



Zarząd Dróg Miejskich

# Wykonanie pomiarów na bieżące potrzeby Zarządu Dróg Miejskich w Warszawie w latach 2023-2025 – badania prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz ze strukturą rodzajową

Raport podsumowujący realizację pomiarów  
w 2023 roku

**Emil Łopata**

tel.: +48 22 501 45 10

e-mail: [e.lopata@heller-consult.pl](mailto:e.lopata@heller-consult.pl)

**Heller Consult sp. z o.o.**

Warszawa, 6 grudnia 2023



# Spis treści

<b>1 Cel dokumentu</b> .....	<b>5</b>
1.1 Słownik pojęć specjalistycznych .....	5
1.2 Odniesienia .....	6
1.3 Załączniki .....	6
<b>2 Podsumowanie wyników</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Zakres pomiarów</b> .....	<b>15</b>
<b>4 Metoda pomiaru</b> .....	<b>17</b>
<b>5 Analizowane parametry ruchu</b> .....	<b>18</b>
5.1 Odstępy niebezpieczne .....	19
5.2 Wskaźnik zmienności prędkości .....	19
<b>Spis tabel</b> .....	<b>20</b>
<b>Spis rysunków</b> .....	<b>20</b>



# 1 Cel dokumentu

Dokument podsumowuje prace przeprowadzone w 2023 roku w ramach zadania na „Wykonanie pomiarów na bieżące potrzeby Zarządu Dróg Miejskich w Warszawie w latach 2023-2025 – badania prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz ze strukturą rodzajową” realizowanego na podstawie umowy nr ZDM/UM/DZP/23/TP/19/23 z dnia 02.06.2023 r.

Pomiary prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz z określeniem struktury rodzajowej wykonane zostały na zlecenie Zarządu Dróg Miejskich w Warszawie (zwanego dalej Zamawiającym) w przekrojach ulic m. st. Warszawy. Realizacja badań omawianych w przedmiotowym dokumencie obejmuje okres od 15 czerwca do 22 listopada 2023 roku. Pomiary ruchu w opisywanej formie realizowane są cyklicznie od 2017 roku. Wyniki przeprowadzonych badań stanowią element analiz planistycznych, bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz stanowią podstawę do bieżącego zarządzania ruchem i infrastrukturą miasta.

## 1.1 Słownik pojęć specjalistycznych

Nazwa	Znaczenie
HC	Heller Consult spółka z o.o.
$V_{dop}$	Prędkość dopuszczalna w km/h, największa możliwa prędkość, z jaką mogą poruszać się pojazdy, określona na podstawie przepisów zawartych w ustawie Prawo o ruchu drogowym
$V_{85}$	85% kwantyl prędkości, miara statystyczna populacji badanych pojazdów określająca prędkość, której nie przekroczyło 85% zarejestrowanych pojazdów
$U_{vdop}$	Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej, liczba pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość wyrażona w procentach całej zmierzonej populacji (potoku ruchu)
$U_{vdop+10}$	Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej o ponad 10 km/h, liczba pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość o ponad 10 km/h wyrażona w procentach całej zmierzonej populacji (potoku ruchu)
$U_{odst.niebezp.}$	Udział odstępów niebezpiecznych, liczba pojazdów poruszających się z odstępem niebezpiecznym wyrażona w procentach całej zmierzonej populacji (potoku ruchu)
$W_{ZV}$	Współczynnik zmienności prędkości, stosunek odchylenia standardowego (S) do prędkości średniej ( $V_{SR}$ )
Pojazdy lekkie	Grupa pojazdów o długości do 6,5 m, do której zaliczają się motocykle, rowery, samochody osobowe i samochody dostawcze
Pojazdy ciężkie	Grupa pojazdów o długości powyżej 6,5 m, do której zaliczają się pojazdy ciężkie i ciężkie z przyczepą oraz autobusy

Nazwa	Znaczenie
Ruch swobodny	Ruch pojazdów odbywający się z odpowiednio dużymi odstępami pomiędzy kolejnymi pojazdami, pozwalającymi na swobodny dobór prędkości przez kierujących
Odstęp niebezpieczny	Odstęp pomiędzy kolejnymi pojazdami, który uniemożliwia w krytycznych sytuacjach (gwałtowne hamowanie) zatrzymanie pojazdu bez najechania na pojazd poprzedzający

## 1.2 Odniesienia

Odsyłacz	Opis
OPZ	Opis Przedmiotu Zamówienia. Wykonanie pomiarów na bieżące potrzeby Zarządu Dróg Miejskich w Warszawie w latach 2023-2025 – badania prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz ze strukturą rodzajową.

## 1.3 Załączniki

Załącznik	Opis
xxxxx_ulica_opracowanie_rrrrmmdd	Katalog zawierający opracowanie danych z punktu pomiarowego, gdzie: xxxxx – kolejny numer punktu, ulica – lokalizacja punktu pomiarowego, rrrrrmmdd – data udostępnienia pliku
Mapy_II_2023_20231208.zip	Prezentacja podstawowych wyników badania w formie graficznej przedstawiająca lokalizację punktów pomiarowych, kwantyl 85% prędkości, udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej, udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej o ponad 10 km/h, udział ruchu swobodnego obejmująca pomiary realizowane w 2023 roku

## 2 Podsumowanie wyników

Badania prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz ze strukturą rodzajową przeprowadzono w okresie od 15 czerwca do 22 listopada 2023 r. na podstawie umowy zawartej na okres od 2 czerwca 2023 do 3 grudnia 2025 r.

W całym 2023 roku wykonano łącznie 41 pomiarów na terenie m. st. Warszawy. Badaniem objętych zostało ponad 0,5 mln<sup>1</sup> pojazdów zarejestrowanych na 92 analizowanych pasach ruchu. Pomiary realizowano w ciągu 13 unikalnych dni kalendarzowych, co odpowiada łącznie 49 dniom pomiarowym.

