



PRACE GEOGRAFICZNE 272

2020

Piotr Rosik  
Tomasz Komornicki  
Sławomir Goliszek  
Barbara Szejgiec-Kolenda  
Patryk Duma

## Monitoring uwarunkowań rozkładu ruchu w transporcie ciężarowym w Polsce (2005-2015)



## PRACE GEOGRAFICZNE

256. Korcelli-Olejniczak E., Kozłowski S., Bierzyński A., Piotrowski F., 2017, *Region Metropolitalny Warszawy – studia miast średniej wielkości*, 128 s., 26 ryc., 13 tab., 26 fot.
257. Taylor Z., Ciechański A., 2017, *Deregulacja i przekształcenia przedsiębiorstw transportu lądowego w Polsce na tle polityki spójności UE*, 270 s., 42 ryc., 34 tab.
258. Rosik P., Pomianowski W., Goliszek S., Stępnia M., Kowalczyk K., Guzik R., Kołós A., Komornicki T., 2017, *Multimodalna dostępność transportem publicznym gmin w Polsce (MULTIMODACC)*, 303 s., 166 ryc., 41 tab.
259. Matuszkiewicz J.M., Solon J., Kowalska A., Wolski J., Affek A., Degórski M., Grabińska B., Kozłowska A., Plit J., Pawlicki R.W., 2017, *Historyczne zmiany pokrywy leśnej na pograniczu mazursko-kurpiowskim w aspekcie rozwoju zrównoważonego krajobrazu*, 402 s. + 1 wklejka, 182 ryc., 63 tab.
260. Śleszyński P., Bański J., Degórski M., Komornicki T., 2017, *Delimitacja Obszarów Strategicznej Interwencji państwa: obszarów wzrostu i obszarów problemowych*, 296 s., 72 ryc., 18 tab.
261. Stępnia M., Wiśniewski R., Goliszek S., Marcińczak S., 2017, *Dostępność przestrzenna do usług publicznych w Polsce*, 356 s., 141 ryc., 52 tab.
262. Degórska B., 2017, *Urbanizacja przestrzenna terenów wiejskich na obszarze metropolitalnym Warszawy. Kontekst ekologiczno-krajobrazowy*, 175 s., 53 ryc., 10 tab.
263. Kuchcik M., 2017, *Warunki termiczne w Polsce na przełomie XX i XXI wieku i ich wpływ na umieralność*, 279 s., 98 ryc., 52 tab.
264. Chmielewski T.J., Śleszyński P., Chmielewski Sz., Kułak A., 2018, *Ekologiczne i fizjonomiczne koszty bezładu przestrzennego*, 128 s.
265. Kaczmarek H., 2018, *Ewolucja strefy brzegowej nizinnych zaporowych zbiorników wodnych w warunkach dużych wahań poziomu wody na przykładzie Zbiornika Jeziersko na Warcie*, 132 s., 58 ryc., 6 tab.
266. *Studia nad regionalizacją fizycznogeograficzną Polski*, pod red. M. Kistowskiego, U. Myga-Piątek, J. Solona, 2018, 278 s., 86 ryc., 19 tab.
267. Rosik P., Komornicki T., Goliszek S., Śleszyński P., Szarata A., Szejgiec-Kolenda B., Pomianowski W., Kowalczyk K., 2018, *Kompleksowe modelowanie osobowego ruchu drogowego w Polsce. Uwarunkowania na poziomie gminnym*, 242 s., 164 ryc., 54 tab.
268. Piotr Gierszewski, 2018, *Hydrologiczne uwarunkowania funkcjonowania geosystemu Zbiornika Włocławskiego*, 224 s., 98 ryc., 31 tab.
269. Jerzy Bański, 2019, *Waloryzacja zasobów lokalnych i ich zróżnicowanie przestrzenne w regionach Polski Wschodniej*, 186 s., 28 ryc., 59 tab., 18 fot.
270. Piotr Rosik, Tomasz Komornicki, Sławomir Goliszek, Patryk Duma, 2019, *Dostępność potencjałowa regionów w Europie – zasięg przestrzenny, długość podróży i efekt granicy (EU-ROAD-ACC)*, 136 s., 59 ryc., 20 tab.
271. Witold Bochenek, 2020, *Prawidłowości obiegu wody na obszarze beskidzko-pogórskim Karpat Zachodnich na przykładzie zlewni Bystrzanki w świetle zmian klimatu i działalności człowieka*, 182 s., 110 ryc., 41 tab.

**Monitoring uwarunkowań  
rozkładu ruchu w transporcie  
ciężarowym w Polsce  
(2005-2015)**

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego  
Polska Akademia Nauk

PRACE GEOGRAFICZNE

Nr 272

**Piotr Rosik, Tomasz Komornicki,  
Sławomir Goliszek, Barbara Szejgiec-Kolenda,  
Patrik Duma**

**Monitoring uwarunkowań  
rozkładu ruchu w transporcie  
ciężarowym w Polsce  
(2005-2015)**

Monitoring of factors influencing  
lorry-traffic distribution in Poland  
(2005-2015)



Komitet Redakcyjny:  
Redaktor naczelny: Piotr Rosik  
Sekretarz redakcji: Ewa Jankowska  
Członkowie: Dorota Gazicka-Wójtowicz  
Tomasz Ryger

Rada Redakcyjna:  
Andrzej Affek  
Dariusz Brykała  
Tomasz Komornicki  
Bolesław Domański  
Sylvia Dołzbłasz  
Radosław Dobrowolski  
Mariusz Kistowski  
Daniel Michniak  
Tadeusz Stryjakiewicz

Recenzja: Monika Bąk  
Tadeusz Stryjakiewicz

Publikacja finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych projektowi badawczemu, nr 2014/13/B/HS4/03351: „Monitoring zmian potencjałów ruchotwórczych oraz uwarunkowań rozkładu ruchu na sieci drogowej w transporcie ciężarowym w Polsce w latach 2005-2015 (HGV-Monit)”

Zdjęcie na okładkę: Tomasz Komornicki  
Projekt graficzny serii: Tomasz Ryger  
Opracowanie redakcyjne i techniczne: Ewa Jankowska  
Adres Redakcji IGiPZ PAN  
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa  
e-mail: prace.geograficzne@twarda.pan.pl  
www.igipz.pan.pl/prace-geograficzne.html

© Copyright by Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
im. Stanisława Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2020



PL ISSN 0373-6547  
ISBN 978-83-61590-37-8

Druk i oprawa: Poligrafia Salezjańska  
Bałuckiego 8, 30-318 Kraków

## SPIS TREŚCI

1. Wstęp .....	9
1.1. Uzasadnienie i cele pracy.....	9
1.2. Przedmiot badania oraz zakres czasowy i przestrzenny .....	11
1.3. Źródła danych .....	12
1.4. Definicje pojęć podstawowych .....	13
1.5. Struktura opracowania.....	16
2. Modele transportu ładunków w ruchu ciężarowym .....	19
2.1. Metody badawcze. Przegląd literatury przedmiotu .....	19
2.2. Modele przepływu ładunków w Polsce .....	21
3. Natężenie ruchu samochodów ciężarowych w latach 2005, 2010 i 2015 .....	25
3.1. Zmiany na poziomie krajowym według kategorii dróg i typów samochodów.....	25
3.2. Ruch samochodów lekkich (dostawczych). Zmiany sieciowe.....	27
3.3. Ruch samochodów ciężkich bez przyczep. Zmiany sieciowe.....	31
3.4. Ruch samochodów ciężkich z przyczepami. Zmiany sieciowe .....	33
3.5. Ruch samochodów ciężarowych ogółem. Zmiany sieciowe.....	37
3.6. Krajowe a międzynarodowe przewozy transportem drogowym .....	43
4. Charakterystyka determinant natężenia i rozkładu ruchu w transporcie ciężarowym w Polsce w okresie 2005-2015.....	47
4.1. Klasyfikacja determinant natężenia i rozkładu ruchu .....	47
4.2. Uwarunkowania gospodarcze .....	48
4.2.1. Poziom PKB.....	48
4.2.2. Kursy walutowe.....	50
4.2.3. Handel zagraniczny.....	51
4.2.4. Ceny paliw i koszty pracy.....	54
4.3. Uwarunkowania geopolityczne.....	55
4.3.1. Wewnętrzne granice strefy Schengen .....	55
4.3.2. Zewnętrzne granice strefy Schengen.....	56
4.4. Uwarunkowania infrastrukturalne .....	58
4.5. Uwarunkowania organizacyjne i formalno-prawne.....	60
4.5.1. Ograniczenia w ruchu na obszarze całego kraju .....	61
4.5.2. Ograniczenia w przejazdach (tranzycie) przez miasta.....	61
4.5.3. Lokalne ograniczenia ruchu.....	64
4.5.4. Ograniczenia w ruchu na przejściach granicznych .....	66
4.5.5. Opłaty autostradowe i system viaTOLL.....	69
4.6. Uwarunkowania logistyczne .....	71
4.6.1. Powierzchnia magazynowa.....	72
4.6.2. Terminale intermodalne .....	74
5. Rozkład ruchu samochodów ciężarowych - założenia .....	77
5.1. Założenia wstępne .....	77
5.2. Model prędkości oraz sieciowe dane wejściowe.....	78
5.3. Rejony transportowe .....	84
5.4. Ograniczenia w ruchu, opłaty autostradowe i system viaTOLL.....	85
5.5. Praca eksploatacyjna w transporcie ciężarowym.....	86

6. Model ruchu zewnętrznego.....	87
6.1. Ruch graniczny samochodów ciężarowych na ostatnich odcinkach przed przejściami granicznymi (Generalny Pomiar Ruchu).....	88
6.2. Ruch graniczny samochodów ciężarowych na podstawie danych Straży Granicznej.....	91
6.3. Ruch tranzytowy. Więźba ruchu.....	92
6.4. Ruch źródłowo-docelowy. Więźba ruchu.....	93
6.5. Ruch zewnętrzny. Więźba i rozkład ruchu.....	98
7. Model ruchu wewnętrznego oraz model HGV Monit.....	103
7.1. Rozmieszczenie produkcji sprzedanej przemysłu.....	103
7.2. Przewozy ładunków według kierunków na poziomie NUTS3.....	106
7.3. Podstawy metodyczne modelu HGV Monit.....	108
7.4. Rezultaty modelu HGV Monit. Model bez opłat autostradowych, viaTOLL i ograniczeń w przejeździe przez Warszawę.....	109
7.5. Rezultaty modelu HGV Monit. Model z karami czasowymi związanymi z opłatami autostradowymi, ograniczeniami w przejeździe przez Warszawę oraz systemem viaTOLL.....	116
8. Struktura przewozów ładunków transportem drogowym krajowym.....	119
8.1. Założenia metodyczne.....	119
8.2. Zmiany struktury przewozów ładunków.....	121
8.3. Zróżnicowanie przestrzenne produkcji i krzywe oporu przestrzeni dla wybranych grupach ładunkowych.....	124
8.3.1. Produkty spożywcze.....	124
8.3.2. Wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych.....	130
8.3.3. Rudy metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa.....	131
8.3.4. Pozostałe grupy ładunkowe.....	134
9. Wnioski.....	135
9.1. Wnioski empiryczne.....	135
9.2. Wnioski metodyczne.....	140
9.3. Scenariusze zmian natężenia ruchu samochodów ciężarowych w roku 2020 i kolejnych latach. Wpływ pandemii COVID-19.....	140
9.4. Rekomendacje dla polityki transportowej i innych polityk w kontekście poszczególnych uwarunkowań.....	142
Literatura.....	147
Aneks statystyczny.....	153



## Contents

1. Introduction .....	9
1.1. Justification and objectives of the study .....	9
1.2. Subject matter and spatio-temporal scope of the study .....	11
1.3. Sources of data .....	12
1.4. Definitions of key concepts .....	13
1.5. Framework of the study .....	16
2. Models of road freight transport.....	19
2.1. Research methods. Overview of source literature.....	19
2.2. Freight flow models in Poland .....	21
3. Road freight traffic volumes in 2005, 2010 and 2015.....	25
3.1. Countrywide changes by road category and vehicle type .....	25
3.2. Light goods vehicle traffic. Network changes .....	27
3.3. Traffic of HGVs without trailers. Network changes.....	31
3.4. Traffic of HGVs with trailers. Network changes.....	33
3.5. Total road freight traffic. Network changes.....	37
3.6. National v. international road freight transport .....	43
4. Description of the determinants of traffic volumes and distribution of road freight traffic in Poland (2005-2015) .....	47
4.1. Classification of the determinants of traffic volumes and distribution .....	47
4.2. Economic conditions.....	48
4.2.1. GDP .....	48
4.2.2. Foreign exchange rates.....	50
4.2.3. Foreign trade .....	51
4.2.4. Fuel prices and labour costs .....	54
4.3. Geopolitical conditions .....	55
4.3.1. Internal borders of the Schengen Area .....	55
4.3.2. External borders of the Schengen Area.....	56
4.4. Infrastructural conditions.....	58
4.5. Organisational and formal and legal conditions .....	60
4.5.1. Traffic restrictions across the country.....	61
4.5.2. Restrictions on journeys (transit) across cities .....	61
4.5.3. Local traffic restrictions.....	64
4.5.4. Border traffic restrictions.....	66
4.5.5. Motorway tolls and the viaTOLL systemL.....	69
4.6. Logistical conditions .....	71
4.6.1. Warehouse space .....	72
4.6.2. Intermodal terminals .....	74
5. Road freight traffic distribution – assumptions .....	77
5.1. Preliminary assumptions .....	77
5.2. Speed model and network input data.....	78
5.3. Transport areas.....	84
5.4. Traffic restrictions, motorway tolls and the viaTOLL system.....	85
5.5. Road freight transport performance .....	86

6. External traffic model.....	87
6.1. Border road freight traffic on the terminal sections ahead of border crossings (General Traffic Survey) .....	88
6.2. Border road freight traffic based on Border Guard data.....	91
6.3. Transit traffic. Traffic pattern .....	92
6.4. Source-destination traffic. Traffic pattern .....	93
6.5. External traffic. Traffic pattern and distribution.....	98
7. Internal traffic model and HGV Monit mode.....	103
7.1. Distribution of sold industrial production .....	103
7.2. Road freight transport by direction at the NUTS3 level.....	106
7.3. Methodological foundations of the HGV Monit model .....	108
7.4. Results of the HGV Monit model. Model without motorway tolls, viaTOLL and restrictions on transit across Warsaw .....	109
7.5. Results of the HGV Monit model. Model with time penalties due to motorway tolls, restrictions on Warsaw transit and limitations linked to the viaTOLL system.....	116
8. Breakdown of domestic road freight transport.....	119
8.1. Methodological assumptions .....	119
8.2. Shifts in the breakdown of road freight transport .....	121
8.3. Spatial variations in production and distance decay for specific commodity groups.....	124
8.3.1. Food products.....	124
8.3.2. Products from other non-metallic raw materials .....	130
8.3.3. Metal ores and other mining and quarrying products .....	131
8.3.4. Pozostałe grupy ładunkowe .....	134
9. Conclusions.....	135
9.1. Empirical conclusions.....	135
9.2. Methodological conclusions .....	140
9.3. Scenarios for changes in road freight traffic volumes in 2020 and beyond. Impact of the COVID-19 pandemic	
9.4. Recommendations for transport policy and other.....	140
9.4. Recommendations for transport policy and other policies in the context of the various conditions .....	142
References.....	147

# 1. Wstęp

## 1.1. Uzasadnienie i cele pracy

Polska w ciągu ostatnich trzydziestu lat stała się miejscem bardzo dynamicznego przyrostu ruchu samochodów ciężarowych. Było to efektem zarówno uwarunkowań zewnętrznych, jak i wewnętrznych. Do pierwszych zaliczyć należy bardzo szybkie przyrosty eksportu (zwłaszcza po akcesji do Unii Europejskiej) oraz rozwój tranzytu pomiędzy Europą wschodnią i zachodnią. Uwarunkowania wewnętrzne to przede wszystkim rozwój gospodarczy połączony z dekoncentracją miejsc produkcji oraz przekształcenia w logistycę, w handlu (powstanie centrów handlowych, a w ostatnich latach także eksplozja usług kurierskich związanych z handlem internetowym). Znaczenie miała również rozbudowa infrastruktury drogowej, w tym zwłaszcza autostrad i dróg ekspresowych, a dodatkowo także wprowadzenie opłat drogowych dla pojazdów ciężarowych. Wszystkie wymienione czynniki przełożyły się nie tylko na ogólny wzrost ruchu, ale również na jego rozkład przestrzenny na sieci drogowej. Modelowanie przepływów stało się trudniejsze niż wcześniej, uzależnione od coraz większej liczby zmiennych. Istotne stały się poszukiwania nowych modeli uzależnionych od danych gospodarczych na poziomie lokalnych jednostek terytorialnych. Opisane w tej książce badanie dla lat 2005-2015 jest próbą poszerzenia naszej wiedzy nad możliwościami modelowania ruchu pojazdów ciężarowych w warunkach dynamicznych przemian społeczno-gospodarczych oraz na szczegółowym poziomie dezagregacji terytorialnej.

**Modelowanie ruchu ciężarowego** na poziomie krajowym w Polsce jak dotąd polegało na zastosowaniu modeli zagregowanych (np. czterostadiowy) i zdezagregowanych. Przykładem pierwszego jest Krajowy Model Ruchu (*Studium układu dróg...*, 2007) opracowany w oparciu o wyniki Generalnego Pomiaru Ruchu w 2005 oraz badań ankietowych typu źródło-cel wykonanych w kilkudziesięciu, tzw. punktach kontrolnych na sieci dróg krajowych oraz w punktach

granicznych. Z kolei przykładami modeli zdezagregowanych opracowanych w Polsce są: Model Systemu Logistycznego Polski (Ambroziak i Jacyna, 2011; Jacyna, 2010) oraz te przedstawione w Dorosiewicz (2010) i Pyza (2012). Ponadto istnieje w Polsce kilka modeli o znaczeniu regionalnym. Przeważnie są one tworzone dla potrzeb opracowań studialnych nowych dróg i najczęściej obejmują obszar mniejszy niż województwo, zwykle kilka lub kilkanaście powiatów. Aktualnie brak jest jednak modeli regionalnych o zasięgu przestrzennym odpowiadającym województwu.

Celem niniejszej publikacji jest rozwinięcie modelowania ruchu pojazdów ciężarowych w Polsce, z wykorzystaniem wielu danych dotyczących infrastrukturalnych, organizacyjnych i formalno-prawnych, a także geopolitycznych i logistycznych uwarunkowań rozkładu przestrzennego ruchu samochodów ciężarowych (Komornicki i in., 2013), których znaczenie dla prognozowania ruchu w sieci jest bardzo istotne. Rozwój modelowania należy w tym miejscu rozumieć jako integrację dorobku geografii społeczno-ekonomicznej z modelami stosowanymi przez planistów transportu (wykorzystywanymi, m.in. w pracach polskich uczelni technicznych). Zespół autorów w toku prac nad publikacją wielokrotnie konsultował się z przedstawicielami środowiska planistów transportu, przede wszystkim z pracownikami Politechniki Krakowskiej, prof. Andrzejem Szarąą oraz dr. Tomaszem Kulpą. W przypadku Tomasza Kulpy prekursorska rozprawa doktorska jego autorstwa poświęcona modelowaniu ruchu samochodów ciężarowych stała się bezpośrednią inspiracją do podjęcia się tej interesującej tematyki.

**Głównym celem projektu** było określenie potencjałów ruchotwórczych na poziomie powiatowym, a także wskazanie tych odcinków sieci dróg krajowych, wojewódzkich dla których uwarunkowania infrastrukturalne, organizacyjne i formalno-prawne, geopolityczne i logistyczne decydują o odmiennym od obliczonego w projekcie rozkładu ruchu samochodów ciężarowych na sieci zamiejskich dróg krajowych (zarówno in plus, jak i in minus).

**Celem uzupełniającym** (aplikacyjno-metodycznym) w projekcie było zaproponowanie metodologii badawczej dla prognozowania ruchu pojazdów ciężarowych dla całego kraju na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich, uwzględniającej uwarunkowania: infrastrukturalne, organizacyjne i formalno-prawne, geopolityczne oraz logistyczne. Zakłada się, że zaproponowana metodologia pozwoli w przyszłości na ustalenie zasad prognozowania ruchu ciężarowego na sieci drogowej dla całego kraju na podstawie obserwacji specyficznych uwarunkowań rozkładu ruchu samochodów ciężarowych na sieci dróg krajowych oraz przestrzennej dystrybucji potencjałów ruchotwórczych (ekonomicznych oraz logistycznych i obiektowych).

**Hipoteza badawcza.** Na wczesnym etapie prac badawczych skonstruowano roboczą hipotezę badawczą. Zakładała ona, że w latach 2005-2015 w Polsce nastąpiły znaczne zmiany uwarunkowań infrastrukturalnych, organizacyjnych, formalno-prawnych, geopolitycznych i logistycznych, które w dużym stopniu determinowały rozkład przestrzenny ruchu samochodów ciężarowych, w tym koncentrację ruchu w ciągach autostrad i dróg ekspresowych. Przyjęto

tym samym, że wymienione czynniki w sposób istotny statystycznie wpływają na obserwowane rozkłady ruchu.

**Finalnym produktem** jest wyznaczenie wielkości wpływu różnego typu uwarunkowań determinujących rozkład ruchu oraz potencjały ruchotwórcze w ruchu ciężarowym. Zbudowano **model potencjałów ruchotwórczych** oraz **uwarunkowań/determinant**, które w ujęciu dynamicznym w różnym stopniu wpływają na rozkład przestrzenny potoków ruchu samochodów ciężarowych, różny od tego, który wynika z zastosowania modelu grawitacji. Model ten został nazwany w niniejszym opracowaniu modelem **HGV Monit** (nazwa odnosząca się do tłumaczenia na język angielski terminu samochody ciężarowe, tj. *heavy good vehicles* (HGV) oraz do faktu monitoringu zjawisk w latach 2005-2015; por. zakres czasowy w podrozdziale 1.2).

## 1.2. Przedmiot badania oraz zakres czasowy i przestrzenny

**Przedmiotem badania** było zróżnicowanie przestrzenne ruchu samochodów ciężarowych, czyli natężenie ruchu samochodów ciężarowych na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich w ujęciu modelowym i rzeczywistym. W opracowaniu dokonano podziału samochodów ciężarowych na trzy kategorie pojazdów: lekkie samochody ciężarowe o dopuszczalnej masie całkowitej (DMC) poniżej 3,5 t (tzw. dostawcze), samochody ciężarowe bez przyczep oraz samochody ciężarowe z przyczepami i ciągniki siodłowe z naczepami. Podział ten jest zgodny z podziałem definiowanym w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu. Podział na kategorie pojazdów jest decydujący dla określenia tzw. funkcji oporu przestrzeni, a także potencjałów ruchotwórczych.

**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. Duża część materiału statystycznego, przede wszystkim dane w układzie produkcja-atrakcja, również odnosi się do lat 2005, 2010 i 2015.

**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. Oznacza to, że całość projektu została opracowana na sieci drogowej ukształtowanej w trzech momentach czasu, tj. odpowiednio na koniec 2005, 2010 i 2015 r. Ponieważ istotnym elementem ruchu samochodów ciężarowych w Polsce jest ruch międzynarodowy (związany z handlem zagranicznym oraz tranzytem) on

także podlegał analizie, co pośrednio oznacza, że zakres przestrzenny obejmował w sensie ruchu zewnętrznego także inne kraje europejskie.

W badaniu uwzględniono 2321 rejonów transportowych (rejonów wewnętrznych). Liczba rejonów transportowych nie jest równoznaczna z liczbą gmin ze względu na agregację jaka miała miejsce, wówczas gdy dwie gminy (miejska i wiejska) miały siedzibę (Zarząd Gminy) w tej samej miejscowości (por. Rosik, 2012). Część analiz, w miarę dostępności danych, była wykonywana na poziomie powiatowym (np. produkcja sprzedana przemysłu) lub podregionalnym (np. więźba ruchu ładunków w transporcie drogowym). Każdorazowo największa miejscowość w danej jednostce administracyjnej stawała się punktem węzłowym. Ponadto uwzględniono ruch samochodów osobowych na wyodrębnionych 62 punktach granicznych (rejonach zewnętrznych).

### 1.3. Źródła danych

Podstawowym źródłem danych w projekcie był **Generalny Pomiar Ruchu** w 2005, 2010 i 2015 r. na zamiejskiej sieci dróg krajowych i wojewódzkich w Polsce. Wykorzystano dane dotyczące średniodobowego natężenia ruchu (SDR) samochodów ciężarowych w podziale na trzy typy samochodów ciężarowych, tj. lekkie samochody ciężarowe (dostawcze), samochody ciężarowe bez przyczep oraz samochody ciężarowe z przyczepami (odpowiednio SDR 3+4+5). Wyniki Generalnego Pomiaru Ruchu służyły do opisu przestrzennego rozkładu ruchu samochodów ciężarowych na sieci drogowej w analizowanym okresie (rozdział 3), a także były punktem odniesienia w modelu ruchu samochodów ciężarowych HGV Monit (rozdział 6 i 7).

**Dane sieciowe**, tj. podkłady sieci drogowej odpowiednio dla 2005, 2010 i 2015 r. są konsekwentnie rozwijane w IGiPZ PAN w ramach szeregu projektów, m.in. realizowanych dla Narodowego Centrum Nauki oraz Ministerstwa Rozwoju (aktualnie Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej). Niemniej w ramach niniejszego opracowania dokonano gruntownego przeglądu podkładów sieciowych za lata 2005, 2010 oraz 2015, w tym w kontekście przypisania poszczególnym odcinkom sieci drogowej wartości GPR za lata 2005, 2010 oraz 2015.

Osobnym źródłem danych są dane wejściowe do **modelu prędkości ruchu samochodów ciężarowych**. W tym przypadku źródłem danych był model prędkości ruchu opracowany przez zespół pracowników IGiPZ PAN rozwijany dla potrzeb analiz izochronowych i dostępności potencjałowej. Na potrzeby niniejszego opracowania model prędkości samochodów ciężarowych został opracowany przy założeniu wpływu trzech zmiennych na prędkość pojazdów, tj.: liczby ludności w buforze (rozumianym jako odległość) 5 km w otoczeniu odcinka, obszaru zabudowanego oraz ukształtowania terenu. Źródłem powyższych zmiennych są wykorzystywane w IGiPZ PAN bazy danych (por. tab. 5.1).

Dane dotyczące opłat autostradowych oraz opłat w systemie viaTOLL zostały zaczerpnięte ze stron internetowych operatorów oraz viaTOLL.

