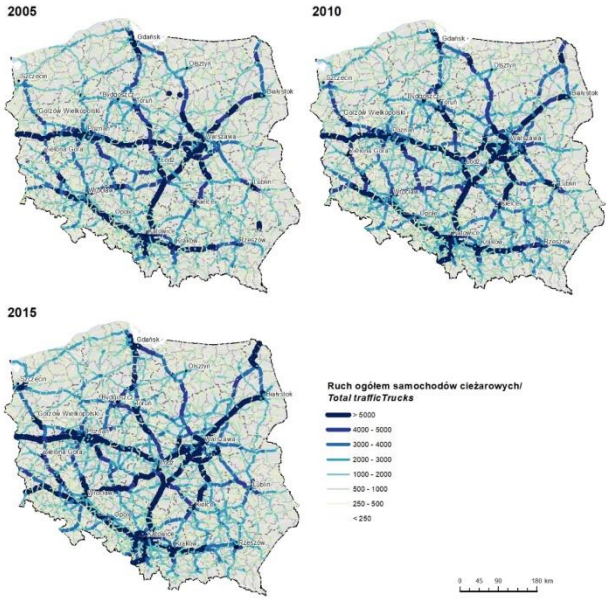
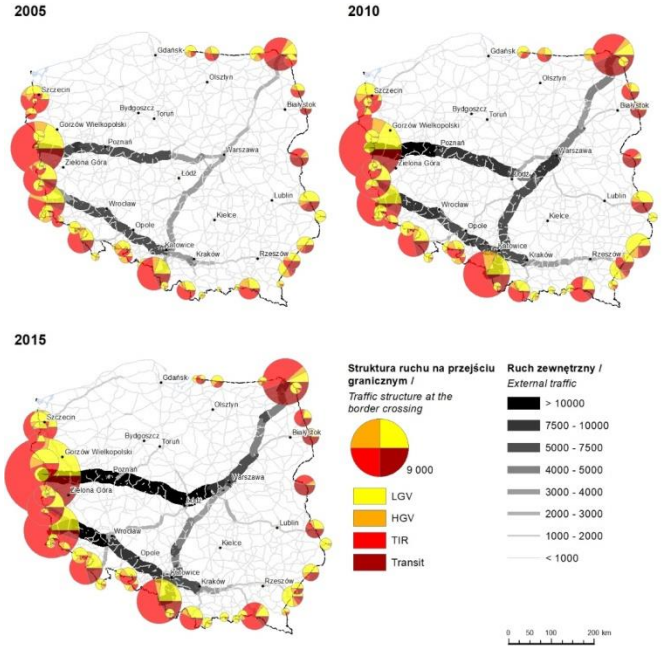



# Rozkład ruchu zewnętrznego (tranzytowego i źródłowo-docelowego) samochodów ciężarowych w Polsce w okresie 2005-2010-2015

Piotr Rosik, Tomasz Komornicki

IGiPZ PAN

# Założenia projektu HGV Monit: **Monitoring zmian potencjałów ruchotwórczych oraz uwarunkowań rozkładu ruchu na sieci drogowej w transporcie ciężarowym w Polsce w latach 2005-2015**

- **Głównym celem projektu** o charakterze poznawczym i metodycznym jest:
  - określenie potencjałów ruchotwórczych na poziomie gminnym/powiatowym,
  - wydzielenie tych odcinków sieci dróg krajowych i wojewódzkich dla których uwarunkowania infrastrukturalne, organizacyjne i formalno-prawne, geopolityczne i logistyczne decydują o odmiennym od typowego dla Polski i obliczonego w projekcie za pomocą rozkładu ruchu samochodów ciężarowych na sieci zamiejskich dróg krajowych (zarówno *in plus*, jak i *in minus*).
- Projekt jest finansowany przez Narodowe Centrum Nauki (UMO-2014/13/B/HS4/03351)

# Zakres czasowy i przestrzenny badania

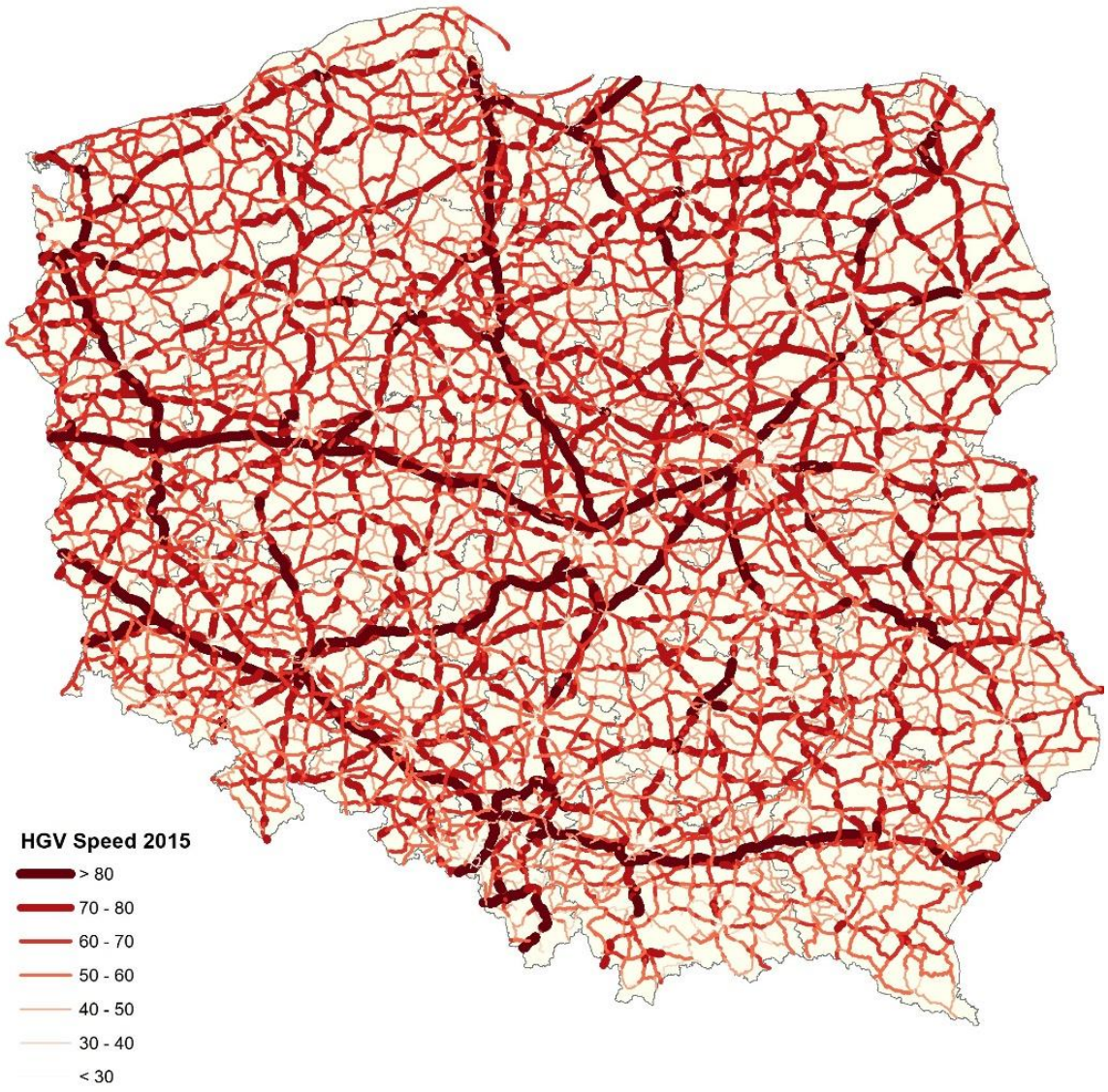
- **Zakres czasowy** badania został określony na okres między 2005 a 2015, zgodnie z przeprowadzonymi w tym okresie trzema pomiarami Generalnego Pomiaru Ruchu (GPR) na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich.
- **Zakres przestrzenny** badania dotyczy sieci drogowej na obszarze całego terytorium Polski (przede wszystkim sieci dróg krajowych i wojewódzkich, ale uwzględniono również ważniejsze odcinki dróg lokalnych, tj. powiatowych i gminnych).
  - Punktem odniesienia do analizy porównawczej ruchu modelowanego i ruchu rzeczywistego (GPR2005, GPR2010 i GPR2015) była sieć zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich na której wykonano Generalny Pomiar Ruchu.
  - Uwzględnienie ruchu zewnętrznego powoduje, że zakres przestrzenny obejmuje także inne kraje europejskie rozumiane jako generatory ruchu ciężarowego na drogach Polski

# Model prędkości samochodów ciężarowych

Prędkość wg kategorii odpowiednio obniżona wg:

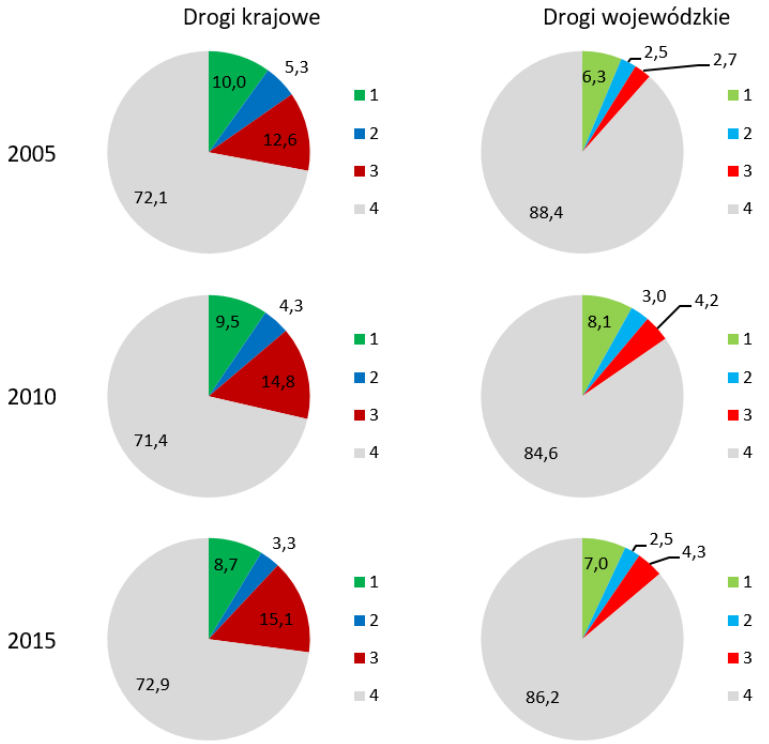
1. Liczba ludności w buforze odcinka drogi
2. Obszar zabudowany (wg zdjęć satelitarnych)
3. Spadki terenu