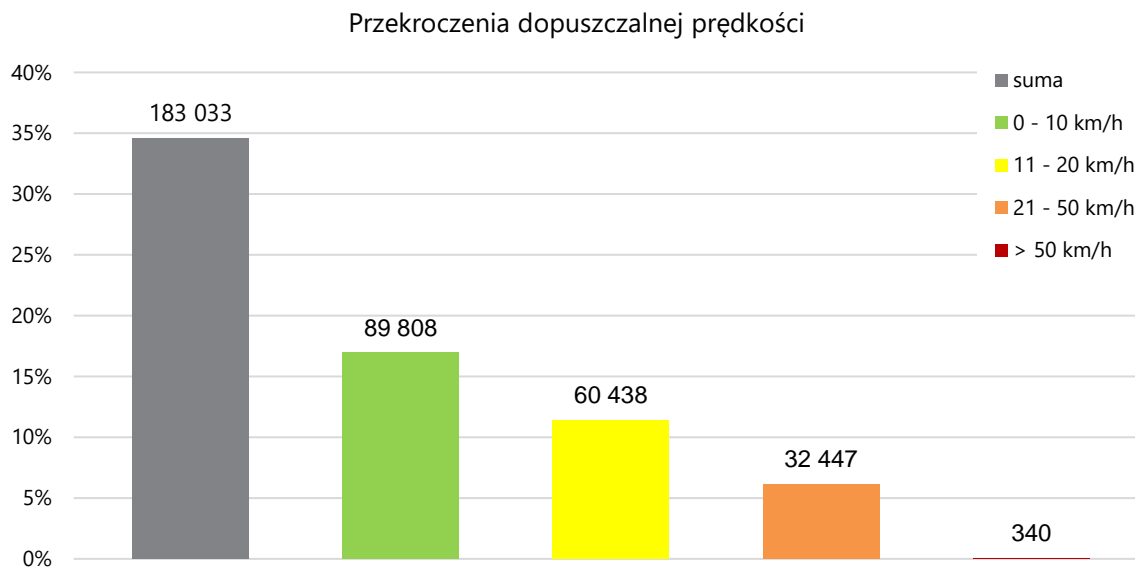
Jako „najszybszy” punkt zidentyfikowano 14745 (Wybrzeże Szczecińskie), średnia prędkość potoku pojazdów w tym miejscu wyniosła 65,7 km/h. „Najwolniejszym” punktem określono 14726 (Mokotowska), średnia prędkość chwilowa dla obu kierunków wyniosła tam 15 km/h.



Rysunek 1. Podsumowanie badań zrealizowanych w 2023 roku

<sup>1</sup> W ramach przeprowadzonych w 2023 roku pomiarów zarejestrowano łącznie 529 724 pojazdy.

Szczegółowy wykaz analizowanych parametrów ruchu przedstawiono w punkcie 5. Jedną z określanych wartości był udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej w podziale na pojazdy lekkie i ciężkie oraz kierunki ruchu. Zbiorcze zestawienie liczby i udziałów przekroczeń sporządzone dla ogółu przekrojów pomiarowych na podstawie wszystkich zarejestrowanych rekordów przedstawiono na rysunku 2.

