

## PROJEKT INMOP 3

ZAŁOŻENIA, CELE, INNOWACYJNOŚĆ, DOSTĘPNE DANE

## INTERMODALNY KRAJOWY MODEL RUCHU

dr inż. Andrzej Brzeziński  
Politechnika Warszawska

## KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA

INNOWACYJNE METODY PROGNOZOWANIA RUCHU

KRAJOWEGO-REGIONALNEGO-LOKALNEGO

WARSZAWA, 28 MAJA 2019



## Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu

RID-I/62 2A



**Zamawiający:** Narodowe Centrum Badań i Rozwoju  
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad



**LIDER PROJEKTU:** **POLITECHNIKA WARSZAWSKA**  
**INSTYTUT DRÓG I MOSTÓW**



**PARTNER:** **POLITECHNIKA KRAKOWSKA**  
**im. Tadeusza Kościuszki**



# OKRES REALIZACJI

**1 luty 2016 – 30 kwietnia 2019 r.**

**Tytuł:**

**Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem  
innych środków transportu**

x 3

**I**ntermodalne **MO**dele **P**odróży: krajowy, regionalny, lokalny

intermodalne  
modele  
podróży





# ZESPÓŁ BADAWCZY

## Politechnika Warszawska (17):

dr inż.	Krystian	BIRR
dr inż.	Andrzej	BRZEZIŃSKI – kierownik projektu
dr inż.	Karol	BRZEZIŃSKI
dr inż.	Jacek	CHMIELEWSKI
dr inż.	Tomasz	DYBICZ
dr hab. inż.	Kazimierz	JAMROZ, prof. PG
dr hab. inż.	Piotr	OLSZEWSKI, prof. PW
dr inż.	Romanika	OKRASZEWSKA
dr inż.	Andrzej	WALTZ
mgr inż.	Paweł	DĄBKOWSKI
mgr inż.	Maciej	DOBROSIELSKI
mgr inż.	Karolina	JESIONKIEWICZ-NIEDZIŃSKA
mgr inż.	Magdalena	REZWOW-MOSAKOWSKA
mgr inż.	Dominika	PANUCIAK
mgr inż.	Łukasz	SZYMAŃSKI
mgr inż.	Joanna	WACHNICKA
mgr inż.	Paweł	WŁODAREK

## Politechnika Krakowska (9):

dr hab. inż.	Andrzej	SZARATA, prof. PK
dr hab. inż.	Vitalii	NAUMOV, prof. PK
dr inż.	Marek	BAUER
dr inż.	Mariusz	DUDEK
dr inż.	Rafał	KUCHARSKI
dr inż.	Tomasz	KULPA
mgr inż.	Arkadiusz	DRABICKI
mgr inż.	Justyna	MIELCZAREK
inż.	Krystian	BANET

Metodyka budowy  
intermodalnego  
KMR

Metodyka  
prognozowania  
wskaźnika  
motoryzacji

Metodyka budowy  
RMR

Metoda cyklicznej  
aktualizacji i  
wymiany danych

Metodyka budowy  
LMR

Wytyczne  
budowy  
KMR/RMR/LMR

# PROJEKT INMOP 3

Metodyka budowy  
intermodalnego  
KMR

Metodyka  
prognozowania  
wskaźnika  
motoryzacji

Opracowanie  
wzorcowego  
KMR

Prognoza ruchu  
z wykorzystaniem  
KMR

Metodyka budowy  
RMR

Metoda cyklicznej  
aktualizacji i  
wymiany danych

Opracowanie  
wzorcowego  
RMR

Prognoza ruchu  
z wykorzystaniem  
RMR

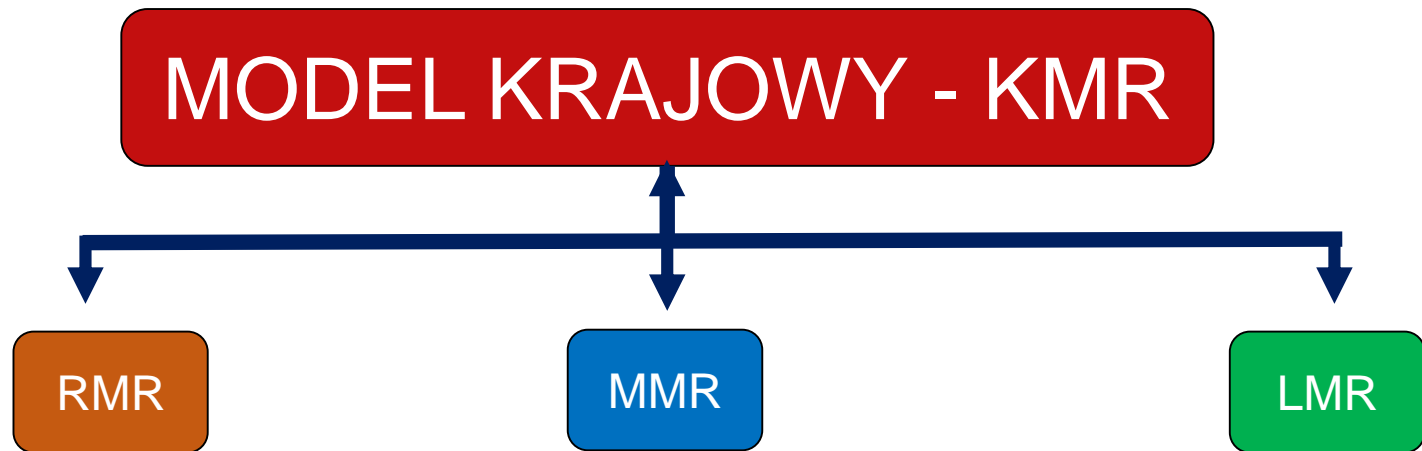
Metodyka budowy  
LMR

Wytyczne  
budowy  
KMR/RMR/LMR

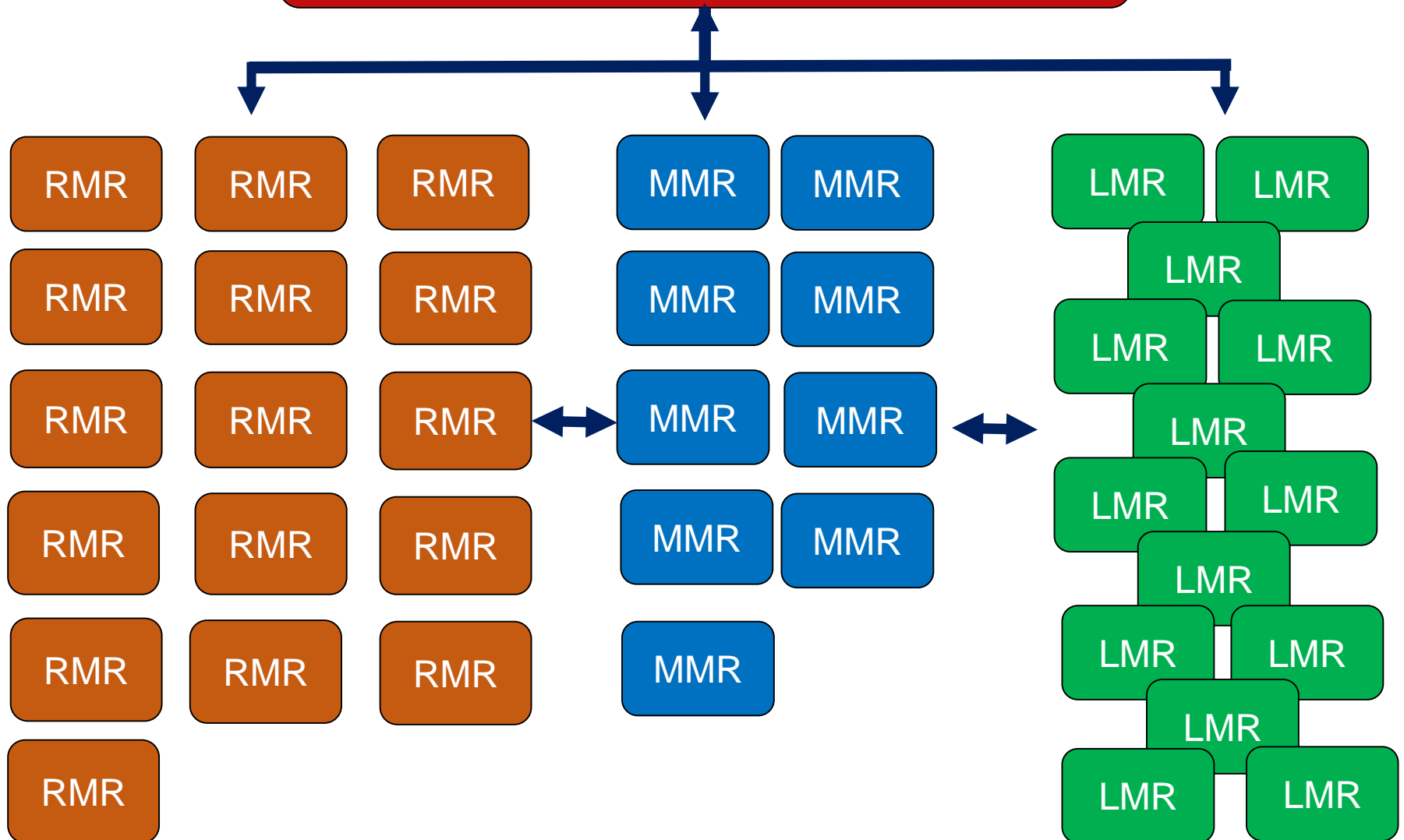
Opracowanie  
wzorcowych  
LMR

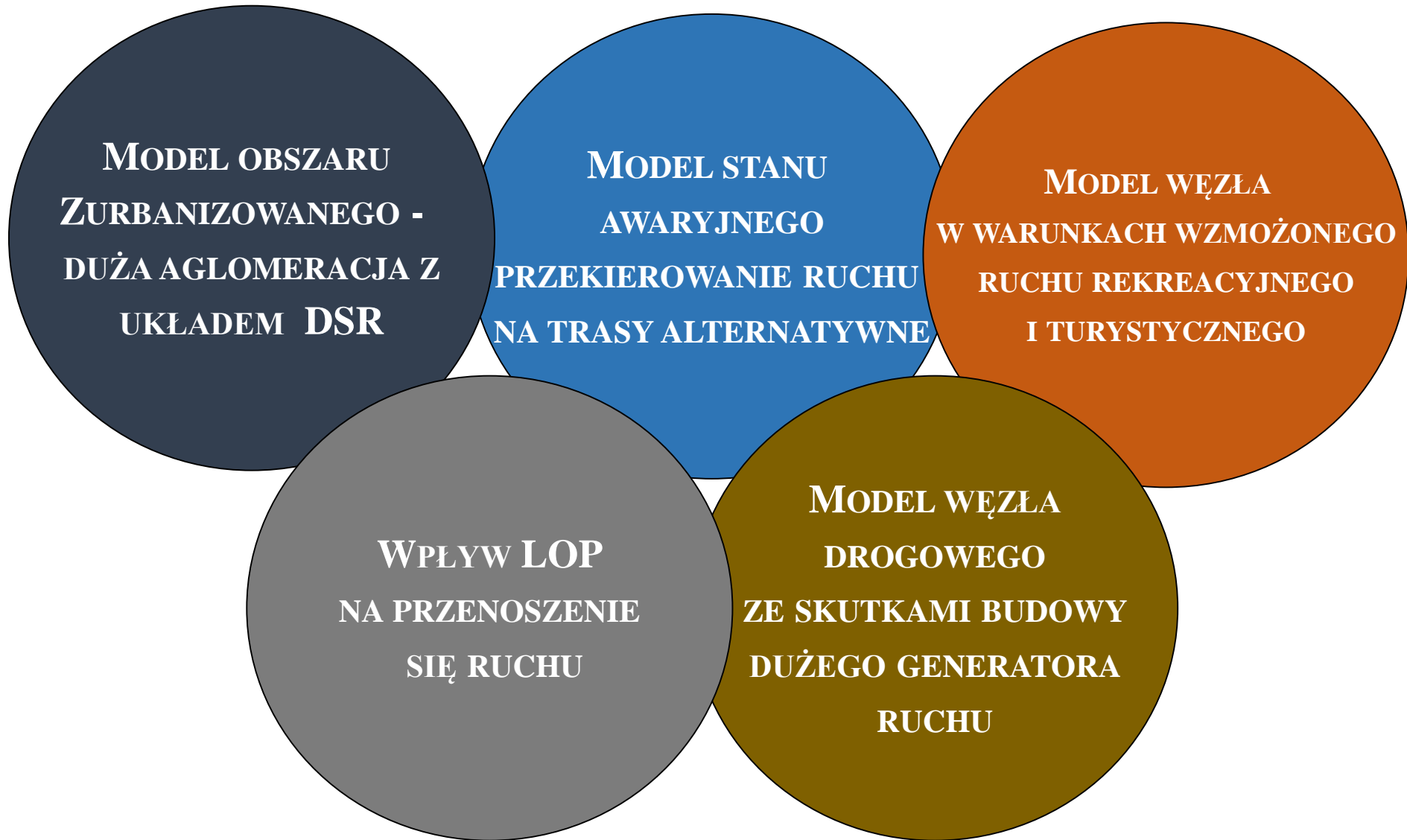
Baza danych  
dla  
KMR/RMR/LMR





## MODEL KRAJOWY - KMR





- 1. Opracowanie metodyki modelowania podróży i prognozowania ruchu** w ujęciu intermodalnym (KMR/RMR/LMR)
- 2. Opracowanie Intermodalnego Krajowego Modelu Ruchu**
- 3. Opracowanie wzorcowych RMR i LMR**
4. Wykorzystanie nowych źródeł danych
5. Wdrożenie wyników



**RAPORT: 4 TOMY (1288 STRON)**

**8 MODELI (KMR + RMR + 5 LMR)**

**BAZA DANYCH (55 GB)**

Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu  
DZPRD-4-62 / 11 / INCBR/2016

RAPORT KOŃCOWY, TOM I

Wykonawcy:

Polltechnika Warszawska – lider konsorcjum  
Wydział Inżynierii Lądowej  
al. Armii Ludowej 16,  
00-637 Warszawa  
Polltechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki  
Wydział Inżynierii Lądowej  
ul. Warszawska 24  
30-155 Kraków

Warszawa – Kraków, maj 2019 r.



Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu  
DZPRD-4-62 / 11 / INCBR/2016

Raport końcowy, Tom II

Wykonawcy:

Polltechnika Warszawska – lider konsorcjum  
Wydział Inżynierii Lądowej  
al. Armii Ludowej 16,  
00-637 Warszawa  
Polltechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki  
Wydział Inżynierii Lądowej  
ul. Warszawska 24  
30-155 Kraków

Warszawa – Kraków, maj 2019 r.



Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu  
DZPRD-4-62 / 11 / INCBR/2016

RAPORT KOŃCOWY, TOM III

Wykonawcy:

Polltechnika Warszawska – lider konsorcjum  
Wydział Inżynierii Lądowej  
al. Armii Ludowej 16,  
00-637 Warszawa  
Polltechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki  
Wydział Inżynierii Lądowej  
ul. Warszawska 24  
30-155 Kraków

Warszawa – Kraków, maj 2019 r.



Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu  
DZPRD-4-62 / 11 / INCBR/2016

Raport końcowy, Tom IV

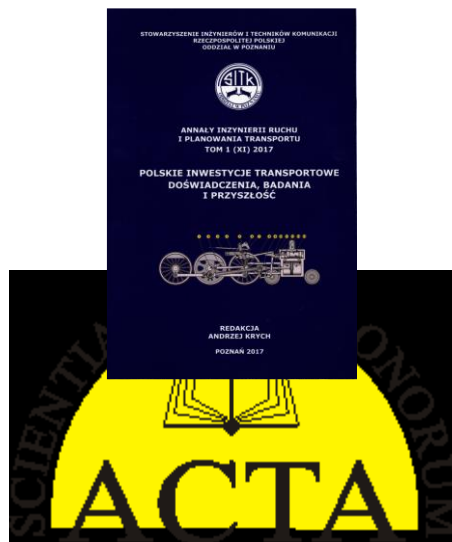
Wykonawcy:

Polltechnika Warszawska – lider konsorcjum  
Wydział Inżynierii Lądowej  
al. Armii Ludowej 16,  
00-637 Warszawa  
Polltechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki  
Wydział Inżynierii Lądowej  
ul. Warszawska 24  
30-155 Kraków

Warszawa – Kraków, maj 2019 r.



- ❑ 30 WYSTĄPIEŃ (KONFERENCJE/SEMINARIA)
- ❑ 12 PUBLIKACJI
- ❑ 7 SEMINARIÓW
- ❑ 3 KONFERENCJE (7/05/2018; 16/14/219; 26/5/2019)
- ❑ 1 PRACA MAGISTERSKA



Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu

RID-I/62 2A 

dr inż. Andrzej Brzeziński  
Instytut Dróg i Mostów, Politechnika Warszawska  
a.brzeziński@il.pw.edu.pl



# ŹRÓDŁA DANYCH

# ŹRÓDŁA DANYCH

- ✓ **Badania ankietowe** użytkowników dróg (źródło/cel i motywacje)
- ✓ **Badania deklarowanych preferencji** (wartość czasu)
- ✓ **Badania przewozów autobusowych** (pasażerowie)
- ✓ **Badania napełnień** (samochody/autobusy)
- ✓ **Badania prędkości** pojazdów na odcinkach sieci (ruch swobodny i zależność natężenie/prędkość)
- ✓ **GPR** (natężenia/struktura/prace przewozowe)
- ✓ **Pomiary ruchu – stacje stałe**
- ✓ **Bank danych drogowych**

- ❑ **1990/1991** – Studium układu autostrad i dróg ekspresowych (GDDP/BPRSD)
- ❑ **1996/1997** – Studium układu autostrad i dróg ekspresowych (GDDP/BPRSD)
- ❑ **2006/2008** – Studium układu dróg szybkiego ruchu w Polsce (GDDKiA/DS)

*Wykonawca:*

*Politechnika Warszawska, Instytut Dróg i Mostów*



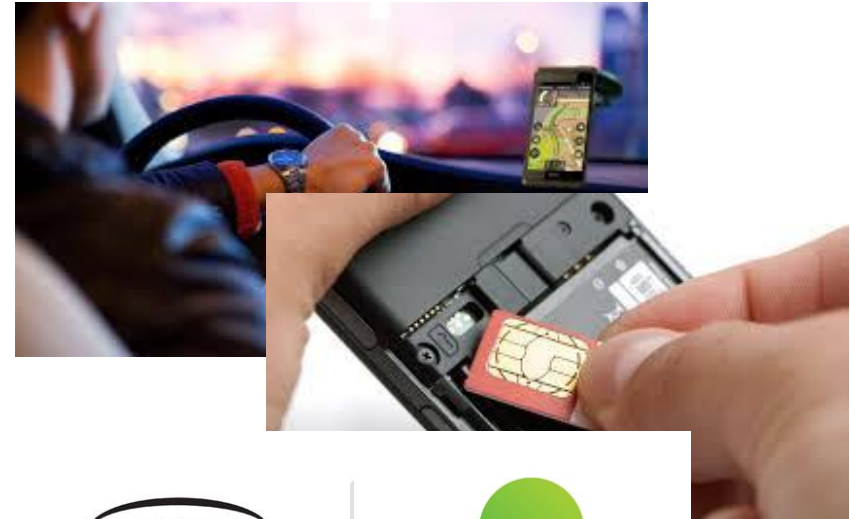
- ✓ — ~~Badania ankietowe użytkowników dróg (źródło/cel i motywacje)~~
- ✓ — ~~Badania deklarowanych preferencji (wartość czasu)~~
- ✓ — ~~Badania przewozów autobusowych (pasażerowie)~~
- ✓ — ~~Badania napełnień pojazdów (samochody/autobusy)~~
- ✓ — ~~Badania prędkości pojazdów na odcinkach sieci (ruch swobodny i zależność natężenie/prędkość)~~
- ✓ **GPR (natężenia/struktura/prace przewozowe)**
- ✓ **Pomiary ruchu – stacje stałe**
- ✓ **Bank danych drogowych**





- ✓ **GPR (natężenia/struktura/prace przewozowe)**
- ✓ **Pomiary ruchu – stacje stałe**
- ✓ **Bank danych drogowych**

- ✓ **Dane z sondowania pojazdów – GPS/nawigacje**
- ✓ **Dane operatora telefonii komórkowej karty SIM**
- ✓ **Dane GUS z badania ankietowego wykorzystania samochodów ciężarowych Badania napełnień pojazdów (samochody/autobusy)**



- ✓ **GPR (natężenia/struktura/prace przewozowe)**
- ✓ **Pomiary ruchu – stacje stałe**
- ✓ **Bank danych drogowych**



## GUS:

- ☐ Statystyki roczne (pasażerowie kolei wg rodzajów pociągów, pasażerokilometry wg rodzajów pociągów, liczby przewiezionych ton i tonokilometry na kolei)
- ☐ PKB/mieszkańca – stan obecny
- ☐ Dane demograficzne (**niepewne**)
- ☐ Bank Danych Lokalnych - miejsca noclegowe/wskaźniki motoryzacji/liczba uczniów/liczba przedsiębiorstw

## PKP PLK S.A:

- ☐ Tabela obiektów na liniach kolejowych (plik PDF)
- ☐ Regulamin przydzielania tras pociągów- maksymalne prędkości/klasa linii/naciski na oś/ciągi tranzytowe (plik PDF)
- ☐ Rozkłady jazdy pociągów pasażerskich (wersja elektroniczna)
- ~~☐ Średnioroczny poziom ruchu kolejowego wg typów pociągów (OBLIKO).~~
- ~~☐ System Ewidencji Pracy Eksploatacyjnej – wykaz zrealizowanych przewozów towarowych~~
- ~~☐ Bruttotonokilometry wg typów pociągów (OBLIKO)~~
- ☐ Mapa sieci kolejowej