Zastosowano zasadę najsłabszego ogniwa

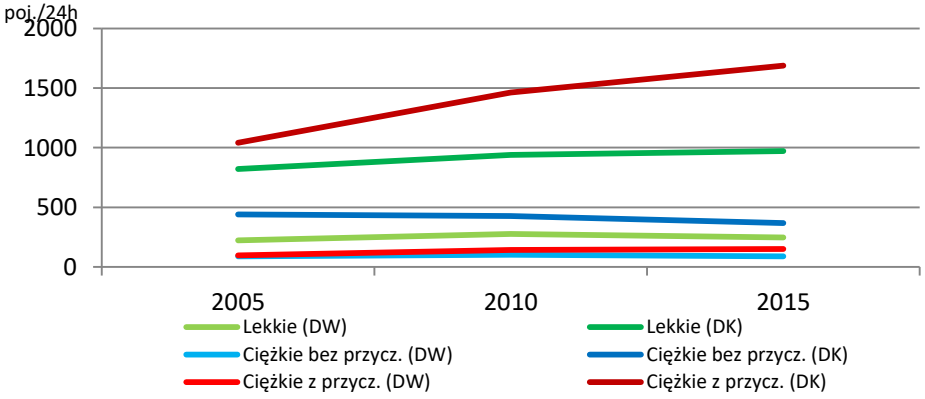


# Klasyfikacja samochodów ciężarowych oraz dynamika pracy przewozowej

- W ramach GPR wyróżnia się osiem typów pojazdów, w tym:
  - **lekkie samochody ciężarowe (dostawcze)** o dopuszczalnej masie całkowitej (DMC) do 3,5 t, z przyczepą lub bez, (LGV)
  - **samochody ciężarowe bez przyczep** (o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 t bez przyczep, samochody specjalne, ciągniki siodłowe bez naczep), (HGV)
  - **samochody ciężarowe z przyczepami** (o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 t z jedną lub więcej przyczepami, ciągniki siodłowe z naczepami, ciągniki balastowe z przyczepami standardowymi lub niskopodwoziowymi). (TIR)

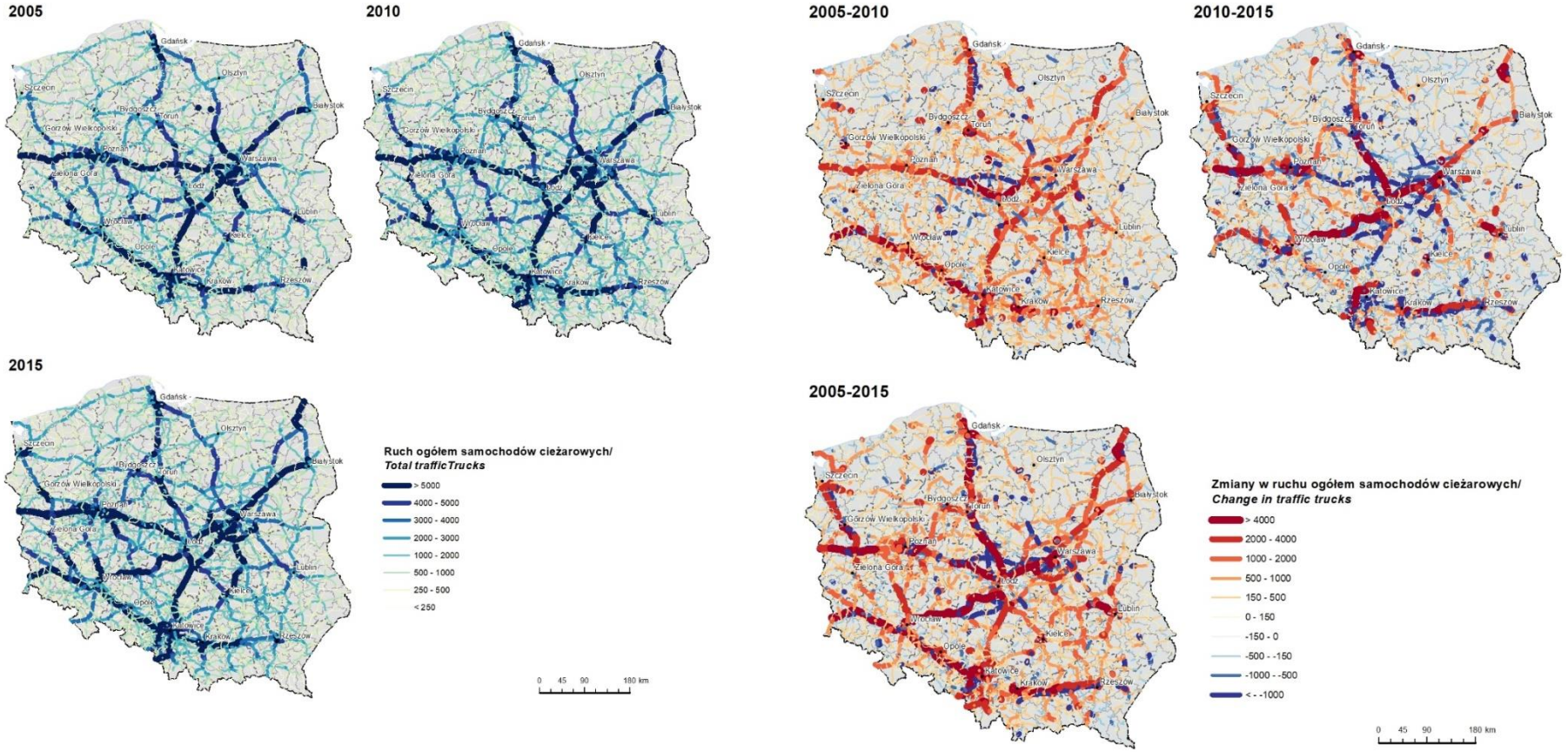



Udziały ruchu ciężarowego w podziale na pojazdy lekkie (1), ciężkie bez przyczep (2), ciężkie z przyczepami (3) oraz pozostałe (4) na drogach krajowych i wojewódzkich w roku 2005, 2010 i 2015




Zmiany średniodobowego ruchu samochodów ciężarowych (lekkich, ciężkich bez przyczep i z przyczepami) na drogach wojewódzkich i krajowych w latach 2005-2015 (poj./dobę)

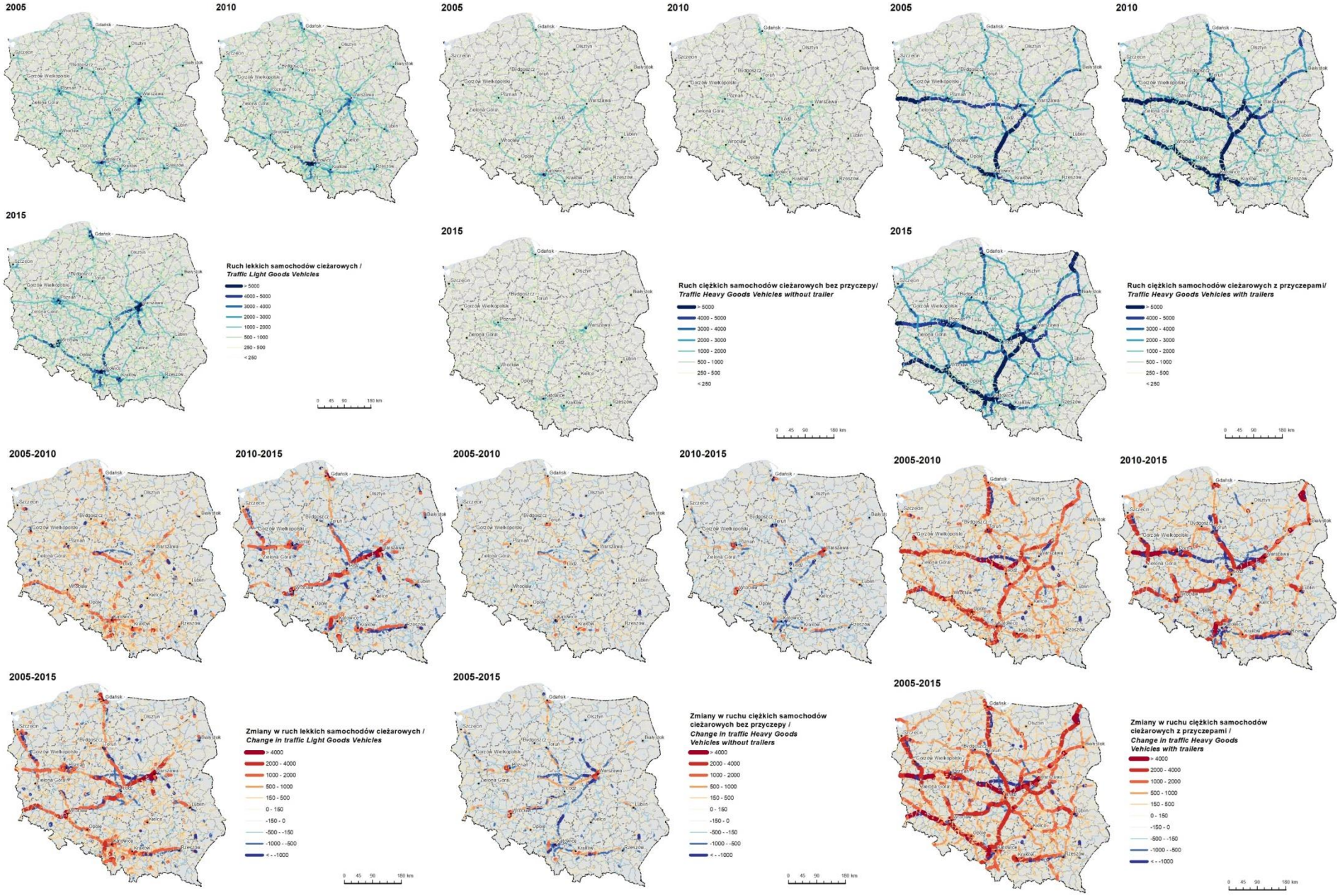
# Natężenie ruchu pojazdów ciężarowych na sieci 2005/2010/2015 + zmiany



