopień dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego. Dla Krakowa żaden inny czynnik nie okazał się istotny, poza gęstością zaludnienia. Uzyskane dla poszczególnych miast współczynniki regresji różnią się co do wartości, co świadczy o tym, że specyfika miasta nie pozwala na stworzenie jednego uniwersalnego modelu opisującego zachowania komunikacyjne dla wszystkich lub większości dużych miast.

9. Analizy i badania w niniejszej dysertacji potwierdzają uważany za właściwy kierunek rozwoju miast, poprawiający funkcjonowanie transportu, a tym samym warunki życia mieszkańców i stanu środowiska miejskiego. Rozwój miast powinien być oparty o zasadę zwiększania gęstości zaludnienia i poprawę dostępności obszarów do infrastruktury transportu zbiorowego, aby wpływać na zwiększanie się jego udziału w podróżach. Zasady kształtowania przestrzennego powinny być skupione na kreowaniu dzielnic miasta jako "miasta małych miast", w dużym stopniu samowystarczalnych i powiązanych ze sobą nowoczesnym i przyjaznym środowisku transportem zbiorowym. Taki model rozwoju powstrzyma narastającą kongestię motoryzacyjną. Podróże na krótkie odległości mają większą szansę realizować się pieszo lub rowerem, a na dalsze - ale niezbyt duże odległości - transportem zbiorowym.

10. Przeprowadzony przykład obliczeniowy pokazał, że stosowanie sekwencji skalibrowanych modeli cząstkowych, prowadzi do wyznaczenia łącznego wpływu zmian poszczególnych czynników funkcjonalno-przestrzennych na zmiany w podziale zadań przewozowych. Uzyskane wyniki pokazują, że w ten sposób można to ująć bardziej precyzyjnie niż przy stosowaniu pojedynczych modeli.

#### **5.4. Kierunki ewentualnych dalszych badań**

Dokumenty planistyczne o charakterze politycznym, w sposób szczegółowy powinny podkreślać rolę synergicznego efektu integracji właściwej struktury miasta i systemu transportowego. Działania takie powinny być poparte szczegółowymi analizami, przykładowo w postaci tworzenia symulacyjnych modelu transportowego miasta, dzięki któremu można będzie ująć zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym i pokazać wpływ tych zmian na poziom kongestii ruchu i funkcjonowanie systemu transportowego. Kierunek dalszych badań będzie dotyczył stworzenia metodyki umożliwiającej ocenę trafności bądź poprawności struktury przestrzennej konkretnego miasta (w tym jego poszczególnych obszarów) ze względu na kryterium funkcjonalności, w tym wpływu na poziom kongestii ruchu. Opracowana procedura dałaby możliwość przeprowadzenia optymalizacji struktury przestrzennej miasta z uwagi na kryterium sprawności transportu, co przyczynić się może do wyznaczeniem wskaźnika stopnia zrównoważenia transportu, który oceniałby racjonalny udział samochodu osobowego w podróżach, przy zachowaniu granicznych, akceptowalnych standardów ruchu. W tym kontekście między innymi podjęte powinny być badania oszacowujące wpływ dostępnej liczby miejsc parkingowych w obszarze Śródmieścia na podział zadań przewozowych. Badania takie będą wymagały zebrania bazy danych z wielu miast polskich dotyczących oferowanej liczby miejsc postojowych i podziału zadań przewozowych w tym obszarze. Wyniki tych analiz pozwolą na estymację modelu, który wskazałby konsekwencje zmiany podziału zadań przewozowych w wyniku pojawienia się nowych generatorów ruchu, w powiązaniu z różnym stopniem dostępności miejsc postojowych dla samochodów osobowych.

## 6. Bibliografia

- [1] Banister, D., *Unsustainable transport - City transport in the new century*, Routledge, Taylor&Francis Group, 2005 r.
- [2] Banister, D., *Energy use, transport and settlement patterns*, Sustainable Development and Urban Form, London, 1992 r.
- [3] Banister, D., Marshall, S., *Land Use and Transport*, European research towards integrated policies, Elsevier, 2007 r.
- [4] Bieda, K., *Wpływ czynnika komunikacji na kształtowanie struktur osiedleńczych*, Politechnika Krakowska, Zeszyt naukowy nr 6, Kraków, 1980 r.
- [5] Biuro Rozwoju Regionu w Katowicach, Pracownia Badawczo-Projektowa Systemów Transportu „Trans-Plan”, *Wytyczne Planistyczne dla projektu Przebudowy Centrum Katowic*, Katowice, 2007 r.
- [6] Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, Spółka Aukcyjna, *Warszawskie Badania Ruchu 2005 wraz opracowaniem modelu ruchu, Raport IV Wyniki badań ruchu, Tom 1 Wyniki badan ankietowych*, Warszawa, Październik 2005 r.
- [7] Biuro Planowania Rozwoju Warszawy, Spółka Aukcyjna, *Studium systemu komunikacyjnego Łodzi*, Łódź, 2003 r.
- [8] Bramley, G., Power, S., *Urban form and social sustainability: the role of density and housing type*, United Kingdom, 2009 r.
- [9] Breheny, M., *The compact city and transport energy consumption*, Transactions of the Institution of British Geographers NS, 20, 1995 r.
- [10] Broniewski S., Suchorzewski W., *Metoda optymalizacji warszawskiej, Zastosowanie analizy systemowej w modelowaniu rozwoju regionalnego*, PWN, Warszawa-Łódź 1979 r.
- [11] Bryniarska, Z., Starowicz, W., *Wyniki badań systemów publicznego transportu zbiorowego w wybranych miastach*, Monografia wydana jako Zeszyt Naukowo-Techniczny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie, w serii Monografie, nr 19 (zeszyt 155), Kraków, 2010 r.
- [12] Brzeziński A., Waltz A., *Budowa hierarchicznych modeli ruchu w sieciach drogowych*, Politechnika Warszawska, Praca doktorska, 1998 r.
- [13] Campos, V., Ramos, R., Miranda, D., *EU Projects PROPOLIS (“Planning and Research of Policies for Land Use and Transport for Increasing Urban Sustainability), TRANSPLUS (“Transport Planning Land Use and Sustainability”), PROSPECT (“Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems”) – “Multi-criteria analysis procedure for sustainable mobility evaluation in urban areas”*
- [14] *Case study: Car-free living in Hamburg*, <http://www.epomm.eu/index.php>, document: project MAX – Guidelines for integration of Mobility Management and Land Use Planning
- [15] Chmielewski, J.M., *Teoria urbanistyki w projektowaniu i planowaniu miast*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2010r.
- [16] Dobosz, M., *Statystyczna analiza wyników badan*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2004 r.
- [17] European Commission: *Green Paper “Towards a new culture for urban mobility”*.
- [18] European Commission: *White Paper: European transport policy for 2010: time to decide*, Luxemburg, 2001 r.
- [19] European Conference of Ministers of Transport/OECD: *Sustainable Transport Policies*, Paris, 2000 r.

- [20] EU Project MAX – Integrating Land Use and Sustainable Transport Planning: Promising Policies 2007-2009 r.– [www.epomm.eu/index.php](http://www.epomm.eu/index.php)
- [21] EU Project Usemobility – Understanding Social behavior for Eco-friendly multimodal mobility, 2011-2012, [www.usemobility.eu](http://www.usemobility.eu)
- [22] Faron, A., Wpływ instrumentów planistycznych na wielkość prognozowanego ruchu, Ogólnopolska Konferencja Naukowo – Techniczna „Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu” – Kraków, 25-26 listopada 2009 r.
- [23] Faron, A., Rola postulatów zarządzania mobilnością na rzecz ochrony środowiska w zagospodarowaniu przestrzennym, Konferencja „Ochrona środowiska w planowaniu przestrzennym - z cyklu „Kierunki przekształceń miast i regionów w aspekcie równoważenia rozwoju oraz integracji z Unią Europejską” Kraków, 29-30 listopada 2007 r.
- [24] Faron, A., Integracja planowania przestrzennego i zrównoważonego transportu w procesie decyzyjnym, Konferencja „Transport a logika formy urbanistycznej”, Kraków, 16-17 października 2008 r.
- [25] Faron, A., The role of the innovative planning instruments in the integration of sustainable transport and land use planning, International Conference on Sustainable Urban Transport and Environment, Paris, 24-26 June 2009.
- [26] Faron, A., Mobility Management and Land Use Planning Issues on the base of spatial planning areas, Conference “Transportation and Land Use Interaction”, Bucharest, 23-25 October 2008.
- [27] Faron, A., Integration of sustainable transport, mobility management and land use planning in Polish preconditions, 4th International Symposium – Network for mobility”, Stuttgart, 25 – 26 September 2008.
- [28] Faron, A., Wpływ rodzaju intensywności zagospodarowania obszarów miasta na udział samochodu osobowych w podróżach, materiały konferencyjne 56 konferencji naukowej KILiW PAN i KN PZITB „KRYNICA 2010”, Krynica, 19-24 września 2010 r
- [29] Faron, A., Analiza wpływu wybranych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta na wielkość generowanego ruchu w mieście, materiały niepublikowane, wyniki analiz przedstawione na konferencji Dostępność i mobilność przestrzeni, organizowanej przez IGiPZ oraz PAN w Warszawie, Warszawa, 2010 r.
- [30] Faron, A., Wpływ kształtowania struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta na planowanie systemu transportu zbiorowego – analiza przypadku, materiały konferencyjne IX Konferencji Naukowo – Technicznej „Logistyka, Systemy Transportowe, Bezpieczeństwo w Transporcie – LOGITRANS”, Wydział Transportu i Elektrotechniki Politechniki Radomskiej oraz Komitet Transportu Polskiej Akademii Nauk, Szczyrk, 17 – 20 kwietnia, 2012 r.
- [31] Faron, A., Wpływ intensywności zabudowy na udział komunikacji zbiorowej w podróżach – przypadek modelowy, materiały konferencyjne III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo - Technicznej „Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu”, Kraków, 15-16 listopad, 2012r.
- [32] Faron, A., Impact of the land use planning on the modal split changes in cities – case study, conference materials of International Conference on Traffic and Transport Engineering, Belgrade, November 2012 r.
- [33] Faron, A., Wpływ czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej na łagodzenie skutków kongestii motoryzacyjnej w miastach, IX Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, Poznań -Rosnówko, czerwiec, 2013r.

- [34] Faron, A., Wpływ parametrów struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta na podział zadań przewozowych, Międzynarodowa Konferencja Naukowa - Transport XXI wieku, Ryn wrzesień, 2013 r..
- [35] Farr, D., Sustainable urbanism, urban design with nature, John Willey & Sons, 2008 r.
- [36] Gaca, S., Suchorzewski, W., Tracz, M., Inżynieria ruchu drogowego – Teoria i praktyka, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2008 r.
- [37] Gehl, J., Życie między budynkami, Użytkowanie przestrzeni publicznych, 1971 r., tłumaczenie na język polski - Wydawnictwo RAM, 2009 r.
- [38] Gillingwater, D., Ison, S., Planning for sustainable environmental future, Handbook of Transport Geography and Spatial Systems, Handbooks in Transport, Volume 4, Wydawnictwo Elsevier
- [39] Goederitz, Reiner, Hoffmann, 1957 za Curdes, G.: Vorlesung zum Stadtebau, B1, skrypt Reinisch-Westfalische Technische Hochschule, Aachen
- [40] Goldzmat, E., Architektura zespołów śródmiejskich i problemy dziedzictwa, PWN, Warszawa, 1956 r.
- [41] Gordon, P., Kumar, A., Richardson, H.W., Congestion, changing metropolitan structure and city size in the United States, International Regional Science Review, 12(1)
- [42] Grahame Shane, D., Recombinant urbanism, Conceptual modeling in Architecture, urban, and city theory, Wiley&Sons, 2005 r.
- [43] Greń, J., Modele i zadania statystyki matematycznej, PWN Warszawa, 1968 r.
- [44] High Way Capacity Manual 85, U.S. Bureau of Public Roads, Washington D.C., 1985
- [45] Instytut Badawczy Dróg I Mostów, Instrukcja oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych, Warszawa, 2008r
- [46] Jacobs, J., The Economy of Cities, 1969 r.
- [47] Jamroz, K. z zespołem; Transportowy model symulacyjny Miasta Gdańska, etap I, Biuro Rozwoju Gdańska, Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej, materiały niepublikowane, Gdańsk, 2010 r.
- [48] Karta Ateńska przyjęta przez IV Kongres CIAM (1933) z komentarzem wg wydania z 1941 r., TUP, Warszawa według wydania z 1941, TUP, Warszawa, 1998 r.
- [49] Kielczewska-Zalewska, M., Geografia osadnictwa, PWN, Warszawa, 1972 r.
- [50] Kompleksowe Badania Ruchu – Poznań 2000. Diagnoza i wnioski. Miasto i Powiat Poznań, Poznań, 2000 r.
- [51] Koncepcja podstawowej sieci tras rowerowych we Wrocławiu – układ docelowy, Zarządzenie Nr 5493/05 Prezydenta Wrocławia z dnia 9 czerwca 2005 r.
- [52] Krych A. z zespołem, "KBR Poznań 2000 - diagnoza i wnioski", Biuro Inżynierii Transportu BIT, Poznań, 2000 r.
- [53] Kus, A., Badanie zachowań komunikacyjny mieszkańców osiedla Gotyk w Krakowie, praca dyplomowa magisterska, Kraków, Czerwiec 2011 r.
- [54] LaGro Jr., James A., Site Analysis, A contextual approach to sustainable land use planning and site design, Wiley&Sons, 2008 r.
- [55] MacKinnon, D., Shaw, J., Docherty, I., Diverging mobilities ? Devolution, transport and policy innovation, Current research in urban and regional studies – volume 4, Elsevier, 2008 r.
- [56] Marshall S., Banister D., Land Use and Transport - European Research towards integrated policies – project ECOCITY
- [57] Mees, P., Density and transport mode choice in Australian, Canadian and US cities, Transport for Suburbia, ATRF, 2009 r., <http://www.cmnzl.co.nz/assets/sm/4499/61/paper10-Mees.pdf>, analizaprzeprowadzonaprzezChrisaLoadera)



- [58] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru „Górka-Narodowa Zachód”, Uchwała Nr CXIX/1283/06 Rady Miasta Krakowa z dnia 25 października 2006 r. z późniejszymi zmianami
- [59] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego obszaru "Linia tramwajowa od pętli Krowodrza Górka do Górki Narodowej Zachód", Uchwała Nr CVIII/1458/10 Rady Miasta Krakowa z dnia 8 września 2010 r.
- [60] Ministerstwo Infrastruktury, Słownik pojęć transportowych SRT, Załącznik 3 do Strategii Rozwoju Transportu, Warszawa, 30 marca 2011 r. - materiał dostępny na [www.transport.gov.pl](http://www.transport.gov.pl)
- [61] Newman, P., Kenworthy, J., Sustainability and cities, Overcoming automobile dependence, 1999 r.
- [62] Nierychło, A., Mijanka, Przegląd Tygodniowy nr 2/1990, materiały publikowane na stronie internetowej –<http://www.katedr.republika.pl/historia.htm>
- [63] Nowa Karta Ateńska 1998, przyjęta przez IV Kongres CIAM (1933) z komentarzem według wydania z 1941, TUP, Warszawa, 1998 r.
- [64] Nowa Karta Ateńska 2003, Wizja Miast XXI w., jako aktualizacja Nowej Karty Ateńskiej z roku 1993, przyjęta przez Europejską Radę Urbanistów, Lizbona, 2003 r., Towarzystwo Urbanistów Polskich, materiał publikowany na <http://www.tup.org.pl/>
- [65] Olszewski, P. Dostępność piesza jako element jakości transportu zbiorowego, Czasopismo Transport Miejski i Regionalny, 01/2008
- [66] Olszewski, P., Walking as a mode of transport – a planning policy perspective, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej - Budownictwo, Oficyna Wydawnicza PW, Zeszyt 146, Warszawa, 2007
- [67] Ostrowski, W., Urbanistyka współczesna, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1975 r.
- [68] Ośrodek Badania Rynku, Wyższa Szkoła Społeczno-Gospodarcza w Tyczynie, Zachowania transportowe mieszkańców miasta Rzeszowa, na zlecenie Urzędu Miasta Rzeszowa, Rzeszów, Czerwiec, 2005 r.
- [69] Paszkowski, Z., Miasto idealne w perspektywie europejskiej i jego związki z urbanistyką współczesną, Praca Naukowa, Kraków, 2010-2011 r.
- [70] Pawłowska, B., Zewnętrzne koszty transportu, problemy ekonomicznej wyceny, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, 2000 r.
- [71] Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Gminy Miejskiej Kraków oraz gmin sąsiadujących, z którymi Gmina Miejska Kraków zawarła porozumienie w zakresie organizacji publicznego transportu zbiorowego - projekt planu Prezydenta Miasta Krakowa, materiały dostępne na [www.bip.krakow.pl](http://www.bip.krakow.pl)
- [72] Polityka Transportowa Państwa na lata 2006-2025, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 27 czerwiec 2005 r.
- [73] Polityka Transportowa Miasta Krakowa na lata 2007-2015, Uchwała Nr XVIII/225/07 Rady Miasta Krakowa z dnia 4 lipca 2007 r.
- [74] Pracownia Badań Społecznych w Sopocie na zlecenie UM Kraków: KBR 2003, Tom I i II , Kompleksowe Badania Ruchu dla Miasta Krakowa oraz Moduł: Modelowanie ruchu - Przetwarzanie wyników badań, oraz baza danych, Sopot, Sierpień 2004 r.
- [75] Pracownia Badań Społecznych w Sopocie, Kompleksowe Badania Ruchu dla Miasta Krakowa. Przetwarzanie wyników. Moduł: Modelowanie ruchu., Sopot, 2003 r.
- [76] Pracownia Badań Społecznych w Sopocie, Badania preferencji komunikacyjnej mieszkańców Łodzi, Sopot, Listopad 2004 r., materiały niepublikowane
- [77] Pracownia Badań Społecznych w Sopocie, Badanie zachowań i preferencji komunikacyjnych mieszkańców Olsztyna, Sopot-Warszawa, Lipiec 2006 r.

- [78] Pracownia Badań Społecznych w Sopocie, Komunikacyjne Badania Ruchu 2008, Zachowania komunikacyjne mieszkańców strefy Płock, Sopot, Maj 2008 r., materiały niepublikowane
- [79] Pracownia Planowania i Projektowania Systemów Transportu, Opracowanie podziału obszaru Miasta Krakowa na strefy obsługi komunikacyjnej, Kraków, 2003 r., materiały dostępne w wersji elektronicznej u autorki dysertacji,
- [80] Rozwój Komunikacji Rowerowej Aglomeracji Trójmiejskiej w latach 2007-2013, Uchwała nr LV/1864/06 Rady Miasta Gdańska z dnia 28 września 2006 roku,
- [81] Projekt Zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa, Kraków, 2010 r. (materiały niepublikowane)
- [82] Projekt zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa uchwalonego uchwałą Nr XII/87/03 Rady Miasta Krakowa z dnia 16 kwietnia 2003 r., zmienionego Uchwałą Nr XCIII/1256/10 Rady Miasta Krakowa z dnia 3 marca 2010 r., zwaną dalej „zmianą Studium - materiał publikowany na stronie internetowej [www.bip.krakow.pl](http://www.bip.krakow.pl), na etapie wyłożenia do publicznego wglądu w okresie 18.06.2013 – 29.07.2013 r.
- [83] Pyza, D., Ambroziak, A., Problematyka wykorzystania różnych form transportu w aspekcie zrównoważonego rozwoju infrastruktury transportowej, Czasopismo Logistyka 4/2011
- [84] Roczniki statystyczne oraz Bank Danych Lokalnych, Główny Urząd Statystyczny, <http://www.stat.gov.pl>.
- [85] Rodwell, D., Conservation and sustainability in historic cities, Wydawnictwo Blackwell, 2007 r.
- [86] Rudnicki, A., Jakość komunikacji miejskiej, Kraków, 1999 r.
- [87] Rudnicki, A., Polityka rozwoju przestrzennego a zatłoczenie komunikacyjne, XIV Konferencja Naukowo – Techniczna – Skuteczne zmniejszenie zatłoczenia miasta, Poznań – Rosnówko, 24-26.06.2009 r.
- [88] Rudnicki, A., Uwarunkowania przestrzenne polityki transportowej zrównoważonego rozwoju”, Czasopismo techniczne, Architektura, 2/2005
- [89] Rudnicki, A., Zrównoważona mobilność a rozwój przestrzenny miasta, Czasopismo techniczne Politechniki Krakowskiej, materiały konferencyjne „Transport a logika formy urbanistycznej”, 1-A/2010, Zeszyt 3, rok 107
- [90] Rudnicki, A., Faron, A., Rekomendacje projektu Unii Europejskiej MAX w zakresie planowania przestrzennego na rzecz rozwoju transportu pasażerskiego, Konferencja „Zintegrowany transport publiczny w obsłudze miast i regionów - PublicTrans 2009”, Zakopane, 27-29 października 2009
- [91] Rudnicki, A., Trząski, M., Zarys oceny procesu planowania, realizacji i rozwiązań transportowej obsługi zespołów mieszkaniowych oraz próby modelowania tej obsługi, Konferencja Naukowo - Techniczna ZG SITK i MAGTiOŚ - IKŚ "Transportochłonność i obsługa komunikacyjna nowych dzielnic mieszkaniowych i przemysłowych", Zbiór referatów , Gdańsk, 1979 r.
- [92] Rudnicki, A. z zespołem, Studium komunikacyjne miasta Nowy Sącz dla potrzeb aktualizacji planu ogólnego - etap I i II, Kraków, 1993 i 1994 r.
- [93] Song, Y., Impacts of Urban Growth Management on Urban Form: A Comparative Study of Portland, Oregon, Orange County, Florida and Montgomery County, Maryland
- [94] Spółka Ernest&Young oraz Politechnika Krakowska; Zbiorcze studium wykonalności dla projektu pt: Zintegrowany System Transportu Szynowego Aglomeracji i we Wrocławiu –etap I oraz materiały niepublikowane, Wrocław, 2008 r.

- [95] Stanisław, A., Podstawy statystyki dla prowadzących badania naukowe Odcinek 21: Analiza korelacji, *Medycyna Praktyczna* 2000/10, str. 176-181.
- [96] Starowicz W. z zespołem, "Kompleksowe badania ruchu w Katowicach i Siemianowicach Śląskich - Analizy problemowe", Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie, Kraków, 1999 r.
- [97] Statgraphics Centurion XV User Manual, StatPoint, Inc. 2005 r.
- [98] Statistica 8 User Manual, StatSoft, 2007 r.
- [99] Strategia Rozwoju Krakowa, Uchwała Nr LXXV/742/05 Rady Miasta Krakowa z dnia 13 kwietnia 2005 r.
- [100] Strategia zrównoważonego rozwoju systemu transportowego Warszawy do 2015 roku i na lata kolejne, Uchwała Nr LVIII/1749/2009 Rady Miasta Stołecznego Warszawy, Warszawa, 2009 r.
- [101] Strona internetowa – <http://www.bip.krakow.pl>
- [102] Strona internetowa – <http://www.civitas.eu>
- [103] Strona internetowa – <http://www.maps.google.pl>
- [104] Strona internetowa – <http://www.pkw.gov.pl>, z roku 2011.
- [105] Strona internetowa – <http://www.wrower.pl>
- [106] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Gdańsk, Uchwała nr XVIII/431/07 Rady Miasta Gdańska z dnia 20.12.2007 r.
- [107] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Katowice, Uchwała nr XLV/420/97 Rady Miasta Katowice z dnia 25 sierpnia 1997 r. z późniejszymi zmianami
- [108] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa, Uchwała Nr XII/87/03 z dnia 16 kwietnia 2003 r. zmieniona uchwałą Nr XCIII/1256/10 z dnia 3 marca 2010 r.
- [109] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Warszawy, Uchwała nr LXXXII/2746/2006 z 10-10-2006 z późniejszymi zmianami
- [110] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia, Uchwałą nr L/1467/10 Rady Miejskiej Wrocławia z dnia 20 maja 2010 r. z późniejszymi zmianami
- [111] Suchorzewski, W., Rola transportu w kształtowaniu struktury funkcjonalno-przestrzennej miast, materiały pokonferencyjne „Transport a logika formy urbanistycznej - projekty dla małych metropolii”, *Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej*, 1-A/2010, Zeszyt 3, Kraków 2010 r.
- [112] Suchorzewski, W., Zatłoczenie miast w świetle wyników projektu ECMT/OECD na temat transportu w miastach, III Konferencja Naukowa - Techniczna „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego”, Poznań, 2011 r.
- [113] Szarata, A., Ocena efektywności funkcjonalnej parkingów przesiadkowych (P+R), Praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków, 2005 r., zasoby Biblioteki Politechniki Krakowskiej w wersji elektronicznej
- [114] Transit and Urban Form, TCRP Report 16, Part III A Guidebook for Practitioners, Part IV Public Policy and Transit-Oriented Development: Six International Case Studies, National Academy Press, Washington, D.C., 1996 r.
- [115] Transit and Urban Form, TCRP Report 48, Integrated Urban Models for Simulation of Transit and Land Use Policies: Guidelines for Implementation and Use, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1999 r.
- [116] Tundys, B., *Logistyka miejska*, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2008 r.
- [117] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych, Dz. U. 1985 Nr 14 poz. 60, z późn. zm..

