



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA
LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

zał. nr 3 do Uchwały nr 24/XXIII/2016
Rady Gminy Rędziny
z dnia 29.03.2016 r.

ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

KATOWICE – RĘDZINY, MARZEC 2016

Wykonawca:

 **Collect Consulting**
ul. Rolna 14, 40-555 Katowice



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Spis treści

1. Analiza transportu publicznego – oszacowanie liczby osób korzystających z komunikacji autobusowej.....	2
1. Analiza potoków pasażerskich w 2013 roku.....	2
2. Wymiana pasażerska na terenie gminy.....	6
2.1.1 Wymiana pasażerska na przystankach linii R w kierunku Częstochowy.....	7
2.1.2 Wymiana pasażerska na przystankach linii Rk w kierunku Częstochowy.....	9
2.1.3 Wymiana pasażerska na przystankach linii Rm w kierunku Częstochowy.....	11
3. Prognoza popytu na usługi transportowe.....	17
Spis tabel.....	26
Spis wykresów.....	26
Spis map.....	26



1. Analiza transportu publicznego – oszacowanie liczby osób korzystających z komunikacji autobusowej

Analiza transportu publicznego opracowana została na podstawie danych pozyskanych od Gminnego Zakładu Komunikacyjnego (GZK) w Rędzinach za lata 2013-2015. Dane dotyczące liczby pasażerów na liniach komunikacyjnych pozyskane zostały z systemu PIXEL.

GZK Rędziny obsługuje trzy linie, na których prowadzone są okresowe pomiary potoków pasażerskich:

- linia **R** relacji Częstochowa – Rędziny – Rudniki – Konin
- linia **Rk** relacji Częstochowa – Rędziny – Rudniki – Kościelec – Karolina
- linia **Rm** relacji Częstochowa – Rędziny – Marianka Rędzińska

Z uwagi na fakt, że w latach 2014-2015 odbywała się przebudowa drogi krajowej DK 91 i w związku z tym występowały utrudnienia w ruchu (korki, objazdy) w GZK odnotowano spadek popytu na usługi transportowe. W związku z zaistniałym stanem rzeczy jedynym reprezentatywnym okresem dla oszacowania liczby pasażerów jest rok 2013.

Autobusy wyposażone są w bramki służące automatycznemu pomiarowi pasażerów, dzięki czemu badania potoków pasażerskich mogą być prowadzone zarówno w dni robocze, soboty i niedziele na wszystkich trasach.

1. Analiza potoków pasażerskich w 2013 roku

Dane pozyskane od operatora obejmowały zestawienia miesięczne liczby osób przewiezionych w wybrane dni tygodnia. Mimo iż pomiary były prowadzone w każdym miesiącu do analizy wybrano tylko reprezentatywne miesiące, pomijając okres wakacyjny, ferie oraz zimową przerwę świąteczną. W związku z tym do analizy wybrano miesiące: marzec, kwiecień, maj oraz październik i listopad, ponieważ są to miesiące, w których w szkołach i na uczelniach odbywają się zajęcia lekcyjne oraz nie jest to sezon urlopowy.

Szacowanie średniej liczby osób przewożonych w dni robocze danego miesiąca polegało na przemnożeniu średniej z sumarycznych liczb pasażerów w wybranych dniach miesiąca przez przypadającą w danym miesiącu liczbę dni roboczych. Obliczeń dokonano wg wzoru:

$$\bar{x}_{rm} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \right) * R$$

gdzie:

n – liczba dni roboczych, w które wykonywany był pomiar

x_i – liczba osób przewiezionych w danym dniu

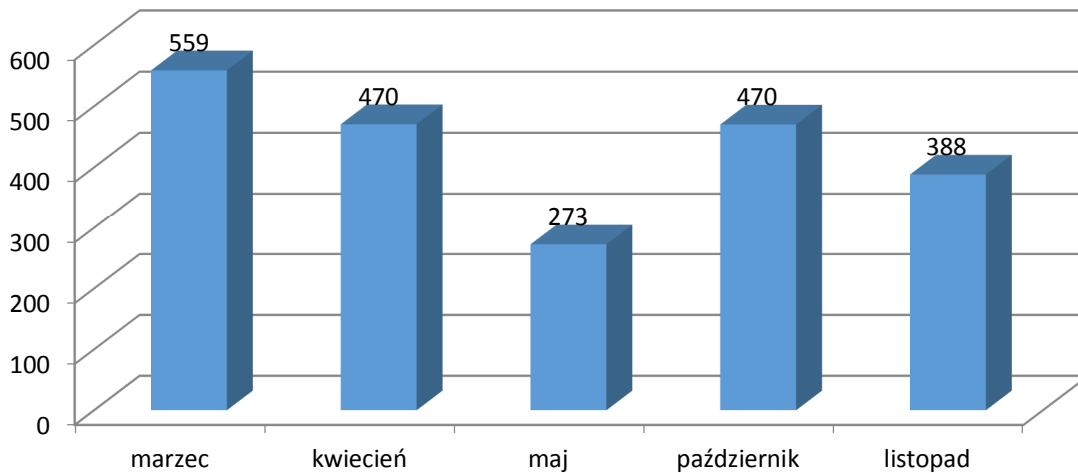
R – liczba dni roboczych w danym miesiącu.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Najwyższa średnia liczba pasażerów w dni robocze w 2013 roku na linii R odnotowana została w marcu 2013, wówczas średnio w dzień roboczy GZK przewoził około 559 pasażerów. W maju liczba pasażerów podróżujących komunikacją publiczną wynosiła tylko około 273 co związane jest z przypadającymi na ten miesiąc egzaminami maturalnymi.

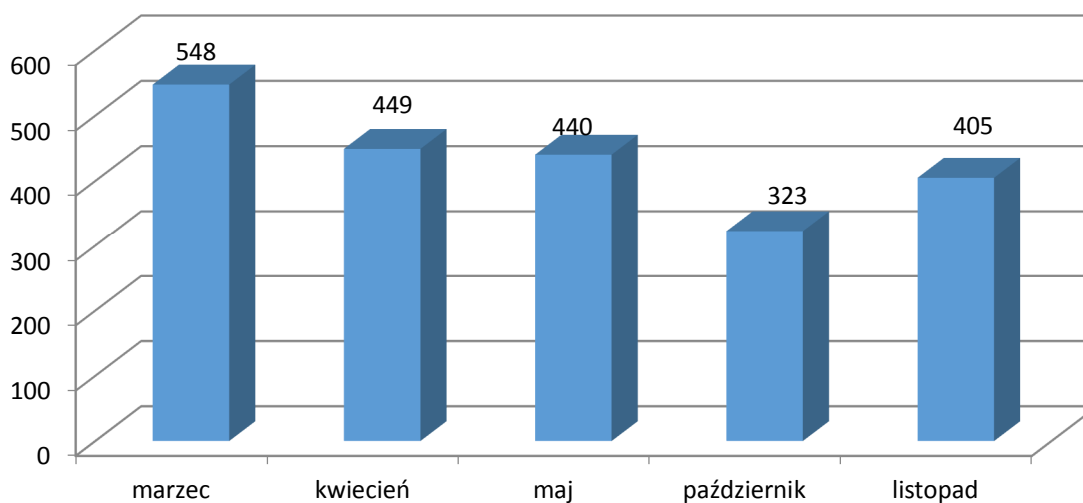
Wykres 1 Przeciętna liczba pasażerów linii **R** w dni robocze w wybranych miesiącach w 2013 roku



Źródło: opracowanie własne

Na linii Rk najwyższą średnią liczbę pasażerów przewożonych autobusami GZK odnotowano w miesiącu marcu, wówczas w dni robocze w ciągu dnia przewożono około 548 pasażerów. W kolejnych miesiącach następuje spadek przeciętnej liczby podróżnych. W październiku 2013 obserwuje się najniższą średnią liczbę pasażerów, wynoszącą około 323 osób dziennie.

Wykres 2 Przeciętna liczba pasażerów linii **Rk** w dni robocze w wybranych miesiącach w 2013 roku



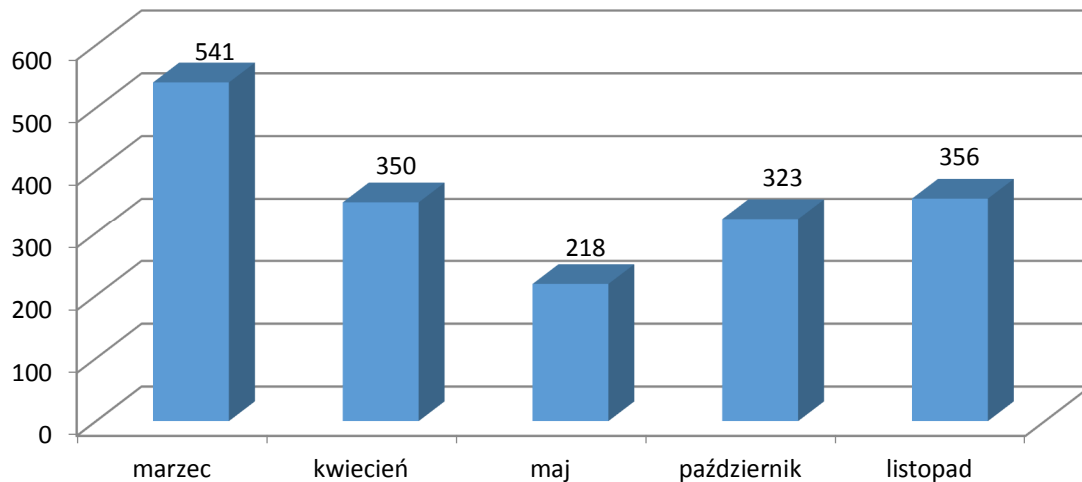
Źródło: opracowanie własne



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Na linii Rm obserwuje się podobne do linii R tendencje w kształtowaniu się liczby pasażerów w poszczególnych miesiącach. Najwyższą średnią liczbę pasażerów przewożonych w dni robocze notuje się w marcu (około 541 pasażerów), natomiast najniższą w maju (około 218 pasażerów).