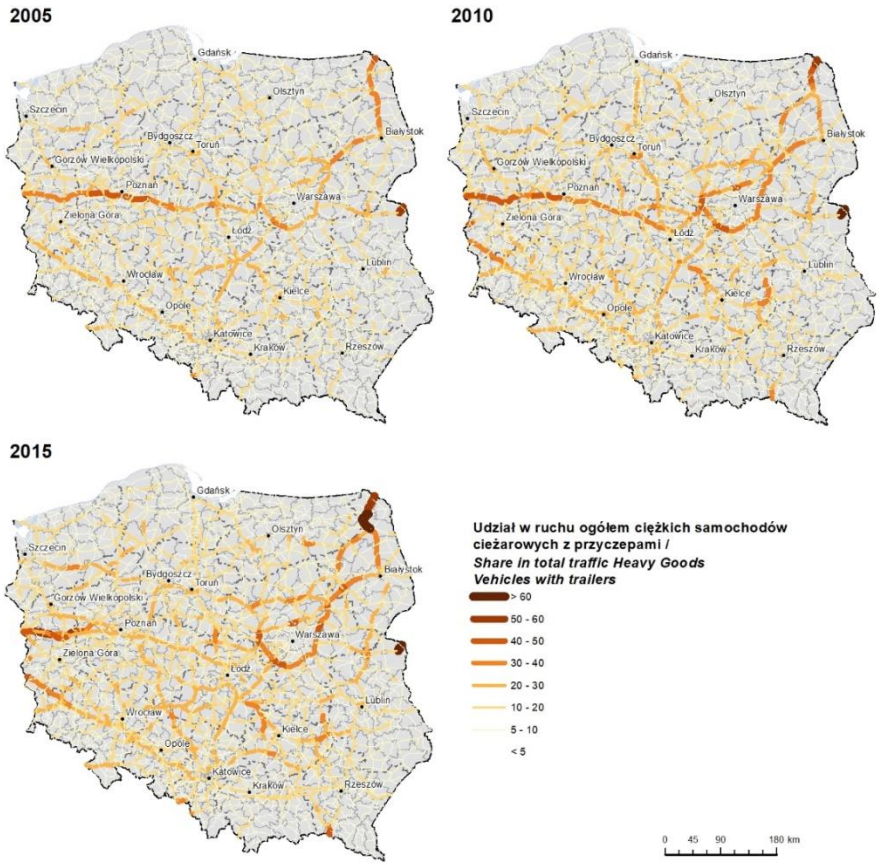
LGV

HGV

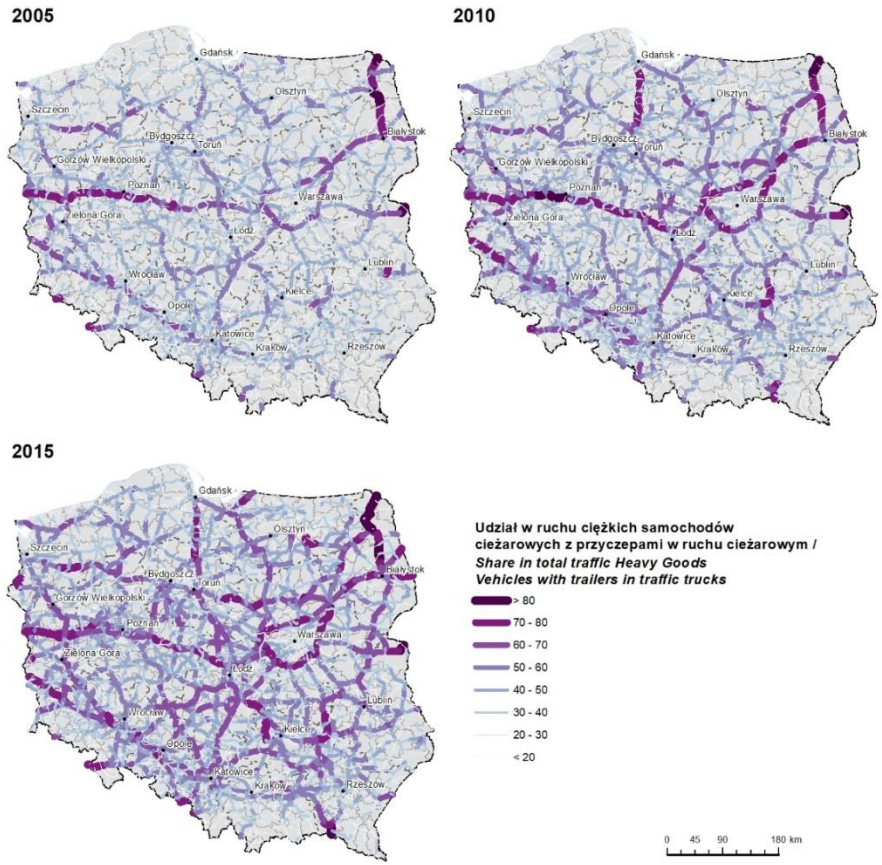
TIR


2005
2010
2015
Ruch lekkich samochodów ciężarowych / Traffic Light Goods Vehicles
Ruch ciężkich samochodów ciężarowych bez przyczepy/ Traffic Heavy Goods Vehicles without trailer
Ruch ciężkich samochodów ciężarowych z przyczepami/ Traffic Heavy Goods Vehicles with trailers
> 5000
4000 - 5000
3000 - 4000
2000 - 3000
1000 - 2000
500 - 1000
250 - 500
< 250
0 45 90 180 km
2005-2010
2010-2015
2005-2015
Zmiany w ruch lekkich samochodów ciężarowych / Change in traffic Light Goods Vehicles
Zmiany w ruchu ciężkich samochodów ciężarowych bez przyczepy / Change in traffic Heavy Goods Vehicles without trailers
Zmiany w ruchu ciężkich samochodów ciężarowych z przyczepami / Change in traffic Heavy Goods Vehicles with trailers
> 4000
2000 - 4000
1000 - 2000
500 - 1000
150 - 500
0 - 150
-150 - 0
-500 - -150
-1000 - -500
< - -1000

# Udział w ruchu ogółem samochodów ciężarowych z przyczepami




# Udział samochodów ciężarowych ciężkich z przyczepami w ruchu samochodów ciężarowych w latach 2005, 2010, 2015 na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich

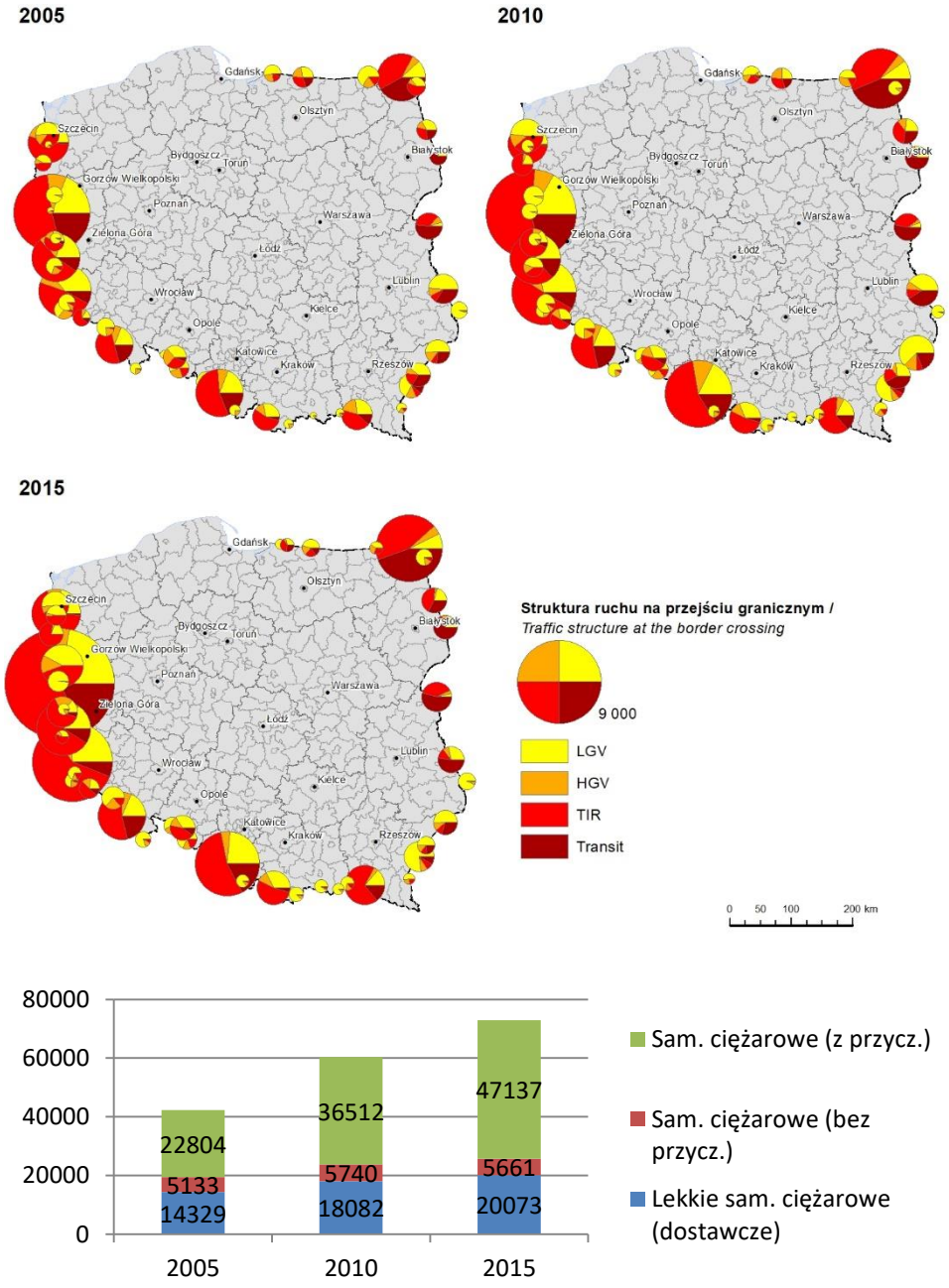


# Wnioski - Przyczyny i konsekwencje zmian w natężeniu i rozkładzie ruchu ciężarowego

- Proces zmian w rozmieszczeniu ruchu pojazdów ciężkich zależy bazowo od rozmieszczenia generatorów ruchu oraz kierunków tranzytu.
- Rola infrastruktury uwidacznia się w miarę zwiększenia różnic w jej jakości (rozpoczęcie procesu inwestycyjnego)
- Po zakończeniu procesu inwestycyjnego (relatywnie równomierne rozmieszczenie dróg wyższej kategorii) ponownie zaczynają decydować tradycyjne czynniki ekonomiczne, ale ruch jest większy
- Ruch tranzytowy zakłóca te prawidłowości, z uwagi na występowanie czynnika geopolitycznego.
- Źródłem zakłóceń są także opłaty drogowe (viaToll)
- Rozkład ruchu dla roku 2015 ujawnił także ścieżki dojazdu pojazdów ciężkich do autostrad i dróg ekspresowych z kilku generujących taki ruch obszarów pozardzeniowych

# Model ruchu zewnętrznego – źródła danych

1. **Baza eksportu i importu** na poziomie powiatowym dla lat 2005, 2010 oraz 2015 w podziale na kierunki eksportu i importu (kraje), gałęzie transportu (w tym ruch drogowy, tj. realizowany transportem ciężarowym) oraz opis towaru; baza daje możliwość przypisania danego potoku ruchu do kraju pochodzenia/przeznaczenia, np. do Rosji, bez bezpośredniej informacji o przejściu granicznym lub odcinku granicy, na którym towar przekroczył granicę Polski.
2. **Baza ruchu granicznego** na ostatnich odcinkach prowadzących do przejść granicznych (na podstawie Generalnego Pomiaru Ruchu z 2005, 2010 i 2015 r.)
3. **Baza ruchu samochodów ciężarowych** według danych Straży Granicznej; baza dla wszystkich przejść granicznych z 2005 r. oraz dla przejść na granicy wschodniej (granica z Rosją, Białorusią i Ukrainą) dla 2010 i 2015 r.
4. Baza ankiet wykonanych na wybranych przejściach granicznych w 2005 r. w ramach prac nad **Krajowym Modelem Ruchu** – przesłanki do oszacowania wielkości i układu kierunkowego tranzytu w 2005 r.



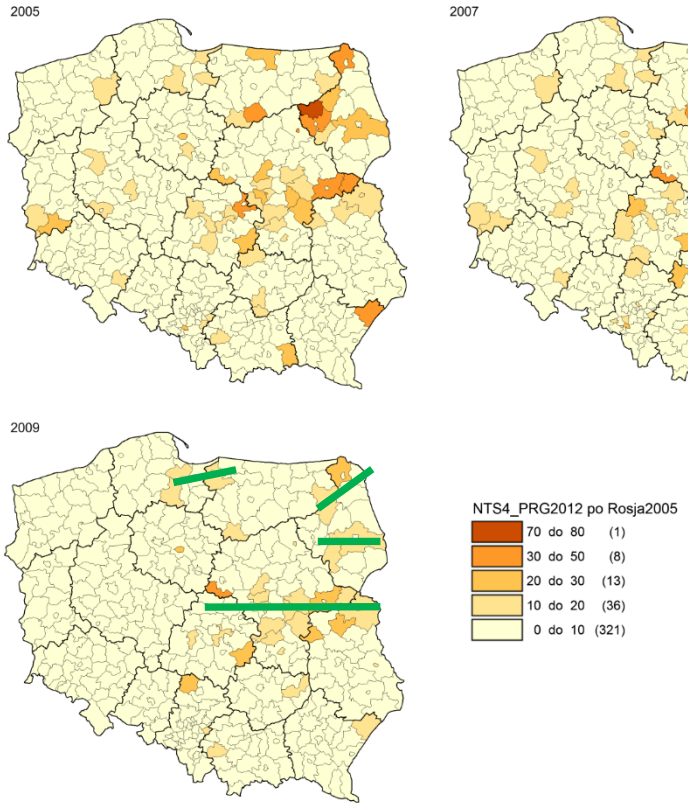




Łączny ruch ciężarowy na granicach zewnętrznych Polski 2005-2010-2015 według bazy GPR2005/2010/2015 (tylko przejścia lądowe)