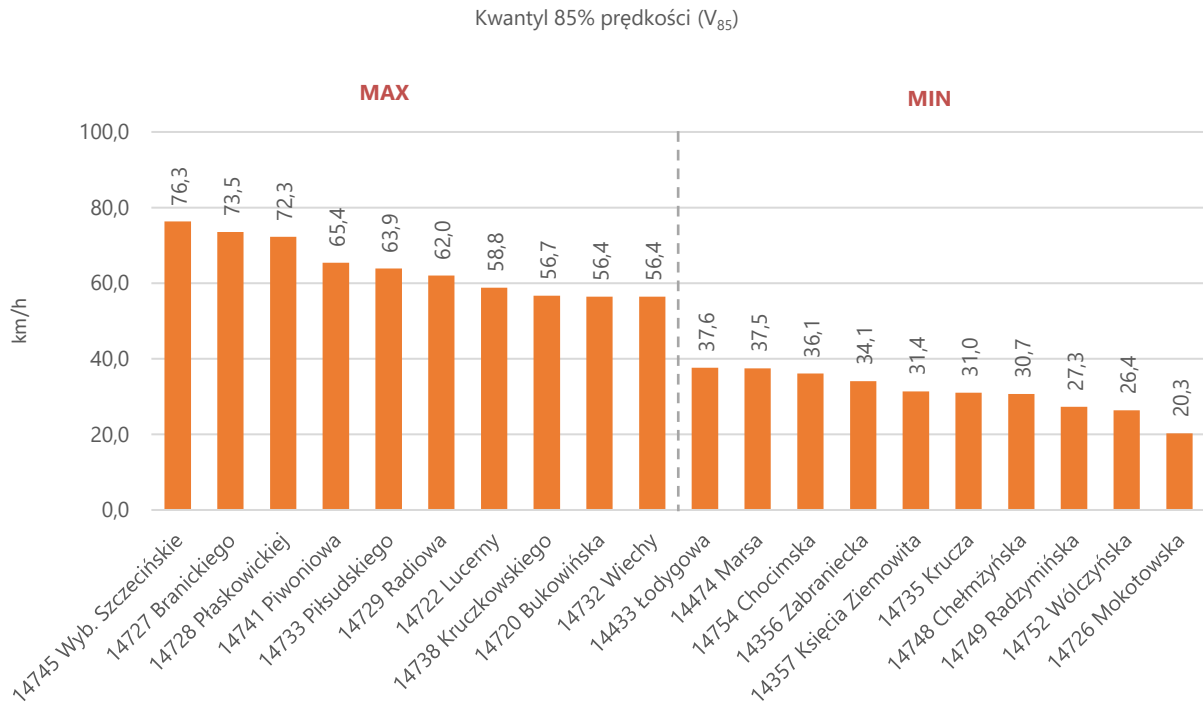


Rysunek 2. Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej

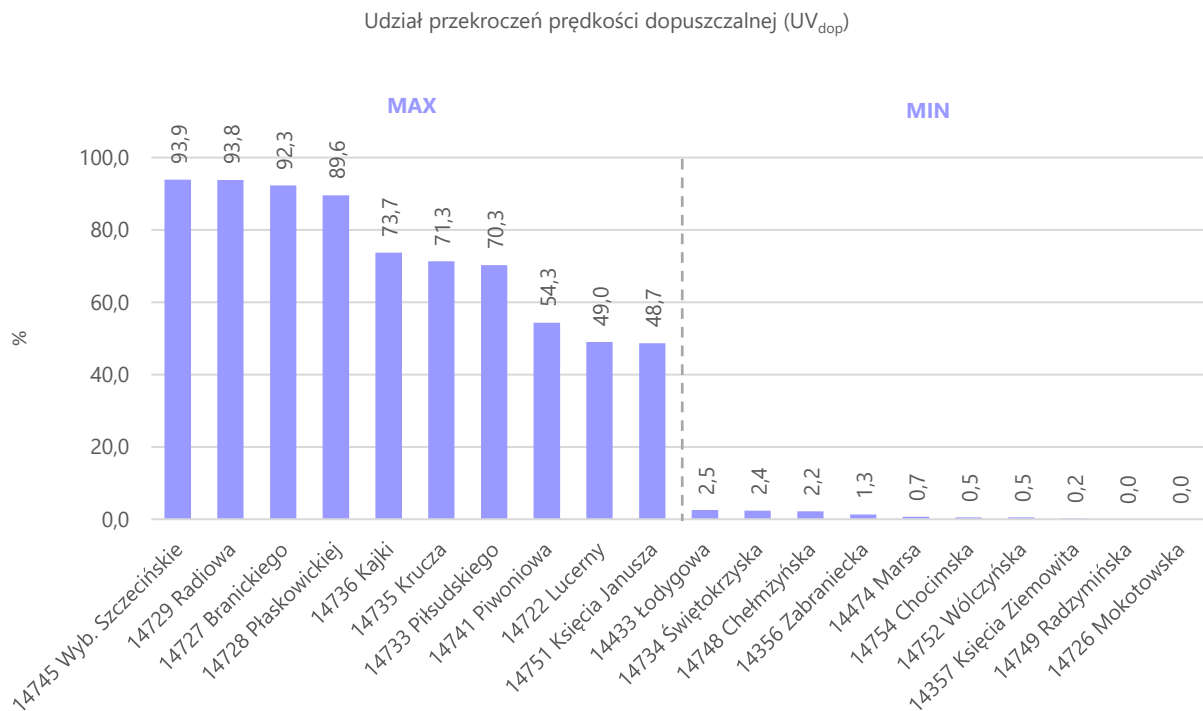
Stwierdzono ponad 183 tys. przekroczeń prędkości dopuszczalnej stanowiących prawie 35% wszystkich zarejestrowanych pojazdów, z czego prawie 90 tys. dotyczyło przekroczenia do 10 km/h (17% wszystkich pojazdów). Ponad 93 tys. kierujących przekroczyło prędkość o ponad 10 km/h, co odpowiada 17,6% badanego potoku pojazdów. W ciągu całego 2023 roku zidentyfikowano 340 kierowców zagrożonych utratą prawa jazdy, którzy przekroczyli dopuszczalną prędkość o ponad 50 km/h.

Na rysunkach od 3 do 6 przedstawiono wartości najistotniejszych parametrów uszeregowane w kolejności od największej do najmniejszej wartości. Prezentacja graficzna tych samych danych w formie map znajduje się w załączniku.

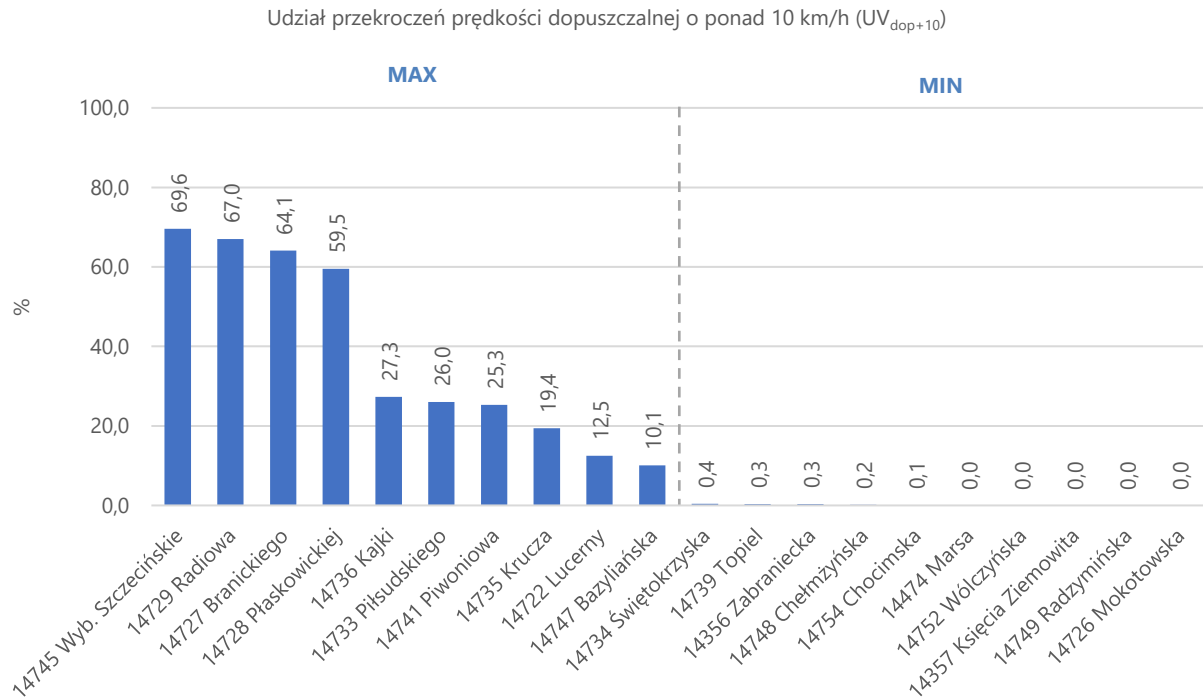




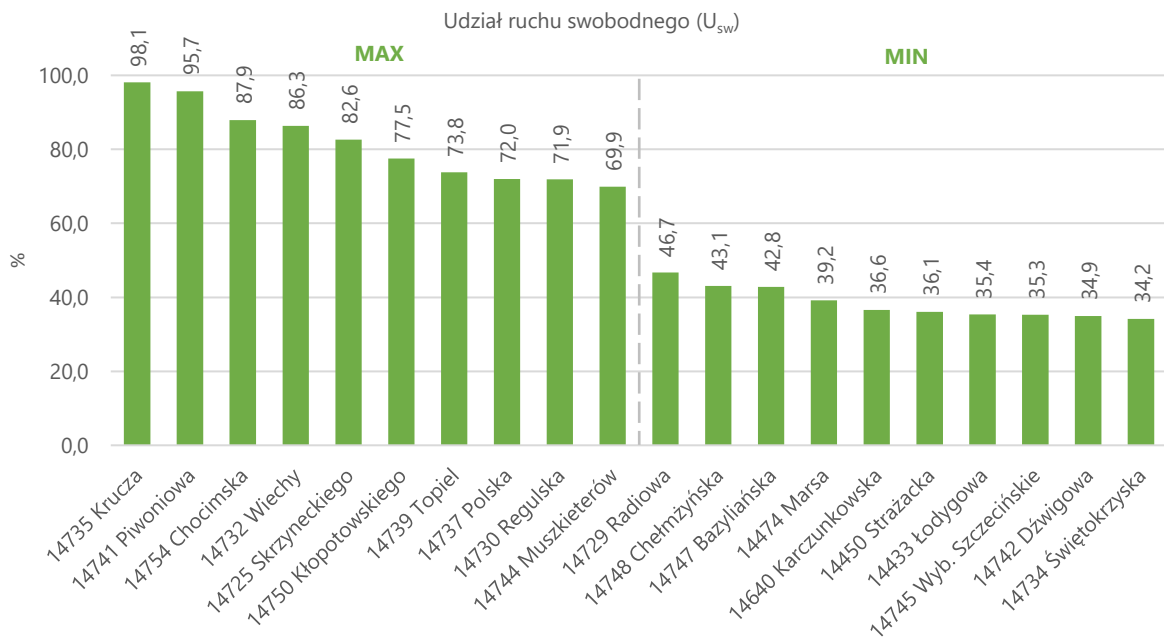
Rysunek 3. Porównanie wartości kwantylu 85% prędkości