# ŹRÓDŁA DANYCH

*Zestawienie liczbowe wysłanych zapytań i uzyskanych odpowiedzi.*

suma	wysłane	odpowiedzi	%
jednostki samorządu terytorialnego	98	60	<b>61%</b>
zarządcy transportu zbiorowego w miastach i /lub przewoźnicy	47	27	<b>57%</b>
zarządcy dróg miejskich	55	36	<b>65%</b>
zarządcy dróg wojewódzkich	16	14	<b>88%</b>
portu lotnicze	16	9	<b>56%</b>
urzędy żeglugi	5	5	<b>100%</b>
<b>suma</b>	<b>237</b>	<b>151</b>	<b>64%</b>

## **Niska jakość - przydatność – wiarygodność danych !**

- ❖ **nieobowiązkowe** (dostępne dla wybranych obszarów),
- ❖ **niesystematyczne** (wykonywane w różnych okresach–trudno porównywać)
- ❖ **różny zakres** (trudno łączyć i porównywać)
- ❖ **dyskusyjna jakość** (wielkość próby/sposób losowania/sposób badania)

1. Dostępność i jakość danych wejściowych do modelowania podróży jest niska.
2. Brak jednolitych standardów dot. badań i gromadzenia danych. Brak systematyczności.
3. **Konieczna zmiana sytuacji ze względu na znaczenie wyników badań (i modeli) w procesie inwestycyjnym.**

**Badanie ankietowe na drodze – utracona możliwość ?**



INNOWACYJNOŚĆ

❑ Dane z sondowania pojazdów (PVD) – **11,7 mln podróży**

Tydzień pomiarowy (7 dni)	Daty pomiarów
okres zimowy	1 - 7 luty 2016
okres wiosenny	18 - 24 kwiecień 2016
długi weekend majowy	28 kwiecień - 4 maj 2016
okres letni	18 - 24 lipiec 2016
długi weekend w sierpniu	11 - 17 sierpień 2016
okres jesienny	14 - 20 listopad 2016



**80 tys. pojazdów z GPS i 275 tys. urządzeń i aplikacji do nawigacji osobistej**

[www.moto.pl](http://www.moto.pl)

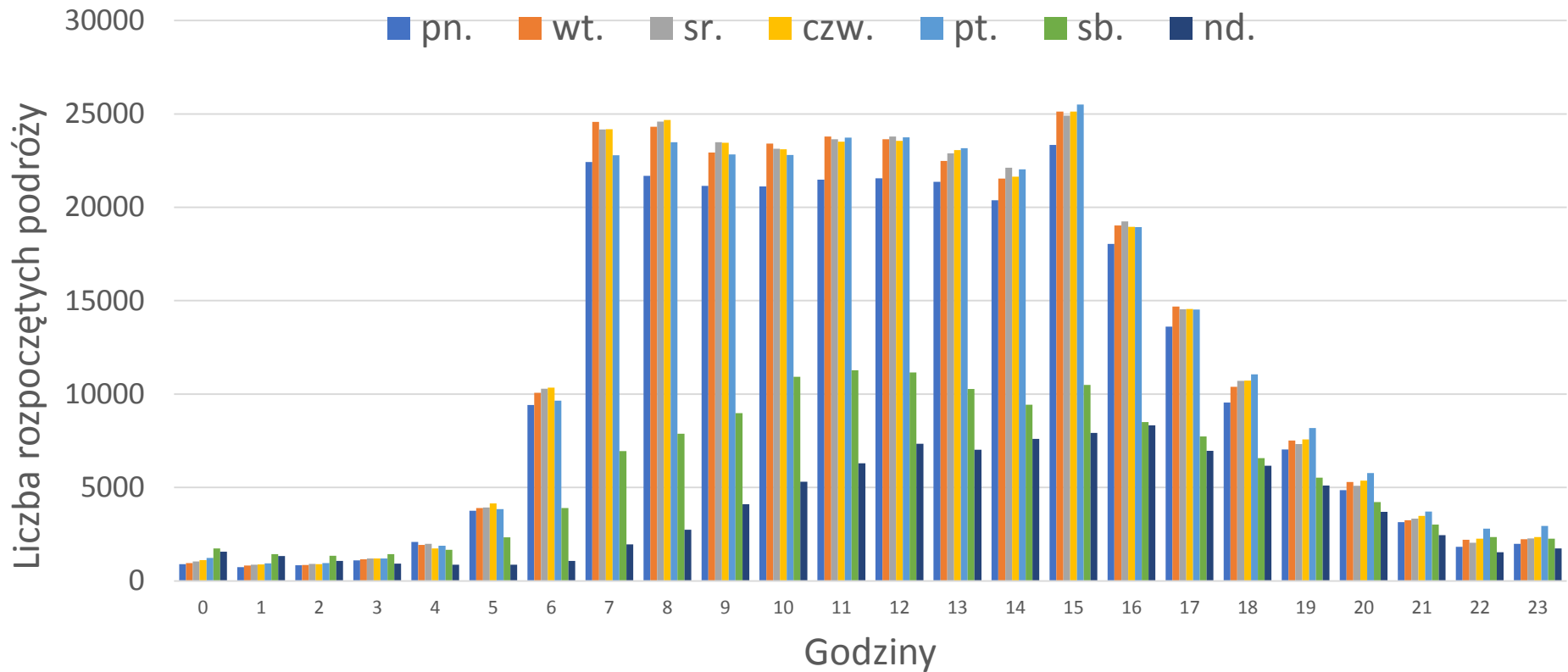
Dane z kart SIM – dane operatora telefonii komórkowej – **192 mln podróży**

Tydzień pomiarowy (7 dni)	Daty pomiarów
okres zimowy	6 - 8 luty 2017
okres wiosenny	10 - 16 kwiecień 2017
długi weekend majowy	28 kwiecień - 4 maj 2017
okres letni	18 - 24 lipiec 2016
długi weekend w sierpniu	11 - 17 sierpień 2016
okres jesienny	14 - 20 listopad 2016



[www.tvn24bis.pl](http://www.tvn24bis.pl)

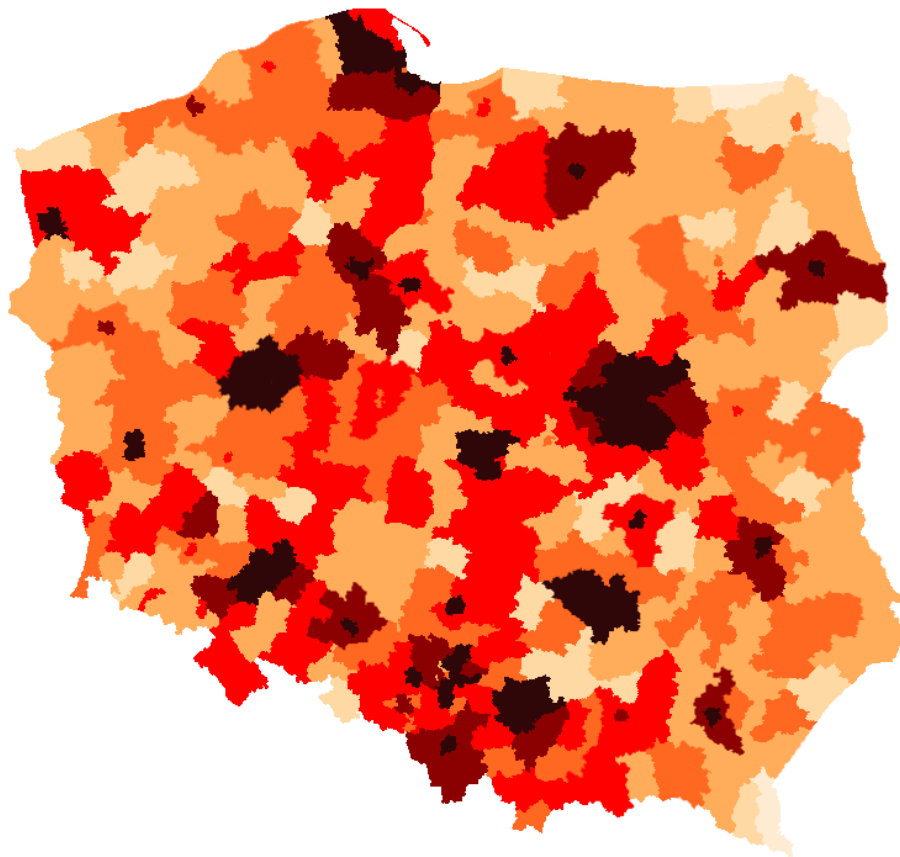
# NOWE ŹRÓDŁA DANYCH



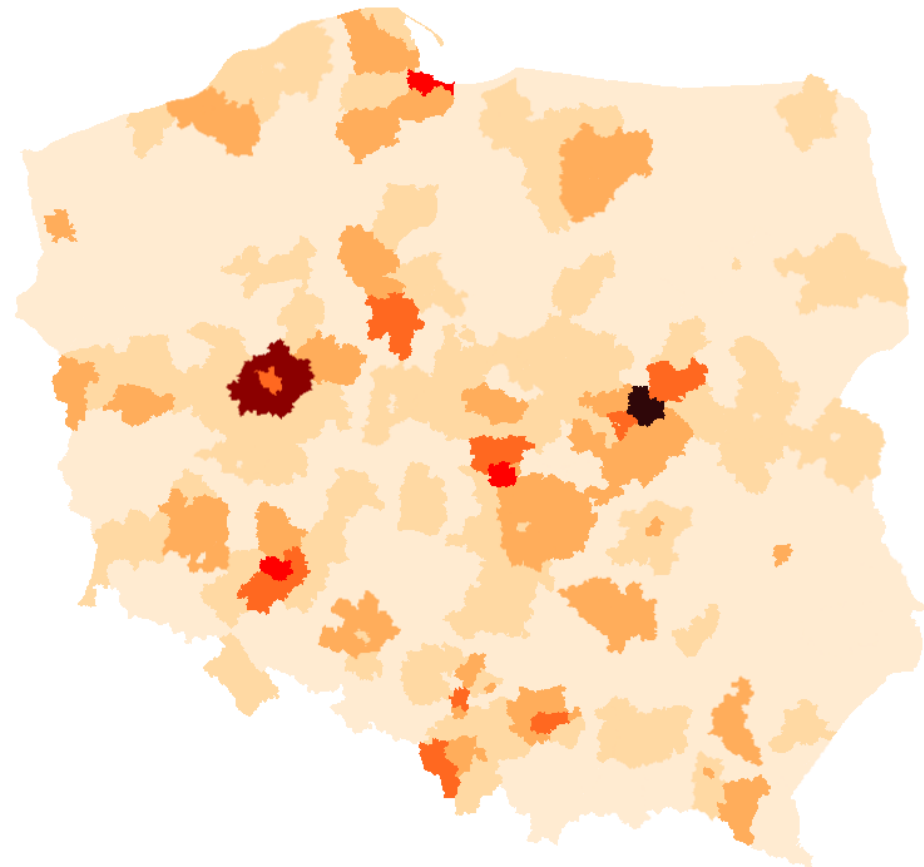
Rozkład liczby podróży (rozpoczętych) samochodami osobowymi w ciągu 24 godzin w wybranym dniu zimowym w roku 2016

## Dobowy potencjał powiatów- dzień roboczy, w okresie wiosennym

*Samochody osobowe*

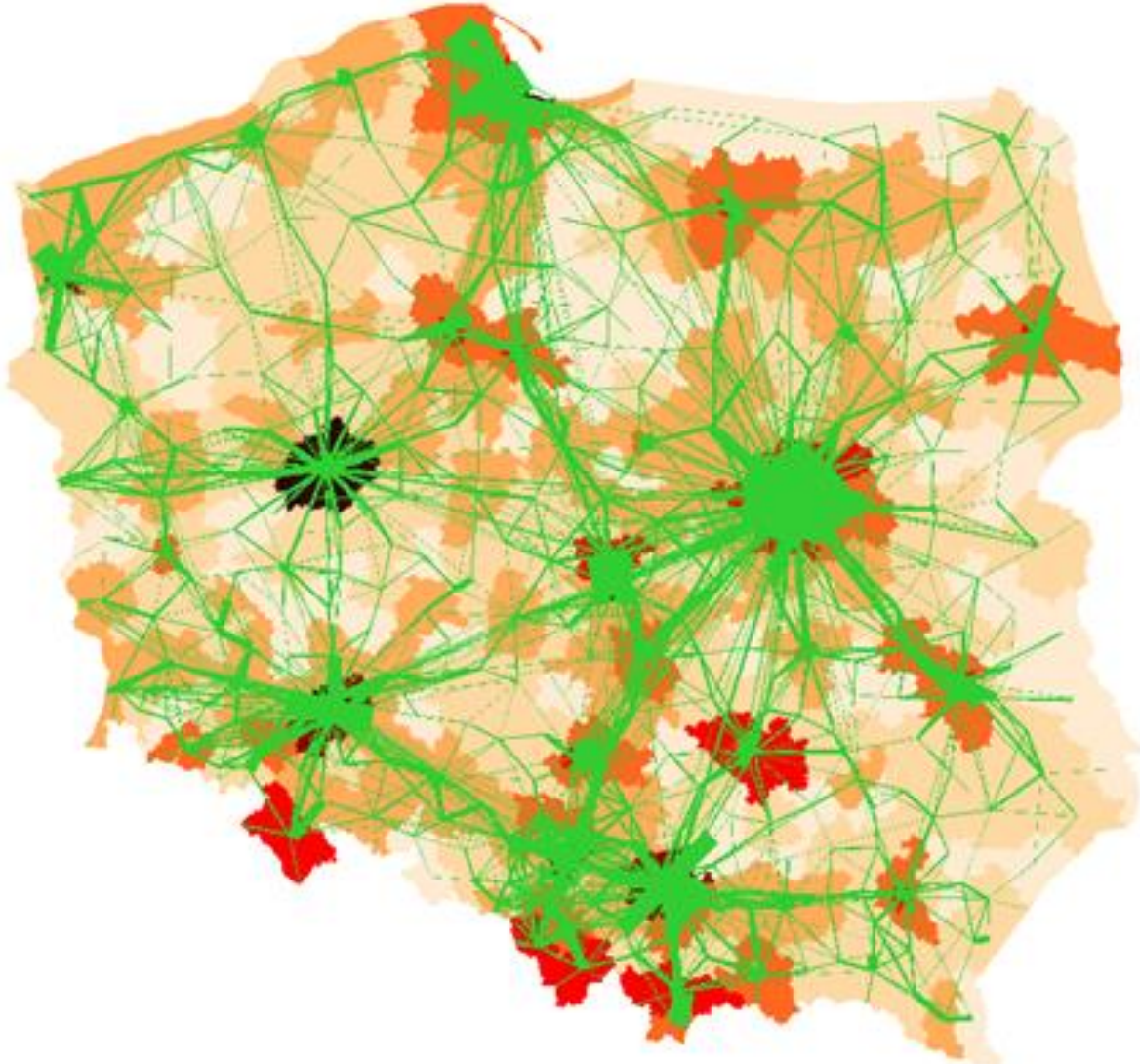


*Samochody ciężarowe*



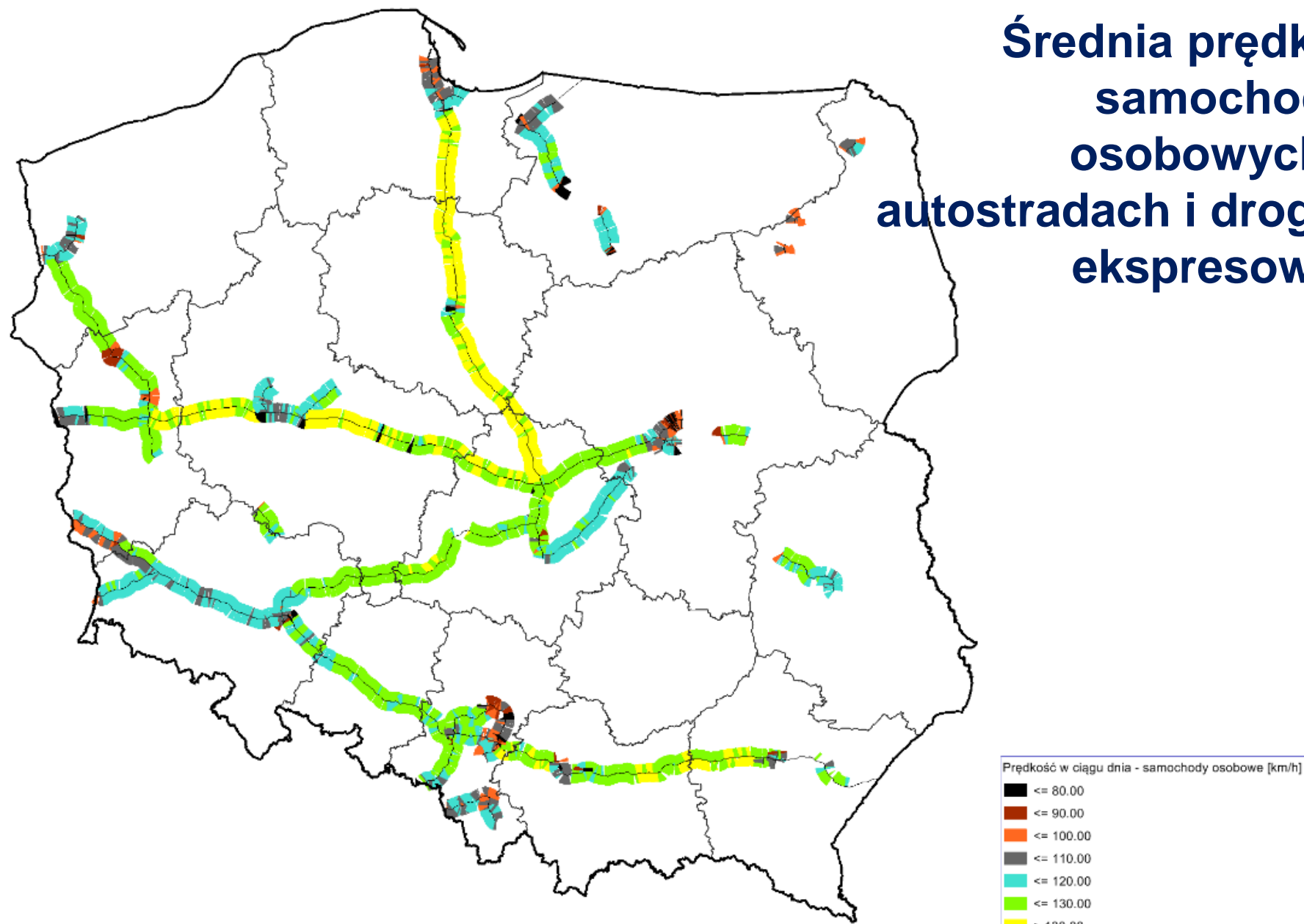
Dobowa więźba przemieszczeń na tle potencjału powiatów (rozpoczęte podróże)

**Długi weekend majowy 03.05.2016** – samochody osobowe



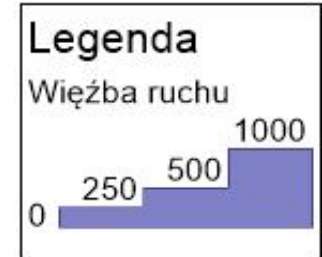
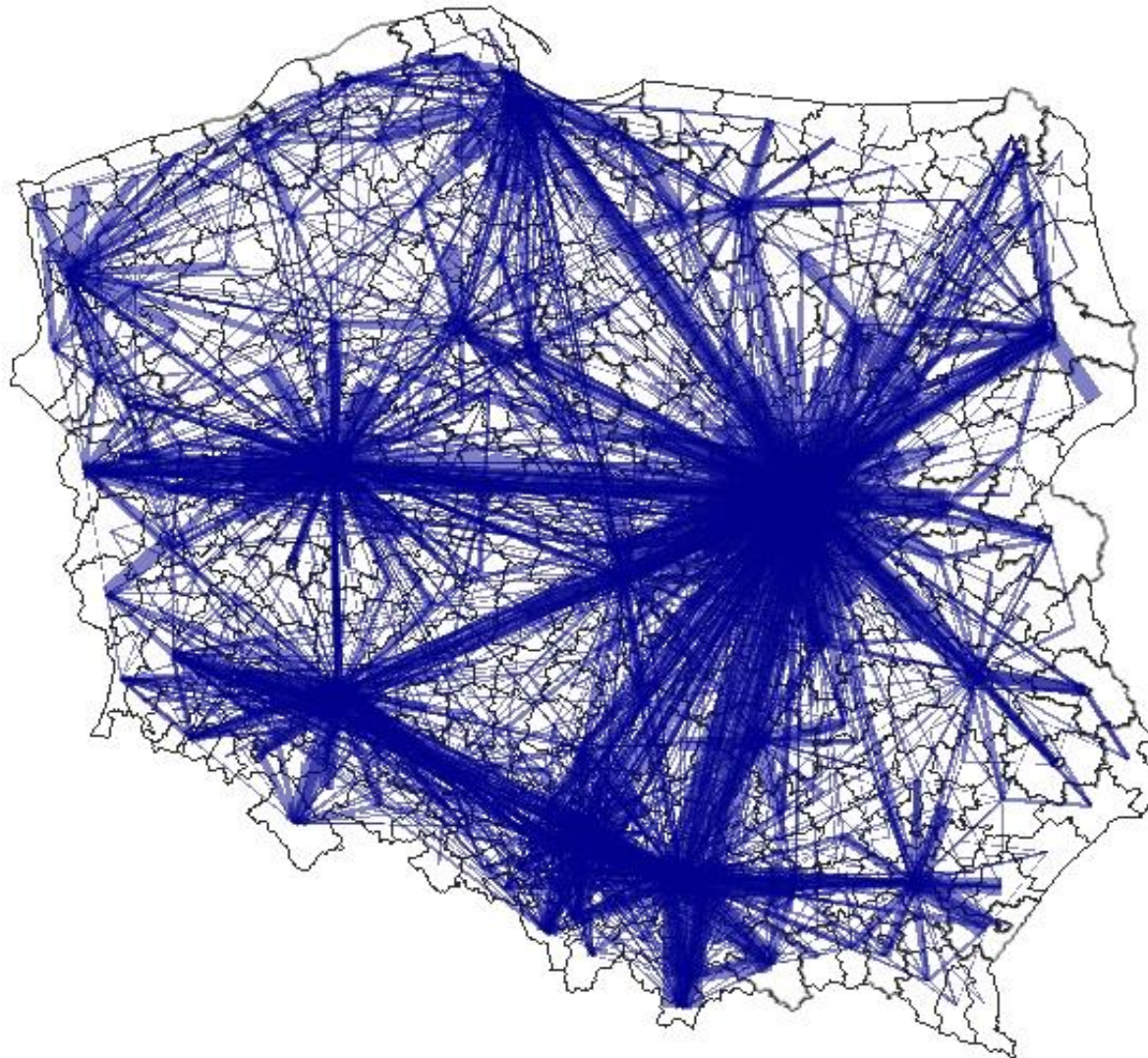