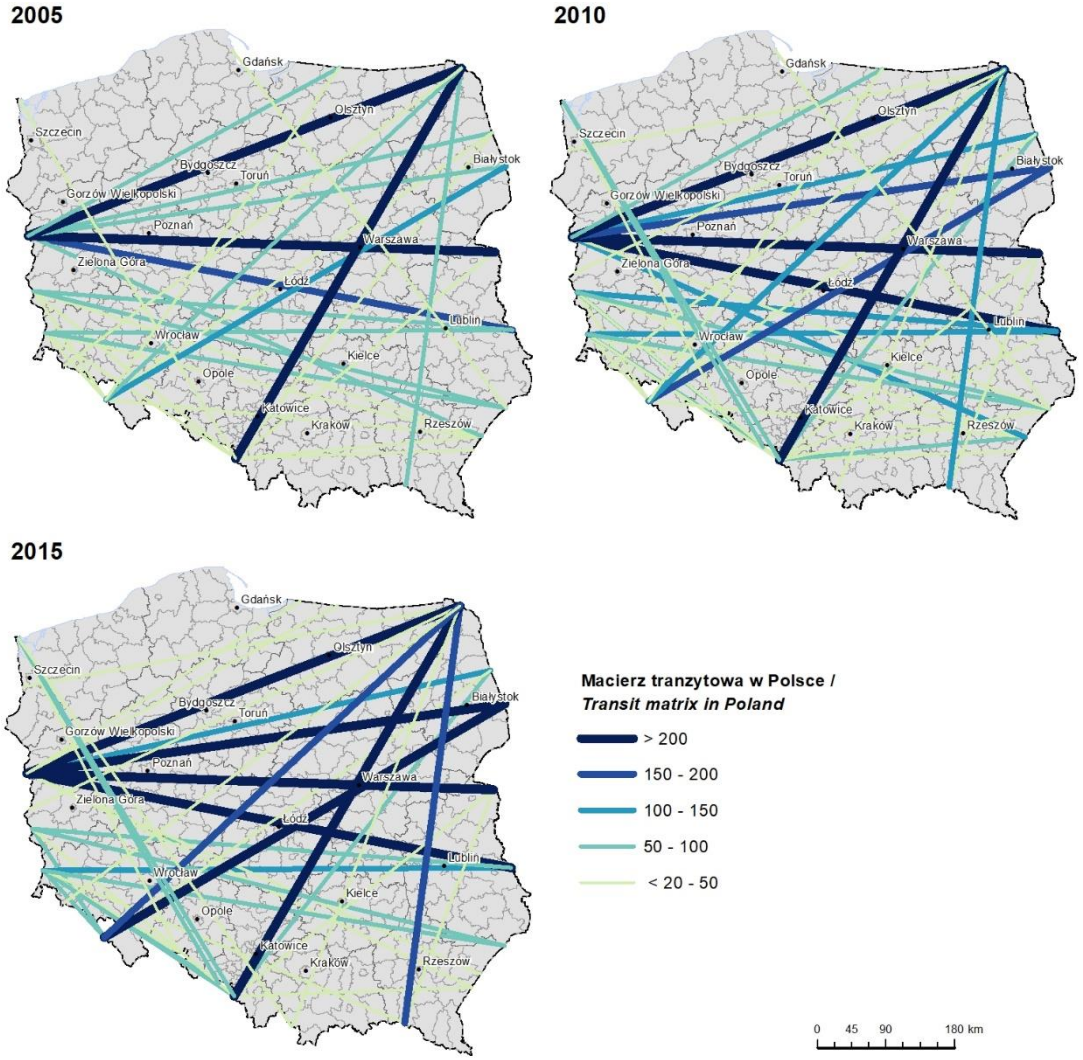
# Dane o handlu zagranicznym w układzie regionalnym

- Dane Departamentu Celnego MF pozwalające na dezagregację do poziomu powiatów
- Obejmują ok. 80% handlu zagranicznego w podziale na grupy towarów, kraje i środki transportu
- Ograniczeniem jest:
  - a) zbieranie danych metoda przedsiębiorstw (pomijanie filii w innych regionach);
  - b) brak pełnej kompatybilności z danymi państw sąsiednich (np. dokładnego miejsca przeznaczenia polskiego eksportu w Niemczech)
- Dotychczasowe analizy wykazały istnienie związku między rozkładem handlu zagranicznego z konkretnymi państwami a układem infrastruktury transportowej (na mapach przykład udziału Rosji w całkowitym eksporcie z powiatów – korytarze drogowe do granicy z Białorusią, Litwą i Rosją)



# Procedura badawcza

1. Przypisanie wartości GPR. Każdemu z przejść granicznych przypisano wielkość ruchu dla ostatniego odcinka granicznego, odpowiednio według GPR 2005, 2010 i 2015 według typów pojazdów, tj.
   - LGV (DOST) – ruch samochodów ciężarowych lekkich (dostawczych)
   - HGV (CIEZ) – ruch samochodów ciężarowych bez przyczep
   - TIR – ruch samochodów ciężarowych z przyczepami
2. Odliczenie wielkości ruchu tranzytowego. Odliczenie tranzytu dla 2005 r. nastąpiło z wykorzystaniem bazy danych z Krajowego Modelu Ruchu, w ramach którego ankietowano kierowców m.in. pojazdów ciężarowych na granicach.
   - Obliczono potoki ruchu tranzytowego dla 2005 r. (TIR-TRANZYT) i dla każdego z przejść granicznych odjęto sumę ruchu tranzytowego od łącznej sumy samochodów ciężarowych z przyczepami (zastosowano pewne uproszczenie i założono, że tranzyt realizowany jest wyłącznie z wykorzystaniem samochodów ciężarowych z przyczepami).
   - Następnie, ze względu na brak innych źródeł danych, założono, że udziały te są stałe dla lat 2005-2015



# Procedura badawcza – ruch źródłowo-docelowy

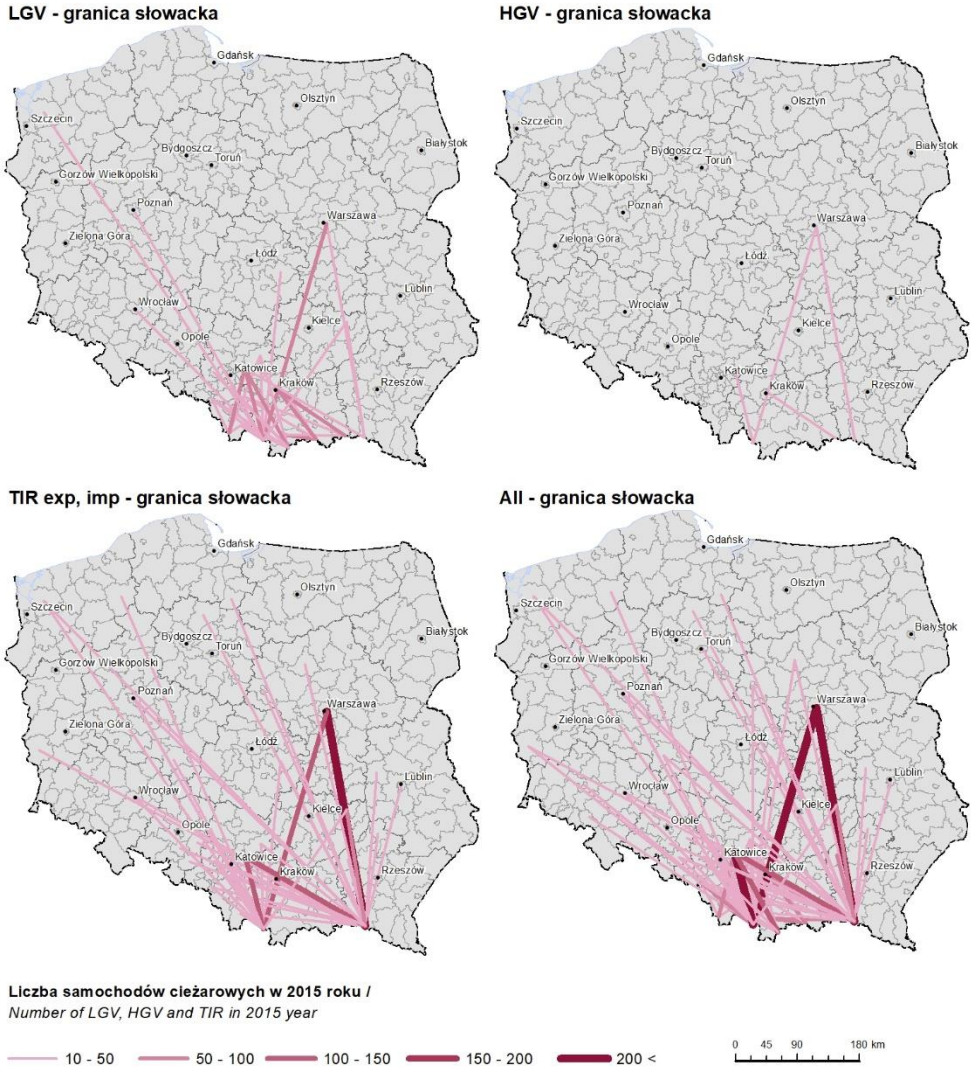
- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym)
- Dla granic lądowych ustalono, że:
  - ruch do Niemiec oraz pozostałych krajów tzw. Europy Zachodniej (bez Austrii oraz Włoch) oraz do wszystkich krajów pozaeuropejskich jest realizowany przez **granicę niemiecką**;
  - ruch do Czech, Włoch, Austrii, na Węgry i inne kraje Europy południowo-wschodniej (na wschód od Włoch i Austrii), a także do Turcji jest realizowany przez granicę czeską;
  - ruch na Słowację jest realizowany przez granicę słowacką;
  - ruch na Litwę i Łotwę, a także do Estonii i Finlandii oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę litewską;
  - ruch na Białoruś, do Kazachstanu oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę białoruską;
  - ruch na Ukrainę oraz do Mołdawii jest realizowany przez granicę ukraińską;
  - ruch do Rosji w 20% jest realizowany przez granicę rosyjską (granica z Obwodem Kaliningradzkim)

# Procedura badawcza – ruch źródłowo-docelowy

- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym)
- Dla granic lądowych ustalono, że:
  - ruch do Niemiec oraz pozostałych krajów tzw. Europy Zachodniej (bez Austrii oraz Włoch) oraz do wszystkich krajów pozaeuropejskich jest realizowany przez granicę niemiecką;
  - ruch do Czech, Włoch, Austrii, na Węgry i inne kraje Europy południowo-wschodniej (na wschód od Włoch i Austrii), a także do Turcji jest realizowany przez **granicę czeską**;
  - ruch na Słowację jest realizowany przez granicę słowacką;
  - ruch na Litwę i Łotwę, a także do Estonii i Finlandii oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę litewską;
  - ruch na Białoruś, do Kazachstanu oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę białoruską;
  - ruch na Ukrainę oraz do Mołdawii jest realizowany przez granicę ukraińską;
  - ruch do Rosji w 20% jest realizowany przez granicę rosyjską (granica z Obwodem Kaliningradzkim)