- [118] Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003 r., Dz.U. 2003 Nr 80 poz. 71
- [119] Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym, Dz. U. 2011 Nr 5 poz. 13.
- [120] Wainana, S., Modal split modeling in urban travels consideration of activity chains, Praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków, 2003 r.
- [121] Warszawskie badania ruchu – Warszawa 2005. Raport IV – Wyniki badań ruchu. Tom 1 - Wyniki badań ankietowych, Warszawa 2005.
- [122] Wegener, M., Overview of land use transport models, Handbook of Transport Geography and Spatial Systems, Handbooks in Transport, Volume 5, Elsevier
- [123] Vasconcellos, E., Urban Transport, environment and equity – the case for developing countries, Ed. Earthscan, 2001 r.
- [124] Zarządzenie nr 9 Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 29 stycznia 1974 r. w sprawie wskaźników i wytycznych dla terenów mieszkaniowych w miastach, Dz. Bud. nr 2 z dnia 2 lutego 1974 r
- [125] Zarządzenie nr 118 Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z 15 czerwca 1964 r. w sprawie wskaźników wykorzystania terenów zainwestowania miejskiego (1964), Dz. Bud., nr 14
- [126] Zawada – Pęgiel, K., Wpływ rozwoju funkcji biurowych na przemianę struktury funkcjonalno - przestrzennej miast ze szczególnym uwzględnieniem Krakowa, Praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków, 2013, zasoby Biblioteki Politechniki Krakowskiej w wersji elektronicznej
- [127] Zintegrowany Plan Rozwoju Transportu Publicznego dla Krakowa, Uchwała Nr LX/774/08 Rady Miasta Krakowa z dnia 17 grudnia 2008 r
- [128] Ziobrowski, Z., Urbanistyczne wymiary miast, Instytut Rozwoju Miast, Kraków 2012 r.
- [129] Zuziak, Z., O tożsamości urbanistyki, Wydawnictwo Politechniki Krakowska, Kraków 2008 r.
- [130] VISUM 12 User Manual, PTV AG.

## ZAŁĄCZNIKI

## ZAŁĄCZNIK1

**Załącznik 1 1 Rysunek rozwoju osiedla Górka Narodowa w Krakowie i parametry modelu dostępności pieszej do przystanku autobusowego zlokalizowanego przy osiedlu Górka Narodowa w Krakowie**



### Załącznik 1 2 Parametry modelu prawdopodobieństwa wyboru dojścia pieszego do przystanku autobusowego dla stanu istniejącego zagospodarowania przestrzennego osiedla Górka Narodowa w Krakowie.

nr budynku	k	Wk	DISTA	DISTW	NCROS	NSTEP	NCONF	EWD	PWDISTA	PWEWD	WAI <sub>EWD</sub>	WAI <sub>DISTA</sub>
1	50	125	300	350	3	0	7	663,2	0,99	0,96	120,10	124,16
2	50	125	300	350	3	0	7	663,2	0,99	0,96	120,10	124,16
3	50	125	400	400	3	0	8	739,6	0,99	0,94	117,98	123,63
4	50	125	400	450	3	0	9	816	0,99	0,92	115,02	123,63
5	50	125	400	500	3	0	10	892,4	0,99	0,89	110,96	123,63
6	50	125	400	550	3	0	11	968,8	0,99	0,84	105,52	123,63
7	50	125	300	400	3	0	10	792,4	0,99	0,93	116,04	124,16
8	50	125	400	450	3	0	11	868,8	0,99	0,90	112,35	123,63
9	50	125	400	500	3	0	12	945,2	0,99	0,86	107,36	123,63
10	50	125	400	550	3	0	13	1021,6	0,99	0,81	100,84	123,63
11	50	125	300	450	4	0	10	885,2	0,99	0,89	111,39	124,16
12	50	125	400	500	4	0	10	935,2	0,99	0,86	108,10	123,63
13	50	125	400	550	4	0	10	985,2	0,99	0,83	104,15	123,63
14	50	125	400	550	4	0	10	985,2	0,99	0,83	104,15	123,63
15	50	125	400	550	5	0	9	1001,6	0,99	0,82	102,71	123,63
16	50	125	400	550	5	0	9	1001,6	0,99	0,82	102,71	123,63
17	50	125	400	600	5	0	9	1051,6	0,99	0,78	97,82	123,63
18	50	125	500	650	5	0	9	1101,6	0,98	0,74	92,20	122,76
19	70	175	500	600	6	0	10	1120,8	0,98	0,72	125,80	171,87
20	70	175	400	650	6	0	10	1170,8	0,99	0,67	116,61	173,08
21	70	175	500	650	3	0	10	1042,4	0,98	0,79	138,28	171,87
22	50	125	600	650	3	0	12	1095,2	0,97	0,74	92,96	121,38
23	50	125	600	650	3	0	13	1121,6	0,97	0,72	89,76	121,38
24	50	125	600	650	4	0	14	1190,8	0,97	0,64	80,51	121,38
25	50	125	700	700	4	0	15	1267,2	0,95	0,55	69,21	119,17
26	50	125	600	700	4	0	14	1240,8	0,97	0,59	73,20	121,38
27	50	125	700	700	4	0	15	1267,2	0,95	0,55	69,21	119,17
28	50	125	700	800	4	0	16	1393,6	0,95	0,40	49,90	119,17
29	50	125	700	800	4	0	17	1420	0,95	0,37	46,04	119,17
30	50	125	800	850	4	0	17	1470	0,93	0,31	39,12	115,72
31	70	175	800	900	5	0	18	1589,2	0,93	0,20	35,31	162,01
32	12	30	200	250	1	0	3	372	1,00	0,99	29,71	29,88
33	30	75	300	300	1	0	2	395,6	0,99	0,99	74,19	74,49
34	30	75	300	250	1	0	2	345,6	0,99	0,99	74,37	74,49
35	70	175	100	200	0	0	1	226,4	1,00	1,00	174,18	174,56
36	70	175	100	150	0	0	1	176,4	1,00	1,00	174,36	174,56
37	12	30	200	300	0	0	2	352,8	1,00	0,99	29,74	29,88
38	12	30	200	350	0	0	3	429,2	1,00	0,99	29,62	29,88
39	12	30	300	400	0	0	4	505,6	0,99	0,98	29,45	29,80
40	90	225	400	400	1	0	4	548,4	0,99	0,98	219,91	222,53
41	90	225	300	250	1	0	4	398,4	0,99	0,99	222,55	223,48
42	30	75	500	500	2	0	6	744	0,98	0,94	70,70	73,66
43	60	150	600	600	2	0	6	844	0,97	0,91	136,41	145,65
44	60	150	600	650	2	0	6	894	0,97	0,89	133,03	145,65
45	60	150	500	600	2	0	5	817,6	0,98	0,92	137,94	147,32
46	60	150	500	650	2	0	5	867,6	0,98	0,90	134,90	147,32
47	90	225	400	650	1	0	5	824,8	0,99	0,92	206,30	222,53
48	60	150	400	650	1	0	4	798,4	0,99	0,93	138,95	148,35
49	50	125	400	650	1	0	4	798,4	0,99	0,93	115,79	123,63
50	50	125	300	650	1	0	4	798,4	0,99	0,93	115,79	124,16
51	50	125	200	250	1	0	4	398,4	1,00	0,99	123,64	124,48
52	50	125	200	200	1	0	2	295,6	1,00	0,99	124,18	124,48
53	50	125	200	300	2	0	3	464,8	1,00	0,98	123,12	124,48



54	50	125	200	300	2	0	3	464,8	1,00	0,98	123,12	124,48
55	50	125	200	400	2	0	4	591,2	1,00	0,97	121,53	124,48
56	120	300	200	450	2	0	5	667,6	1,00	0,96	287,99	298,76
57	120	300	200	550	3	0	6	836,8	1,00	0,91	273,68	298,76
58	50	125	200	600	3	0	6	886,8	1,00	0,89	111,30	124,48
59	100	250	300	500	3	0	7	813,2	0,99	0,92	230,29	248,32
60	120	300	300	600	2	0	8	896,8	0,99	0,89	265,64	297,98
61	120	300	300	650	2	0	10	999,6	0,99	0,82	246,93	297,98
62	50	125	300	650	3	0	10	1042,4	0,99	0,79	98,77	124,16
63	50	125	300	650	3	0	12	1095,2	0,99	0,74	92,96	124,16
64	50	125	400	650	3	0	12	1095,2	0,99	0,74	92,96	123,63
65	50	125	400	700	3	0	13	1171,6	0,99	0,67	83,18	123,63
66	50	125	300	500	3	0	9	866	0,99	0,90	112,50	124,16
67	50	125	300	600	3	0	6	886,8	0,99	0,89	111,30	124,16
68	50	125	400	650	3	0	7	963,2	0,99	0,85	105,97	123,63
69	50	125	400	700	4	0	8	1082,4	0,99	0,76	94,44	123,63
70	50	125	400	700	4	0	8	1082,4	0,99	0,76	94,44	123,63
71	50	125	400	750	4	0	8	1132,4	0,99	0,71	88,39	123,63
72	50	125	400	750	5	0	9	1201,6	0,99	0,63	78,96	123,63
73	50	125	400	750	5	0	9	1201,6	0,99	0,63	78,96	123,63
74	50	125	500	750	6	0	9	1244,4	0,98	0,58	72,66	122,76
75	50	125	500	800	6	0	11	1347,2	0,98	0,46	56,90	122,76
76	50	125	500	800	6	0	12	1373,6	0,98	0,42	52,89	122,76
77	50	125	600	850	6	0	12	1423,6	0,97	0,36	45,53	121,38
78	50	125	600	750	6	0	10	1270,8	0,97	0,55	68,66	121,38
79	50	125	600	850	6	0	10	1370,8	0,97	0,43	53,31	121,38
80	50	125	600	900	6	0	11	1447,2	0,97	0,34	42,21	121,38
81	50	125	600	950	6	0	11	1497,2	0,97	0,28	35,60	121,38
82	50	125	400	700	3	0	12	1145,2	0,99	0,69	86,73	123,63
83	80	200	400	750	4	0	8	1132,4	0,99	0,71	141,42	197,80
84	80	200	400	800	4	0	8	1182,4	0,99	0,65	130,70	197,80
85	80	200	500	900	5	0	9	1351,6	0,98	0,45	89,96	196,42
86	80	200	500	850	5	0	9	1301,6	0,98	0,51	102,28	196,42
<b>SUMA</b>			<b>12070</b>								<b>9366,414</b>	<b>11886,668</b>
											<b>WAI</b>	<b>78,8</b>

gdzie:

k - liczba mieszkań w budynku,

 $W_k$  – potencjał generacji podróży dla budynku k,

DISTA - odległość mierzona w linii prostej z budynku mieszkalnego do przystanku [m],

DISTW – rzeczywista odległość dojścia mierzona po sieci ulicznej z budynku mieszkalnego do przystanku [m],

NCROS – liczba przejść przez ulicę na skrzyżowaniu w jednym poziomie,

NSTEP – liczba stopni w górę,

NCONF – liczba kolizji z ruchem kołowym wzdłuż trasy dojścia (np. przez zjazdy na posesje).

EWD – ekwiwalentna odległość dojścia pieszego [m],

 $P_w(EWD_k)$  – prawdopodobieństwo wyboru dojścia pieszego na podstawie ekwiwalentnej odległości dojścia do przystanku dla budynku k, $P_w(DISTA_k)$  – prawdopodobieństwo dojścia na podstawie odległości w linii prostej dla budynku k, $WAI_{EWD}$  – wskaźnik dostępności pieszej dla ekwiwalentnej odległości dojścia, $WAI_{DISTA}$  – wskaźnik dostępności pieszej dla odległości dojścia w linii prostej,

WAI – wskaźnik dostępności pieszej dla obszaru analizy [%].

### Załącznik 13 Parametry modelu prawdopodobieństwa wyboru dojścia pieszego do przystanku autobusowego dla stanu prognostycznego rozwoju zagospodarowania przestrzennego osiedla Górka Narodowa w Krakowie.

nr budynku	k	Wk	DISTA	DISTW	NCROS	NSTEP	NCONF	EWD	PWDISTA	PWEWD	WAEWD	WADISTA
1	50	125	300	350	3	0	7	663,2	1,0	1,0	120,1	124,2
2	50	125	300	350	3	0	7	663,2	1,0	1,0	120,1	124,2
3	50	125	400	400	3	0	8	739,6	1,0	0,9	118,0	123,6
4	50	125	400	450	3	0	9	816,0	1,0	0,9	115,0	123,6
5	50	125	400	500	3	0	10	892,4	1,0	0,9	111,0	123,6
6	50	125	400	550	3	0	11	968,8	1,0	0,8	105,5	123,6
7	50	125	300	400	3	0	10	792,4	1,0	0,9	116,0	124,2
8	50	125	400	450	3	0	11	868,8	1,0	0,9	112,3	123,6
9	50	125	400	500	3	0	12	945,2	1,0	0,9	107,4	123,6
10	50	125	400	550	3	0	13	1021,6	1,0	0,8	100,8	123,6
11	50	125	300	450	4	0	10	885,2	1,0	0,9	111,4	124,2
12	50	125	400	500	4	0	10	935,2	1,0	0,9	108,1	123,6
13	50	125	400	550	4	0	10	985,2	1,0	0,8	104,2	123,6
14	50	125	400	550	4	0	10	985,2	1,0	0,8	104,2	123,6
15	50	125	400	550	5	0	9	1001,6	1,0	0,8	102,7	123,6
16	50	125	400	550	5	0	9	1001,6	1,0	0,8	102,7	123,6
17	50	125	400	600	5	0	9	1051,6	1,0	0,8	97,8	123,6
18	50	125	500	650	5	0	9	1101,6	1,0	0,7	92,2	122,8
19	70	175	500	600	6	0	10	1120,8	1,0	0,7	125,8	171,9
20	70	175	400	650	6	0	10	1170,8	1,0	0,7	116,6	173,1
21	70	175	500	650	3	0	10	1042,4	1,0	0,8	138,3	171,9
22	50	125	600	650	3	0	12	1095,2	1,0	0,7	93,0	121,4
23	50	125	600	650	3	0	13	1121,6	1,0	0,7	89,8	121,4
24	50	125	600	650	4	0	14	1190,8	1,0	0,6	80,5	121,4
25	50	125	700	700	4	0	15	1267,2	1,0	0,6	69,2	119,2
26	50	125	600	700	4	0	14	1240,8	1,0	0,6	73,2	121,4
27	50	125	700	700	4	0	15	1267,2	1,0	0,6	69,2	119,2
28	50	125	700	800	4	0	16	1393,6	1,0	0,4	49,9	119,2
29	50	125	700	800	4	0	17	1420,0	1,0	0,4	46,0	119,2
30	50	125	800	850	4	0	17	1470,0	0,9	0,3	39,1	115,7
31	70	175	800	900	5	0	18	1589,2	0,9	0,2	35,3	162,0
32	12	30	200	250	1	0	3	372,0	1,0	1,0	29,7	29,9
33	30	75	300	300	1	0	2	395,6	1,0	1,0	74,2	74,5
34	30	75	300	250	1	0	2	345,6	1,0	1,0	74,4	74,5
35	70	175	100	200	0	0	1	226,4	1,0	1,0	174,2	174,6
36	70	175	100	150	0	0	1	176,4	1,0	1,0	174,4	174,6
37	12	30	200	300	0	0	2	352,8	1,0	1,0	29,7	29,9
38	12	30	200	350	0	0	3	429,2	1,0	1,0	29,6	29,9
39	12	30	300	400	0	0	4	505,6	1,0	1,0	29,4	29,8
40	90	225	400	400	1	0	4	548,4	1,0	1,0	219,9	222,5
41	90	225	300	250	1	0	4	398,4	1,0	1,0	222,5	223,5
42	30	75	500	500	2	0	6	744,0	1,0	0,9	70,7	73,7
43	60	150	600	600	2	0	6	844,0	1,0	0,9	136,4	145,7
44	60	150	600	650	2	0	6	894,0	1,0	0,9	133,0	145,7
45	60	150	500	600	2	0	5	817,6	1,0	0,9	137,9	147,3
46	60	150	500	650	2	0	5	867,6	1,0	0,9	134,9	147,3
47	90	225	400	650	1	0	5	824,8	1,0	0,9	206,3	222,5
48	60	150	400	650	1	0	4	798,4	1,0	0,9	138,9	148,4
49	50	125	400	650	1	0	4	798,4	1,0	0,9	115,8	123,6
50	50	125	300	650	1	0	4	798,4	1,0	0,9	115,8	124,2
51	50	125	200	250	1	0	4	398,4	1,0	1,0	123,6	124,5
52	50	125	200	200	1	0	2	295,6	1,0	1,0	124,2	124,5
53	50	125	200	300	2	0	3	464,8	1,0	1,0	123,1	124,5

54	50	125	200	300	2	0	3	464,8	1,0	1,0	123,1	124,5
55	50	125	200	400	2	0	4	591,2	1,0	1,0	121,5	124,5
56	120	300	200	450	2	0	5	667,6	1,0	1,0	288,0	298,8
57	120	300	200	550	3	0	6	836,8	1,0	0,9	273,7	298,8
58	50	125	200	600	3	0	6	886,8	1,0	0,9	111,3	124,5
59	100	250	300	500	3	0	7	813,2	1,0	0,9	230,3	248,3
60	120	300	300	600	2	0	8	896,8	1,0	0,9	265,6	298,0
61	120	300	300	650	2	0	10	999,6	1,0	0,8	246,9	298,0
62	50	125	300	650	3	0	10	1042,4	1,0	0,8	98,8	124,2
63	50	125	300	650	3	0	12	1095,2	1,0	0,7	93,0	124,2
64	50	125	400	650	3	0	12	1095,2	1,0	0,7	93,0	123,6
65	50	125	400	700	3	0	13	1171,6	1,0	0,7	83,2	123,6
66	50	125	300	500	3	0	9	866,0	1,0	0,9	112,5	124,2
67	50	125	300	600	3	0	6	886,8	1,0	0,9	111,3	124,2
68	50	125	400	650	3	0	7	963,2	1,0	0,8	106,0	123,6
69	50	125	400	700	4	0	8	1082,4	1,0	0,8	94,4	123,6
70	50	125	400	700	4	0	8	1082,4	1,0	0,8	94,4	123,6
71	50	125	400	750	4	0	8	1132,4	1,0	0,7	88,4	123,6
72	50	125	400	750	5	0	9	1201,6	1,0	0,6	79,0	123,6
73	50	125	400	750	5	0	9	1201,6	1,0	0,6	79,0	123,6
74	50	125	500	750	6	0	9	1244,4	1,0	0,6	72,7	122,8
75	50	125	500	800	6	0	11	1347,2	1,0	0,5	56,9	122,8
76	50	125	500	800	6	0	12	1373,6	1,0	0,4	52,9	122,8
77	50	125	600	850	6	0	12	1423,6	1,0	0,4	45,5	121,4
78	50	125	600	750	6	0	10	1270,8	1,0	0,5	68,7	121,4
79	50	125	600	850	6	0	10	1370,8	1,0	0,4	53,3	121,4
80	50	125	600	900	6	0	11	1447,2	1,0	0,3	42,2	121,4
81	50	125	600	950	6	0	11	1497,2	1,0	0,3	35,6	121,4
82	50	125	400	700	3	0	12	1145,2	1,0	0,7	86,7	123,6
83	80	200	400	750	4	0	8	1132,4	1,0	0,7	141,4	197,8
84	80	200	400	800	4	0	8	1182,4	1,0	0,7	130,7	197,8
85	80	200	500	900	5	0	9	1351,6	1,0	0,4	90,0	196,4
86	80	200	500	850	5	0	9	1301,6	1,0	0,5	102,3	196,4
87	50	125	500	700	5	0	7	1098,8	1,0	0,7	92,5	122,8
88	50	125	500	700	5	0	8	1125,2	1,0	0,7	89,3	122,8
89	50	125	500	700	5	0	9	1151,6	1,0	0,7	85,9	122,8
90	50	125	600	800	5	0	10	1278,0	1,0	0,5	67,6	121,4
91	50	125	600	800	5	0	11	1304,4	1,0	0,5	63,5	121,4
92	50	125	600	800	5	0	12	1330,8	1,0	0,5	59,4	121,4
93	50	125	500	700	5	0	8	1125,2	1,0	0,7	89,3	122,8
94	50	125	500	700	5	0	9	1151,6	1,0	0,7	85,9	122,8
95	50	125	500	800	5	0	10	1278,0	1,0	0,5	67,6	122,8
96	50	125	600	800	5	0	11	1304,4	1,0	0,5	63,5	121,4
97	50	125	600	800	5	0	12	1330,8	1,0	0,5	59,4	121,4
98	50	125	500	700	7	0	9	1237,2	1,0	0,6	73,7	122,8
99	50	125	500	800	7	0	10	1363,6	1,0	0,4	54,4	122,8
100	50	125	600	800	7	0	11	1390,0	1,0	0,4	50,4	121,4
101	50	125	600	800	7	0	12	1416,4	1,0	0,4	46,6	121,4
102	50	125	600	900	7	0	13	1542,8	1,0	0,2	30,2	121,4
103	50	125	500	800	8	0	9	1380,0	1,0	0,4	51,9	122,8
104	50	125	500	800	8	0	10	1406,4	1,0	0,4	48,0	122,8
105	50	125	600	800	8	0	11	1432,8	1,0	0,4	44,2	121,4
106	50	125	600	900	8	0	12	1559,2	1,0	0,2	28,3	121,4
107	50	125	500	800	10	0	13	1571,2	1,0	0,2	27,1	122,8
108	50	125	500	800	10	0	14	1597,6	1,0	0,2	24,4	122,8

109	50	125	600	900	10	0	15	1724,0	1,0	0,1	14,4	121,4
110	50	125	600	900	10	0	16	1750,4	1,0	0,1	12,8	121,4
111	50	125	400	700	6	0	11	1247,2	1,0	0,6	72,2	123,6
112	50	125	500	700	6	0	12	1273,6	1,0	0,5	68,2	122,8
113	50	125	500	700	6	0	13	1300,0	1,0	0,5	64,2	122,8
114	50	125	600	700	6	0	14	1326,4	1,0	0,5	60,1	121,4
115	50	125	600	800	6	0	15	1452,8	1,0	0,3	41,4	121,4
116	50	125	700	800	6	0	16	1479,2	1,0	0,3	37,9	119,2
117	50	125	600	900	6	0	12	1473,6	1,0	0,3	38,6	121,4
118	50	125	600	900	6	0	13	1500,0	1,0	0,3	35,3	121,4
119	50	125	700	900	6	0	14	1526,4	1,0	0,3	32,0	119,2
120	50	125	700	1100	8	0	15	1838,4	1,0	0,1	8,6	119,2
121	50	125	700	1100	8	0	16	1864,8	1,0	0,1	7,6	119,2
122	50	125	700	1100	8	0	17	1891,2	1,0	0,1	6,7	119,2
123	50	125	200	350	3	0	4	584,0	1,0	1,0	121,6	124,5
124	50	125	300	400	3	0	5	660,4	1,0	1,0	120,2	124,2
125	50	125	300	600	3	0	6	886,8	1,0	0,9	111,3	124,2
126	50	125	400	700	3	0	8	1039,6	1,0	0,8	99,1	123,6
127	50	125	700	900	5	0	15	1510,0	1,0	0,3	34,0	119,2
<b>SUMA</b>			<b>17195</b>								<b>11655,8</b>	<b>16882,5</b>
											<b>WAI</b>	<b>69,0</b>

## ZAŁĄCZNIK 2

## Załącznik 2 1 Parametry do wyznaczenia uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i zbiorowym

### Parametry do wyznaczenia uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym

$K_e = 0,75$  [zł/km] - wskaźnik kosztów eksploatacyjnych pojazdu (samochodu osobowego)<sup>71</sup>,

$K_p$  - przy uwzględnieniu średniego czasu parkowania - założono, że w każdym mieście wynosi 3 godz. (za [113]) oraz kosztu opłaty za parkowanie (na jedną podróż) - w Krakowie wartość ta wynosi 2,8 zł, we Wrocławiu i Gdańsku 3,2 zł<sup>72</sup>,

$\mu_{dso} = 1,21$ ,  $\mu_{jso} = 2,08$ ,  $\mu_{szmp} = 1,8$ ,  $\mu_{odso} = 1,1$  - wagi poszczególnych składników podróży samochodem osobowym,

$t_{dso} = 2$  min,  $t_{szmp} = 6$  min,  $t_{odso} = 4$  min - czasy poszczególnych etapów podróży<sup>73</sup>,  
 $k = 0,2$  [zł/min]<sup>74</sup>.

### Parametry do wyznaczenia ogólnego kosztu podróży transportem zbiorowym:

$K_b$  - koszt biletu lub udziału abonamentu przypadająca na jedną podróż - we wszystkich miastach przyjęto wartość 2 zł [113] oraz strony internetowe przewoźników transportu zbiorowego.

$\mu_{dtz} = 1,5$ ,  $\mu_{jtz} = 1,5$ ,  $p = 7,28$ ,  $\mu_{odtz} = 1,2$  - wagi poszczególnych składników podróży samochodem osobowym.

#### Oznaczenia:

- czas dojścia (najczęściej z domu) do miejsca garażowania samochodu oraz czas jego uruchomienia -  $t_{dso}$  [min],
- czas poszukiwania miejsca postojowego – czas potrzebny na znalezienie wolnego miejsca w pobliżu celu podróży -  $t_{szmp}$  [min],
- czas odejścia – czas potrzebny na dojście z miejsca postoju do celu podróży -  $t_{odso}$  [min].
- $\mu_{dso}$  - waga dla czasu dojścia do samochodu,
- $\mu_{jso}$  - waga dla czasu jazdy samochodem osobowym,
- $\mu_{szmp}$  - waga dla czasu poszukiwania miejsca parkingowego,
- $\mu_{odso}$  - waga dla czasu odejścia od samochodu do celu podróży,
- $\mu_{dtz}$  - waga dla czasu dojścia do przystanku transportu zbiorowego,
- $\mu_{jtz}$  - waga dla czasu jazdy środkiem transportu zbiorowego,
- $\mu_{odtz}$  - waga dla czasu odejścia od przystanku docelowego transportu zbiorowego.