**Model ruchu zewnętrznego** został oparty na paru różnych, i autonomicznych względem siebie, źródłach danych, do których należą:

- Baza ruchu granicznego na ostatnich odcinkach prowadzących do przejść granicznych (na podstawie Generalnego Pomiaru Ruchu z 2005, 2010 i 2015 r.).
- 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.
- Baza ankiet wykonanych na wybranych przejściach granicznych w 2005 r. w ramach prac nad Krajowym Modelem Ruchu.
- 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.

**W modelu ruchu wewnętrznego** wykorzystano trzy bazy danych: (1) przewóz ładunków pomiędzy podregionami na podstawie macierzy przewozów ładunków (73x73 podregionów); (2) ruch związany z produkcją, na bazie potoków ruchu między produkcją sprzedaną przemysłu (jako produkcja) i liczbą ludności (jako atrakcja); (3) ruch lokalny, gdzie zarówno produkcją jak i atrakcją jest liczba ludności. **W pierwszym** przypadku bazą danych, która w sposób bezpośredni odwołuje się do przewozów ładunków transportem ciężarowym w ujęciu macierzowym pochodzącymi z badania reprezentacyjnego o przewozach ładunków pojazdem samochodowym są: „Przewozy ładunków transportem krajowym wg podregionów (NUTS 2016)”. Analogiczne bazy zostały zebrane odpowiednio za lata 2005, 2010 i 2015. Dane te w postaci pełnej macierzy przepływów transportem drogowym (w tonach) między podregionami w układzie 73x73 podregiony dają możliwość analizy potoków ruchu w transporcie ciężarowym w układzie źródło-cel. **W drugim i trzecim** przypadku źródłem danych o produkcji sprzedanej przemysłu na poziomie powiatowym oraz o liczbie ludności na poziomie gminnym był Bank Danych Lokalnych BDL GUS.

W rozdziale ósmym w celu identyfikacji **struktury przewozów ładunków** transportem drogowym krajowym wykorzystano wyniki badania dotyczące transportu drogowego prowadzone przez GUS metodą reprezentacyjną.

## 1.4. Definicje pojęć podstawowych

**Transport ładunków.** Na wstępie należy wspomnieć o różnicach definicyjnych między towarem a ładunkiem. Za Kulpą (2013, s. 13) różnice można określić w następujący sposób: **towar** jest produktem pracy ludzkiej przeznaczonym do sprzedaży, podczas gdy **ładunek** jest określoną ilością materiału (towaru) podlegającą procesom transportowo-magazynowym. Pojęcie ładunku jest tym samym znacznie szersze niż towaru i z tego względu będzie wykorzystywane w niniejszym opracowaniu.

Transport ładunków może być wykonywany różnymi **gałęziami transportu**, w tym lądowym (drogowym i szynowym), wodnym (morskim i śródlądowym), lotniczym (powietrznym i kosmicznym) oraz rurociągowym. W przypadku jeżeli transport jest realizowany co najmniej dwoma środkami transportu, mówimy wówczas o transporcie multimodalnym/intermodalnym/kombinowanym. Nie wnikając w wieloznaczność wyżej wymienionych pojęć, na potrzeby tego opracowania można rozróżnić definicyjnie transport intermodalny od multimodalnego tym, że transport intermodalny oznacza przewóz towarów w jednej i tej samej jednostce ładunkowej lub w pojeździe, przy użyciu różnych gałęzi transportu i bez przeładunku towarów podczas zmiany gałęzi transportu, podczas gdy w transporcie multimodalnym dopuszcza się możliwość przeładunku towarów przy zmianie środka transportu w całym procesie przewozowym (Czermański, 2011). Transport kombinowany polega natomiast na większym wykorzystaniu „pozaciężarowych” środków transportu, gdy transport drogowy (ciężarowy) wykorzystywany jest jedynie na odcinkach „ostatniej mili”.

**Samochód ciężarowy.** Istnieje wiele określeń wykorzystywanych w nazewnictwie pojazdów przewożących ładunki: samochody ciężarowe, samochody ciężarowe bez przyczep lub z przyczepami, a także ciągniki siodłowe z naczepami. Bardzo popularne są również pojęcia samochodu dostawczego, który utożsamia się z lekkim samochodem ciężarowym, a także skrót TIR, potocznie wykorzystywany do określenia ciągnika siodłowego z naczepą, a w rzeczywistości pojazd posiadający karnet TIR (z fr. *Transports Internationaux Routiers*), który upoważniony jest do przejazdu z wyjściowego do docelowego urzędu celnego, przez terytoria państw tranzytowych, które przyjęły Konwencję TIR z formalnościami ograniczonymi do niezbędnego minimum (Kulpa, 2013).

W świetle definicji samochodu ciężarowego podawanej przez ustawę Prawo o ruchu drogowym [171] jest to: *pojazd samochodowy przeznaczony konstrukcyjnie do przewozu ładunków; określenie to obejmuje również samochód ciężarowoosobowy przeznaczony konstrukcyjnie do przewozu ładunków i osób w liczbie od 4 do 9 łącznie z kierowcą, natomiast ciągnik samochodowy jest to: pojazd samochodowy przeznaczony konstrukcyjnie wyłącznie do ciągnięcia przyczepy; określenie to obejmuje ciągnik siodłowy i ciągnik balastowy. Pojazd członowy jest to: zespół pojazdów składający się z pojazdu silnikowego złączonego z naczepą, zespół pojazdów to: pojazdy złączone ze sobą w celu poruszania się po drodze jako całość; nie dotyczy to pojazdów złączonych w celu holowania,*



naczepa jest: *przyczepą, której część spoczywa na pojeździe silnikowym i obciąża ten pojazd*, a przyczepa to: *pojazd bez silnika, przystosowany do łączenia go z innym pojazdem*.

**Klasyfikacja samochodów ciężarowych.** Istnieje wiele klasyfikacji samochodów ciężarowych (por. Kulpa, 2013). Z punktu widzenia celów niniejszego opracowania najbardziej istotne jest rozróżnienie trzech typów samochodów ciężarowych stosowane w ramach wykonywanego co pięć lat, tzw. Generalnego Pomiaru Ruchu (GPR) obejmującego sieć dróg krajowych i wojewódzkich. 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,
- **samochody ciężarowe bez przyczep** (o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 t bez przyczep, samochody specjalne, ciągniki siodłowe bez naczep),
- **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).

Ze względu na fakt, iż w świetle GPR, druga i trzecia z wyżej wymienionych kategorii, tj. samochody ciężarowe bez przyczep oraz samochody ciężarowe z przyczepami (a także nie analizowane w niniejszej pracy autobusy i trolejbusy) należą do pojazdów ciężkich, można mówić również o podziale na lekkie (dostawcze) i ciężkie samochody ciężarowe. Kryterium rozróżnienia między lekkimi i ciężkimi samochodami ciężarowymi jest dopuszczalna masa całkowita (do i ponad 3,5 tony).

**Potencjały ruchotwórcze (czynniki ruchotwórcze)** – *cechy zagospodarowania przestrzennego: socjalne, demograficzne dostępu do sieci transportowych wpływające na decyzje transportowe i zachowania transportowe, ujmowane w model interakcji transportowych odpowiednio do zastosowanego ujęcia systemowego transportu. W modelowaniu potoków ruchu stanowią zmienne objaśniające dla wyznaczenia potencjałów produkcji ruchu i atrakcji ruchu w rejonach transportowych w ich związku z zagospodarowaniem przestrzennym i kategorią motywacji podróży* (za: Krych, 2018).

**Produkcja i atrakcja. Produkcja ruchu** – *zbiór potoków ruchu skierowanych z wydzielonego obszaru (rejon transportowy lub zbiór rejonów transportowych) przypisany wektorowi transportowemu skierowanemu do wszystkich podobszarów w obszarze modelowania potoków ruchu. Atrakcja ruchu* – *zbiór potoków ruchu przypisany wektorowi transportowemu skierowanemu do wydzielonego obszaru (rejon transportowy lub zbiór rejonów transportowych) z obszaru modelowania ruchu* (za: Krych, 2018).

**Więzba ruchu** – *zapis przestrzennego rozkładu ruchu w określonym czasie w formie graficznej lub dla celów operacyjnych w formie kwadratowej macierzy matematycznej o wymiarach odpowiadających liczbie rejonów transportowych w obszarze wydzielonej jednostki terytorialnej i poza nią. Macierz zawiera*

*natężenia potoków ruchu (liczby podróży, przejazdów pojazdów lub wielkość przewozu ładunków) pomiędzy wszystkimi parami rejonów transportowych w takim układzie w którym każdy wiersz i kolumna przyporządkowane są do określonego rejonu w jednakowym porządku, suma natężeń w wierszach odpowiadała potencjałowi produkcji ruchu a suma natężeń w kolumnach potencjałowi atrakcji ruchu. Bywa określana jako macierz O-D (źródło – cel) i służy do działań operacyjnych w modelowaniu potoków ruchu Cechą szczególną więźby ruchu jest wewnętrzna struktura macierzy O-D (za: Krych, 2018).*

## 1.5. Struktura opracowania

Monografia składa się z dziewięciu rozdziałów. W **rozdziale drugim** przedstawiono metody badawcze w kontekście przeglądu literatury przedmiotu (modele pojazdowe oraz ładunkowe). Następnie opisano istniejące modele krajowe przepływu ładunków w Polsce.

**Rozdział trzeci** poświęcony jest diagnozie przestrzennego zróżnicowania natężenia ruchu samochodów ciężarowych w badanym okresie lat 2005/2010/2015. Na wstępie, przedstawiono zmiany na poziomie krajowym według kategorii drogi (krajowe i wojewódzkie), by w dalszej części rozdziału skoncentrować się na zmianach sieciowych według poszczególnych typów samochodów ciężarowych oraz ogółem. Każdorazowo opisano zarówno stan natężenia ruchu w danym roku, jak i zmiany bezwzględne natężenia w poszczególnych okresach pięcioletnich, tj. 2005-2010, 2010-2015 i łącznie dla okresu 2005-2015. Na zakończenie rozdziału opisano na poziomie krajowym i podregionalnym kierunki przewozów transportem drogowym w podziale na przewozy krajowe i międzynarodowe.

W **rozdziale czwartym** wykonano klasyfikację determinant natężenia i rozkładu ruchu w podziale na poszczególne rodzaje uwarunkowań (gospodarcze, geopolityczne, infrastrukturalne, organizacyjne i formalno-prawne oraz logistyczne). Do uwarunkowań gospodarczych zaliczono, m.in. poziom PKB, kursy walutowe, handel zagraniczny oraz ceny paliw i koszty pracy. Uwarunkowania geopolityczne przedstawiono w podziale na uwarunkowania związane z wewnętrznymi i zewnętrznymi granicami strefy Schengen. W uwarunkowaniach infrastrukturalnych skoncentrowano się na rozwoju w badanym okresie sieci autostrad i dróg ekspresowych. W przypadku uwarunkowań organizacyjnych i formalno-prawnych opisano ograniczenia w ruchu w podziale na cztery typy ograniczeń oraz odrębnie przedstawiono problem zmienności opłat autostradowych i systemu viaTOLL. Ostatnim typem uwarunkowań stały się uwarunkowania logistyczne, do których zaliczono m.in. zmiany dotyczące powierzchni magazynowej, terminali drogowo-kolejowych oraz inwestycji w portach morskich. W rozdziale nie omawiano rozmieszczenia eksportu

(związanej z nim więźby ruchu) oraz produkcji sprzedanej przemysłu, gdyż stanowią one integralną część opisu modelu ruchu zewnętrznego i następnie wewnętrznego.

**Rozdział piąty** dotyczy założeń wstępnych autorskiego modelu rozkładu ruchu samochodów ciężarowych w 2005, 2010 i 2015 r. Przedstawiono założenia wstępne, model prędkości oraz sieciowe dane wejściowe, liczbę rejonów transportowych, a także założenia dotyczące ograniczeń w ruchu, opłaty autostradowych i systemu viaTOLL. Rozdział kończy syntetyczna prezentacja punktu odniesienia, jakim jest łączna praca przewozowa na drogach krajowych i wojewódzkich, obliczona w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu (2005/2010/2015).

W **rozdziale szóstym** zaprezentowano założenia i wyniki modelu ruchu zewnętrznego, w odniesieniu do poszczególnych baz danych, tj. ruchu na ostatnich odcinkach przed przejściami granicznymi (Generalny Pomiar Ruchu), ruchu na podstawie danych Straży Granicznej, więźby ruchu tranzytowego oraz więźby ruchu źródło-docelowego. Przedstawiono łączną więźbę ruchu zewnętrznego (eksport+import+tranzyt) w poszczególnych latach badania, a także rozkład ruchu zewnętrznego na sieć drogową.

W **rozdziale siódmym** przedstawiono wyniki modelu wewnętrznego i łącznego modelu (ruch wewnętrzny i zewnętrzny) HGV Monit. W pierwszej kolejności opisano rozmieszczenie produkcji sprzedanej przemysłu i zmiany pod tym względem w badanym okresie, a następnie macierz przewozów ładunków według kierunków na poziomie NUTS3 (również z uwzględnieniem zmian). Przedstawiono podstawy metodyczne modelu HGV Monit, a następnie rezultaty, zarówno dla modelu bez opłat autostradowych i ograniczeń w przejeździe przez Warszawę, jak i dla ostatecznego modelu z opłatami autostradowymi i ograniczeniami w przejeździe przez Warszawę.

**Rozdział ósmy** stanowi swoistego rodzaju *zoom-in* w zakresie struktury przewozów ładunków samochodami ciężarowymi w Polsce (transport krajowy). Opisano zmiany struktury przewozów ładunków w podziale na wybrane grupy ładunkowe, które cechuje największa praca przewozowa w transporcie ciężarowym. Przedstawiono zróżnicowanie przestrzenne produkcji i krzywe oporu przestrzeni dla wybranych grup ładunkowych (produkty spożywcze, wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych, rudy metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa, a także, w aneksie statystycznym, już w ujęciu syntetycznym – pozostałe grupy ładunkowe).

W **rozdziale dziewiątym** przedstawiono wnioski empiryczne, wnioski metodyczne oraz scenariusze natężenia ruchu samochodów ciężarowych w roku 2020 i w kolejnym dziesięcioleciu, z uwzględnieniem efektu pandemii COVID-19. Na zakończenie przedstawiono rekomendacje dla polityki transportowej i innych polityk w kontekście poszczególnych rodzajów uwarunkowań kształtujących rozkład przestrzenny natężenia ruchu.



## 2. Modele transportu ładunków w ruchu ciężarowym

### 2.1. Metody badawcze. Przegląd literatury przedmiotu

Modelowanie przepływów ładunków jest zadaniem karkołomnym. Jak wskazuje Garrido (2001) modelowanie przepływów ładunków, w odróżnieniu od modelowania przepływu osób, jest wciąż na początkowym etapie rozwoju. Yang i in. (2010) oraz Wigan i in. (2006) podkreślają, że relatywna trudność modelowania przepływów w transporcie ładunków może wynikać z niewystarczających baz danych oraz ich jakości i wiarygodności. Trudnością, np. ze względu na tajemnicę handlową, jest wykonanie wiarygodnych badań ankietowych (Elaurant i in., 2007). Yang i in. (2010) wskazują, że przyszłością modelowania przepływów ładunków są modele o charakterze hybrydowym, łączące takie kwestie jak łańcuchy dostaw lub logistykę miejską.

Generalnie w modelowaniu ruchu wykorzystuje się czterostadiowy model podróży/przewozów, który obejmuje następujące etapy: (1) wyznaczenie potencjałów ruchotwórczych, (2) wyznaczenie więźby ruchu (model grawitacyjny), (3) podział zadań przewozowych oraz (4) rozkład ruchu na sieć (Garber i Hoel, 2001; Hensher i in., 2005; Ortúzar i Willumsen, 2001). Model ma charakter zagregowany i jest wykorzystywany w modelowaniu podróży osób jak i przewozu ładunków.

Najważniejszym podziałem modeli ruchu ciężarowego jest podział na dwa typy modeli w zależności od stosowanego podejścia (NCHRP, 2001; Kulpa, 2013):

- oparte na podróżach pojazdów (*vehicle-trip based models*), zwane dalej modelami pojazdowymi,
- oparte na przepływie ładunków (*commodity based models*), tzw. modele ładunkowe.

W **modelach pojazdowych** potencjały ruchotwórcze wyznaczane są w postaci estymatorów liczbyjazd rozpoczynanych i kończonych w danym rejonie transportowym dla każdego typu samochodów ciężarowych osobno. W tego typu modelach zachodzi pierwotny podział zadań przewozowych na typy pojazdów (tj. dokonywany przed więźbą ruchu). Więźba ruchu wyznaczana jest dla każdego typu samochodów oddzielnie. Elementy więźby ruchu będące relacjami między rejonami transportowymi dla poszczególnych typów samochodów ciężarowych ciężkich rozkładane są na sieć przed pozostałymi więźbami ruchu, tj. więźbami dla samochodów osobowych i samochodów ciężarowych lekkich (dostawczych) lub są dodawane do sumarycznej więźby ruchu.

W **modelach ładunkowych** potencjały ruchotwórcze oraz więźba ruchu wyznaczane są w jednostkach wyrażających wielkość ładunku, np. w tonach. Przy uwzględnianiu większej liczby gałęzi transportu (drogowy, kolejowy, lotniczy, wodny-śródlądowy) po wyznaczeniu więźby ruchu następuje podział zadań przewozowych. Rozkładowi ruchu poddawane są więźby ruchu wyznaczone w tonach ładunków lub przeliczone na pojazdy.

W literaturze można znaleźć przykłady estymacji więźby ruchu przy użyciu modeli ekonomicznych typu I-O (Input-Output). W tego typu modelach szacuje się macierz między- i wewnątrzsektorowych przepływów ładunków (Al-Battaineh i Kaysi, 2005; Dixit i in., 2011; Fernández i in., 2003; Friesz i in., 1998). Wadą tych metod jest wymóg posiadania dokładnej i rozbudowanej bazy danych.

Modelowanie ruchu ciężarowego na poziomie europejskim znacznie przyspieszyło w XXI wieku. Prace nad spójną dla Europy bazą danych transportowych (w tym przepływów ładunków transportem ciężarowym) na poziomie regionalnym prowadzone są m.in. w ramach projektów ETIS i ETIS plus (*European Transport Information System*) ([www.etisplus.eu](http://www.etisplus.eu)). W ramach ETIS plus (dane na poziomie NUTS 3) latami referencyjnymi są lata 2005 i 2010. Jest to zatem system zbierania danych w ramach pięcioletnich interwałów. Baza danych ETIS została wykorzystana w projekcie TRANSTOOLS (*TOOLS for TRansport Forecasting AND Scenario testing*) (<http://energy.jrc.ec.europa.eu/transtools/FTP.html>). W obu projektach została stworzona więźba ruchu na podstawie macierzy źródło/cel podróży na poziomie NUTS 3 z uwzględnieniem również krajów sąsiadujących z UE. W projekcie TRANSTOOLS rokiem referencyjnym był 2005. Do wcześniejszych modeli popytu na transport, w tym transport ciężarowy, na poziomie europejskim należą również m.in. SCENES, NEAC, ASTRA oraz TREMOVE (Zimmer i Schmied, 2008).

Większość z modeli europejskich oraz modeli krajowych w krajach zachodniej Europy, opiera się na danych modelowych właściwych dla np. Holandii (rozwinęte systemy infrastrukturalne, duże znaczenie żeglugi śródlądowej itd., brak istotnych zmian geopolitycznych), a nie dla krajów Europy Środkowo-Wschodniej, w tym Polski, gdzie następują duże zmiany w otoczeniu infrastrukturalnym, prawnym, ekonomicznym i geopolitycznym. Dotychczas na poziomie krajowym modelowanie ruchu towarowego (w tym ruchu pojazdów ciężarowych) ma miejsce w rozwiniętych krajach zachodniej Europy w ramach

modeli krajowych, np. szwedzkiego (SAMGODS), norweskiego (NEMO), belgijskiego (WFTM), włoskiego, holenderskiego (TEM i SMILE) oraz brytyjskiego (STEMM) (por. de Jong i in., 2004).

## 2.2. Modele przepływu ładunków w Polsce

W Polsce wśród geografów modele grawitacji (służące do wyznaczenia elementów więzby ruchu) były wielokrotnie wykorzystywane. Ich kalibracja jednak nie była związana z rzeczywistym rozkładem ruchu na sieci dróg krajowych. W rozwoju badań dotyczących modeli grawitacji w Polsce szczególny udział ma klasyczna praca Chojnickiego (1966) opisującą na gruncie teoretycznym zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych. Prace te koncentrują się jednak nie tyle na intensywności ruchu w sieci transportowej, co raczej na rozwoju miast postrzeganych jako węzły sieci transportowej lub jako podstawa dla regionalizacji strukturalnej Polski. Przepływy towarowe wg grup ładunków analizowali Chojnicki i Czyż (1972), z wykorzystaniem analizy czynnikowej. Badanie wykonane jednak w układzie ówczesnych 17 województw. Ratajczak (1999) z kolei wskazywał na niektóre ograniczenia klasycznych modeli grawitacyjnych w odniesieniu do przewidywania przepływów (przemieszczeń). Na ważność modeli grawitacji w geografii transportu wskazuje Potrykowski (1980). W monografii p.t. *Geografia transportu* autorzy Potrykowski i Taylor (1982) poświęcając rozdział modelom potencjału i grawitacji, szczególny nacisk położyli na zastosowanie koncepcji entropii do badań interakcji przestrzennych.

Model grawitacji jest jednak częściej i w sposób bardziej zaawansowany metodycznie stosowany w środowisku inżynierów i planistów transportu. Model grawitacji został użyty, m.in. w modelu ruchowo-sieciowym Polski powstałym w Instytucie Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej (Brzeziński, 1999), a także w modelu sieci logistycznej Polski (Ambroziak i Jacyna, 2011; Jacyna, 2010). W 2007 roku powstał model ruchu dla Polski (*Studium układu dróg...*, 2007), w którym rejon transportowy zdefiniowano na poziomie powiatowym. W modelu uwzględniono tylko transport drogowy z podziałem na parę typów pojazdów, w tym: samochody osobowe, samochody dostawcze, samochody ciężarowe bez przyczep oraz samochody ciężarowe z przyczepami i ciągniki siodłowe z naczepami. Głównym zastosowaniem modelu krajowego było i jest planowanie strategiczne. Może on też częściowo być przydatny w tworzeniu regionalnych modeli ruchu. Model krajowy ma charakter modelu zagregowanego. W opisie zawarto informację dotyczącą potencjałów ruchotwórczych wykorzystywanych w modelu. Są to: liczba mieszkańców i liczba firm jako zmienne określające liczbę podróży samochodów dostawczych rozpoczynanych i kończonych w rejonach, liczba firm jako zmienna określająca liczbę podróży

samochodów ciężarowych pozostałych typów rozpoczynanych i kończonych w rejonach. Zmienna ta była korygowana wskaźnikiem kontrolnym dla każdego województwa, stąd zgodność sumy ton ładunków wywożonych i przywożonych w poszczególnych województwach z danymi GUS.

Transport ładunków był przedmiotem modelowania w Kolejowym Modelu Towarowym, tj. modelu ruchu wykonanym na potrzeby PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. Model Ruchu PKP PLK S.A. pozwala na porównanie oferty przewozów kolejowych z innymi gałęziami transportu (Kaczorek i in., 2018).

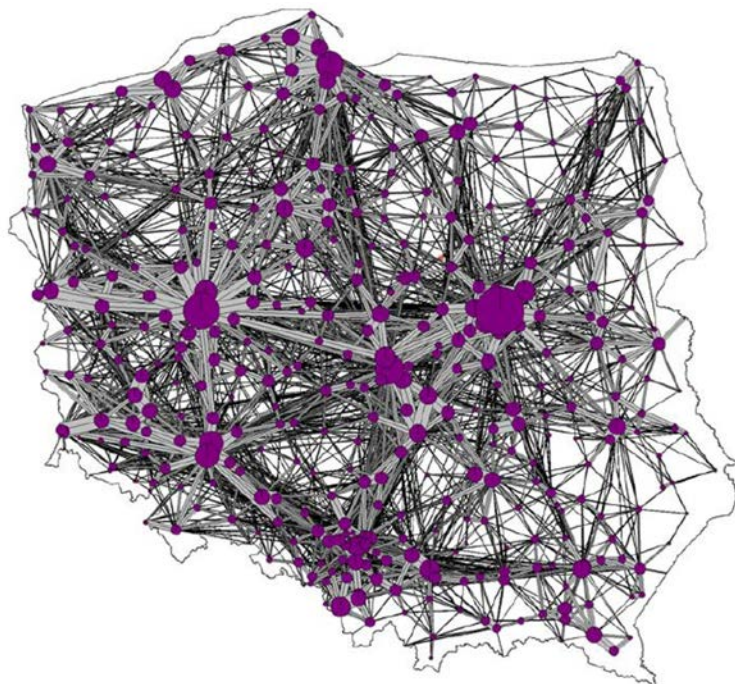
W ostatnich latach w Polsce w związku z wymogami jakie stawia Unia Europejska przyspieszyły prace nad modelem międzygałęziowym (Zintegrowanym Modelem Ruchu) dla kraju. Prace te są podejmowane w 2019 r. w Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT) przez firmę ARUP.

Równolegle testuje się też innowacyjne rozwiązania w modelowaniu ruchu takie jak wykorzystanie do modelowania danych ze źródeł, tzw. Big Data w postaci: danych z sondowania pojazdów (PVD) lub danych z kart SIM – danych operatora telefonii komórkowej. Najbardziej zaawansowana praca naukowo-badawcza w tym zakresie powstała w ramach przedsięwzięcia Rozwój Innowacji Drogowych (RID), współfinansowanego przez GDDKiA oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR). Zrealizowano w latach 2016-2019 projekt: *Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu* (liderem projektu była Politechnika Warszawska, Instytut Dróg i Mostów). W ramach projektu powstał Intermodalny Krajowy Model Ruchu (Akronim Projektu – INMOP3; INtermodalne MOdele Podróży). W ramach prezentacji wstępnych wyników modelu w maju 2019 r. autorzy projektu realizowanego wspólnie z GDDKiA przedstawili, m.in. międzypowiatową więźbę ruchu samochodów ciężarowych. W projekcie wykorzystano m.in.: dane z sondowania pojazdów – GPS/nawigacje, dane operatora telefonii komórkowej karty SIM, dane GUS z badania ankietowego wykorzystania samochodów ciężarowych. Imponujące są zwłaszcza wyniki sondowania pojazdów (11,7 mln podróży), dzięki którym istnieje możliwość prezentacji np. międzypowiatowej więźby ruchu samochodów ciężarowych (ryc. 2.1).