# Procedura badawcza – ruch źródłowo-docelowy

- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym)
- Dla granic lądowych ustalono, że:
  - ruch do Niemiec oraz pozostałych krajów tzw. Europy Zachodniej (bez Austrii oraz Włoch) oraz do wszystkich krajów pozaeuropejskich jest realizowany przez granicę niemiecką;
  - ruch do Czech, Włoch, Austrii, na Węgry i inne kraje Europy południowo-wschodniej (na wschód od Włoch i Austrii), a także do Turcji jest realizowany przez granicę czeską;
  - ruch na Słowację jest realizowany przez **granicę słowacką**;
  - ruch na Litwę i Łotwę, a także do Estonii i Finlandii oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę litewską;
  - ruch na Białoruś, do Kazachstanu oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę białoruską;
  - ruch na Ukrainę oraz do Mołdawii jest realizowany przez granicę ukraińską;
  - ruch do Rosji w 20% jest realizowany przez granicę rosyjską (granica z Obwodem Kaliningradzkim)

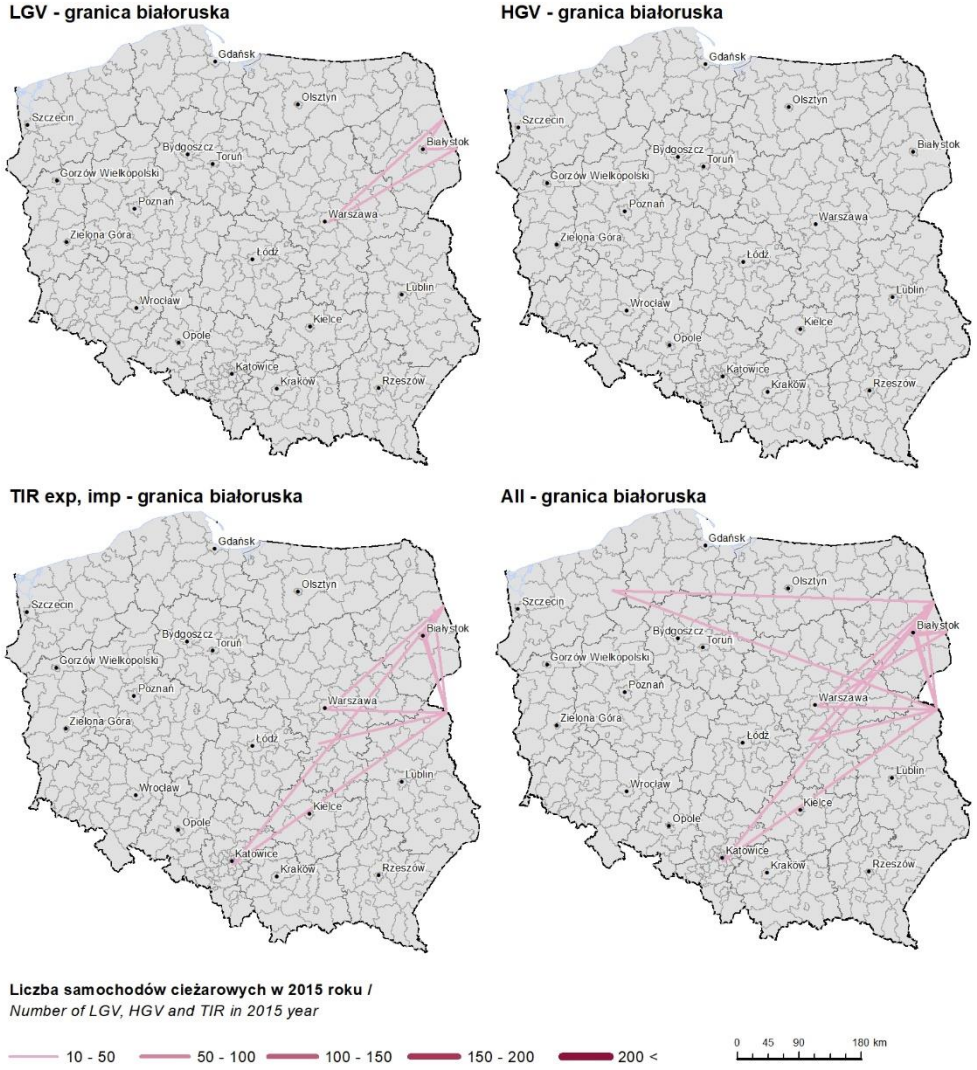


# Procedura badawcza – ruch źródłowo-docelowy

- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym)
- Dla granic lądowych ustalono, że:
  - ruch do Niemiec oraz pozostałych krajów tzw. Europy Zachodniej (bez Austrii oraz Włoch) oraz do wszystkich krajów pozaeuropejskich jest realizowany przez granicę niemiecką;
  - ruch do Czech, Włoch, Austrii, na Węgry i inne kraje Europy południowo-wschodniej (na wschód od Włoch i Austrii), a także do Turcji jest realizowany przez granicę czeską;
  - ruch na Słowację jest realizowany przez granicę słowacką;
  - ruch na Litwę i Łotwę, a także do Estonii i Finlandii oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez **granicę litewską**;
  - ruch na Białoruś, do Kazachstanu oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę białoruską;
  - ruch na Ukrainę oraz do Mołdawii jest realizowany przez granicę ukraińską;
  - ruch do Rosji w 20% jest realizowany przez granicę rosyjską (granica z Obwodem Kaliningradzkim)

# Procedura badawcza – ruch źródłowo-docelowy

- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym)
- Dla granic lądowych ustalono, że:
  - ruch do Niemiec oraz pozostałych krajów tzw. Europy Zachodniej (bez Austrii oraz Włoch) oraz do wszystkich krajów pozaeuropejskich jest realizowany przez granicę niemiecką;
  - ruch do Czech, Włoch, Austrii, na Węgry i inne kraje Europy południowo-wschodniej (na wschód od Włoch i Austrii), a także do Turcji jest realizowany przez granicę czeską;
  - ruch na Słowację jest realizowany przez granicę słowacką;
  - ruch na Litwę i Łotwę, a także do Estonii i Finlandii oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę litewską;
  - ruch na Białoruś, do Kazachstanu oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez **granicę białoruską**;
  - ruch na Ukrainę oraz do Mołdawii jest realizowany przez granicę ukraińską;
  - ruch do Rosji w 20% jest realizowany przez granicę rosyjską (granica z Obwodem Kaliningradzkim)



# Procedura badawcza – ruch źródłowo-docelowy

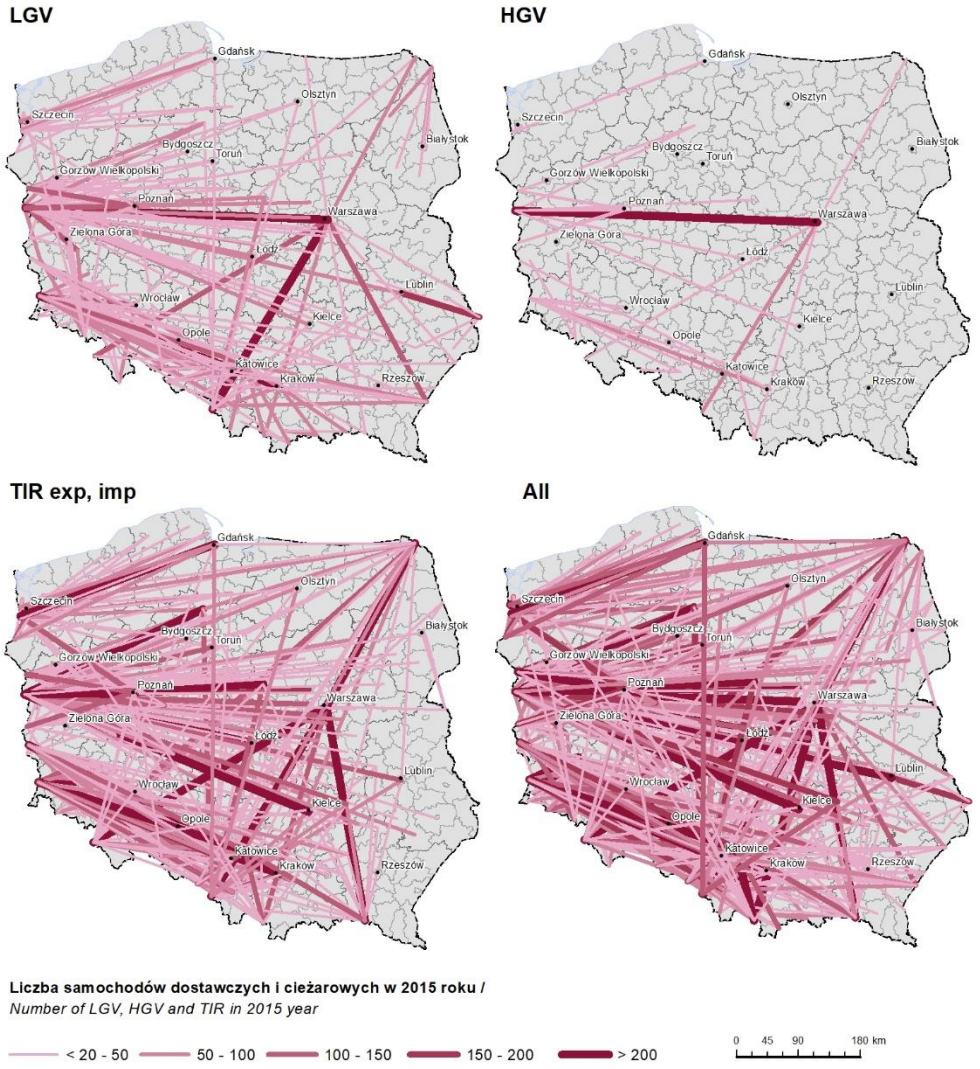
- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym)
- Dla granic lądowych ustalono, że:
  - ruch do Niemiec oraz pozostałych krajów tzw. Europy Zachodniej (bez Austrii oraz Włoch) oraz do wszystkich krajów pozaeuropejskich jest realizowany przez granicę niemiecką;
  - ruch do Czech, Włoch, Austrii, na Węgry i inne kraje Europy południowo-wschodniej (na wschód od Włoch i Austrii), a także do Turcji jest realizowany przez granicę czeską;
  - ruch na Słowację jest realizowany przez granicę słowacką;
  - ruch na Litwę i Łotwę, a także do Estonii i Finlandii oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę litewską;
  - ruch na Białoruś, do Kazachstanu oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę białoruską;
  - ruch na Ukrainę oraz do Mołdawii jest realizowany przez **granicę ukraińską**;
  - ruch do Rosji w 20% jest realizowany przez granicę rosyjską (granica z Obwodem Kaliningradzkim)

# Procedura badawcza – ruch źródłowo-docelowy

- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym)
- Dla granic lądowych ustalono, że:
  - ruch do Niemiec oraz pozostałych krajów tzw. Europy Zachodniej (bez Austrii oraz Włoch) oraz do wszystkich krajów pozaeuropejskich jest realizowany przez granicę niemiecką;
  - ruch do Czech, Włoch, Austrii, na Węgry i inne kraje Europy południowo-wschodniej (na wschód od Włoch i Austrii), a także do Turcji jest realizowany przez granicę czeską;
  - ruch na Słowację jest realizowany przez granicę słowacką;
  - ruch na Litwę i Łotwę, a także do Estonii i Finlandii oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę litewską;
  - ruch na Białoruś, do Kazachstanu oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę białoruską;
  - ruch na Ukrainę oraz do Mołdawii jest realizowany przez granicę ukraińską;
  - ruch do Rosji w 20% jest realizowany przez granicę rosyjską (granica z **Obwodem Kaliningradzkim**)