<sup>71</sup> Przyjęte na podstawie [45]

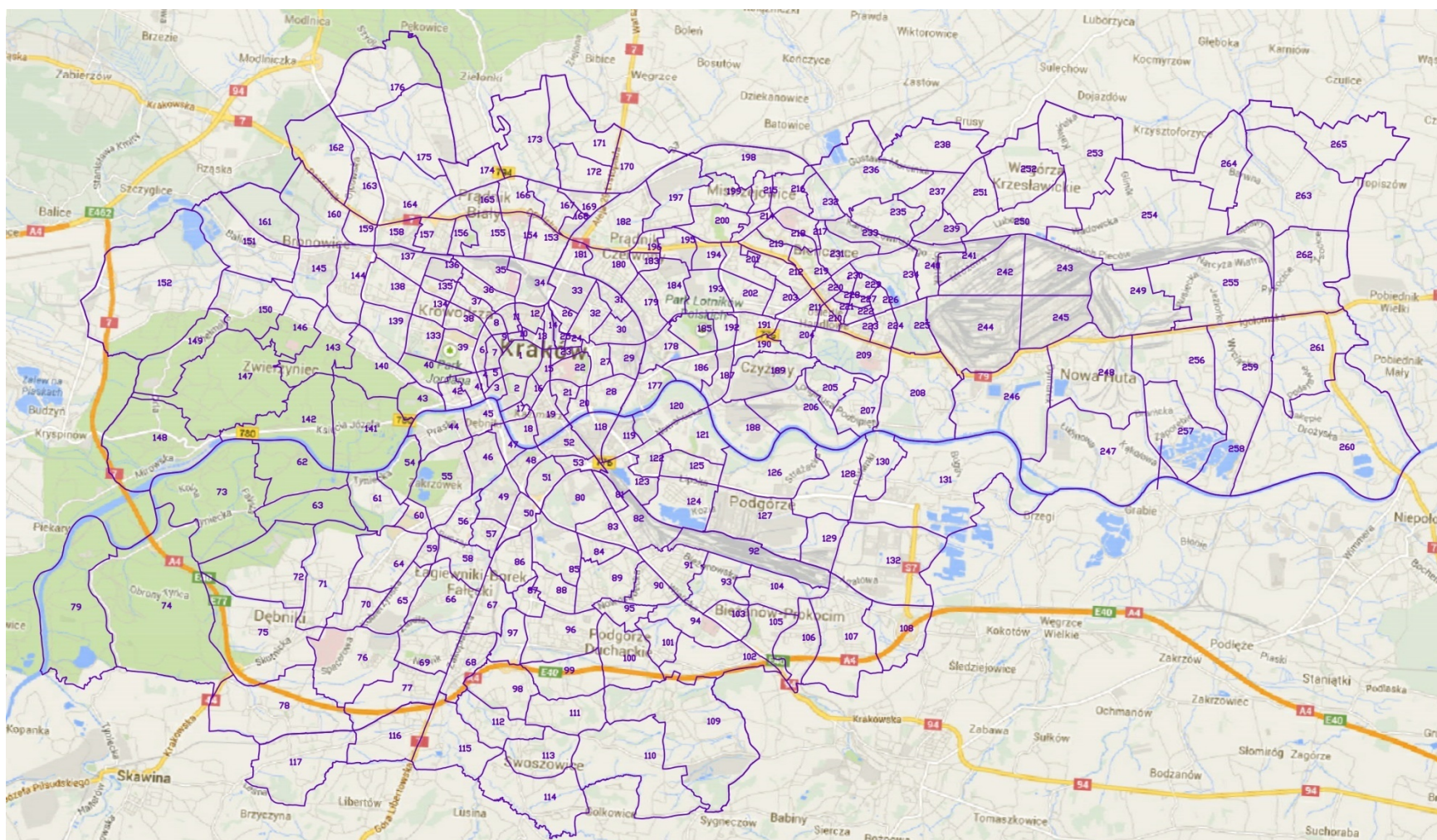
<sup>72</sup> Informacje we stron jednostek miejskich zarządzających parkowaniem w analizowanych miastach - w roku przeprowadzanej analizy.

<sup>73</sup> Przyjęte na podstawie [113]

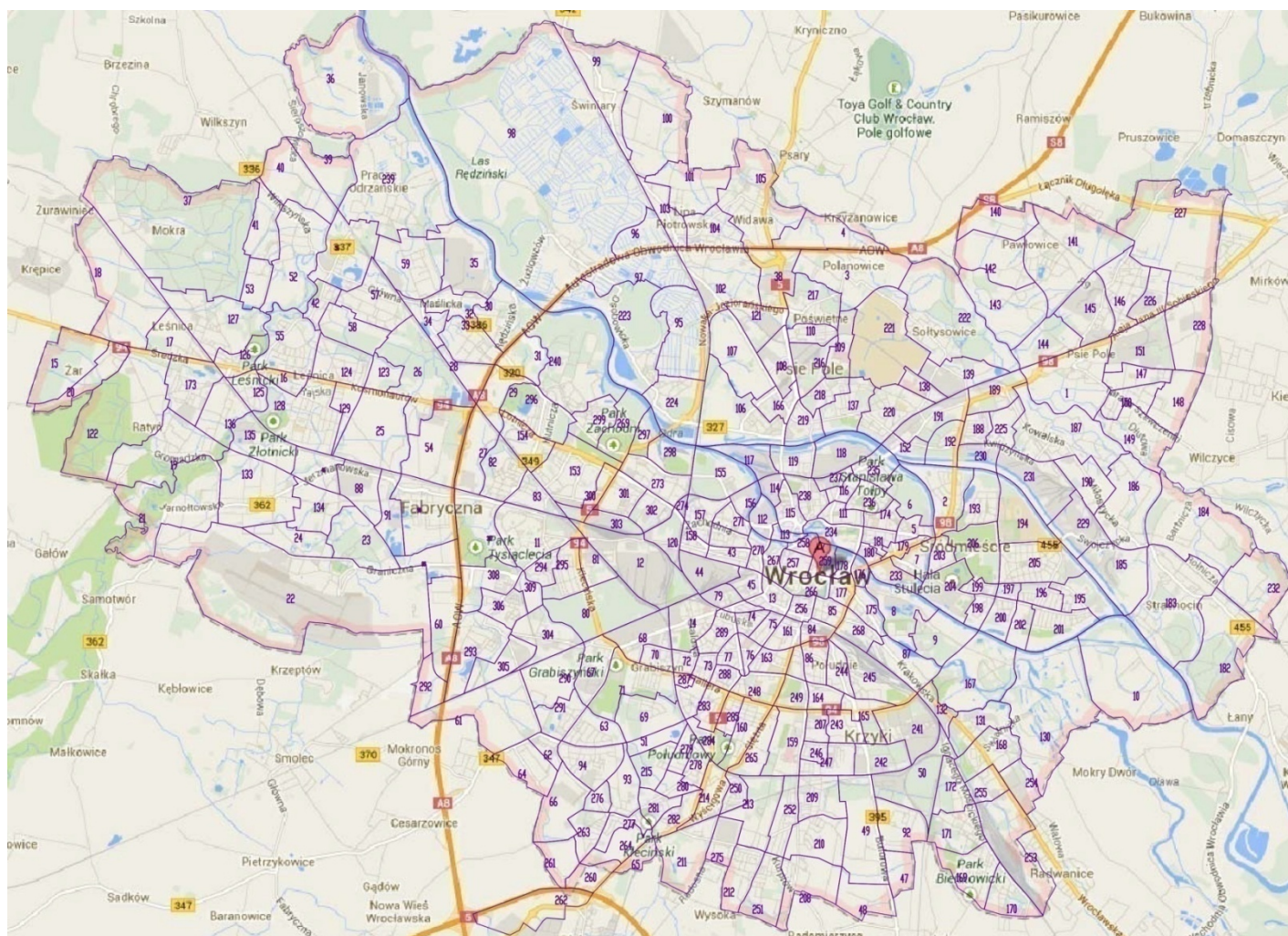
<sup>74</sup> Przyjęte na podstawie [45]

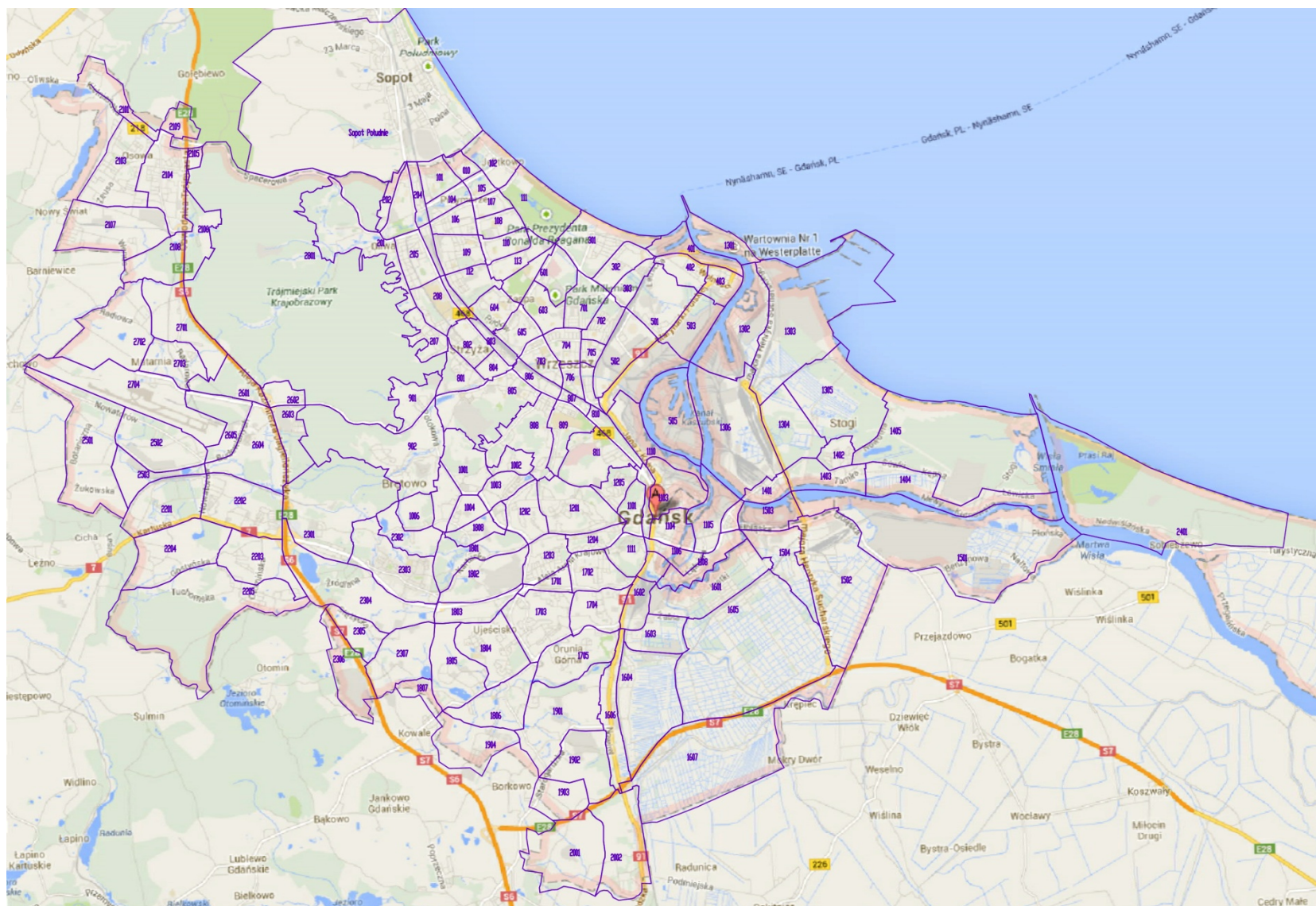
**Załącznik 2 2 Podział analizowanych miast na rejony komunikacyjne.**

## Załącznik 2.2 1 Podział miasta Krakowa na rejony komunikacyjne





**Załącznik 2.2 2 Podział miasta Wrocławia na rejony komunikacyjne**

**Załącznik 2.2 3 Podział miasta Gdańska na rejony komunikacyjne**



NR REJ	CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ KRAJOWIE																								LICZBA PODRÓŻY ROZPOCZYNANYCH W REJONIE ŚRODKIEM TRANSPORTU W CIĄGU DOBY				PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH [DOBA]			
	[ha]	[Lm]	[Lmp]	[LPU]	[os/ha]	[Lmp/Lm]	[-]	[min]	[min]	[min]	[min]	[min]	[km]	[zł]	[zł]	[-]	[zł]	[-]	[zł]	[-]	SO KIER.	SO PAS.	PIESZO	TRANSPORT ZBIOROWY	ROWER	SUMA	SO KIER.	SO PAS.	PIESZO	TRANSPORT ZBIOROWY	ROWER	SUMA
57	43.0	4903	1549	928	114	0,32	0,0	5,5	3,8	9,3	31,8	29,4	5,44	15,76	28,31	1,4	4,96	6,96	4,07	45	12	32	68	157	28,7	7,6	20,4	43,3	0,0	100,0		
58	83,2	2564	1557	1272	31	0,61	0,1	4,2	3,6	7,9	43,3	33,0	6,90	17,24	30,88	1,3	6,10	8,10	3,81	26	12	17	40	1	96	27,1	12,5	17,7	41,7	1,0	100,0	
59	26,2	1226	362	297	47	0,30	0,6	1,9	1,2	3,1	40,6	32,2	6,88	16,91	30,54	1,0	5,57	7,57	4,03	26	10	26	15	1	78	33,3	12,8	33,3	19,2	1,3	100,0	
60	36,3	2532	374	321	70	0,15	0,1	14,8	3,8	18,6	49,0	42,1	7,19	21,05	34,91	1,4	7,96	9,96	3,51	25	8	23	43	99	25,3	8,1	23,2	43,4	0,0	100,0		
61	110,2	1372	1322	1269	12	0,96	0,7	1,9	5,8	7,7	45,4	27,9	6,36	15,14	28,38	1,8	6,86	8,86	3,20	17	6	5	24	1	53	32,1	11,3	9,4	45,3	1,9	100,0	
62	171,8	492	191	74	3	0,39	0,8	8,5	5,4	13,9	53,9	33,8	7,97	17,57	32,02	1,7	8,47	10,47	3,06	4	3	2	6	1	16	25,0	18,8	12,5	37,5	6,3	100,0	
63	137,4	214	22	14	2	0,10	0,8	2,9	5,7	8,6	51,5	31,7	8,13	16,73	31,29	1,7	7,65	9,65	3,24	5	2	4	7	1	19	26,3	10,5	21,1	36,8	5,3	100,0	
64	154,3	4575	671	510	30	0,15	0,1	9,1	3,5	12,5	44,7	37,4	7,20	19,09	32,96	1,3	6,81	8,81	3,74	52	18	19	83	1	173	30,1	10,4	11,0	48,0	6,6	100,0	
65	100,9	1006	1679	854	10	1,67	1,0	4,3	0,1	4,4	43,9	36,1	8,38	18,54	33,29	1,0	6,34	8,34	3,99	15	6	5	27	53	28,3	11,3	9,4	50,9	0,0	100,0		
66	155,2	3484	1108	752	22	0,32	0,1	7,6	3,6	11,2	44,9	37,5	7,25	19,13	33,04	1,3	6,68	8,68	3,81	28	12	28	62	130	21,8	9,2	21,5	47,7	0,0	100,0		
67	90,8	111	1441	446	1	12,98	0,1	2,3	3,6	5,9	38,1	32,1	6,72	16,88	30,39	1,3	5,33	7,33	4,15	5	2	6	5	18	27,8	11,1	33,3	27,8	0,0	100,0		
68	94,1	2015	1066	497	21	0,53	0,6	6,7	2,6	9,4	52,9	35,8	8,57	18,40	33,30	1,1	7,63	9,63	3,46	18	7	15	32	72	25,0	9,7	20,8	44,4	0,0	100,0		
69	119,7	2026	1092	733	17	0,54	1,1	7,3	0,7	8,0	53,9	38,1	9,57	19,38	35,03	1,0	7,90	9,90	3,54	20	2	29	42	93	21,5	9,2	31,2	45,2	0,0	100,0		
70	73,9	730	134	91	10	0,18	0,3	6,9	3,0	9,9	50,4	42,2	8,97	21,08	36,27	1,2	7,23	9,23	3,93	10	4	10	20	44	22,7	9,1	22,7	45,5	0,0	100,0		
71	222,3	1228	614	104	6	0,50	0,2	10,8	4,3	14,1	55,7	43,0	9,24	21,43	36,83	1,5	8,32	10,32	3,57	6	5	10	22	2	45	13,3	11,1	22,2	48,9	4,4	100,0	
72	292,3	936	257	147	3	0,27	1,0	9,4	4,5	14,9	70,9	35,6	9,97	18,33	34,27	1,5	10,53	12,53	2,74	2	2	8	18	28	7,1	0,0	28,6	64,3	0,0	100,0		
73	430,6	1146	762	627	3	0,66	0,8	10,1	5,3	15,4	57,7	37,7	8,92	19,20	34,36	1,7	9,08	11,08	3,10	11	4	18	25	1	59	18,6	6,8	30,5	42,4	1,7	100,0	
74	730,9	1596	500	256	2	0,31	0,8	12,0	4,5	16,4	84,2	48,8	13,58	23,84	42,49	1,5	12,12	14,12	3,01	12	5	12	22	5	53	22,6	9,4	22,6	41,5	3,8	100,0	
75	347,3	1185	336	267	3	0,28	1,0	12,9	0,1	12,9	66,7	48,1	11,56	23,52	40,66	1,0	9,86	11,86	3,43	6	3	7	22	38	15,8	7,9	18,4	57,9	0,0	100,0		
76	244,1	2529	1605	1296	10	0,63	1,1	5,8	1,8	7,6	72,5	44,0	11,75	21,83	39,12	1,0	9,92	11,92	3,28	34	12	7	21	74	45,9	16,2	9,5	28,4	0,0	100,0		
77	165,5	1215	582	373	7	0,48	1,0	5,9	3,5	9,4	65,1	41,1	10,01	20,63	36,61	1,3	9,26	11,26	3,25	24	7	17	1	56	42,9	12,5	12,5	30,4	1,8	100,0		
78	339,2	1231	199	136	4	0,16	1,3	3,7	18,9	22,6	91,5	43,9	15,46	21,80	41,87	2,6	15,45	17,45	2,40	6	1	6	12	25	24,0	4,0	24,0	48,0	0,0	100,0		
79	454,6	1044	130	79	2	0,12	0,8	9,4	7,1	16,5	79,3	45,8	14,00	22,59	41,56	2,0	11,85	13,85	3,00	5	3	16	2	1	27	18,5	11,1	9,9	7,4	3,7	100,0	
80	127,0	1010	763	497	8	0,76	0,0	8,2	2,1	10,3	31,8	32,9	5,34	17,20	29,67	1,0	5,03	7,03	4,22	30	1	16	80	1	90	22,2	3,3	17,8	55,6	1,1	100,0	
81	25,8	245	1476	1268	9	6,02	0,0	1,6	1,5	3,1	26,6	34,0	6,27	17,69	30,86	0,9	3,65	5,65	5,47	15	5	6	24	2	52	28,8	9,6	11,5	46,2	3,8	100,0	
82	91,1	1828	1383	1892	20	0,76	0,0	3,6	2,2	5,7	31,7	48,5	8,76	23,71	38,74	1,0	4,52	6,52	5,94	19	10	20	40	1	90	21,1	11,1	22,2	44,4	1,1	100,0	
83	59,4	1669	385	275	28	0,23	0,0	4,9	2,4	7,3	31,9	37,8	6,14	16,74	29,82	1,1	4,71	6,71	4,45	14	9	10	44	1	77	18,2	11,7	13,0	57,1	0,0	100,0	
84	39,5	833	719	303	21	0,86	0,1	4,4	3,8	8,2	38,5	30,3	5,94	16,14	29,07	1,4	5,61	7,61	3,82	3	1	10	15	29	10,3	3,4	34,5	51,7	0,0	100,0		
85	115,9	3112	816	392	27	0,26	0,1	4,7	4,7	9,3	43,2	35,3	6,64	18,22	31,67	1,5	6,36	8,36	3,79	22	8	7	56	93	23,7	8,6	7,5	60,2	0,0	100,0		
86	85,8	1935	1109	550	23	0,57	0,1	3,7	3,5	7,3	34,9	33,2	6,35	17,33	30,57	1,3	5,11	7,11	4,30	20	7	30	29	8	86	23,3	8,1	34,9	33,7	0,0	100,0	
87	34,6	368	193	173	11	0,52	0,1	6,8	4,6	11,3	46,9	32,9	6,92	17,20	30,86	1,5	6,96	8,96	3,44	18	7	22	83	3	133	13,5	5,3	16,5	62,4	2,3	100,0	
88	63,8	6938	1397	1084	109	0,20	0,1	5,1	4,0	9,1	41,7	36,8	7,22	18,85	32,74	1,4	6,08	8,08	4,05	44	14	44	115	217	20,3	6,5	20,3	53,0	0,0	100,0		
89	129,7	10741	2756	2211	83	0,26	0,1	5,6	3,7	9,3	42,5	36,7	7,07	18,80	32,57	1,3	6,18	8,18	3,98	72	26	153	147	3	401	18,0	6,5	38,2	36,7	0,7	100,0	
90	63,3	13894	2601	2020	219	0,19	0,1	4,5	2,3	6,8	36,7	38,2	8,71	19,42	33,75	1,1	5,21	7,21	4,68	63	25	174	173	435	14,5	5,7	40,0	39,8	0,0	100,0		
91	98,5	5928	2307	1644	60	0,39	0,0	6,8	2,1	8,9	44,8	42,1	8,14	21,06	35,63	1,0	6,35	8,35	4,27	50	10	66	106	2	234	14,4	4,3	28,2	45,3	0,9	100,0	
92	152,7	127	2	2	1	0,02	0,2	4,8	2,3	7,1	54,2	43,1	9,27	21,43	36,85	1,1	7,30	9,30	3,96	3	2	2	2	5	60,0	0,0	0,0	40,0	0,0	100,0		
93	110,5	9404	1849	1462	85	0,20	0,1	3,6	1,6	5,2	40,7	42,4	9,95	21,37	37,11	1,0	5,49	7,49	4,95	93	30	160	142	2	427	21,8	7,0	37,5	33,3	0,5	100,0	
94	98,6	1509	2077	2000	15	1,38	0,1	7,5	2,3	9,8	43,1	44,8	9,99	22,17	38,13	1,1	6,26	8,26	4,61	2	3	3	3	5	40,0	0,0	0,0	60,0	0,0	100,0		
95	48,1	5841	1307	1107	121	0,22	0,1	4,2	3,8	8,1	40,2	37,2	8,59	19,00	33,91	1,4	5,80	7,80	4,35	35	6	60	84	185	18,9	3,2	32,4	54,5	0,0	100,0		
96	158,1	19349	3389	2527	122	0,18	0,1	5,0	4,3	9,3	44,6	37,5	8,00	19,11	33,59	1,5	6,46	8,46	3,97	136	47	269	288	740	18,4	6,4	36,4	38,9	0,0	100,0		
97	67,8	19	8	8	8	0,42	0,1	9,8	4,7	14,5	54,1	43,1	8,50	21,46	36,31	1,5	8,15	10,15	3,58	1	1	1	1	1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
98	123,3	1255	470	243	10	0,37	1,1	6,5	1,1	7,6	61,6	43,2	10,72	21,50	38,01	1,0	8,70	10,70	3,55	4	1	7	28	40	10,0	2,5	17,5	70,0	0,0	100,0		
99	127,6	589	345	302	5	0,59	0,4	8,4	6,2	14,6	55,9	42,2	8,86	21,08	36,20	1,8	8,68	10,68	3,39	4	4	3	11	36,4	36,4	0,0	27,3	0,0	100,0			
100	153,2	1188	330	214	8	0,28	0,2	8,2	5,4	13,6	54,4	45,1	10,51	22,31	38,66	1,7	8,18	10,18	3,80	11	6	28	6	1	52	21,2	11,5	53,8	11,5	1,9	100,0	
101	63,4	774	160	101	12	0,21	0,4	5,8	3,3	9,1	53,4	40,7	10,87	20,46	37,09	1,3	7,52	9,52	3,89	5												