Wśród badań przeprowadzonych w Polsce należy również wyróżnić prace dotyczące modeli zdezagregowanych, tj. na poziomie pojedynczych przedsiębiorstw: producentów, spedytorów i przewoźników. Dorosiewicz (2010) opracował opis przestrzennego rozkładu potoku ładunków w sieciach transportowych dla warunków polskich, gdzie elementami sieci transportowej są multigrafy skierowane, których wierzchołki odpowiadają geograficznym punktom pomiędzy którymi zachodzi wymiana towarów, a wielkość łącznych przewozów jest wynikiem agregacji cząstkowych potoków generowanych przez przewoźników. Jako model transportu ładunków o nieco innej specyfice można przytoczyć Model Systemu Logistycznego Polski (LSP) (Ambroziak i Jacyna, 2011; Jacyna, 2010). W modelu tym założono strukturę grafu, która obejmuje m.in. wierzchołki: punkty nadania (źródła) reprezentujące przedsiębiorstwa produkcyjne i wydobywcze, punkty odbioru (ujścia) ładunków reprezentujące centra logistyczne,



punkty przeładunkowe, terminale transportu intermodalnego, punkty zmiany środka transportu reprezentujące obiekty logistyczne, zakłady przemysłowe, porty morskie. Kolejną pracą z nurtu modeli zdezagregowanych jest opracowanie (Pyza, 2012), w którym zaprezentowano wiele modeli obsługi transportowej podmiotów gospodarczych, uwzględniających ograniczenia czasowe i techniczne (np. ładowność pojazdów) oraz losowość popytu i podaży.



Ryc. 2.1. Międzypowiatowa więźba ruchu samochodów ciężarowych (na podstawie sondowania pojazdów dla średniego dnia w roku)

Fig. 2.1. Inter-Powiat pattern of road freight traffic (based on vehicle surveys for an average day of the year)  
Źródło / Source: <https://www.gddkia.gov.pl/pl/a/33741/Poznalismy-wyniki-prac-nad-intermodalnym-krajowym-modelem-ruchu>



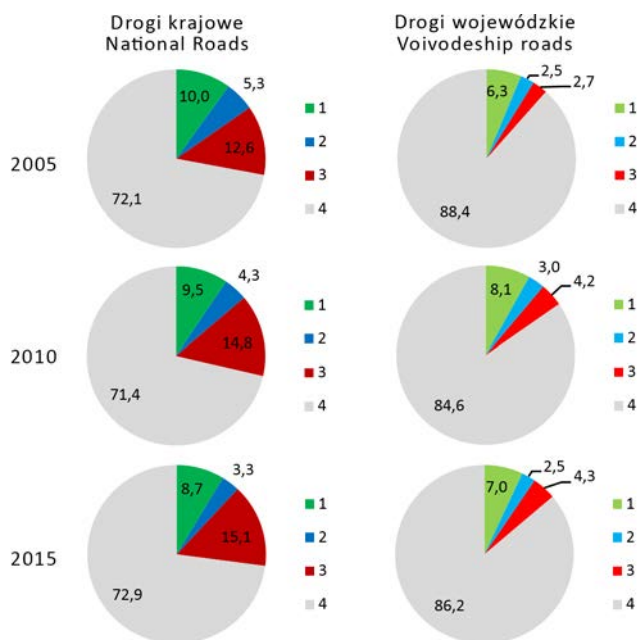
### **3. Natężenie ruchu samochodów ciężarowych w latach 2005, 2010 i 2015**

Natężenie ruchu samochodów ciężarowych w Polsce w okresie 2005-2015 przedstawiono w ujęciu krajowym (3.1) w podziale na kategorie dróg (drogi krajowe i wojewódzkie), typy pojazdów oraz w ujęciu sieciowym, dla sieci dróg krajowych i wojewódzkich w podziale na typy pojazdów (3.2-3.4) oraz dla samochodów ciężarowych ogółem (3.5). Następnie opisano kierunki przewozów transportem drogowym w podziale na ruch wewnątrz regionu, ruch wewnątrz krajowy i ruch związany z handlem zagranicznym (3.6). Najważniejsze wnioski podsumowano w podrozdziale 3.7.

#### **3.1. Zmiany na poziomie krajowym według kategorii dróg i typów samochodów**

W latach 2005-2015 udział ruchu pojazdów ciężarowych był dosyć stabilny i wahał się w granicach 27-29% ruchu ogółem na drogach krajowych i 12-15% na drogach wojewódzkich. Interesujące jest, że najwyższe udziały, tj. odpowiednio 29% i 15% ruchu ogółem zaobserwowano w 2010 r. Przyczyną spadku udziału ruchu ciężarowego w latach 2010-2015 może być m.in. dodanie do Generalnego Pomiaru Ruchu w 2015 r. niektórych odcinków dróg w miastach (np. odcinek drogi ekspresowej S8 w przejściu przez Warszawę, gdzie udział transportu ciężarowego jest odpowiednio mniejszy). Można zatem przyjąć tezę, że wzrost ruchu w badanym okresie dotyczył zarówno pojazdów osobowych jak i ciężarowych.

Istotnym trendem jest zmiana rodzajowa jaka zaszła w ramach grupy samochodów ciężarowych. Znacząco wzrósł udział samochodów ciężarowych z przyczepami (na drogach krajowych z 12,6% do 15,1%), a jednocześnie spadały udziały ruchu pojazdów lekkich (dostawczych) oraz pojazdów ciężkich



Ryc. 3.1. 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

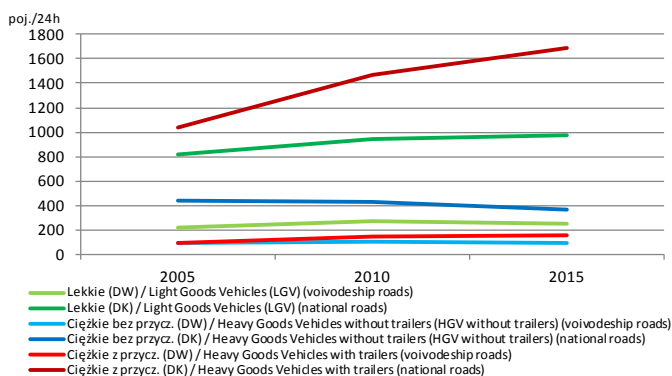
Fig. 3.1. Shares of road freight traffic volumes by light goods vehicles (1), heavy goods vehicles without trailers (2), heavy goods vehicles with trailers (3) and other vehicles (4) on national and provincial roads in 2005, 2010 and 2015

Źródło / Source: opracowanie własne opracowanie własne na podstawie GPR2005, GPR2010, GPR2015

bez przyczep (ryc. 3.1). Na uwagę zasługuje także ponadproporcjonalny wzrost ruchu pojazdów ciężkich z przyczepami na drogach wojewódzkich w okresie 2005-2010. Można to wiązać z deglomeracją ruchu ciężkiego spowodowanego rozwojem gospodarczym i akcesją do Unii Europejskiej, dokonującą się w warunkach braków infrastrukturalnych (a częściowo także w warunkach rozpoczętego procesu inwestycyjnego – utrudnienia w ruchu). W kolejnych latach 2010-2015 deglomeracja ta została powstrzymana w wyniku oddawania do użytku kolejnych odcinków autostrad i dróg ekspresowych, a zarazem ponownej naturalnej koncentracji przewozów na głównych trasach.

Należy pamiętać, że zmiany udziałów zachodzą przy jednoczesnym stałym wzroście bezwzględny ruchu samochodów ciężarowych ogółem. W ujęciu bezwzględny w okresie 2005-2015 wyraźnie zaznacza się (ryc. 3.2):

- wzrost ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami na drogach krajowych i wojewódzkich (o około 60%),
- spadek ruchu samochodów ciężarowych bez przyczep na drogach krajowych (o 17%),
- niewielki, niższy niż ruch ogółem, wzrost ruchu pojazdów dostawczych (odpowiednio 18% dla dróg krajowych i 11% dla dróg wojewódzkich).



Ryc. 3.2. Zmiany średniodobowego ruchu samochodów ciężarowych (lekkich, ciężkich bez przyczep i z przyczepami) na drogach wojewódzkich (DW) i krajowych (DK) w latach 2005-2015 (poj./dobę)

Fig. 3.2. Changes in the average daily road freight traffic volume (light, heavy without trailers and heavy with trailers)

Źródło / Source: opracowanie własne opracowanie własne na podstawie GPR2005, GPR2010, GPR2015

### 3.2. Ruch samochodów lekkich (dostawczych). Zmiany sieciowe

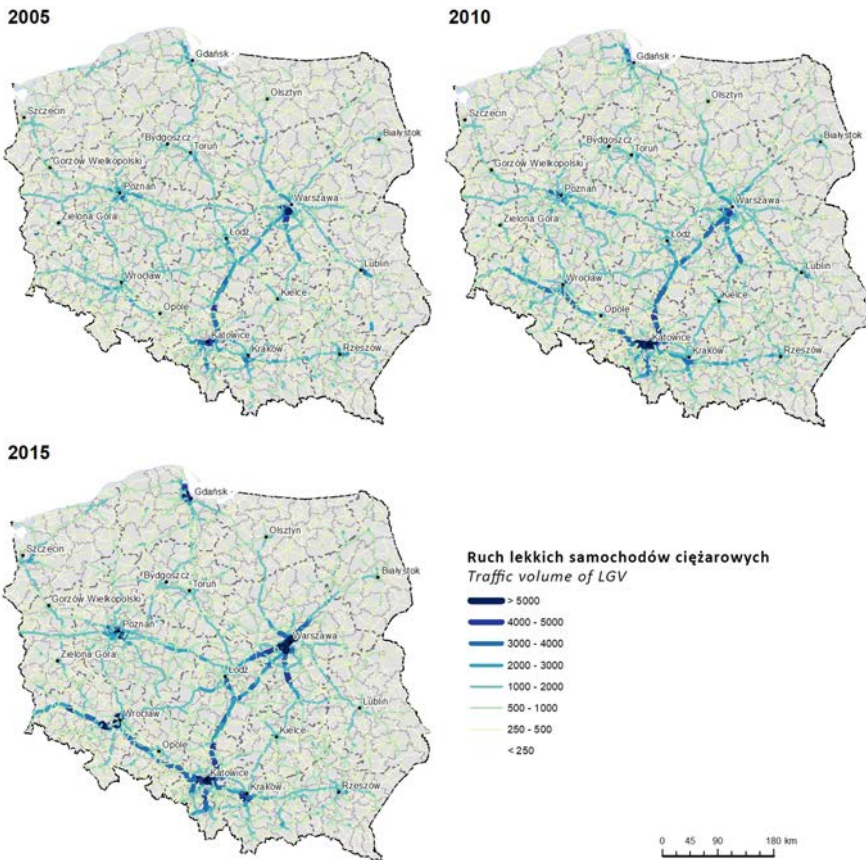
Transport wykonywany z wykorzystaniem samochodów dostawczych był w badanym okresie realizowany głównie w ciągach między głównymi ośrodkami w kraju (ruch międzyaglomeracyjny), przy jednoczesnym zdecydowanym nasileniu ruchu na obszarze aglomeracji (ruch wewnątrzaglomeracyjny). To właśnie intensywny ruch w aglomeracjach jest podstawową różnicą między lekkimi i ciężkimi samochodami ciężarowymi. Szczególnie duże natężenie samochodów dostawczych obserwujemy w sąsiedztwie największych miast, w tym zwłaszcza Warszawy i Poznania. Ma to swoje potwierdzenie w rozmieszczeniu przestrzennym importu (Komornicki i in., 2015). To właśnie Warszawa i Poznań koncentrują blisko połowę wartości towarów przywożonych do Polski. Tam skupione są przedsiębiorstwa importowe oraz firmy logistyczne. Z tych miast następuje redystrybucja towarów konsumpcyjnych na terenie kraju. Przyrosty ruchu w latach 2005-2015 wskazują, że pozycja Warszawy i Poznania jako węzłów ruchu redystrybucyjnego nadal się zwiększa. Po roku 2010 do grupy ośrodków redystrybucyjnych wydaje się dołączać metropolia łódzka. W tym wypadku jest to jednak najprawdopodobniej wynikiem rosnących funkcji logistycznych (węzeł autostradowy Stryków), a nie pozycji w handlu międzynarodowym (statystyki importowe nie potwierdzają takiego trendu).

Kolejnym ważnym aspektem jest znikomy ruch samochodów dostawczych na wschodniej granicy (granicy strefy Schengen), tj. granicy z Rosją, Białorusią i Ukrainą. Zaskakujący jest również brak większego ruchu tej kategorii pojazdów na granicy z Litwą w Budzisku. Z kolei na granicy zachodniej i południowej zauważalny jest ruch samochodów dostawczych na największych punktach

granicznych w Świecku (w 2015 r. również w Jędrzychowicach) i Cieszynie (a w 2015 r. również w Gorzyczkach).

W przypadku zmian w okresie 2005-2010 nastąpiła intensyfikacja ruchu samochodów dostawczych w korytarzu autostrady A4, a także, choć w mniejszym stopniu, między Ostrowią Mazowiecką a Warszawą (droga krajowa nr 8) i w kierunku południowym, na szlaku S8/DK1/A1 w kierunku GOP. Wyraźnie zaznacza się również przesunięcie ruchu samochodów dostawczych między DK92 i A2 po otwarciu odcinka autostrady między Koninem a Łodzią.

W latach 2010-2015, podobnie jak w przypadku innych typów pojazdów, nastąpiło przesunięcie ruchu między autostradą A2 oraz z ciągu DK1/A4 w kierunku nowego odcinka drogi ekspresowej S8 między Wrocławiem a Łodzią. Między Łodzią i Warszawą ruch samochodów dostawczych przeniósł się na autostradę A2 z równoległych ciągów dróg krajowych, tj. DK2/DK14 i DK8/DK58. Do



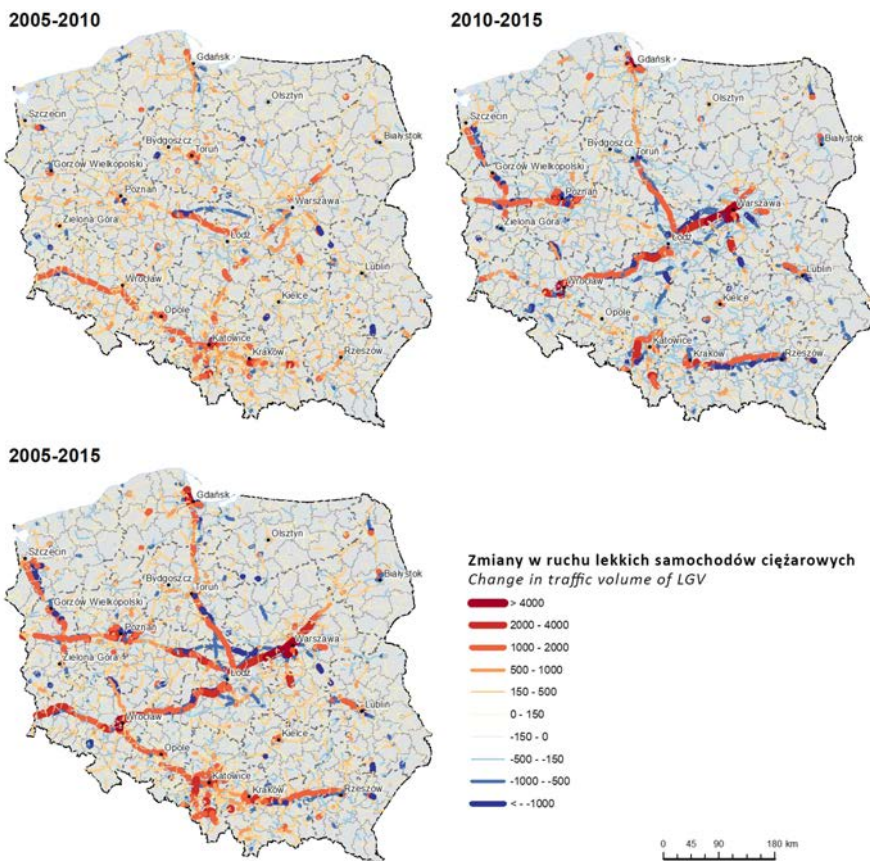
Ryc. 3.3. Ruch samochodów ciężarowych lekkich (dostawczych) w latach 2005, 2010, 2015 na sieci zamiejsczych dróg krajowych i wojewódzkich

Fig. 3.3. Traffic volume of LGVs (delivery trucks) on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005, 2010, 2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

analogicznego przesunięcia doszło między nowymi odcinkami S3 i A4, a równoległymi drogami krajowymi, odpowiednio DK3 i DK94. Układ przestrzenny zmian jest podobny do samochodów ciężarowych ciężkich z przyczepami, z jednym wyjątkiem województwa podlaskiego (korytarz DK8 i DK61 w kierunku granicy z Litwą), gdzie ruch samochodów dostawczych jest relatywnie niewielki.

Zmiany na pozostałych drogach (dalej od nowych inwestycji) były stosunkowo niewielkie i równomierne. Wzrosty były na ogół proporcjonalne we wszystkich regionach kraju. Dowodzi to, że ruch pojazdów dostawczych jest relatywnie odporny na sytuację makroekonomiczną i uwarunkowania geopolityczne. W okresie 2005-2010 przyrosty były bardziej rozproszone na terenie kraju, zaś w latach 2010-2015 skupione na głównych szlakach, w tym zwłaszcza na nowopowstałych autostradach i drogach ekspresowych. Nowe inwestycje



Ryc. 3.4. Zmiany bezwzględne w ruchu samochodów ciężarowych lekkich (dostawczych) w latach 2005-2010, 2010-2015 i 2005-2015 na sieci zamiejsczych dróg krajowych i wojewódzkich Fig. 3.4. Absolute changes in the traffic volume of LGVs (delivery trucks) on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005-2010, 2010-2015 and 2005-2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

powodują koncentrację ruchu oraz prawdopodobnie generują niewielki ruch wzbudzony (zwiększenie zasięgu lokalnej dystrybucji).

Kierunki największego natężenia ruchu pojazdów dostawczych w pewnym stopniu nawiązują do rozkładu ruchu samochodów osobowych oraz do rozmieszczenia ludności. Jest to zrozumiałe, ponieważ lekkie samochody ciężarowe dowożą towary do sklepów, a tym samym ich ruch jest silnie zdeterminowany konsumpcją indywidualną. W konsekwencji węzłami ruchu takich pojazdów są przede wszystkim największe ośrodki miejskie. Od reguły tej widoczne są jednak wyjątki w postaci miast niższego szczebla koncentrujących ruch w stopniu większym niż skupiona w nich ludność. Do miast takich należą m.in. Koszalin (ośrodek redystrybucyjny na Pomorzu Środkowym) i Kalisz (wyraźne odchylenie głównych potoków ruchu z trasy DK11/S11 od Poznania w stronę tego miasta).

Uwagę zwraca także ponadprzeciętna koncentracja ruchu pojazdów dostawczych na niektórych trasach. Dotyczy to np. odcinka S7 między Warszawą i Radomiem, ale także dróg w rejonie aglomeracji bydgosko-toruńskiej, wspomnianej DK11 z Poznania do Kalisza, drogi DK8 między Wrocławiem i Kłodzkiem, Zakopianki oraz drogi DK73 z Brzeska do Nowego Sącza. W pierwszych trzech przypadkach wytłumaczeniem mogą być silne lokalne powiązania gospodarcze w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw (przewozy półproduktów małymi pojazdami). W pozostałych – obsługa zaopatrzeniowa terenów górskich (trudniej dostępnych w ruchu ciężkim). Pewne znaczenie może mieć także ruch transgraniczny realizowany trasami, gdzie niedopuszczone jest przemieszczanie największych pojazdów (np. trasa z Wrocławia na Brno przez Kotlinę Kłodzką). Opisanych ponadprzeciętnych skupień ruchu, nie można uznać za incydentalne lub wywołane nowymi inwestycjami. Występują one we wszystkich trzech analizowanych przekrojach czasowych, np. na drodze Warszawa-Radom także w roku 2005, a więc przed ukończeniem budowy drogi ekspresowej na tym odcinku.

Uwagę zwracają również przyrosty ruchu dostawczego w rejonie konurbacji górnośląskiej oraz na południe od niej (Śląsk Cieszyński i Żywiecki, pogranicze czeskie). Może być to obraz intensyfikacji powiązań wewnątrzaglomeracyjnych (przekształcenia strukturalne gospodarki regionu), widocznych z uwagi na strukturę administracyjną.

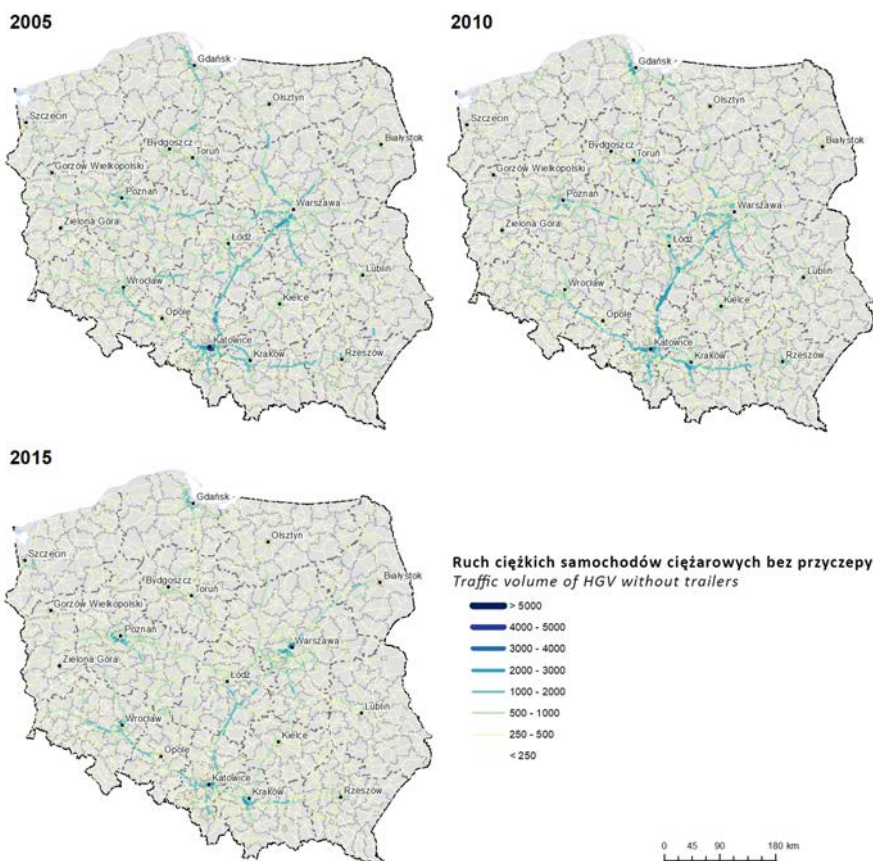
### **3.3. Ruch samochodów ciężkich bez przyczep. Zmiany sieciowe**

Ruch samochodów ciężarowych ciężkich bez przyczep jest ruchem bardzo rozproszonym, a jego rozproszenie wynika z lokalnych potrzeb przewozowych w zakresie ładunków transportowanych tym typem pojazdów. W coraz większym stopniu ruch długodystansowy, o charakterze międzyaglomeracyjnym jest wykonywany wyłącznie z wykorzystaniem pojazdów ciężarowych



z przyczepami. Wyraźnie widoczny jest spadek ruchu samochodów bez przyczep na drogach dojazdowych do aglomeracji warszawskiej lub konurbacji górnośląskiej, szczególnie w latach 2010-2015. Ruch samochodów ciężkich bez przyczep zwiększa się jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie największych miast, co może mieć związek z nasilającym się procesem suburbanizacji. Budowa i utrzymanie domów jednorodzinnych wymaga „obecności” tej kategorii pojazdów.

Ruch pojazdów ciężarowych ciężkich bez przyczep jest także związany z inwestycjami infrastrukturalnymi, w tym z samą budową dróg. Koncentracja tego typu może być lokalnie zauważalna zwłaszcza w latach 2005 i 2010 (np. ruch na krótkich, niestanowiących jednego ciągu, odcinkach drogi DK2 przed otwarciem całej autostrady A2). O znaczeniu ruchu „budowlanego” mogą też świadczyć spadki na kierunkach już gotowych odcinków dróg ekspresowych (np. S8 Warszawa – Wyszaków w latach 2005-2010) i wzrosty na tych samych



Ryc. 3.5. Ruch samochodów ciężarowych ciężkich bez przyczep w latach 2005, 2010, 2015 na sieci zamiejsckich dróg krajowych i wojewódzkich

Fig. 3.5. Traffic volume of HGVs without trailers on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005, 2010, 2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

2005-2010



2010-2015



2005-2015



**Zmiany w ruchu ciężkich samochodów ciężarowych bez przyczepy**  
*Change in traffic volume of HGV without trailers*

> 4000

2000 - 4000

1000 - 2000

500 - 1000

150 - 500

0 - 150

-150 - 0

-500 - -150

-1000 - -500

< -1000

0 45 90 180 km

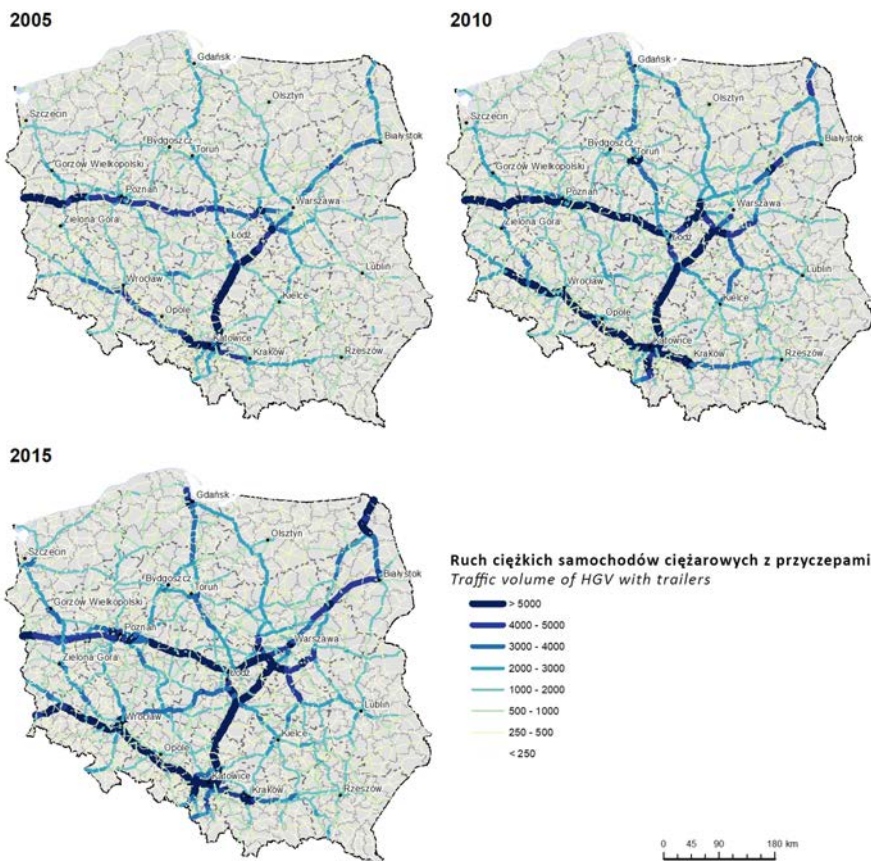
Ryc. 3.6. Zmiany bezwzględne w ruchu samochodów ciężarowych ciężkich bez przyczepy w latach 2005-2010, 2010-2015 i 2005-2015 na sieci zamiejsczych dróg krajowych i wojewódzkich Fig. 3.6. Absolute changes in the traffic volume of HGVs without trailers on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005-2010, 2010-2015 and 2005-2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

trasach, tam gdzie nowe odcinki powstają (ta sama S8 w rejonie Białegostoku w latach 2010-2015).