Wykres 3 Przeciętna liczba pasażerów linii **Rm** w dni robocze w wybranych miesiącach w 2013 roku



źródło: opracowanie własne

Przeciętna dzienna liczba pasażerów w dni robocze w 2013 roku oszacowana została według wzoru:

$$\bar{x}_R = \frac{1}{m} \sum \bar{x}_{rm}$$

gdzie:

m – liczba miesięcy, dla których przeprowadzono analizę

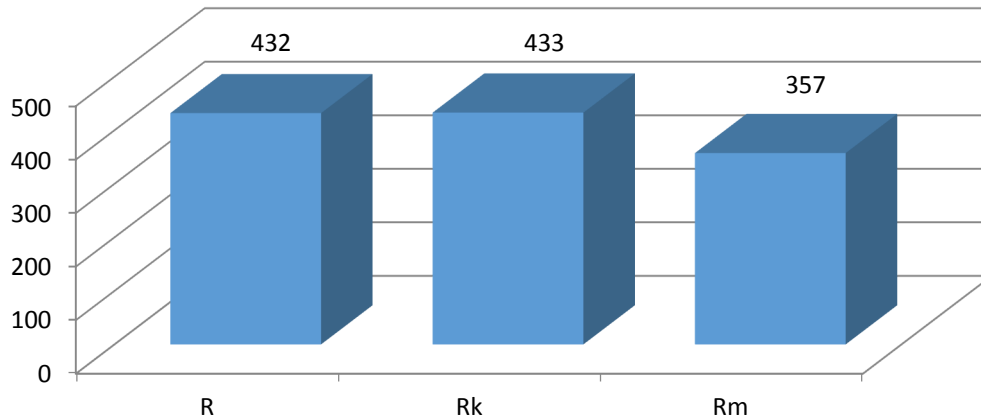
\bar{x}_{rm} – średnia liczba podróżnych w miesiącu m .

Przeciętna dzienna liczba pasażerów podróżujących w dni robocze linią R to 432 pasażerów, linią Rk – 433 pasażerów, natomiast linią Rm – 357 pasażerów. Średnia dzienna liczba pasażerów linii R jest bardzo zbliżona do linii Rk. Najmniejszą przeciętną dzienną liczbę pasażerów notuje się na linii Rm.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Wykres 4 Przeciętna dzienna liczba pasażerów podróżujących w dni robocze daną linią w 2013 r.



źródło: opracowanie własne

Roczną liczbę pasażerów na danej linii oszacowano za pomocą wzoru:

$$X_{rl} = 360 * \bar{x}_R$$

gdzie: \bar{x}_R – przeciętna dzienna liczba pasażerów w dni robocze.

Mając roczną liczbę pasażerów na 3 liniach oszacowano łączną liczbę pasażerów przewiezionych w 2013 roku za pomocą wzorów

$$X = \sum_{l=1}^n X_{rl}$$

gdzie: X_{rl} – liczba osób przewiezionych na l-tej linii.

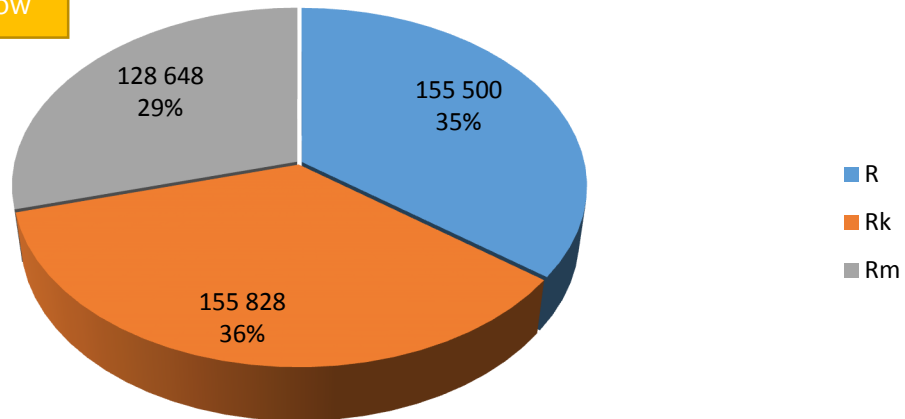
Bazując na średniej dziennej liczbie pasażerów podróżujących w dni robocze poszczególnymi liniami oszacowano roczną liczbę pasażerów ogółem oraz na każdej linii. Na podstawie otrzymanych danych oszacowano, że w 2013 r. na wszystkich trzech liniach przewieziono łącznie 441 989 pasażerów. Udziały poszczególnych linii w ostatecznej liczbie pasażerów są do siebie zbliżone, jednakże najwyższy udział ma linia Rk, którą w 2013 r. przewieziono 36% wszystkich pasażerów, czyli 155 828 osób. Linią R w 2013 r. przewieziono 155 500 pasażerów, co stanowi 35% wszystkich przewiezionych pasażerów w danym roku. Najmniej pasażerów przewieziono linią Rm, bo około 128 648, co stanowi 29% wszystkich pasażerów.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Wykres 5 Liczba pasażerów przewiezionych poszczególnymi liniami w 2013 roku

Σ 441 989 pasażerów



źródło: opracowanie własne

2. Wymiana pasażerska na terenie gminy

Analizę potoków pasażerskich podzielono wg linii. Badano potoki na liniach R, Rk i Rm w kierunku Częstochowy. Posiadając pomiary liczby osób wsiadających oraz wysiadających na przystankach komunikacji publicznej oszacowano średnią liczbę wsiadających i wysiadających osób dla kursów w danym przedziale czasowym. Podstawą podzielenia poszczególnych kursów na grupy była otrzymana z badania w gospodarstwach domowych zależność godziny rozpoczęcia podróży wyjazdowej z domu.

Kursy podzielono na 5 przedziały godzinowej:

- Od północy do godziny 5:00 (p_1)
- Od godziny 5:00 włącznie do godziny 10:00 (godziny porannego szczytu z dominującą liczbą podróży wyjazdowych), (p_2)
- Od godziny 10:00 włącznie do godziny 13:00 (p_3)
- Od godziny 13:00 włącznie do godziny 18:00 (p_4)
- Od godziny 18:00 włącznie do godziny 23:00 (p_5)

Dla każdego z wyżej wymienionych przedziałów oszacowano średnią liczbę osób wsiadających i wysiadających wykorzystując prosty wzór na średnią arytmetyczną.

$$\bar{x}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Gdzie: p – kolejny przedział

W ten sposób między innymi przedstawiono średnią liczbę wsiadających oraz wysiadających w porannych godzinach szczytu.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Następnie w celu oszacowania dobowej liczby osób wsiadających oraz wysiadających, otrzymane wcześniej średnie wartości w 5 grupach przemnożono przez faktyczną liczbę kursów realizowanych w wyżej wymienionych przedziałach czasowych (informację o liczbie kursów zaczerpnięto z rozkładu jazdy GZK).

$$D = \sum_{p=1}^5 \bar{x}_p \times k_p$$

gdzie: k_p – faktyczna liczba kursów w danym przedziale czasowym

2.1.1 Wymiana pasażerska na przystankach linii R w kierunku Częstochowy

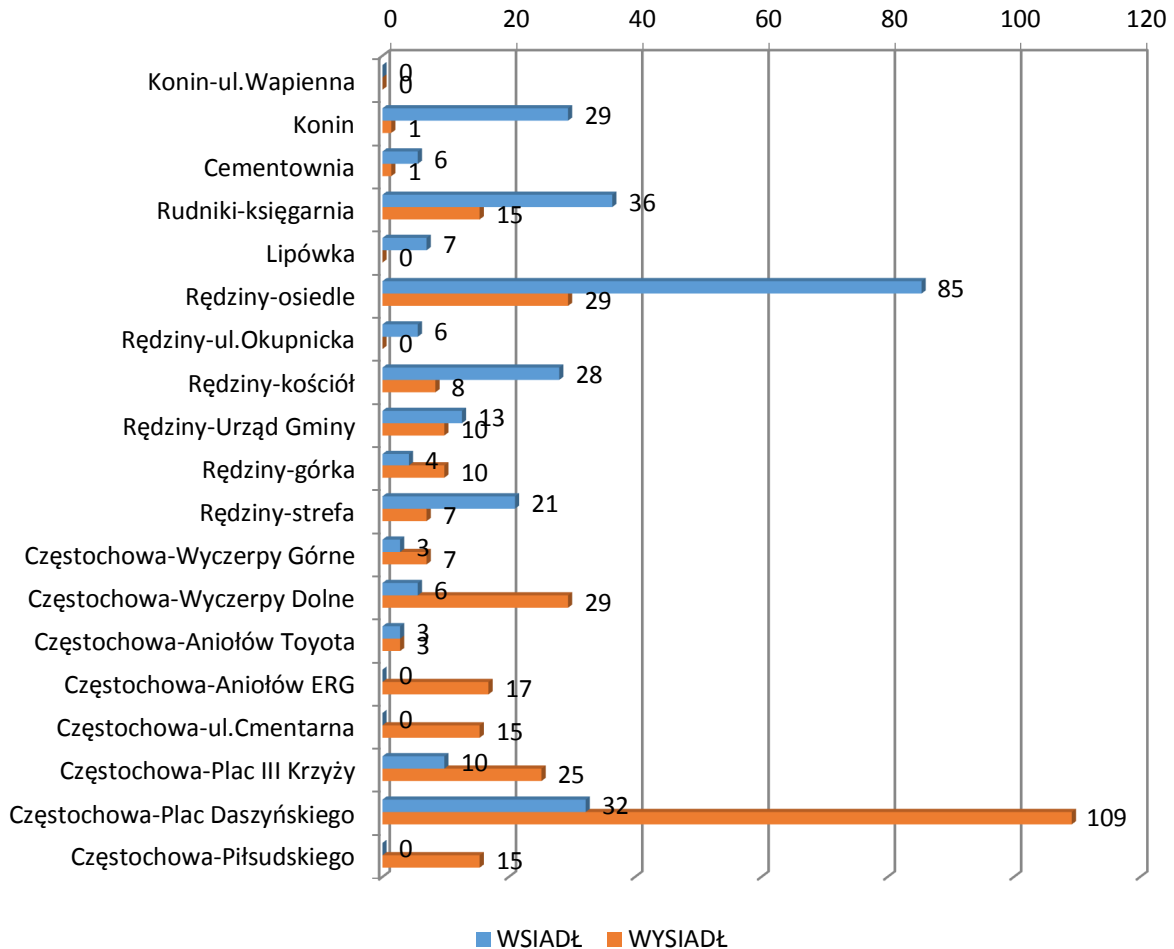
W porannych godzinach szczytu najczęściej mieszkańców wsiada na przystanku Rędziny-osiedle (około 85 osób), Rudniki-księgarnia (36 osób), Konin (29 osób) oraz Rędziny-kościół (28 osób). Najwięcej osób wysiada natomiast na przystanku Częstochowa -Plac Daszyńskiego.