## Średnia prędkość samochodów osobowych na autostradach i drogach ekspresowych

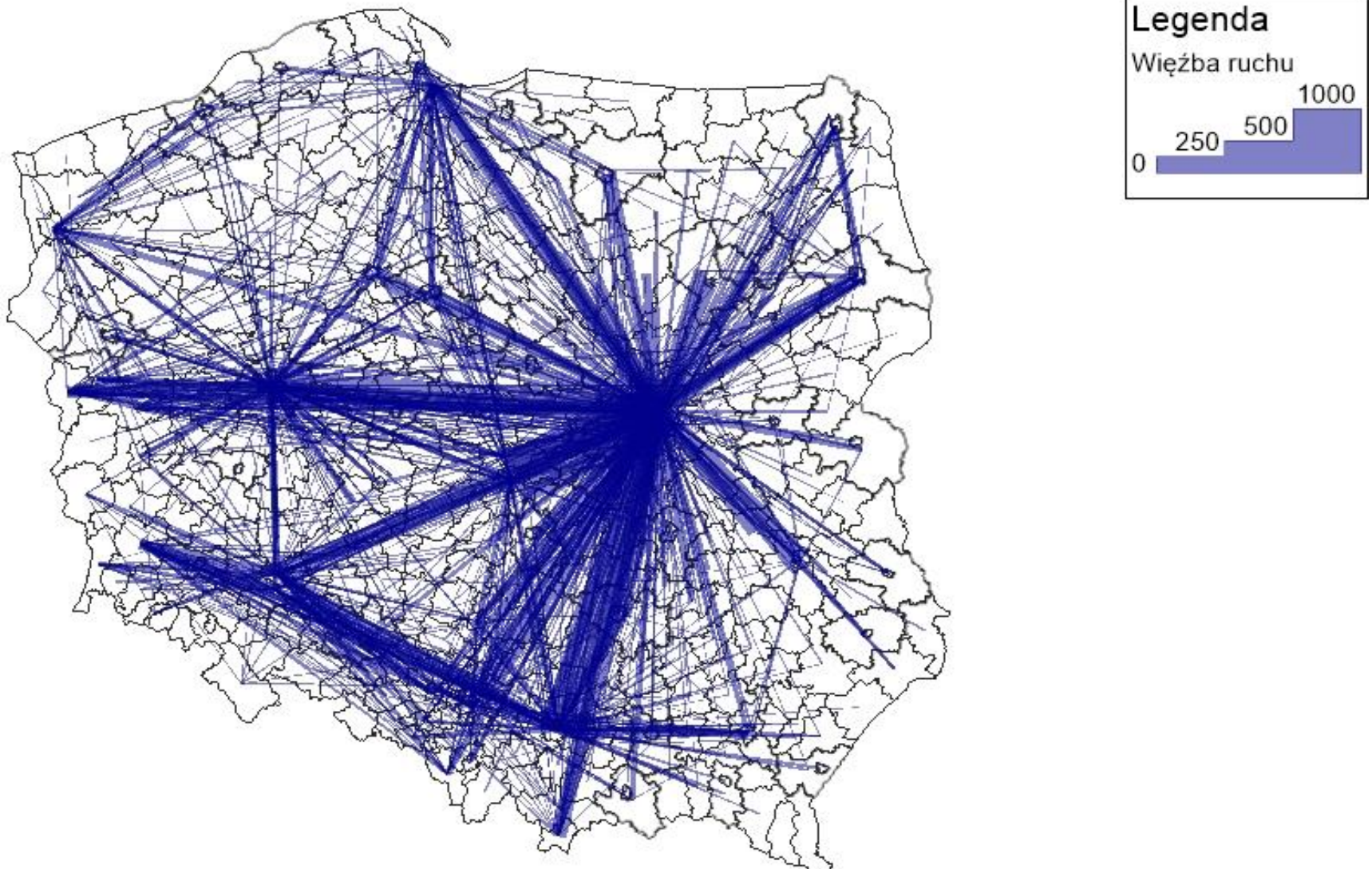




Więźba przemieszczeń kart sim w ciągu doby (> 50km), dzień roboczy, w okresie zimowym. Podróże wewnątrz kraju



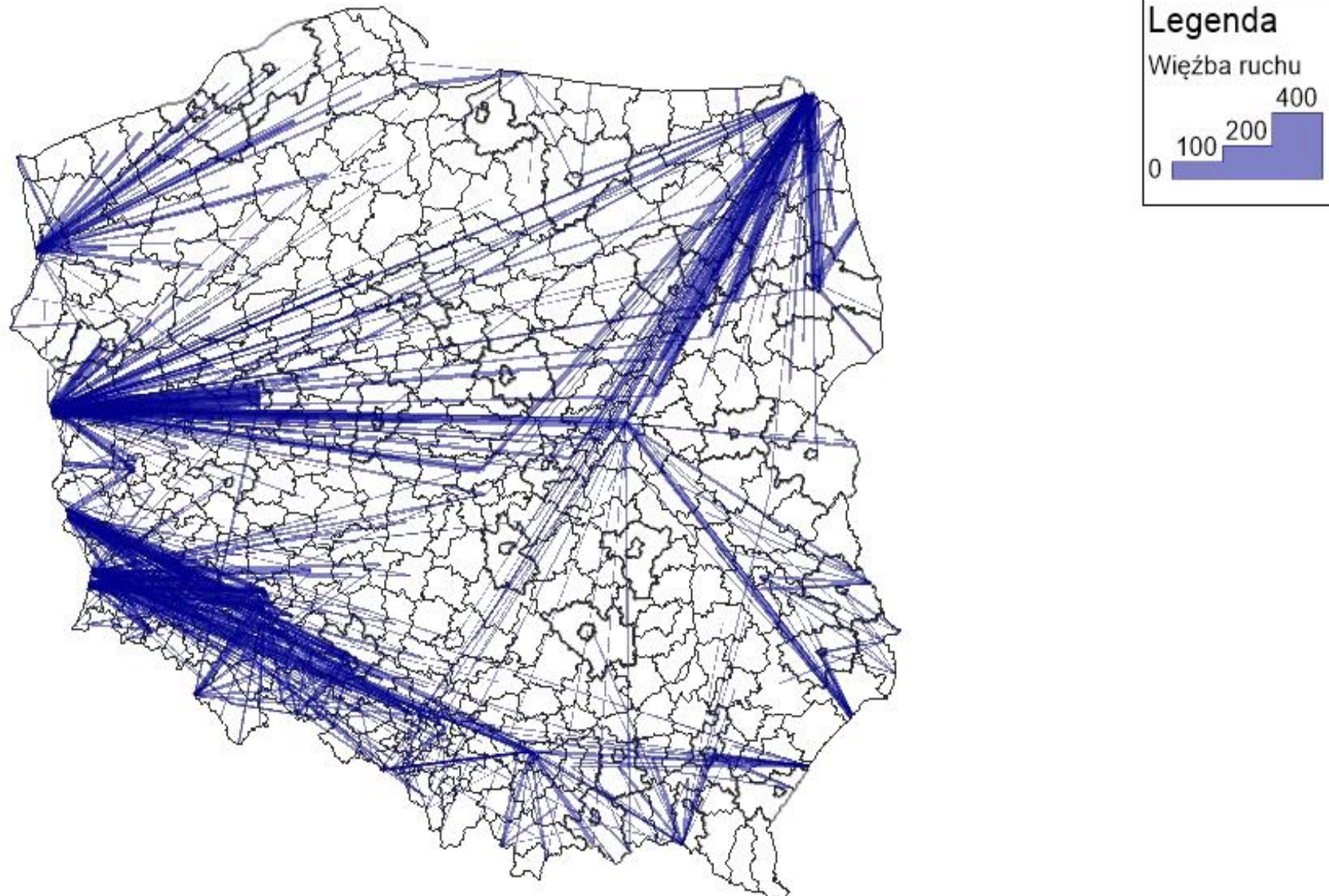
Wieżba przemieszczeń kart sim w ciągu doby (> 100km), dzień roboczy, w okresie zimowym. Podróże wewnątrz kraju



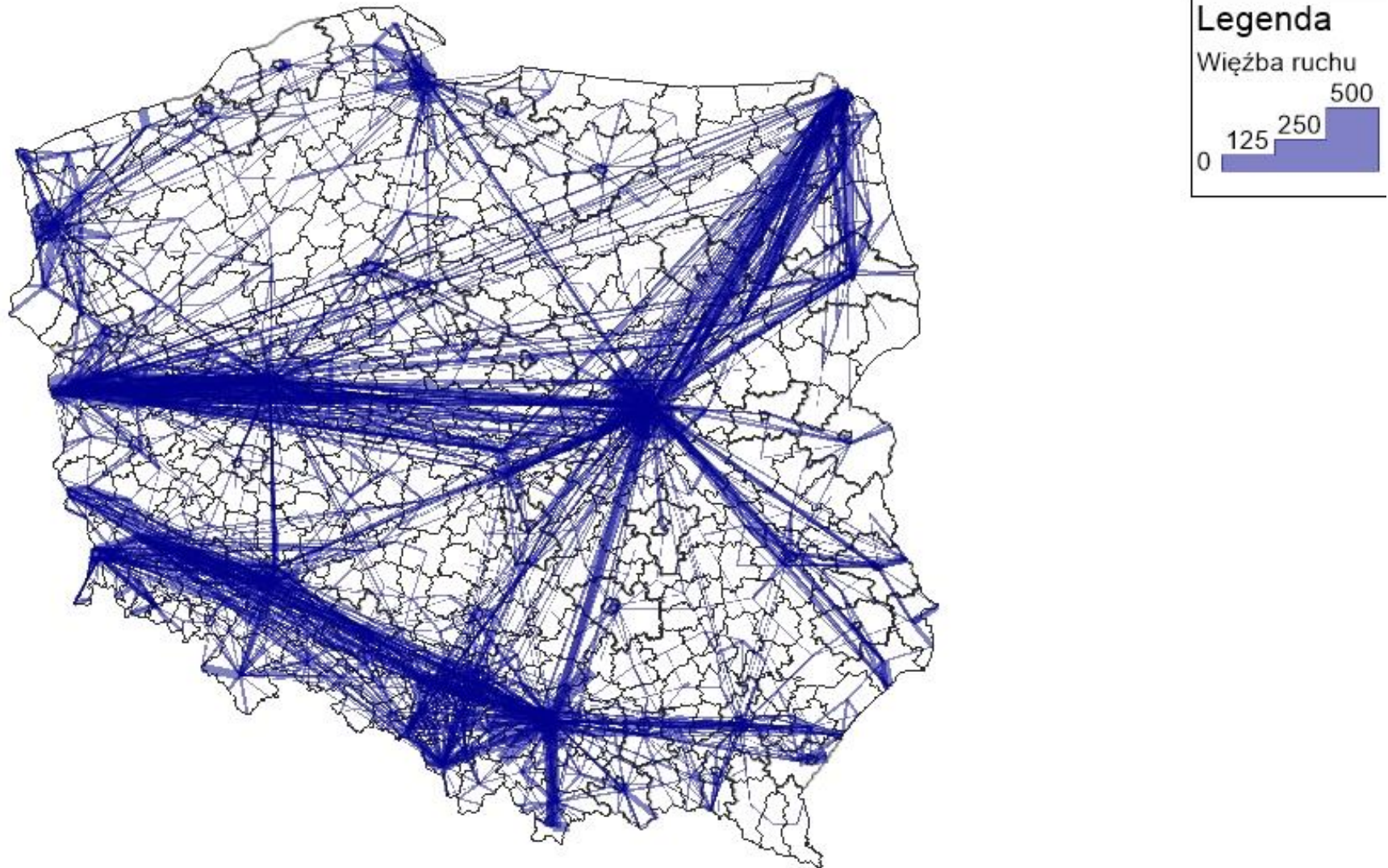


# NOWE ŹRÓDŁA DANYCH

Więźba przemieszczeń (> 50km) związanych z **przejściami granicznymi**, dzień roboczy, w okresie zimowym.

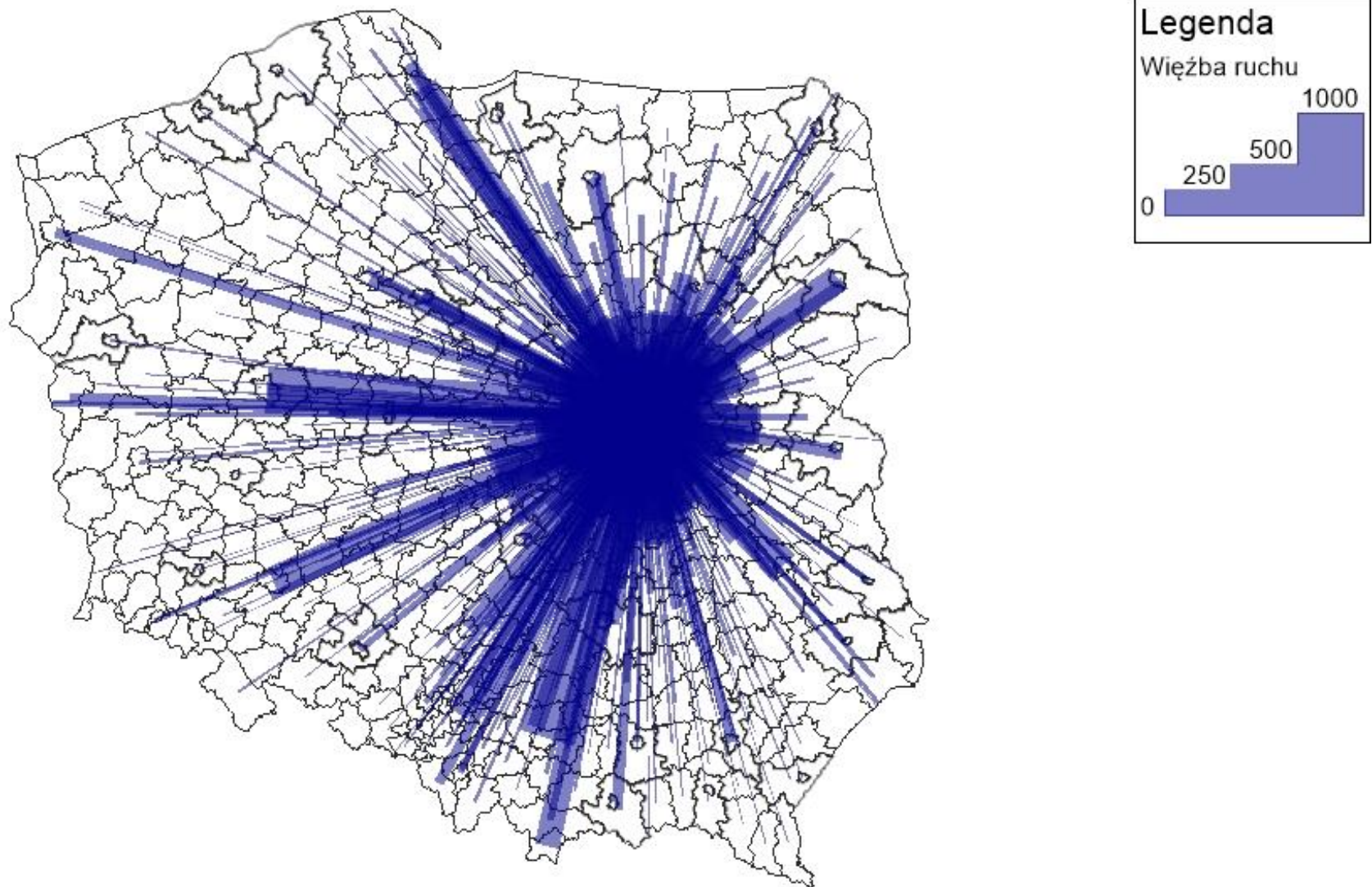


Wieżba przemieszczeń kart sim w ciągu doby w dzień roboczy, w okresie zimowym - abonenci zagraniczni (roaming)





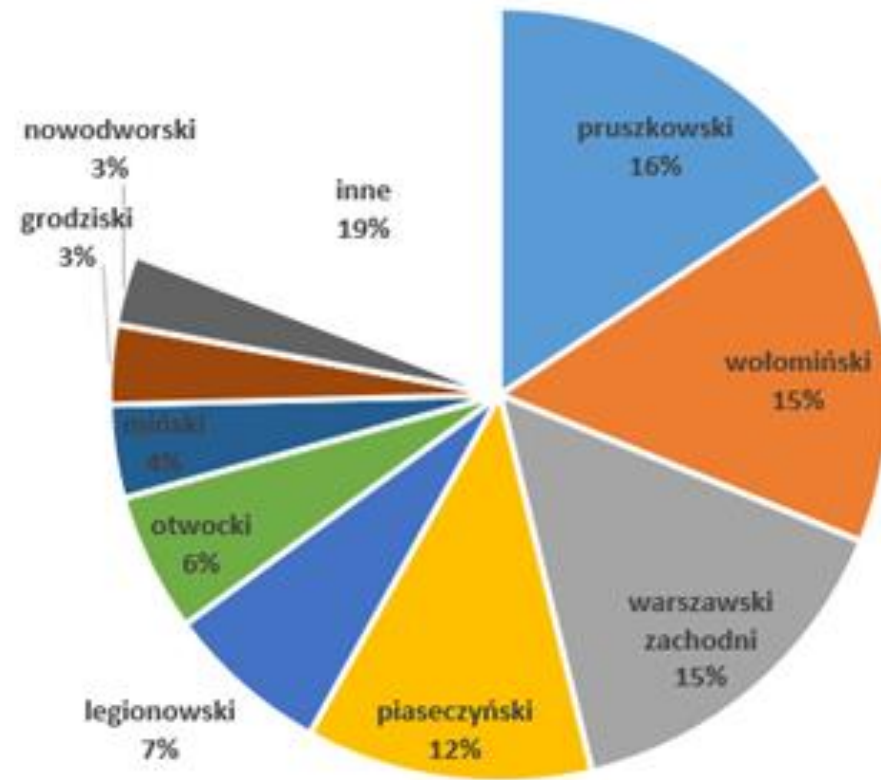
Więźba przemieszczeń związanych z Warszawą, dzień roboczy, w okresie zimowym