### 3.4. Ruch samochodów ciężkich z przyczepami. Zmiany sieciowe

Ruch samochodów ciężkich z przyczepami staje się stopniowo najważniejszą częścią całego ruchu pojazdów ciężarowych. Ponadto w tej kategorii odbywa się większość ruchu tranzytowego przez terytorium Polski. Z tych względów w niniejszym opracowaniu poświęcono mu najwięcej uwagi.



Ryc. 3.7. Ruch samochodów ciężarowych ciężkich z przyczepami w latach 2005, 2010, 2015 na sieci zamiejsczych dróg krajowych i wojewódzkich

Fig. 3.7. Traffic volume of HGVs with trailers on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005, 2010, 2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

W 2005 r. ruch samochodów ciężarowych ciężkich z przyczepami był wyraźnie skoncentrowany na dwóch głównych ciągach drogowych, tj. A2/DK2 (Niemcy-Warszawa) i DK8/DK1 (Warszawa-Górny Śląsk). W latach 2005-2010, oprócz powyższych dwóch ciągów, gwałtowny wzrost ruchu nastąpił w korytarzu południowym, tj. na autostradzie A4, szczególnie na zachód od konurbacji górnośląskiej oraz w aglomeracji krakowskiej, a także, choć w mniejszym stopniu na tzw. dużej obwodnicy Warszawy (ciąg dróg krajowych DK50/DK62) oraz w ciągach dróg między Kielcami a Lublinem. Nastąpił również dalszy wyraźny wzrost znaczenia korytarza drogowego w kierunku Litwy, zarówno przez Białystok, jak i przez Łomżę (DK61/S61 i DK8/S8).

Powyższe zmiany skutkowały pewnym rozproszeniem ruchu ciężarowego ciężkiego z przyczepami. Rozproszenie to utrzymało się w 2015 r., ale do wymienionych wyżej ciągów doszedł również ciąg S8 między Wrocławiem a Łodzią, co

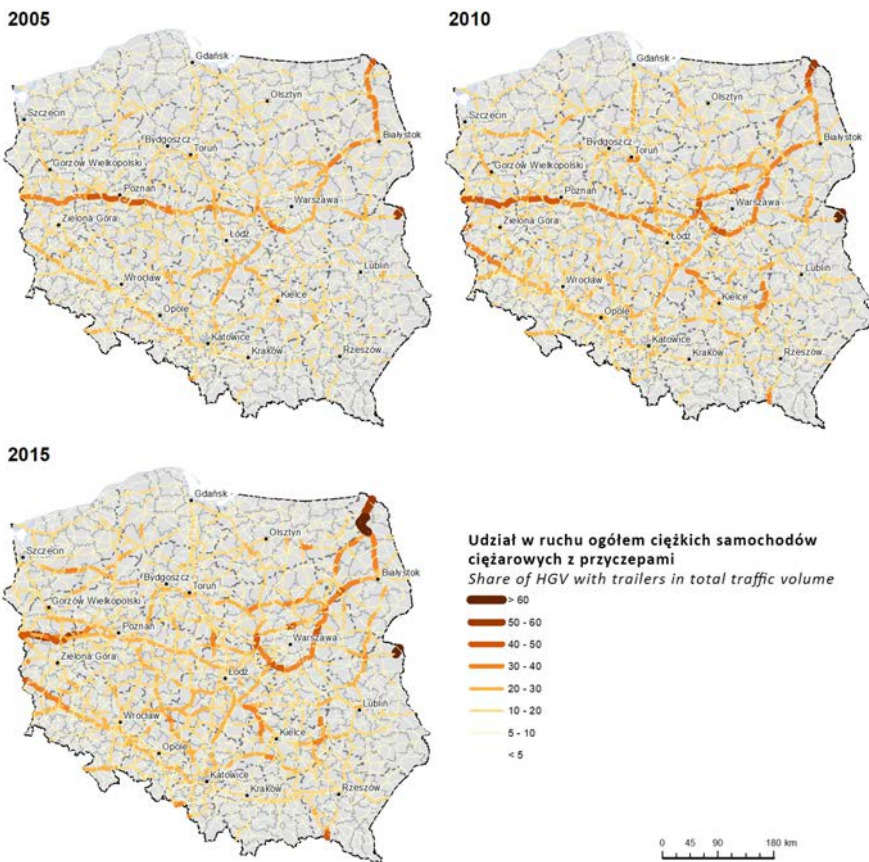
więzało się ze spadkiem ruchu pojazdów ciężarowych ciężkich z przyczepami na odcinkach autostrady A2 między Koninem i Łodzią oraz stabilizacją ruchu na tzw. gierkówce oraz na autostradzie A4 między Wrocławiem a konurbacją górnośląską. Łączne wzrosty ruchu są widoczne dla całej dekady 2005-2015 dla wielu ciągów drogowych, z wyjątkiem, co dość zaskakujące drogi ekspresowej S7 (co może w przypadku tej trasy być związane z prowadzonymi w 2015 r. pracami modernizacyjnymi zarówno w jej północnej jak i południowej części, a także z możliwością jej omijania gotową już autostradą A1).

Rozproszenie ruchu pojazdów ciężarowych ciężkich z paru głównych ciągów dominujących w 2005 r., na wiele tras jest widoczne na ryc. 3.8 i 3.9. Są tu też widoczne trasy takie jak DK10 między Piłą i Szczecinem lub bardzo interesujący i relatywnie mało znany ciąg między Piotrkowem Trybunalskim, Kielcami, Tarnowem, Jasłem i granicą ze Słowacją w Barwinku (trasa łącząca Via Carpatię z portami Trójmiasta z ominięciem Warszawy), a także ujawniająca się po raz pierwszy w 2015 r. trasa, tzw. Via Carpatia, łącząca Białystok z Lublinem i Rzeszowem.

W ogólnym obrazie następuje koncentracja ruchu samochodów ciężarowych ciężkich na drogach dwujezdniowych. Koncentracja ta jest szczególnie widoczna na odcinkach przygranicznych. Na najbardziej obciążonym ruchem ciężarowym odcinku w Świecku liczba pojazdów ciężarowych z przyczepami (ponad 12 tys. pojazdów) w 2015 r. tylko nieznacznie jest niższa od natężenia ruchu samochodów osobowych. Podobna sytuacja ma miejsce w Budzisku na granicy polsko-litewskiej, gdzie przy ponad 5 tys. pojazdów ciężarowych ciężkich z przyczepami ruch dobowy samochodów osobowych nie sięga nawet trzech tysięcy.

Okresy 2005-2010 oraz 2010-2015 odznaczają się odmiennymi rozkładami przestrzennymi przyrostów ruchu ciężkiego. Jest to przede wszystkim spowodowane sekwencją oddawania do użytku nowych odcinków infrastruktury. Bardzo ważne okazują się, w tym kontekście, inwestycje realizowane w węźle warszawskim i w jego sąsiedztwie. W pierwszym analizowanym okresie przyrost ruchu skupiał się na obwodnicy stolicy (obligatoryjne omijanie Warszawy), w drugim przyrosty nie są już tam notowane, a na północnym odcinku tego szlaku występuje nawet spadek ruchu. Miało to miejsce pomimo utrzymania ograniczeń w ruchu pojazdów ciężarowych przez stolicę w godzinach szczytowych. Generalnie okres 2005-2010 charakteryzował się raczej rozpraszaniem ruchu ciężkiego (wysokie przyrosty na licznych drogach krajowych, a nawet niektórych wojewódzkich), zaś okres 2010-2015 relatywną ponowną koncentracją ruchu na głównych szlakach krajowych oraz międzynarodowych trasach tranzytowych.

Charakterystyczne jest również występowanie obszarów peryferyjnych, w zasadzie pozbawionych ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami. Są to obszary górskie (z wyjątkiem w Sudetach: ruchu do Pragi i drogi krajowej nr 8 w Kotlinie Kłodzkiej oraz w Karpatach: ruchu na Słowację przez przełęcz w Barwinku na drodze krajowej nr 19), obszar na wschód od drogi krajowej nr 19 (z wyjątkiem tras prowadzących do najważniejszych przejść granicznych), Mazury i północne Mazowsze oraz województwo pomorskie na zachód od autostrady A1 i Trójmiasta.



Ryc. 3.8. Udział samochodów ciężarowych ciężkich z przyczepami w ruchu ogółem w latach 2005, 2010, 2015 na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich  
 Fig. 3.8. Share of HGVs with trailers in overall traffic volumes on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005, 2010, 2015  
 Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

Z kolei w aglomeracjach i na dojazdach do dużych miast, gdzie często mają miejsce ograniczenia w ruchu pojazdów ciężarowych ciężkich, ich udział jest relatywnie niższy, a dominującą rolę przejmują samochody dostawcze.

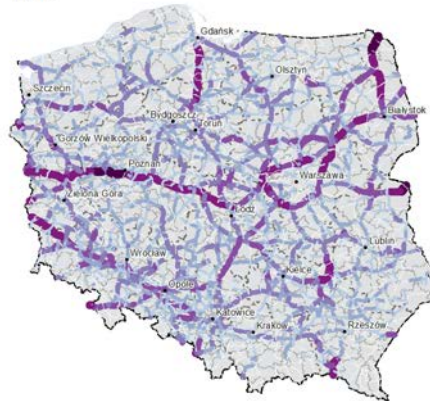
Podobnie jak w przypadku samochodów dostawczych, uwidacznia się ponadproporcjonalna (zwłaszcza względem stopnia koncentracji ludności) rola niektórych węzłów, a zarazem ośrodków miejskich. Dotyczy to ponownie Kalisza, który wyraźnie „odchyla” potoki z drogi DK11/S11, koncentrując jednocześnie ruch z kilku innych kierunków. Relatywnie duże jest także znaczenie Radomia, Kielc, Tarnowa, Piły i Leszna.

Rozkład ruchu dla roku 2015 ujawnił także ścieżki dojazdu pojazdów ciężkich do autostrad i dróg ekspresowych z kilku generujących taki ruch obszarów pozardzeniowych. Przykładem jest ruch z Krosna i Jasła w stronę autostrady A4 w Tarnowie (DK28), a także ruch z Nysy do Opola i Nowego Sącza do Tarnowa.

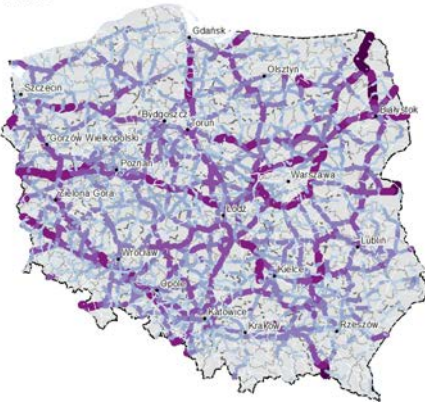
2005



2010



2015



Udział w ruchu ciężkich samochodów ciężarowych z przyczepami w ruchu ciężarowym  
Share of HGV with trailers in HGV+LGV traffic volume



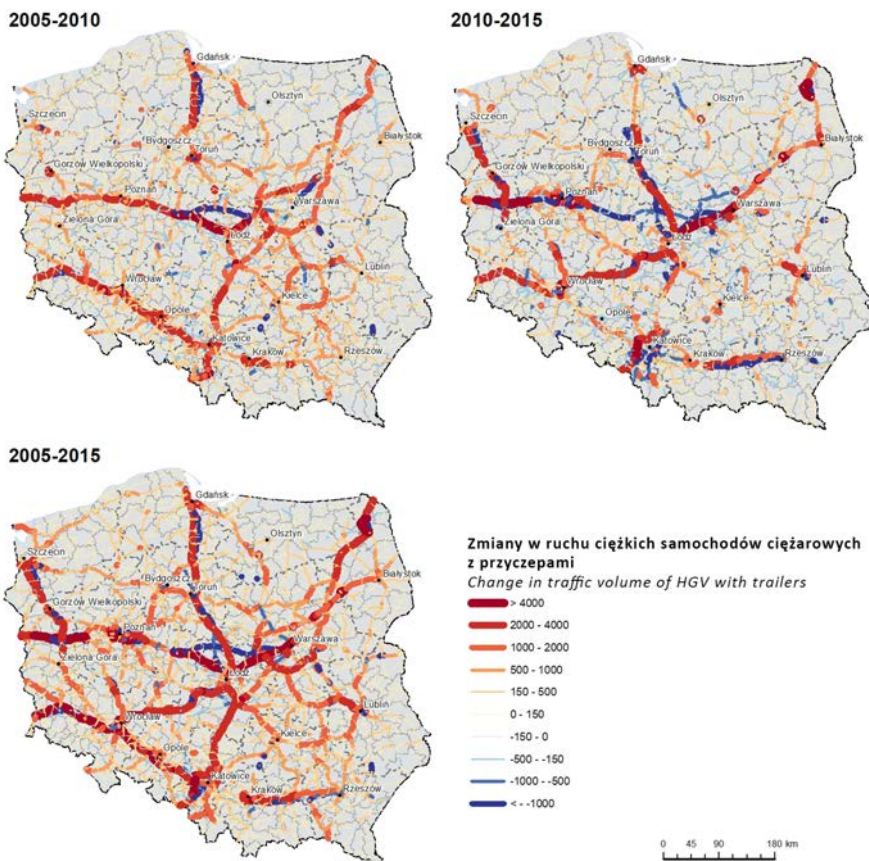
0 45 90 180 km

Ryc. 3.9. Udział samochodów ciężarowych ciężkich z przyczepami w ruchu samochodów ciężarowych w latach 2005, 2010, 2015 na sieci zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich  
Fig. 3.9. Share of HGVs with trailers in road freight traffic volumes on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005, 2010, 2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

Niektóre odcinki koncentracji ruchu pojazdów z przyczepami pokrywają się z trasami postulowanymi jako drogi o wyższym standardzie niż obecnie planowany (m.in. autostrady/drogi ekspresowe zapisane w KPZK 2030). Dotyczy to dużej obwodnicy Warszawy, drogi Opole–Częstochowa, Wrocław–Kłodzko, a także Leszno–Głogów.

Na oddzielną uwagę zasługują miejsca przyrostu ruchu pojazdów ciężarowych z przyczepami nie związane bezpośrednio z nowymi odcinkami autostrad i dróg ekspresowych. Należy do nich odcinek drogi DK10 między Bydgoszczą a Toruniem, DK19 między Lublinem a Międzyrzecem Podlaskim, a także ciąg Poznań–Kalisz–Sieradz.



Ryc. 3.10. Zmiany bezwzględne w ruchu samochodów ciężarowych ciężkich z przyczepami w latach 2005-2010, 2010-2015 i 2005-2015 na sieci zamiejsczych dróg krajowych i wojewódzkich  
 Fig. 3.10. Absolute changes in the traffic volume of HGVs with trailers on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005-2010, 2010-2015 and 2005-2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

### 3.5. Ruch samochodów ciężarowych ogółem. Zmiany sieciowe

Ruch samochodów ciężarowych ogółem był w całym badanym okresie wyraźnie skoncentrowany na ciągach autostrad A2, A4 i układzie skośnym dróg krajowych 8 i 1 między granicą z Litwą w Budzisku, przez Warszawę w kierunku południowym – drogami DK8/S8/DK1/A1/S1 do granicy z Czechami (ryc. 3.11). Z kolei udział samochodów ciężarowych w ruchu ogółem był najwyższy na odcinkach przygranicznych prowadzących do Świecka (A2), Budziska (DK8) i Olszyny (DK18), a także w korytarzu TEN-T Morze Północne-Bałtyk (na autostradzie A2 między granicą z Niemcami w Świecku a Warszawą, na tzw. dużej obwodnicy

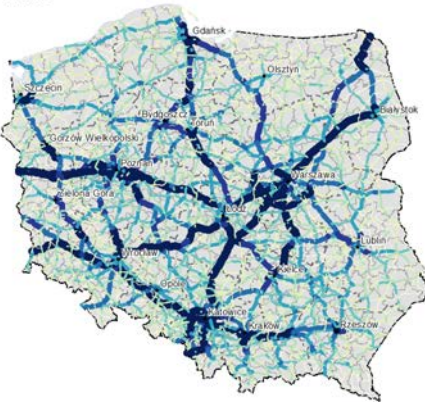
2005



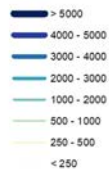
2010



2015



**Ruch ogółem samochodów ciężarowych**  
Total HGV+LGV traffic

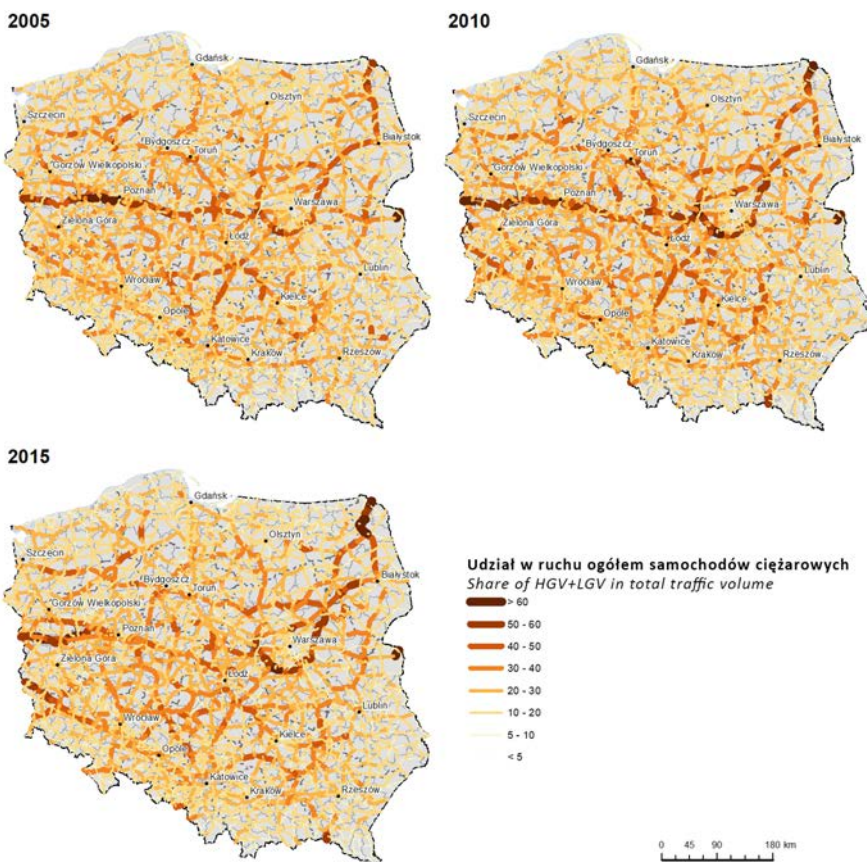


Ryc. 3.11. Ruch samochodów ciężarowych ogółem w latach 2005, 2010, 2015 na sieci zamiejsczych dróg krajowych i wojewódzkich

Fig. 3.11. Road freight traffic volume on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005, 2010, 2015.

Warszawy (DK50/DK62) i na trasie DK8/S8 oraz DK61/S61 od stolicy do granicy z Litwą) (ryc. 3.12). Najwyższe średniodobowe natężenie ruchu samochodów ciężarowych zaobserwowano w 2015 r. na przejściu przez Warszawę (droga ekspresowa S8, 19-20 tys. pojazdów na dobę), na odcinku autostradowej obwodnicy Poznania (17-19 tys. poj./24h) oraz na odcinku autostrady A1 w Piotrkowie Trybunalskim (17 tys. pojazdów ciężarowych, a jeszcze w 2010 r. odcinek ten był najbardziej obciążony w kraju i ruch dobowy przekraczał 19 tys.). Czwartym kluczowym korytarzem wykorzystywanym przez samochody ciężarowe jest korytarz południkowy TEN-T Bałtyk-Adriatyk od portów Trójmiasta układem dróg DK1/A1 oraz DK7/S7/A2/S8, a także, w ramach trzeciej odnogi – od układu portów Szczecin-Świnoujście, układem dróg DK3/S3/A4/A1 na Górny Śląsk i do Czech.





Ryc. 3.12. Udział samochodów ciężarowych w ruchu ogółem w latach 2005, 2010, 2015 na sieci zamiejsckich dróg krajowych i wojewódzkich

Fig. 3.12. Share of road freight vehicles in overall traffic volumes on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005, 2010, 2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015.

Na wyżej wymieniony układ czterech podstawowych ciągów komunikacyjnych (A2, A4, skośny z Litwy do Czech oraz korytarz Bałtyk-Adriatyk) w znaczący sposób wpłynęło oddanie do użytku w latach 2012-2014 kolejnych odcinków drogi ekspresowej S8 między Wrocławiem a Łodzią. Jeszcze w latach 2005-2010 na tym odcinku następował spadek ruchu pojazdów ciężarowych. Jednak otwarcie drogi ekspresowej skutkowało przesunięciem się ruchu międzynarodowego (w kierunku południa i centralnej części Niemiec) z równoległych rozwiązań korytarzowych, tj. przede wszystkim z autostrady A2, gdzie w jej centralnej części, tj. od Łodzi do Poznania (a nawet jeszcze dalej w kierunku zachodnim) zauważalny jest spadek natężenia ruchu samochodów ciężarowych w latach 2010-2015. Analogiczne oddziaływanie drogi ekspresowej S8 widoczne jest również na południu, tj. w układzie na południe od Piotrkowa Trybunalskiego DK1/A1 i na autostradzie A4 między Górnym Śląskiem a Wrocławiem. Tam również

następował bardzo powolny wzrost ruchu samochodów ciężarowych (A4) lub nawet jego spadek (DK1) związany głównie z przeniesieniem ruchu na nową drogę ekspresową S8 w kierunku Wrocławia.

Na uwagę zasługuje również wysoki ruch pojazdów ciężarowych na dwóch drogach krajowych prowadzących do przejścia granicznego w Budzisku (DK8 i DK61), przy czym o ile w okresie 2005-2010 wzrost ruchu dotyczył głównie ciągu drogi krajowej DK61, o tyle, po otwarciu odcinka drogi ekspresowej DK8 pod Białymstokiem wzrosty ruchu widoczne są również na „ósemce” między Augustowem a Białymstokiem, a ruch w kierunku Litwy jest bardziej zrównoważony między obiema trasami. Można sugerować, że po otwarciu kolejnych odcinków trasy S8 w województwie podlaskim w kolejnych latach ruch samochodów ciężarowych będzie się koncentrował w większym stopniu na trasie przez Białystok, podczas gdy po 2023 r., w wyniku oddawania kolejnych odcinków trasy S61, ruch ponownie wróci do najkrótszej fizycznie ścieżki prowadzącej na Litwę, czyli trasę S61. Warto nadmienić, że odcinek drogi krajowej od Augustowa do przejścia granicznego w Budzisku cechuje najwyższy w kraju udział samochodów ciężarowych w ruchu ogółem (udział ten również znacząco wzrósł w latach 2005-2015).

Innym ważnym dla ruchu samochodów ciężarowych układem drogowym jest układ DK50/DK62, czyli tzw. duża obwodnica Warszawy, gdzie charakterystyczny jest wysoki udział ruchu samochodów ciężarowych, szczególnie w jej południowej i wschodniej części, tj. między Żyrardowem a Ostrowią Mazowiecką. Ruch ciężarowy na DK50/DK62 rósł przede wszystkim w okresie 2005-2010, podczas gdy po oddaniu autostrady A2 między Łodzią i Warszawą, a także przejścia przez Warszawę w ciągu drogi ekspresowej S8 ruch pojazdów przeniósł się na przejście przez stolicę i jednocześnie spadł w północnej części dużej obwodnicy Warszawy (DK62).

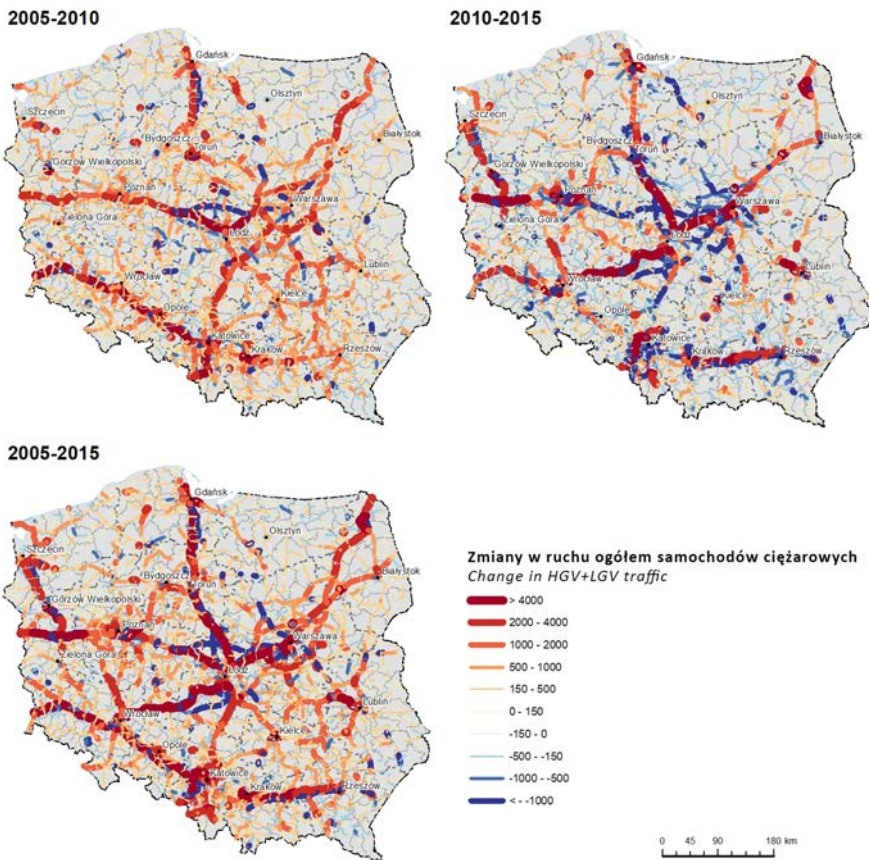
Otwarcie nowych odcinków autostrad i dróg ekspresowych skutkuje przesunięciem ruchu samochodów ciężarowych z równoległych jednojezdniowych dróg krajowych na odcinki dróg wyższych klas. Taka sytuacja miała miejsce każdorazowo dla pary dróg A1/DK91, A2/DK92 (Konin-Kutno-Łowicz), A4/DK94 (Kraków-Rzeszów) oraz S8/DK8 (Wieluń-Piotrków Trybunalski).