Zauważyć można, że znaczna część podróżnych wsiada do autobusu na przedostatnim przystanku linii R. Prawdopodobnie motywem takiego postępowania jest chęć zajęcia miejsca siedzącego w autobusie. Istnieją przystanki takie jak m.in. Konin-ul. Wapienna (przystanek początkowy), na których przepływ jest zerowy.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Rysunek 1 Przepływ pasażerów w godzinach porannego szczytu na linii R



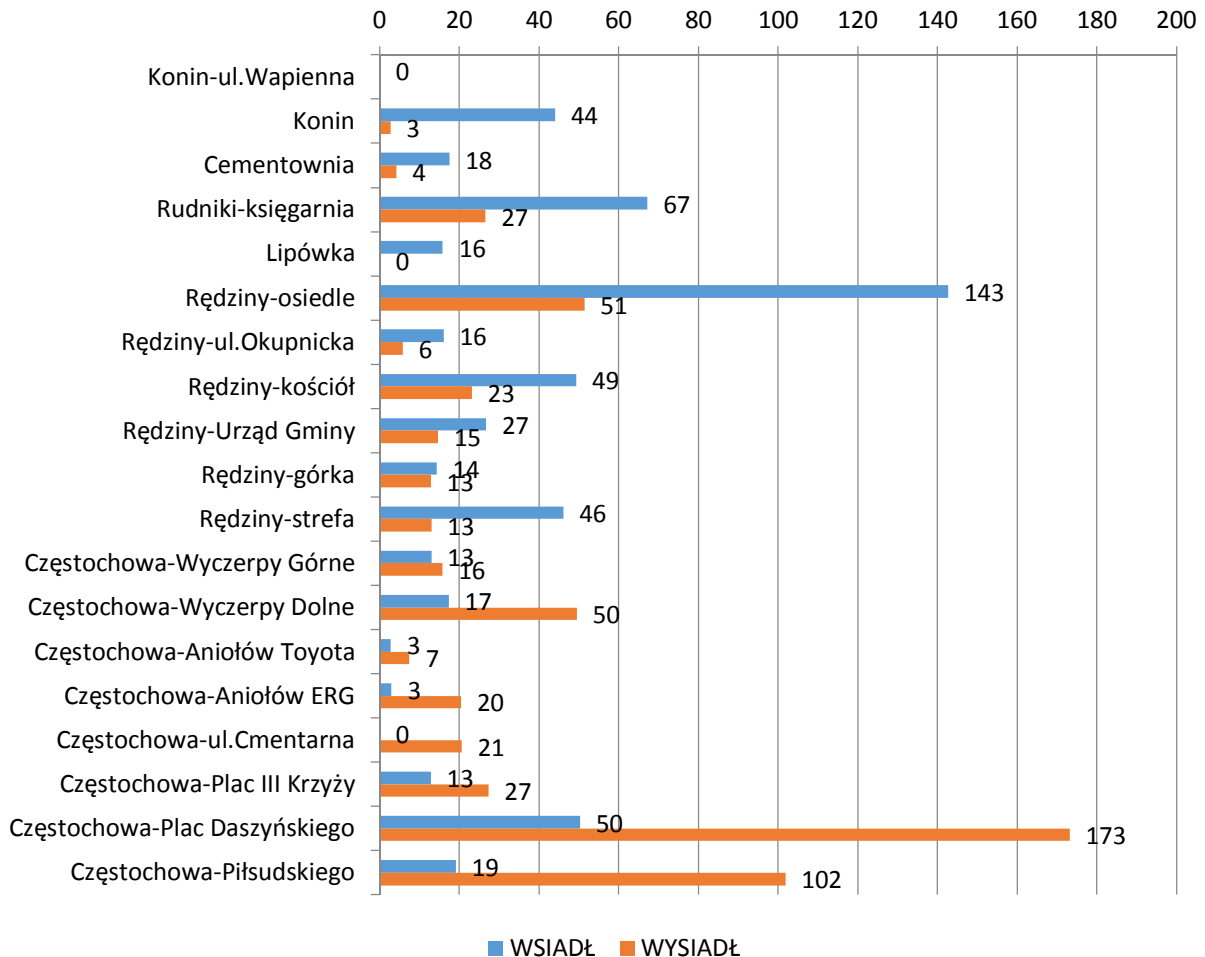
źródło: opracowanie własne

Dobowy przepływ pasażerów jest odzwierciedleniem przepływu w godzinach porannego szczytu. Najwięcej osób wsiada przeciętnie na przystanku Rędziny-osiedle, Rudniki-księgarnia, Rędziny-kościół oraz Częstochowa - Plac Daszyńskiego (przedostatni przystanek). Najwięcej osób wysiada w ciągu doby na przystanku Częstochowa - Plac Daszyńskiego, Częstochowa - Piłsudskiego oraz Częstochowa - Wyczerpy Dolne i Rędziny Osiedle.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Rysunek 2 Dobowy przepływ pasażerów na przystankach linii R



źródło: opracowanie własne

2.1.2 Wymiana pasażerska na przystankach linii Rk w kierunku Częstochowy

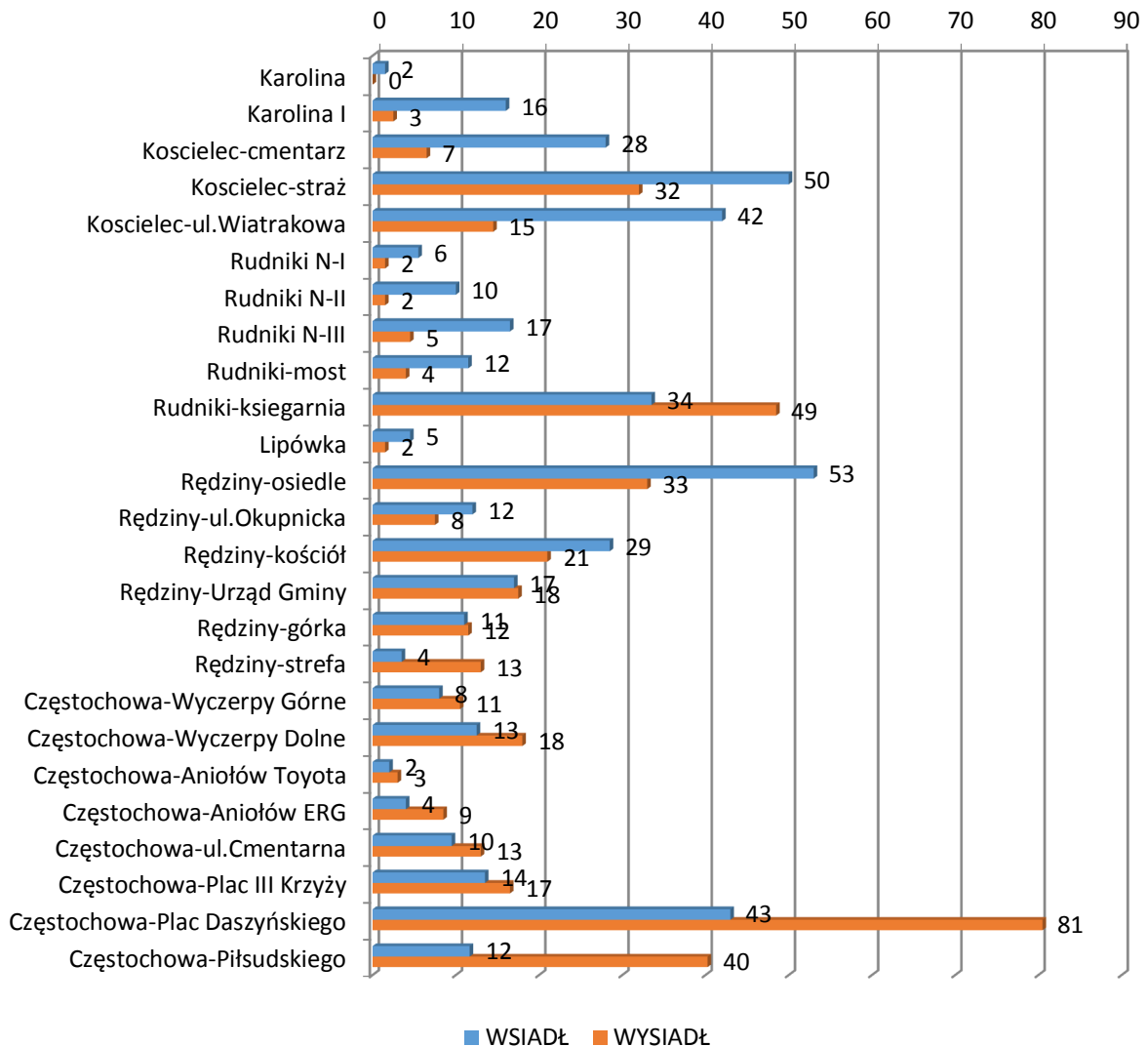
W porannych godzinach szczytu najczęściej mieszkańców wsiada na przystanku Rędziny-osiedle (około 53 osób), Kościelec-straż (50 osób), Kościelec-ul. Wiatrakowa (42 osób) oraz Częstochowa - Plac Daszyńskiego (43). Zauważyć można, że tu również znaczna część podróżnych wsiada do autobusu na przedostatnim przystanku linii Rk. Prawdopodobnie motywem takiego postępowania jest chęć zajęcia miejsca siedzącego w autobusie.