Rysunek 4. Porównanie udziału przekroczeń prędkości dopuszczalnej



Rysunek 5. Porównanie udziału przekroczeń prędkości dopuszczalnej o ponad 10 km/h

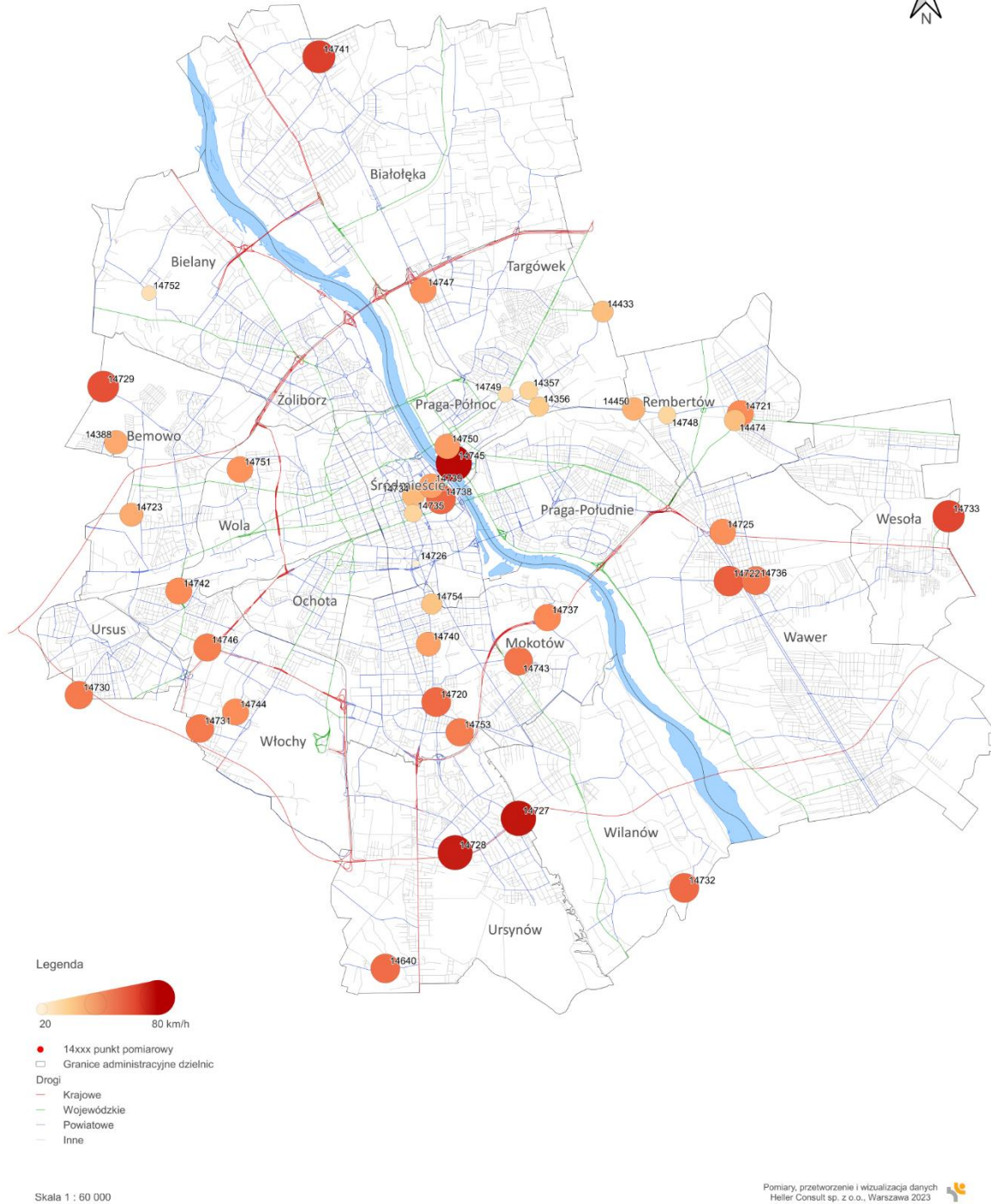


Rysunek 6. Porównanie udziału ruchu swobodnego



## Badanie prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz ze strukturą rodzajową w 2023 roku

Kwantyl 85% prędkości