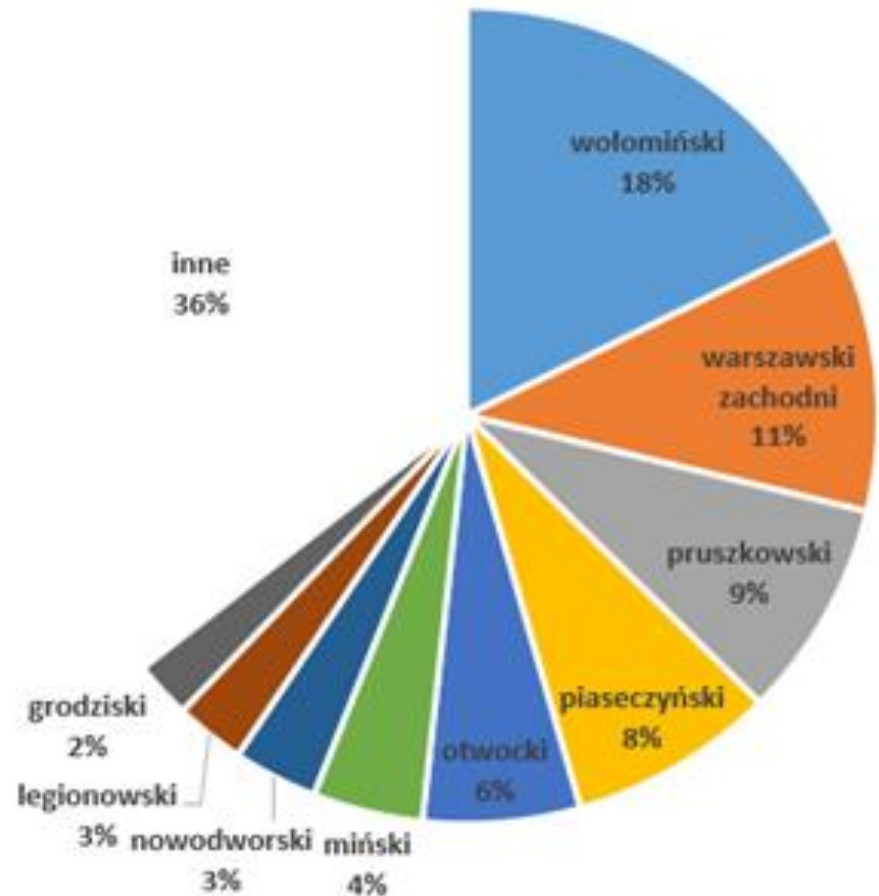
# NOWE ŹRÓDŁA DANYCH

Struktura podróży generowanych w ciągu doby w dzień powszedni z W-wy do powiatów

samochody osobowe

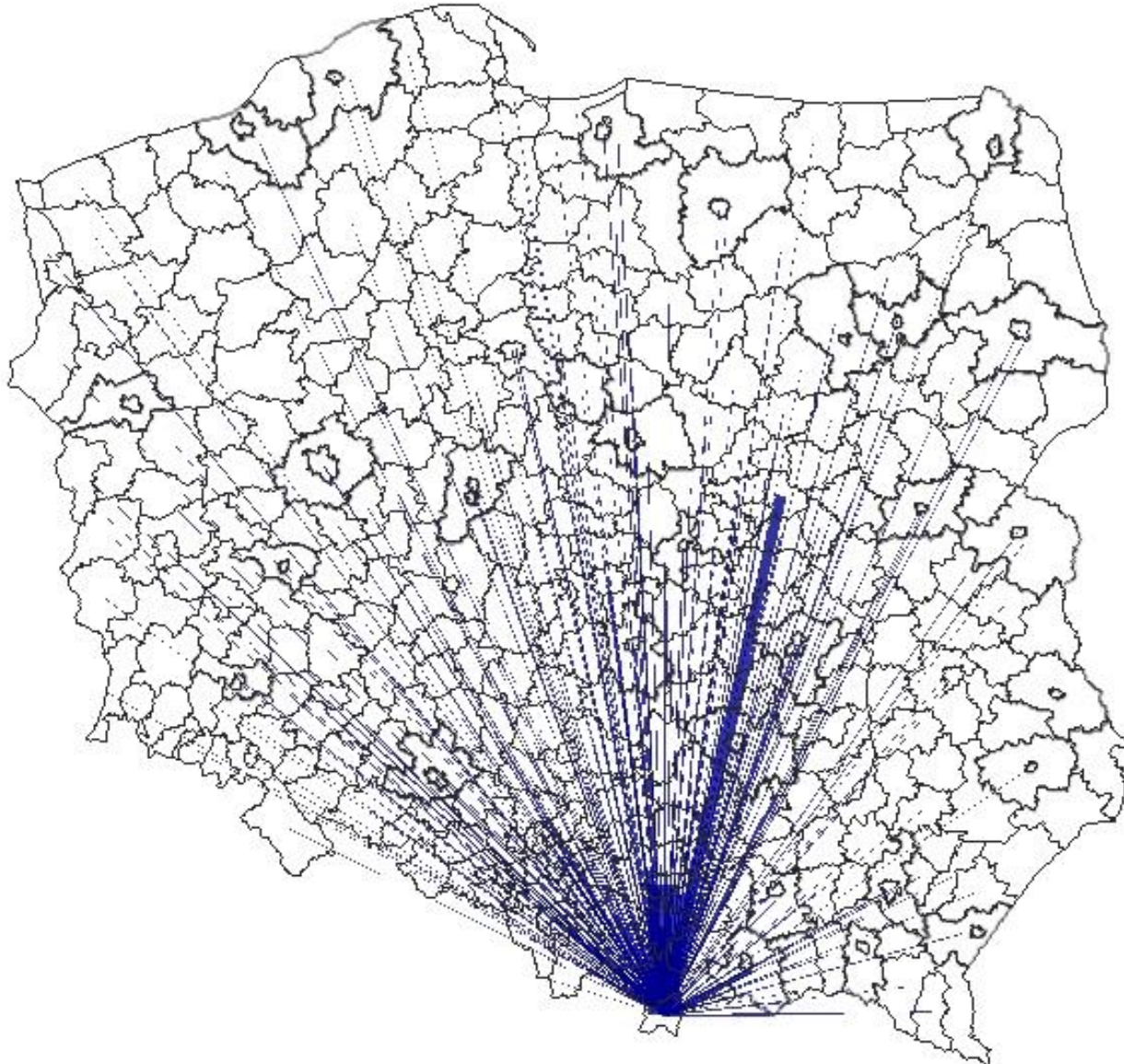


samochody ciężarowe

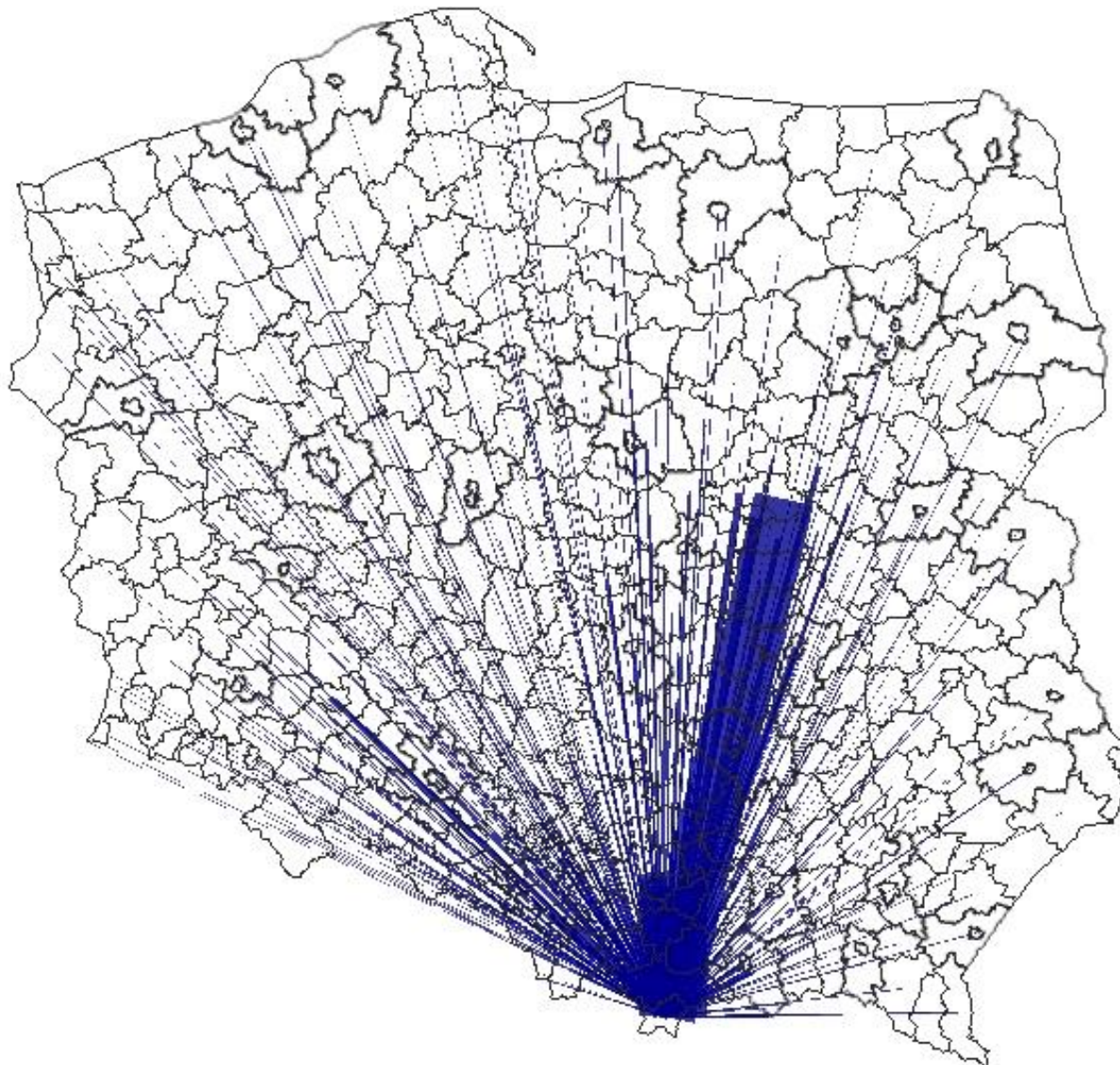




Sezonowość – Zakopane **3 lutego 2016 (środa)**

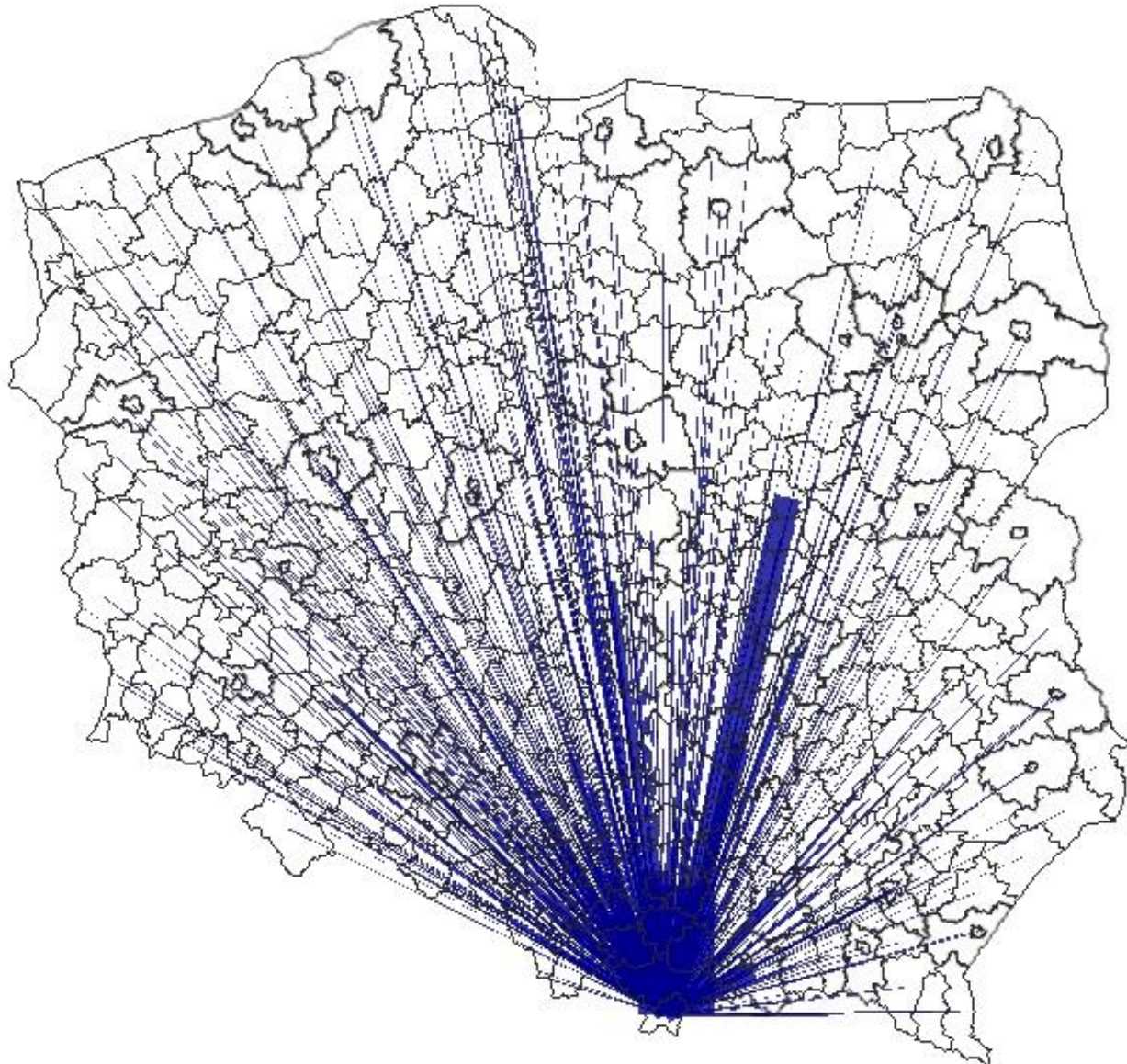


Sezonowość – Zakopane **7 lutego 2016 – powroty z ferii (niedziela)**

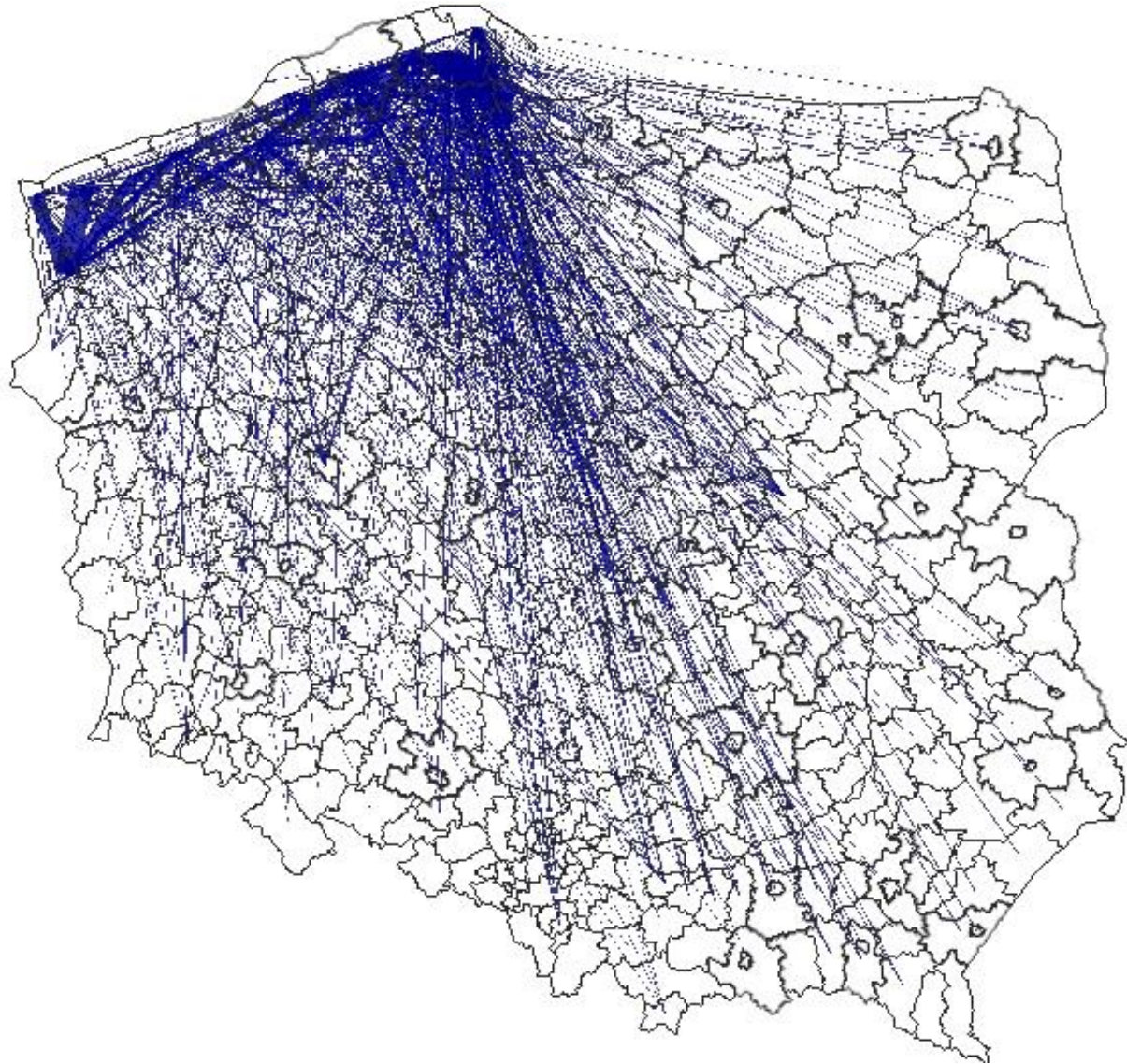




Sezonowość – Zakopane **15 sierpnia 2016**

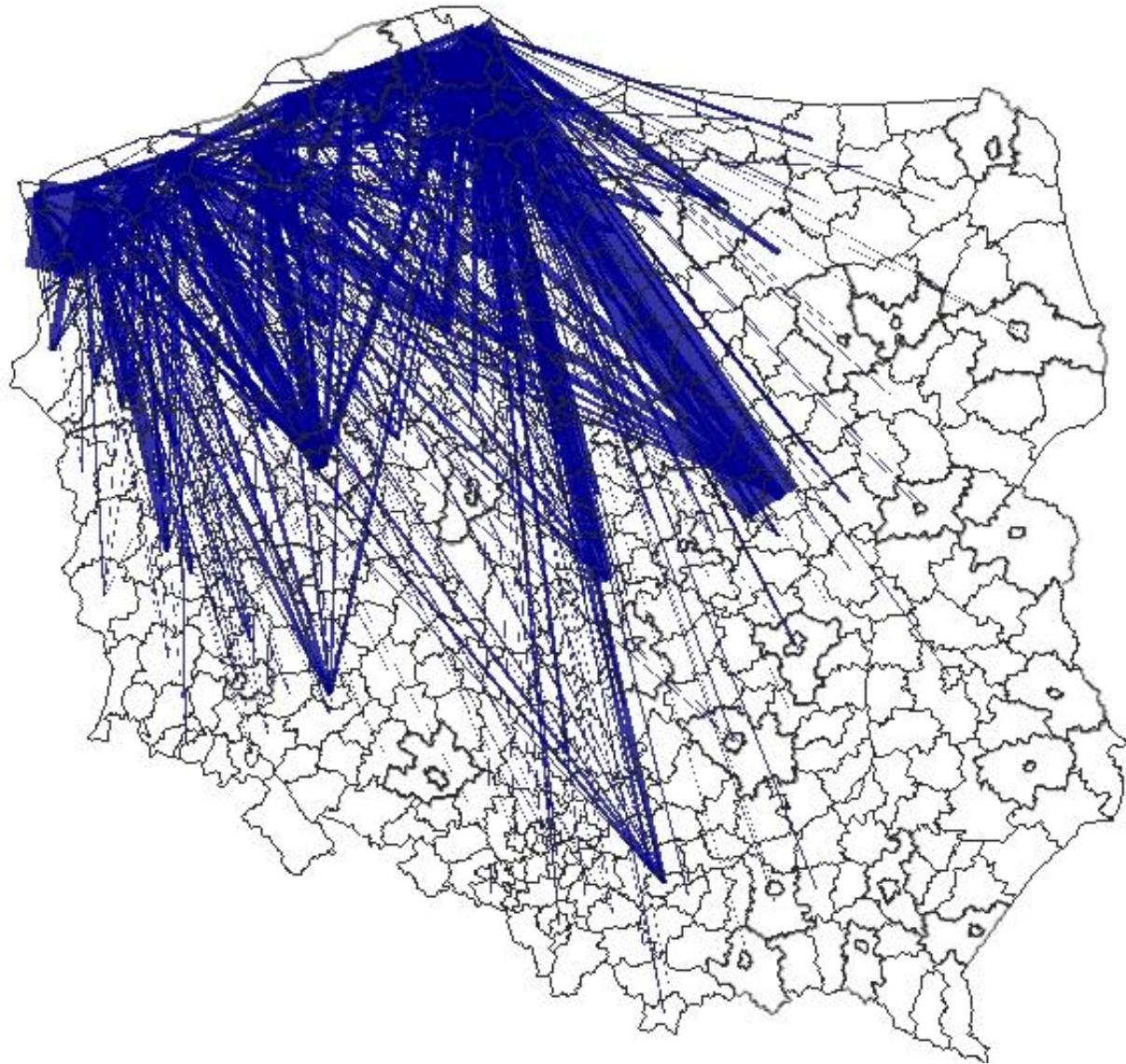


Sezonowość – Wybrzeże **3 lutego 2016 (środa)**





Sezonowość – Wybrzeże **15 sierpnia 2016**

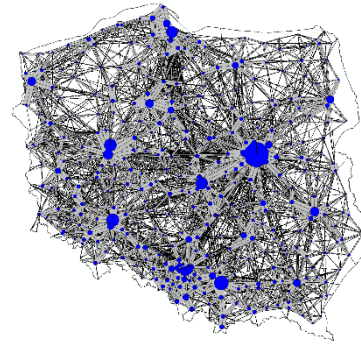


Wykorzystanie Big Data  
(sondowanie pojazdów)