Przystanek Częstochowa - Plac Daszyńskiego jest przystankiem, na którym wysiada najczęściej podróżnych linii Rk. Dużo podróżnych wysiada również na przystanku Rudniki-księgarnia.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Rysunek 3 Przepływ pasażerów w godzinach porannego szczytu na linii Rk



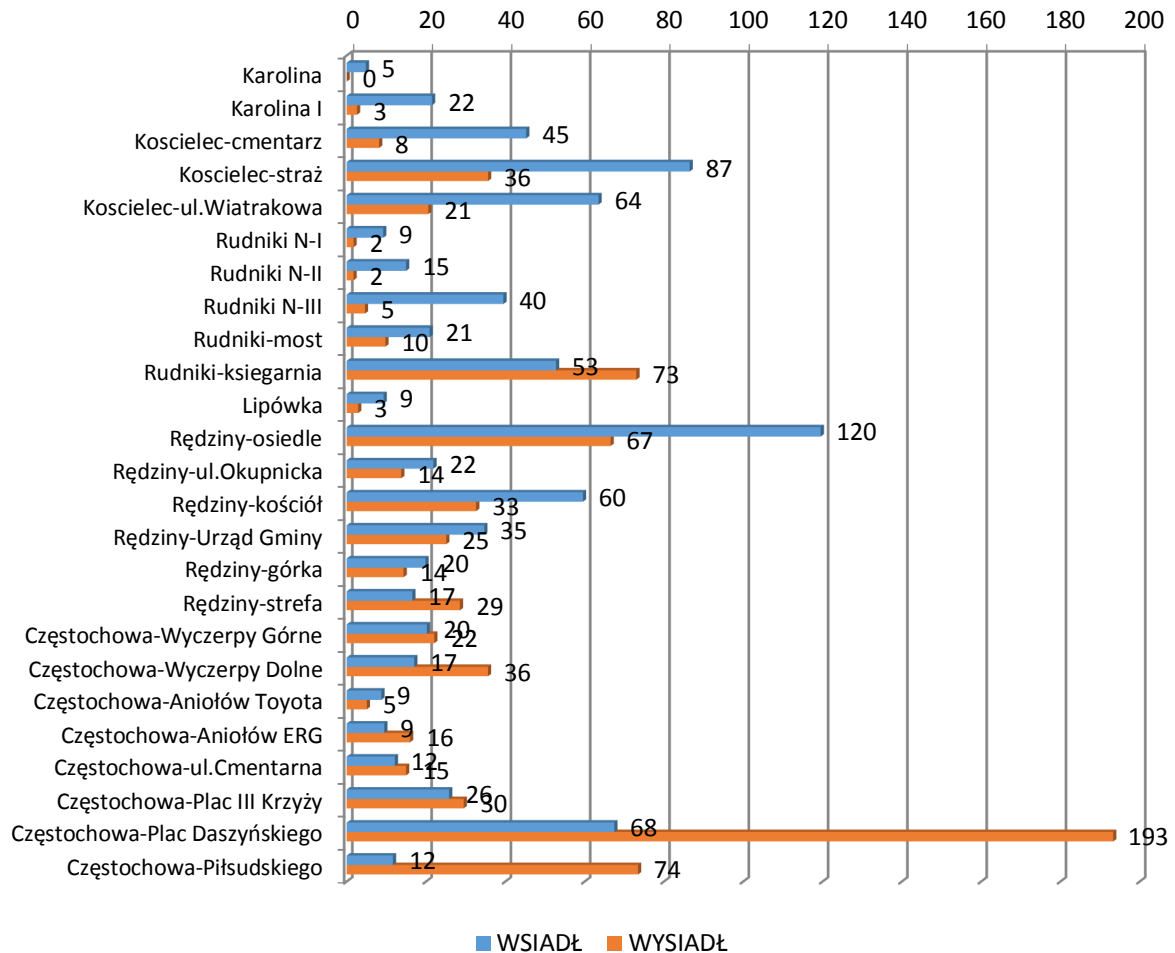
źródło: opracowanie własne

W ujęciu dobowym wciąż najbardziej obleganym przystankiem jest Rędziny-osiedle, gdzie w ciągu doby wsiada nawet 120 osób. Przystanki, na których często wsiadają mieszkańcy to: Kościelec-straż (87), Częstochowa -Plac Daszyńskiego (68) oraz Kościelec – ul. Wiatrakowa (64 osób). Najwięcej bo aż 193 osób w ciągu doby wysiada na przystanku Częstochowa – Plac Daszyńskiego.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Rysunek 4 Dobowy przepływ pasażerów na przystankach linii Rk



źródło: opracowanie własne

2.1.3 Wymiana pasażerska na przystankach linii Rm w kierunku Częstochowy

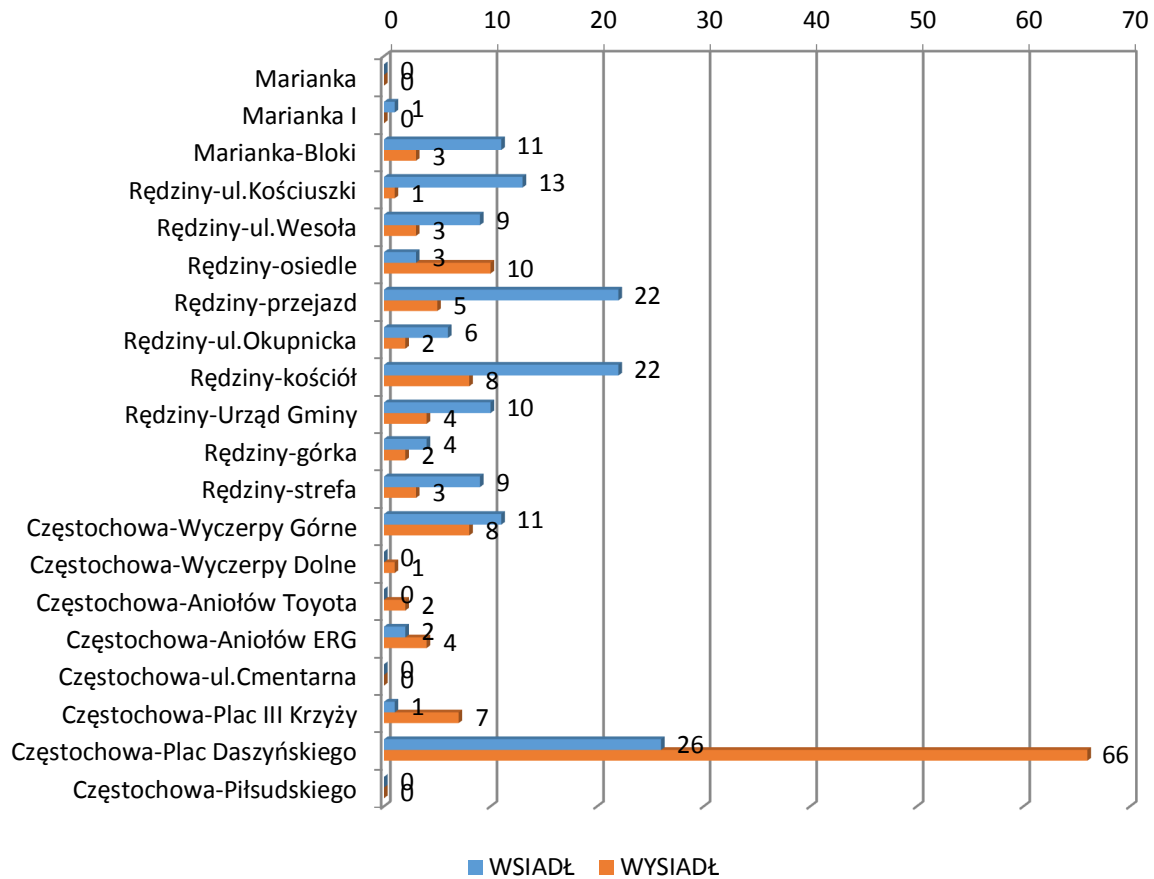
W porannych godzinach szczytu najczęściej pasażerów wsiada na przystanku Częstochowa – Plac Daszyńskiego (około 26 osób), będącym ostatnim przystankiem na trasie. Znaczna część pasażerów wsiada na przystanku Rędziny-przejazd (22 osoby), Rędziny-kościół(22). Stosunkowo często wsiada się również na przystanku Rędziny-Kościuszki i Marianka-bloki. Zauważyć można, że tu również znaczna część podróżnych wsiada do autobusu na przedostatnim przystanku linii Rm. Prawdopodobnie motywem takiego postępowania jest chęć zajęcia miejsca siedzącego w autobusie.