# Procedura badawcza – ruch źródłowo-docelowy - razem

- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym)
- Dla granic lądowych ustalono, że:
  - ruch do Niemiec oraz pozostałych krajów tzw. Europy Zachodniej (bez Austrii oraz Włoch) oraz do wszystkich krajów pozaeuropejskich jest realizowany przez granicę niemiecką;
  - ruch do Czech, Włoch, Austrii, na Węgry i inne kraje Europy południowo-wschodniej (na wschód od Włoch i Austrii), a także do Turcji jest realizowany przez granicę czeską;
  - ruch na Słowację jest realizowany przez granicę słowacką;
  - ruch na Litwę i Łotwę, a także do Estonii i Finlandii oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę litewską;
  - ruch na Białoruś, do Kazachstanu oraz 40% ruchu do Rosji jest realizowany przez granicę białoruską;
  - ruch na Ukrainę oraz do Mołdawii jest realizowany przez granicę ukraińską;
  - ruch do Rosji w 20% jest realizowany przez granicę rosyjską (granica z Obwodem Kaliningradzkim)



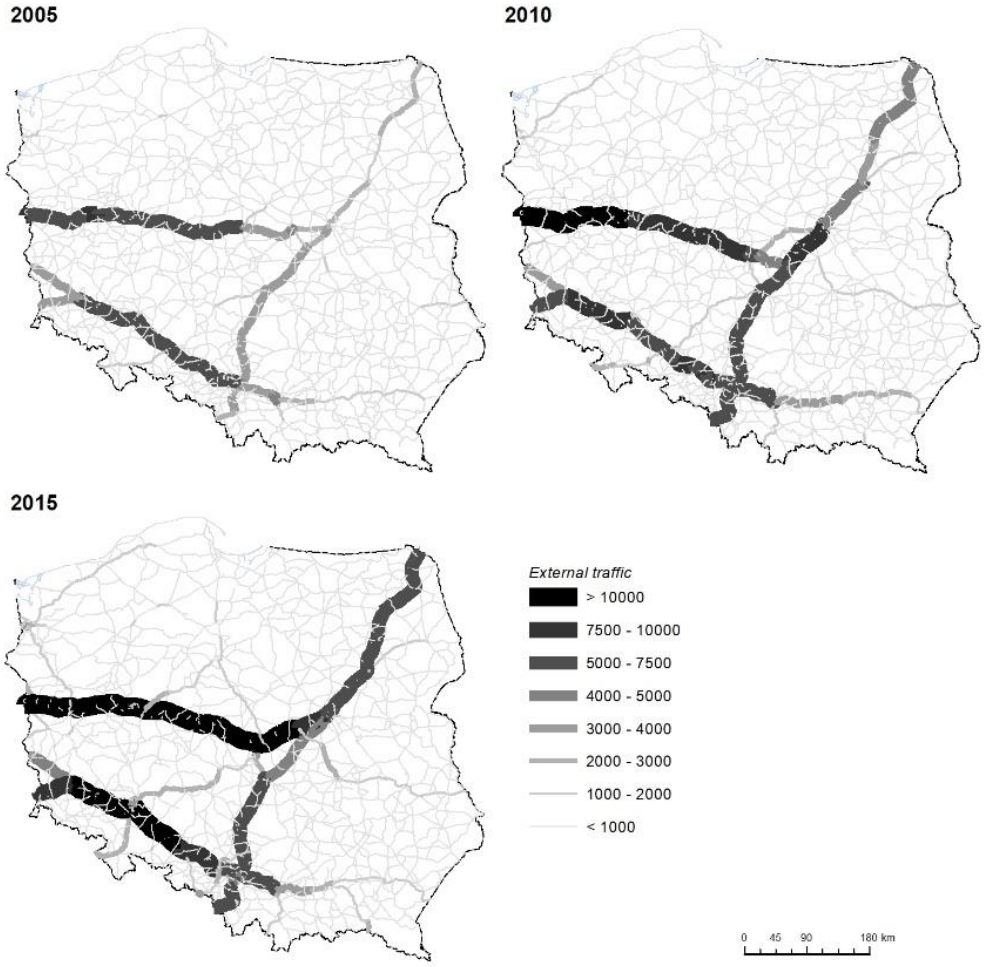
# Ruch zewnętrzny – wstępne wyniki i problemy w modelowaniu

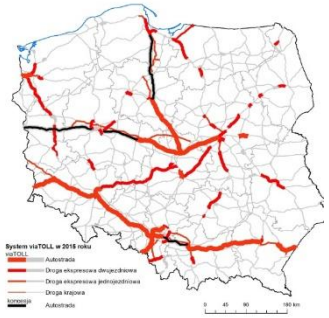
Problem zbyt wysokiej koncentracji ruchu w ciągach autostradowych:

- problem „metody przedsiębiorstw” – duże wybrane (Warszawa, Poznań) ośrodki miejskie,
- powolny rozwój infrastruktury.

Dekoncentracja może natomiast być wynikiem:

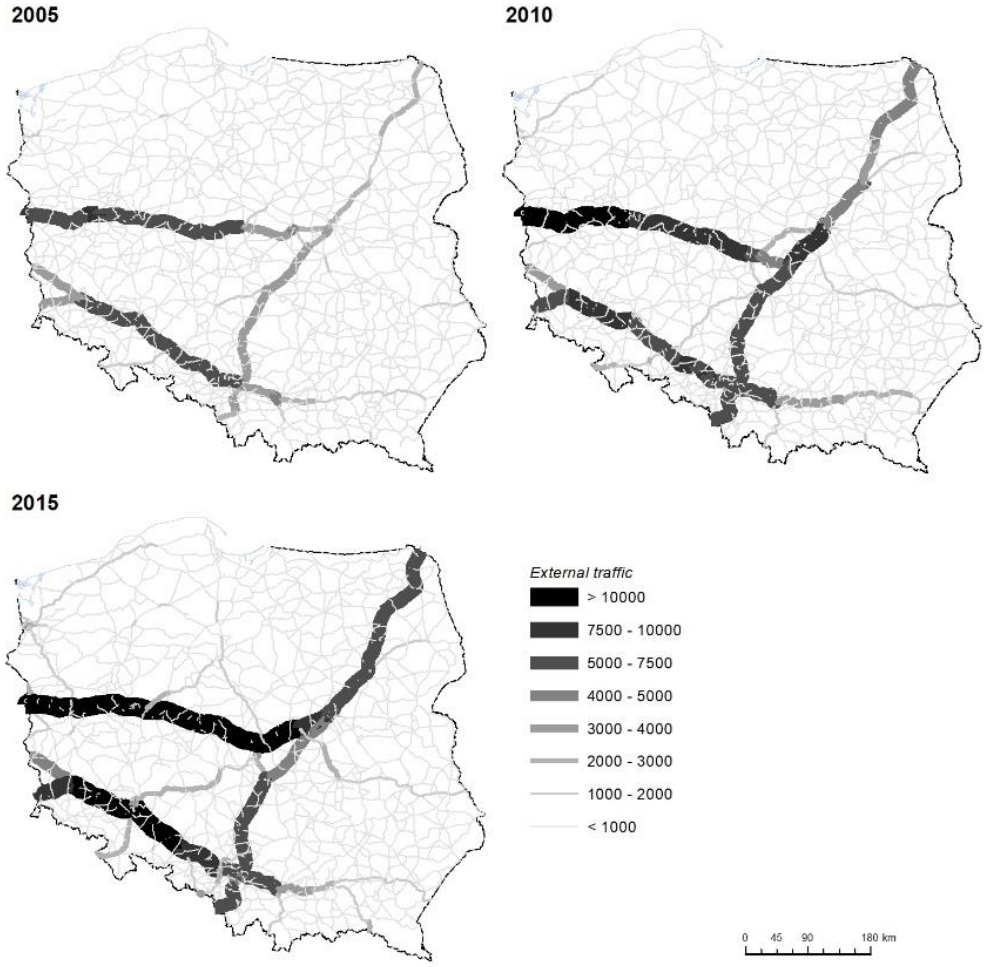
- właściwego uwzględnienia „kar czasowych” związanych z opłatami (winiety, viaTOLL, opłaty u koncesjonariuszy),
- dekoncentracja eksportu



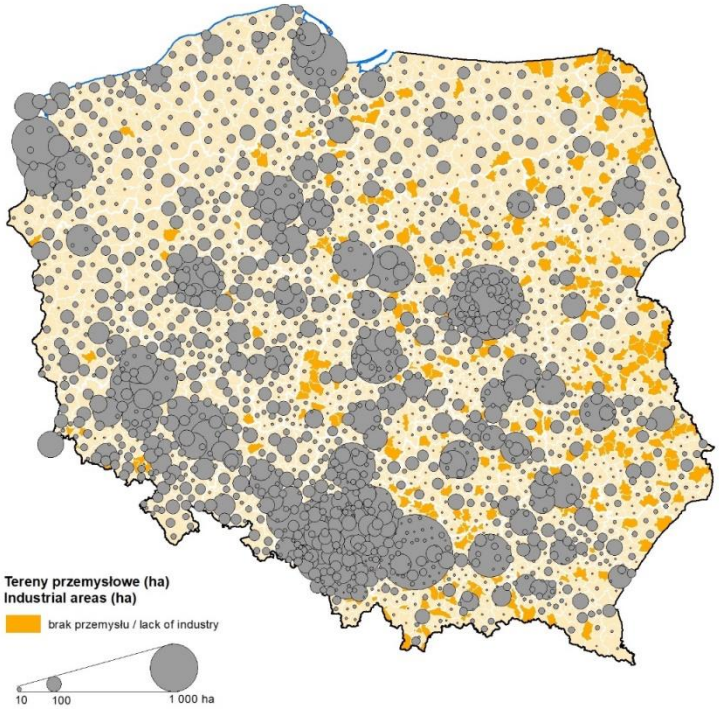



# Wnioski dotyczące ruchu zewnętrznego

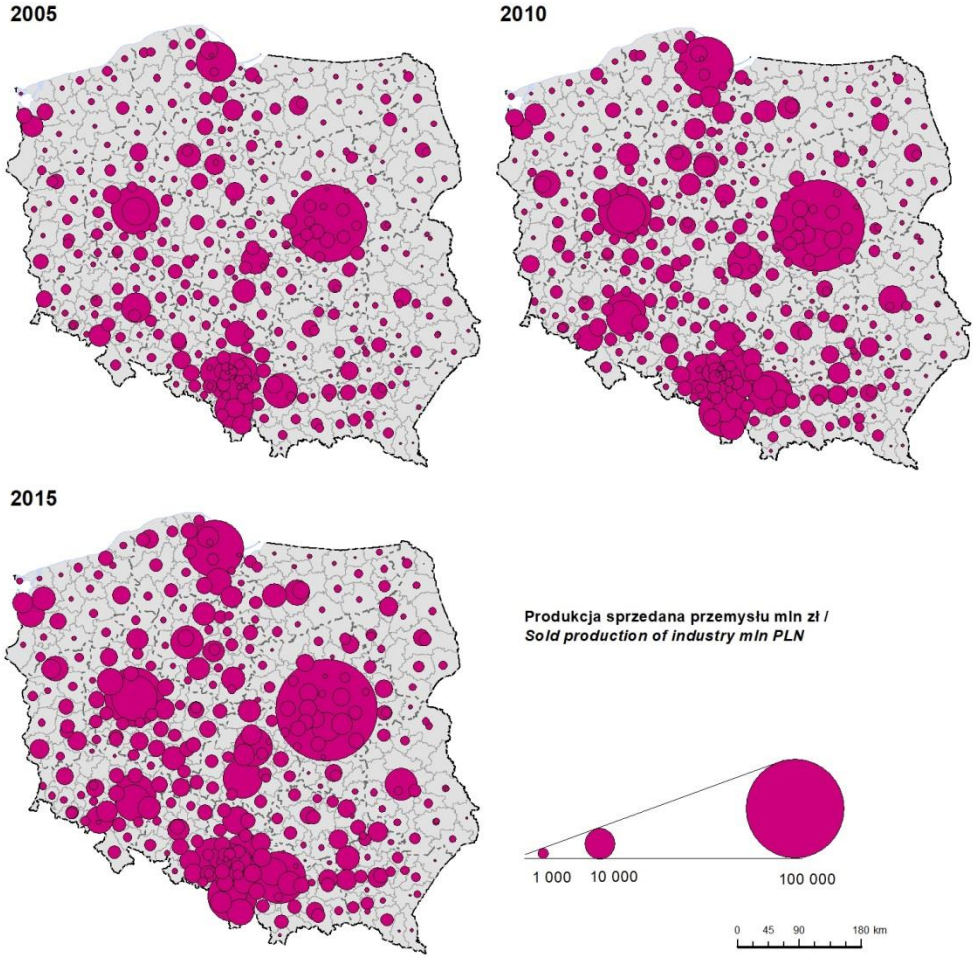
- Modelowy rozkład ruchu zewnętrznego jest wypadkową tranzytu przez Polskę oraz intensywności polskiego handlu zagranicznego.
- Notowana dekoncentracja handlu (zwłaszcza eksportu) przełożyła się na duże potoki ruchu ciężkiego w stronę niektórych mniejszych miast w 2015 r. (np. siedzib Specjalnych Stref Ekonomicznych i/lub dużych inwestycji zagranicznych).
- W przypadku tranzytu potwierdzono kluczowe znaczenie niektórych nowych inwestycji w przenoszeniu się potoków z granicy czeskiej na niemiecką.