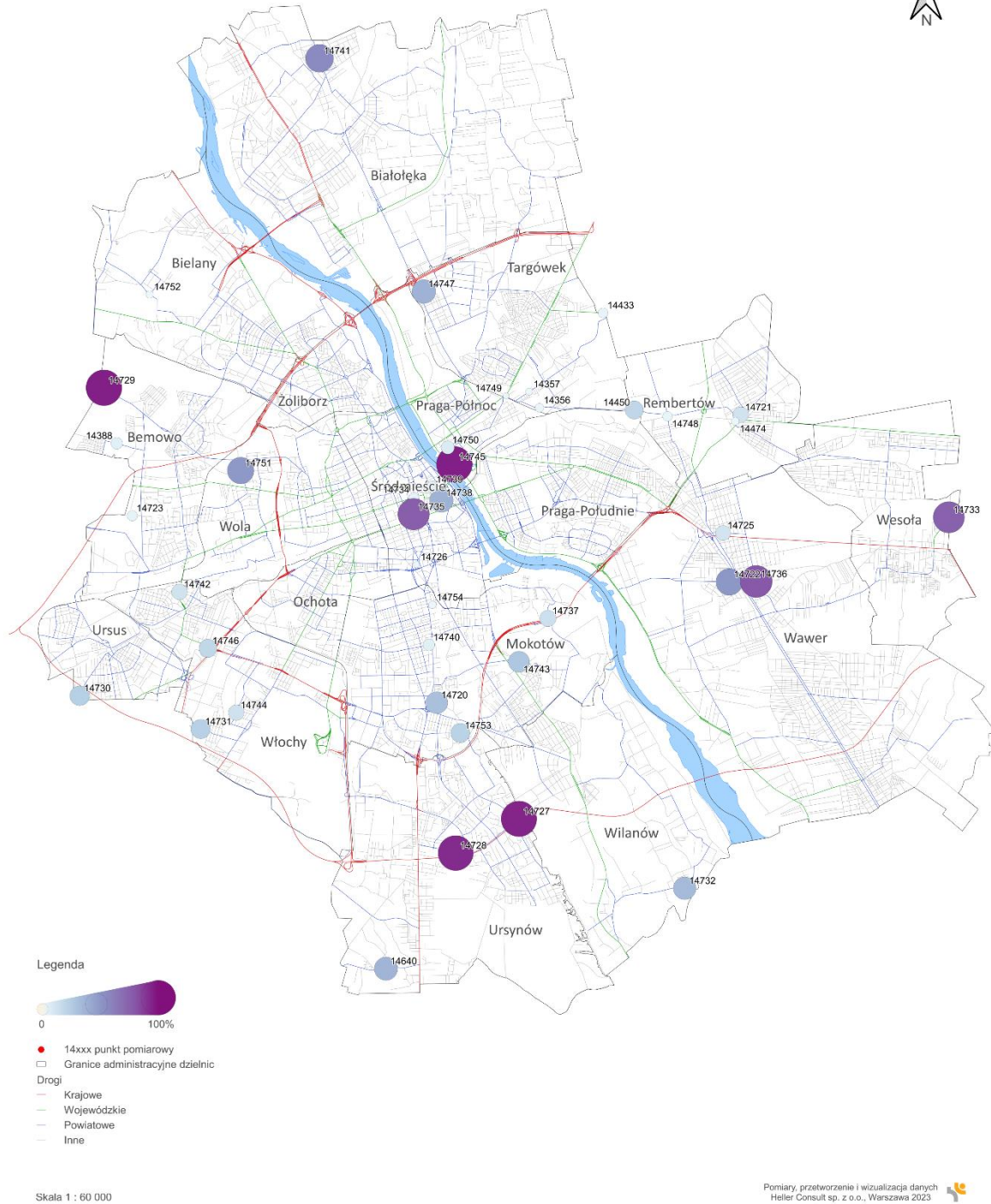


Rysunek 7. Kwantyl 85% prędkości w punktach pomiarowych



## Badanie prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz ze strukturą rodzajową w 2023 roku

### Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej

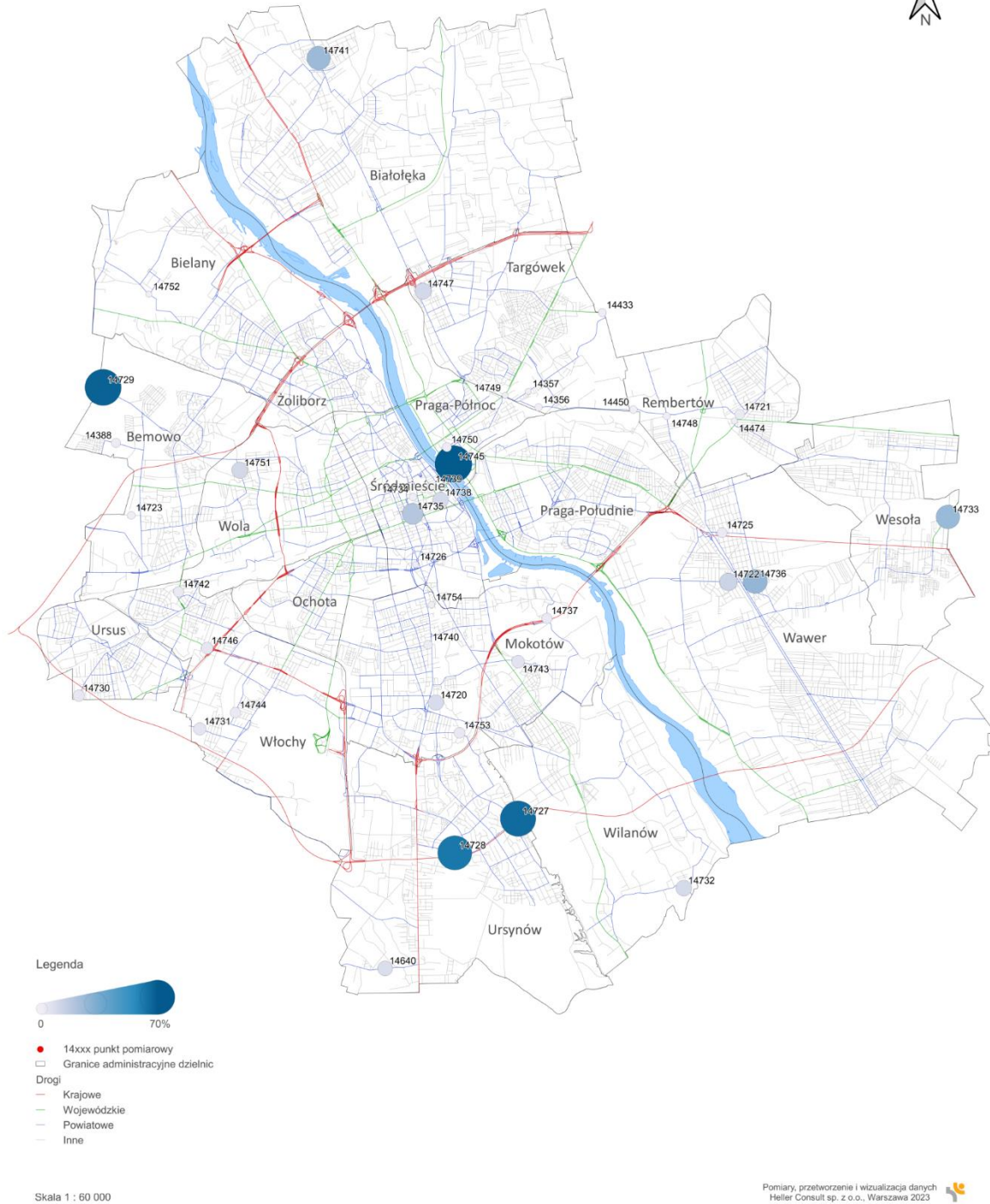


Rysunek 8. Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej w punktach pomiarowych