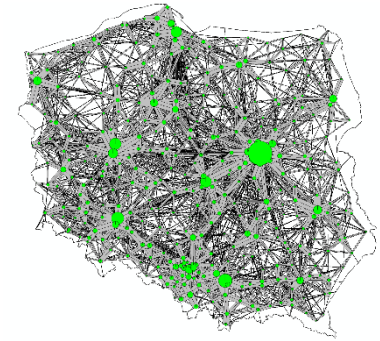


Analiza kierunków i  
długości podróży z  
uwzględnieniem  
zmienności sezonowej

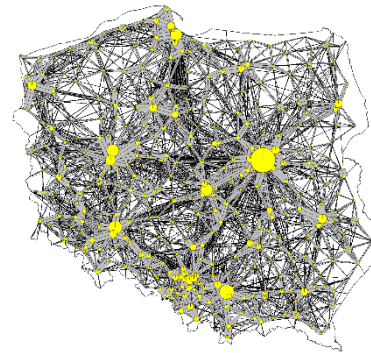
Zima



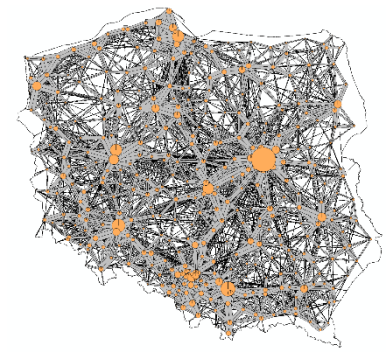
Wiosna



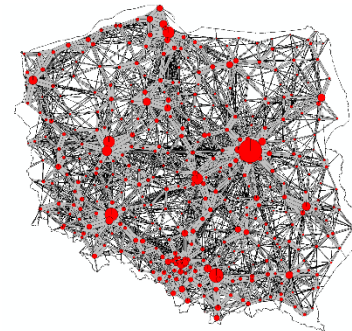
Majówka



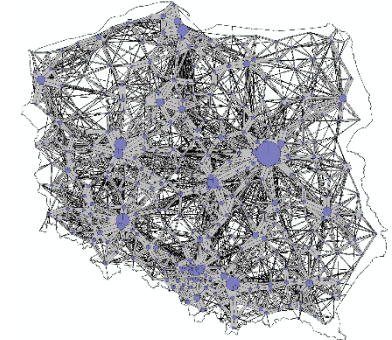
Lato



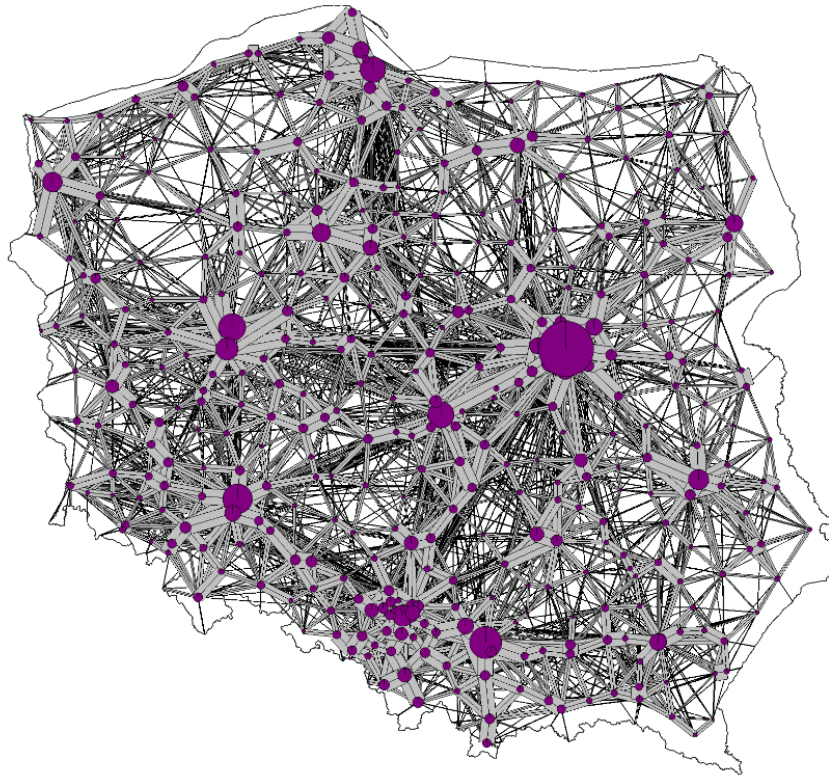
Sierpniówka



Jesień

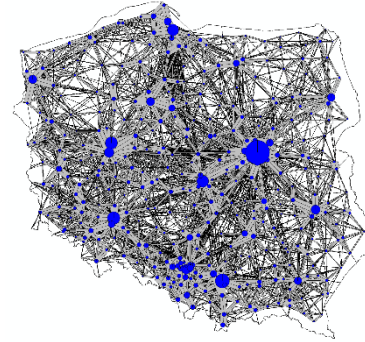




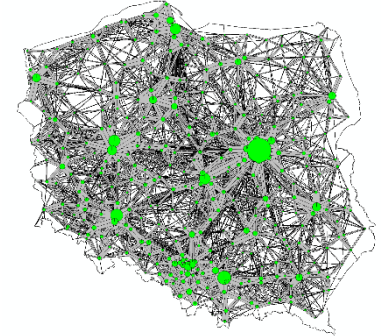


**Średnio-dobowa  
więźba podróży -  
samochody osobowe**

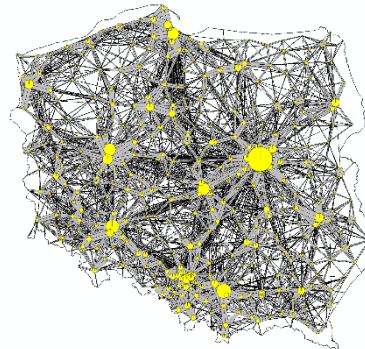
Zima



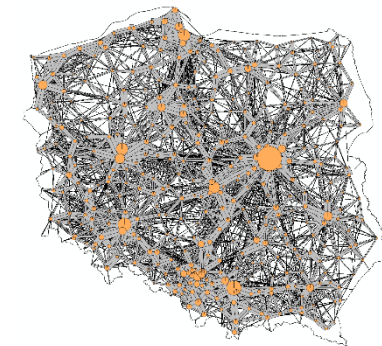
Wiosna



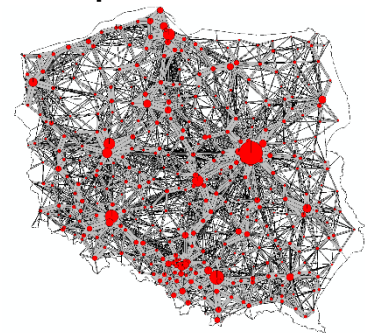
Majówka



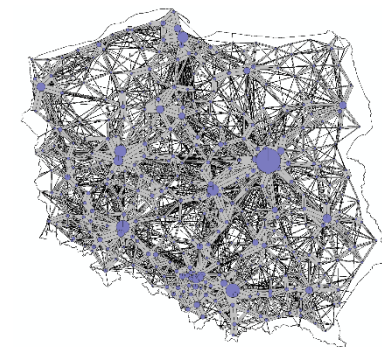
Lato



Sierpniówka

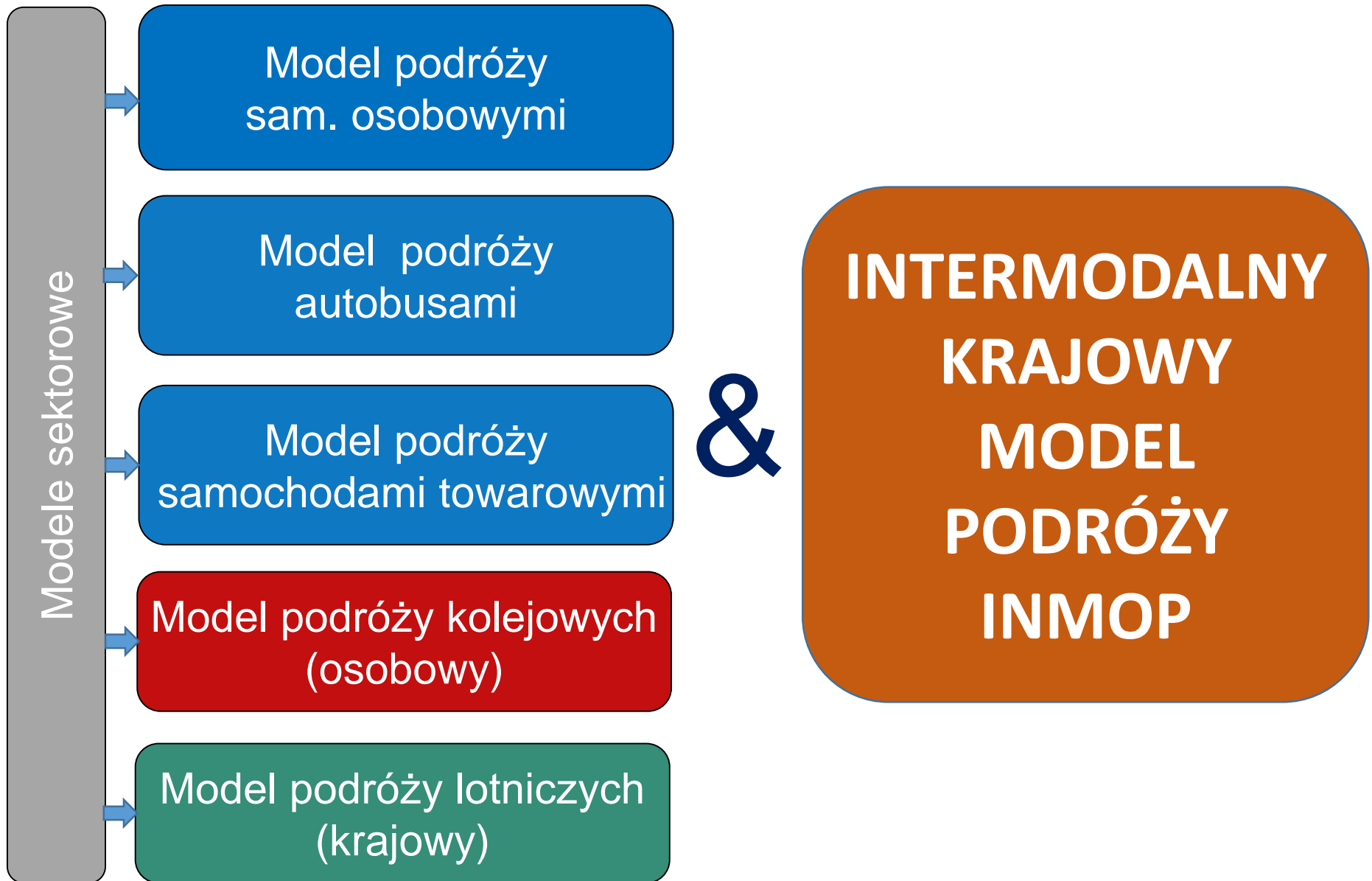


Jesień



1. **Obiecujące efekty wykorzystania Big Data** - automatyzacja zbierania informacji ogranicza błędy popełniane przez człowieka (np. ankietera).
2. Masowość danych i możliwość analizowania rzeczywistych rozkładów przestrzennych podróży, prędkości, długości podróży
3. Możliwość korzystania z danych historycznych
4. Możliwość dokonywania systematycznych aktualizacji modeli
5. Nie powinno się tracić z pola widzenia wykonywania okresowych badań transportowych (ankietowych na sieci i w gospodarstwach domowych), traktując ich wyniki jako bazowe dane służące do budowania macierzy, a dane typu Big Data do ich aktualizowania w okresach krótszych (np. raz na rok).

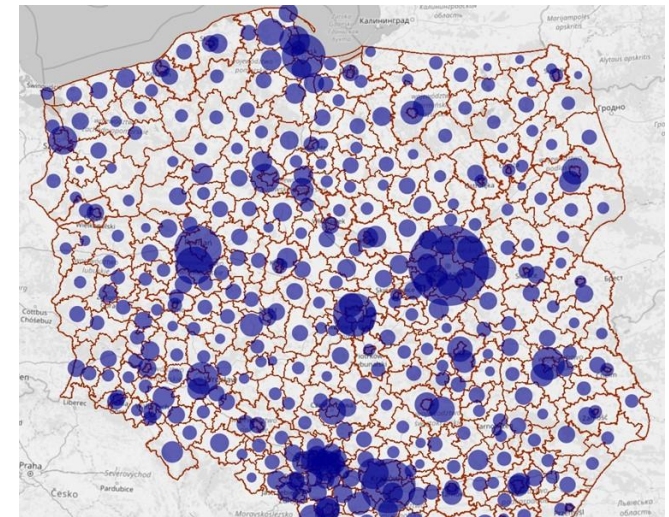
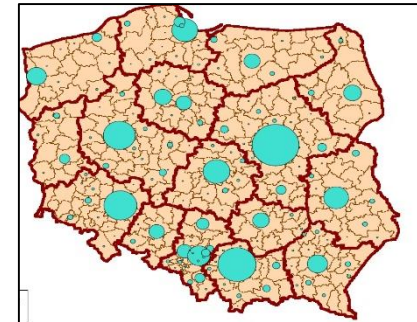
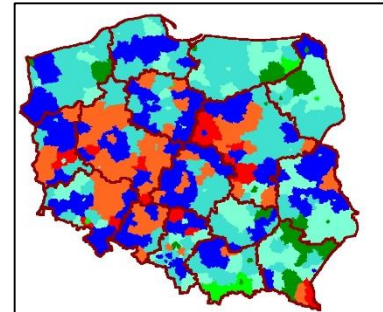
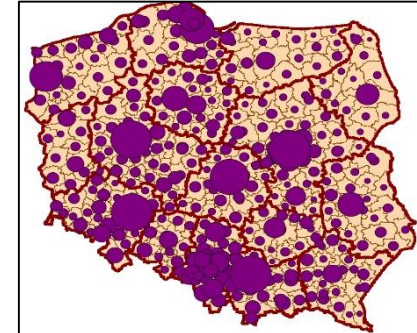
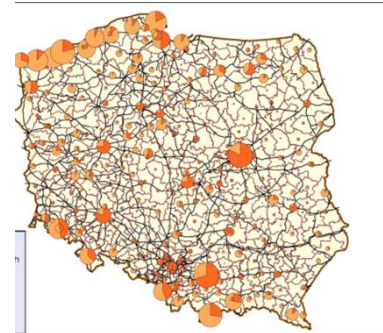
# INTERMODALNY KRAJOWY MODEL RUCHU





## MODEL OBSZARU (rejony komunikacyjne)

- mieszkańcy
- miejsca pracy
- motoryzacja
- PKB
- liczba firm
- miejsca noclegowe



# INTERMODALNY KRAJOWY MODEL RUCHU

## MODEL OBSZARU (rejony komunikacyjne)

- mieszkańcy
- miejsca pracy
- motoryzacja
- PKB
- liczba firm
- miejsca noclegowe

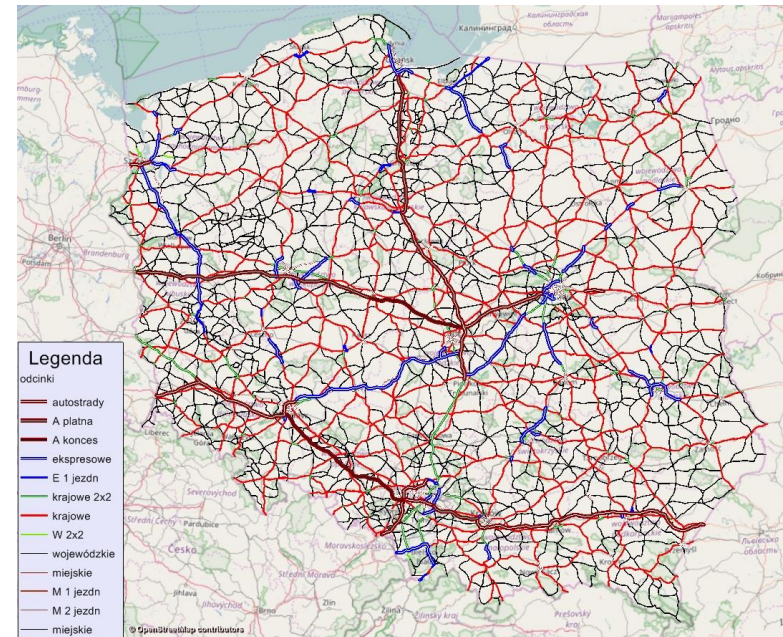


## MODEL SIECI TRANSPORTOWEJ

- drogowej
- kolejowej
- lotniczej



## MODEL ZACHOWAN TRANSPORTOWYCH



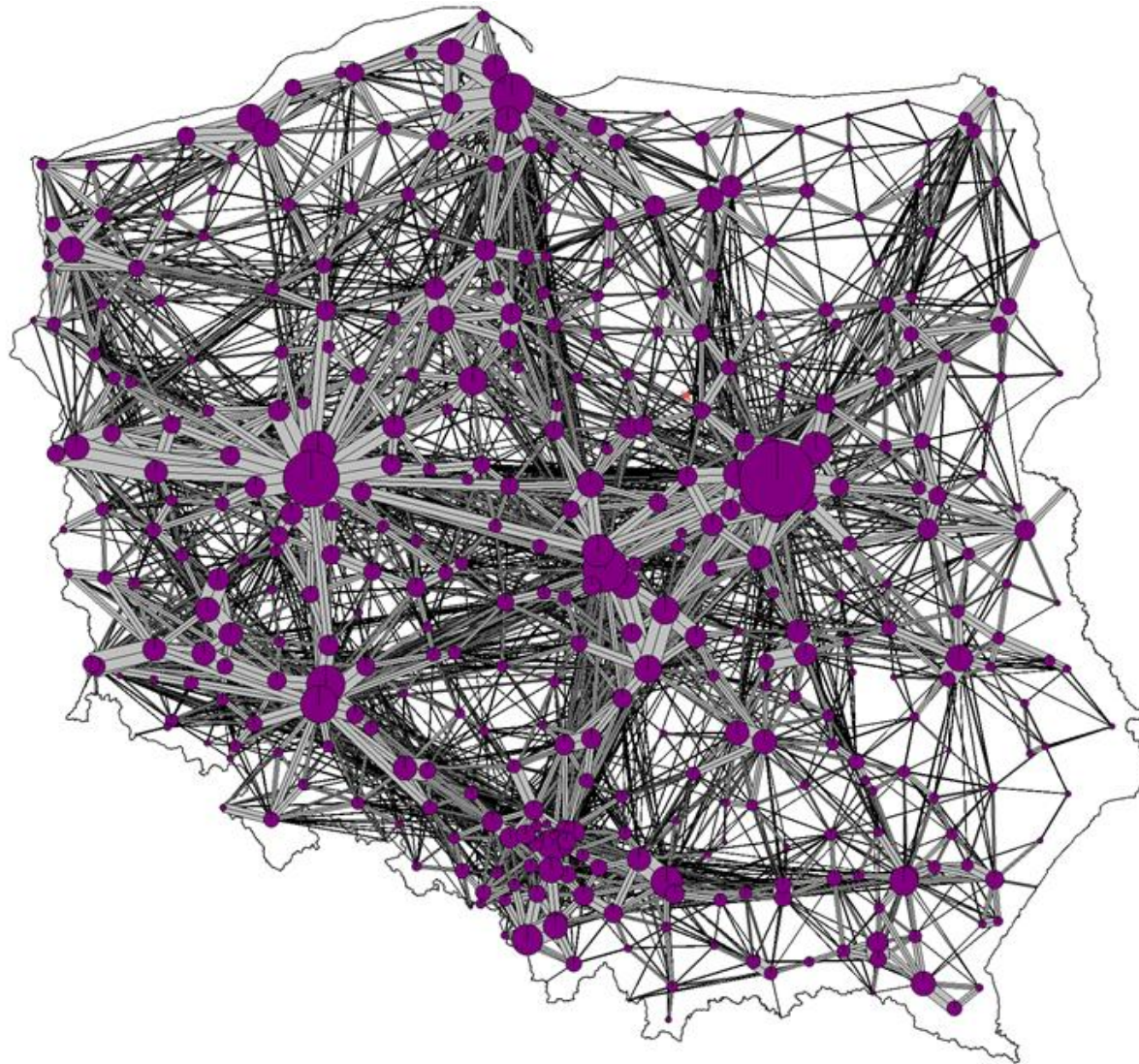
# INTERMODALNY KRAJOWY MODEL RUCHU





# INTERMODALNY KRAJOWY MODEL RUCHU

## Międzypowiatowa więźba ruchu samochodów ciężarowych

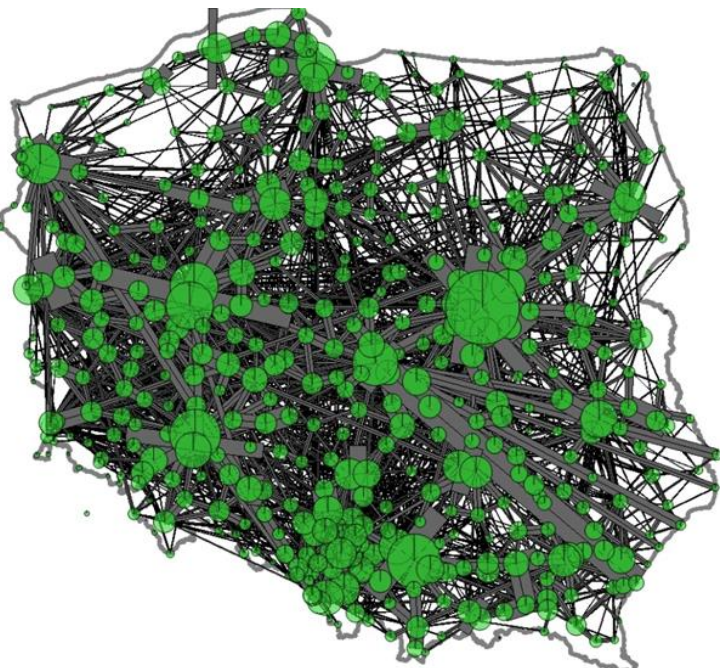
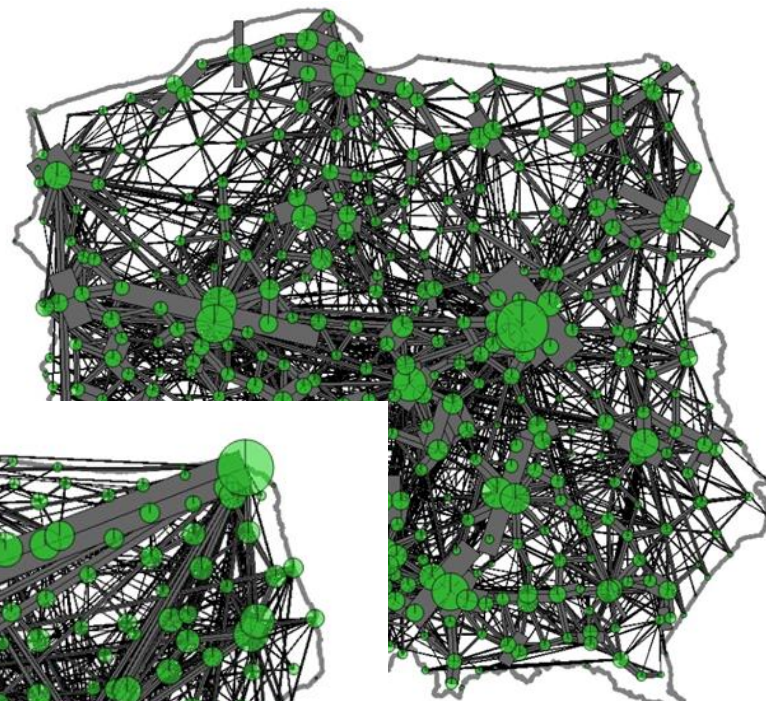