Ponadto duże natężenie ruchu pojazdów ciężarowych jest widoczne na DK7/S7 na południe od Warszawy, przede wszystkim na odcinku do Kielc. Zaznacza się również mocno układ równoleżnikowy między Wrocławiem, Piotrkowem Trybunalskim, Kielcami/Radomiem i Lublinem, w swojej wschodniej części relatywnie słabo rozpoznany w kontekście priorytetyzacji budowy dróg ekspresowych. Podobny wniosek można wysunąć w relacji do drogi krajowej nr 19 na północ i południe od Lublina (odcinek Lubartów-Kraśnik), gdzie również zaobserwowano wyraźne wzrosty ruchu samochodów ciężarowych.

Zauważalny jest również znaczny (choć raczej stabilny) ruch ciężarowy na drodze krajowej nr 11 między Poznaniem a Kępnem oraz w Polsce południowo-wschodniej, np. w województwie świętokrzyskim, gdzie pojazdy ciężarowe stanowią główny środek transportu materiałów budowlanych i innych produkowanych w tym województwie towarów. Należy jednak nadmienić, że znaczny

wzrost ruchu pojazdów ciężarowych w tej części kraju dotyczy okresu 2005-2010. W późniejszych latach, co być może związane jest również z przyczynami geopolitycznymi, ruch w tej części kraju ma charakter stabilny.

Brak jak dotąd dłuższych ciągów dróg ekspresowych i autostrad w Polsce Wschodniej (przede wszystkim w jej południowo-wschodniej części) skutkuje rozłożeniem ruchu ciężarowego na wiele dróg lokalnych, podczas gdy w Polsce zachodniej i południowej ruch ten wyraźnie koncentruje się na głównych ciągach autostradowych.



Ryc. 3.13. Zmiany bezwzględne w ruchu samochodów ciężarowych ogółem w latach 2005-2010, 2010-2015 i 2005-2015 na sieci zamiejsczych dróg krajowych i wojewódzkich

Fig. 3.13. Absolute changes in road freight traffic volume on the network of extra-urban national and voivodship roads in 2005-2010, 2010-2015 and 2005-2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, GPR 2010, GPR 2015

Reasumując należy stwierdzić, że w latach 2005-2015 proces zmian w rozmieszczeniu ruchu pojazdów ciężkich w Polsce był bardzo dynamiczny. Zależał on bawo od rozmieszczenia generatorów ruchu oraz kierunków tranzytu. Rola infrastruktury uwidoczniła się w miarę zwiększenia różnic w jej jakości. W warunkach zaawansowanego procesu inwestycyjnego (relatywnie

równomierne rozmieszczenie dróg wyższej kategorii) ponownie większą rolę zaczęły odgrywać tradycyjne czynniki ekonomiczne. Jednocześnie sam ruch uległ intensyfikacji (m.in. na skutek ruchu wzbudzonego). Sekwencja okazała się podobna do znanej z analiz dostępności (wzrost, a następnie spadek polaryzacji ruchu w skali całej sieci drogowej). Ruch tranzytowy zakłócał te prawidłowości, z uwagi na występowanie czynnika geopolitycznego. Źródłem zakłóceń były także opłaty drogowe.

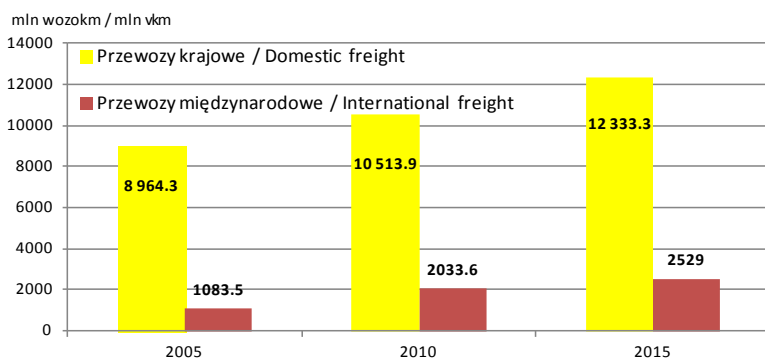
Biorąc powyższe pod uwagę można sformułować pięcioetapowy **sekwencyjny model zmian zachodzących na sieci drogowej** wraz z jej szybką modernizacją:

- Etap 1. Infrastruktura słabo rozwinięta. Niewielka długość dróg dwujezdniowych. Różnice dostępności przestrzennej zależą od rozmieszczenia mas (ludności, PKB). Ruch jest prostą odpowiedzią na popyt ze strony przewozów ładunków (z zakłóceniami w układzie międzynarodowym).
- Etap 2. W podobnych warunkach (jak etap 1) następuje rozwój gospodarczy. Ruch rośnie i zaczyna przenosić się na więcej szlaków. Rozkład dostępności jest podobny, ale jej realny poziom spada na skutek kongestii.
- Etap 3. W odpowiedzi na rozwój gospodarczy, zwiększone możliwości budżetowe, a także poprawę zdolności organizacyjnych rozpoczyna się proces inwestycyjny (budowa autostrad i dróg ekspresowych oraz obwodnic). Wprowadzane są również opłaty. Wraz z postępem prac inwestycyjnych następuje polaryzacja dostępności oraz dalsze rozpraszanie ruchu ciężkiego poszukującego najdogodniejszych (najszybszych i/lub najtańszych) szlaków.
- Etap 4. Najważniejsze inwestycje infrastrukturalne są ukończone. Rozkład nowoczesnej infrastruktury staje się relatywnie równomierny. System opłat obejmuje większość głównych dróg (w tym trasy „ucieczki”). Ponownie maleje polaryzacja dostępności, która jednocześnie ulega ogólnej poprawie (zwłaszcza w strefach peryferyjnych). Ruch znowu jest odpowiedzią na popyt ze strony przewozów. Następuje jego ponowna koncentracja na nowej infrastrukturze. Utrzymują się zakłócenia geopolityczne.
- Etap 5. Zdecydowana poprawa dostępności niektórych ośrodków (zwłaszcza ośrodków II rzędu) skutkuje ich rozwojem gospodarczym i generowaniem nowego ruchu. Infrastruktura może okazać się niewystarczająca. Konieczne jest dogęszczanie sieci lub poszerzanie tras. Lokalnie może pojawić się znowu dekoncentracja.

Przeprowadzone badanie wskazuje, że obecna sieć drogowa Polski jest coraz bliższa osiągnięcia modelowego etapu 4. Dotyczy to w pierwszej kolejności zachodniej części kraju.

### 3.6. Krajowe a międzynarodowe przewozy transportem drogowym

Wnioski z analizy sieciowej potwierdza analiza trendów na podstawie danych GUS (przewozy ładunków w transporcie drogowym). W badanym okresie doszło do gwałtownego wzrostu przewozów, zarówno **przewozów wewnątrz krajowych** (wzrost o 38%), jak i **przewozów międzynarodowych** (wzrost aż o 133%). Udział przewozów międzynarodowych, w sensie wozokm, stanowił ok. 10% przewozów ogółem w 2005 r. ale już ponad 17% w 2015 r. Wzrost przewozów międzynarodowych miał miejsce przede wszystkim w latach 2005-2010. (ryc. 3.14). Był związany z bardzo wysoką dynamiką eksportu, jaka ujawniła się bezpośrednio po akcesji do Unii Europejskiej. Wzrostu tego nie ograniczył także kryzys ekonomiczny lat 2008-2009.

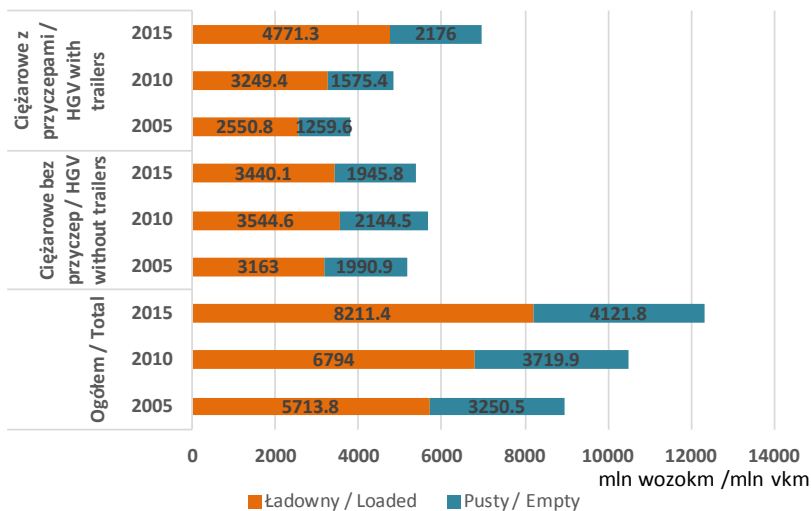


Ryc. 3.14. Kierunki przewozów transportem drogowym (2005/2010/2015) (mln wozokm)

Fig. 3.14. Streams of road freight transport (2005/2010/2015) (million vehicle-km)

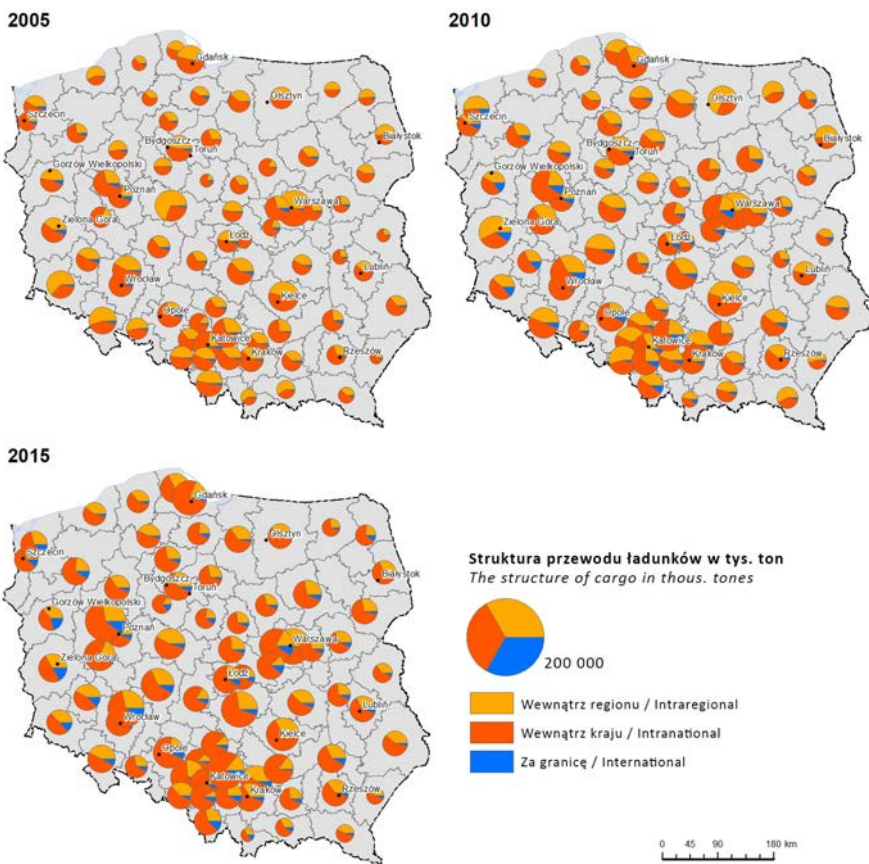
Źródło / Source: obliczenia własne na podstawie GUS (Przebiegi pojazdów wg rodzajów pojazdów, terytorium i kierunków transportu).

W przypadku **przewozów wewnątrz krajowych**, w badanym okresie w świetle danych GUS **średnia odległość przewozu ładunków** transportem drogowym w transporcie krajowym wzrosła z 75 km w 2005 r. do 99 km w 2015 r. Samochody ciężarowe jeżdżą na coraz dłuższe odległości, tym samym stanowiąc coraz większą konkurencję dla tradycyjnie bardziej konkurencyjnego na dłuższych dystansach transportu kolejowego. Sytuację taką można również interpretować w kategoriach dalszego rozpraszania celów podróży (miejsca produkcji, składowania i konsumpcji/handlu) na obszary, które nie mogą być już obsługiwane przez transport kolejowy. Ponadto jednocześnie sukcesywnie maleje udział pustych samochodów ciężarowych, coraz większy jest udział samochodów ładownych, przez co wzrost pracy przewozowej (tonokm) jest wyższy niż wzrost pracy eksploatacyjnej (wozokm) (ryc. 3.15).



Ryc. 3.15. Przewozy krajowe ładunków według załadunku  
 Fig. 3.15. Domestic road freight transport by load  
 Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

W **ujęciu przestrzennym** wyraźnie zaznaczają się relatywnie wyższe udziały ruchu międzynarodowego (kolor niebieski na ryc. 3.16) w Polsce zachodniej. Zależność taka nie występuje w przypadku proporcji przewozów wewnętrznych w obrębie subregionów i pomiędzy nimi. W tym wypadku istotniejsza wydaje się wielkość głównego ośrodka węzłowego. Podregiony stanowiące lub otaczające duże miasta charakteryzują się wyższym udziałem przewozów międzyregionalnych, a mniejszym wewnątrzregionalnych. Po części jest to zapewne pochodną wielkości terytorialnej jednostek. Mimo to możliwe jest robocze założenie, że o strukturze przewozów ładunków generowanych przez polskie podregiony (NUTS3) decyduje: a) koncentracja ludności oraz PKB w danej jednostce; b) położenie geograficzne w układzie wschód-zachód. Co więcej porównanie kartodiagramów obrazujących sytuację w kolejnych przekrojach czasowych, wskazuje, że do różnicowania się struktury „odległościowej” jednostek doszło w pięcioleciu 2005-2010, czyli w okresie szybkiego wzrostu PKB oraz otwierania się na rynki Europy Zachodniej.



Ryc. 3.16. Struktura przewozu ładunków transportem drogowym na poziomie podregionów (przewóz wewnątrz podregionu, wewnętrzny krajowy i za granicę)

Fig. 3.16. Structure of road freight transport at the subregional level (intra-subregion, internal domestic and international transport)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GUS.





## 4. Charakterystyka determinant natężenia i rozkładu ruchu w transporcie ciężarowym w Polsce w okresie 2005-2015

### 4.1. Klasyfikacja determinant natężenia i rozkładu ruchu

Istnieje wiele czynników mogących mieć wpływ na wielkość natężenia i rozkład ruchu w transporcie ciężarowym. Należą do nich m.in. (instrukcja QRFM, cit. za Kulpa 2013): stan gospodarki (np. PKB), ceny paliw, opłaty i podatki, globalizacja gospodarki, międzynarodowe porozumienia handlowe i transportowe, lokalizacja zakładów produkcyjnych, dostawy Just-In-Time, umowy pomiędzy przewoźnikami i spedytorami, centralizacja magazynowania, regulacja i deregulacja transportu, umowy dotyczące transportu multimodalnego, dostępność i rozwój infrastruktury, dopłaty dla przewoźników, restrykcje środowiskowe, regulacje dotyczące bezpieczeństwa ruchu i przewozu materiałów niebezpiecznych, zmiany wielkości samochodów ciężarowych i dopuszczalnych mas, kongestia, wprowadzanie systemów ITS. Z tej grupy można wyróżnić kilka grup najważniejszych czynników, które warunkują proces modelowania przewozów towarów. Są to przede wszystkim:

- **uwarunkowania gospodarcze**, zarówno po stronie podaży (rodzaj działalności gospodarczej), popytu (konsumpcja towarów), jak i samego procesu handlu w różnych skalach przestrzennych (poziom międzynarodowy, krajowy, regionalny i lokalny); w podrozdziale 4.2 wydzielono takie kategorie uwarunkowań jak: poziom PKB, kursy walutowe, handel zagraniczny oraz ceny paliw);
- **uwarunkowania (geo)polityczne**, w tym stopień integracji gospodarek oraz międzynarodowe porozumienia handlowe i transportowe; w podrozdziale 4.3 dokonano rozdziału na uwarunkowania geopolityczne wewnątrz

strefy Schengen i na granicach zewnętrznych strefy Schengen, i ze względu na lokalizację, na granicy z Litwą);

- **uwarunkowania infrastrukturalne**, tj. dostępność i lokalizacja elementów sieci drogowej, w tym przede wszystkim węzłów autostrad i dróg ekspresowych; w podrozdziale 4.4 największy nacisk położono na rozwój sieci dróg ekspresowych i autostrad w okresie 2005-2015;
- **uwarunkowania organizacyjne i formalno-prawne**, w tym ograniczenia w ruchu pojazdów ciężarowych (lokalne, a także systemowe wynikające z prawa Unii Europejskiej w ramach jednolitego rynku transportowego, jak np. ograniczenia w kabotażu, czasie pracy kierowców itd.), a także obowiązujący system opłat za korzystanie z elementów infrastruktury; w podrozdziale 4.5 skoncentrowano się na niektórych typach ograniczeń, takich jak: ograniczenia w ruchu na obszarze całego kraju, przejazdy (transyt) przez miasta, lokalne ograniczenie ruchu, ograniczenia w ruchu na przejściach granicznych oraz opłaty autostradowe/system viaTOLL);
- **uwarunkowania logistyczne** związane z łańcuchami dostaw i logistyką, takie jak lokalizacja centrów dystrybucji oraz współzależności między podmiotami logistycznymi, w tym umowy między przewoźnikami i spedytorami; uwarunkowania logistyczne opisano w podrozdziale 4.6.

Determinantami rozkładu ruchu, jest także w oczywisty sposób, rozmieszczenie handlu zagranicznego oraz rozkład produkcji sprzedanej. Ponieważ stanowią one kluczowy element podjętej analizy, zostały omówione odrębnie w kolejnych rozdziałach (odpowiednio w rozdziale 6.4 i 7.1). Stanowią tam integralną część opisu modelu ruchu zewnętrznego, a następnie wewnętrznego.

## 4.2. Uwarunkowania gospodarcze

### 4.2.1. Poziom PKB

Podstawową determinantą w modelach ruchu pojazdów, w tym samochodów ciężarowych (z wyjątkiem ruchu o charakterze tranzytowym) jest poziom PKB. PKB jest pierwotny względem podaży (rodzaj działalności gospodarczej), popytu (konsumpcja towarów), jak i samego procesu handlu. Występują tu jednocześnie sprzężenia zwrotne gdyż zarówno produkcja, konsumpcja jak i saldo wymiany zagranicznej są z oczywistych względów składowymi PKB (w metodzie produkcyjnej  $PKB = \text{produkcja globalna} - \text{zużycie pośrednie}$ , a w metodzie wydatkowej  $PKB = \text{konsumpcja} + \text{inwestycje} + \text{wydatki rządowe} + \text{zmiana stanu zapasów}$ ). W kontekście przestrzennym, nie bez znaczenia jest także struktura wytwarzania PKB. Bardzo wysokie udziały sektora usługowego mogą redukować przełożenie się PKB na ruch związany z produkcją.

W Polsce zależności między poziomem PKB a prognozą wzrostu ruchu wewnętrznego na okres 2008-2040 na sieci drogowej z podziałem na kategorie pojazdów określa opracowany dla wszystkich prac planistyczno-projektowych zleczanych przez GDDKiA dokument: *Stadia i skład dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowania zadań* (2009). Dokument ten, a w szczególności załącznik *Zasady prognozowania wskaźników wzrostu 2008-2040* określa tzw. współczynnik elastyczności  $We$  określający stosunek względnej zmiany wielkości ruchu do względnej zmiany poziomu PKB (tab. 4.1).

Tabela 4.1. Wskaźnik elastyczności  $We$  w zależności od kategorii pojazdu i przedziału prognozy

Lp	Kategoria pojazdów	$We$ (wskaźnik elastyczności)	
		2008-2015	2016-2040
1	Samochody osobowe	0,90	0,8
2	Samochody dostawcze	0,33	0,33
3	Samochody ciężarowe bez przyczep i naczep	0,35	0,35
4	Samochody ciężarowe z przyczepami i naczepami	1,07	1,00

Źródło: [https://www.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/p/pismo-przewodnie-z-dnia-15032007\\_4423/Zalacznik\\_2\\_Zasady\\_prognozowania\\_wskaznikow\\_wzrostu\\_2008-2040.pdf](https://www.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/p/pismo-przewodnie-z-dnia-15032007_4423/Zalacznik_2_Zasady_prognozowania_wskaznikow_wzrostu_2008-2040.pdf)

W badanym okresie 2005-2015 obowiązywała zatem w stosowanych modelach elastyczność skutkująca, po wzroście PKB o 1%, wzrostem ruchu samochodów dostawczych o 0,33%, wzrostem ruchu samochodów ciężarowych bez przyczep i naczep o 0,35% oraz wzrostem ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami i naczepami o 1,07%.

Można powyższe założenia skonfrontować z rzeczywistością gospodarczą dla lat 2005-2015. W tym okresie, na podstawie danych GUS i GDDKiA można wnioskować, że:

- PKB per capita w cenach stałych wzrósł o 46%.
- Ruch samochodów ciężarowych lekkich (dostawczych) na drogach krajowych wzrósł o 18% ( $We = 0,40$ ).
- Ruch samochodów ciężarowych bez przyczep na drogach krajowych spadł o 17% ( $We = -0,36$ ).
- Ruch samochodów ciężarowych z przyczepami na drogach krajowych wzrósł o 62% ( $We = 1,35$ ).

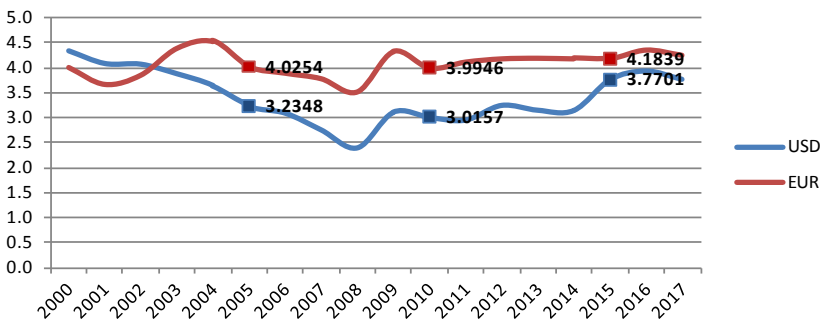
Podsumowując, PKB jest główną determinantą w większości modeli ruchu samochodów ciężarowych. Prognozy elastyczności ruchu samochodów ciężarowych względem PKB dla lat 2005-2015 sprawdziły się jedynie w przypadku ruchu samochodów ciężarowych lekkich (dostawczych). Ruch samochodów ciężarowych bez przyczep małał zamiast rosnać wraz ze wzrostem PKB, a ruch samochodów ciężarowych z przyczepami rósł znacznie szybciej niż wynikało to z zależności prognostycznej wzrostu ruchu względem dynamiki PKB. Zaobserwowane rozbieżności są wynikiem oddziaływania wielu czynników. Najważniejszymi elementami mogą być w tym wypadku zmiana struktury parku samochodów ciężarowych oraz rosnąca rola ruchu międzynarodowego, w tym tranzytu (realizowanego samochodami ciężarowymi z przyczepami, a ponadto

zależnego także od PKB innych państw). Ponadto wyższe wartości  $We$  jakie obliczono dla okresu 2005-2015 mogą dowodzić, że przyrost ruchu w kategorii samochodów lekkich oraz pojazdów z przyczepami dokonał się przede wszystkim w okresie pomiędzy akcesją do UE a kryzysem ekonomicznym.

Prognozy długookresowe GDDKiA (na lata 2016-2040) zakładają ustabilizowanie się wskaźników  $We$  dla samochodów dostawczych oraz pojazdów bez przyczep i jego zmniejszenie (do poziomu 1,0) dla samochodów z przyczepami. Oznacza to, że transportochołność gospodarki nie będzie już wzrastać, względnie, że ewentualny dalszy wzrost transportochołności będzie przejęty przez inne gałęzie transportu. Prognozy te wydają się problematyczne zwłaszcza w kategorii samochodów dostawczych, których ruch jest do pewnego stopnia odzwierciedleniem upowszechnienia się handlu internetowego (usługi kurierskie) oraz ograniczeń w ruchu ciężkim w obrębie miast. Osobną kwestią jest wpływ pandemii COVID-19 na dalszy wzrost ruchu ciężarowego (por. wnioski w niniejszym opracowaniu).

## 4.2.2. Kursy walutowe

Inną zmienną mającą wpływ, poprzez powiązania handlowe, na dynamikę ruchu samochodów ciężarowych, są wahania kursów walutowych (ryc. 4.1 i 4.2). W badanym okresie wskazuje się na znaczną stabilność kursu złotego względem euro w analizowanych latach, tj. dla 2005, 2010 i 2015, chociaż w okresie 2010-2015 zaobserwowano pewne osłabienie złotego (z 3,99 PLN/EUR do 4,18 PLN/EUR). Wysoka zmienność cechowała natomiast w tym względzie lata kryzysu finansowego, tj. 2008 i 2009 r., a także okres przed 2005 r. W kontekście relacji z dolarem warto odnotować znaczące umocnienie się dolara względem euro (a co się z tym wiąże również względem złotego) w latach 2010-2015 r. Dla polskiego handlu jest to jednak znacznie mniej istotna zmienna (przynajmniej w porównaniu do euro) (ryc. 4.1).