## Badanie prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz ze strukturą rodzajową w 2023 roku

Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej o ponad 10 km/h

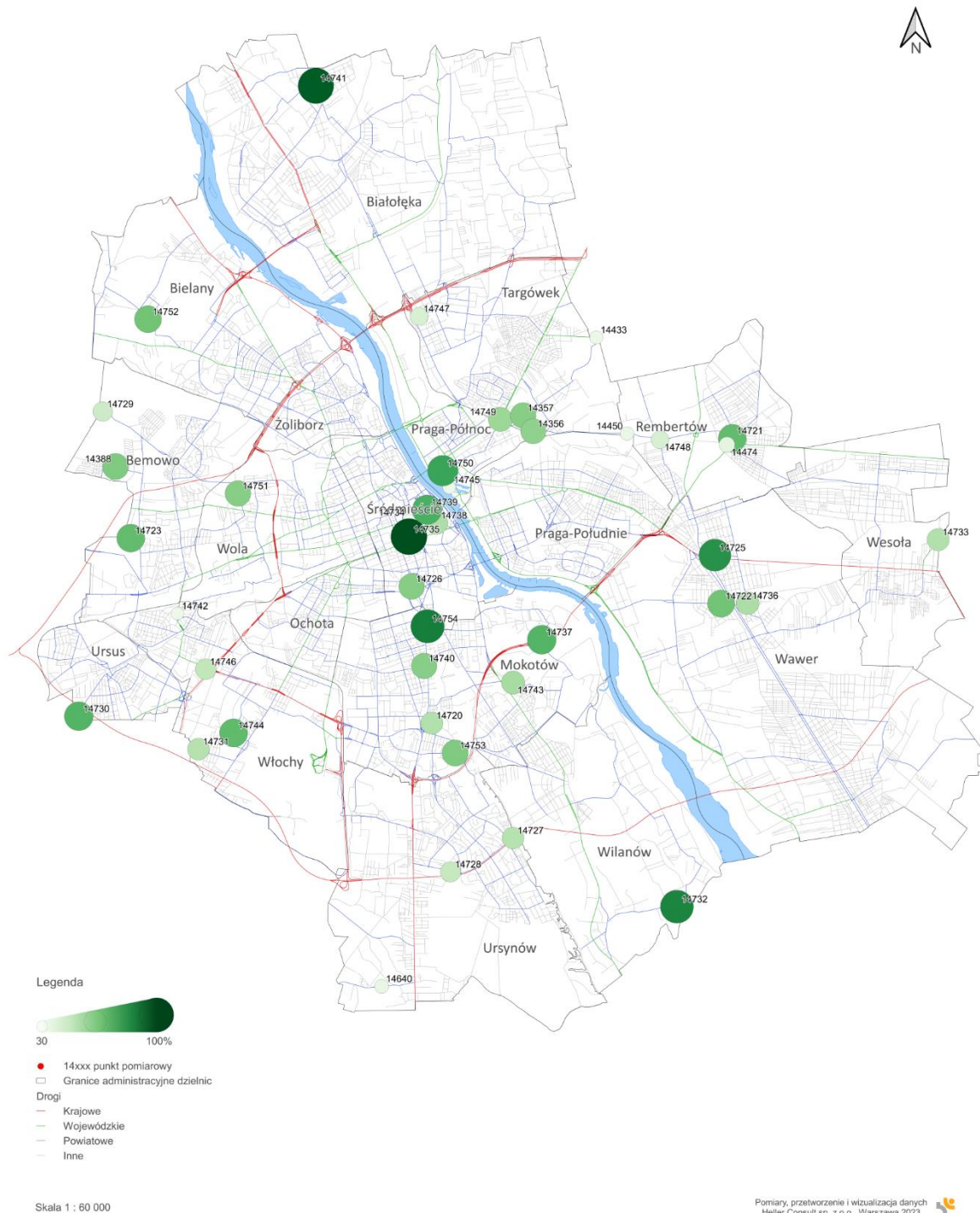


Rysunek 9. Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej o ponad 10 km/h w punktach pomiarowych



## Badanie prędkości chwilowej pojazdów i natężenia ruchu wraz ze strukturą rodzajową w 2023 roku

### Udział ruchu swobodnego



Rysunek 10. Udział ruchu swobodnego w punktach pomiarowych

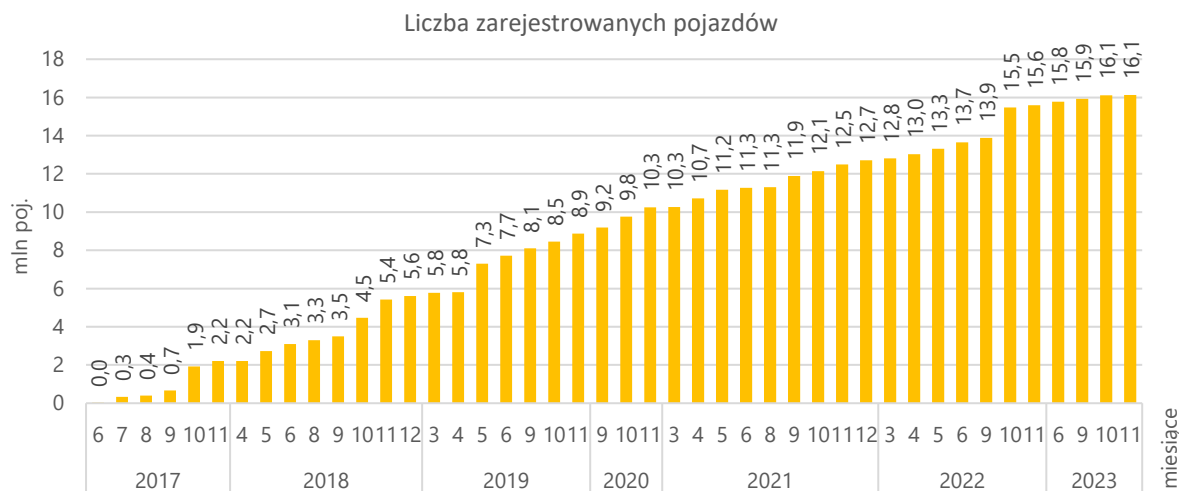
### 3 Zakres pomiarów

Pomiary przeprowadzono we wskazanych przez Zamawiającego lokalizacjach w zależności od bieżących potrzeb. Minimalną długość pomiaru stanowiły 24 pełne godziny (od 00:00:00 do 23:59:59) dnia roboczego uznawanego za miarodajny – wtorek, środa, czwartek. Możliwe warianty i czasy trwania pomiarów określa, zgodnie z punktem 2.12. OPZ (tabela 1).