Na podstawie danych z sondowania pojazdów dla średniego dnia w roku

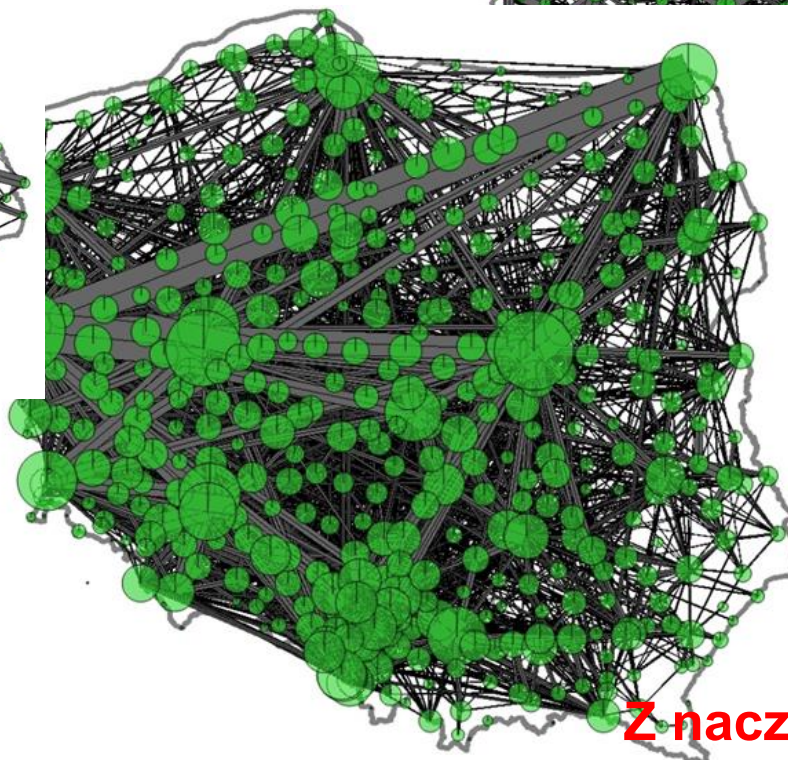


Modelowe macierze ruchu  
samochodów ciężarowych

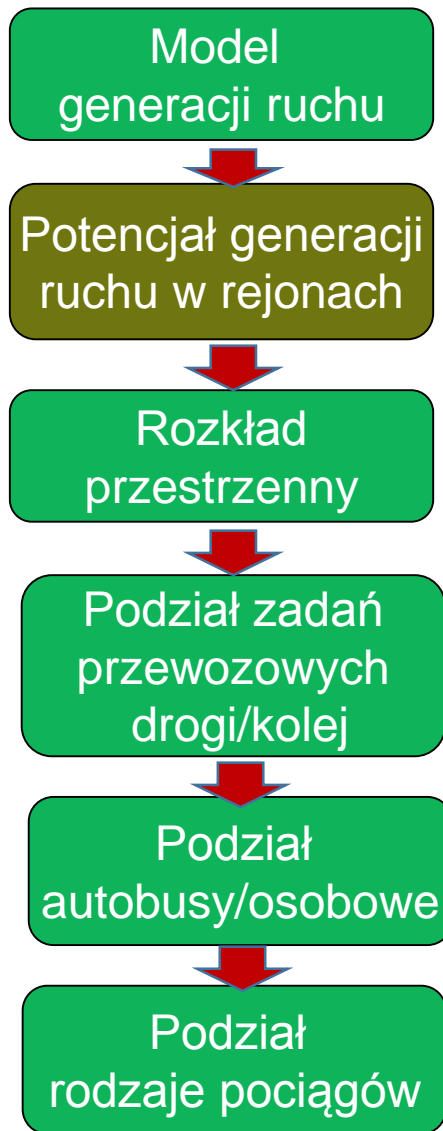
**Bez naczepy DMC >12 ton**



**Bez naczepy DMC <12 ton**

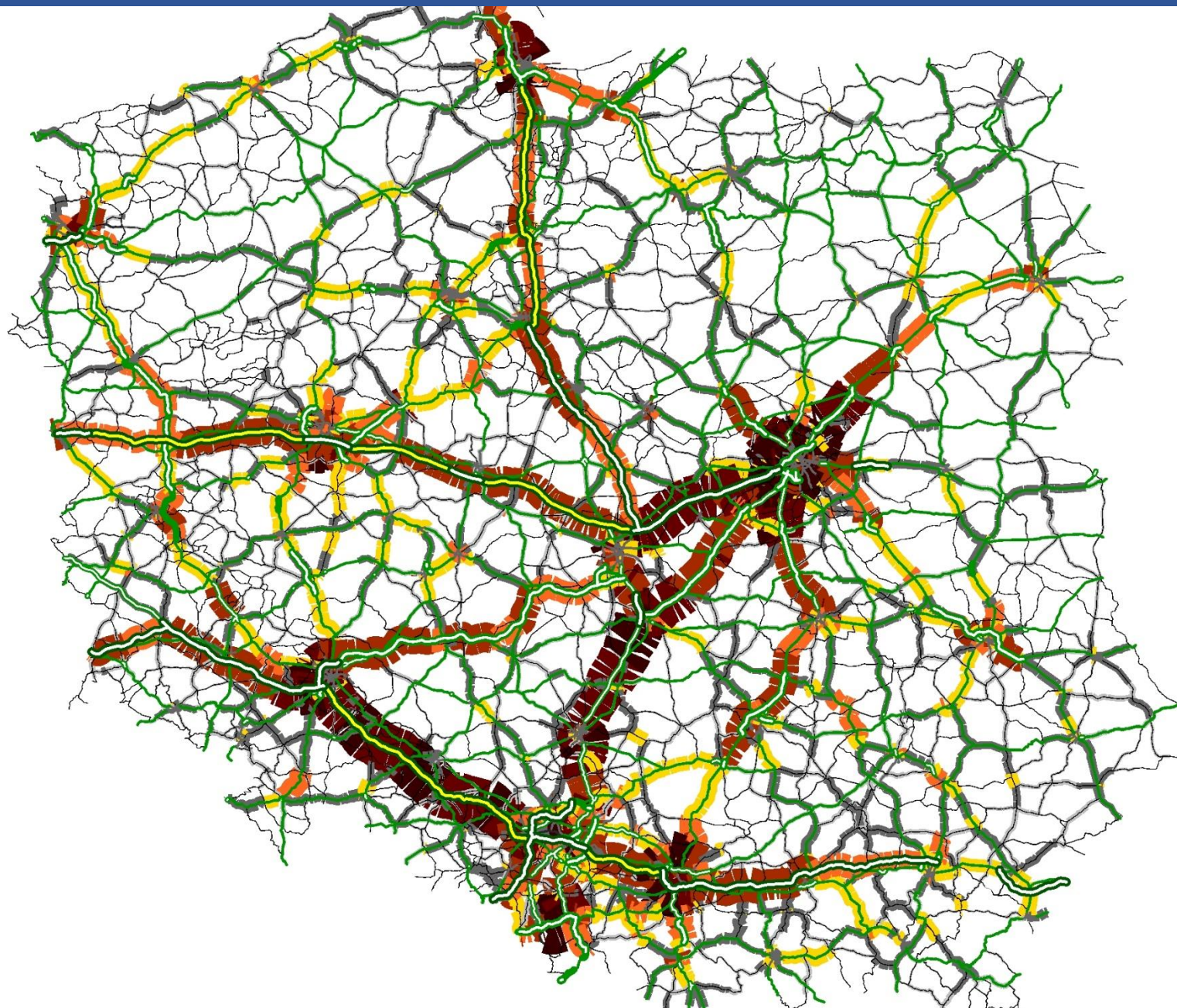


**Z naczepą DMC >12 ton**

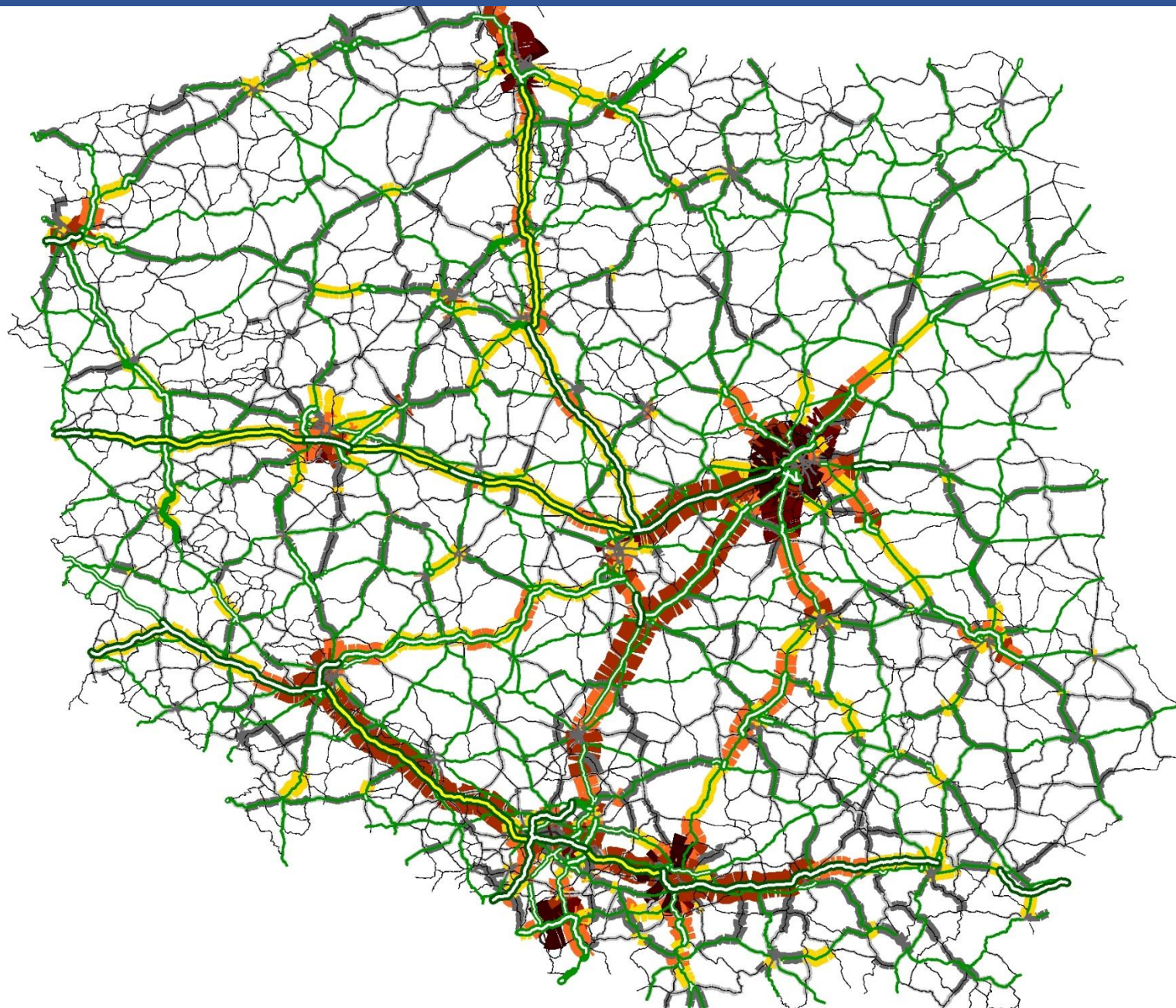


- ☐ Sieć drogowa (stan istniejący/planowana)
- ☐ Sieć kolejowa (stan istniejący/planowana)
- ☐ Liczba mieszkańców w otoczeniu stacji (do 2045)
- ☐ PKB/mieszkańca (do 2045)
- ☐ Wskaźnik motoryzacji (do 2045)
- ☐ Liczba firm w rejonie (do 2045)
- ☐ Liczba miejsc noclegowych w rejonie (do 2045)
- ☐ Liczba pociągów
- ☐ Wskaźnik napełnienia samochodu/autobusy

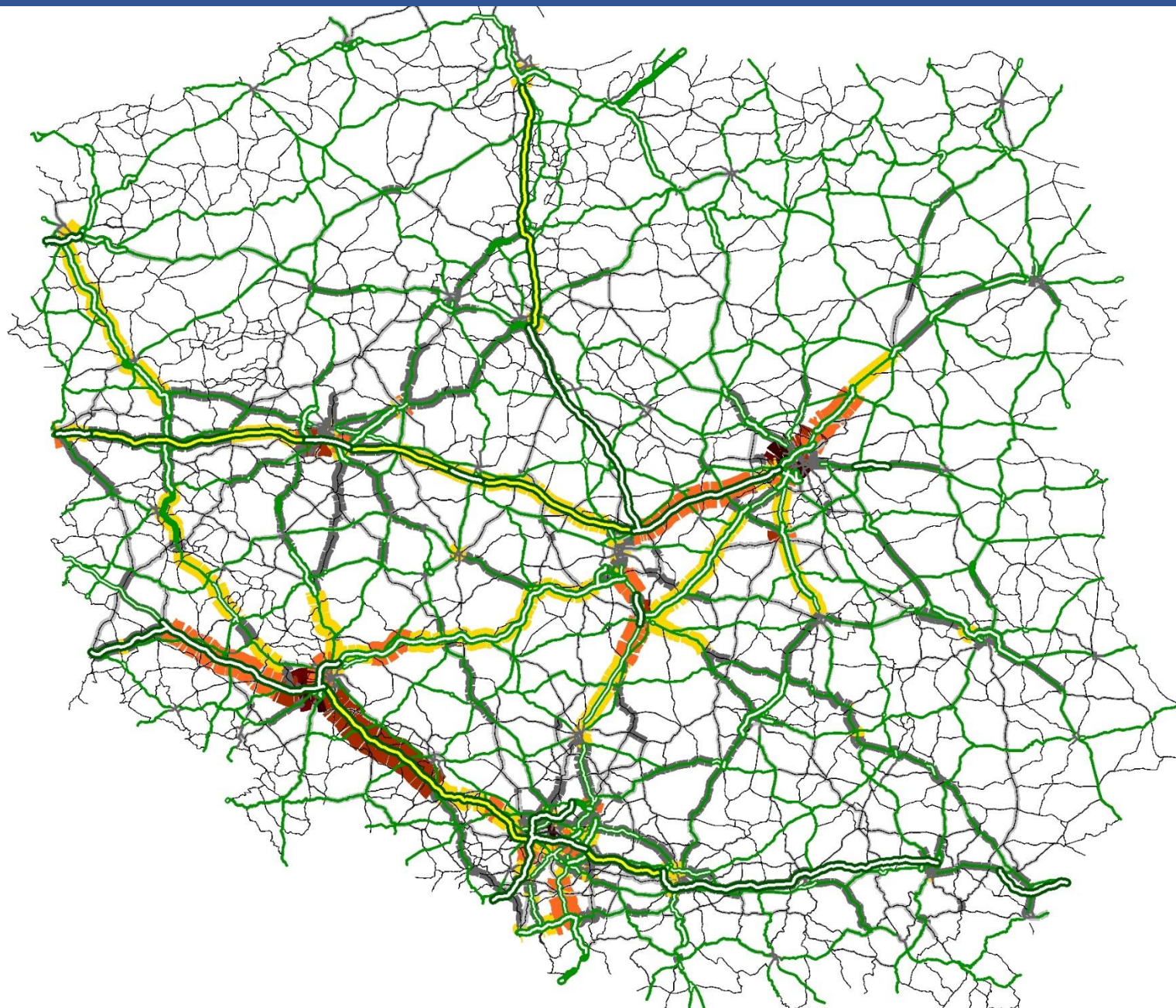




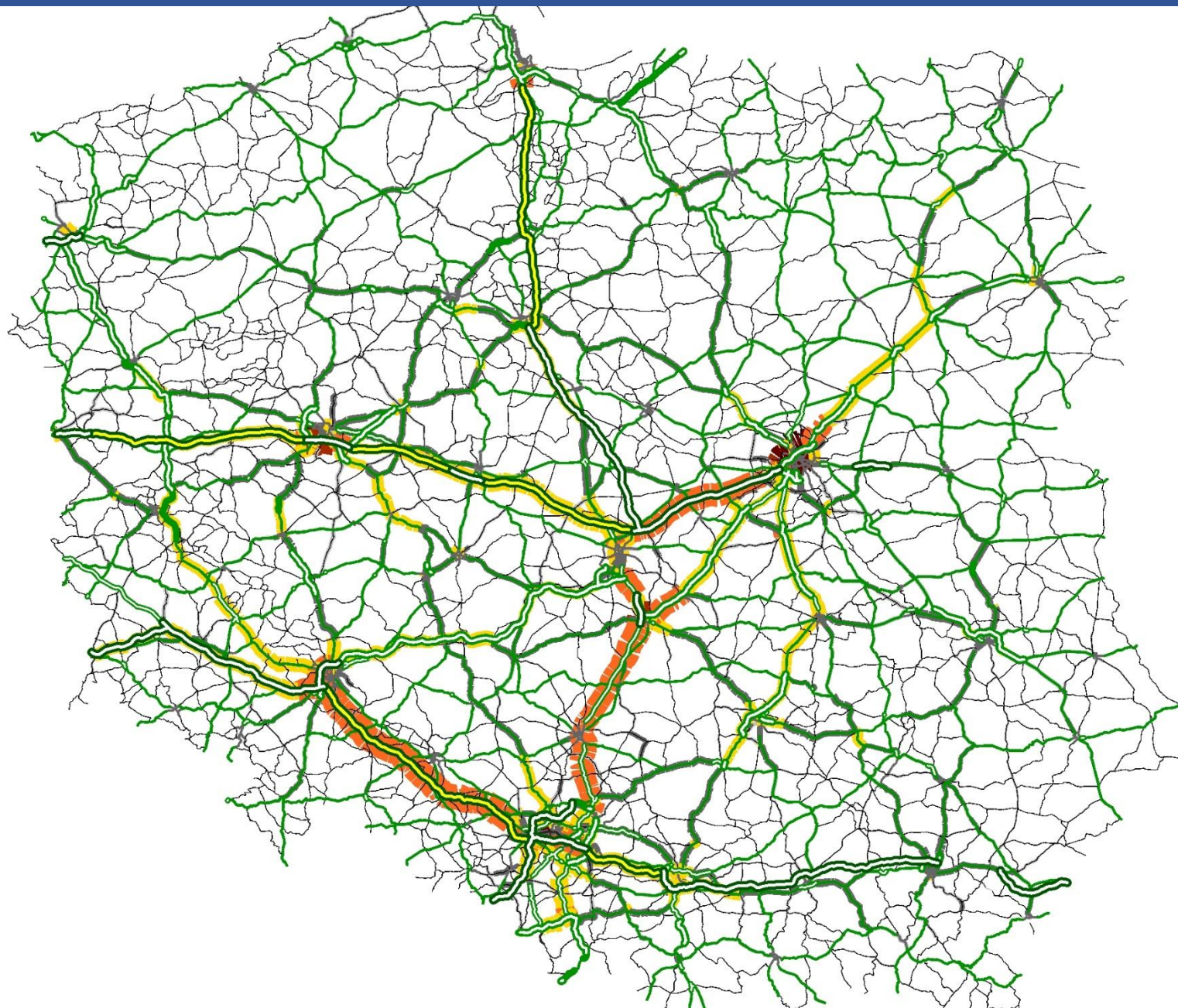




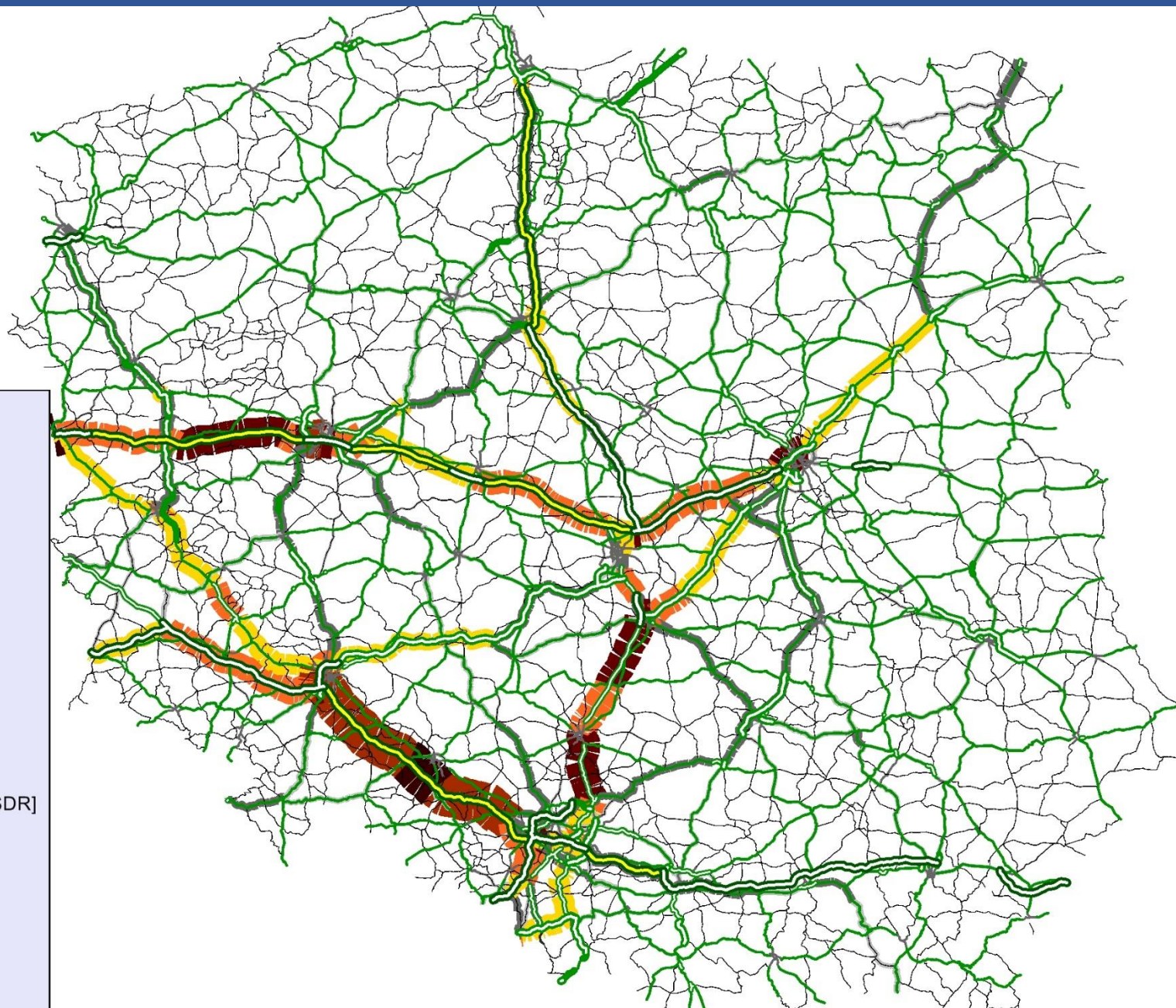
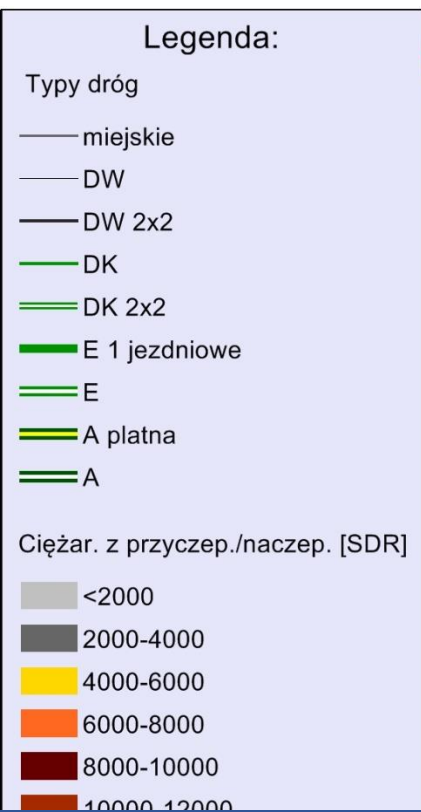