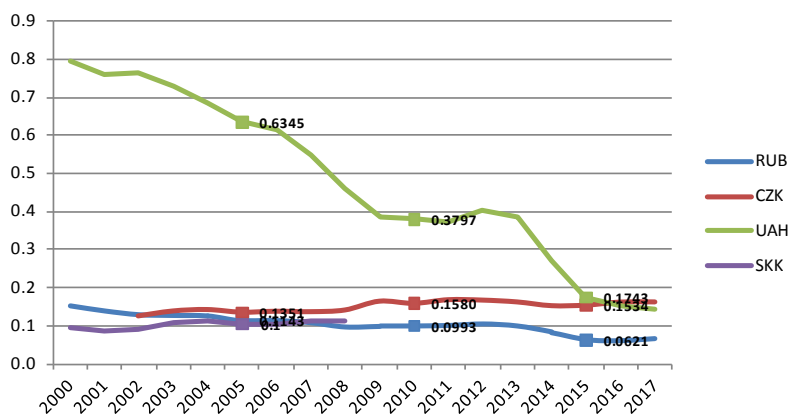


Ryc. 4.1. Kursy walut PLN względem USD oraz EUR

Fig. 4.1. PLN exchange rates against USD and EUR

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych NBP.

W badanym okresie nastąpiło również znaczne umocnienie złotego względem ukraińskiej hrywny, a także (w okresie 2010-2015) względem rosyjskiego rubla. Czechy są jedynym sąsiadem Polski pozostającym poza strefą Euro, względem którego waluty (korona) złoty się osłabił. W przypadku słowackiej korony nie można określić dynamiki zjawiska dla lat 2005-2015 ponieważ Słowacja stała się członkiem strefy euro od 2009 r. (ryc. 4.2).



Ryc. 4.2. Kursy walut PLN względem rosyjskiego rubla (RUB), czeskiej korony (CZK), ukraińskiej hrywny (UAH) oraz słowackiej korony (SKK) (do 2008 r.)

Fig. 4.2. PLN exchange rates against the Russian rouble (RUB), Czech koruna (CZK), Ukrainian hryvnia (UAH) and Slovak koruna (SKK) (until 2008)

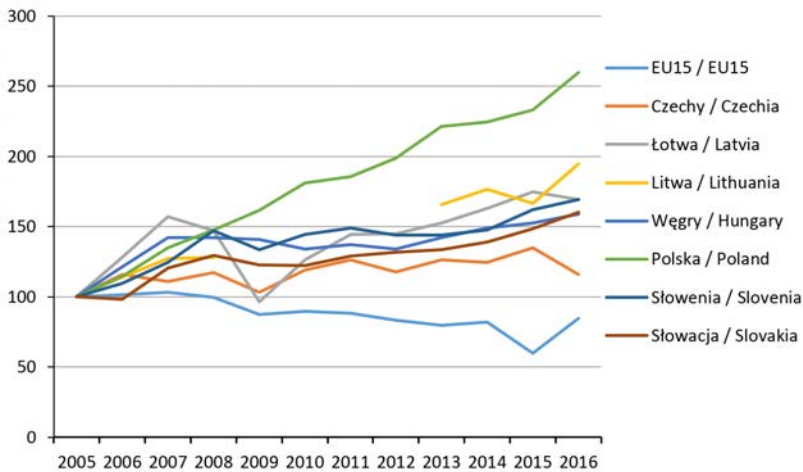
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych NBP.

Podsumowując, wahania kursów walutowych mogły mieć w badanym okresie pewien wpływ na opłacalność handlu, przede wszystkim na kierunku wschodnim, gdzie znaczna deprecjacja walut (rosyjskiego rubla i ukraińskiej hrywny) mogła skutkować spadkiem opłacalności polskiego eksportu oraz wzrostem opłacalności importu z kierunku wschodniego. Należy jednak podkreślić, że handel ze wschodem jest w dużym stopniu rozliczany w walutach zachodnich. W przypadku relacji z Czechami, nastąpiła sytuacja odwrotna. Umocnienie się korony czeskiej względem złotego skutkowało wzrostem opłacalności eksportu i spadkiem opłacalności importu towarów z Czech. O wielkości ruchu na drogach w Polsce w większym stopniu decydować mogła jednak skala eksportu na rynki państw strefy euro (por. dalej podrozdział 4.2.3).

### 4.2.3. Handel zagraniczny

W czasie kryzysu ekonomicznego przedsiębiorstwa zachodniej Europy szukały oszczędności kosztów transportowych, a jednocześnie firmy ze Słowacji, a także (ze względu na tzw. węża walutowego) przewoźnicy z państw bałtyckich stawali się przez powiązanie z euro mniej konkurencyjni. Tymczasem nastąpiło znaczne osłabienie

złotego względem euro, co dało impuls do wzrostu opłacalności międzynarodowych przewozów wykonywanych przez polskich przewoźników w transporcie drogowym towarowym. W przeciwieństwie do innych państw regionu, ogólna wielkość przewozów nie załamała się w Polsce w roku 2008 (ryc. 4.3).



Ryc. 4.3. Przewozy w transporcie drogowym towarowym w krajach Europy Środkowej (2005-2016)

Fig. 4.3. Road freight transport in Central European countries (2005-2016)

Zródło / Source: Eurostat.

Lata 2005-2015 charakteryzowały się gwałtownym rozwojem polskiego sektora międzynarodowych przewozów ciężarowych. W badanym okresie nastąpił ponad dwukrotny wzrost liczby licencji oraz prawie trzykrotny wzrost liczby samochodów ciężarowych i pracy przewozowej w przedsiębiorstwach międzynarodowego transportu ciężarowego w Polsce. Według Waśkiewiczza i Menesa (2015) głównymi czynnikami mającymi wpływ na tak wysoką dynamikę były z punktu widzenia handlu międzynarodowego m.in.: liberalne zasady dostępu do zawodu przewoźnika i rynku transportowego, zniesienie barier celnych na obszarze UE, dynamiczny rozwój polskiego handlu zagranicznego, globalizacja rynku, położenie geograficzne Polski, niższe koszty własne polskich przewoźników w porównaniu z kosztami przewoźników zachodnich, w wyniku przede wszystkim niskich kosztów pracy, co uległo wzmocnieniu po gwałtownej deprecjacji złotego po 2008 r. oraz ekspansywność polskich przewoźników poparta umiejętnościami zdobywania i operowania na nowych rynkach przewozowych.

Wskazuje się, że to okres pierwszej dekady po akcesji Polski do Unii Europejskiej był najbardziej dynamiczny dla polskich przewoźników, pomimo załamania się pracy przewozowej w transporcie ciężarowym na poziomie całej Unii Europejskiej w okresie po kryzysie finansowym (po 2008 r.). Dane po 2015 r. wskazują, iż pomimo coraz niższej rentowności przewozów, wysokiej konkurencji ze strony przewoźników z innych krajów Europy środkowo-wschodniej oraz utrzymującego się embarga Rosji na przewozy niektórych ładunków, polscy

przewoźnicy w międzynarodowych przewozach ciężarowych mają niekwestionowaną pierwszą pozycję. Ich udział w przewozach międzynarodowych na obszarze EU28 wzrósł z 9% w 2005 r. do 21% w 2010 r. i 25% w 2015 r. (*EU Transport in figures, Statistical Pocketbook 2018*).

Opłacalność przewozów międzynarodowych została znacząco wzmocniona rozwojem handlu zagranicznego w Polsce po akcesji Polski do UE. Udział wymiany handlowej do krajów Unii Europejskiej w analizowanym okresie utrzymywał się mniej więcej stałym poziomie ok. 79% całości eksportu i 70-75% importu. Najważniejszymi partnerami handlowymi Polski są: Niemcy, Francja, Włochy, Wielka Brytania, Republika Czeska, Holandia, Rosja, Szwecja, Belgia oraz Hiszpania. W strukturze kierunkowej w latach 2005-2010:

- Niemcy; rola Niemiec jako pierwszego partnera handlowego Polski jest niepodważalna, natomiast udział Niemiec w eksporcie spadł z ponad 38% w połowie lat 90-tych do 26-28% w latach 2005-2015, a ich udział w imporcie jest nieco niższy i wynosił w badanym okresie 22-25%;
- Francja i Włochy; jeszcze w 2005 r. Francja i Włochy były drugim i trzecim partnerem handlowym pod względem eksportu z Polski; najpierw znacząco osłabło znaczenie Włoch, następnie również Francji; miejsce tych krajów w 2015 r. zajęły Wielka Brytania (jako drugi partner handlowy w 2015 r.) oraz Czechy (trzeci partner handlowy w 2015 r.); zmiana ta, ze względu na położenie tych państw miała znaczący wpływ na strukturę kierunkową transportu ciężarowego, z kierunku południowego na zachodni;
- w imporcie miejsce Rosji jako drugiego partnera handlowego zajęły w 2015 r. Chiny, które w analizowanej dekadzie zanotowały olbrzymi skok w udziale eksportu do Polski, co również miało swoje konsekwencje w układzie kierunkowym ruchu ciężarowego (wzrost znaczenia obsługi portów morskich przez transport ciężarowy); ponadto w przypadku Rosji należy pamiętać, że ogromną część importu stanowią paliwa, które nie są przewożone w transporcie drogowym.

Tabela 4.2. Udziały trzech najważniejszych partnerów eksportowych i importowych Polski w 2005, 2010 i 2015 r.

		Pierwszy partner		Drugi partner		Trzeci partner	
		Nazwa kraju	Udział w %	Nazwa kraju	Udział w %	Nazwa kraju	Udział w %
2005	Eksport	Niemcy	28,2	Francja	6,2	Włochy	6,1
	Import	Niemcy	24,7	Rosja	8,9	Włochy	7,1
2010	Eksport	Niemcy	26,1	Francja	6,8	Wielka Brytania	6,3
	Import	Niemcy	21,9	Rosja	10,2	Chiny	9,4
2015	Eksport	Niemcy	27,1	Wielka Brytania	6,7	Czechy	6,6
	Import	Niemcy	22,9	Chiny	11,6	Rosja	7,3

Źródło: GUS, *Rocznik statystyczny handlu zagranicznego*, 2016.

#### 4.2.4. Ceny paliw i koszty pracy

Jak wskazują Łacny i Osińska (2008) paliwo jest najważniejszym składnikiem kosztów uzyskania przychodu w przedsiębiorstwie transportu drogowego, a więc cena jego zakupu w największym stopniu determinuje opłacalność tej działalności gospodarczej. Według Łacnego i Osińskiej (2008) jeszcze w 2008 r. paliwo stanowiło aż prawie 48% kosztów funkcjonowania pojazdu w przedsiębiorstwach międzynarodowego transportu drogowego w Polsce. Tymczasem w badanym okresie nastąpiło podwyższenie cen paliw, w tym oleju napędowego z 3,7 zł za litr w 2005 r., do 4,3 zł w 2010 r. i 4,5 zł w 2015 r., co mogło mieć pewne znaczenie dla opłacalności przewozu w kontekście ewentualnych decyzji przedsiębiorców dotyczących przesunięcia modalnego (por. Rosik i Kowalczyk, 2015). Jednak z drugiej strony znacznie większe amplitudy wahań cen paliw miały miejsce między badanymi latami (gwałtowne wzrosty przed- i spadek po kryzysie finansowym z roku 2008, a następnie ponownie szybki wzrost w 2011 r. i gwałtowny spadek w 2014 r.). Zatem przedsiębiorstwa mogły wkalkulować amplitudę dużych wahań cen w bilans kosztów. Poza tym duża część przewozów międzynarodowych wykonywana jest za granicą, co wiąże się raczej z kwotą paliwa w euro, a przy uwzględnieniu różnic kursowych jakie nastąpiły w badanym okresie wzrost kosztu paliwa na stacjach był znacznie łagodniejszy.

Odrębnym zagadnieniem są rosnące koszty pracy. W badanym okresie nastąpił ponad dwukrotny wzrost minimalnego wynagrodzenia brutto (z 849 zł w 2005 r. do 1750 zł w 2015 r.). Z kolei przeciętne wynagrodzenie brutto w sektorze przedsiębiorstw również urosło z ok. 2500 zł do ok. 4000 zł. Wzrosty cen paliwa jak i wynagrodzeń miały jednak w dużym stopniu charakter aprzeestrzenny, dotyczyły gospodarki jako całości, przy oczywistym zachowaniu zróżnicowania płac (jak i cen paliw) między regionami. W ruchu międzynarodowym (obsługa handlu zagranicznego, a także tranzytu) znaczenie ma wzrost kosztów wynagrodzeń wynikający z regulacji UE, w tym z czasu pracy i obowiązkowych odpoczynków kierowców, a także z ograniczeń w obsłudze przewozów kabotażowych.

Podsumowując, koszty paliwa stanowią ważny składnik kosztów przewoźników. Ceny paliwa w badanym okresie znacząco wzrosły. Badane lata 2005, 2010 oraz 2015, w kontekście globalnych cen ropy, mieszczą się mniej więcej na podobnym poziomie, co w konsekwencji przełożyło się na relatywnie mniejsze, niż w przypadku innych zakresów czasowych, zmiany cen paliwa. Jednocześnie w badanym okresie mocno wzrosły koszty pracy. Oba zjawiska, tj. wzrost kosztów paliwa i wzrost kosztów pracy oddziaływały głównie na sektor na poziomie krajowym, przy zachowaniu pewnych różnic między regionami.



### 4.3. Uwarunkowania geopolityczne

W międzynarodowym ruchu towarowym barierami prawnymi są m.in. cła i poddanie się kontroli celnej, zakazy importu i eksportu wybranych towarów oraz ograniczenia fitosanitarne i weterynaryjne. Przewoźnicy zobowiązani są do uzyskania odpowiednich koncesji i zezwoleń, oraz przestrzegania zasad ruchu pojazdów ciężarowych na terenie danego kraju (np. egzekwowanie przepisów dotyczących stanu technicznego pojazdów i ich maksymalnej ładowności, obowiązek wykupu winiet, zakaz ruchu podczas świąt i weekendów itp.) (por. Rosik, 2012).

Na poziomie międzynarodowym uwarunkowania prawne w postaci międzynarodowych porozumień handlowych i transportowych, a także umów między przewoźnikami i spedytorami i innych regulacji zostały opisane w kontekście uwarunkowań geopolitycznych. Najbardziej zauważalnym czynnikiem geopolitycznym było przesunięcie się wewnętrznych granic Unii Europejskiej, a potem także strefy Schengen z Odry na Bug, co miało kolosalne znaczenie z punktu widzenia dynamiki potoków ruchu ciężarowego na granicach Polski.

#### 4.3.1. Wewnętrzne granice strefy Schengen

W kontekście ceł i barier handlowych kluczową datą była akcesja Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. i, choć w mniejszym już stopniu, trzy lata później akcesja do strefy Schengen (por. tab. 4.3). W całym analizowanym okresie wraz z akcesją m.in. Polski, Litwy, Czech i Słowacji do UE przed 2005 r., granice celne między tymi państwami, a pozostałymi krajami Unii Europejskiej były zniesione. Obrót w ramach Unii Europejskiej nie jest objęty obowiązkiem celnym, a dokument SAD (deklaracja celna) jest zastąpiony deklaracją INTRASTAT. System INTRASTAT jest systemem statystyki handlu towarami w obrębie Unii Europejskiej i polega na obowiązku przekazywania organom celnym informacji na temat obrotu towarowego z państwami członkowskimi Unii Europejskiej w postaci wypełnienia deklaracji INTRASTAT, zawierającej informacje dotyczące kodu taryfy celnej CN, kraju pochodzenia towaru oraz jego masy netto.

Wejście do strefy Schengen miało z kolei pewne konsekwencje w dalszym skróceniu czasu przejazdu samochodów ciężarowych w ruchu międzynarodowym, obniżeniu kosztów transportu wewnątrz strefy Schengen, a co się z tym wiąże – dalszym zwiększeniu ruchu.

Wpływ zniesienia barier granicznych na wielkość ruchu samochodów ciężarowych można rozpatrywać na dwóch płaszczyznach:

- intensyfikacja handlu międzynarodowego w obrębie Unii Europejskiej, wynikająca bezpośrednio z otwarcia rynków zbytu, czego przejawem są statystyki eksportu i importu;
- zmniejszenie kosztów transakcyjnych związanych z samym przekraczaniem granicy (odprawa celna, fitosanitarna, paszportowa), czego przejawem jest

oszczędność w czasie pracy pojazdów i kierowców, a także brak kosztów obsługi (Agencje Celne), co w konsekwencji pozwala na intensyfikację przewozów.

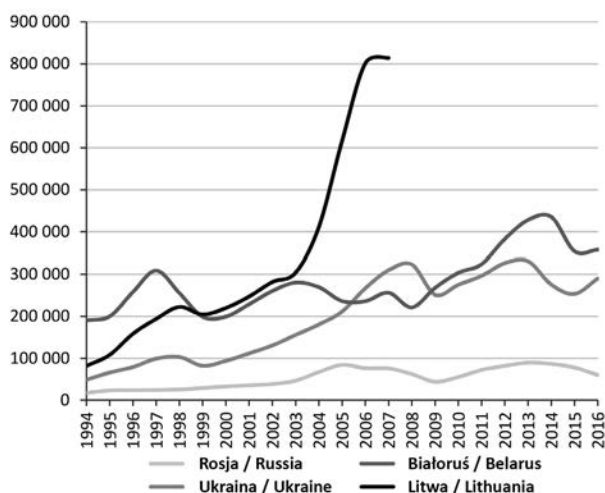
W badanym okresie wewnątrz Unii Europejskiej możliwe jest tym samym głównie oddziaływanie za pośrednictwem redukcji kosztów transakcyjnych.

### **4.3.2. Zewnętrzne granice strefy Schengen**

W kontekście granicy wschodniej, tj. granicy z Rosją, Białorusią i Ukrainą, jak wskazuje Komornicki (2016), po roku 2000 miał miejsce ponowny (po kryzysie rosyjskim z 1998 r.) wzrost ruchu na wszystkich odcinkach. Najwolniejszy był on na granicy z Białorusią, której dopiero w roku 2007 udało się osiągnąć poziom ruchu z roku 1997.

Akcesja Polski oraz krajów bałtyckich do Unii Europejskiej w 2004 r. spowodowała spektakularny wzrost ruchu polsko-litewskiego w latach 2004-2006, któremu towarzyszył (choć nie w tej samej skali) spadek ruchu na granicy polsko-białoruskiej. Tymczasem Budzisko (Litwa), dla którego dostępność danych kończy się w 2007 r., gdy Polska stała się częścią strefy Schengen, stało się, obok Świecka na granicy niemieckiej, najbardziej obciążonym ruchem towarowym polskim przejściem granicznym. Jedną z przyczyn było przeniesienie się części tranzytu z i do Rosji na kierunek przez Łotwę i Litwę, co dawało możliwość uniknięcia dwukrotnej kontroli granicznej na granicach białoruskich. Zbiegło się to z wzrastającym udziałem litewskich firm przewozowych w obsłudze rynku tranzytowego. Szybko wzrastał także ruch na granicy z Ukrainą. Członkostwo Polski w strefie Schengen (od 2007 r.) nie wpłynęło zasadniczo na wzrostową tendencję ruchu na granicy tak białoruskiej jak i ukraińskiej. W roku 2009 obserwujemy załamanie ruchu polsko-ukraińskiego związane wyraźnie ze światowym kryzysem ekonomicznym. Na granicy białoruskiej następuje tylko chwilowa stagnacja, zaś na rosyjskiej kontynuowany jest, trwający do roku 2005, powolny trend spadkowy.

Kolejne lata (po 2009 r., w tym kluczowy z punktu widzenia niniejszego opracowania rok 2010) charakteryzowały się szybkim przyrostem towarowych przewozów drogowych między Unią Europejską (w tym Polską) a Europą Wschodnią. Przewozy te odbywały się różnymi korytarzami transportowymi. Kluczową rolę zachowywał przy tym korytarz litewski, ale ponownie wzmacniało się też znaczenie tras przez Białoruś. Wymiana z Ukrainą także skutkowałą przyrostem ruchu pojazdów ciężarowych. W latach 2010-2013 na wszystkich odcinkach granicznych doszło do ponownego wzrostu natężenia ruchu ciężkiego. W roku 2013 polski odcinek zewnętrznej granicy UE (granica z Ukrainą, Białorusią oraz obwodem kaliningradzkim Federacji Rosyjskiej) przekroczyło łącznie w obu kierunkach 2,0 mln pojazdów ciężarowych.



Ryc. 4.4. Ruch pojazdów ciężarowych przez granicę wschodnią w latach 1990-2016  
 Fig. 4.4. Road freight traffic volume across the eastern border in 1990-2016  
 Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych Straży Granicznej.

Opisany powyżej pozytywny trend został przerwany wydarzeniami roku 2014, w postaci aneksji Krymu i konfliktu na wschodniej Ukrainie, wprowadzeniu sankcji na Rosję przez Unię Europejską, a w konsekwencji embarga rosyjskiego na wybrane produkty przemysłu spożywczego z Polski. Łącznie ruch samochodów na granicy wschodniej zmniejszył się o blisko 8%, co możemy ostrożnie uznać jako efekt zawirowań geopolitycznych. Liczba przekroczeń granicy rosyjskiej i białoruskiej była w roku 2015 nadal wyższa od notowanej w roku 2009, ale w przypadku granicy z Ukrainą można mówić o podobnym poziomie. Rok 2015, w porównaniu do późniejszych lat, gdy nastąpił ponowny wzrost liczby przekroczeń przez granicę białoruską i ukraińską, jest wyjątkowy i można uznać go za ten, w którym miało miejsce załamanie ruchu pojazdów ciężarowych przez granicę wschodnią.

Podsumowując, akcesja Polski do Unii Europejskiej w 2004 r., a następnie wejście w skład tzw. strefy Schengen zdeterminowało geopolitycznie, w wyniku zmniejszenia barier formalno-prawnych oraz likwidacji czasu oczekiwania na granicach państwowych, zwiększenie ruchu między Polską a pozostałymi krajami należącymi do strefy Schengen. Na granicy wschodniej, w kontekście dystrybucji ruchu ciężarowego na poszczególne odcinki graniczne w okresie wzrostów po roku 2009 utrzymywała się koncentracja towarowego ruchu tranzytowego z Rosji na szlakach przez Łotwę, Litwę i dalej trasą Via Baltica do Warszawy i Niemiec. Równoległe stopniowo wzrastało natężenie ruchu na przejściach polsko-białoruskich, w tym zwłaszcza w Kukurykach, co można interpretować jako powolny powrót tranzytu na kierunek Mińsk-Warszawa. Ruch z Ukrainy odbywał się wyłącznie przez bezpośrednią granicę z tym krajem oraz stopniowo przenosił się ponownie na trasę przez Warszawę i autostradę A2. Można przyjąć, że o trasach tranzytu ukraińskiego w Polsce decydowały

czynniki infrastrukturalne, aż do 2014 r., kiedy z przyczyn geopolitycznych nastąpiło gwałtowne załamanie ruchu na tym odcinku granicznym.

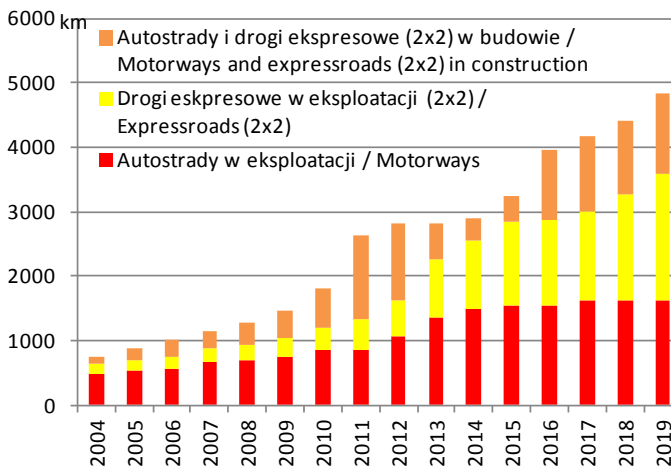
Tabela 4.3. Wybrane wydarzenia o charakterze geopolitycznym mające wpływ na międzynarodowy ruch pojazdów ciężarowych na terytorium Polski w latach 2005-2015

Rok	Wydarzenie
2003	Wprowadzenie wiz dla Rosjan, Białorusinów i Ukraińców
2004	Akcesja Polski, jak i sąsiadów Polski: Czech, Słowacji oraz Litwy, a także Węgier, Słowenii, Łotwy, Estonii, Cypru i Malty do Unii Europejskiej
2005-2007	Rosyjskie embargo na produkty rolno-spożywcze
2007	Akcesja Rumunii i Bułgarii do Unii Europejskiej
2007	Akcesja Polski i pozostałych krajów, które weszły do UE w 2004 r. (z wyjątkiem Cypru) do strefy Schengen
2011	Rosyjskie embargo na świeże warzywa
2014-	Aneksja Krymu i działania wojenne we wschodniej Ukrainie
2014-	Rosyjskie embargo na mięso oraz owoce i warzywa z Polski (2014)
2017-	Zniesienie wiz dla obywateli Ukrainy podróżujących do Unii Europejskiej

Źródło: opracowanie własne

#### 4.4. Uwarunkowania infrastrukturalne

Okres lat 2005-2015 to czas intensywnego i bezprecedensowego w historii rozwoju sieci drogowej w Polsce, w tym przede wszystkim rozbudowy sieci dróg ekspresowych i autostrad. Łączna długość dróg ekspresowych i autostrad wzrosła z niecałych 700 km w 2005 r. do 2850 km w 2015 r., co oznaczało ponad czterokrotny wzrost (ryc. 4.5).



Ryc. 4.5. Długość autostrad i dróg ekspresowych w latach 2004-2019 (drogi oddane do użytkowania i w budowie)

Fig. 4.5. Length of motorways and expressways in 2004-2019 (roads in use and under construction)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie portalu [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)

Dla ruchu ciężarowego dużą uciążliwością są odcinki pozostające w budowie. Przejazd pojazdem ciężkim na równoległych odcinkach, najczęściej dróg serwisowych, lub po tzw. „starym śladzie” znacząco wydłuża czas przejazdu. W 2005, 2010 i 2015 r. odpowiednio 201, 615 i 398 km dwujezdniowych dróg ekspresowych i autostrad pozostawało w budowie.

W ujęciu przestrzennym system drogowy w Polsce nie rozwijał się w sposób równomierny. Podłączenie do systemu Warszawy, stolicy kraju, a jednocześnie jednego z ważniejszych generatorów ruchu w transporcie ciężarowym, nastąpiło w zasadzie dopiero w 2012 r. (ukończenie odcinka autostrady A2 między Łodzią i Warszawą). W 2010 polskie porty w Trójmieście oraz Szczecinie-Świnoujściu były dostępne jedynie z wykorzystaniem „ślepych” odcinków autostrady A1 i drogi ekspresowej S3. Dopiero w 2015 r. widoczna jest możliwość korzystania przez kierowców samochodów ciężarowych z układu skośnego Wrocław-Warszawa oraz przejazd między Niemcami a Ukrainą (z wyjątkiem oddanego w 2016 r. 41-km odcinka między Rzeszowem a Jarosławem).