NR REJ	POWIERZCHNIA	LICZBA MIESZKAŃCÓW	LICZBA MIEJSK PRACY	LICZBA MIEJSK PRACY USŁUGI	GĘSTOŚĆ ZAŁUDNIENIA	STOPNIENIE WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KOM.	LICZBA PRZYSTANKÓW Z REJONU KOM. DO CENTRUM	ŚREDNI CZAS PRZEJAZDU DO PRZYSTANKU (bez p.p.)	ŚREDNI CZAS OCZEKIWANIA NA PRZYSTANKU (bez p.p.)	DOSTĘPNOŚĆ REJONU DO INFR. TRANSP. ZBIOR. (bez p.p.)	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO CENTRUM (bez p.p.)	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. INDYW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM (bez p.p.)	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	MOSZTOWY FAKTOR WŁAŚCIWY DOŚWIĘCZENIA PODROŻY SĄMOCHEM W TRANSP. ZBIOR.	UOGÓLNIENY KOSZT PODROŻY TRANSP. INDYW. Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	WAGA SŁABOŚCI PODROŻY Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	MOSZTOWY FAKTOR WŁAŚCIWY DOŚWIĘCZENIA PODROŻY TRANSP. ZBIOR. W TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	LICZBA UŁOŻENIA SIĘCIEGO KOSZTU PODROŻY Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	LICZBA UŁOŻENIA SIĘCIEGO KOSZTU TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	LICZBA PODROŻY ROZPOCZYNIANYCH W REJONIE ŚRODKIEM TRANSPORTU W CIĄGU DOBY					PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWÓZOWYCH [DOBA]						
																				SO KIER.	SO PAS.	PIESZO	TRANSPORT ZBIOROWY	ROWER	SUMA	SO KIER.	SO PAS.	PIESZO	TRANSPORT ZBIOROWY	ROWER	SUMA
133	57.3	908	1202	1073	16	1.32	0.0	5.1	4.7	9.8	28.6	14.5	3.43	9.57	20.61	1.5	4.72	3.07	34	10	54	41	1	140	24.3	7.1	38.6	29.3	0.7	100.0	
134	39.6	7667	4178	3701	194	0.54	0.0	3.4	3.3	6.8	23.9	13.8	3.36	9.26	20.26	1.3	3.76	5.76	3.51	70	10	146	141	4	371	18.9	2.7	39.4	38.0	1.1	100.0
135	28.6	2538	1177	936	89	0.46	0.0	5.4	3.3	8.7	26.9	15.9	3.61	10.14	21.32	1.3	4.31	6.31	3.8	29	16	66	61	5	177	16.4	9.0	37.3	34.5	2.8	100.0
136	32.7	1011	759	700	31	0.75	0.0	3.7	3.6	7.3	29.0	15.0	3.88	9.76	21.14	1.3	4.41	6.41	3.30	35	6	34	53	5	128	27.4	4.7	26.6	41.4	0.0	100.0
137	78.3	3787	3034	2216	48	0.80	0.0	4.4	3.3	7.7	30.5	18.4	4.59	11.20	23.11	1.3	4.61	6.61	3.50	51	10	50	76	5	192	26.6	5.2	26.0	39.6	2.6	100.0
138	97.4	7370	8257	5967	76	1.12	0.0	4.6	3.5	8.0	29.1	17.1	4.72	10.64	22.65	1.3	4.49	6.49	3.49	73	23	112	147	6	361	20.2	6.4	31.0	40.7	1.7	100.0
139	91.1	1117	995	949	12	0.89	0.1	3.4	4.1	7.5	30.6	17.8	4.22	10.93	22.57	1.4	4.67	6.67	3.39	9	5	11	31	5	56	16.1	8.9	19.6	55.4	0.0	100.0
140	128.4	1702	1293	1086	13	0.76	0.2	5.9	6.3	12.3	35.9	27.1	5.98	14.78	27.74	1.9	6.05	8.05	3.45	51	15	4	26	1	97	52.6	15.5	4.1	26.8	1.0	100.0
141	263.7	272	467	294	1	1.72	0.7	2.6	5.5	8.1	40.5	23.5	5.55	13.30	25.94	1.7	6.32	8.32	3.12	7	3	2	1	1	14	50.0	21.4	14.3	7.1	7.1	100.0
142	221.9	1036	473	265	5	0.46	0.8	2.3	5.4	7.6	51.1	26.2	7.24	14.41	28.31	1.7	7.46	9.46	2.99	10	2	8	6	1	26	38.5	7.7	30.8	23.1	0.0	100.0
143	128.4	1308	756	403	10	0.58	0.2	2.4	6.6	8.9	37.2	22.0	5.50	12.69	25.29	1.9	5.86	7.86	3.22	32	9	60	61	162	19.8	5.6	37.0	37.7	0.0	100.0	
144	135.9	8399	3184	2238	62	0.38	0.0	4.2	3.8	8.1	33.2	24.3	6.16	13.65	26.74	1.4	4.97	6.97	3.83	87	19	74	126	10	372	17.6	6.0	23.4	39.9	3.2	100.0
145	118.4	338	1358	716	3	4.02	0.1	5.3	4.6	9.9	42.4	23.8	7.44	13.42	27.47	1.5	6.30	8.30	3.31	18	2	19	12	6	57	31.6	6.0	23.4	21.1	10.5	100.0
146	105.1	1046	1323	618	10	1.26	0.2	3.1	7.0	10.2	41.3	23.5	6.38	13.31	26.56	2.0	6.51	8.51	3.12	18	5	8	32	6	33	28.6	7.9	12.7	50.8	0.0	100.0
147	418.9	8	90	90	0	11.25	0.8	5.1	15.0	20.1	67.3	30.7	9.01	16.30	31.53	2.6	11.84	13.84	2.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	152.5	1848	315	217	12	0.17	0.7	8.8	6.7	15.5	65.3	39.6	11.19	20.91	36.87	1.9	10.08	12.08	3.05	6	15	35	1	57	10.5	0.0	26.3	61.4	1.8	100.0	
149	146.3	729	417	353	5	0.57	0.2	4.5	7.6	12.1	52.0	31.0	8.92	16.41	31.57	2.1	8.04	10.04	3.15	8	2	13	25	32	32.0	8.0	8.0	52.0	0.0	100.0	
150	159.7	1417	597	369	9	0.42	0.2	5.4	7.8	13.2	47.2	26.3	7.39	14.45	28.46	2.2	7.65	9.65	2.95	33	6	5	18	2	64	51.6	9.4	7.8	28.1	3.1	100.0
151	246.9	1252	970	403	5	0.77	0.6	1.4	4.6	5.9	48.4	28.9	9.31	15.56	31.01	1.5	6.81	8.81	3.52	15	2	14	17	48	31.3	4.2	29.2	35.4	0.0	100.0	
152	652.8	1446	463	329	2	0.32	0.2	12.1	7.5	19.5	64.7	40.3	10.64	20.27	36.72	2.1	10.28	12.28	2.99	17	6	9	14	46	37.0	4.0	19.6	30.4	0.0	100.0	
153	75.5	5900	4761	4109	78	0.81	0.2	4.3	3.8	8.2	30.5	21.8	4.87	12.58	24.70	1.4	4.78	6.78	3.64	53	11	80	109	253	20.9	4.3	31.6	43.1	0.0	100.0	
154	37.5	1179	2325	2218	31	1.97	0.0	5.3	3.8	9.1	26.5	18.8	4.39	11.33	23.09	1.4	4.33	6.33	3.65	19	4	14	35	2	74	25.7	5.4	18.9	47.3	2.7	100.0
155	80.6	12719	4442	3480	158	0.35	0.0	3.7	3.9	7.6	29.7	22.6	4.96	12.92	25.11	1.4	4.53	6.53	3.84	109	23	172	214	8	526	20.7	4.4	32.7	40.7	1.5	100.0
156	33.5	6320	1089	808	189	0.17	0.1	3.4	4.0	7.4	33.7	19.6	4.25	11.67	23.33	1.4	5.01	7.01	3.33	24	15	75	80	194	12.4	7.7	38.7	41.2	0.0	100.0	
157	60.9	11087	2597	2047	182	0.23	0.1	3.7	3.9	7.6	41.8	23.4	5.07	13.27	25.54	1.4	5.93	7.93	3.22	55	17	89	117	1	279	19.7	6.1	31.9	41.9	0.4	100.0
158	51.1	1039	853	552	20	0.82	0.0	5.7	3.9	9.5	38.1	24.6	5.30	13.78	26.33	1.4	5.70	7.70	3.40	24	6	23	9	1	63	38.1	9.5	36.5	13.1	1.6	100.0
159	38.2	140	331	250	4	2.36	0.0	5.1	4.2	9.3	37.1	21.9	6.58	12.65	26.05	1.4	5.57	7.57	3.44	12	5	11	1	29	41.4	0.0	17.2	37.9	3.4	100.0	
160	169.6	837	401	230	5	0.48	0.7	1.7	7.1	8.8	48.3	25.1	7.61	13.98	28.15	2.0	7.48	9.48	2.97	13	4	17	6	2	42	31.0	9.5	40.5	14.3	4.8	100.0
161	132.7	94	9	9	1	0.10	0.6	10.4	4.3	14.7	57.3	32.5	13.21	25.35	43.72	1.5	8.79	10.79	4.05	5	2	3	9	1	20	25.0	10.0	15.0	45.0	5.0	100.0
162	198.3	1093	315	216	6	0.29	0.8	6.1	14.5	20.6	68.8	29.0	8.62	15.59	30.53	2.6	12.05	14.05	2.17	25	7	25	10	67	37.3	10.4	37.3	14.9	0.0	100.0	
163	120.1	1008	3243	2846	8	3.22	0.1	8.4	4.6	12.6	45.0	25.1	7.17	13.98	27.83	1.5	6.94	8.94	3.11	9	1	31	38	3	62	14.5	16.4	50.0	29.0	4.8	100.0
164	183.6	638	290	252	3	0.45	0.2	6.0	4.2	10.2	44.4	27.1	7.36	14.80	28.79	1.4	6.57	8.57	3.36	12	7	4	6	2	29	41.4	24.1	13.8	20.7	0.0	100.0
165	75.2	4001	3522	2269	53	0.88	0.0	4.5	3.9	8.4	31.9	24.4	5.33	16.96	26.16	1.4	4.87	6.87	3.81	34	13	41	47	2	127	26.8	10.2	24.4	37.0	1.6	100.0
166	59.9	4126	1648	1385	69	0.40	0.0	5.0	3.9	8.8	32.3	24.6	5.54	13.76	26.38	1.4	4.97	6.97	3.79	44	12	65	53	6	174	25.3	6.9	37.4	30.5	0.0	100.0
167	63.2	6981	2595	1987	110	0.37	0.2	5.2	4.3	9.5	38.2	27.2	5.82	13.83	27.67	1.5	5.83	7.83	3.53	64	15	108	101	6	294	21.8	5.1	36.7	34.4	2.0	100.0
168	20.1	999	631	570	50	0.63	0.2	4.5	3.9	8.4	33.4	25.2	5.26	14.00	26.42	1.4	5.14	7.14	3.70	15	8	29	37	89	16.9	9.0	32.6	41.6	0.0	100.0	
169	31.4	47	1210	645	1	25.74	0.2	4.3	4.6	8.9	36.0	25.2	5.48	14.01	26.59	1.5	5.54	7.54	3.53	10	1	5	7	23	43.5	4.3	21.7	30.4	0.0	100.0	
170	115.5	54	164	60	0	3.04	0.3	7.0	5.0	12.0	51.7	31.4	6.33	16.59	29.81	1.6	7.94	9.74	3.06	7	1	6	6	15							



CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ W KRAKOWIE								PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH W RUCHU ZMOTORYZOWANYM [DOBA]	
NR REJ	GĘSTOŚĆ ZAŁUDNIENIA	STOPIEŃ WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KOM.	STOPIEŃ DOSTĘPNOŚCI REJONU DO INF.R. TRANSP. ZBIOR. [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOROW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. INDYW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	ILORAZ UŁOŻENIOWEGO KOSZTU PODRÓŻY TRANSP. INDYW. I TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	TRANSPORINDYWIDUALNY	TRANSPORT ZBIOROWY
20	56	0,70	0,12	24,1	18,1	3,28	3,71	35,4	64,6
21	111	0,73	0,14	22,1	14,3	2,59	3,59	32,1	67,9
22	40	1,32	0,13	20,0	15,3	2,39	3,74	34,4	65,6
23	27	13,92	0,13	17,4	15,2	2,85	4,00	42,5	57,5
24	113	0,81	0,15	18,3	16,0	2,92	4,09	38,4	61,6
25	69	0,90	0,18	17,3	13,1	2,38	3,96	43,2	56,8
26	10	0,91	0,14	22,6	17,1	3,05	3,78	25,0	75,0
27	83	2,20	0,14	21,4	17,3	3,16	3,94	28,9	71,1
28	50	1,43	0,09	33,0	27,5	4,70	3,67	38,6	61,4
29	28	3,20	0,19	25,3	19,3	4,07	4,02	45,2	54,8
30	52	1,14	0,15	22,4	22,5	4,42	4,42	50,5	49,5
31	67	0,74	0,23	24,6	20,9	4,44	4,25	44,8	55,2
32	64	1,52	0,12	26,1	17,1	3,94	3,55	33,8	66,2
33	13	0,71	0,13	28,9	16,5	3,66	3,34	20,0	80,0
34	5	7,25	0,12	22,0	15,4	3,17	3,64	46,8	53,2
35	48	1,42	0,11	28,5	16,1	3,44	3,24	55,1	44,9
36	199	0,49	0,11	22,8	12,8	2,78	3,29	52,1	47,9
37	182	0,50	0,13	20,5	12,4	2,65	3,48	40,3	59,7
38	188	0,54	0,13	19,3	11,9	2,35	3,51	34,8	65,2
39	22	4,36	0,12	21,5	10,5	2,46	3,20	33,0	67,0
40	5	1,07	0,10	30,4	16,1	4,45	3,14	50,0	50,0
41	136	1,25	0,12	19,3	14,0	3,06	3,70	40,3	59,7
42	139	1,20	0,13	25,1	13,4	2,91	3,27	59,5	40,5
43	24	0,73	0,10	29,4	18,5	3,72	3,28	51,6	48,4
44	27	0,53	0,12	25,6	19,4	3,86	3,73	52,4	47,6
45	89	0,58	0,12	19,2	17,7	3,02	4,02	50,4	49,6
46	113	0,23	0,12	24,5	19,7	3,20	3,75	38,4	61,6
47	7	4,11	0,14	21,9	17,6	2,91	3,85	14,3	85,7
48	117	0,65	0,12	24,6	22,2	3,57	4,00	34,9	65,1
49	5	9,01	0,11	30,6	26,3	4,52	3,87	35,5	64,5
50	19	4,88	0,12	29,8	26,8	4,68	4,02	62,1	37,9
51	16	1,41	0,12	25,5	23,7	3,79	4,03	49,0	51,0
52	151	0,76	0,14	23,6	20,3	3,40	3,97	30,0	70,0
53	37	0,54	0,18	26,8	24,0	3,92	4,20	41,5	58,5
54	4	0,23	0,07	40,5	26,3	4,79	3,03	37,5	62,5
55	25	0,45	0,09	30,2	26,1	4,38	3,74	43,3	56,7
56	67	0,65	0,11	32,7	27,4	5,50	3,89	39,1	60,9
57	114	0,32	0,11	31,8	29,4	5,44	4,07	45,6	54,4
58	31	0,61	0,13	43,3	33,0	6,90	3,81	48,7	51,3
59	47	0,30	0,32	40,6	32,2	6,88	4,03	70,6	29,4
60	70	0,15	0,05	49,0	42,1	7,19	3,51	43,4	56,6
61	12	0,96	0,13	45,4	27,9	6,36	3,20	48,9	51,1
62	3	0,39	0,07	53,9	33,8	7,97	3,06	53,8	46,2
63	2	0,10	0,12	51,5	31,7	8,13	3,24	50,0	50,0
64	30	0,15	0,08	44,7	37,4	7,20	3,74	45,8	54,2
65	10	1,67	0,23	43,9	36,1	8,38	3,99	43,8	56,3
66	22	0,32	0,09	44,9	37,5	7,25	3,81	39,2	60,8
67	1	12,98	0,17	38,1	32,1	6,72	4,15	58,3	41,7
68	21	0,53	0,11	52,9	35,8	8,57	3,46	43,9	56,1
69	17	0,54	0,13	53,9	38,1	9,57	3,54	34,4	65,6
70	10	0,18	0,10	50,4	42,2	8,97	3,93	41,2	58,8
71	6	0,50	0,07	55,7	43,0	9,24	3,57	33,3	66,7
72	3	0,27	0,07	70,9	35,6	9,97	2,74	10,0	90,0
73	3	0,66	0,06	57,7	37,7	8,92	3,10	37,5	62,5
74	2	0,31	0,06	84,2	48,8	13,58	3,01	43,6	56,4
75	3	0,28	0,08	66,7	48,1	11,56	3,43	29,0	71,0
76	10	0,63	0,13	72,5	44,0	11,75	3,28	68,7	31,3
77	7	0,48	0,11	65,1	41,1	10,01	3,25	64,6	35,4
78	4	0,16	0,04	91,5	43,9	15,46	2,40	36,8	63,2
79	2	0,12	0,06	79,3	45,8	14,00	3,00	80,0	20,0
80	8	0,76	0,10	31,8	32,9	5,34	4,22	31,5	68,5
81	9	6,02	0,32	26,6	34,0	6,27	5,47	45,5	54,5
82	20	0,76	0,18	31,7	48,5	8,76	5,94	42,0	58,0

b)

CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ W KRAKOWIE								PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH W RUCHU ZMOTORYZOWANYM [DOBA]	
NR REJ	GĘSTOŚĆ ZALUDNIENIA	STOPIEŃ WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KOM.	STOPIEŃ DOSTĘPNOŚCI REJONU DO INFRASTRUKTURY TRANSPORTOWEJ	CZAS PRZEJAZDU TRANSPORTOWY Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSPORTOWY Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	ILORAZ UOGÓLNIENEGO KOSZTU PODRÓŻY TRANSPORTOWYCH I TRANSPORTOWYCH Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	TRANSPORT INDYWIDUALNY	TRANSPORT ZBIOROWY
83	28	0,23	0,14	31,9	31,8	6,14	4,45	34,3	65,7
84	21	0,86	0,12	38,5	30,3	5,94	3,82	21,1	78,9
85	27	0,26	0,11	43,2	35,3	6,64	3,79	34,9	65,1
86	23	0,57	0,14	34,9	33,2	6,35	4,30	48,2	51,8
87	11	0,52	0,09	46,9	32,9	6,92	3,44	23,1	76,9
88	109	0,20	0,11	41,7	36,8	7,22	4,05	33,5	66,5
89	83	0,26	0,11	42,5	36,7	7,07	3,98	40,0	60,0
90	219	0,19	0,15	36,7	38,2	7,81	4,68	33,7	66,3
91	60	0,39	0,11	44,8	42,1	8,14	4,27	36,1	63,9
93	85	0,20	0,19	40,7	42,4	9,95	4,95	46,4	53,6
95	121	0,22	0,12	40,2	37,2	8,59	4,35	32,8	67,2
96	122	0,18	0,11	44,6	37,5	8,00	3,97	38,9	61,1
98	10	0,37	0,13	61,6	43,2	10,72	3,55	15,2	84,8
99	5	0,59	0,07	55,9	42,2	8,86	3,39	72,7	27,3
100	8	0,28	0,07	54,4	45,1	10,51	3,80	73,9	26,1
101	12	0,21	0,11	53,4	40,7	10,87	3,89	37,5	62,5
102	26	0,19	0,11	49,2	42,4	11,62	4,29	39,6	60,4
103	173	0,21	0,15	43,0	38,4	9,37	4,42	50,4	49,6
104	54	0,84	0,37	43,2	48,0	11,14	5,37	56,3	43,8
105	82	0,18	0,12	48,6	44,8	10,63	4,42	30,0	70,0
106	14	0,35	0,10	61,5	47,6	11,58	3,87	59,2	40,8
107	11	0,26	0,06	74,4	53,1	13,10	3,24	50,0	50,0
108	5	0,13	0,06	69,8	51,5	13,02	3,31	62,5	37,5
109	2	0,31	0,05	74,3	46,2	12,83	2,71	41,4	58,6
110	4	0,16	0,14	74,9	46,1	13,06	3,37	14,8	85,2
111	5	0,52	0,26	66,2	42,0	11,11	3,49	50,0	50,0
112	11	0,22	0,08	67,7	49,0	11,30	3,40	33,3	66,7
113	10	0,30	0,19	63,0	43,3	11,11	3,63	58,8	41,2
114	9	0,19	0,15	71,6	43,7	12,68	3,33	37,5	62,5
115	5	0,36	0,09	65,2	44,7	11,44	3,41	51,5	48,5
116	7	0,49	0,23	65,2	40,5	11,30	3,46	71,4	28,6
117	3	0,25	0,31	76,2	45,6	14,36	3,50	63,6	36,4
118	4	16,16	0,13	30,4	22,6	4,18	3,72	52,9	47,1
119	10	4,66	0,17	30,1	28,0	5,31	4,24	52,8	47,2
120	0	599,00	0,15	37,3	37,2	7,63	4,26	45,0	55,0
121	31	0,29	0,09	40,8	34,6	6,63	3,65	55,2	44,8
122	35	0,37	0,13	33,8	28,2	5,93	3,91	54,8	45,2
123	6	4,29	0,09	36,9	32,6	6,36	3,87	50,0	50,0
124	20	0,55	0,09	43,0	35,0	6,58	3,69	38,7	61,3
125	20	1,23	0,23	36,0	32,4	6,34	4,28	46,5	53,5
126	4	0,75	0,21	48,3	36,7	8,64	3,89	64,0	36,0
127	0	182,25	0,08	50,9	38,1	8,94	3,63	44,2	55,8
128	3	0,76	0,19	51,7	46,9	12,26	4,40	64,4	35,6
130	4	1,71	0,04	93,1	55,7	13,56	2,76	61,5	38,5
131	2	0,48	0,04	88,2	54,0	13,89	2,80	55,0	45,0
132	5	0,92	0,08	64,6	55,5	12,78	3,86	100,0	0,0
133	16	1,32	0,10	28,6	14,5	3,43	3,07	51,8	48,2
134	194	0,54	0,15	23,9	13,8	3,36	3,51	36,2	63,8
135	89	0,46	0,11	26,9	15,9	3,61	3,38	42,5	57,5
136	31	0,75	0,14	29,0	15,0	3,88	3,30	43,6	56,4
137	48	0,80	0,13	30,5	18,4	4,59	3,50	44,5	55,5
138	76	1,12	0,13	29,1	17,1	4,72	3,49	39,5	60,5
139	12	0,89	0,13	30,6	17,8	4,22	3,39	31,1	68,9
140	13	0,76	0,08	35,9	27,1	5,98	3,45	71,7	28,3
141	1	1,72	0,12	40,5	23,5	5,55	3,12	90,9	9,1
142	5	0,46	0,13	51,1	26,2	7,24	2,99	66,7	33,3
143	10	0,58	0,11	37,2	22,0	5,50	3,22	40,2	59,8
144	62	0,38	0,12	33,2	24,3	6,16	3,83	45,7	54,3
145	3	4,02	0,10	42,4	23,8	7,44	3,31	62,5	37,5
146	10	1,26	0,10	41,3	23,5	6,38	3,12	41,8	58,2
148	12	0,17	0,06	65,3	39,6	11,19	3,05	14,6	85,4
149	5	0,57	0,08	52,0	31,0	8,92	3,15	43,5	56,5
150	9	0,42	0,08	47,2	26,3	7,39	2,95	68,4	31,6
151	5	0,77	0,17	48,4	28,9	9,31	3,52	50,0	50,0
152	2	0,32	0,05	64,7	40,3	10,64	2,99	62,2	37,8
153	78	0,81	0,12	30,5	21,8	4,87	3,64	37,0	63,0
154	31	1,97	0,11	26,5	18,8	4,39	3,65	39,7	60,3
155	158	0,35	0,13	29,7	22,6	4,96	3,84	38,2	61,8
156	189	0,17	0,14	33,7	19,6	4,25	3,33	32,8	67,2
157	182	0,23	0,13	41,8	23,4	5,07	3,22	38,1	61,9
158	20	0,82	0,11	38,1	24,6	5,30	3,40	76,9	23,1
159	4	2,36	0,11	37,1	21,9	6,58	3,44	52,2	47,8
160	5	0,48	0,11	48,3	25,1	7,61	2,97	73,9	26,1
161	1	0,10	0,07	57,3	52,5	13,21	4,05	43,8	56,3
162	6	0,29	0,05	68,8	29,0	8,62	2,17	76,2	23,8
163	8	3,22	0,08	45,0	25,1	7,17	3,11	35,7	64,3
164	3	0,45	0,10	44,4	27,1	7,36	3,36	76,0	24,0
165	53	0,88	0,12	31,9	24,4	5,33	3,81	50,0	50,0
166	69	0,40	0,11	32,3	24,6	5,54	3,79	51,4	48,6
167	110	0,37	0,11	38,2	27,2	5,82	3,53	43,9	56,1
168	50	0,63	0,12	33,4	25,2	5,26	3,70	38,3	61,7
169	1	25,74	0,11	36,0	25,2	5,48	3,53	61,1	38,9



CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ W KRAKOWIE								PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH W RUCHU ZMOTORYZOWANYM [DOBA]	
NR REJ	GĘSTOŚĆ ZALUDNIENIA	STOPIEŃ WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KOM.	STOPIEŃ DOSTĘPNOŚCI REJONU DO INFRASTRUKTURY TRANSPORTOWEJ [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSPORTU ZBIOROWEGO Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSPORTU INDYWIDUALNEGO Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	ILORAZ UOGÓLNIENEGO KOSZTU PODRÓŻY TRANSPORTU INDYWIDUALNEGO ZBIOROWEGO Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	TRANSPORT INDYWIDUALNY	TRANSPORT ZBIOROWY
170	0	3,04	0,08	51,7	31,4	6,33	3,06	57,1	42,9
171	2	0,70	0,04	72,9	41,8	10,03	2,46	50,0	50,0
172	18	0,35	0,11	49,0	27,7	6,30	3,10	50,0	50,0
173	3	0,69	0,06	64,2	32,5	8,38	2,46	31,6	68,4
175	4	0,74	0,04	78,4	38,3	11,10	2,34	45,5	54,5
177	93	0,22	0,14	29,2	30,8	5,89	4,56	30,7	69,3
178	16	4,41	0,13	28,3	25,6	5,21	4,15	50,6	49,4
179	68	0,48	0,13	30,4	26,3	5,46	4,07	44,3	55,7
180	99	0,39	0,13	31,9	25,1	5,19	3,85	41,4	58,6
181	174	0,18	0,13	28,6	23,8	4,53	3,90	33,8	66,2
182	95	0,33	0,17	35,5	30,1	5,65	4,10	37,1	62,9
183	173	0,27	0,13	29,4	23,7	5,40	3,97	35,4	64,6
184	90	0,30	0,10	35,3	29,9	5,99	3,88	43,9	56,1
185	0	4,60	0,10	32,6	28,0	6,00	3,91	47,2	52,8
188	1	15,12	0,04	61,4	49,7	9,40	3,27	79,3	20,7
189	8	1,28	0,07	50,3	38,5	8,32	3,55	60,0	40,0
190	30	1,13	0,11	37,9	32,1	7,18	4,00	49,5	50,5
191	61	0,42	0,12	35,6	32,8	7,64	4,30	52,7	47,3
192	43	0,55	0,12	33,1	34,7	6,71	4,49	40,9	59,1
194	79	0,06	0,14	44,5	32,2	7,91	3,79	16,7	83,3
195	2	0,19	0,14	39,5	31,2	6,73	3,90	51,7	48,3
196	6	22,28	0,14	35,1	29,8	6,60	4,09	47,8	52,2
197	26	0,30	0,19	36,2	35,5	8,06	4,63	42,2	57,8
198	12	0,52	0,17	57,6	39,6	9,76	3,75	44,2	55,8
199	136	0,18	0,30	45,0	35,8	8,84	4,24	50,0	50,0
200	186	0,16	0,14	42,5	37,9	8,29	4,23	36,0	64,0
201	109	0,24	0,17	42,9	36,0	8,78	4,27	35,4	64,6
202	104	0,20	0,13	34,2	32,3	8,20	4,49	45,2	54,8
203	21	0,84	0,16	34,5	32,3	7,45	4,49	39,3	60,7
204	8	6,57	0,08	41,7	36,6	8,71	4,04	48,8	51,2
206	2	1,31	0,05	63,0	46,2	11,37	3,06	35,3	64,7
207	9	0,28	0,08	66,2	47,9	12,24	3,45	82,1	17,9
208	2	0,25	0,07	68,6	46,3	13,13	3,31	33,3	66,7
209	47	0,58	0,07	54,9	43,4	10,68	3,73	40,4	59,6
210	118	0,22	0,11	40,8	36,7	8,71	4,27	27,2	72,8
211	124	0,22	0,11	38,2	37,1	8,72	4,45	39,3	60,7
212	223	0,21	0,14	43,0	36,9	8,77	4,26	29,5	70,5
213	208	0,21	0,17	41,6	38,4	9,09	4,52	33,3	66,7
214	130	0,23	0,13	46,0	38,5	8,69	4,13	34,8	65,2
215	187	0,13	0,16	48,1	45,0	9,91	4,49	37,1	62,9
216	208	0,15	0,12	53,4	45,1	10,29	4,10	33,7	66,3
217	4	18,64	0,15	48,8	39,3	10,11	4,18	50,0	50,0
218	271	0,16	0,18	42,3	34,7	8,61	4,27	33,3	66,7
219	274	0,13	0,16	41,4	37,8	8,91	4,48	26,9	73,1
220	117	0,41	0,13	44,8	37,2	9,04	4,16	32,0	68,0
221	176	0,15	0,19	38,4	38,8	9,33	4,82	38,3	61,7
222	204	0,21	0,12	42,2	38,8	9,71	4,42	34,2	65,8
223	264	0,22	0,10	45,6	40,3	9,90	4,19	40,5	59,5
224	145	0,26	0,11	47,9	38,2	10,19	3,98	34,8	65,2
226	200	0,32	0,12	44,9	42,5	10,39	4,49	33,9	66,1
227	132	0,40	0,15	42,7	39,1	10,07	4,53	35,9	64,1
228	117	0,20	0,17	48,2	37,5	9,49	4,11	37,3	62,7
229	206	0,22	0,16	42,8	39,0	10,08	4,53	47,6	52,4
230	169	0,19	0,16	48,7	38,6	9,58	4,11	21,2	78,8
231	33	0,54	0,17	43,8	42,0	10,20	4,61	40,2	59,8
232	9	0,51	0,12	59,0	42,7	10,54	3,66	89,5	10,5
233	1	16,97	0,09	57,1	44,7	11,35	3,82	30,0	70,0
234	4	0,51	0,21	51,9	37,3	10,41	4,01	37,5	62,5
235	78	0,18	0,10	63,0	48,3	11,81	3,78	40,3	59,7
236	5	0,31	0,07	71,3	52,5	13,10	3,52	3,4	96,6
237	46	0,12	0,15	53,2	44,3	11,42	4,25	29,5	70,5
238	2	0,07	0,17	67,0	53,3	14,92	4,07	50,0	50,0
240	1	7,99	0,12	52,0	41,6	11,85	4,15	33,3	66,7
241	0	17941,00	0,15	50,9	39,7	11,82	4,19	28,9	71,1
244	0	79,00	0,05	67,4	53,2	12,55	3,41	46,2	53,8
247	1	0,07	0,02	127,7	88,0	21,03	2,60	55,6	44,4
250	5	0,29	0,26	63,1	52,0	14,47	4,24	42,1	57,9
251	11	0,17	0,12	68,6	50,1	13,68	3,83	54,3	45,7
252	1	0,12	0,10	70,3	57,6	15,49	3,98	31,6	68,4
254	2	0,59	0,12	88,1	61,4	18,20	3,71	49,1	50,9
260	2	0,23	0,06	112,2	74,9	36,84	4,05	73,3	26,7
262	3	0,11	0,14	95,8	68,7	21,42	3,86	41,7	58,3
263	1	0,14	0,08	111,0	78,0	29,99	3,94	90,9	9,1
264	1	0,35	0,05	111,0	69,6	27,04	3,19	44,4	55,6