Tabela 1. Warianty pomiarów

Lp.	Opis	Czas trwania pomiaru
1	Jeden pełny dzień roboczy uznawany za miarodajny (wtorek, środa, czwartek) lub inny dzień roboczy wskazany przez Zamawiającego	24 h
2	Dwa pełne dni robocze uznawane za miarodajne (wtorek, środa, czwartek) lub zgodnie z punktem 2.14. OPZ lub inne dni wskazane przez Zamawiającego	48 h
3	Trzy pełne dni robocze uznawane za miarodajne (wtorek, środa, czwartek) lub inne wskazane przez Zamawiającego	72 h
4	Cztery pełne dni robocze (poniedziałek, wtorek, środa, czwartek, piątek)	96 h
5	Pięć pełnych dni roboczych (poniedziałek, wtorek, środa, czwartek, piątek)	120 h
6	Jeden pełny dzień wolny od pracy (sobota, niedziela lub inne dni ustawowo wolne od pracy)	24 h
7	Dwa pełne dni wolne od pracy (sobota, niedziela lub inne dni ustawowo wolne od pracy)	48 h
8	Pięć pełnych dni roboczych oraz jeden pełny dzień wolny od pracy (poniedziałek, wtorek, środa, czwartek, piątek, sobota, niedziela lub inne dni ustawowo wolne od pracy)	144 h
9	Pięć pełnych dni roboczych oraz dwa pełne dni wolne od pracy (poniedziałek, wtorek, środa, czwartek, piątek, sobota, niedziela lub inne dni ustawowo wolne od pracy)	168 h

Na rysunku 11 został przedstawiony skumulowany wykres obrazujący postęp realizacji zadania i liczbę zarejestrowanych pojazdów objętych analizą w kolejnych miesiącach lat 2017-2023.



Rysunek 11. Skumulowana liczba zarejestrowanych pojazdów w kolejnych miesiącach w latach 2017-2023

Od 2017 roku zrealizowano łącznie 516 pomiarów. Podział punktów między dzielnice i lata realizacji przedstawiono w tabeli 2.

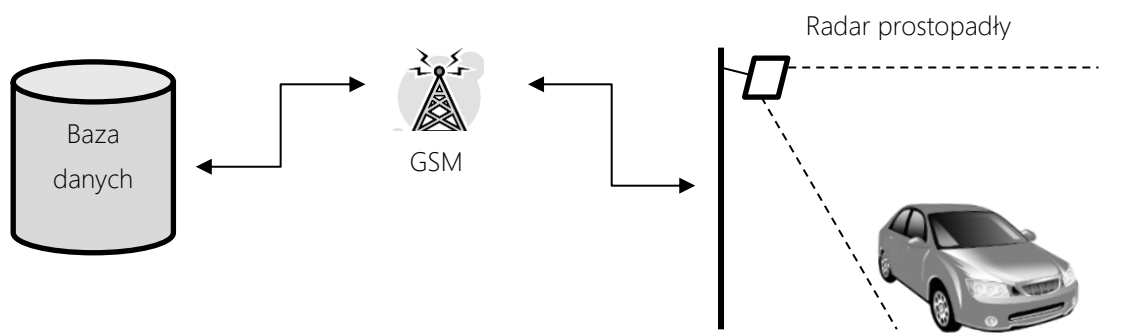
Tabela 2. Liczba pomiarów zrealizowanych w poszczególnych dzielnicach w latach 2017-2023

Dzielnica	Liczba pomiarów						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Bemowo	5	5	9	3	4	3	3
Białołęka	9	7	5	12	9	8	1
Bielany	4	10	9	3	5	2	1
Mokotów	4	12	7	3	6	7	6
Ochota	2	2	5	3	1	6	0
Praga-Południe	9	8	3	4	2	3	0
Praga-Północ	2	1	2	1	4	4	2
Rembertów	0	1	5	5	7	1	4
Śródmieście	6	10	3	4	10	4	5
Targówek	0	5	5	6	4	7	5
Ursus	0	4	9	4	5	2	1
Ursynów	5	2	7	2	3	9	3
Wawer	0	4	12	4	3	4	3
Wesoła	0	1	1	4	2	2	1
Wilanów	2	3	3	1	3	2	1
Włochy	0	5	8	1	4	1	4
Wola	7	2	5	5	15	1	1
Żoliborz	6	8	4	0	1	3	0
<b>Suma pomiarów na terenie m. st. Warszawy</b>	<b>61</b>	<b>90</b>	<b>102</b>	<b>65</b>	<b>88</b>	<b>69</b>	<b>41</b>



## 4 Metoda pomiaru

Dane zbierane były w trybie „pojazd za pojazdem” i na bieżąco przesyłane na serwer wykonawcy. Dzięki temu zapewniona została ciągła kontrola nad pracą urządzeń pomiarowych. Operator nadzorujący pracę urządzeń pomiarowych miał nieprzerwany podgląd wszystkich parametrów zbieranych przez system, co znacząco wpłynęło na efektywność i dokładność zbieranych danych. Na rysunku 12 przedstawiono schemat systemu pomiarowego.



Rysunek 12. Poglądowy schemat systemu pomiarowego

Podstawowym elementem systemu pomiarowego jest radar prostopadły 24 GHz z modulowaną częstotliwościowo falą ciągłą. Instalowany na maszcie wolnostojącym pozwala na prowadzenie pomiarów bez konieczności instalowania czujników pomiarowych w lub na jezdni, a więc bez ingerencji w konstrukcję nawierzchni. System ten jest w pełni niezależny od infrastruktury istniejącej w danym punkcie. Ponadto dzięki obserwacji pasów ruchu z góry w znaczący sposób ograniczono efekt „gubienia” pojazdów zmieniających pas ruchu. Dokładność wykonywanych pomiarów jest wynikiem wykorzystanej technologii podwójnej wiązki radarowej. W rezultacie ustalenie prędkości każdego przejeżdżającego pojazdu odbywa się na zasadach znanych z technologii pętli indukcyjnych i węży pneumatycznych, tzn. pomiaru opóźnienia pomiędzy dwiema wiązkami.

Podstawowymi parametrami rejestrowanymi przez system pomiarowy są:

- prędkość chwilowa,
- czas rejestracji pojazdu w przekroju pomiarowym w milisekundach,
- długość pojazdu,
- pas ruchu,
- kierunek ruchu,
- klasa pojazdu (ze względu na długość).