# Ruch wewnętrzny. Produkcja i atrakcja

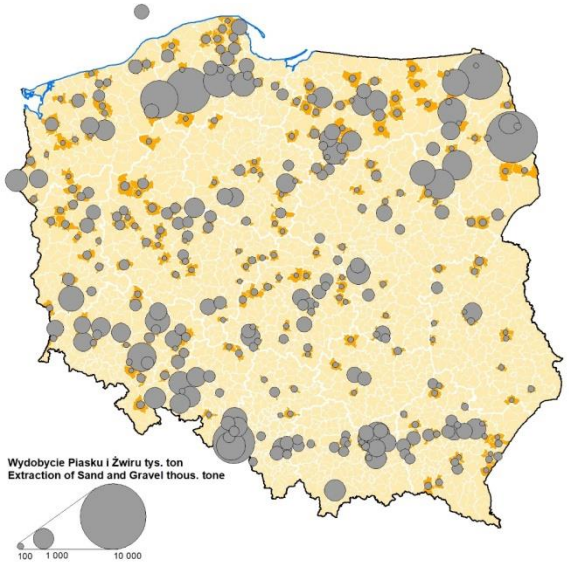



Powierzchnia terenów przemysłowych w 2014 r. (wg gmin)



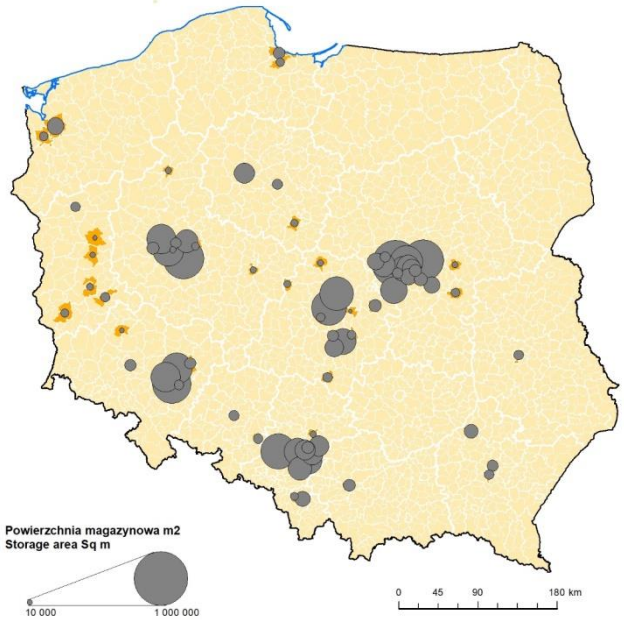

Produkcja sprzedana przemysłu wg powiatów w 2005, 2010 i 2015 r. (w mln zł)

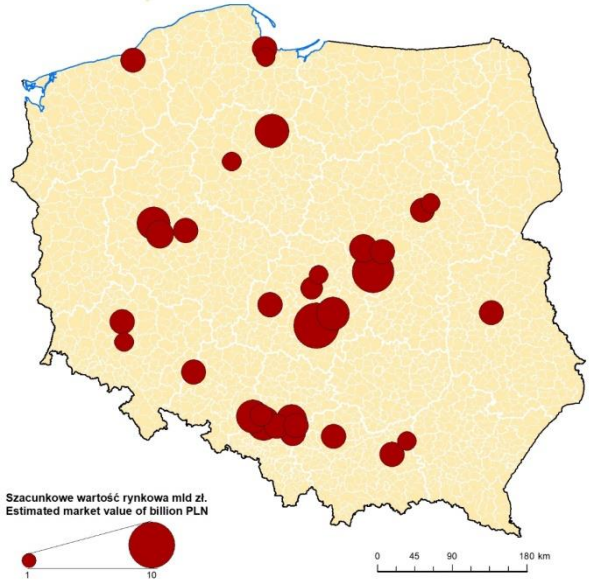
# Ruch wewnętrzny. Produkcja i atrakcja




Wydobycie piasku i żwiru

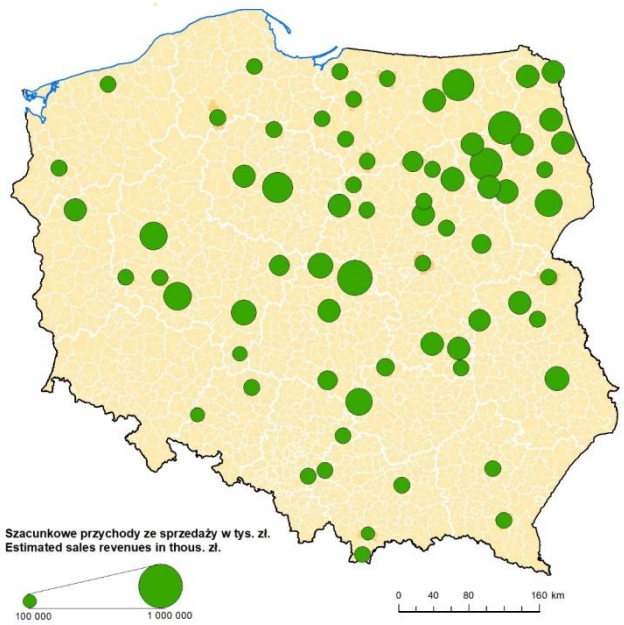
Powierzchnia magazynowa



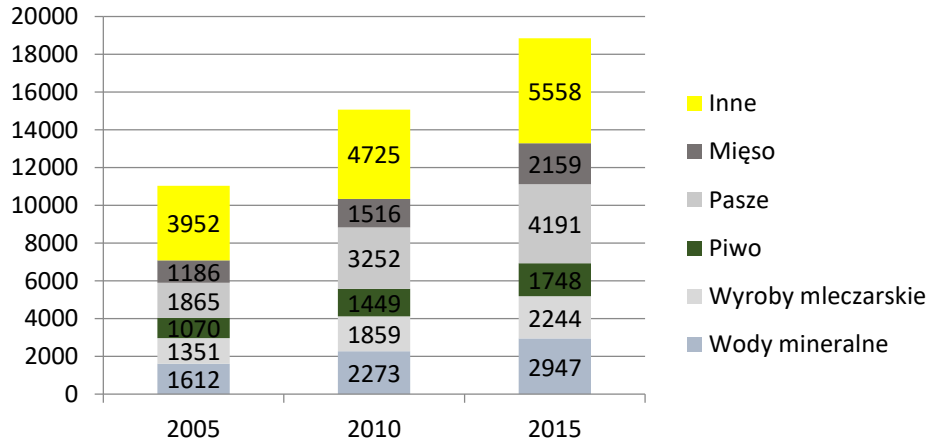




Centra dystrybucyjne dyskontów

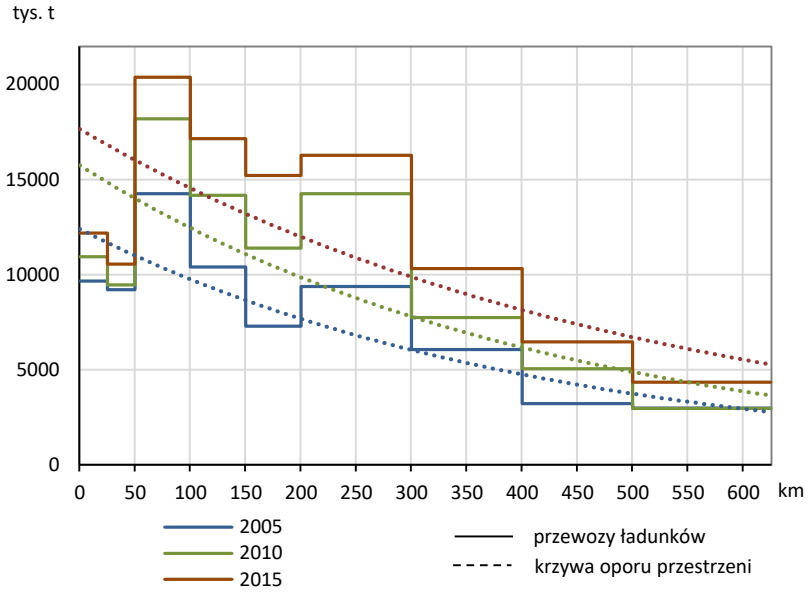
Mleczarnie



# Przemysł spożywczy – przykład złożoności analizy

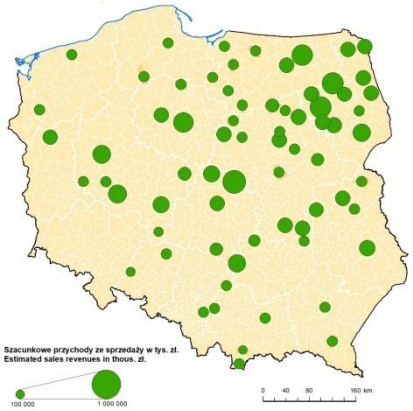



Praca przewozowa realizowana w transporcie ciężarowym w przemyśle spożywczym

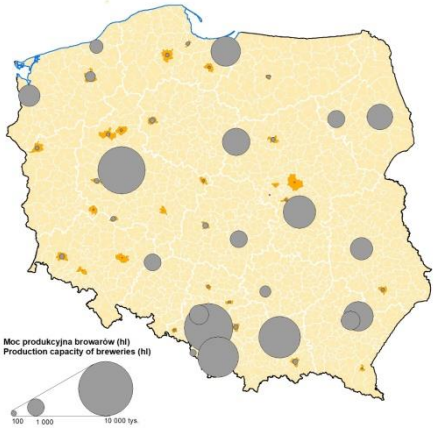



Krzywe oporu przestrzeni w transporcie ciężarowym dla grupy ładunkowej: Produkty spożywcze, napoje i wyroby tytoniowe (2005, 2010 i 2015 r.)