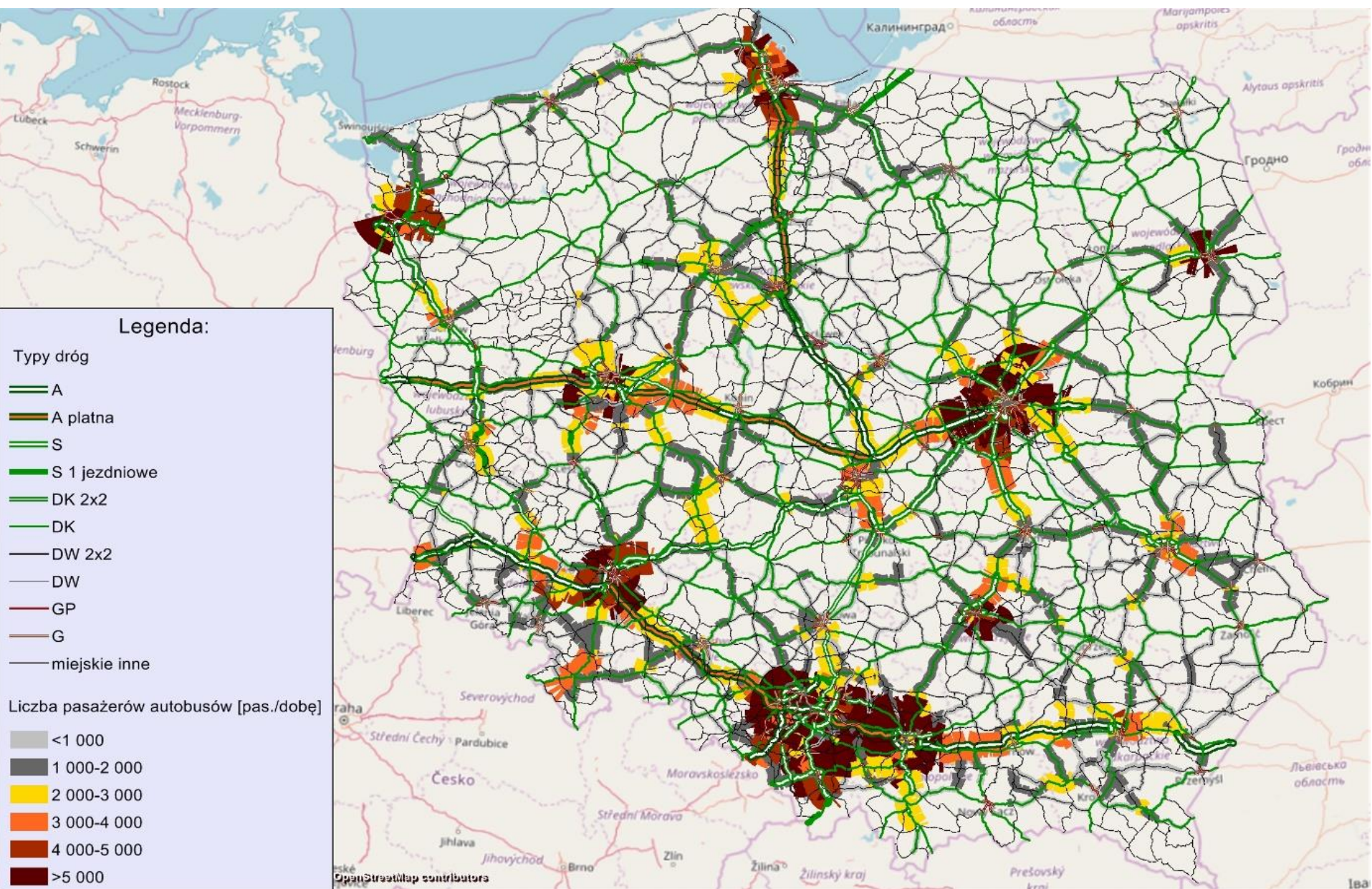




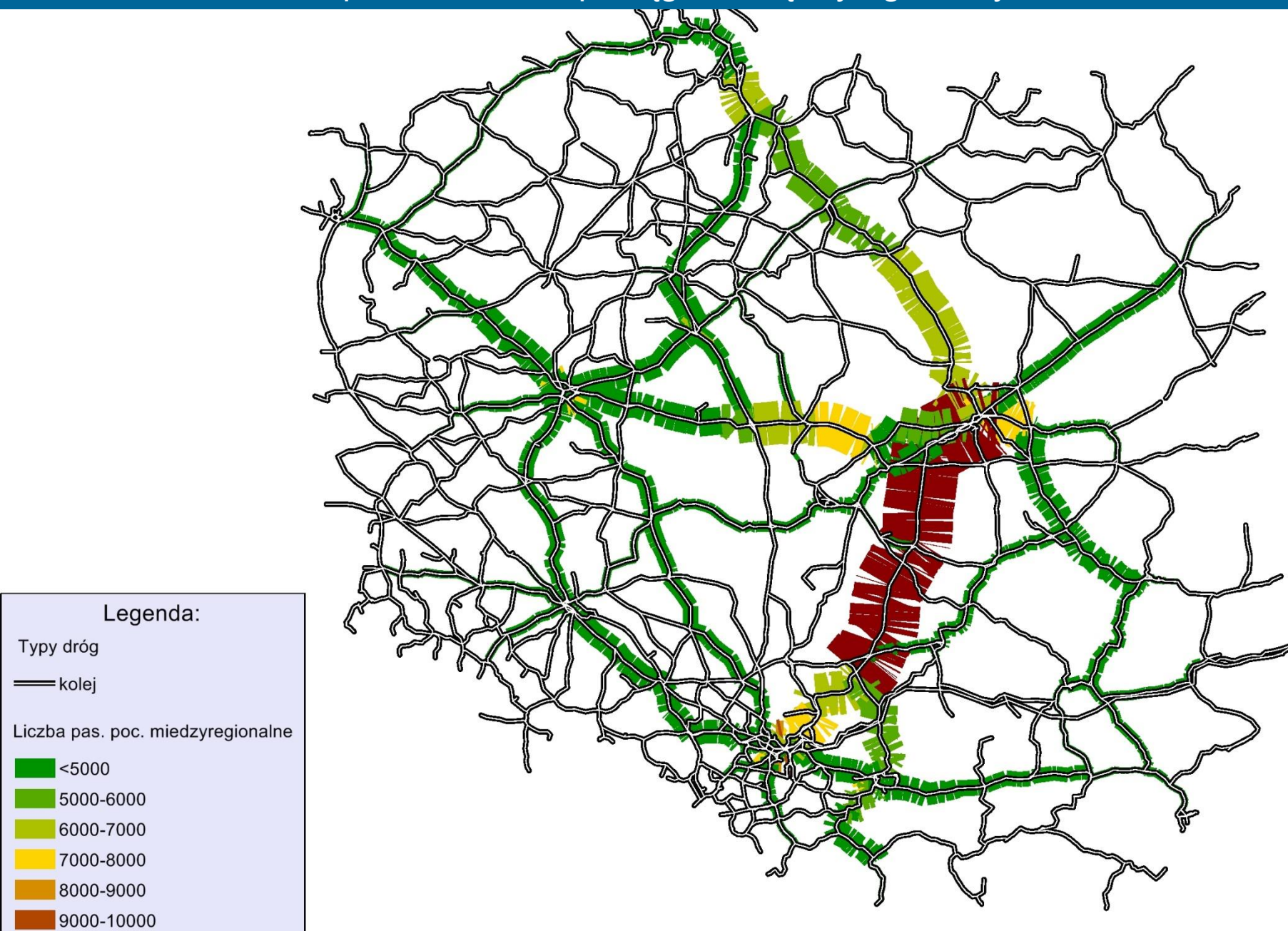


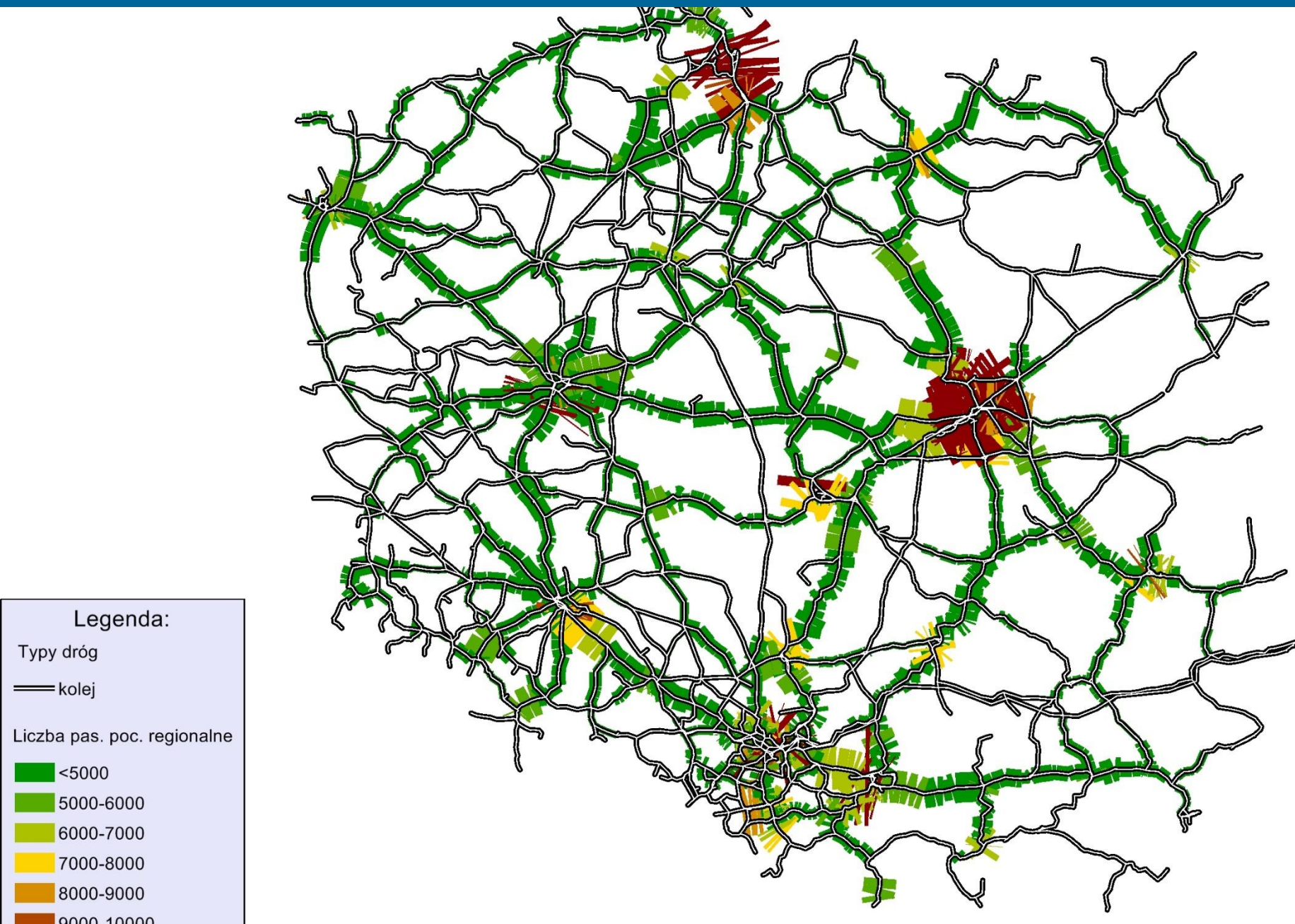




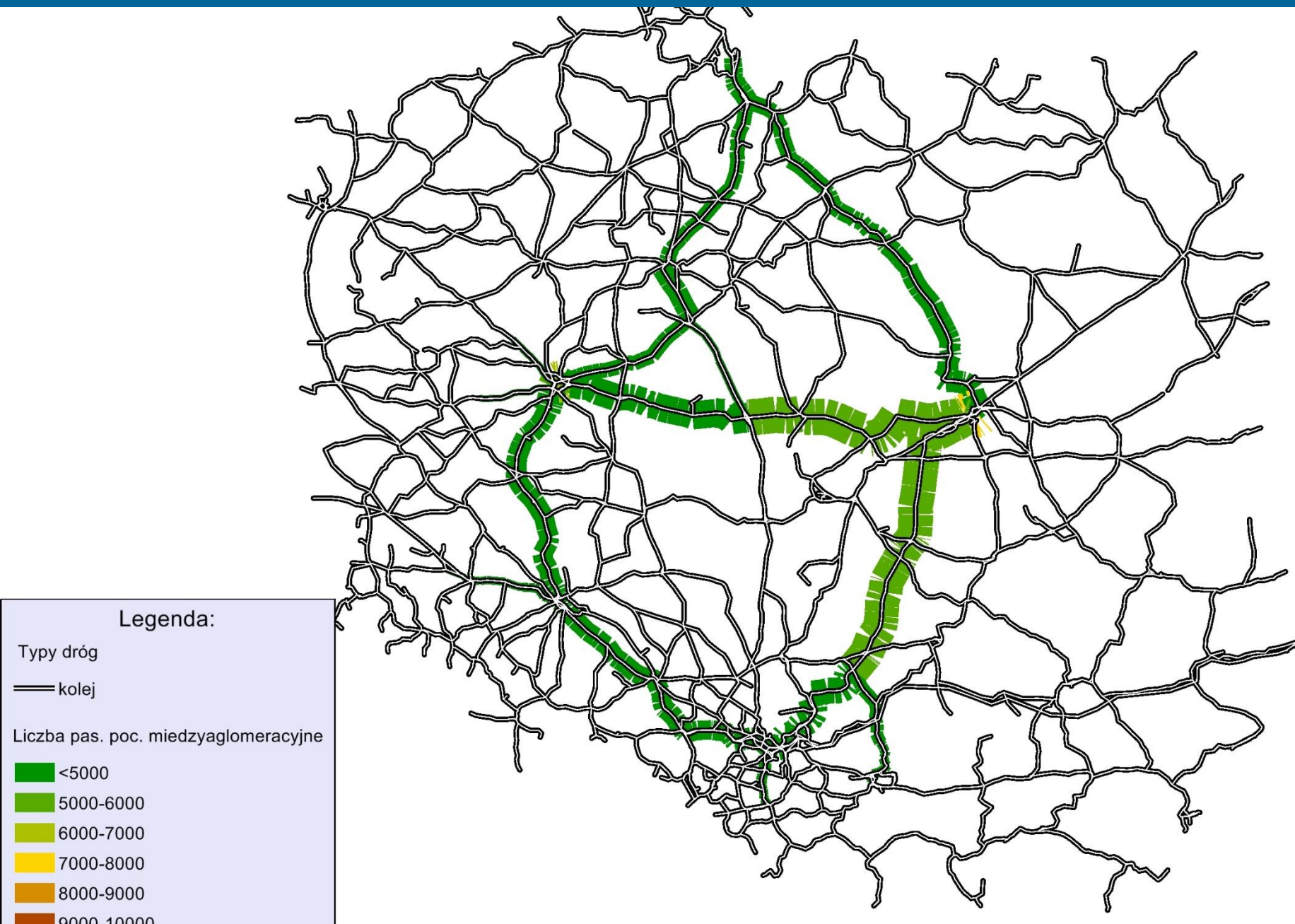


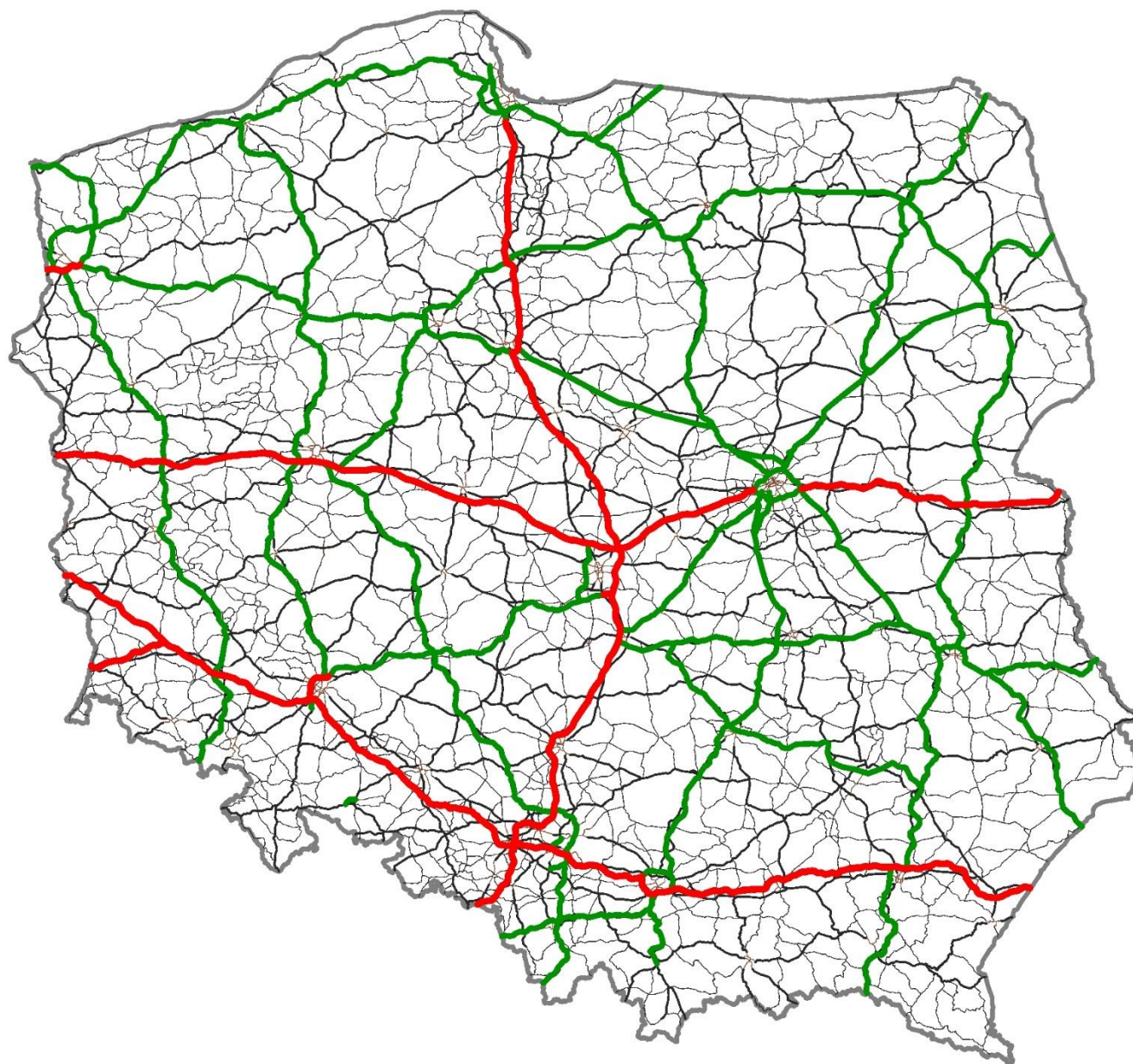






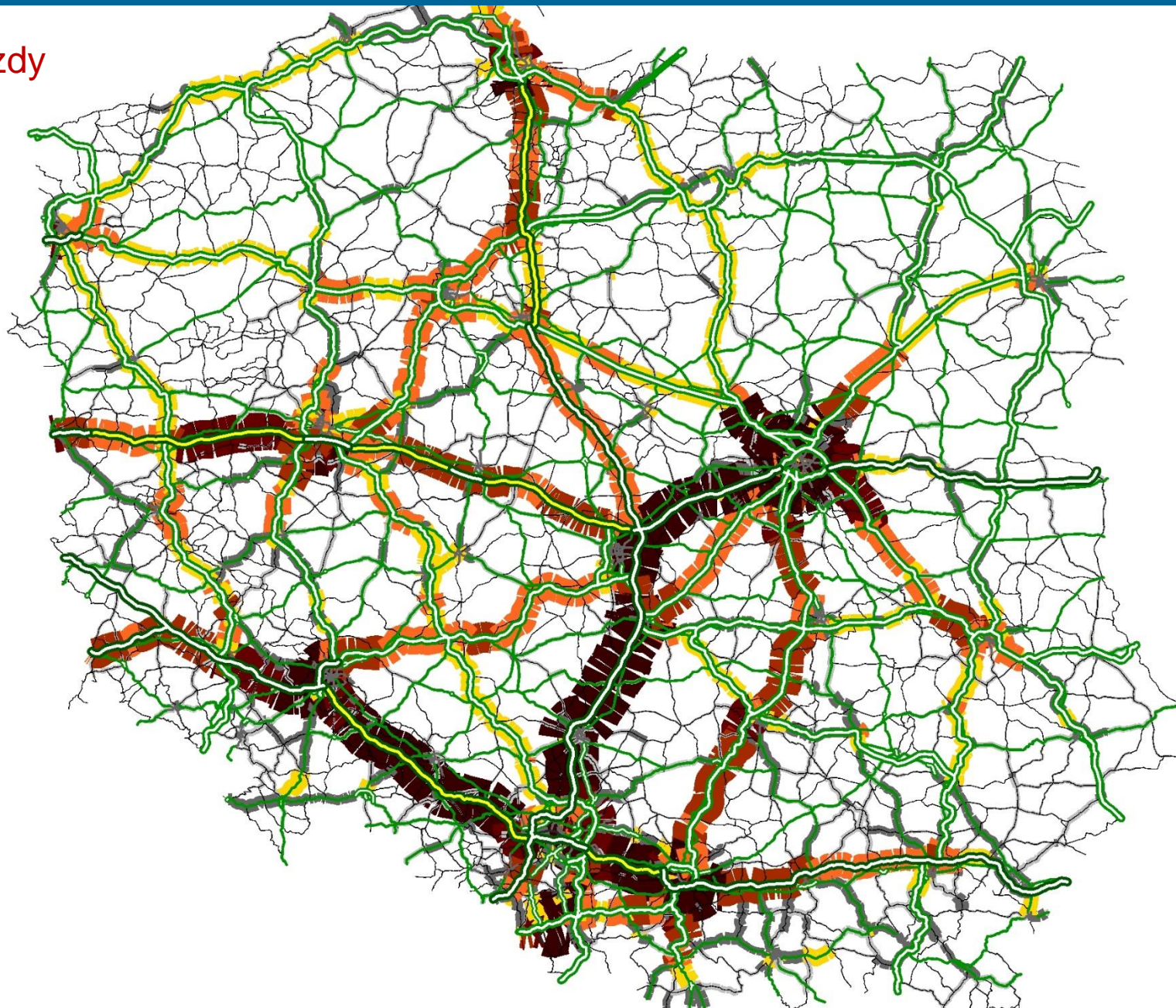






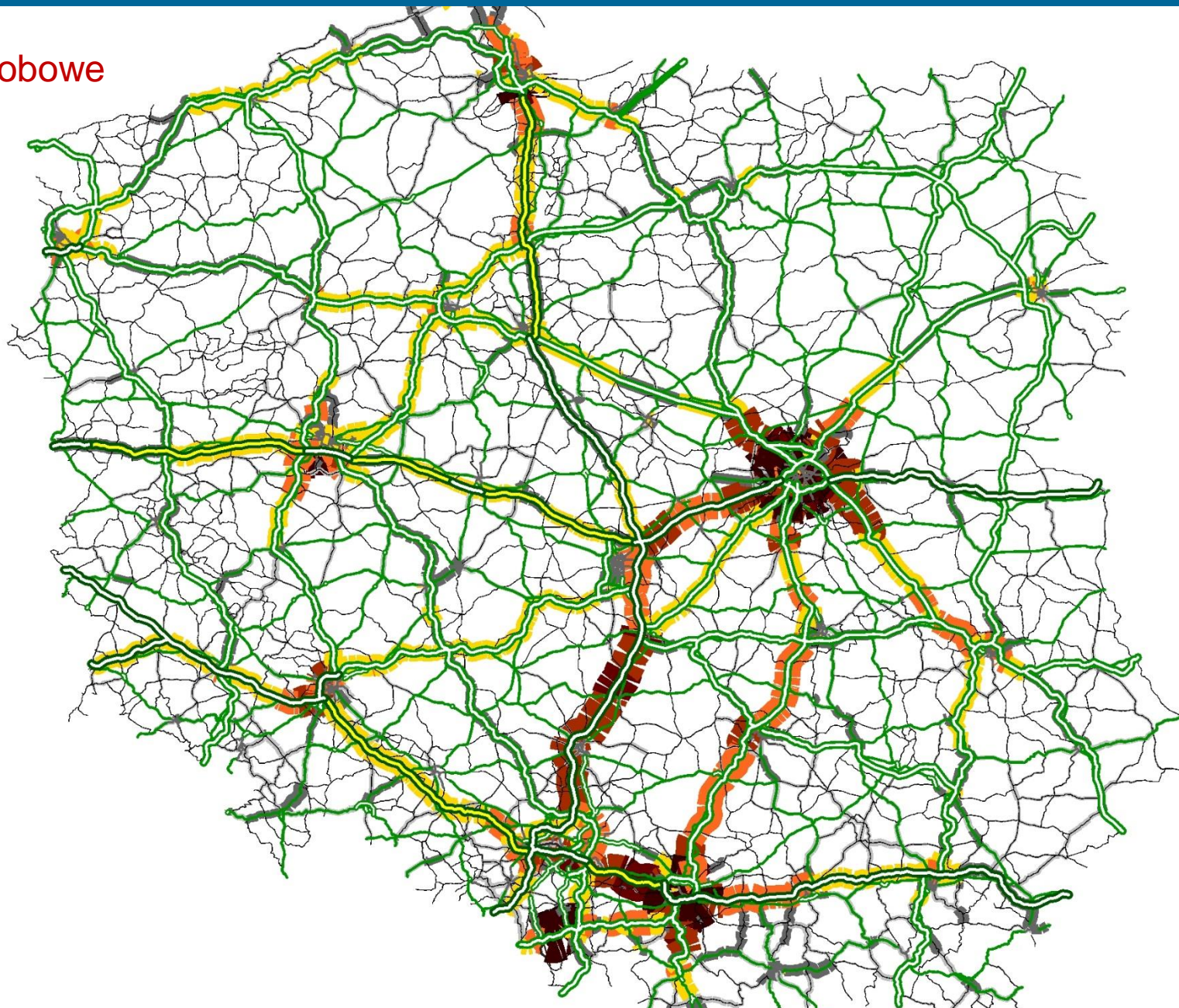


## Wszystkie pojazdy



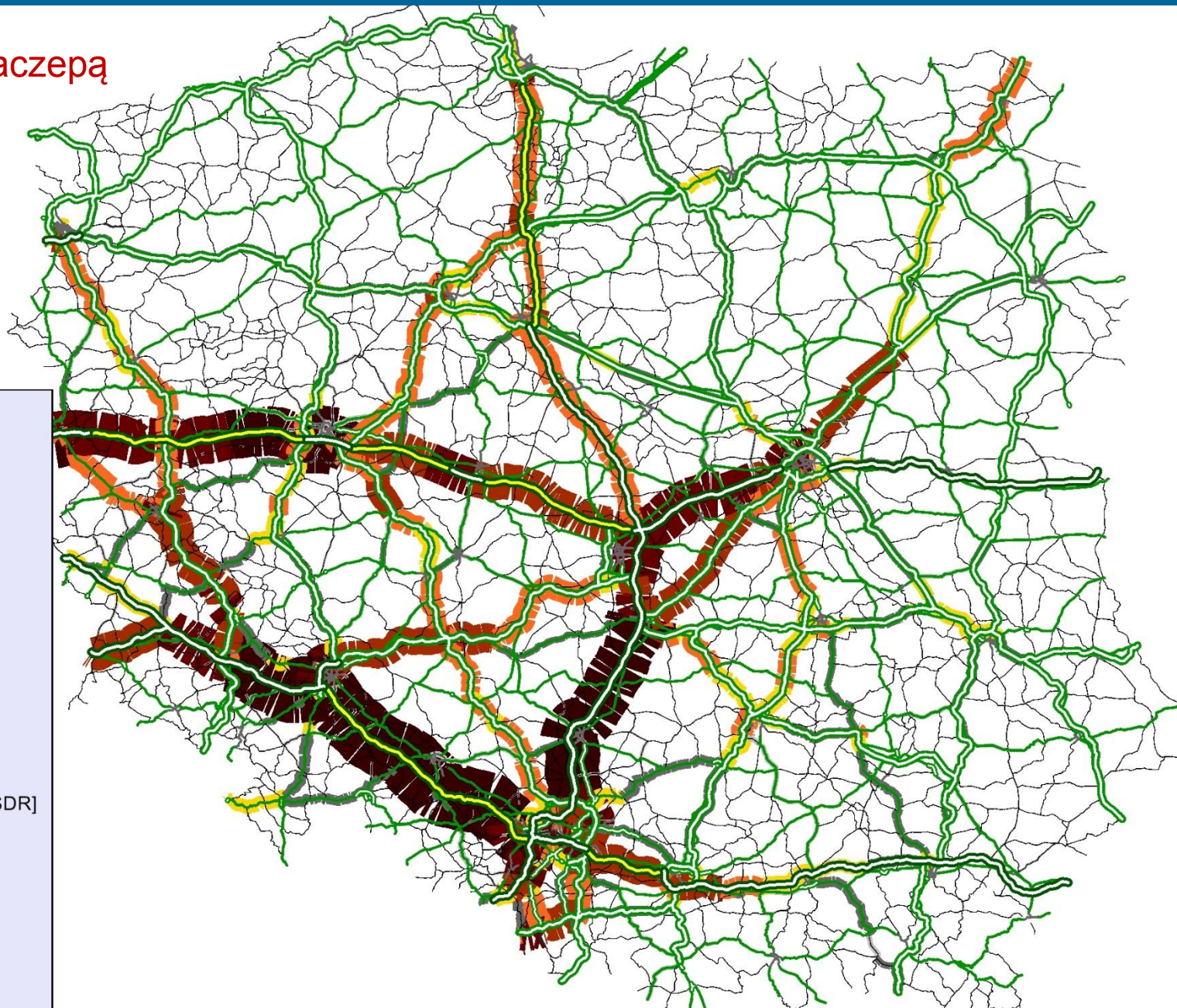
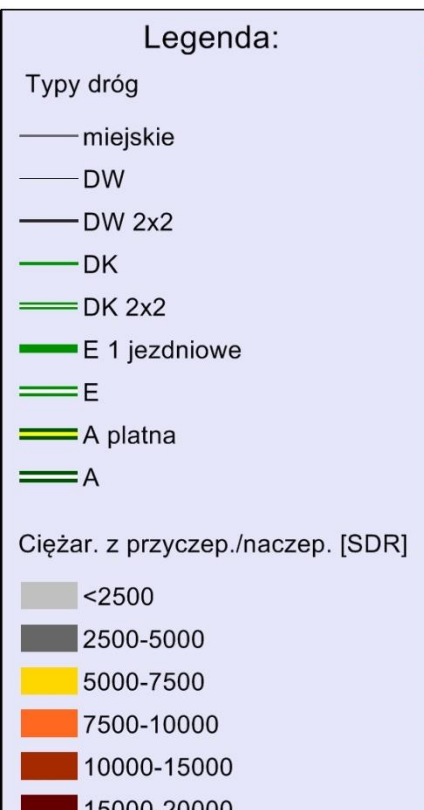


## Samochody osobowe





## Ciężarowe z naczepą





# PREZENTACJA WYNIKÓW

Kraje  
Regionalnych  
Filtr

Liczba pasażerów w pociągach:  
**Regionalnych**  
Liczba pasażerów w pociągach regionalnych w 2050 roku

☒ Kolejne  
0,0 - 464,1  
464,2 - 1 462,0  
1 462,1 - 2 506,5  
2 506,6 - 3 888,0  
3 888,1 - 6 161,7  
6 161,8 - 48 816,0

☐ Mały ruch graniczny  
☐ Porty morskie  
☐ Dworce i stacje  
☐ Przejścia kolejowe  
☐ Przejścia drogowe  
☐ Lotniska

☒ Autostrady 2015  
☒ Autostrady 2050  
☒ Drogi wojewódzkie 2015  
☒ Drogi wojewódzkie 2050  
☒ Drogi ekspresowe 2015  
☒ Drogi ekspresowe 2050  
☒ Drogi krajowe 2015  
☒ Drogi krajowe 2050  
☒ Pozostałe drogi 2015  
☒ Pozostałe drogi 2050

☒ Kolejne 2015  
☒ Kolejne 2050  
☐ Drogi 2015  
☐ Drogi 2050

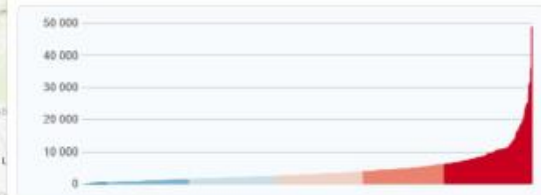
## Baza danych i wyniki projektu INMOP3

Intermodalne  
modele  
podróży



Nazwa	Regionalnych (2050)
WARSZAWA ZACHODNIA - GRODZISK	48 816
WROCLAW GŁÓWNY - POZNAŃ GŁÓWNY	36 299
WROCLAW GŁÓWNY - POZNAŃ GŁÓWNY	35 580
DĄBROWA GÓRNICZA ZĄBKOWICE - K	31 714
WARSZAWA CENTRALNA - KATOWICE	31 500
WARSZAWA CENTRALNA - KATOWICE	30 922