NR REJ	POWIERZCHNIA	CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ WE WROCŁAWIU																	LICZBA PODROŻY ROZPOCZYNYCH W REJONIE ŚRODKIEM TRANSPORTU W CIĄGU DOBY				PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH (DOBA)																
		[ha]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]	[osob./m <sup>2</sup> ]										
210	97	1471	429	224	15	0.29	0.8	2.0	2.7	4.7	48.3	13.9	6.54	9.3	23.75	1.1	17.74	19.74	1.2	6	2	0	1	0	9	66.7	22.2	0.0	11.1	0.0	100.0								
211	116	271	556	542	2	2.05	0.9	2.0	4.2	6.2	56.2	14.4	7.11	9.5	24.36	1.4	20.90	22.90	1.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
212	73	1702	950	656	23	0.56	0.8	2.0	3.1	5.1	58.1	15.4	7.61	9.9	25.19	1.2	20.83	22.83	1.1	9	1	0	0	2	12	75.0	8.3	0.0	0.0	16.7	100.0	-	-	-					
213	108	509	373	139	5	0.73	0.8	2.0	2.7	4.7	53.9	15.2	7.31	9.9	24.88	1.1	19.43	21.43	1.16	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
214	58	932	1210	805	16	1.30	0.0	2.0	2.5	4.5	38.6	12.7	5.95	8.8	22.80	1.1	13.72	15.72	1.45	3	3	0	0	0	6	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
215	54	2884	614	396	53	0.21	1.0	2.0	3.3	5.3	42.7	11.5	5.70	8.3	22.12	1.3	16.64	18.64	1.19	6	2	0	1	1	10	60.0	20.0	0.0	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
216	65	188	2046	292	3	10.88	0.0	2.0	3.2	5.2	39.0	23.7	6.57	13.4	27.82	1.2	14.10	16.10	1.73	1	0	0	0	0	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
217	92	2236	561	396	24	0.25	1.0	2.0	3.9	5.9	55.0	25.1	7.44	14.0	29.09	1.4	20.63	22.63	1.29	1	1	4	5	0	11	9.1	9.1	36.4	45.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
218	41	2245	579	241	55	0.26	0.3	2.0	3.3	5.3	41.8	22.9	5.46	13.1	26.69	1.3	15.31	17.31	1.54	2	0	2	1	1	6	33.3	0.0	33.3	16.7	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
219	51	7664	1894	993	150	0.25	0.0	2.0	3.1	5.1	35.3	18.4	4.08	11.2	23.77	1.2	12.93	14.93	1.59	15	10	17	14	1	57	26.3	17.5	29.8	24.6	1.8	100.0	-	-	-	-	-	-		
220	101	6504	2164	1068	64	0.33	0.1	2.0	3.9	5.9	42.6	25.6	5.60	14.2	27.92	1.4	15.51	17.51	1.59	10	9	13	14	5	51	19.6	17.6	25.5	27.5	9.8	100.0	-	-	-	-	-	-		
221	23	1	14	14	0	14.00	0.1	2.0	3.6	5.6	45.4	27.6	6.60	15.0	29.50	1.3	16.26	18.26	1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
222	300	2155	871	269	7	0.40	1.0	2.0	7.4	9.4	61.7	32.1	7.99	16.9	32.38	2.1	24.63	26.63	1.22	8	7	4	0	3	22	36.4	31.8	18.2	0.0	13.6	100.0	-	-	-	-	-	-		
223	266	690	310	158	3	0.45	1.0	2.0	8.3	10.3	62.3	31.1	8.66	16.5	32.50	2.3	25.46	27.46	1.18	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
224	125	1108	409	171	9	0.37	0.0	2.0	3.2	5.2	44.5	28.6	8.27	15.4	31.14	1.2	15.70	17.70	1.76	1	0	4	9	2	16	6.3	0.0	25.0	56.3	12.5	100.0	-	-	-	-	-	-	-	
225	46	69	24	3	2	0.35	0.2	2.0	3.6	5.6	54.9	33.0	9.24	17.2	33.69	1.3	19.31	21.31	1.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
226	54	4372	790	366	81	0.18	0.2	2.0	5.3	7.3	61.3	42.2	11.15	21.1	38.98	1.7	21.93	23.93	1.63	5	3	10	6	1	25	20.0	12.0	40.0	24.0	4.0	100.0	-	-	-	-	-	-	-	
227	364	223	18	2	1	0.08	0.6	2.0	8.0	10	79.0	43.5	12.94	21.6	40.87	2.2	29.63	31.63	1.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
228	123	1	5	3	0	5.00	0.5	2.0	7.1	9.1	67.8	42.2	11.62	21.1	39.31	2.0	25.53	27.53	1.43	0	0	1	1	0	2	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
229	87	36	2710	154	0	75.28	0.9	2.0	3.1	5.1	51.4	26.6	7.45	14.6	29.70	1.2	19.03	21.03	1.41	3	0	0	0	3	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
230	42	15	378	46	0	25.20	0.1	2.0	3.5	5.5	39.5	26.2	6.41	14.4	28.75	1.3	14.49	16.49	1.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
231	129	35	2687	100	0	76.77	0.1	2.0	4.3	6.3	48.1	32.0	7.91	16.8	32.30	1.5	17.41	19.41	1.66	1	0	0	3	0	4	25.0	0.0	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
232	145	15	6	6	0	0.40	1.0	2.0	3.1	5.1	76.5	58.4	11.81	27.8	46.21	1.2	26.73	28.73	1.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
233	39	665	4791	1866	17	7.20	0.0	2.0	2.6	4.6	27.1	13.4	3.38	9.1	21.18	1.1	10.31	12.31	1.72	9	1	4	8	5	27	33.3	3.7	14.8	29.6	18.5	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
234	51	1065	1320	866	21	1.22	0.0	2.0	2.4	4.4	16.7	8.5	2.24	7.1	18.26	1.1	7.12	9.12	1.2	4	1	9	4	1	19	21.1	5.3	47.4	21.1	5.3	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
235	50	7969	1709	953	159	0.22	0.0	2.0	2.8	4.8	28.7	11.5	3.47	8.3	20.44	1.2	10.81	12.81	1.6	7	1	13	11	2	34	20.6	29	38.2	32.4	5.9	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
236	42	10778	2343	1156	257	0.22	0.0	2.0	3.1	5.1	27.8	10.1	2.96	7.7	19.47	1.2	10.70	12.70	1.53	16	3	31	16	5	71	22.5	4.2	43.7	22.5	7.0	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
237	19	1037	992	615	55	0.96	0.0	2.0	2.2	4.2	28.5	10.0	3.01	7.7	19.48	1.0	10.58	12.58	1.55	1	0	8	0	2	11	9.1	0.0	72.7	0.0	18.2	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
238	48	13263	3484	1965	276	0.26	0.0	2.0	2.6	4.6	27.5	9.4	2.41	7.4	18.78	1.1	10.40	12.40	1.51	10	6	30	38	7	111	9.0	5.4	45.0	34.2	6.3	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
239	411	1134	249	81	3	0.22	0.8	2.0	4.0	6	80.2	25.2	13.21	14.0	33.45	1.4	27.93	29.93	1.12	1	1	6	4	0	12	8.3	8.3	50.0	33.3	0.0	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
240	281	7815	1832	1048	28	0.23	0.3	2.0	2.4	4.4	53.1	16.0	7.53	10.2	25.34	1.1	18.49	20.49	1.24	10	4	10	16	1	41	24.4	9.8	24.4	39.0	2.4	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
241	107	1607	4823	1964	15	3.00	0.0	2.0	2.8	4.8	40.6	13.0	6.04	8.9	23.00	1.2	14.42	16.42	1.4	10	1	7	0	19	52.6	5.3	5.3	36.8	0.0	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	
242	67	17	4	1	0	0.24	0.3	2.0	3.4	5.4	47.0	11.2	5.46	8.2	21.81	1.3	16.97	18.97	1.15	0	1	1	0	3	0	0	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
243	44	8576	1671	995	195	0.19	0.0	2.0	2.7	4.7	37.5	11.1	4.79	8.1	21.25	1.1	13.41	15.41	1.38	25	9	34	17	3	88	28.4	10.2	38.6	19.3	3.4	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
244	40	7662	3036	1708	192	0.40	0.0	2.0	2.3	4.3	30.0	8.4	3.15	7.0	18.91	1.1	11.06	13.06	1.45	16	2	18	21	3	60	26.7	3.3	30.0	35.0	5.0	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
245	107	3469	2368	540	32	0.68	0.0	2.0	2.8	4.8	31.8	11.9	4.27	8.5	21.22	1.2	11.75	13.75	1.54	11	3	23	3	3	43	25.6	7.0	7.0	7.0	7.0	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
246	22	1442	534	186	66	0.25	0.2	2.0	2.6	4.6	37.5	11.5	4.89	8.3	21.49	1.1	13.64	15.64	1.37	1	0	5	2	2	10	0.0	50.0	20.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
247	52	3399	779	465	65	0.23	0.2	2.0	2.9	4.9	42.4	12.5	5.68	8.7	22.51	1.2	15.19	17.19	1.31	8	2	1	4	0	15	53.3	13.3	6.7	26.7	0.0	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
248	52	5173	4472	2381	99	0.86	0.0	2.0	2.8	4.8	29.9	8.7	3.43	7.1	19.24	1.2	11.17	13.17	1.46	12	4	17	20	1	54	22.2	7.4	31.5	37.0	1.9	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
249	37	27	422	118	1	13.63	0.1	2.0	2.6	4.6	30.3	10.6	3.85	7.9	20.34																								

CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ WE WROCLAWIU																	LICZBA PODRÓŻY ROZPOCZYNYCH W REJONIE ŚRODKIEM TRANSPORTU W CIĄGU DOBY				PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH [DOBA]													
NR REJ	POWIERZCHNIA	LICZBA MIESZKAŃCÓW	LICZBA MIEJSC PRACY	LICZBA MIEJSC PRACY USŁUGI	GĘSTOŚĆ ZAŁUDNIENIA	STOPIEŃ WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KODU	LICZBA PRZESIAŁEK Z REJ. KODU DO CENTRUM (bezpośrednio)	ŚREDNI CZAS DOJAZDU DO PRZYSTANKU (bezpośrednio)	ŚREDNI CZAS OZBIERANIA NA PRZYSTANKU (bezpośrednio)	DOSTĘPNOŚĆ REJONU DO DNK, TRANSP. ZBIOR. (bezpośrednio)	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOROW. Z REJONU KODU DO CENTRUM (bezpośrednio)	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. DNKOW. Z REJONU KODU DO CENTRUM (bezpośrednio)	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	WSPÓLNY KWANTYFIKATOR UCZESTNIKÓW CIERPIĄCYCH Z PODOBY NAWOZIDŁEM OSOBISTYM	LICZBA MIEJSC KOSZT. TRANSP. W REJONIE KODU DO ŚRODMIEŚCIA	WAGA ŚRODKA PODRÓŻY ŚRODEK TRANSP. ZBIOROW.	KOPCZOWY KWANTYFIKATOR TRANSPORTU ZBIOROWY	LOGOBNONY KOSZT TRANSPORTU ZBIOROWY	LOGOBNONY KOSZT TRANSPORTU DNKOW. ZBIOR. Z REJONU KODU DO ŚRODMIEŚCIA	LOGOBNONY KOSZT TRANSPORTU DNKOW. ZBIOR. Z REJONU KODU DO ŚRODMIEŚCIA	SO PAS.	PIESZO	TRANSPORT ZBIOROWY	ROWER	SUMA	SO KIER.	SO PAS.	PIESZO	TRANSPORT ZBIOROWY	ROWER	SUMA			
																																[ha]	[Lm]	[Lmp]
285	30	2641	1458	1172	88	0,55	0,0	2,0	2,4	4,4	29,7	10,4	4,23	7,8	20,53	1,1	11,00	13,00	1,58	18	5	9	17	4	53	34,0	9,4	17,0	32,1	7,5	100,0			
286	33	1646	635	408	50	0,39	0,0	2,0	3,4	5,4	39,0	9,8	4,59	7,6	20,59	1,3	14,14	16,14	1,28	4	2	0	4	0	10	40,0	0,0	40,0	0,0	100,0				
287	10	1	321	0	0	321,00	0,0	2,0	2,9	4,9	34,7	10,3	4,21	7,8	20,48	1,2	12,65	14,65	1,4	0	1	1	2	0	4	0,0	25,0	25,0	50,0	0,0	100,0			
288	23	2567	831	530	112	0,32	0,0	2,0	2,4	4,4	27,5	8,8	3,51	7,2	19,36	1,1	10,32	12,32	1,57	4	1	4	7	0	16	25,0	6,3	25,0	43,8	0,0	100,0			
289	45	10661	3177	1829	237	0,30	0,0	2,0	3,0	5	32,5	7,8	3,19	6,8	18,69	1,2	12,02	14,02	1,33	13	4	24	18	2	61	21,3	6,6	39,3	29,5	3,3	100,0			
290	103	8	0	0	0	0,00	0,7	2,0	4,0	6	61,5	14,1	7,80	9,4	24,76	1,4	22,14	24,14	1,03	0	0	1	0	1	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0				
291	59	806	319	174	14	0,40	0,1	2,0	3,2	5,2	53,3	15,9	6,99	10,1	24,90	1,2	18,48	20,48	1,22	2	2	0	0	0	4	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0			
292	52	1	0	0	0	0,00	0,7	2,0	0,0	0	59,7	16,0	9,89	10,2	27,14	0,6	19,85	21,85	1,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
293	127	1944	621	288	15	0,32	0,6	2,0	3,1	5,1	58,5	15,2	8,43	9,9	25,71	1,2	20,78	22,78	1,13	6	1	4	5	1	17	35,3	5,9	23,5	29,4	5,9	100,0			
294	33	5659	1398	730	171	0,25	0,0	2,0	3,0	5	41,1	11,4	6,34	8,2	22,53	1,2	14,62	16,62	1,36	12	1	5	17	0	35	34,3	2,9	14,3	48,6	0,0	100,0			
295	66	3264	1058	452	49	0,32	0,1	2,0	3,8	5,8	48,9	10,3	6,31	7,8	22,07	1,4	17,36	19,36	1,14	10	4	2	9	4	29	34,5	13,8	6,9	31,0	13,8	100,0			
296	104	5633	1903	1223	54	0,34	0,0	2,0	3,0	5	49,7	16,0	8,06	10,2	25,75	1,2	17,21	19,21	1,34	9	4	2	15	5	35	25,7	11,4	5,7	42,9	14,3	100,0			
297	35	1	109	100	0	109,00	0,0	2,0	3,5	5,5	40,0	9,3	5,56	7,4	21,10	1,3	14,49	16,49	1,28	1	0	0	6	0	7	14,3	0,0	0,0	85,7	0,0	100,0			
298	58	286	49	26	5	0,17	0,0	2,0	2,9	4,9	38,1	8,7	5,10	7,1	20,50	1,2	13,70	15,70	1,31	1	1	2	0	1	5	20,0	20,0	40,0	0,0	20,0	100,0			
299	63	8988	1892	942	143	0,21	0,3	2,0	2,0	4	45,8	15,5	7,08	10,0	24,80	1,0	16,14	18,14	1,37	12	2	14	15	3	46	26,1	4,3	30,4	32,6	6,5	100,0			
300	38	7	217	13	0	31,00	0,2	2,0	3,4	5,4	38,5	9,1	5,70	7,3	21,12	1,3	14,26	16,26	1,3	6	2	11	2	3	24	25,0	8,3	45,8	8,3	12,5	100,0			
301	56	7184	2212	1174	128	0,31	0,0	2,0	3,1	5,1	35,5	8,5	4,99	7,1	20,35	1,2	12,98	14,98	1,36	8	7	7	12	4	38	21,1	18,4	18,4	31,6	10,5	100,0			
302	46	79	401	195	2	5,08	0,1	2,0	3,0	5	33,1	7,5	4,18	6,6	19,30	1,2	12,31	14,31	1,35	2	0	2	4	1	9	22,2	0,0	22,2	44,4	11,1	100,0			
303	35	3	199	33	0	66,33	1,0	2,0	5,7	7,7	53,2	8,6	5,45	7,1	20,71	1,7	20,99	22,99	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
304	91	825	999	265	9	1,21	0,9	2,0	2,9	4,9	57,2	13,1	7,74	9,0	24,29	1,2	20,72	22,72	1,07	1	0	0	2	1	4	25,0	0,0	0,0	50,0	25,0	100,0			
305	69	110	430	20	2	3,91	0,7	2,0	4,8	6,8	65,4	14,7	9,39	9,6	26,12	1,6	23,70	25,70	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
306	54	3860	1009	478	71	0,26	0,6	2,0	3,2	5,2	53,9	12,9	7,60	8,9	24,12	1,2	19,46	21,46	1,12	2	0	0	12	0	14	14,3	0,0	0,0	85,7	0,0	100,0			
307	129	472	126	55	4	0,27	0,1	2,0	4,0	6	56,6	14,3	8,47	9,5	25,34	1,4	19,81	21,81	1,16	0	0	0	1	0	1	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0			
308	83	12	131	111	0	10,92	0,3	2,0	12,4	14,4	55,8	13,4	7,77	9,1	24,45	2,6	25,25	27,25	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
309	26	1	0	0	0	0,00	0,4	2,0	3,1	5,1	53,4	12,5	7,30	8,7	23,74	1,2	18,91	20,91	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ WE WROCŁAWIU								PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH W RUCHU ZMOTORYZOWANYM [DOBA]	
NR REJ	GĘSTOŚĆ ZALUDNIENIA	STOPIEŃ WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KOM.	STOPIEŃ DOSTĘPNOŚCI REJONU DO INFRASTRUKTURY TRANSP. ZBIOR. [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOROW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. INDYW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	ILOŚĆ LOGÓW I KOSZTÓW PODRÓŻY TRANSP. INDYW. I TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRÓDMIEŚCIA	TRANSPORINDYWIDUALNY	TRANSPORT ZBIOROWY
1	23	0,30	0,18	50,0	39,2	9,33	1,86	50,0	50,0
5	182	0,44	0,22	30,6	11,9	3,43	1,54	72,2	27,8
7	74	1,43	0,22	23,9	14,7	3,48	1,92	45,8	54,2
11	135	0,25	0,20	45,5	12,1	6,51	1,28	48,6	51,4
12	1	16,90	0,21	38,5	8,2	4,57	1,27	77,8	22,2
14	118	0,32	0,21	28,7	7,8	3,13	1,45	30,2	69,8
43	94	0,52	0,23	22,9	5,5	2,24	1,56	50,0	50,0
44	9	5,57	0,23	27,6	6,8	3,13	1,48	57,1	42,9
62	71	0,37	0,19	59,6	16,4	7,50	1,10	50,0	50,0
63	25	0,36	0,20	43,9	17,2	7,10	1,45	72,7	27,3
67	36	1,49	0,21	39,1	10,9	5,14	1,34	76,5	23,5
68	54	0,99	0,21	35,2	9,3	4,30	1,37	13,3	86,7
70	90	0,23	0,21	36,0	11,9	4,62	1,43	53,8	46,2
72	143	0,22	0,21	36,4	8,8	4,07	1,31	25,0	75,0
73	259	0,18	0,21	31,7	8,5	3,76	1,42	51,9	48,1
74	157	0,41	0,23	24,2	7,1	2,37	1,57	37,5	62,5
76	149	0,62	0,22	24,8	7,5	2,74	1,57	14,3	85,7
77	206	0,49	0,23	29,1	7,9	3,13	1,46	21,7	78,3
78	200	0,16	0,24	22,3	6,5	2,00	1,61	35,7	64,3
79	64	0,64	0,22	24,6	7,0	2,45	1,54	55,6	44,4
82	60	0,25	0,18	55,7	13,0	7,93	1,15	61,5	38,5
83	23	0,44	0,18	53,5	11,8	7,17	1,14	20,0	80,0
84	1	69,32	0,20	15,5	5,5	1,82	1,88	28,0	72,0
86	232	0,37	0,24	26,5	8,8	3,19	1,60	45,8	54,2
87	3	10,77	0,21	30,4	8,1	3,36	1,41	78,6	21,4
90	20	0,24	0,14	61,1	15,9	9,10	1,10	100,0	0,0
106	9	0,31	0,22	41,7	21,3	5,83	1,58	56,3	43,8
107	0	1,20	0,12	54,4	23,1	6,13	1,16	72,2	27,8
109	36	0,98	0,18	44,9	23,3	5,91	1,48	55,0	45,0
111	215	0,55	0,23	22,7	8,8	2,24	1,69	30,4	69,6
115	237	0,27	0,21	19,8	8,9	2,08	1,82	50,0	50,0
116	388	0,18	0,26	26,9	9,4	2,71	1,58	39,1	60,9
119	130	0,40	0,23	27,8	12,1	3,20	1,65	50,0	50,0
124	21	0,26	0,16	67,5	25,2	12,48	1,31	25,0	75,0
126	31	0,50	0,16	82,5	32,2	15,61	1,29	53,8	46,2
127	10	0,21	0,03	105,4	35,5	17,02	0,74	88,9	11,1
128	20	0,32	0,15	77,3	24,5	13,31	1,16	70,0	30,0
131	15	0,63	0,18	39,7	15,9	5,82	1,45	80,0	20,0
137	32	0,54	0,18	43,6	24,6	5,15	1,47	80,0	20,0
141	8	0,28	0,18	69,9	43,5	12,28	1,50	28,6	71,4
146	36	0,27	0,15	69,0	42,5	11,39	1,50	66,7	33,3
147	179	0,17	0,21	61,8	41,4	10,80	1,66	31,3	68,8
150	24	0,24	0,14	68,2	41,4	10,46	1,47	57,1	42,9
152	40	0,49	0,19	32,5	25,9	4,95	1,95	33,3	66,7
153	134	0,23	0,21	41,3	12,3	6,60	1,39	44,2	55,8
156	0	719,00	0,17	31,6	7,6	2,96	1,26	72,7	27,3
157	125	0,29	0,21	27,6	7,1	3,05	1,46	46,2	53,8
158	92	0,78	0,21	26,9	7,3	3,07	1,50	29,4	70,6
160	52	0,60	0,21	32,5	11,0	4,13	1,48	54,5	45,5
161	136	0,50	0,22	19,0	6,9	2,04	1,78	48,0	52,0
163	167	0,46	0,23	28,1	7,7	2,92	1,47	34,2	65,8
164	214	0,22	0,20	34,9	9,8	3,82	1,35	30,8	69,2
165	0	66,27	0,21	33,2	10,4	4,35	1,46	48,0	52,0
166	187	0,24	0,21	51,0	20,8	5,21	1,26	68,2	31,8
169	16	0,21	0,11	65,9	14,8	8,88	0,97	57,1	42,9
171	27	0,79	0,16	56,1	14,0	7,88	1,12	45,5	54,5
174	261	0,25	0,23	29,7	10,3	3,00	1,51	66,7	33,3
175	213	0,53	0,20	23,8	6,4	2,25	1,50	50,0	50,0
179	15	2,21	0,20	22,3	11,9	2,93	1,85	45,5	54,5

b)

CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ WE WROCŁAWIU								PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWÓZOWYCH W RUCHU ZMOTORYZOWANYM [DOBA]	
NR REJ	GĘSTOŚĆ ZAŁUDNIENIA	STOPIEŃ WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KOM.	STOPIEŃ DOSTĘPNOŚCI REJONU DO INFRASTRUKTURY TRANSP. ZBIOR. [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOROW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. INDYW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	IŁORAZ UOGÓLNIENEGO KOSZTU PODRÓŻY TRANSP. INDYW. I TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRODMIEŚCIA	TRANSPORINDYWIDUALNY	TRANSPORT ZBIOROWY
181	356	0,27	0,23	23,1	10,1	2,70	1,75	54,5	45,5
187	5	0,30	0,14	56,2	29,8	8,35	1,42	83,3	16,7
188	27	0,92	0,20	38,5	27,1	6,53	1,82	81,8	18,2
189	1	39,31	0,22	44,6	30,6	7,26	1,76	50,0	50,0
193	20	0,50	0,23	34,8	20,0	5,19	1,71	44,4	55,6
194	0	449,00	0,26	36,7	25,2	5,86	1,83	57,1	42,9
195	64	0,34	0,18	46,4	24,7	7,28	1,55	83,3	16,7
196	84	0,27	0,21	39,3	24,1	6,41	1,73	72,7	27,3
201	39	0,30	0,23	43,9	25,0	6,68	1,64	66,7	33,3
205	73	0,23	0,26	38,7	25,3	6,47	1,81	48,3	51,7
207	206	0,21	0,23	35,4	10,0	4,27	1,37	21,4	78,6
209	23	0,32	0,21	44,9	13,7	6,16	1,24	69,2	30,8
212	23	0,56	0,20	58,1	15,4	7,61	1,10	100,0	0,0
215	53	0,21	0,19	42,7	11,5	5,70	1,19	88,9	11,1
217	24	0,25	0,17	55,0	25,1	7,44	1,29	28,6	71,4
219	150	0,25	0,20	35,3	18,4	4,08	1,59	64,1	35,9
220	64	0,33	0,17	42,6	25,6	5,60	1,59	57,6	42,4
222	7	0,40	0,11	61,7	32,1	7,99	1,22	100,0	0,0
224	9	0,37	0,19	44,5	28,6	8,27	1,76	10,0	90,0
226	81	0,18	0,14	61,3	42,2	11,15	1,63	57,1	42,9
233	17	7,20	0,22	27,1	13,4	3,38	1,72	55,6	44,4
234	21	1,22	0,23	16,7	8,5	2,24	2,00	55,6	44,4
235	159	0,22	0,21	28,7	11,5	3,47	1,60	42,1	57,9
236	257	0,22	0,20	27,8	10,1	2,96	1,53	54,3	45,7
237	55	0,96	0,24	28,5	10,0	3,01	1,55	100,0	0,0
238	276	0,26	0,22	27,5	9,4	2,41	1,51	29,6	70,4
239	3	0,22	0,17	80,2	25,2	13,21	1,12	33,3	66,7
240	28	0,23	0,23	53,1	16,0	7,53	1,24	46,7	53,3
241	15	3,00	0,21	40,6	13,0	6,04	1,40	61,1	38,9
243	195	0,19	0,21	37,5	11,1	4,79	1,38	66,7	33,3
244	192	0,40	0,23	30,0	8,4	3,15	1,45	46,2	53,8
245	32	0,68	0,21	31,8	11,9	4,27	1,54	82,4	17,6
246	66	0,25	0,22	37,5	11,5	4,89	1,37	33,3	66,7
247	65	0,23	0,20	42,4	12,5	5,68	1,31	71,4	28,6
248	99	0,86	0,21	29,9	8,7	3,43	1,46	44,4	55,6
250	47	0,38	0,20	44,5	12,0	5,78	1,27	62,5	37,5
251	16	0,35	0,23	59,2	17,0	7,87	1,14	100,0	0,0
252	24	0,37	0,22	52,3	13,6	6,47	1,13	76,9	23,1
262	0	1407,00	0,10	64,2	18,4	10,40	1,06	72,5	27,5
263	37	0,23	0,12	61,6	15,3	8,84	1,01	88,9	11,1
265	43	1,18	0,20	34,7	10,5	4,85	1,42	77,8	22,2
268	156	0,32	0,23	24,0	5,3	2,53	1,51	26,1	73,9
269	20	0,25	0,22	46,3	13,9	6,68	1,29	87,5	12,5
270	45	2,31	0,24	14,8	5,3	1,57	1,94	40,0	60,0
271	195	0,35	0,20	24,3	6,6	2,58	1,48	42,3	57,7
272	197	0,41	0,24	21,2	7,7	2,63	1,75	50,0	50,0
273	164	0,33	0,21	31,7	10,0	4,51	1,50	53,6	46,4
277	40	0,30	0,17	51,3	14,5	8,08	1,23	57,1	42,9
278	52	0,51	0,21	34,9	12,3	5,49	1,52	83,3	16,7
280	58	0,21	0,19	42,2	13,4	6,52	1,37	78,6	21,4
283	110	0,48	0,23	30,1	10,6	4,61	1,60	38,9	61,1
285	88	0,55	0,23	29,7	10,4	4,23	1,58	57,5	42,5
286	50	0,39	0,19	39,0	9,8	4,59	1,28	60,0	40,0
288	112	0,32	0,23	27,5	8,8	3,51	1,57	41,7	58,3
289	237	0,30	0,20	32,5	7,8	3,19	1,33	48,6	51,4
293	15	0,32	0,20	58,5	15,2	8,43	1,13	58,3	41,7
294	171	0,25	0,20	41,1	11,4	6,34	1,36	43,3	56,7
295	49	0,32	0,17	48,9	10,3	6,31	1,14	60,9	39,1
296	54	0,34	0,20	49,7	16,0	8,06	1,34	46,4	53,6
299	143	0,21	0,25	45,8	15,5	7,08	1,37	48,3	51,7
300	0	31,00	0,19	38,5	9,1	5,70	1,30	80,0	20,0
301	128	0,31	0,20	35,5	8,5	4,99	1,36	55,6	44,4
306	71	0,26	0,19	53,9	12,9	7,60	1,12	14,3	85,7



Załącznik 2.3 3 Baza danych dla Gdańska - a) źródłowa i b) wynikowa

a)

NR REJ	CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ W GDAŃSKU																									LICZBA PODRÓŻY ROZPOCZYNAJĄCYCH W REJONIE ŚRODKIEM TRANSPORTU W CIĄGU DOBY				PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH [DOBA]			
	POWIERZCHNIA	LICZBA MIESZKAŃCÓW	LICZBA MIEJSC PRACY	LICZBA MIEJSC PRACY USŁUGI	GĘSTOŚĆ ZAŁUDNIENIA	STOPIEŃ WIELKOTAKCJOWOŚCI REJONU KOM. (w/ha)	LICZBA PRZYSTANKÓW ZBLIŻONYCH DO CENTRUM (bez przystanku)	ŚREDNI CZAS DOJAZDU DO PRZYSTANKU (bez przystanku)	ŚREDNI CZAS CZEKANIA NA PRZYSTANKU (bez przystanku)	ŚREDNI CZAS CZEKANIA NA TRANSP. ZBIOR. (bez przystanku)	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO CENTRUM (bez przystanku)	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRODKIEM (bez przystanku)	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM [km]	KOSZTOWY EKWIWALENT SAMOCIEKJOSZOWY [zł]	LOGOJNOŚĆ KOSZTÓW PODRÓŻY TRANSP. INDYW. Z REJONU KOM. DO ŚRODKIEM [zł]	WAGA SKŁADANIKI PODRÓŻY - CZAS CZEKANIA NA TRANSP. ZBIOR.	KOSZTOWY EKWIWALENT LICZALNOSCI PODRÓŻY TRANSPORTEM ZBIOROWYM [zł]	LOGOJNOŚĆ KOSZTÓW PODRÓŻY TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRODKIEM [zł]	ILORAZ LOGOJNOŚCI KOSZTÓW PODRÓŻY TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRODKIEM	SO KIER.	SO PAS.	PESZO	TRANSPORT ZBIOROWY	ROWER	SUMA	SO KIER.	SO PAS.	PESZO	TRANSPORT ZBIOROWY	ROWER	SUMA		
101	60.4	9923	1574	1324	164	0.16	0.1	1.1	2.1	3.1	39.2	22.6	11.69	12.9	31.21	1.0	13.6	15.59	2.00	141	127	146	10	424	33.3	0.2	30.0	34.4	2.4	100.0			
102	84.6	562	452	418	7	0.80	0.0	1.1	3.2	4.3	38.9	20.9	11.70	12.2	30.51	1.2	13.8	15.80	1.93	26	23	36	12	97	26.8	0.0	23.7	37.1	12.4	100.0			
103	29.1	4697	657	538	161	0.14	0.0	1.1	2.1	3.2	38.6	20.7	11.30	12.2	30.15	1.0	13.3	15.31	1.97	49	44	86	4	183	26.8	0.0	24.0	47.0	2.2	100.0			
104	42.7	3612	1102	907	85	0.31	0.0	1.1	2.0	3.1	38.1	19.9	10.95	11.8	29.55	1.0	13.1	15.14	1.95	39	22	66	2	129	30.2	0.0	17.1	51.2	1.6	100.0			
105	28.0	2071	399	363	74	0.19	0.0	1.1	2.9	4	40.3	19.3	10.30	11.6	28.82	1.2	14.1	16.10	1.79	25	27	34	4	90	27.8	0.0	30.0	37.8	4.4	100.0			
106	56.9	6128	1224	935	108	0.20	0.0	1.1	2.5	3.6	35.5	19.5	10.43	11.6	28.98	1.1	12.5	14.55	1.99	88	3	92	79	14	276	31.9	1.1	33.3	28.6	5.1	100.0		
107	35.6	5430	945	785	152	0.17	0.0	1.1	2.4	3.5	38.3	19.7	10.06	11.7	28.79	1.1	13.3	15.32	1.88	85	2	110	103	11	311	27.3	0.6	35.4	33.1	3.5	100.0		
108	50.3	7143	843	697	142	0.12	0.0	1.1	2.3	3.4	38.5	18.6	9.56	11.3	27.98	1.1	13.3	15.35	1.82	118	1	202	130	10	461	25.6	0.2	43.8	28.2	2.2	100.0		
109	79.3	7273	3048	2679	92	0.42	0.0	1.1	2.0	3.1	33.3	17.9	9.09	11.0	27.34	1.0	11.7	13.70	2.00	160	1	139	106	12	418	38.3	0.2	33.3	25.4	2.9	100.0		
110	53.6	9719	1206	1022	181	0.12	0.0	1.1	2.5	3.6	38.9	18.7	9.35	11.3	27.86	1.1	13.5	15.55	1.79	106	127	125	9	367	28.9	0.0	34.6	34.1	2.5	100.0			
111	158.1	5	60	60	0	12.01	0.3	1.1	2.9	4	46.2	19.6	9.71	11.7	28.48	1.2	16.2	18.23	1.56	3	3	3	3	9	33.3	0.0	33.3	33.3	0.0	100.0			
112	66.8	1918	1518	1278	29	0.79	0.0	1.1	2.3	3.3	31.8	17.3	8.77	10.7	26.83	1.1	11.3	13.34	2.01	126	1	61	93	9	290	43.4	0.3	21.0	32.1	3.1	100.0		
113	59.6	10405	2229	1920	174	0.21	0.0	1.1	2.2	3.3	35.1	18.0	9.15	11.0	27.39	1.0	12.3	14.31	1.91	115	104	107	13	339	35.9	0.0	30.7	31.6	3.8	100.0			
201	229.8	2485	1466	1349	11	0.59	0.2	1.1	1.7	2.8	45.1	19.2	10.60	11.5	29.00	0.9	15.4	17.37	1.67	43	19	39	4	105	41.0	0.0	18.1	37.1	3.8	100.0			
202	28.2	4077	693	547	145	0.17	0.3	1.1	2.4	3.4	30.4	21.7	11.57	12.5	30.74	1.1	17.4	19.39	1.59	58	1	27	50	11	140	41.4	0.7	19.3	35.7	2.9	100.0		
203	74.4	965	1546	1308	13	1.60	0.2	1.0	2.0	3	40.9	21.4	11.61	12.4	30.68	1.0	14.2	16.16	1.90	46	16	18	1	81	56.8	0.0	19.9	22.2	1.2	100.0			
204	35.4	3734	977	848	105	0.26	0.2	1.1	2.1	3.2	38.2	18.9	10.71	11.4	28.95	1.0	13.4	15.41	1.88	48	28	56	2	134	35.6	0.0	20.9	41.8	1.5	100.0			
205	83.1	7031	5580	4243	85	0.79	0.1	1.1	1.6	2.7	34.7	16.8	9.47	10.5	27.13	1.0	12.2	14.23	1.91	97	2	38	134	17	288	33.7	0.7	13.2	46.5	5.9	100.0		
206	21.4	766	1292	349	36	1.69	0.2	1.1	2.3	3.4	34.6	17.4	9.57	10.8	27.48	1.1	12.4	14.43	1.90	18	3	26	4	51	35.3	0.0	5.9	51.0	7.8	100.0			
207	57.8	3061	1224	1063	53	0.40	0.0	1.1	1.7	2.8	36.7	15.8	8.49	10.1	25.99	1.0	12.7	14.66	1.77	40	1	23	66	2	132	30.3	0.8	17.4	50.0	1.5	100.0		
208	84.8	2959	1129	1017	35	0.38	0.0	1.1	1.7	2.8	35.0	15.7	8.68	10.1	26.10	1.0	12.1	14.14	1.85	100	26	100	9	235	42.6	0.0	11.1	42.6	3.8	100.0			
209	17.4	5	848	412	0	169.62	0.0	1.1	2.4	3.5	38.5	15.2	8.31	9.8	25.60	1.1	13.4	15.39	1.66	20	1	5	1	27	74.1	0.0	3.7	18.5	3.7	100.0			
301	149.2	9356	1290	958	63	0.18	0.0	1.1	2.2	3.3	34.4	15.7	8.44	10.0	25.90	1.0	12.1	14.11	1.84	113	3	135	183	27	461	24.5	0.7	29.3	39.7	5.9	100.0		
302	66.7	5065	1011	818	76	0.20	0.3	1.1	2.9	4	43.9	16.6	9.42	10.4	27.02	1.2	15.6	17.57	1.54	49	28	40	2	119	41.2	0.0	23.5	33.6	1.7	100.0			
303	45.9	318	72	51	7	0.23	1.0	1.1	3.0	4.1	50.1	14.1	7.72	9.4	24.71	1.2	18.5	20.50	1.21	3	2	5	60.0	0.0	10.0	40.0	0.0	100.0					
401	78.7	233	727	724	3	3.12	0.2	1.1	2.2	3.3	37.8	14.2	8.99	9.4	25.69	1.0	13.4	15.36	1.67	8	2	7	2	19	42.1	0.0	10.5	36.8	10.5	100.0			
402	60.0	6806	1148	960	113	0.17	0.2	1.1	3.0	4	31.8	13.6	8.06	9.2	24.74	1.2	11.8	13.84	1.79	61	62	79	6	208	29.3	0.0	29.8	38.0	2.9	100.0			
403	57.0	4484	2556	2482	79	0.57	0.2	1.1	2.3	3.4	32.3	13.6	8.06	9.2	24.75	1.1	11.7	13.73	1.80	74	72	79	15	240	30.8	0.0	30.9	32.9	6.3	100.0			
501	140.6	1732	1861	1119	12	1.07	0.2	1.1	2.8	3.9	29.9	12.7	7.34	8.8	23.85	1.2	11.2	13.22	1.80	34	1	10	21	7	73	46.6	1.4	13.7	28.8	9.6	100.0		
502	128.1	2279	4083	1891	18	1.79	0.0	1.1	2.1	3.2	26.9	9.3	5.23	7.4	20.83	1.0	9.8	11.83	1.76	56	33	61	3	153	36.6	0.0	21.6	39.9	2.0	100.0			
503	104.8	9	2326	1504	0	258.44	0.2	1.1	3.4	4.5	31.5	12.5	7.06	8.7	23.54	1.3	11.9	13.91	1.69	17	9	1	27	63.0	0.0	0.0	33.3	3.7	100.0				
504	116.6	1306	2925	703	11	2.24	0.0	1.1	3.1	4.2	20.2	9.7	6.06	7.6	21.64	1.2	8.1	10.11	2.14	46	8	39	9	93	49.5	0.0	8.6	41.9	0.0	100.0			
505	204.6	1	6132	390	0	6132.49	0.2	1.1	4.3	5.4	41.7	10.9	6.24	8.1	22.26	1.5	15.4	17.37	1.28	56	4	38	5	103	54.4	0.0	3.9	36.9	4.9	100.0			
601	75.8	375	1734	1728	5	4.63	0.1	1.1	2.7	3.8	42.1	14.6	8.30	9.6	25.36	1.1	14.6	16.64	1.52	46	2	13	25	4	90	51.1	2.2	14.4	27.8	4.4	100.0		
602	50.9	3791	751	652	74	0.20	0.0	1.1	2.6	3.7	32.5	18.0	8.46	11.0	26.90	1.1	11.7	13.66	1.97	29	33	44	1	107	27.1	0.0	30.8	41.1	0.9	100.0			
603	67.2	9620	2038	1560	143	0.21	0.0	1.1	2.1	3.2	29.5	14.8	7.31	9.7	24.67	1.0	10.6	12.59	1.96	116	1	77	95	11	300	38.7	0.3	25.7	31.7	3.7	100.0		
604	65.6	9099	1800	1606	139	0.20	0.0	1.1	2.2	3.3	31.6	16.7	8.22	10.5	26.15	1.0	11.2	13.25	1.97	138	112	119	14	383	36.0	0.0	29.2	31.1	3.7	100.0			
605	61.6	5737	958	775	93	0.17	0.0	1.1	2.3	3.4	30.2	15.0	7.35	9.8	24.80	1.1	10.9	12.85	1.93	69	49	44	5	167	41.3								



CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENĄ W GDAŃSKU								PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH W RUCHU ZMOTORYZOWANYM [DOBA]	
NR REJ	GĘSTOŚĆ ZAŁUDNIENIA	STOPIEŃ WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KOM.	STOPIEŃ DOSTĘPNOŚCI REJONU DO INFR. TRANSP. ZBIOR. [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOROW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. INDYW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	ILORAZ UOGÓLNIENEGO KOSZTU PODRÓŻY TRANSP. INDYW. I TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRÓDMIEŚCIA	TRANSPORINDYWIDUALNY	TRANSPORT ZBIOROWY
	[os/ha]	[Lmp/Lm]	[l/min]	[min]	[min]	[km]	[-]	[%]	[%]
101	164	0,16	0,32	39,2	22,6	11,69	2,00	49,13	50,87
102	7	0,80	0,23	38,9	20,9	11,70	1,93	41,94	58,06
103	161	0,14	0,31	38,6	20,7	11,30	1,97	36,30	63,70
104	85	0,31	0,32	38,1	19,9	10,95	1,95	37,14	62,86
105	74	0,19	0,25	40,3	19,3	10,30	1,79	42,37	57,63
106	108	0,20	0,28	35,5	19,5	10,43	1,99	53,53	46,47
107	152	0,17	0,29	38,3	19,7	10,06	1,88	45,79	54,21
108	142	0,12	0,29	38,5	18,6	9,56	1,82	47,79	52,21
109	92	0,42	0,32	33,3	17,9	9,09	2,00	60,30	39,70
110	181	0,12	0,28	38,9	18,7	9,35	1,79	45,89	54,11
112	29	0,79	0,30	31,8	17,3	8,77	2,01	57,73	42,27
113	174	0,21	0,30	35,1	18,0	9,15	1,91	51,80	48,20
201	11	0,59	0,36	45,1	19,2	10,60	1,67	52,44	47,56
202	145	0,17	0,29	50,4	21,7	11,57	1,59	54,13	45,87
203	13	1,60	0,33	40,9	21,4	11,61	1,90	71,88	28,13
204	105	0,26	0,31	38,2	18,9	10,71	1,88	46,15	53,85
205	85	0,79	0,37	34,7	16,8	9,47	1,91	42,49	57,51
206	36	1,69	0,29	34,6	17,4	9,57	1,90	40,91	59,09
207	53	0,40	0,36	36,7	15,8	8,49	1,77	38,32	61,68
208	35	0,38	0,36	35,0	15,7	8,68	1,85	50,00	50,00
209	0	169,62	0,29	38,5	15,2	8,31	1,66	80,00	20,00
301	63	0,14	0,30	34,4	15,7	8,44	1,84	38,80	61,20
302	76	0,20	0,25	43,9	16,6	9,42	1,54	55,06	44,94
401	3	3,12	0,30	37,8	14,2	8,99	1,67	53,33	46,67
402	113	0,17	0,25	31,8	13,6	8,06	1,79	43,57	56,43
403	79	0,57	0,29	32,3	13,6	8,06	1,80	48,37	51,63
501	12	1,07	0,26	29,9	12,7	7,34	1,80	62,50	37,50
502	18	1,79	0,31	26,9	9,3	5,23	1,76	47,86	52,14
503	0	258,44	0,22	31,5	12,5	7,06	1,69	65,38	34,62
504	11	2,24	0,24	20,2	9,7	6,06	2,14	54,12	45,88
505	0	6132,49	0,19	41,7	10,9	6,24	1,28	59,57	40,43
601	5	4,63	0,26	42,1	14,6	8,30	1,52	65,75	34,25
602	74	0,20	0,27	32,5	18,0	8,46	1,97	39,73	60,27
603	143	0,21	0,31	29,5	14,8	7,31	1,96	55,19	44,81
604	139	0,20	0,30	31,6	16,7	8,22	1,97	53,70	46,30
605	93	0,17	0,29	30,2	15,0	7,35	1,93	61,06	38,94
701	5	1,21	0,29	29,2	12,4	6,61	1,84	72,22	27,78
702	55	0,40	0,30	34,7	12,8	6,64	1,65	44,44	55,56
703	143	0,51	0,29	26,9	12,6	6,26	1,94	45,29	54,71
704	114	0,25	0,29	26,9	12,4	5,87	1,91	49,68	50,32
705	195	0,17	0,32	25,8	12,1	5,70	1,95	39,39	60,61
706	102	0,34	0,37	24,6	10,2	4,97	1,91	37,21	62,79
707	88	0,32	0,34	25,6	10,9	5,43	1,91	47,11	52,89
801	86	0,18	0,34	35,9	15,5	7,30	1,73	54,02	45,98
802	73	0,32	0,36	29,2	14,8	7,58	2,01	54,63	45,37
803	21	3,16	0,33	28,5	13,9	7,06	1,97	38,98	61,02
804	19	0,83	0,32	30,1	13,1	6,52	1,84	56,67	43,33
805	38	0,60	0,34	25,6	12,0	6,06	1,99	45,71	54,29
806	109	0,72	0,31	23,5	11,6	5,85	2,07	39,36	60,64
807	26	1,84	0,38	23,1	9,6	4,70	1,96	36,11	63,89
808	44	0,76	0,37	25,5	10,9	5,40	1,92	57,77	42,23
809	38	1,34	0,34	28,5	10,2	4,75	1,71	42,73	57,27
810	4	2,36	0,38	18,2	8,6	4,49	2,21	37,25	62,75
811	25	2,01	0,34	20,7	7,9	3,42	1,92	44,48	55,52
901	72	0,17	0,28	40,2	16,7	8,96	1,64	52,38	47,62
902	4	0,23	0,29	39,5	15,1	8,74	1,61	56,10	43,90
1001	34	0,23	0,22	36,2	13,5	6,68	1,53	42,59	57,41
1002	38	0,40	0,23	40,7	13,9	6,52	1,41	46,15	53,85
1003	76	0,19	0,24	40,2	12,5	5,73	1,36	51,30	48,70
1004	125	0,11	0,20	33,9	12,5	6,00	1,54	57,04	42,96
1005	102	0,14	0,20	36,5	13,8	6,82	1,54	49,03	50,97
1006	6	0,22	0,16	40,5	14,7	7,36	1,42	87,50	12,50

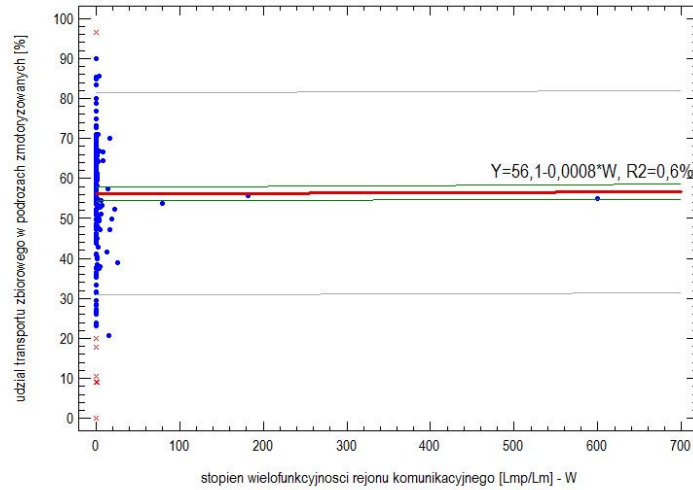
b)

CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE STRUKTURĘ PRZESTRZENNĄ W GDAŃSKU								PODZIAŁ ZADAŃ PRZEWOZOWYCH W RUCHU ZMOTORYZOWANYM [DOBA]	
NR REJ	GĘSTOŚĆ ZAŁUDNIENIA	STOPIEŃ WIELOFUNKCYJNOŚCI REJONU KOM.	STOPIEŃ DOSTĘPNOŚCI REJONU DO INFRA. TRANSP. ZBIOR. [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. ZBIOROW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	CZAS PRZEJAZDU TRANSP. INDYW. Z REJONU KOM. DO CENTRUM [szczyt poranny]	ODLEGŁOŚĆ DO CENTRUM	ILORAZ UOGÓLNIENEGO KOSZTU PODROŻY TRANSP. INDYW. I TRANSP. ZBIOR. Z REJONU KOM. DO ŚRÓDMIEŚCIA	TRANSPORINDYWIDUALNY	TRANSPORT ZBIOROWY
1108	60	0,50	0,33	17,8	6,1	2,21	1,91	47,66	52,34
1109	78	0,17	0,33	18,0	7,2	2,64	1,98	47,92	52,08
1110	4	3,00	0,30	17,5	7,4	2,89	2,03	49,09	50,91
1111	47	0,35	0,34	16,5	6,6	1,96	2,01	39,66	60,34
1201	86	0,17	0,34	24,1	8,8	3,28	1,75	47,22	52,78
1202	79	0,20	0,27	26,5	10,9	4,65	1,73	36,43	63,57
1203	59	0,27	0,28	22,9	10,4	4,09	1,86	44,76	55,24
1204	61	0,38	0,38	17,9	7,0	2,79	2,01	54,15	45,85
1205	46	0,22	0,32	23,3	7,6	2,80	1,71	58,18	41,82
1206	0	504,14	0,17	37,6	11,6	5,40	1,32	72,64	27,36
1303	0	175,12	0,11	45,6	15,3	8,51	1,26	67,86	32,14
1306	2	2,42	0,31	25,3	8,9	4,90	1,80	70,00	30,00
1401	97	0,11	0,34	20,2	10,7	4,11	2,12	27,12	72,88
1402	123	0,10	0,32	25,8	16,9	6,71	2,19	51,58	48,42
1403	66	0,16	0,38	26,3	14,8	6,34	2,08	28,57	71,43
1404	8	0,28	0,25	40,7	17,3	7,99	1,62	33,33	66,67
1405	1	0,64	0,19	34,4	18,6	8,42	1,83	40,74	59,26
1501	1	6,58	0,19	32,1	10,2	8,02	1,64	68,32	31,68
1502	2	0,61	0,21	37,0	10,2	5,74	1,40	74,19	25,81
1503	1	17,48	0,28	26,3	8,0	3,52	1,62	66,67	33,33
1601	14	0,28	0,25	30,1	8,3	3,60	1,47	73,44	26,56
1602	14	2,20	0,29	22,4	8,0	2,89	1,76	50,00	50,00
1603	17	0,17	0,25	33,7	10,1	3,69	1,40	52,17	47,83
1604	13	0,15	0,21	27,5	11,8	5,02	1,71	35,85	64,15
1605	1	0,13	0,18	37,2	10,7	4,78	1,31	46,15	53,85
1606	21	0,76	0,30	23,8	9,5	5,23	1,91	47,00	53,00
1701	115	0,14	0,23	19,1	10,0	4,08	1,91	44,07	55,93
1702	98	0,18	0,28	17,8	8,7	3,11	2,02	49,02	50,98
1703	67	0,16	0,29	30,8	11,6	4,81	1,63	53,20	46,80
1704	50	0,15	0,31	27,9	9,5	3,53	1,59	62,71	37,29
1705	84	0,13	0,34	23,7	12,7	4,64	1,99	57,20	42,80
1801	3	0,66	0,18	31,1	11,7	5,72	1,57	63,33	36,67
1802	9	0,44	0,23	30,4	10,7	5,70	1,59	52,53	47,47
1803	7	0,34	0,26	39,2	10,1	6,37	1,37	78,26	21,74
1804	54	0,12	0,19	35,6	14,7	6,69	1,55	69,47	30,53
1805	14	0,11	0,22	38,6	15,8	7,76	1,58	68,42	31,58
1806	4	0,54	0,24	42,3	16,0	7,63	1,48	35,29	64,71
1807	11	0,17	0,18	42,3	16,4	8,56	1,49	80,00	20,00
1808	11	1,56	0,17	42,1	12,3	5,83	1,25	67,39	32,61
1901	9	0,34	0,29	37,8	12,5	6,21	1,49	54,24	45,76
1904	4	0,15	0,14	45,6	17,3	8,13	1,33	83,78	16,22
2103	25	0,27	0,23	71,4	34,9	22,51	1,72	16,67	83,33
2104	25	0,59	0,20	65,8	33,4	21,85	1,70	74,14	25,86
2105	0	292,11	0,16	59,2	31,7	21,28	1,73	70,91	29,09
2106	1	0,03	0,09	93,2	31,5	20,47	1,09	71,43	28,57
2107	2	1,44	0,15	82,7	31,7	20,60	1,31	64,29	35,71
2109	0	307,58	0,18	75,9	33,7	21,73	1,56	92,31	7,69
2201	2	0,69	0,19	62,7	23,9	13,38	1,40	66,67	33,33
2202	17	0,15	0,22	45,3	20,9	11,85	1,58	63,83	36,17
2205	2	0,18	0,20	59,4	22,9	11,49	1,39	88,24	11,76
2301	3	0,86	0,17	57,1	19,3	10,52	1,30	76,74	23,26
2303	24	0,33	0,09	52,4	15,1	8,18	1,02	74,76	25,24
2304	1	0,63	0,09	60,1	14,8	8,94	0,96	63,33	36,67
2307	1	0,24	0,13	52,4	16,9	9,84	1,18	73,33	26,67
2501	1	0,89	0,19	68,0	27,4	16,64	1,46	69,23	30,77
2502	2	3,91	0,21	63,2	25,7	15,07	1,48	66,67	33,33
2601	19	0,11	0,21	58,1	23,7	14,35	1,55	67,39	32,61
2602	13	0,33	0,20	51,9	21,6	11,53	1,50	61,11	38,89
2603	25	0,34	0,20	57,8	23,0	12,31	1,44	61,02	38,98
2604	1	5,53	0,24	61,9	23,0	14,75	1,46	84,62	15,38
2701	2	0,14	0,15	78,7	28,1	17,25	1,29	68,75	31,25
2703	5	1,55	0,13	70,5	26,3	15,99	1,31	80,00	20,00
2704	1	2,30	0,09	73,5	26,5	16,96	1,28	87,88	12,12

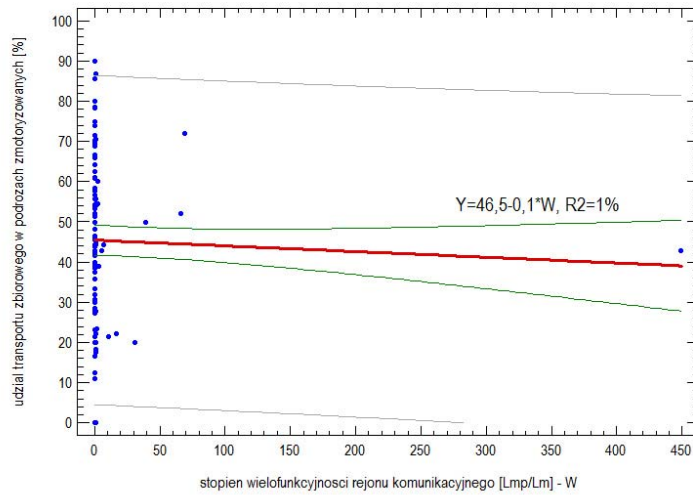
## ZAŁĄCZNIK 3

**Załącznik 3 1 Modele regresji liniowej obrazującej zależność pomiędzy udziałem transportu zbiorowego w ruchu zmotoryzowanym a stopniem wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w całym zakresie stosowania.**

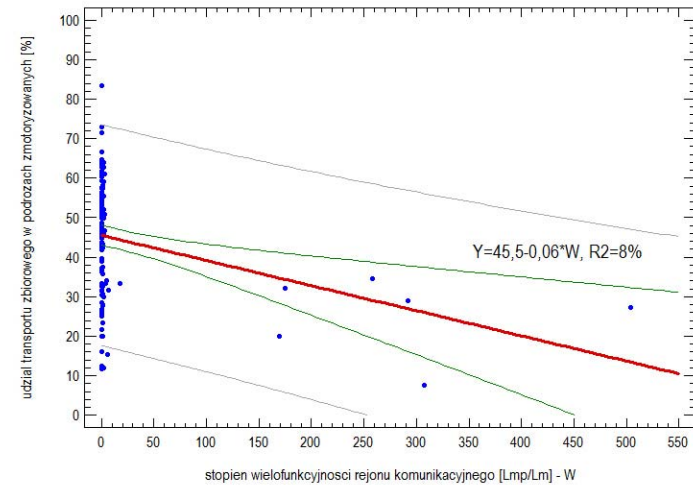
Na poniższych rysunkach przedstawiono wykresy linii regresji (a) dla Krakowa, b) dla Wrocławia i c) dla Gdańska), które podważają oczekiwany kształt funkcji dla zależności udział transportu zbiorowego od stopnia wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego - funkcja kwadratowa wypukła, gdzie maksymalna wartość udziału transportu zbiorowego powinna zawierać się pomiędzy wartością  $0,4 \div 0,6 [L_{MP}/L_M]$ . Estymowane funkcje mają kształt liniowy malejący - są one niereprezentatywne z uwagi na niską wartość współczynników korelacji i nierównomierność przedziałów. Nie można zatem mówić o jakimkolwiek wpływie tego czynnika na udział transportu zbiorowego.



a)



b)



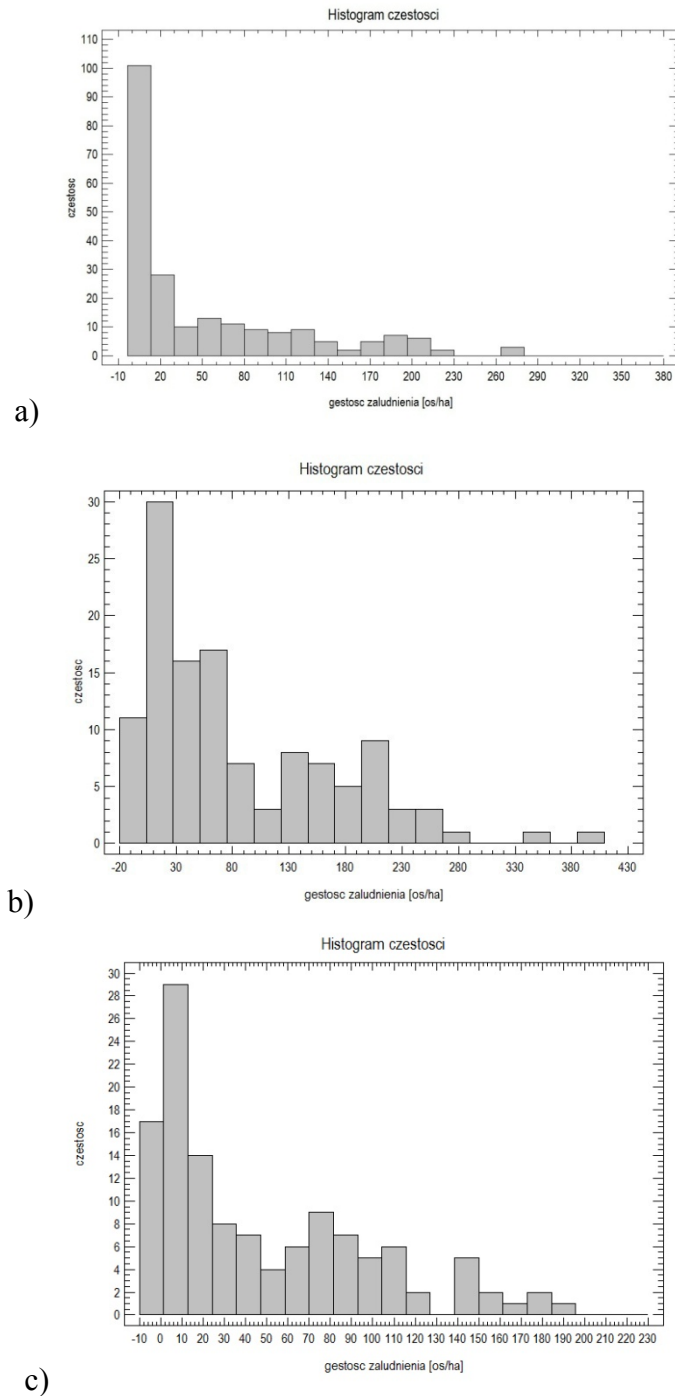
c)

## ZAŁĄCZNIK 4

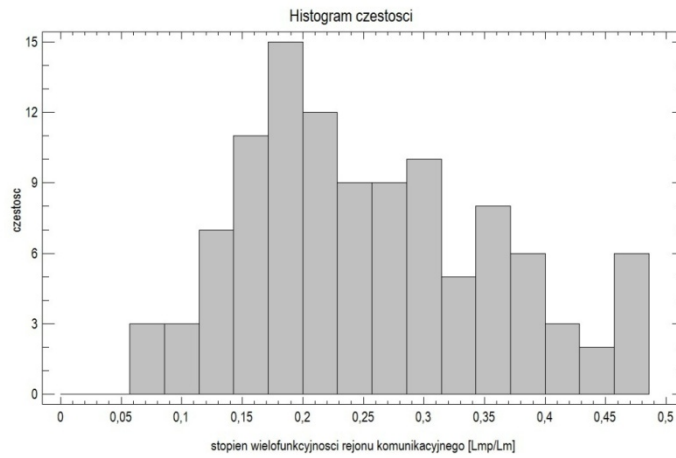


**Załącznik 4 1 Histogramy częstości dla analizowanych czynników struktury funkcjonalno - przestrzennej w analizowanych miastach.**

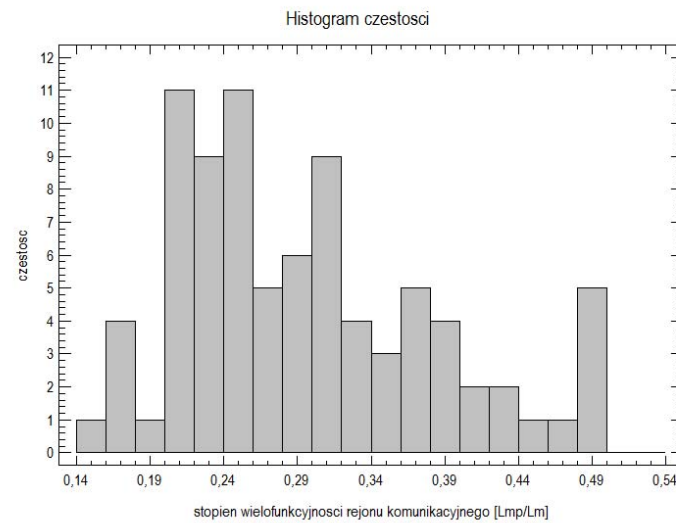
**Załącznik 4.1 1 Histogram częstości dla gęstości zaludnienia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



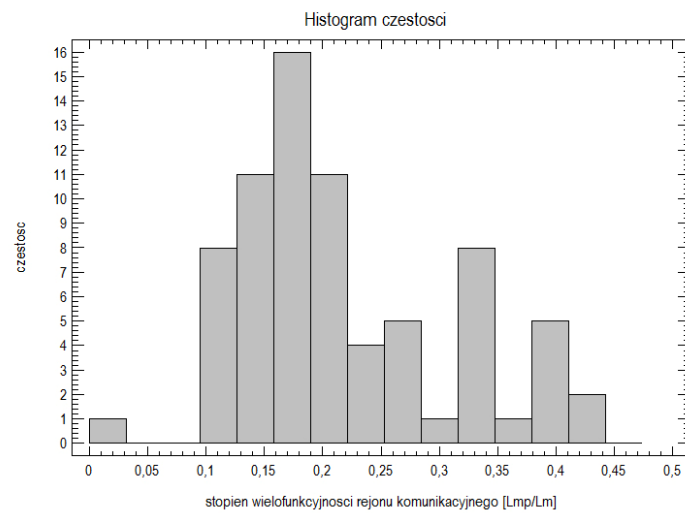
**Załącznik 4.1 2 Histogram częstości dla stopnia wielofunkcyjności w przedziale do 0,5 [L<sub>MP</sub>/L<sub>M</sub>] w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)

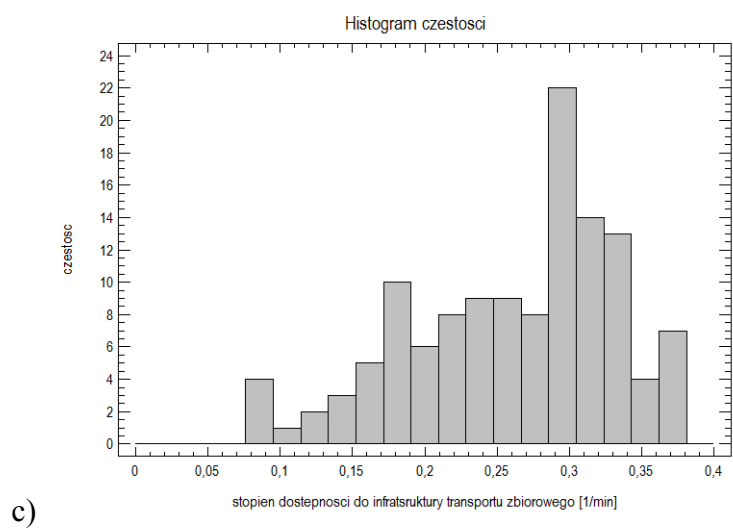
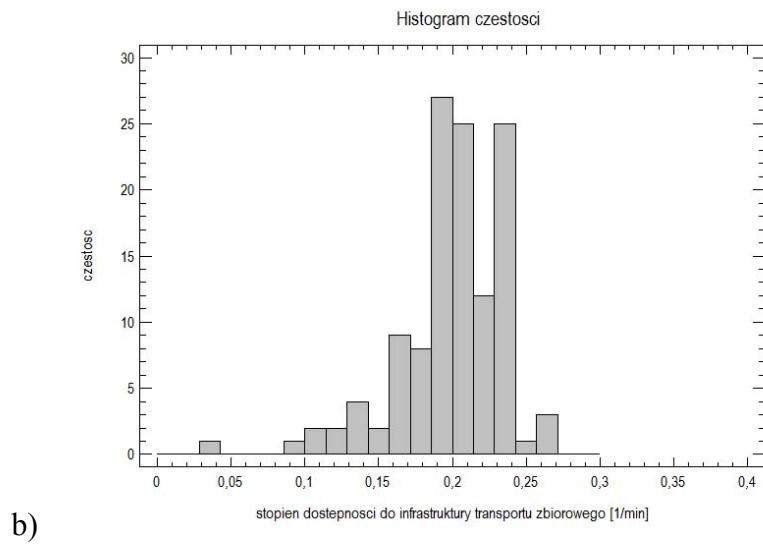
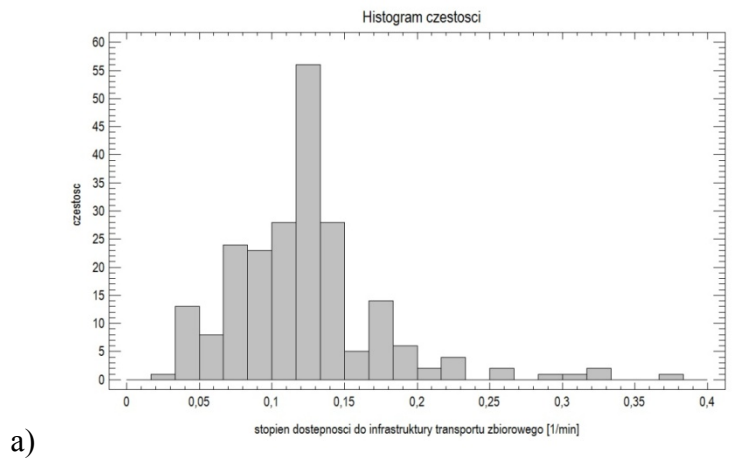


b)

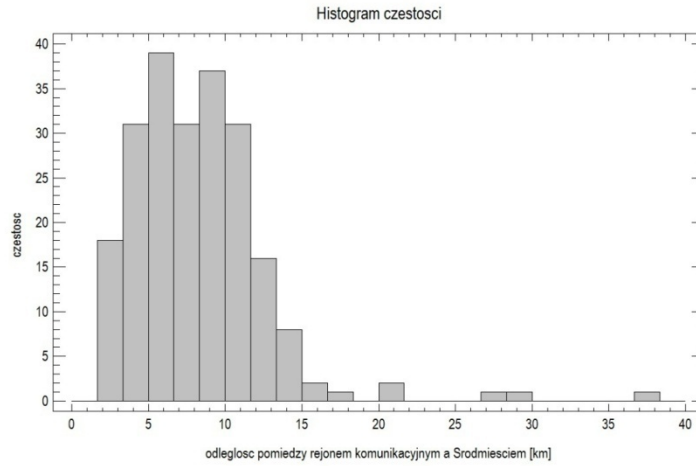


c)

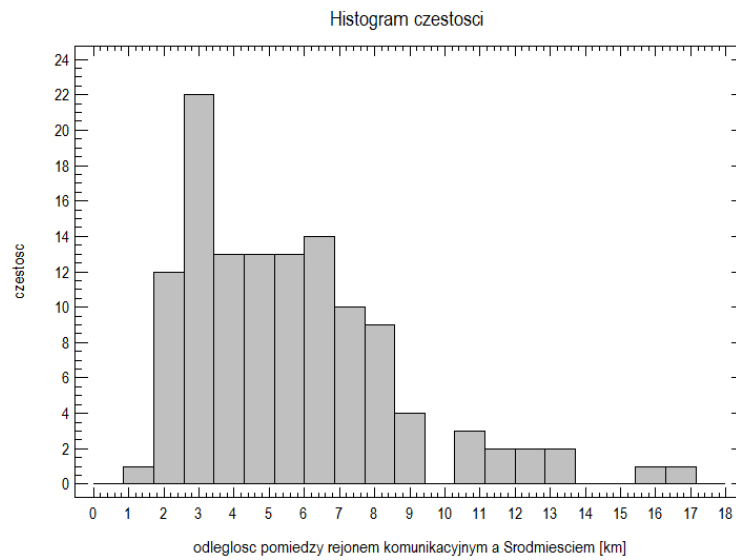
**Załącznik 4.1 3 Histogram częstości dla stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



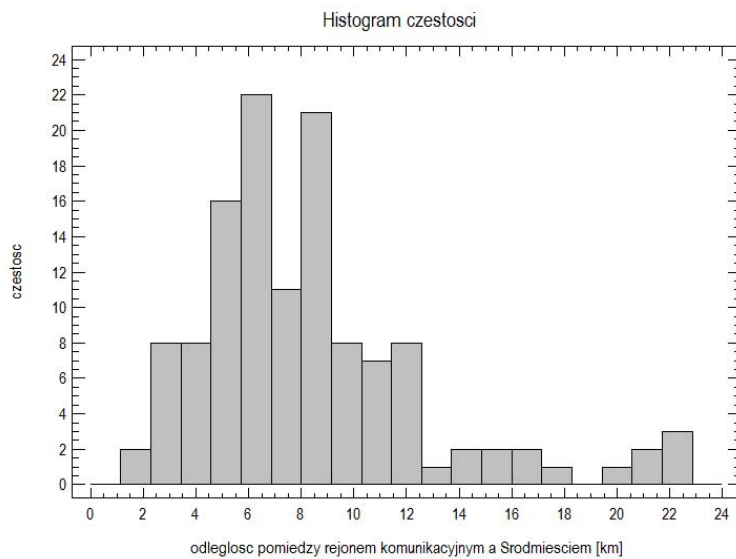
**Załącznik 4.1 4 Histogram częstości dla odległości pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)

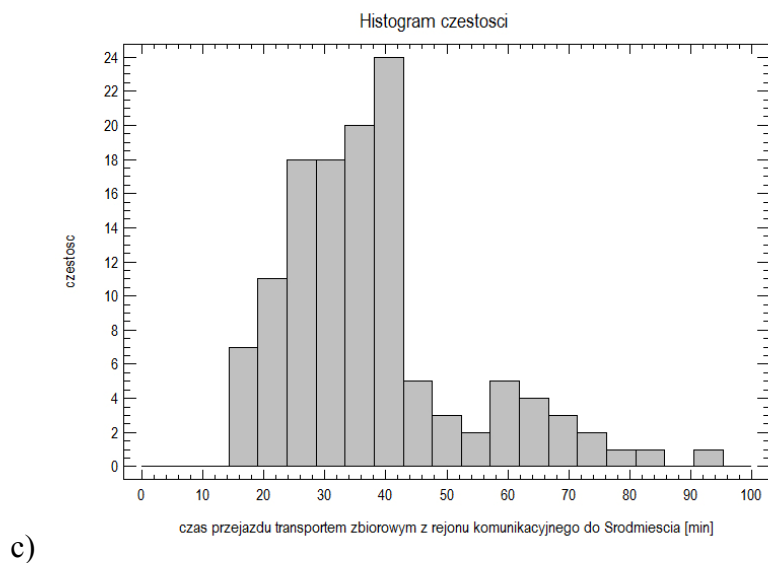
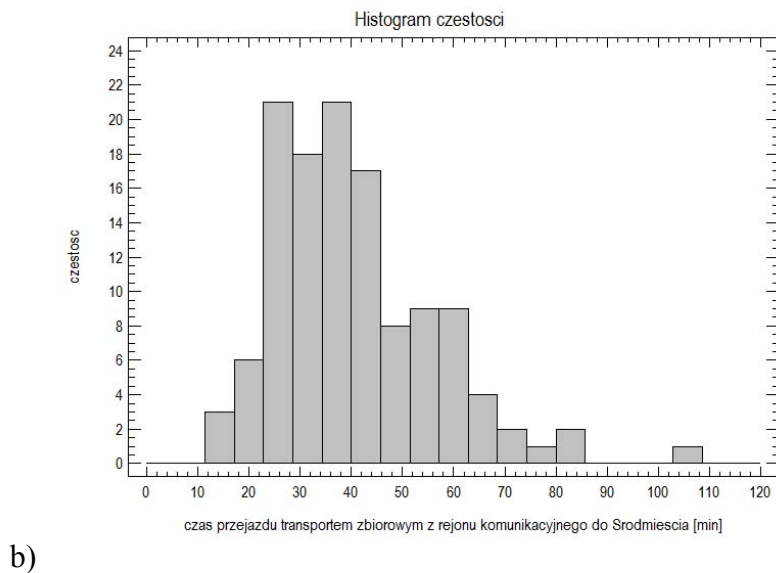
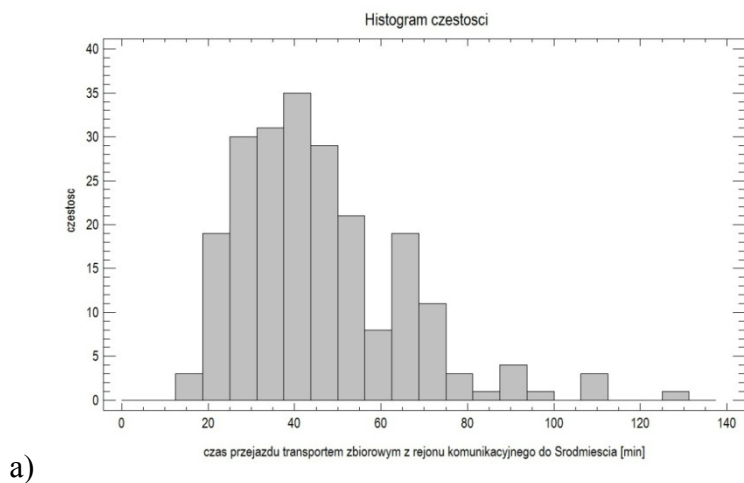


b)