Brak ukończenia niektórych ciągów dróg ekspresowych skutkowało jeszcze w 2015 r. krótszymi w sensie czasowym a dłuższymi w sensie odległości fizycznej ścieżkami przewozu, np. między Trójmiastem a Warszawą (ciąg autostrad A1 i A2 zamiast drogi ekspresowej S7) lub między Krakowem a Warszawą (ciąg A4, DK1, S8 zamiast S7). Nadal duże braki infrastrukturalne są widoczne w Polsce wschodniej (będą one uzupełniane, przynajmniej częściowo, po 2015 r.).

Etapowanie inwestycji drogowych z realizowanej w pierwszej kolejności części zachodniej i południowej kraju (lata 2005-2010) w kierunku Polski centralnej, północnej i częściowo wschodniej (lata 2010-2015) wiązało się z różnym stopniem koncentracji ruchu ciężarowego w głównych korytarzach (szerzej w rozdziale trzecim). Z kolei brak autostradowej obwodnicy Warszawy determinował problemy związane z obsługą aglomeracji warszawskiej i przejazdem przez nią.

Podsumowując, uwarunkowania infrastrukturalne miały kluczowe znaczenie dla rozkładu ruchu samochodów ciężarowych w okresie 2005-2015, koncentracji tego ruchu oraz uciążliwości przejazdów wzdłuż odcinków znajdujących się w budowie. Bezprecedensowy skok infrastrukturalny był jedną z głównych przyczyn wzrostu opłacalności ruchu ciężarowego (spadek czasu przewozu). Oddawanie całych ciągów miało miejsce dopiero w latach 2005-2010, co mogło mieć wpływ na np. inny wybór trasy, szczególnie w ujęciu międzynarodowym, np. między Warszawą a Bawarią (z wykorzystaniem drogi ekspresowej S8 a nie autostrady A2). W 2015 r. nadal nie wszystkie kluczowe trasy obsługujące ciężki ruch międzynarodowy były ukończone. Stan rozwoju sieci pozostaje tym samym istotnym czynnikiem determinującym rozkład ruchu pojazdów ciężarowych.

2005



2010



2015



**Sieć drogowa**  
Road network

- Autostrada / Motorway
- Droga ekspresowa dwujezdniowa / Dual carriageway express road
- Droga ekspresowa jednojezdniowa / Single carriageway express road
- Droga krajowa / National road
- Droga wojewódzka / Voivodeship road

0 45 90 180 km

Ryc. 4.6. Stan sieci dróg ekspresowych i autostrad w 2005, 2010 i 2015 r.

Fig. 4.6. Network of motorways and expressways in 2005, 2010 and 2015

Źródło / Source: opracowanie własne.

## 4.5. Uwarunkowania organizacyjne i formalno-prawne

Uwarunkowania organizacyjne i formalno-prawne wielkości i struktury ruchu samochodów ciężarowych dotyczą głównie ograniczeń w ruchu oraz opłat za korzystanie z możliwości przewozu po drogach w danym kraju. Ograniczenia w ruchu mogą zostać podzielone na pewne typy:

- ograniczenia w ruchu na obszarze całego kraju,
- ograniczenia w przejazdach (tranzyt) przez miasta,
- ograniczenia o charakterze lokalnym,
- ograniczenia na przejściach granicznych.

Innym uwarunkowaniem organizacyjnym jest pakiet regulacji związanych z funkcjonowaniem jednolitego rynku transportowego UE. Ma on wpływ na

rozkład ruchu w skali międzynarodowej, ale pośrednio także na ruch wewnątrz terytorium Polski (np. dobór łańcuchów logistycznych spełniających warunki ograniczeń w przewozach kabotażowych). Znaczenie tych uwarunkowań zwiększy się po ostatecznym wprowadzeniu unijnego pakietu mobilności.

#### 4.5.1. Ograniczenia w ruchu na obszarze całego kraju

W analizowanym okresie lat 2005-2015, podobnie jak w innych krajach Unii Europejskiej, również i w Polsce stosowane były okresowe zakazy ruchu samochodów ciężarowych dotyczące całego kraju wynikające z Rozporządzenia Ministra Transportu z dnia 31 lipca 2007 roku. Zgodnie z rozporządzeniem zakaz ruchu obowiązuje w następujących terminach (Przystupa, 2017):

- od godziny 8:00 do 22:00 w 12 dni ustawowo wolnych od pracy;
- w dni poprzedzające większość spośród dni ustawowo wolnych od pracy – od godziny 18:00 do 22:00;
- w okresie od najbliższego piątku po dniu 18 czerwca do ostatniej niedzieli przed rozpoczęciem zajęć dydaktyczno-wychowawczych w szkołach: a) od godziny 18:00 do godziny 22:00 w piątek, b) od godziny 8:00 do godziny 14:00 w sobotę, c) od godziny 8:00 do godziny 22:00 w niedzielę.

Rozporządzenie określa okresowe ograniczenia oraz zakaz ruchu pojazdów i zespołów pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej przekraczającej 12 ton, z wyjątkiem m.in. pojazdów biorących udział w akcjach ratowniczych, akcjach humanitarnych, usuwaniu skutków klęsk żywiołowych, usuwaniu awarii, a także pojazdów używanych przy budowie dróg, przewozie żywych zwierząt, do obsługi imprez masowych, przewożących przesyłki pocztowe oraz artykuły szybko psujące się i spożywcze.

#### 4.5.2. Ograniczenia w przejazdach (tranzycie) przez miasta

Jedną z możliwości ograniczenia przejazdu samochodów różnych kategorii przez miasta są oznakowane strefy, np. w postaci strefy ograniczonego parkowania, strefy ruchu pojazdów z określonym poziomem emisyjności, strefy ograniczonej prędkości, opłaty za wjazd (strefa płatnego wjazdu), jak np. w londyńskiej *Congestion Charge Zone*, czasowych ograniczeń w ruchu lub, co istotne z punktu widzenia niniejszego opracowania, zakazu ruchu (w tym zakazu ruchu o charakterze tranzytowym).

W Polsce ograniczenia w ruchu tranzytowym dotyczyły w 2015 r. kilku miast. Są to:

- **Warszawa** – zakaz ruchu pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 16 ton w godzinach od 7:00 do 10:00 oraz od 16:00 do 20:00; ruch

tranzytowy niezwiązany z obsługą aglomeracji warszawskiej odbywa się po wyznaczonej sieci dróg objazdowych, są to drogi krajowe nr 50, 61 oraz 62; ograniczenie w ruchu zrealizowane jest przez wykorzystanie znaków drogowych;

- **Poznań** – zakaz ruchu wprowadzony dla centrum Poznania w 2012 roku; dotyczy samochodów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej przekraczającej 16 ton w godzinach 7:00-9:00 oraz 14:00-18:00;
- **Wrocław** – w 2015 r. obowiązywały zasady ruchu samochodów ciężarowych zezwalające na wjazd (bez zezwolenia) samochodów ciężarowych powyżej 18 ton DMC w godz. 4:00-6:00, 9:00-11:00 i 20:00-22:00, natomiast tranzyt, czyli przejazdy bez wskazania punktu docelowego na terenie miasta Wrocławia należało realizować z wykorzystaniem Autostradowej Obwodnicy Wrocławia;
- **Łomża** – obowiązuje zakaz przejazdu przez Łomżę samochodów ciężarowych o masie powyżej 10 ton; zakaz obowiązuje w nocy w godzinach od 22:00 do 5:00;
- **Toruń** – od 2012 r. obowiązuje zakaz przejazdu przez Toruń samochodów ciężarowych o masie powyżej 18 ton; zakaz obowiązuje w nocy oraz w godzinach 6:00-9:00 oraz 13:00-19:00;
- **Gliwice** – od 2012 r. obowiązuje zakaz przejazdu przez Gliwice samochodów ciężarowych o masie powyżej 18 ton; zakaz obowiązuje w nocy oraz w godzinach 6:00-9:00 oraz 13:00-19:00;
- **Nowa Sól** – od 2012 r. obowiązuje zakaz tranzytu samochodów ciężarowych powyżej 15 ton;
- **Płock** – od sierpnia 2015 r. na wybranych ulicach wprowadzono ograniczenia w ruchu dla pojazdów ciężarowych powyżej 8 i 16 ton;
- **Sopot** – od 2012 r. obowiązuje zakaz wjazdu do Sopotu dla samochodów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 24 ton.

W 2016 r. do miast posiadających zakaz ruchu tranzytowego dołączyła Łódź i Legnica, a w 2017 r. – Suwałki i Lublin. Zakaz obowiązuje również w Elku.

Podsumowując, większość zakazów tranzytu samochodów ciężarowych przez większe miasta w Polsce wprowadzono po 2010 r., w tym szczególnie w 2012 r. oraz po 2015 r. Zakazy dotyczą najczęściej godzin szczytu porannego i popołudniowego oraz, w niektórych miastach, również godzin nocnych.

Wprowadzenie ograniczeń w przejeździe samochodów ciężarowych przez miasta, jak wskazuje Przystupa (2017) prowadzi do poważnych konsekwencji, zarówno dla mieszkańców, jak i podmiotów handlowych (w tym centrów logistycznych), dostawców (producentów) i przewoźników oraz mieszkańców. Konsekwencje te można przedstawić w formie tabeli SWOT. (tab. 4.4).

Dla wybranych największych aglomeracji i miast w Polsce zakaz tranzytu ma istotne konsekwencje w rezygnacji przewoźników z wyboru najkrótszej ścieżki przewozu. Tym samym inwestycje (uwarunkowania) infrastrukturalne mają bardzo duże znaczenie dla ewentualnych konsekwencji uwarunkowań formalno-prawnych na rozkład ruchu samochodów ciężarowych.



Tabela 4.4. Analiza SWOT oddziaływania administracyjnego ograniczenia ruchu samochodów ciężarowych na terenie miasta (dla podmiotów handlu, dostawców i przewoźników oraz dla mieszkańców)

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Racjonalizacja dostaw</li> <li>• Skrócenie czasu przejazdu w strefie ograniczeń</li> <li>• Niższe natężenie hałasu</li> <li>• Mniejsza ilość zanieczyszczeń (większa płynność ruchu nocnego)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falowanie (kumulacja i martwe okresy) dostaw</li> <li>• Zróżnicowanie środków transportu własnego</li> <li>• Konieczność perspektywicznego planowania</li> <li>• Wzrost kosztów</li> <li>• Mniejsze możliwości automatyzacji</li> <li>• Przerwy w dostępności towarów</li> <li>• Konieczność zwiększenia powierzchni magazynowych</li> <li>• Przeladunki ręczne w wyniku zastosowania środków o mniejszej ładowności</li> <li>• Różnorodność środków transportowych</li> <li>• Wzrost kosztów transportu</li> <li>• Zmniejszenie dostępności towarów</li> </ul>
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozwój dostaw na życzenie</li> <li>• Efektywny system dostaw miejskich</li> <li>• Rozwój magazynów i pośredników logistycznych</li> <li>• Nocne dostawy</li> <li>• Spadek liczby dużych samochodów ciężarowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ryzyko wystąpienia kar umownych z powodu nieterminowych dostaw</li> <li>• Trudności w realizacji dostaw do kilku odbiorców</li> <li>• Zmniejszona możliwość optymalnego wykorzystania środków transportu</li> <li>• Wzrost liczby małych samochodów dostawczych</li> </ul>

Źródło: na podstawie: Przystupa (2017)

Jest to szczególnie widoczne w **Warszawie**, gdzie ruch tranzytowy, który nie jest związany z obsługą aglomeracji warszawskiej odbywa się po wyznaczonej sieci dróg objazdowych, są to drogi krajowe nr 50, 61 oraz 62, czyli tzw. Duża Obwodnica Warszawy. Na układ ruchu przez Warszawę, z ewentualnym wykorzystaniem Dużej Obwodnicy Warszawy wpływ miały inwestycje drogowe realizowane w okresie 2005-2015. W 2006 r. oddano do użytku odcinek Konin-Stryków, co nie miało dużego wpływu, ze względu na brak dalszego ciągu trasy na odcinku na wschód od Łodzi. Dużo większe znaczenie ma fakt, że od 2012 r. przewoźnicy mają do dyspozycji odcinek autostrady A2 Stryków-Konotopa, który wraz z otwartymi wcześniej odcinkami drogi ekspresowej S8 Radzymin-Wyszaków (2009 r.) oraz w 2011 r. odcinkiem tej samej trasy w Warszawie między węzłem Konotopa a węzłem Powązkowska mógł przyciągnąć część przewoźników jadących w kierunku północno-wschodnim do przejazdu przez stolicę. Największe znaczenie miały odcinki oddane w późniejszych latach, tj. oddany w 2013 r. węzeł Modlińska-węzeł Marki (S8) oraz obwodnica Marek (2018 r.). Na odcinku na południe od Warszawy kluczowe było otwarcie odcinka drogi ekspresowej S2 Konotopa-Puławska, która jednak, w wyniku braku przedłużenia w kierunku wschodnim, w tym braku mostu przez Wisłę i konieczności tranzytu przez miasto, relatywnie w niewielkim stopniu skróciła przejazd wschód-zachód przez Warszawę, który w dużym stopniu jest realizowany drogą krajową nr 50 (przez Mszczonów i Górę Kalwarię).

W **Krakowie** ruch tranzytowy pojazdów ciężarowych prowadził w całym okresie 2005-2015 autostradą A4 oraz na północy i wschodzie miasta drogami krajowymi nr 7 oraz 79. Autostradowa obwodnica Krakowa została otwarta

w 2003 r. więc fakt ten nie miał wpływu na rozkład ruchu ciężarowego w latach 2005-2015. Jednak po stronie wschodniej miasta znaczne ograniczenie ruchu tranzytowego nastąpiło dopiero w 2017 r., w momencie oddania do użytkowania wschodniej obwodnicy Krakowa w ciągu trasy S7.

W **Łodzi** kluczowa inwestycja ograniczająca tranzyt przez miasto w układzie północ-południe między węzłem Łódź Północ a węzłem Tuszyń została oddana do użytkowania dopiero w 2016 r.

We **Wrocławiu** Autostrada Obwodnica Wrocławia została w całości oddana w 2011 r., tym samym w kontekście Generalnego Pomiaru Ruchu efekt w postaci odciążenia ruchu tranzytowego przez miasto na kierunku północ-południe, ale również w kierunku centralnej Polski jest widoczny dopiero w 2015 r.

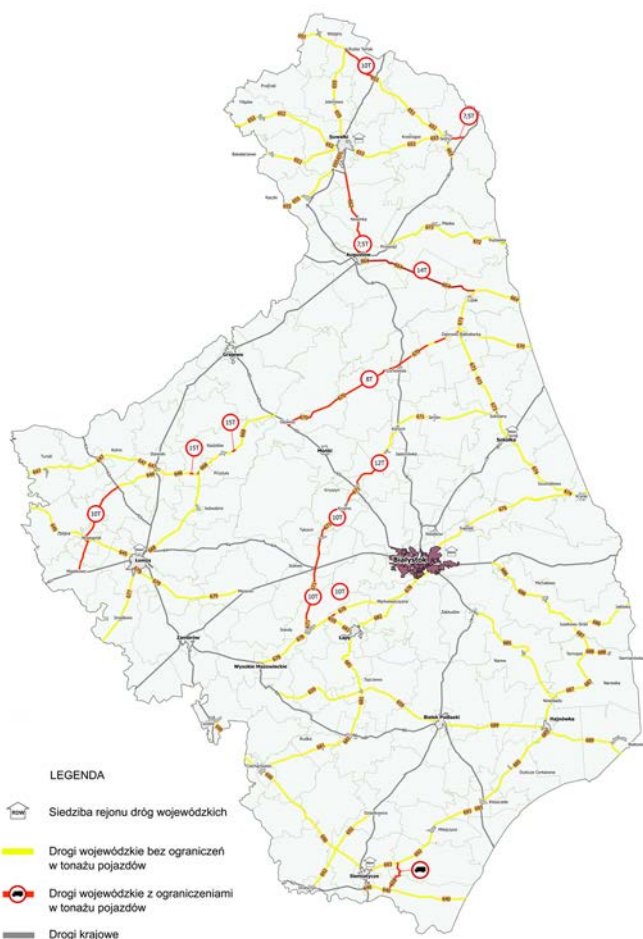
W Poznaniu na kierunku wschód-zachód autostrada A2 funkcjonowała na odcinku Nowy Tomyśl-Konin już w 2004 r. więc wpływ na odciążenie ruchu tranzytowego w badanym okresie miała jedynie budowa i oddanie do użytkowania w całości dopiero w 2014 r. Zachodniej Obwodnicy Poznania, a wcześniej, tj. w 2012 r. – po wschodniej stronie miasta – odcinka drogi ekspresowej S5 Gniezno-Poznań Wschód.

W **Trójmieście** istniała już w 2005 r. realizująca zadania tranzytowe Obwodnica Trójmiejska. Jednak jeszcze po 2005 r. realizowano niektóre zadania, tj. w latach 2005-2007 budowano jezdnię zachodnią na odcinku Juszkowo-Rusocin, a w latach 2006-2008 realizowano węzeł Gdynia Port. W 2008 r. ukończono również tzw. trasę Kwiatkowskiego, tj. trasę szybkiego ruchu łączącą port w Gdyni z Obwodnicą Trójmiejską. W Gdańsku, pełniąca analogiczną funkcję Trasa Sucharskiego została ukończona w 2012 r.

**Konurbacja Górnośląska** dopiero w październiku 2005 r. zyskała możliwość tranzytu w układzie wschód-zachód (ukończenie autostrady A4 na odcinku między Gliwicami a Katowicami). W późniejszych latach realizowano również połączenie równoległe odciążające ruch na autostradzie, w postaci tzw. Drogowej Trasy Średnicowej (ukończona w 2016 r.). Z kolei w układzie północ-południe kluczowe znaczenie miało ukończenie w 2012 r. autostrady A1 na odcinku między Pyrzowicami a Gliwicami.

### 4.5.3. Lokalne ograniczenia ruchu

Na niektórych drogach wojewódzkich oraz drogach powiatowych i gminnych istnieją ograniczenia w ruchu pojazdów ciężarowych. Ograniczenia te są bardzo zróżnicowane (por. ryc. 4.7) i o ich istnieniu informuje znak B-18 oznaczający zakaz wjazdu pojazdów o rzeczywistej masie całkowitej ponad określony tonaż, który stanowi jeden z najczęściej sytuowanych znaków ograniczających dostępność drogi. Według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury, określającego warunki stosowania tego znaku stosuje się go przed odcinkami dróg, których nośność jest niewystarczająca dla przejazdu pojazdów dopuszczonych do ruchu bez ograniczeń.



Ryc. 4.7. Mapa ukazująca ograniczenia w tonażu pojazdów na sieci dróg wojewódzkich – przykład z województwa podlaskiego

Fig. 4.7. Map showing vehicle tonnage restrictions on the network of voivodship roads as exemplified by the Podlaskie Voivodeship

Zródło / Source: Podlaski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Białymstoku

Czasami, ograniczenia te mają służyć „wyparciu” samochodów ciężarowych z dróg wojewódzkich na równoległe drogi krajowe, tak jak to ma miejsce na drodze wojewódzkiej nr 671 między Korycinem, Knyszynem i Jeżewem w województwie podlaskim (ryc. 4.7), gdzie ograniczenia w przejeździe samochodów ciężarowych powyżej 10 ton oznaczają potrzebę realizacji przewozu w ciągu Suwałki-Warszawa przez relatywnie dłuższy w sensie fizycznym i czasowym ciąg dróg krajowych DK8 i S8. Jednocześnie ograniczenie to uniemożliwia cięższym samochodom ciężarowym przejazd przez most nad Narwią i zbytkowe centrum miasta w Tykocinie. Ograniczenie to jest zatem dobrym przykładem realizacji polityki transportowej na poziomie regionalnym, ale mającym duży

wpływ na kształtowanie się potoków ruchu samochodów ciężarowych na różnych poziomach przestrzennych (lokalny, regionalny i krajowy).

Wiele ograniczeń jest także związanych z jakością infrastruktury, w tym szczególnie obiektów mostowych (dopuszczalna waga pojazdów) oraz wiaduktów (prześwit). Ograniczenia te mogą w niektórych wypadkach oddziaływać bezpośrednio na istnienie i funkcjonowanie lokalnych potencjałów ruchotwórczych. Bywają one podawane jako jedna z przyczyn utrudniających prowadzenie działalności gospodarczej na terenach oddalonych od głównych ciągów drogowych (*Raport z badania...* 2018).

#### **4.5.4. Ograniczenia w ruchu na przejściach granicznych**

W przypadku przejść granicznych ograniczenia w tonażu mogą wystąpić zarówno po stronie polskiej jak i po stronie kraju sąsiedniego. Mają one dwojaki charakter:

a) ograniczenia w użytkowaniu samego przejścia granicznego – w roku 2005, tj. przed wejściem Polski do strefy Schengen, występowały na wszystkich granicach Polski i były wynikiem umów dwustronnych między sąsiednimi państwami; w latach 2010 i 2015 dotyczą tylko granicy zewnętrznej Unii Europejskiej;

b) ograniczenia w ruchu na odcinkach dróg prowadzących do granicy (umowowane raczej w kodeksie drogowym, mogą występować po jednej lub po drugiej stronie, nadal spotykane są na wszystkich granicach Polski).

Na stronie GDDKiA można zapoznać się z mapą ukazującą te ograniczenia w 2016 r. (por. tab. 4.5).

Tabela 4.5. Drogowe przejścia graniczne (na zewnętrznych granicach Schengen – przejścia z dozwolonych ruchem towarowym, na wewnętrznych granicach Schengen – punkty graniczne), na których obowiązują ograniczenia w tonażu lub zakaz ruchu pojazdów ciężarowych\*

Odcinek graniczny z:	Przejście graniczne (punkt graniczny)	Charakter ograniczenia lub zakaz ruchu	2005	2010**	2015**
Niemcami	Gubin				
	Jędrzychowice				
	Kołbaskowo				
	Kostrzyn	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t (z wyłączeniem lawet i towarów podlegających kontroli fitosanitarnej i weterynaryjnej), w 2010 i 2015 r. – do 7,5 t	•	•	•
	Krajnik Dolny				
	Kunowice				
	Lubieszyn				
	Olszyna				
	Sieniawka	Pojazdy o masie całkowitej do 7,5 t	•		
	Świecko				
	Rosówek				
Gubinek					
Łęknica					
Czechami	Boboszków	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL lub CZ w 2005 r.; do 9 t i wys. 3,5 m w 2010 i 2015 r.	•	•	•
	Bogatynia	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL lub CZ (z wyłączeniem towarów podlegających kontroli fitosanitarnej i weterynaryjnej)	•		
	Cieszyn-Boguszowice				
	Chałupki	Ze względu na stan techniczny mostu pojazdy o masie całkowitej do 15 t	•		
	Czerniawa Zdrój	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL lub CZ	•		
	Głuchołazy	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL (opolskie) lub CZ (Bruntal, Sumperk, Jeseník)	•		
	Jakuszyce				
	Konradów	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL lub CZ	•		
	Kudowa-Słone				
	Lubawka	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL lub CZ w 2005 r.; do 3,5 t w 2010 i 2015 r.	•	•	•
	Paczków	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL lub CZ	•		
	Pietraszyn	Pojazdy o masie całkowitej do 12 t	•		
	Pietrowice	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL lub CZ w 2005 r.; do 3,5 t w CZ w 2010 i 2015 r.	•	•	•
	Zawidów	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t zarejestrowane w PL lub CZ	•		
	Golińsk	Pojazdy o masie całkowitej do 6 t		•	•
Trzebina					
Gorzyczki					

Odcinek graniczny z:	Przeście graniczne (punkt graniczny)	Charakter ograniczenia lub zakaz ruchu	2005	2010**	2015**
Słowacją	Barwinek				
	Chochołów	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t	•		
	Chyżne				
	Korbieleń	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t (z wyłączeniem towarów podlegających kontroli fitosanitarnej i weterynaryjnej)	•		
	Łysa Polana				
	Zwardoń	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t w 2005 r., do 7,5 t w 2010 i 2015 r.	•	•	•
	Jurgów	Pojazdy o masie całkowitej do 7,5 t w SK		•	•
	Piwniczna Zdrój	Pojazdy o masie całkowitej do 7,5 t w SK		•	•
Ukrainą	Muszynka	Pojazdy o masie całkowitej do 7,5 t w SK		•	•
	Dorohusk				
	Hrebenne				
	Korczowa				
	Medyka				
	Krościenko	Pojazdy o masie całkowitej do 7,5 t		•	•
Białorusią	Budomierz	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t			•
	Bobrowniki				
	Kukuryki				
	Kuźnica Białostocka				
Litwą	Terespół	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t		•	
	Budzisko				
Rosją	Ogrodniki	Pojazdy o masie całkowitej do 3,5 t (z wyłączeniem towarów podlegających kontroli fitosanitarnej i weterynaryjnej) w 2005 r.; do 7,5 t w 2010 i 2015 r.	•	•	•
	Bezledy	Pojazdy z obciążeniem do 8 t na oś	•	•	•
	Gołdap	Pojazdy o masie całkowitej do 7,5 t		•	•
	Gronowo	Pojazdy o masie całkowitej do 6 t zarejestrowane w PL lub RU (poza 2015 r.)	•	•	•
	Grzechotki				

\* bez wskazywania ograniczeń związanych z przewożeniem ładunków niebezpiecznych

\*\* na wewnętrznej granicy Schengen stan w 2016 r.