Przystanek Częstochowa - Plac Daszyńskiego jest przystankiem, na którym wysiada najczęściej podróżnych linii Rm. Na ostatnim przystanku – Rędziny-Piłsudskiego wysiada niemal zerowa liczba podróżnych.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Rysunek 5 Przepływ pasażerów w godzinach porannego szczytu na linii Rm



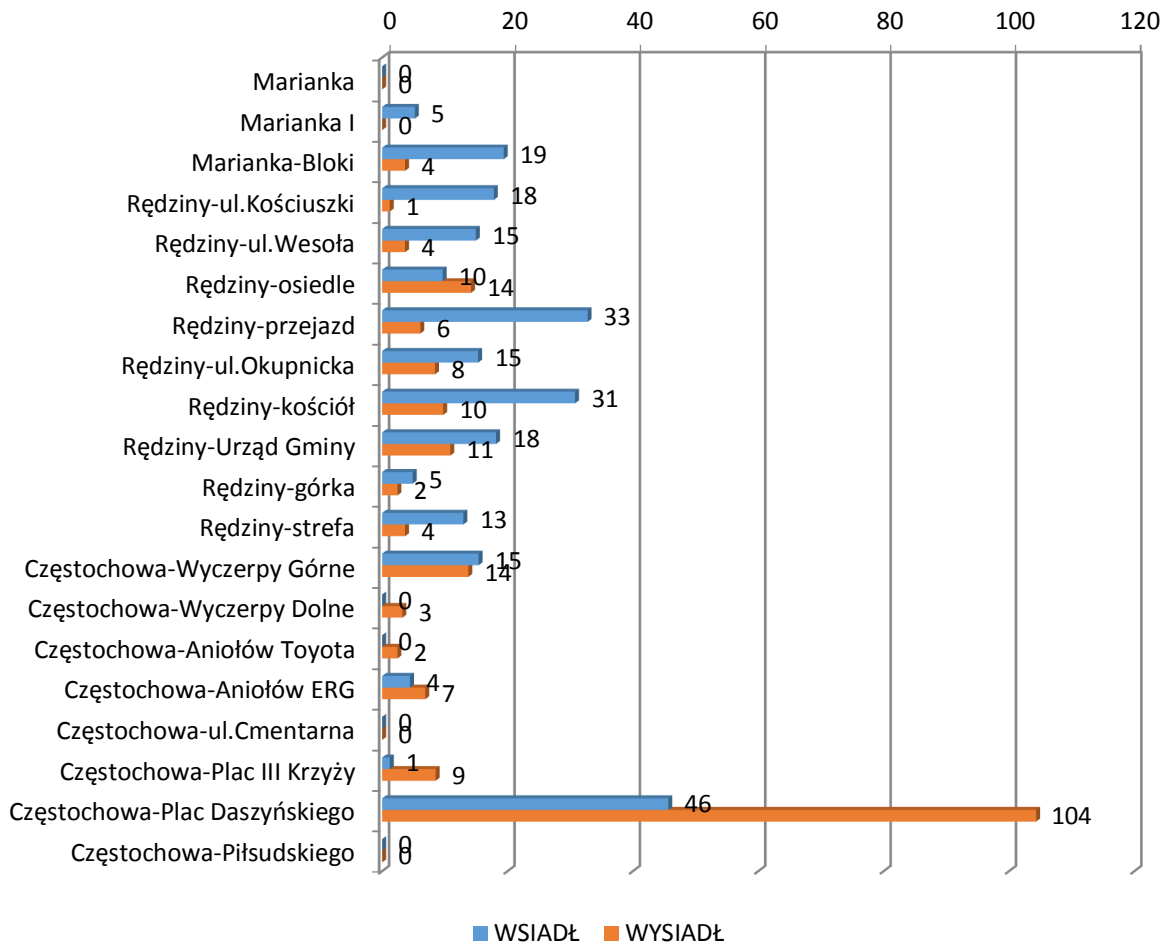
źródło: opracowanie własne

W ujęciu dobowym wciąż najbardziej obleganym przystankiem jest Częstochowa - Plac Daszyńskiego, gdzie w ciągu doby wsiada nawet 46 osób natomiast wysiada 104. Przystanki, na których często wsiadają mieszkańcy to: Rędziny-przejazd (33), Rędziny-Kościół (31).



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Rysunek 6 Dobowy przepływ pasażerów na przystankach linii Rm



źródło: opracowanie własne

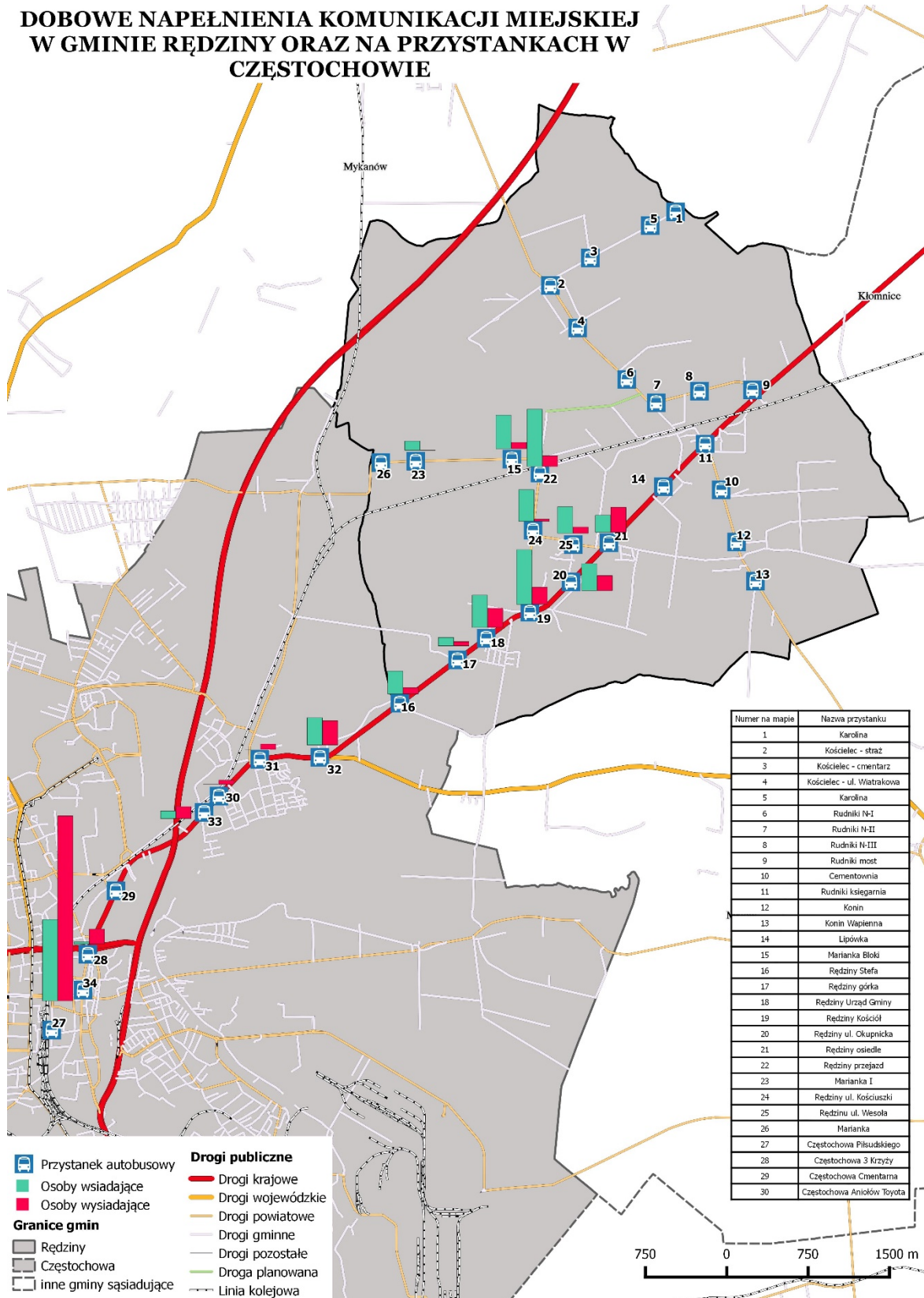
Na poniższych mapach przedstawiono dobowe napełnienia w komunikacji GZK na terenie gminy Rędzina oraz na terenie miasta Częstochowa oraz napełnienia w porannym szczycie komunikacyjnym.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Mapa 1 Dobowe napętnienia w komunikacji GZK na terenie gminy Rędziny oraz na terenie miasta Częstochowa

DOBOWE NAPEŁNIENIA KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ W GMINIE RĘDZINY ORAZ NA PRZYSTANKACH W CZĘSTOCHOWIE