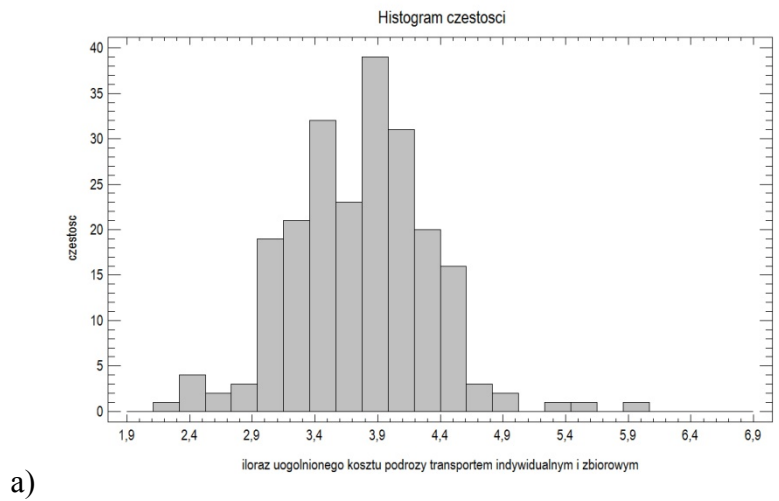


c)

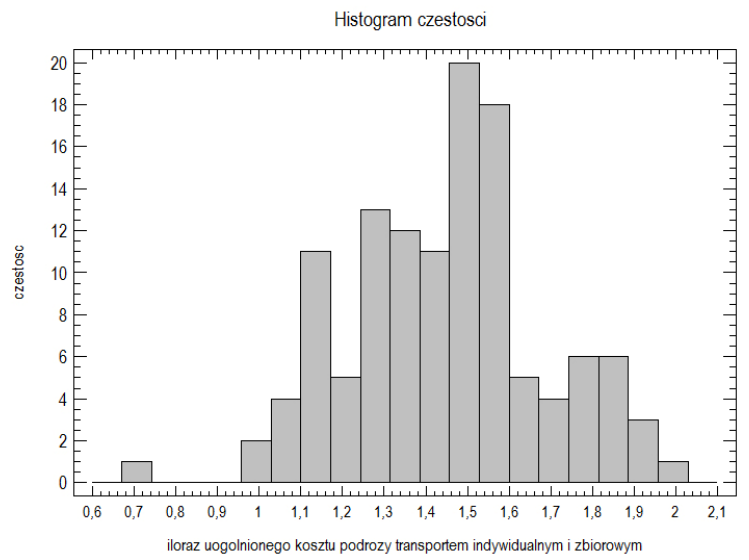
**Załącznik 4.1 5 Histogram częstości dla czasu przejazdu transportem zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



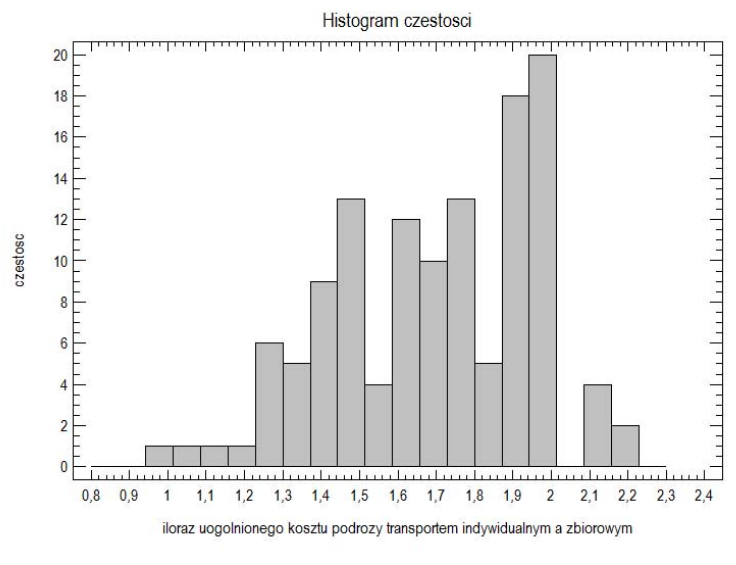
**Załącznik 4.1 6 Histogram częstości dla uogólnionego kosztu podróży transportem indywidualnym i zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)



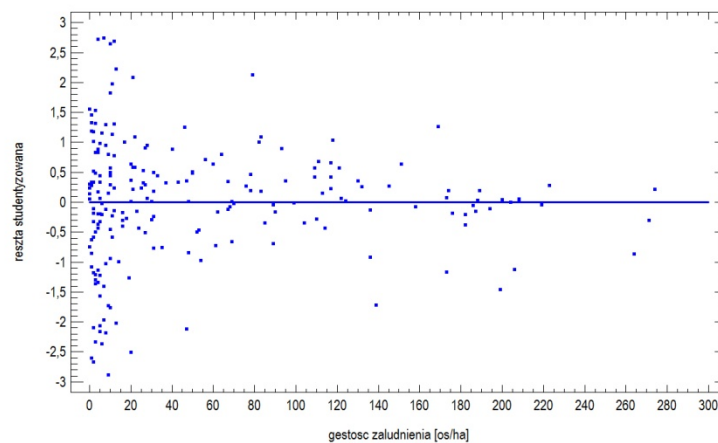
b)



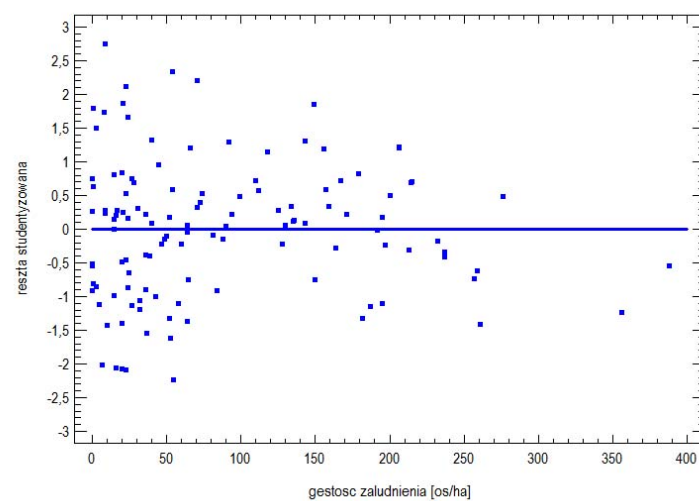
c)

**Załącznik 4 2 Wykresy rozrzutu reszt studentyzowanych dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od czynnika struktury funkcjonalno - przestrzennej w analizowanych miastach.**

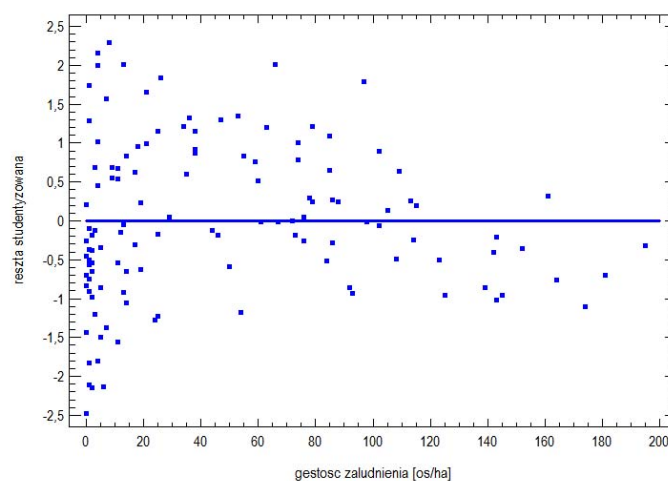
**Załącznik 4.2 1 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od gęstości zaludnienia rejonu komunikacyjnego w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)

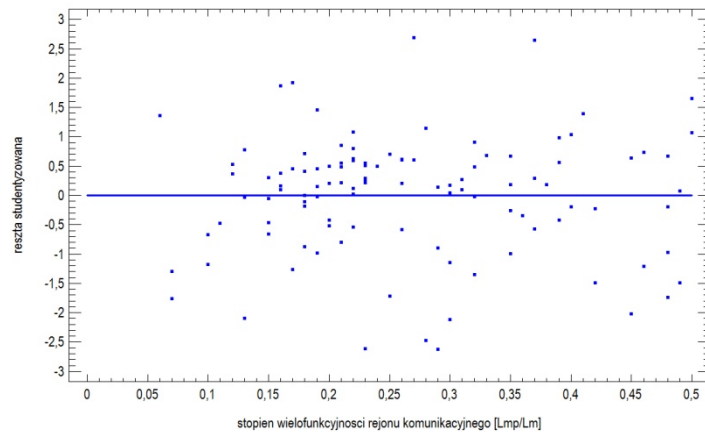


b)

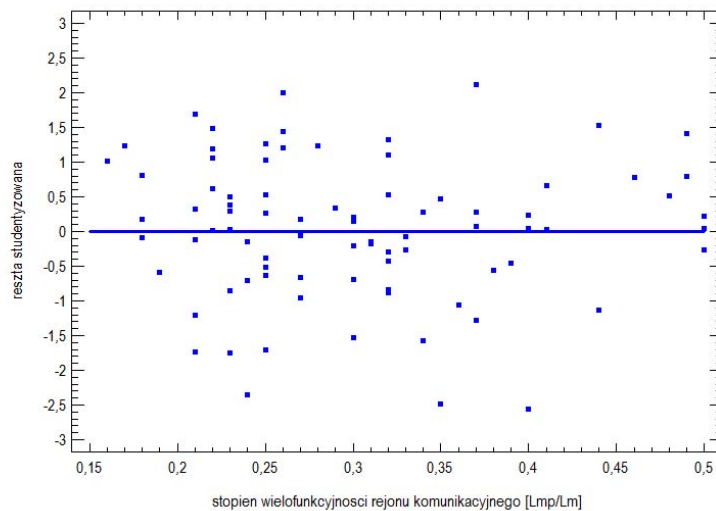


c)

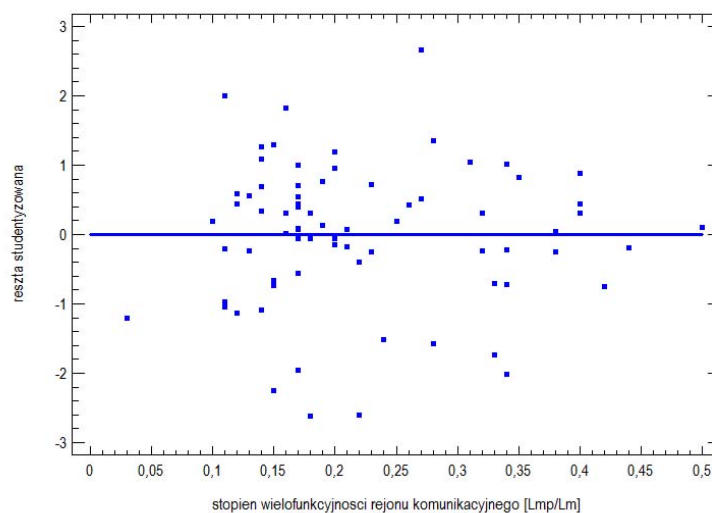
**Załącznik 4.2 2 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od stopnia wielofunkcyjności rejonu komunikacyjnego w przedziale do 0,5 [L<sub>MP</sub>/L<sub>M</sub>] w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)



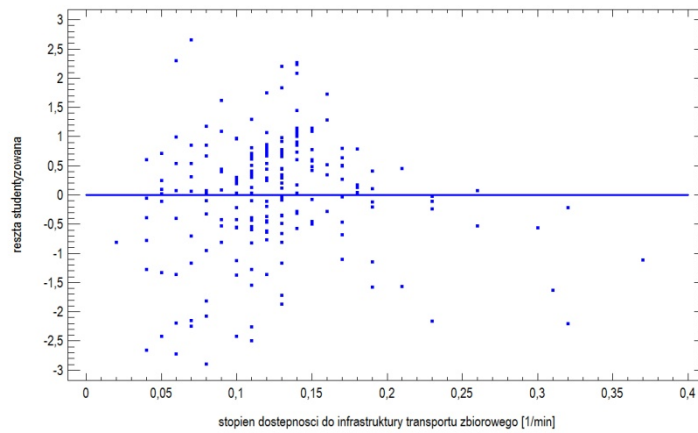
b)



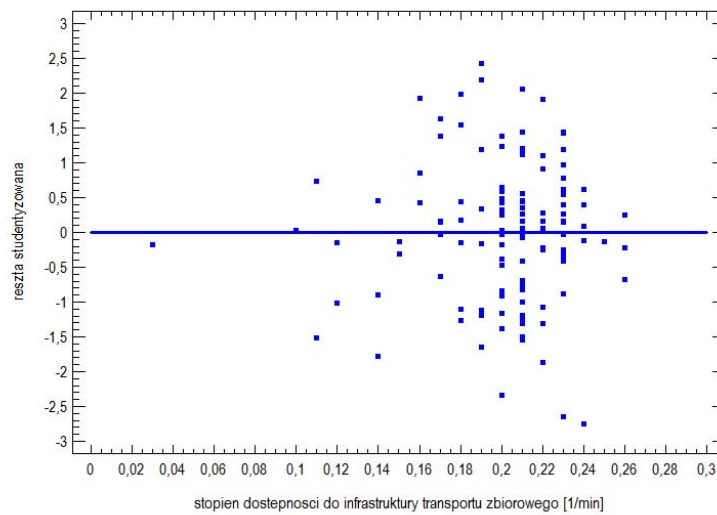
c)



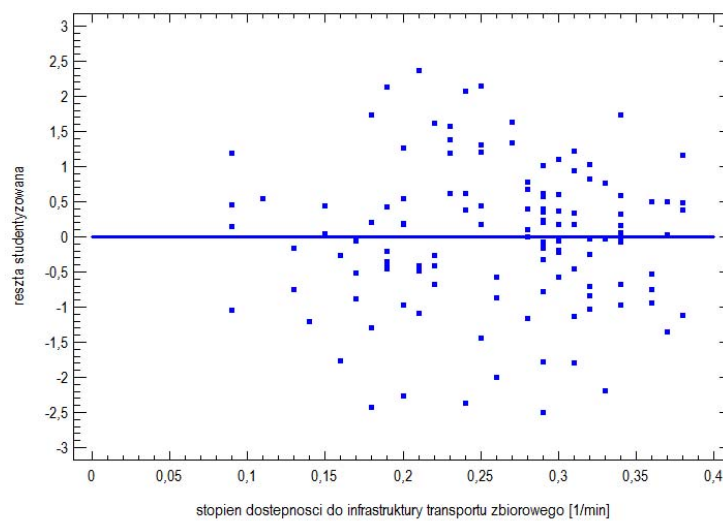
**Załącznik 4.2 3 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od stopnia dostępności do infrastruktury transportu zbiorowego w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)

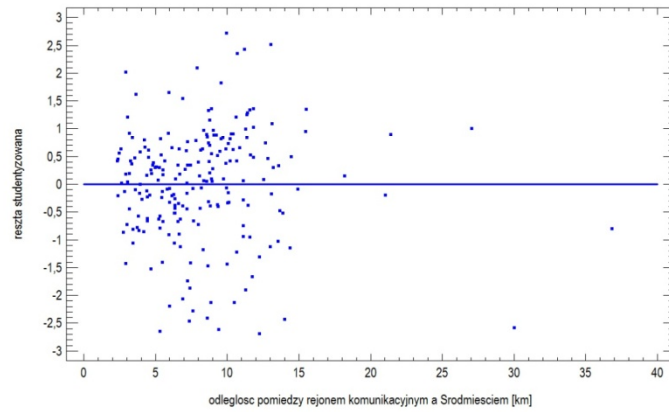


b)

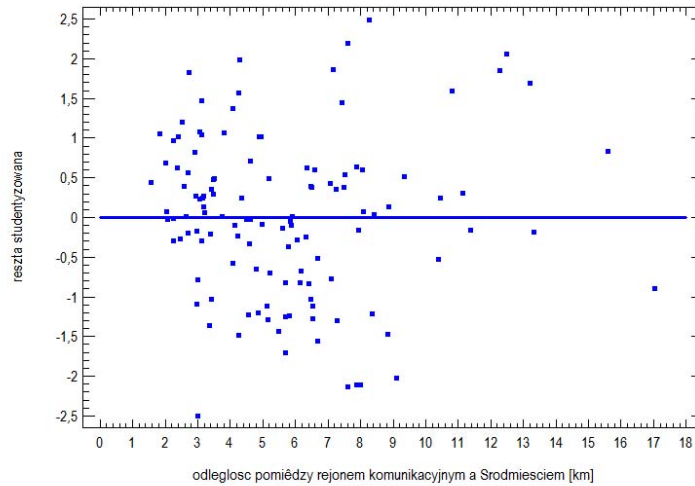


c)

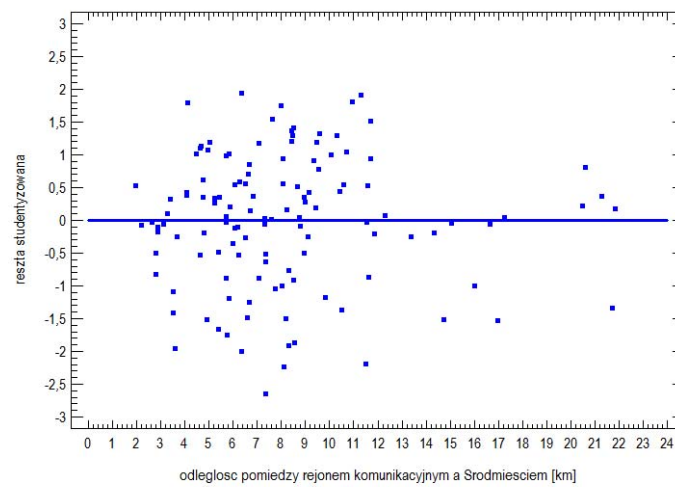
**Załącznik 4.2 4 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od odległości pomiędzy rejonem komunikacyjnym a Śródmieściem w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)

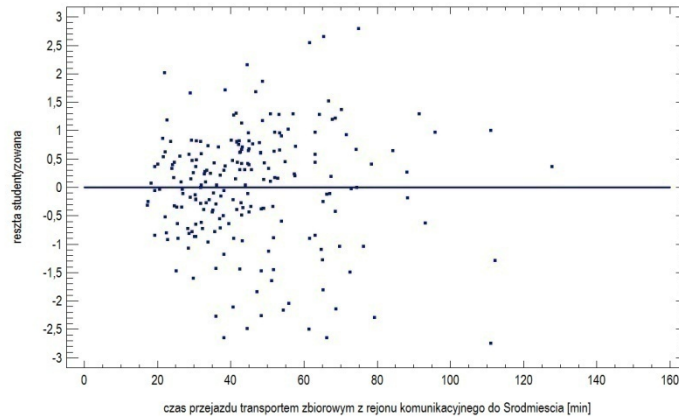


b)

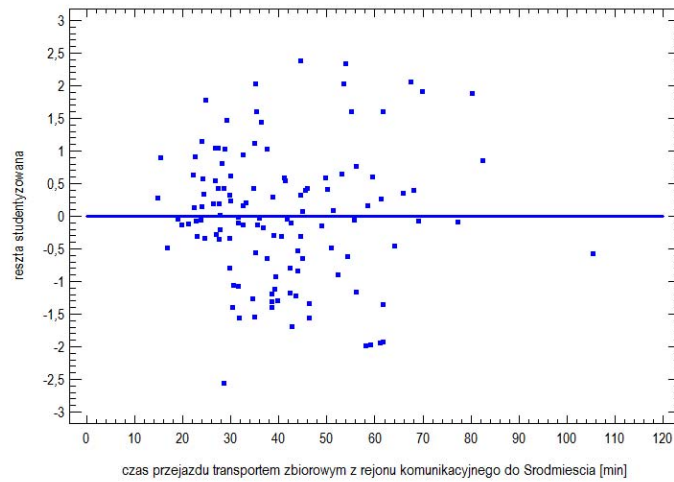


c)

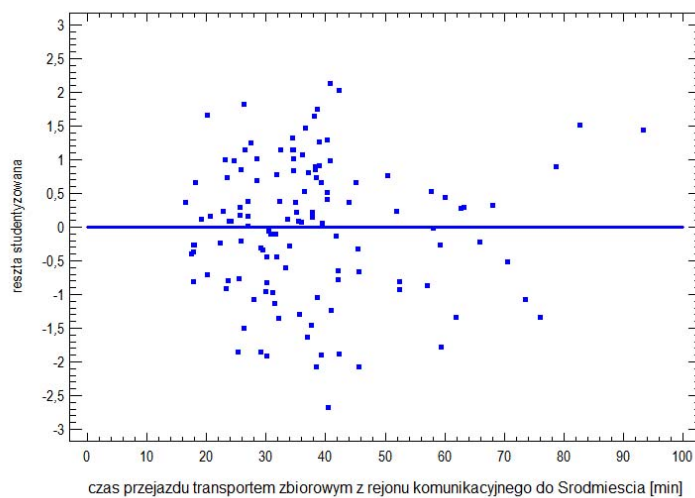
**Załącznik 4.2 5 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od czasu przejazdu transportem zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)

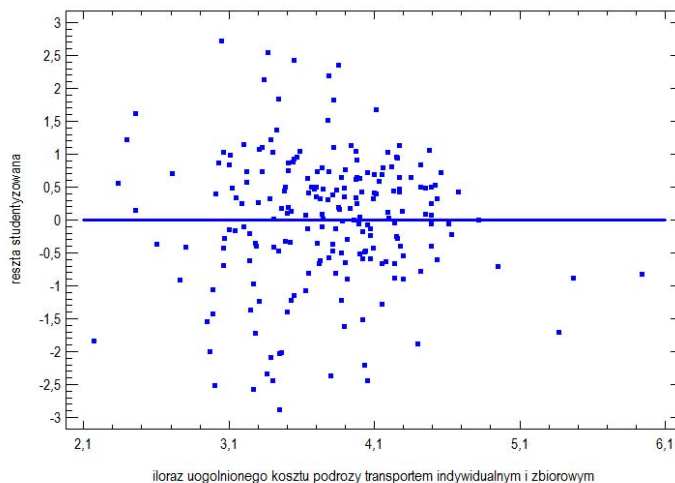


b)

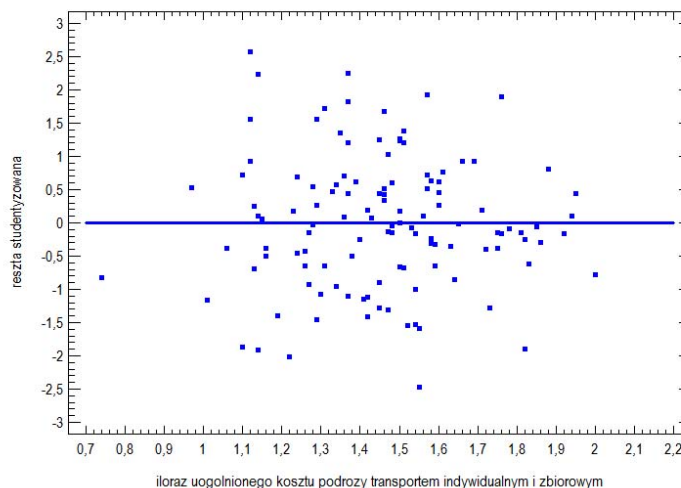


c)

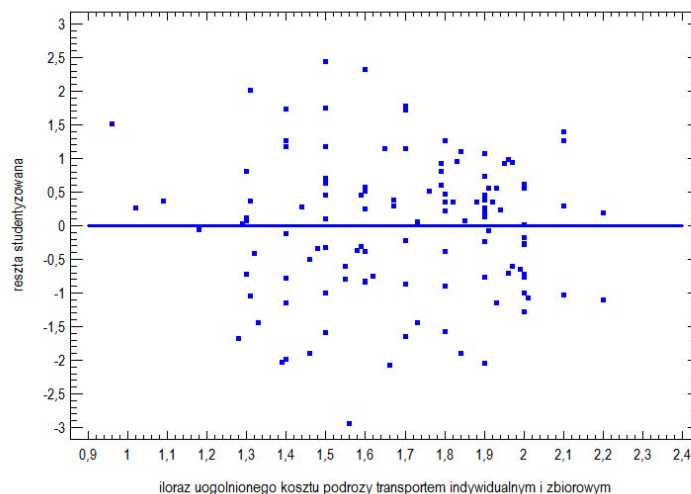
**Załącznik 4.2 6 Wykres rozrzutu reszt dla dopasowanych modeli udziału transportu zbiorowego w zależności od ilorazu uogólnionego czasu podróży transportem indywidualnym i transportem zbiorowym z rejonu komunikacyjnego do Śródmieścia w a) Krakowie, b) Wrocławiu, c) Gdańsku**



a)



b)



c)