## Mleczarnie

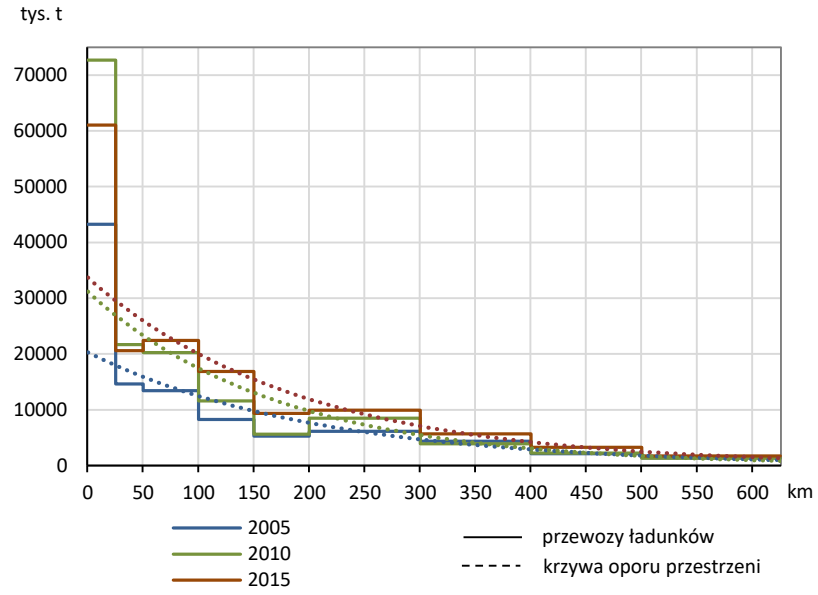


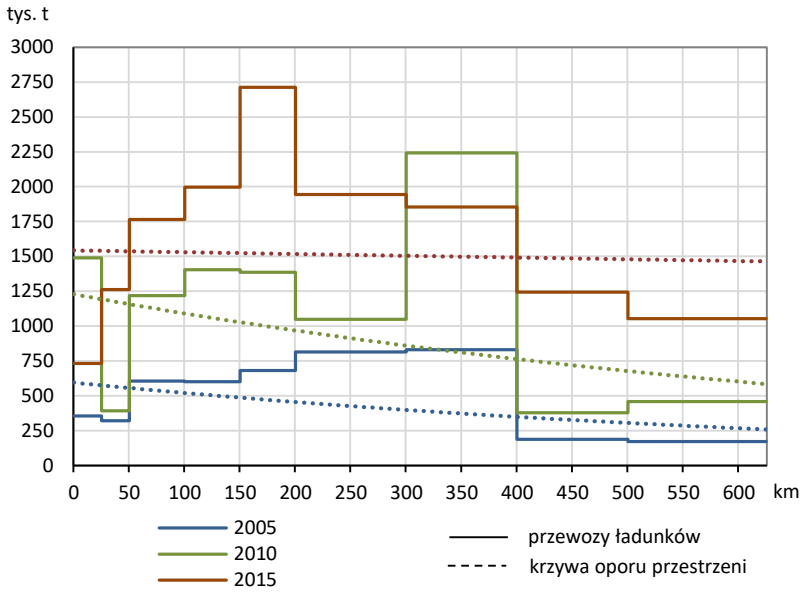

## Browary – moc produkcyjna

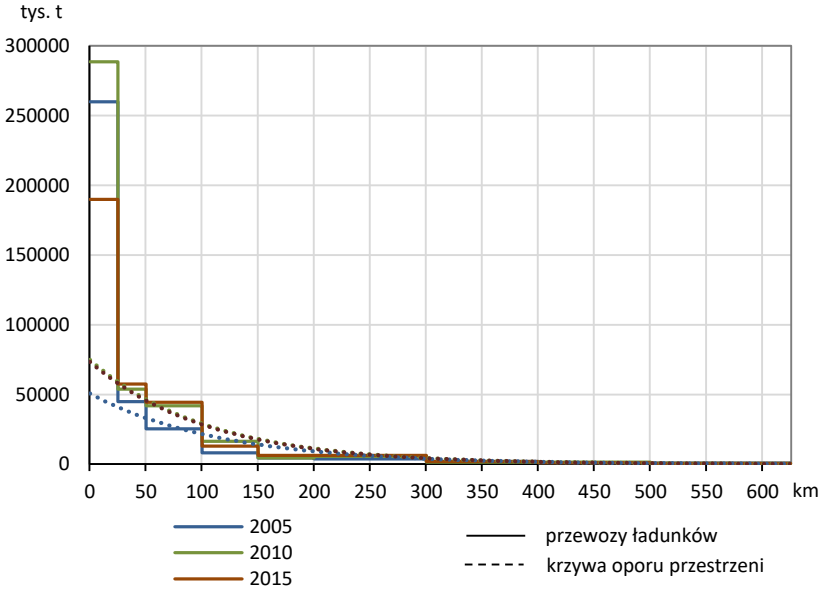


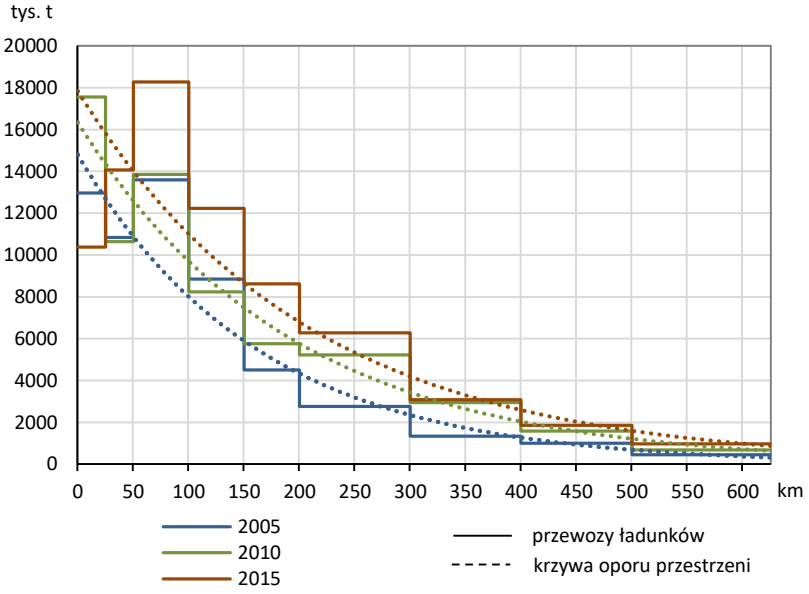

## Producenci wód mineralnych

# Krzywe oporu przestrzeni dla grup ładunkowych - przykłady



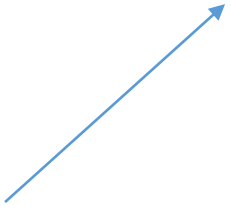
# Rekomendacje – polityka transportowa

- Badanie potwierdziło znaczenie niektórych dużych tras obwodowych, zwłaszcza tzw. dużej obwodnicy Warszawy
- Badanie wskazało na istnienie potencjałów ruchotwórczych położonych poza obecnym (a czasem nawet planowanym) układem autostrad i dróg ekspresowych (np. Kalisz, Nowy Sącz, Jasło/Krosno). W tym kontekście może być przesłanką dla tworzenia „ślepych", krótkich odcinków tras ekspresowych skierowanych do tego typu miejsc.
- Badanie potwierdziło rolę układu skośnego z północnego-wschodu na południowy- zachód, tak w tranzycie, jak i w ruchu związanym z polskim handlem. Może to mieć konsekwencje np. dla przyszłego układu drogowego województwa dolnośląskiego

# Rekomendacje – modelowanie ruchu

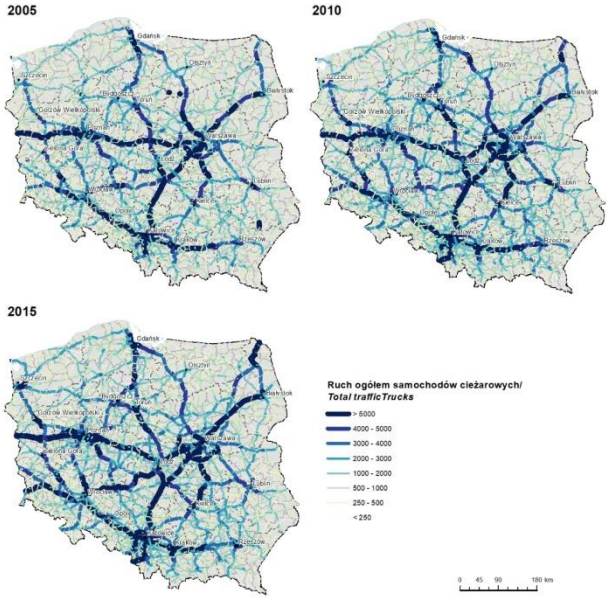
- Rozbicie ruchu na grupy ładunkowe jest niezwykle istotne z uwagi na odmienny zakres geograficzny przewozów. Jest to możliwe do uchwycenia dzięki zastosowaniu innych parametrów funkcji oporu przestrzeni
- Ruch pojazdów ciężarowych może podlegać modelowaniu z wykorzystaniem różnych komplementarnych baz danych odnośnie powiązań i potoków gospodarczych.
- Istotna jest lepsza integracja tych baz (np. bazy Straży Granicznej i badań GPR)

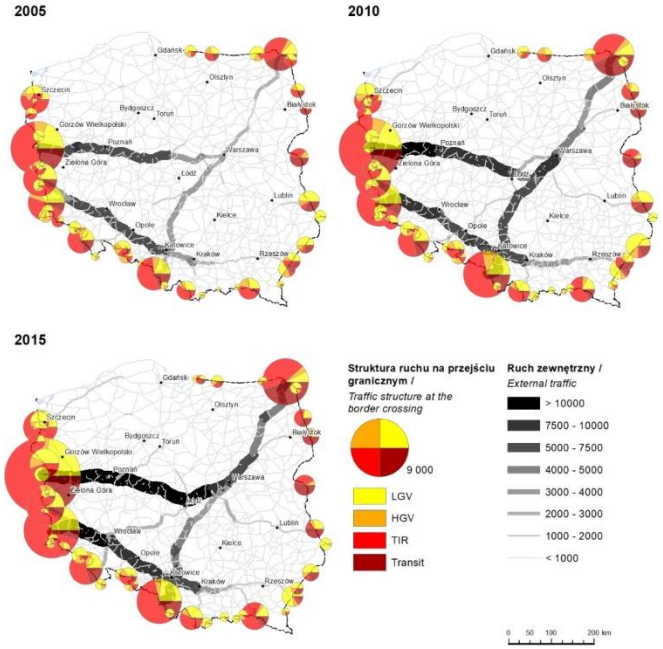
| | SG2005 (doba) | GPR2005 (doba) | Różnice bezwzględne |
|---|---|---|---|
| Jędrzychowice | 1630 | 3576 | 1946 |
| Olszyna | 1553 | 3004 | 1451 |
| Świecko | 6133 | 7539 | 1406 |
| Kołbaskowo | 1232 | 2118 | 886 |
| Kudowa Słone | 972 | 1833 | 861 |
| Zgorzelec | 0 | 796 | 796 |
| Dorohusk | 488 | 1111 | 623 |
| Barwinek | 592 | 1203 | 611 |



# Rekomendacje – modelowanie ruchu

- Warunkiem prawidłowego modelowania ruchu pojazdów ciężarowych jest uwzględnienie różnych funkcji oporu przestrzeni (w poszczególnych kategoriach, grupach towarów)
- Istotnym utrudnieniem jest brak nowych danych o kierunkach tranzytu oraz niska jakość danych w tym zakresie pochodzących z roku 2005. Wskazane jest wykonanie nowego badania przekrojowego
- Celowe wydaje się dążenie do synchronizacji baz w ujęciu międzynarodowym (np. bazy handlu zagranicznego) z sąsiednimi krajami, co umożliwiłoby analizę międzynarodową w układzie produkcja-atrakcja




# Dziękujemy za uwagę

Piotr Rosik (rosik@twarda.pan.pl)

Tomasz Komornicki

IGiPZ PAN