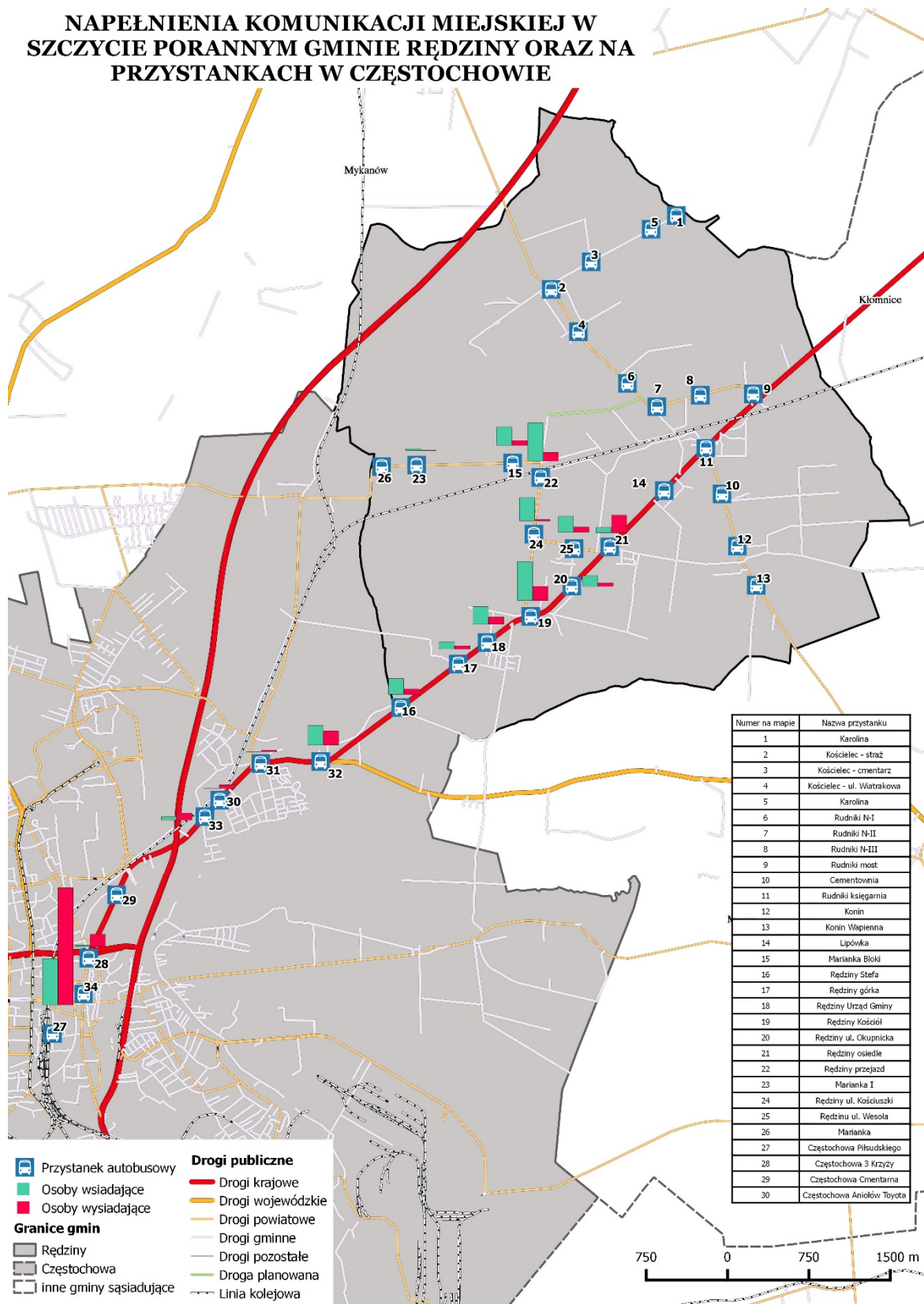
**ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA
LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ**

Mapa 2 Poranna napętnienia w komunikacji GZK na terenie gminy Rędziny oraz na terenie miasta Częstochowa



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

NAPEŁNIENIA KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ W SZCZycIE PORANNYM GMINIE RĘDZINY ORAZ NA PRZYSTANKACH W CZĘSTOCHOWIE





ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

3. Prognoza popytu na usługi transportowe

Prognozę popytu na usługi transportowe na terenie gminy Rędziny przygotowano w dwóch wariantach. Wariant A przygotowano na podstawie aktualnej liczby osób korzystających z komunikacji publicznej, dobowej liczby wykonywanych podróży, ruchliwości komunikacyjnej i współczynnika motoryzacji. Wariant B przygotowano w oparciu o dwie zmienne - aktualną liczbę osób korzystających z komunikacji publicznej oraz dobową liczbę wykonywanych podróży.

Wariant A

Na podstawie zgromadzonych danych podjęto próbę oszacowania aktualnej liczby osób korzystających z komunikacji publicznej oraz dobowej liczby wykonywanych podróży, a następnie dokonania prognoz na przyszłość.

Podstawą oszacowania liczby osób korzystających z komunikacji publicznej były przeprowadzone badania ankietowe, w ramach których mieszkańców pytano o podróże jakie wykonują każdego dnia. Mieszkańcy byli pytani o cel podróży oraz o środek transportu jakim się poruszają.

Podstawę wszelkich obliczeń stanowiła liczba mieszkańców gminy Rędziny, która według danych GUS w 2014 r. wynosiła 10 055 osób. Jednakże liczba ta została skorygowana in minus o osoby w wieku do 9 lat, które nie były ankietowane ani też nie wykonują na ten moment samodzielnych podróży. W związku z powyższym odejmując od 10 055 liczbę dzieci w wieku do 9 lat, tj. 923 otrzymano liczbę 9 132 będącą podstawą dalszych wyliczeń.

Tabela 1 Dane wejściowe do modelu ruchu

DANE WEJŚCIOWE	OZNACZENIE	WARTOŚĆ
Liczba mieszkańców	Mi	9 132
Ruchliwość	R	1,97
Udział komunikacji zbiorowej	Ukz	0,31
Udział komunikacji indywidualnej (tj. samochodów)	Uki	0,59

Źródło: opracowanie własne

Ruchliwość to przeciętna liczba podróży jaką wykonuje mieszkaniec gminy. Udział komunikacji zbiorowej to stosunek liczby podróży odbywanych komunikacją zbiorową (autobusem) w stosunku do wszystkich podróży realizowanych przez mieszkańców. W analogiczny sposób oszacowano udział komunikacji indywidualnej. Zarówno ruchliwość jak i udział poszczególnych środków komunikacji oszacowano na podstawie przeprowadzonych przez Wykonawcę badań ankietowych. Dane wejściowe podstawiono do następującego równania:

$$Ap = Mi \times Ukz \times R$$



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

$$A_o = \frac{A_p}{R}$$

W efekcie otrzymano przeciętną dobową liczbę pasażerów komunikacji autobusowej wynoszącą 5659 pasażerów. Na tym etapie warto rozróżnić liczbę pasażerów a liczbę osób. W badaniach transportu liczba pasażerów to łączna liczba ludzi jaka podróżowała w danej jednostce czasu środkiem transportu. Jednakże ludzie najczęściej wykonują co najmniej 2 podróże: do celu oraz podróż powrotną. Oznacza to, że aby móc oszacować faktyczną liczbę osób jakie korzystają z komunikacji publicznej należałoby oszacowaną powyżej liczbę pasażerów A_p podzielić przez wskaźnik ruchliwości (wynoszący w przybliżeniu 2). Wówczas otrzymujemy liczbę osób wykonujących daną podróż.

Podobnie modeluje się liczbę podróżujących samochodem. W tym celu wykorzystuje się wzór:

$$S_p = M_i \times U_{ki} \times R$$

$$S_o = \frac{S_p}{R}$$

Tabela 2 Otrzymane wyniki

	Dobowa liczba pasażerów [p]	Liczba osób [o]
Autobus [A]	5659	2870
Samochód [S]	10609	5380

Źródło: opracowanie własne

W celu zaprognozowania popytu na transport w roku 2020 należy przyjrzeć się czynnikom demograficznym w gminie Rędziny. Analiza demograficzna w gminie Rędziny wykazała, że gmina znajduje się w korzystnej sytuacji. Od lat przyrost rzeczywisty ludności jest dodatni, co jest spowodowane głównie dodatnim saldem migracji. Prognozę liczby mieszkańców w gminie dokonano w oparciu o model tendencji rozwojowej. Wybrano model trendu wykładniczego, dla którego współczynnik determinacji R^2 jest wysoki i wynosi aż 0,91.

Model tendencji rozwojowej ma postać:

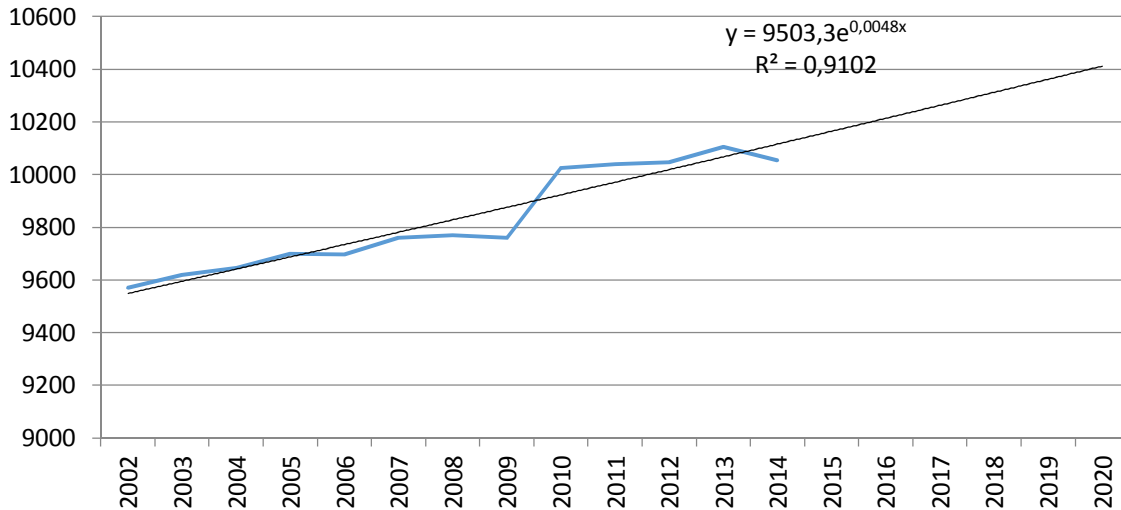
$$y = 9503,3e^{0,0048x}$$

Oczekuje się, że przy innych czynnikach nie zmienionych do roku 2020 liczba mieszkańców może wzrosnąć o około 3,54% w stosunku do roku 2014 r. i osiągnąć wartość około 10 400 mieszkańców.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Tabela 3 Liczba mieszkańców gminy Rędziny w latach 2002-2014 oraz prognozy do 2020 roku



źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Kolejnym czynnikiem, jaki należy rozpatrywać dokonując prognoz jest wskaźnik motoryzacji, będący ilorazem liczby pojazdów w przeliczeniu na 1000 mieszkańców danego obszaru. Na wykresie poniżej przedstawiono sposób kształtowania się tego wskaźnika w ostatnich latach w powiecie częstochowskim. Prognozę wskaźnika motoryzacji na kolejne lata oszacowano wykorzystując model tendencji rozwojowej z trendem logarytmicznym dla którego współczynnik determinacji R^2 wynosi niemal 0,97 zatem model cechuje się bardzo dobrym dopasowaniem do danych rzeczywistych. Postać modelu jest następująca:

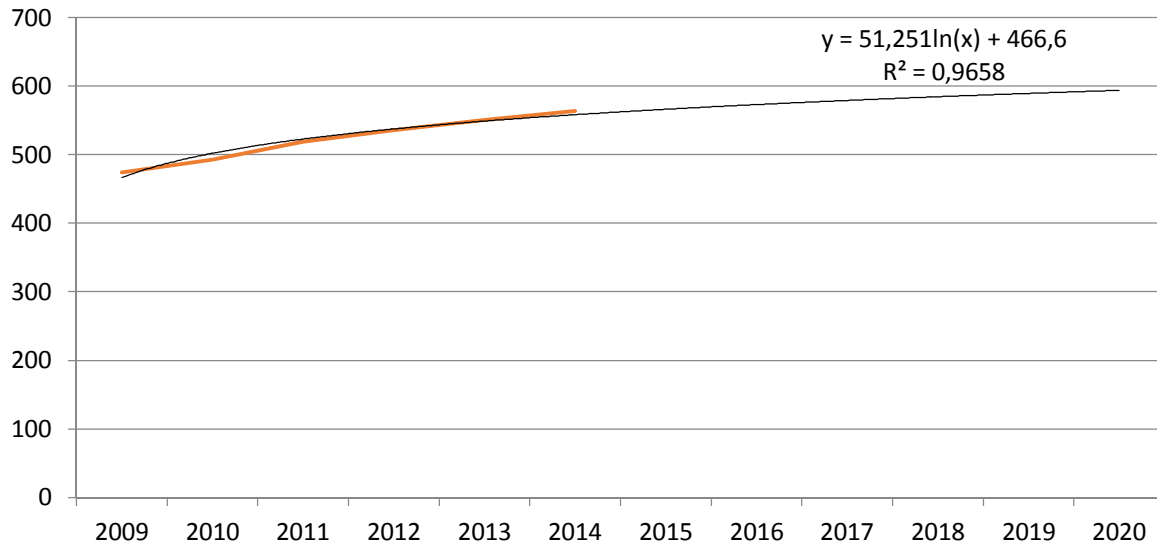
$$y = 51,251 \ln(x) + 466,6$$

Oczekuje się, że w roku 2020 wskaźnik może osiągnąć wartość około 594, co oznacza, że w gminie Rędziny w 2020 roku może być aż 6 184 samochodów. Obecnie liczba samochodów w gminie Rędziny szacowana jest na poziomie 5 673, czyli mniej więcej tyle ile jest szacowanych osób podróżujących codziennie samochodem.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Tabela 4 Wartości wskaźnika motoryzacji w latach 2009-2014 oraz prognozy na dalsze lata



źródło: opracowanie własne

Na podstawie posiadanych prognoz uwzględniono dynamikę zmian w czasie w dwóch wariantach:

- a) W przypadku polepszania jakości oferty komunikacji publicznej

$$Ao^* = Ao \times \frac{Mi_{2020}}{Mi_{2014}}$$

$$So^* = So \times \frac{Mi_{2020}}{Mi_{2014}}$$

- b) W przypadku braku podjęcia działań polepszających funkcjonowanie komunikacji publicznej

$$Ao^* = Ao \times \left(1 - \frac{\widehat{LS}_{2020}}{LS_{2014}}\right)$$

$$So^* = So \times \frac{\widehat{LS}_{2020}}{LS_{2014}}$$

Gdzie:

\widehat{LS}_{2020} – liczba samochodów prognozowana na 2020 rok

Tabela 5 Prognozy na 2020 rok – liczba osób codziennie korzystających z danych środków transportu

Prognoza na 2020 r. wg wariantów	Autobus [Ao*]	Samochód [So*]
a) w przypadku polepszania jakości oferty komunikacji publicznej	2 971	5 570

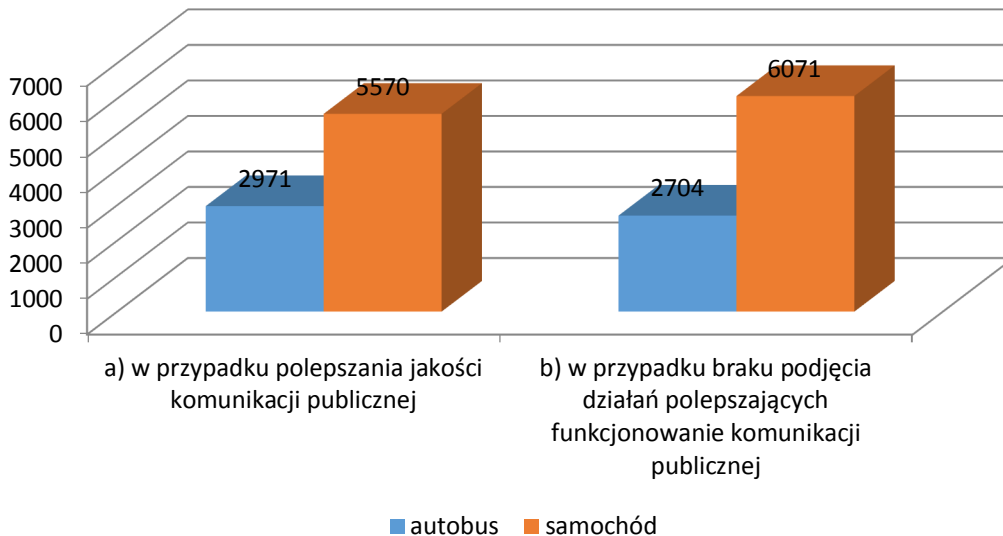


ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Prognoza na 2020 r. wg wariantów	Autobus [Ao*]	Samochód [So*]
b) w przypadku braku podjęcia działań polepszających funkcjonowanie komunikacji publicznej	2 704	6 071

Źródło: opracowanie własne

Wykres 6 Prognozy na 2020 rok



Źródło: opracowanie własne

Wariant B

Na podstawie zgromadzonych danych podjęto próbę oszacowania aktualnej liczby osób korzystających z komunikacji publicznej oraz dobowej liczby wykonywanych podróży, a następnie dokonania prognoz na przyszłość.

Podstawą oszacowania liczby osób korzystających z komunikacji publicznej były przeprowadzone badania ankietowe, w ramach których mieszkańców pytano o podróże jakie wykonują każdego dnia. Mieszkańcy byli pytani o cel podróży oraz o środek transportu jakim się poruszają.

Podstawę wszelkich obliczeń stanowiła liczba mieszkańców gminy Rędziny, która według danych GUS w 2014 r. wynosiła 10 055 osób. Jednakże liczba ta została skorygowana in minus o osoby w wieku do 9 lat, które nie były ankietowane ani też nie wykonują na ten moment samodzielnych podróży. W związku z powyższym odejmując od 10 055 liczbę dzieci w wieku do 9 lat, tj. 923 otrzymano liczbę 9 132 będącą podstawą dalszych wyliczeń.

Tabela 6 Dane wyjściowe do modelu

przedział wiekowy	liczba osób wg GUS [m _i]
10-19	1010
20-29	1402



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

30-39	1515
40-49	1498
50-59	1476
60-69	1150
70 i więcej	1081
razem[Mi]	9132

Źródło: opracowanie własne

Pod uwagę do modelu wzięto odsetek osób deklarujących korzystanie z samochodu przez cały tydzień oraz w dni robocze.

Tabela 7 Wybrane wyniki z badania brane pod uwagę w analizie

% deklarujących korzystanie z danego środka transportu	Samochód [s]	Autobus [a]
cały tydzień (robocze i weekendy) [CT]	42,4%	9,2%
w dni robocze [DR]	11,0%	10,4%

Źródło: opracowanie własne

W celu obliczenia osób korzystających z autobusu oraz samochodu posłużono się wzorem:

$$A_o = \sum_{i=1}^7 m_i \times CT_a + \sum_{i=1}^7 m_i \times DR_a$$
$$S_o = \sum_{i=1}^7 m_i \times CT_s + \sum_{i=1}^7 m_i \times DR_s$$

Tabela 8 Liczba korzystających z danego środka transportu

Środek transportu	Liczba korzystających osób
autobus [Ao]	1788
samochód [So]	4884

Źródło: opracowanie własne

W celu zaprognozowania popytu na transport w roku 2020 należy przyjrzeć się czynnikom demograficznym w gminie Rędziny. Analiza demograficzna w gminie Rędziny wykazała, że gmina znajduje się w korzystnej sytuacji. Od lat przyrost rzeczywisty ludności jest dodatni, co jest spowodowane głównie dodatnim saldem migracji. Prognozę liczby mieszkańców w gminie dokonano w oparciu o model tendencji rozwojowej. Wybrano model trendu wykładniczego, dla którego współczynnik determinacji R^2 jest wysoki i wynosi aż 0,91.

Model tendencji rozwojowej ma postać:

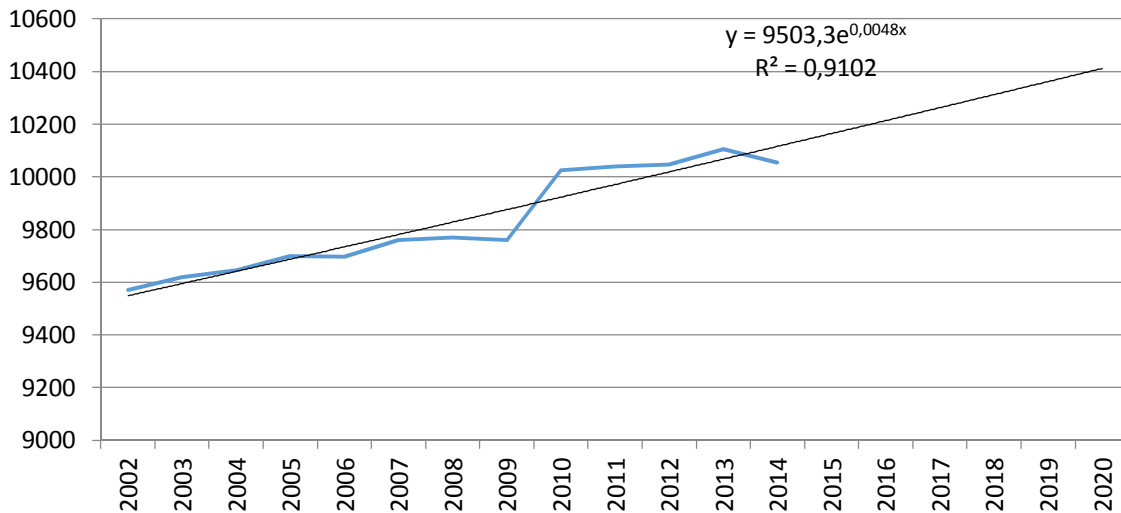
$$y = 9503,3e^{0,0048x}$$



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Oczekuje się, że przy innych czynnikach nie zmienionych do roku 2020 liczba mieszkańców może wzrosnąć o około 3,54% w stosunku do roku 2014 r. i osiągnąć wartość około 10 400 mieszkańców.