WARSZAWA CENTRALNA - KATOWICE	30 822
WARSZAWA ZACHODNIA - KRAKÓW Gł	28 081
WARSZAWA Wschodnia Osobowa - G	25 106
WARSZAWA Wschodnia Osobowa - G	25 106
WARSZAWA PRAGA WPT - LEGIONOWO	25 106
WARSZAWA PRAGA WPT42 - WARSZAW	25 106
ZIELONKA - KUŹNICA BIAŁOSTOCKA	24 929
WARSZAWA Wschodnia Osobowa -	24 133

Nazwa	Regionalnych (2050)
Polska	4 350 896



Dane dla roku 2015 | prognoza na rok 2050

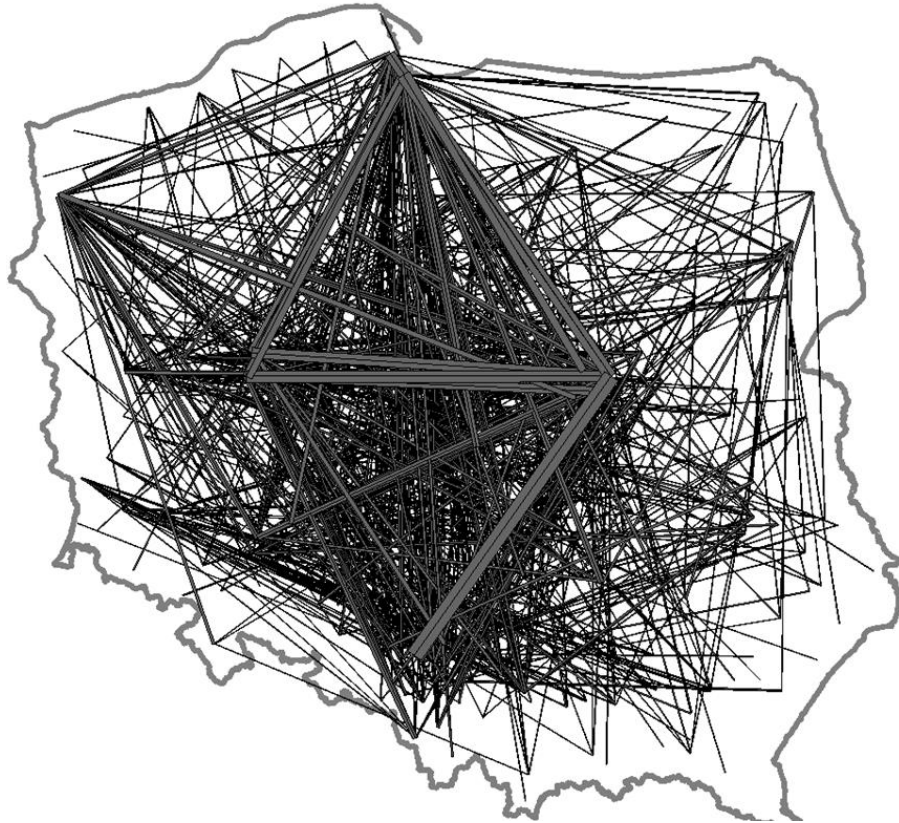




1. Budowa modelu intermodalnego (co najmniej drogi +kolej ew. lotniczy)
2. Dwukierunkowa wymiana danych pomiędzy KMR, RMR i LMR
3. Uwzględnienie sezonowości ruchu (SDR ale też okresy specjalne)
4. Uwzględnienie wpływu LOP (w okresach ruchu szczytowego)
5. Wykorzystanie danych z sondowania pojazdów (FCD)
6. Wykorzystanie danych operatora telefonii komórkowej – karty SIM
7. Procedura aktualizowania modelu - aktualizacja bazy danych

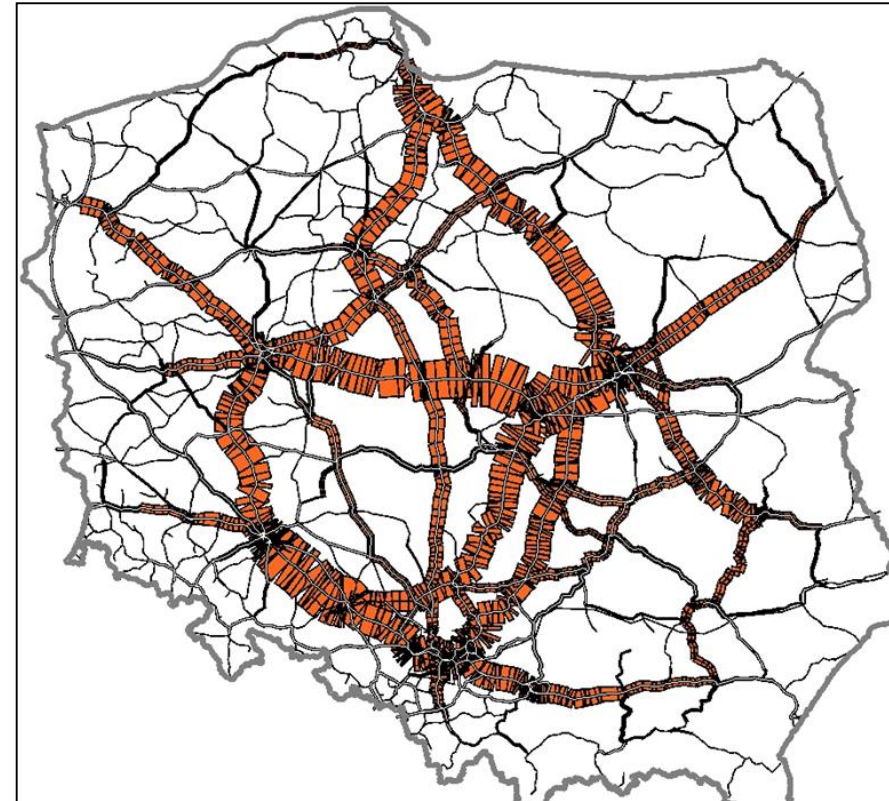
- ❑ Upowszechnianie wyników projektu (publikacje/konferencje)
- ❑ 3 Szkolenia (26 marca – 11 kwietnia) / 72 godziny / 45 uczestników
- ❑ Wdrożenie modeli w GDDKiA – pierwsze przykłady analiz  
(obwodnica Legionowo-Zegrze DK61)
- ❑ Współpraca z samorządami:
  - Piaseczno/Powiat Piaseczyński/Łomianki/ZOF
  - Warszawa ?

# WDROŻENIE WYNIKÓW



**Wewnętrzna macierz podróży > 300 km, samochodów ciężarowych z naczepą o DMC>12 ton**

**Przeniesienie na kolej – kryterium najkrótszy czas dostawy**



# PODZIĘKOWANIA



**Generalna Dyrekcja  
Dróg Krajowych i Autostrad**





**Dziękuję za uwagę**  
**a.brzezinski@il.pw.edu.pl**