Znak czasu jest określany z dokładnością do jednej milisekundy, co w procesie post-produkcji pozwala na określenie odstępów niebezpiecznych, a także na rozróżnienie pojazdów poruszających się w ruchu swobodnym oraz w kolejce pojazdów. Jako kryterium wyodrębniania pojazdów poruszających się w ruchu swobodnym przyjęto odstęp **5 sekund** występujący pomiędzy pojazdami.

Zmierzona długość pojazdów posłużyła do dokonania podziału na pięć klas pojazdów:

1. motocykle i rowery,
2. samochody osobowe,
3. samochody dostawcze,
4. pojazdy ciężkie,
5. pojazdy ciężkie z przyczepą oraz autobusy.

Dodatkowo w analizie zebranych danych wykorzystano agregację danych do dwóch kategorii pojazdów – lekkich (klasy pojazdów od 1 do 3) i ciężkich (klasy 4 oraz 5).

## 5 Analizowane parametry ruchu

W ramach szczegółowych zestawień określono następujące parametry ruchu:

- $N$  – liczba pojazdów ogółem (P/h),
- $N_C$  – liczba pojazdów ciężkich (P/h),
- $N_L$  – liczba pojazdów lekkich (P/h),
- $N_{SW}$  – liczba pojazdów w ruchu swobodnym<sup>2</sup> (P/h),
- $N_{V_{dop}}$  – liczba pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość (P/h),
- $N_{V_{dop+10}}$  – liczba pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość o ponad 10 km/h (P/h),
- $S$  – odchylenie standardowe prędkości (km/h),
- $U_C$  – udział pojazdów ciężkich (%),
- $U_{ONB}$  – udział pojazdów poruszających się z odstępami niebezpiecznymi<sup>3</sup> (%),
- $U_{SW}$  – udział ruchu swobodnego<sup>2</sup> (%),
- $U_{V_{dop}}$  – udział pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość (%),
- $U_{V_{dop+10}}$  – udział pojazdów przekraczających dopuszczalną prędkość o ponad 10 km/h (%),
- $V_{15}$  – 15% kwantyl prędkości (km/h),
- $V_{85}$  – 85% kwantyl prędkości (km/h),
- $V_{95}$  – 95% kwantyl prędkości (km/h),
- $V_m$  – mediana prędkości (km/h),
- $V_{\bar{SR}}$  – prędkość średnia (km/h),
- $W_{ZV}$  – wskaźnik zmienności prędkości<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Jako kryterium wyodrębniania pojazdów poruszających się w ruchu swobodnym przyjęto odstęp 5 sekund występujący pomiędzy pojazdami.

<sup>3</sup> Patrz punkt 5.1

<sup>4</sup> Patrz punkt 5.2

## 5.1 Odstępy niebezpieczne

W opracowaniu poddano parametr ruchu określający udział pojazdów poruszających się w niebezpiecznej odległości. Za odstępy niebezpieczne uznano takie, które uniemożliwiają w krytycznych sytuacjach (gwałtowne hamowanie poprzedzającego pojazdu) zatrzymanie pojazdu bez najechania na pojazd poprzedzający.

Graniczne wartości odstępów niebezpiecznych zostały obliczone według poniższego wzoru:

$$\Delta t_{kryt} = \frac{V_2^2}{7,2 \cdot V_1 \cdot (a_2 + g \cdot i)} - \frac{V_1}{7,2 \cdot (a_1 + g \cdot i)} + \frac{V_2}{V_1} \cdot t_r + \frac{3,6 \cdot l_p}{V_1} \text{ [s]}^5$$

gdzie:

$\Delta t_{kryt}$  – to odstęp krytyczny między pojazdami [s],

$V_1$  – prędkość pojazdu poruszającego się z przodu analizowanej pary [km/h],

$V_2$  – prędkość pojazdu poruszającego się z tyłu analizowanej pary [km/h],

$a_1$  – opóźnienie przy hamowaniu pojazdu poruszającego się z przodu analizowanej pary [m/s<sup>2</sup>],

$a_2$  – opóźnienie przy hamowaniu pojazdu poruszającego się z tyłu analizowanej pary [m/s<sup>2</sup>],

$g$  – przyspieszenie ziemskie 9,81 m/s<sup>2</sup>,

$i$  – pochylenie podłużne odcinka drogi [-],

$t_r$  – czas reakcji kierowcy pojazdu poruszającego się z tyłu analizowanej pary [s],

$l_p$  – długość pojazdu poruszającego się z przodu analizowanej pary [m].

## 5.2 Wskaźnik zmienności prędkości

W opracowaniu wyznaczono również wartość współczynnika zmienności prędkości. Współczynnik zmienności prędkości jest określony poprzez stosunek odchylenia standardowego prędkości ( $S$ ) do prędkości średniej ( $V_{\text{SR}}$ ).

Wartości współczynnika zmienności prędkości  $W_{ZV}$  zostały obliczone według poniższego wzoru:

$$W_{ZV} = \frac{S}{V_{\text{SR}}} \text{ [-]}$$

Gdzie:

$S$  – odchylenie standardowe prędkości [km/h],

$V_{\text{SR}}$  – prędkość średnia [km/h].

<sup>5</sup> Źródło: "Analyses of headways for assessment of risk rear- end collision" Stanisław Gaca, Mariusz Kieć, Arkadiusz Zielinkiewicz

## Spis tabel

Tabela 1. Warianty pomiarów .....	15
Tabela 2. Liczba pomiarów zrealizowanych w poszczególnych dzielnicach w latach 2017-2023.....	16

## Spis rysunków

Rysunek 1. Podsumowanie badań zrealizowanych w I półroczu 2023 roku .....	7
Rysunek 2. Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej .....	8
Rysunek 3. Porównanie wartości kwantylu 85% prędkości .....	9
Rysunek 4. Porównanie udziału przekroczeń prędkości dopuszczalnej.....	9
Rysunek 5. Porównanie udziału przekroczeń prędkości dopuszczalnej o ponad 10 km/h .....	10
Rysunek 6. Porównanie udziału ruchu swobodnego.....	10
Rysunek 7. Kwantyl 85% prędkości w punktach pomiarowych .....	11
Rysunek 8. Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej w punktach pomiarowych .....	12
Rysunek 9. Udział przekroczeń prędkości dopuszczalnej o ponad 10 km/h w punktach pomiarowych .	13
Rysunek 10. Udział ruchu swobodnego w punktach pomiarowych.....	14
Rysunek 11. Skumulowana liczba zarejestrowanych pojazdów w kolejnych miesiącach w latach 2017-2023	16
Rysunek 12. Poglądowy schemat systemu pomiarowego.....	17