Tabela 9 Liczba mieszkańców gminy Rędziny w latach 2002-2014 oraz prognozy do 2020 roku



źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Kolejnym czynnikiem, jaki należy rozpatrywać dokonując prognoz jest wskaźnik motoryzacji, będący ilorazem liczby pojazdów w przeliczeniu na 1000 mieszkańców danego obszaru. Na wykresie poniżej przedstawiono sposób kształtowania się tego wskaźnika w ostatnich latach w powiecie częstochowskim. Prognozę wskaźnika motoryzacji na kolejne lata oszacowano wykorzystując model tendencji rozwojowej z trendem logarytmicznym dla którego współczynnik determinacji R^2 wynosi niemal 0,97 zatem model cechuje się bardzo dobrym dopasowaniem do danych rzeczywistych. Postać modelu jest następująca:

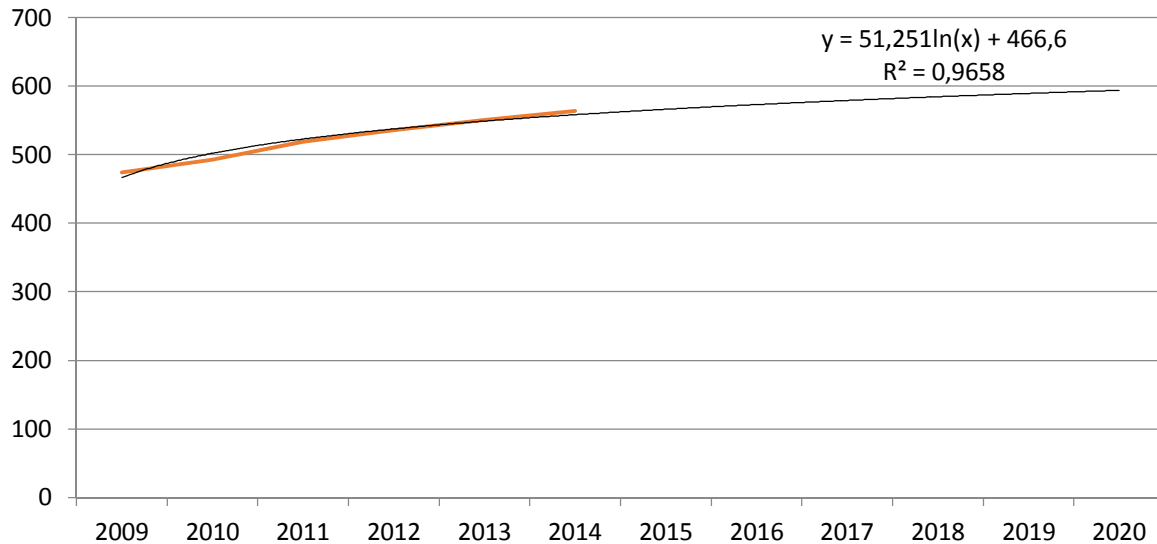
$$y = 51,251 \ln(x) + 466,6$$

Oczekuje się, że w roku 2020 wskaźnik może osiągnąć wartość około 594, co oznacza, że w gminie Rędziny w 2020 roku może być aż 6 184 samochodów. Obecnie liczba samochodów w gminie Rędziny szacowana jest na poziomie 5 673, czyli mniej więcej tyle ile jest szacowanych osób podróżujących codziennie samochodem.



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Tabela 10 Wartości wskaźnika motoryzacji w latach 2009-2014 oraz prognozy na dalsze lata



źródło: opracowanie własne

Na podstawie posiadanych prognoz uwzględniono dynamikę zmian w czasie w dwóch wariantach:

- a) W przypadku polepszania jakości oferty komunikacji publicznej

$$Ao^* = Ao \times \frac{Mi_{2020}}{Mi_{2014}}$$

$$So^* = So \times \frac{Mi_{2020}}{Mi_{2014}}$$

- b) W przypadku braku podjęcia działań polepszających funkcjonowanie komunikacji publicznej

$$Ao^* = Ao \times \left(1 - \frac{\widehat{LS}_{2020}}{LS_{2014}}\right)$$

$$So^* = So \times \frac{\widehat{LS}_{2020}}{LS_{2014}}$$

Gdzie:

\widehat{LS}_{2020} – liczba samochodów prognozowana na 2020 rok

Tabela 11 Prognozy na 2020 rok – liczba osób codziennie korzystających z danych środków transportu

Prognoza na 2020 r. wg wariantów	Autobus [Ao*]	Samochód [So*]
a) w przypadku polepszania jakości oferty komunikacji publicznej	1 851	5 056

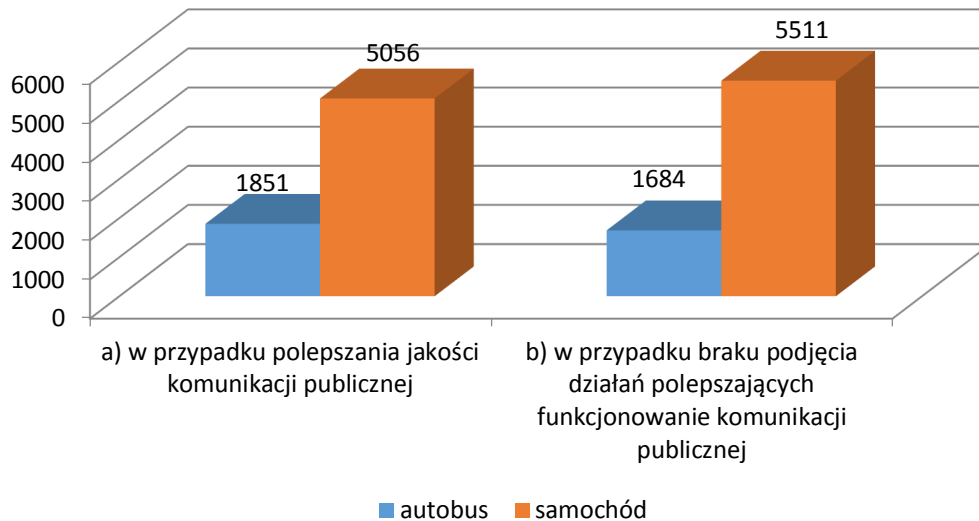


ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Prognoza na 2020 r. wg wariantów	Autobus [Ao*]	Samochód [So*]
b) w przypadku braku podjęcia działań polepszających funkcjonowanie komunikacji publicznej	1 684	5 511

Źródło: opracowanie własne

Wykres 7 Prognozy na 2020 rok



Źródło: opracowanie własne



ANALIZA TRANSPORTU PUBLICZNEGO W ZAKRESIE OSZACOWANIA LICZBY OSÓB KORZYSTAJĄCYCH Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ

Spis tabel

Tabela 1 Dane wejściowe do modelu ruchu.....	17
Tabela 2 Otrzymane wyniki.....	18
Tabela 3 Liczba mieszkańców gminy Rędziny w latach 2002-2014 oraz prognozy do 2020 roku.....	19
Tabela 4 Wartości wskaźnika motoryzacji w latach 2009-2014 oraz prognozy na dalsze lata .20	
Tabela 5 Prognozy na 2020 rok – liczba osób codziennie korzystających z danych środków transportu.....	20
Tabela 6 Dane wyjściowe do modelu	21
Tabela 7 Wybrane wyniki z badania brane pod uwagę w analizie	22
Tabela 8 Liczba korzystających z danego środka transportu.....	22
Tabela 3 Liczba mieszkańców gminy Rędziny w latach 2002-2014 oraz prognozy do 2020 roku.....	23
Tabela 4 Wartości wskaźnika motoryzacji w latach 2009-2014 oraz prognozy na dalsze lata .24	
Tabela 5 Prognozy na 2020 rok – liczba osób codziennie korzystających z danych środków transportu.....	24

Spis wykresów

Wykres 1 Przeciętna liczba pasażerów linii R w dni robocze w wybranych miesiącach w 2013 roku.....	3
Wykres 2 Przeciętna liczba pasażerów linii Rk w dni robocze w wybranych miesiącach w 2013 roku.....	3
Wykres 3 Przeciętna liczba pasażerów linii Rm w dni robocze w wybranych miesiącach w 2013 roku.....	4
Wykres 4 Przeciętna dzienna liczba pasażerów podróżujących w dni robocze daną linią w 2013 r.	5
Wykres 5 Liczba pasażerów przewiezionych poszczególnymi liniami w 2013 roku.....	6
Wykres 6 Prognozy na 2020 rok.....	21
Wykres 6 Prognozy na 2020 rok.....	25

Spis map

Mapa 1 Dobowe napełnienia w komunikacji GZK na terenie gminy Rędziny oraz na terenie miasta Częstochowa.....	14
Mapa 2 Poranna napełnienia w komunikacji GZK na terenie gminy Rędziny oraz na terenie miasta Częstochowa.....	15