• obowiązuje ograniczenie, wyszarzenie – przejście z ruchem towarowym

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie obwieszczeń MSWiA (1999, 2008, 2015)

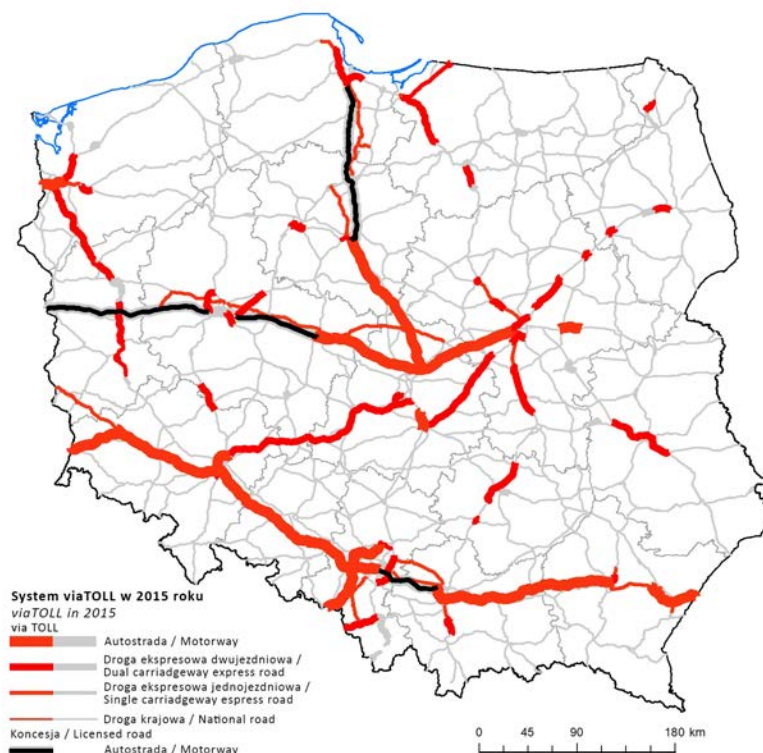
#### 4.5.5. Opłaty autostradowe i system viaTOLL

Jak wskazuje Kulpa (2013) w większości krajów europejskich istnieją systemy opłat za korzystanie z infrastruktury drogowej przez pojazdy ciężarowe w postaci systemów winietowych lub elektronicznych. Systemy te dotyczą zazwyczaj części układu drogowego, np. tylko autostrad lub dróg krajowych, a wielkość opłaty zależy zwykle od normy emisji spalin jaką spełnia pojazd, dopuszczalnej masy całkowitej lub liczby osi oraz przejechanej odległości. Opłaty za korzystanie

z infrastruktury mogą mieć duży wpływ na rozkład ruchu na sieci, zwłaszcza w przypadku jeżeli system nie stanowi spójnej całości.

W Polsce do 2011 r. obowiązywał system winietowy. Natomiast od lipca 2011 r. funkcjonuje niepełny system poboru opłat za przejazd drogami krajowymi (viaTOLL). Krajowy System Poboru Opłat viaTOLL jest systemem elektronicznym obowiązującym dla pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 tony na drogach wskazanych w rozporządzeniu ([www.viatoll.pl/pl/](http://www.viatoll.pl/pl/)). Odpłatność za przejazd 1 km drogi krajowej jest zróżnicowana w zależności od limitów emisji spalin, kategorii pojazdu ciężarowego oraz kategorii drogi ([www.viatoll.pl](http://www.viatoll.pl)).

W latach 2011-2015 nastąpiła znaczna ewolucja systemu viaTOLL, tak, że w 2015 r. obejmował on już 3146 km, w tym 1082 km autostrad, 1255 km dróg ekspresowych i 809 pozostałych dróg krajowych (ryc. 4.8).



Ryc. 4.8. Sieć drogowa objęta systemem viaTOLL w 2015 r.

Fig. 4.8. Roads with viaTOLL in 2015

Źródło / Source: opracowanie własne.

W systemie viaTOLL działało pod koniec 2015 r. aż 929 tys. pojazdów i 523 tys. zarejestrowanych użytkowników/firm. Roczne wpływy za 2015 r. wyniosły ok. 5,5 mld zł. Największa liczba przewoźników zarejestrowanych w systemie pochodziła z Polski (ponad 619 tys. pojazdów), a na dalszych miejscach znaleźli się przewoźnicy z Niemiec (ponad 56 tys. pojazdów) i Litwy (ok. 35 tys.). Przewoźnicy z Czech, Ukrainy, Rosji i Rumunii rejestrowali między 20 a 30 tys.

pojazdów, a przewoźnicy z Węgier, Słowacji, Białorusi i Łotwy między 10 a 20 tys. ([https://www.viatoll.pl/upload/files/viaTOLL\\_podsumowanie\\_2015.pdf](https://www.viatoll.pl/upload/files/viaTOLL_podsumowanie_2015.pdf)).

W ramach badania ewaluacyjnego zrealizowanego dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego w Warszawie w 2013 r. (Komornicki i in., 2013) przez zespół IGiPZ PAN współtworzący również niniejsze opracowanie, wykonano szereg wywiadów z przedstawicielami GDDKiA, gdzie uzyskano m.in. następujące opinie o działaniu systemu w kontekście:

- *System viaTOLL spełnił określone dla niego wymagania i założenia plus zastąpił przestarzały system winietowy. Obecnie system pozwala na „sprawiedliwe” wnoszenie opłaty, czyli użytkownik płaci tylko za taki odcinek drogi, który w rzeczywistości przejechał. Ponadto system viaTOLL stanowi bogate źródło danych o ruchu pojazdów ciężkich po sieci dróg płatnych, co wpływa na ogólnokrajową politykę transportową. Wprowadzenie systemu pozwoliło na wypełnienie zobowiązań Polski w stosunku do UE.*

W odniesieniu do ewentualnej zmiany natężenia ruchu (ucieczki pojazdów ciężarowych z płatnych dróg po wprowadzeniu systemu viaTOLL) respondenci z oddziałów GDDKiA zauważali, że spadek natężenia ruchu jest najczęściej przejściowy, dotyczy głównie lokalnych przewoźników, i po pewnym czasie ruch ciężarowy wraca z dróg lokalnych na trasę objętą systemem viaTOLL. Taka sytuacja miała miejsce przykładowo w Wielkopolsce (autostrada A2 i droga krajowa 92, gdzie spadek natężenia ruchu na autostradzie po wprowadzeniu systemu viaTOLL trwał około miesiąca):

- *Doświadczenia wskazują, że wprowadzenie opłat na drogach tej klasy wpływa na zmianę natężenia ruchu. Moment wprowadzenia opłat na nowych odcinkach dróg powoduje tzw. „ucieczkę na drogi bezpłatne”, ale po pewnym czasie przewoźnicy w dużej części wracają na odcinki płatne z uwagi na aspekt ekonomii czasu, upłynnienia i bezpieczeństwa ruchu. Skala powrotu zależy jednak od polityki cenowej opłat i lokalnych uwarunkowań w tym zamożności lokalnych przedsiębiorców i społeczeństwa.*
- *(...) przemijające zjawisko ucieczki ruchu, w pierwszym rzędzie dotyczy pojazdy przemieszczające się na mniejsze odległości. Ruch tranzytowy co do zasady pozostaje, bądź szybko powraca na drogi płatne, gdyż koszty „straconego” czasu, wynikające z dłuższego przejazdu, są wyższe niż opłaty za przejazd, które przewoźnik musi ponieść.*

Dużym problemem pozostawała jednak różnica w cenie przejazdu między odcinkami zarządzanymi przez koncesjonariuszy (na autostradach A1, A2 i A4), a odcinkami objętymi systemem viaTOLL (na korzyść niższej opłaty w systemie viaTOLL):

- *Przy obecnym poziomie cen na odcinku koncesjonowanym A2 w Wielkopolsce użytkownikom „opłaca się” jechać alternatywną drogą DK 92, na której obowiązuje opłata w systemie viaTOLL. Na razie nie widać po natężeniu ruchu, aby te różnice miały tendencję malejącą.*



W długim okresie centrala GDDKiA oczekiwała, że:

- *Stawki opłat obowiązujące na odcinkach koncesyjnych (zarówno na tych, gdzie rozliczenia następują w ramach opłaty za dostępność jak i na odcinkach z ryzykiem ruchu), po spłacie kredytów zaciągniętych na budowę i po zakończeniu umów koncesyjnych, powinny zostać zrównane ze stawkami obowiązującymi na sieci zarządzanej przez GDDKiA.*

Generalnie, poza systemem ViaToll w Polsce opłatami objęte są odcinki autostrad koncesyjnych w ciągach: A1 (Toruń-Gdańsk), A2 (Rzepin-Poznań i Poznań – Konin) oraz A4 (Katowice-Kraków). Wniesienie opłaty na tych odcinkach wymaga postoju na bramkach poborowych.

\*\*\*

Podsumowując, wprowadzone w 2007 r. okresowe zakazy ruchu na obszarze całego kraju (np. zakaz jazdy w dni ustawowo wolne od pracy) skutkują zróżnicowaniem dziennym i godzinowym ruchu samochodów ciężarowych na całej sieci drogowej. Pozostałe rodzaje ograniczeń mają charakter bardziej przestrzenny. Nawet ograniczenia lokalne mogą mieć zasięg krajowy (np. ograniczenie przejazdu przez Warszawę). Ograniczenia na przejściach granicznych występują na niektórych przejściach i punktach granicznych również po 2007 r., który to rok był kluczowy z punktu widzenia redukcji ograniczeń na większości przejść granicznych na wewnętrznych granicach strefy Schengen. W Polsce od 2011 r. funkcjonuje Krajowy System Poboru Opłat viaTOLL, który rozszerza się wraz z rozbudową systemu dróg ekspresowych i autostrad. Wprowadzenie systemu było naturalną konsekwencją gwałtownego wzrostu natężenia ruchu pojazdów ciężarowych w latach 2000-2010. Problem ucieczki ruchu ciężarowego na drogi lokalne był według GDDKiA przejściowy i dotyczył głównie przewoźników lokalnych. Paradoksem jest, że rzeczywisty problem polega na „ucieczce” z autostrad koncesyjnych na odcinki dróg krajowych objęte często również systemem viaTOLL.

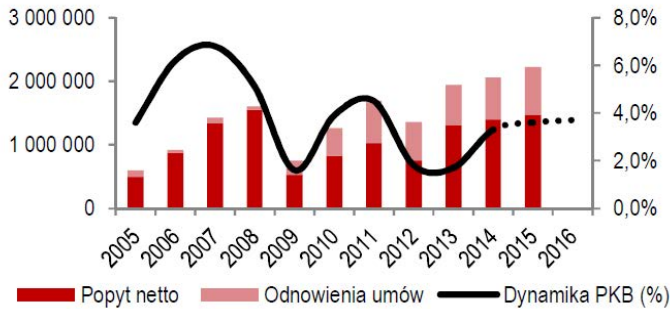
## **4.6. Uwarunkowania logistyczne**

Biorąc pod uwagę jedynie terytorium Polski, w świetle danych EUROSTAT praca przewozowa w transporcie ciężarowym na obszarze naszego kraju wzrosła w badanym okresie prawie dwukrotnie, tj. z 86,8 mld tonokm w 2005 r. do 147,3 mld tkm w 2015 r. Tak duży wzrost pociągnął za sobą zmiany logistyczne na obszarze naszego kraju, w tym przede wszystkim gwałtowny wzrost liczby oraz powierzchni centrów logistycznych, które w dużym stopniu warunkowały rozkład potoków ruchu ciężarowego w Polsce.

#### 4.6.1. Powierzchnia magazynowa

Usługi magazynowe zajmują trzecie miejsce pod względem przychodów, po usługach transportowych i spedycyjnych, lokalizacja magazynów determinuje jednak potoki ruchu w transporcie ciężarowym. Magazyn w łańcuchu dostaw stanowi główny łącznik między zaopatrzeniem, produkcją i rynkiem zbytu.

Jak wskazują Bartosik i in. (2016): *w Polsce największy rozwój rynku TSL nastąpił po wejściu do UE wraz ze zniesieniem barier związanych z przepływem ludzi i towarów, a także absorpcją środków z funduszy UE, która znacząco wpłynęła na poprawę infrastruktury drogowej, zarówno w wymiarze ilościowym, jak i jakościowym.* O ile lata 2004-2008 to boom na rynku powierzchni magazynowych (Marcysiak i in., 2017), o tyle na działanie firm na rynku TSL duży wpływ miało załamanie związane z kryzysem finansowym roku 2008. W roku 2009 obserwuje się najmniejszy popyt na powierzchnie magazynowe. W kolejnych latach popyt ten ponownie rośnie, choć nie osiąga do 2015 r. maksymalnych wielkości z 2008 r. (ryc. 4.9).



Ryc. 4.9. Popyt na powierzchnie magazynowe vs dynamika PKB w latach 2005-2015 (m<sup>2</sup>)

Fig. 4.9. Demand for warehouse space vs GDP growth in 2005-2015 (m<sup>2</sup>)

Źródło / Source: Rynek nieruchomości magazynowych w 2015 r., 20916, JLL.

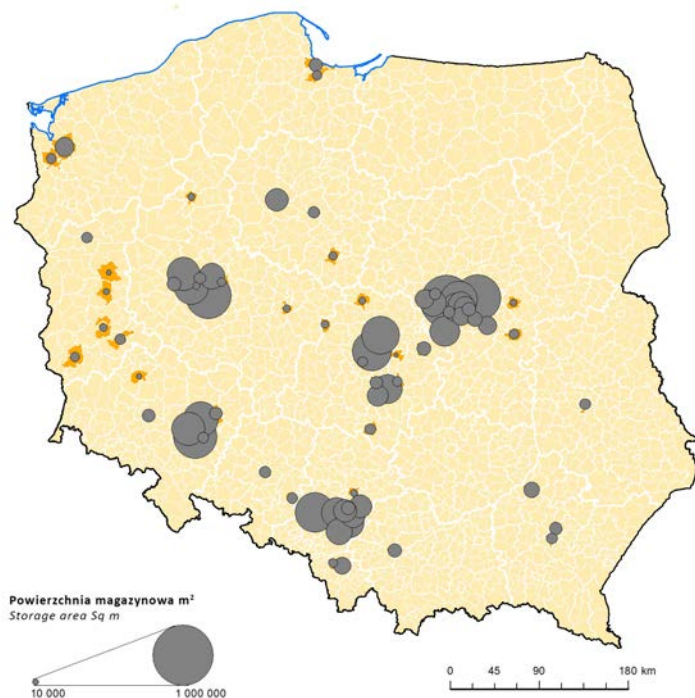
Łączna podaż nowoczesnych magazynów w Polsce w 2015 r. osiągnęła niemal 10 mln m<sup>2</sup>, co można porównać do jedynie ok. 2,1 mln m<sup>2</sup> w 2005 r. i 6,2 mln m<sup>2</sup> w 2010 r. Tym samym w ciągu dziesięciu lat powierzchnia nowoczesnych magazynów w Polsce wzrosła niemal pięciokrotnie. Jednocześnie malał wskaźnik niewynajętej powierzchni (z 15% w 2010 r. do jedynie 6,2% w 2015 r.), co oznaczało jeszcze wyższy niż to wynika z samego wzrostu powierzchni magazynowej realny wzrost potoków ruchu w transporcie ciężarowym.

Jak wskazuje Skowron-Grabowska (2010) do najważniejszych czynników, mających wpływ na wybór lokalizacji centrum logistycznego, należy spektrum czynników m.in.: populacja danego obszaru, potencjał dochodów, dostępność tranzytu masowego, dostępność autostrad, poziom natężenia ruchu, ogólna jakość dróg, struktura handlu w centrum logistycznym, liczba konkurentów na danym obszarze, rodzaj centrów logistycznych na danym obszarze, charakterystyka miejsca, działalność promocyjna centrów logistycznych, liczba dostępnych

miejsc parkingowych, odległość miejsc parkingowych, zastosowanie odpowiednich technik i technologii do obsługi infrastruktury centrów logistycznych; rodzaj strefy, długość okresu dzierżawy, wysokość lokalnych podatków, warunki dzierżawy, ustawy i rozporządzenia władz centralnych i lokalnych.

W Polsce istnieje dość wysoka koncentracja dostępnych powierzchni magazynowych w największych aglomeracjach kraju. Ponad 40% łącznej powierzchni jest w dziesięciu parkach (Marcysiak i in., 2017), w tym przede wszystkim w: (1) aglomeracji warszawskiej; (2) konurbacji górnośląskiej; (3) aglomeracji poznańskiej; (4) Polsce centralnej – region Łodzi, Strykowa i Piotrkowa Trybunalskiego; (5) aglomeracji wrocławskiej. W mniejszym stopniu powierzchnie magazynowe są zlokalizowane w regionie Trójmiasta, Szczecina i Krakowa. Wnioski te potwierdza analiza regionalna prowadzona corocznie przez JLL w ramach opracowań: *Rynek nieruchomości magazynowych*, przy czym w raporcie za 2015 r. wskazuje się, że aglomeracja poznańska może stać się regionem o drugiej największej podaży powierzchni magazynowej w Polsce (*Rynek nieruchomości magazynowych...*, 2016).

Z drugiej strony duża część kraju jest w zasadzie pozbawiona większych powierzchni magazynowych: Polska wschodnia (nieliczne wyjątki głównie w województwie podkarpackim), Mazowsze poza aglomeracją warszawską i Pomorze środkowe (ryc. 4.10).



Ryc. 4.10. Powierzchnia magazynowa w Polsce

Fig. 4.10. Warehouse space in Poland

Źródło / Source: opracowanie własne.

Podsumowując, wielkość dostępnej powierzchni magazynowej wzrosła w badanym okresie niemalże pięciokrotnie. Najważniejszym uwarunkowaniem logistycznym jest fakt mocnej koncentracji powierzchni magazynowej w Polsce w pięciu strefach: aglomeracji warszawskiej, konurbacji górnośląskiej, aglomeracji poznańskiej, Polsce centralnej (Łódź, Piotrków Trybunalski) oraz aglomeracji wrocławskiej. Jako wyłaniające się rynki można uznać Polskę północną i wschodnią, jednak w zasadzie dopiero po 2015 r.

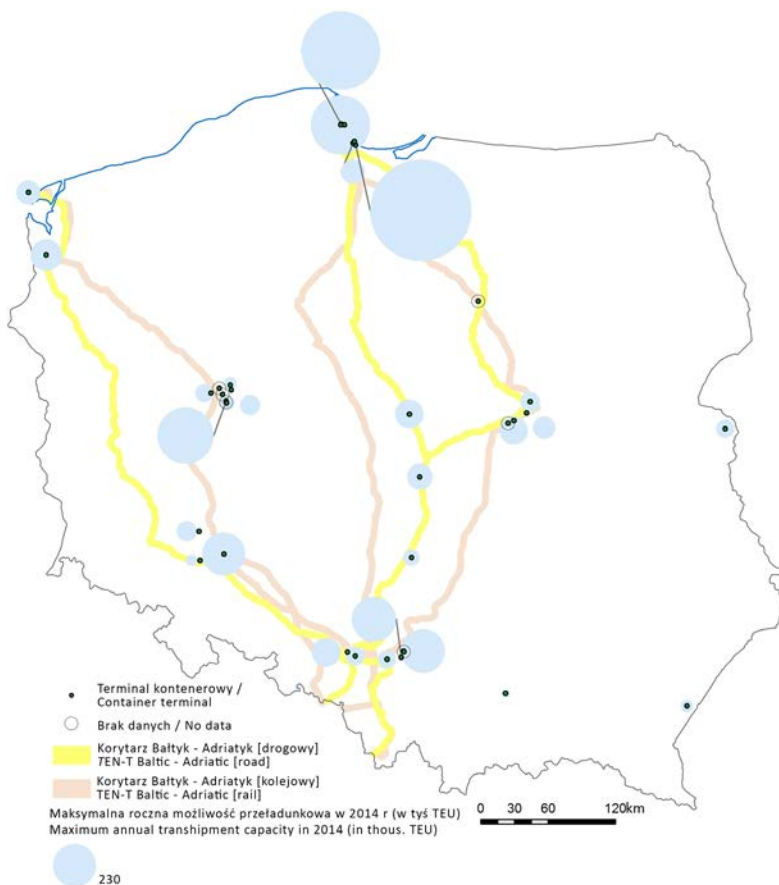
#### 4.6.2. Terminale intermodalne

Pod względem miejsca w łańcuchu dostaw terminale intermodalne można podzielić na: (1) terminale na terenie portu morskiego; (2) terminale na terenie portu rzeczno-kegowego; (3) terminale na terenie portu lotniczego; (4) terminale kolejowo-drogowe (Stokłosa, 2014). Z punktu widzenia obsługi transportem ciężarowym w Polsce najważniejsze są terminale kolejowo-drogowe oraz terminale na terenie portów morskich.

Tabela 4.6. Terminale drogowo-kolejowe w 2014 r. (lokalizacja w korytarzu TEN-T Bałtyk-Adriatyk)

Aglomeracja / województwo	Nazwa terminalu
Trójmiasto	BCT – Bałtycki Terminal Kontenerowy
	DCT – Deepwater Container Terminal Gdańsk
	GTK – Gdański Terminal Kontenerowy
	GCT – Gdynia Container Terminal
mazowieckie	TK Cargosped Mława
aglomeracja łódzka	Terminal Spedcont Łódź Olechów
łódzkie	Terminal PCC Kutno
	Terminal Loconi Intermodal – RADOWSKO
aglomeracja warszawska	Terminal Polzug Pruszków
	Terminal Spedcont Warszawa
	TK Cargosped Warszawa
Górnośląski Okręg Przemysłowy	Euroterminal Sławków
	Terminal PCC Gliwice
	Terminal Polzug Dąbrowa Górnicza
	Terminal Spedcont Sosnowiec Południowy
Szczecin-Świnoujście	TK Cargosped Gliwice
	Terminal Kontenerowy DB Port Szczecin
aglomeracja poznańska	Terminal OT Logistic Świnoujście
	CLIP Container Terminal
	HUB Terminal Polzug Poznań
	Terminal Loconi Intermodal – POZNAŃ
	TK Cargosped Gądki
	TK Cargosped Kobylnica
Terminal Spedcont Poznań Garbary	
aglomeracja wrocławska	Terminal Kontenerowy w Kątach Wrocławskich
	Terminal PCC Brzeg Dolny
	Terminal Polzug Wrocław

Źródło: *Inwestycje i działania konieczne do podjęcia przez Polskę...* (2014)



Ryc. 4.11. Maksymalna roczna możliwość przeładunkowa terminali drogowo-kolejowych w 2014 r. (tys. TEU) na tle przebiegu korytarza TEN-T Bałtyk-Adriatyk

Fig. 4.11. Maximum annual trans-shipment capacity of road-rail terminals in 2014 (thousand TEU) relative to the TEN-T Baltic-Adriatic corridor

Źródło / Source: *Inwestycje i działania konieczne do podjęcia przez Polskę...* (2014)

W 2014 r. funkcjonowało w Polsce 30 terminali intermodalnych (*Raport zespołu nr 2 Rady ds. Transportu Intermodalnego o aktualnym stanie transportu intermodalnego od strony technicznej*, 2013; [www.utk.gov.pl](http://www.utk.gov.pl)). Prawie wszystkie (z wyjątkiem terminalu w Małaszewiczach, Krakowie oraz Żurawicy) z nich były zlokalizowane w korytarzu TEN-T Bałtyk-Adriatyk, w tym głównie w portach morskich Trójmiasta oraz w największych aglomeracjach, w szczególności w konurbacji katowickiej i aglomeracji poznańskiej. Największym terminalem intermodalnym w Polsce jest powstały w 2007 r. DCT Gdańsk, którego zdolności przeładunkowe w 2014 r. szacowano na ok. 1,5 miliona TEU.

Jednak jak wskazuje Grzelakowski (2012): *w relacji do udziału Polski w rynku kolejowym UE, jej udział w rynku przewozów intermodalnych mierzony w jednostkach pracy przewozowej jest relatywnie bardzo niski i pomimo dynamicznego wzrostu tych przewozów, jaki ma miejsce na przestrzeni ostatnich (...) lat, Polska w perspektywie kolejnych 10 lat nie ma szans osiągnięcia przeciętnego poziomu UE w tym segmencie rynku transportowego.* Tym samym maksymalna roczna możliwość przeładunkowa terminali drogowo-kolejowych w badanym okresie lat 2005-2015 nie była wysoka i w ujęciu przestrzennym w 2014 r. (tys. TEU) była zdominowana przez największe terminale portowe Trójmiasta, co przedstawiono na ryc. 4.11.

Do najważniejszych inwestycji w portach morskich w badanym okresie, które w znaczący sposób wzmocniły porty i wpłynęły na zmianę modalną w kontekście obsługi portów morskich (wzrost znaczenia transportu ciężarowego i przewozów kontenerowych) była budowa nowych terminali w portach morskich Trójmiasta i kompleksu Szczecin-Świnoujście.

Podsumowując, transport intermodalny, w tym potoki ruchu intermodalnego i lokalizacja terminali intermodalnych w coraz większym stopniu determinują rozkład ruchu ładunków w Polsce. Niemniej w okresie 2005-2015, pomimo szybkiego rozwoju, transport intermodalny nie miał jeszcze tak istotnego wpływu na przesunięcia modalne (procentowy udział przewozów intermodalnych w całości pracy przewozowej wykonanej przez pociągi towarowe w Polsce dopiero w 2018 r. przekroczył 10%).

## 5. Rozkład ruchu samochodów ciężarowych - założenia

### 5.1. Założenia wstępne

Prezentowany w niniejszym opracowaniu model zbudowany jest z dwóch niezależnych komponentów. Pierwszym z nich jest **model ruchu zewnętrznego** samochodów ciężarowych, składający się z ruchu tranzytowego i ruchu źródłowo-docelowego (rozdział 6). W modelu ruchu zewnętrznego wykorzystano m.in. Generalny Pomiar Ruchu (liczba samochodów ciężarowych na ostatnich odcinkach dochodzących do przejść (punktów) granicznych) oraz bazę eksportu/importu na poziomie powiatowym z uwzględnieniem środka transportu. Symulację rozkładu ruchu zewnętrznego wykonano niezależnie dla lat 2005/2010/2015. Na tym etapie nie wprowadzono uwarunkowań związanych z opłatami za korzystanie z wybranych dróg, systemem viaTOLL oraz brakiem możliwości przejazdu przez Warszawę.

Drugim komponentem jest model ruchu wewnętrznego samochodów ciężarowych. W **modelu ruchu wewnętrznego** wykorzystano: (1) istniejącą więźbę tonażu w transporcie ciężarowym na poziomie podregionów (więźba ruchu), (2) istniejące dane o produkcji sprzedanej przemysłu pomniejszonej o wielkość eksportu (produkcja) i dane o liczbie ludności (atrakcja), (3) ruch lokalny, gdzie ludność jest zarówno produkcją jak i atrakcją. W każdym z tych przypadków analizy wykonano dla lat 2005/2010/2015, a dla 2015 r. uwzględniono kary czasowe związane z opłatami za przejazd na płatnych autostradach i odcinkach sieci należących do systemu viaTOLL. Uwzględniono również karę czasową związaną z przejazdem przez Warszawę.

Podstawą do realizacji zadania badawczego była sieć drogowa dróg krajowych i wojewódzkich oraz wybranych dróg powiatowych i gminnych dowiązująca wszystkie miejscowości gminne do sieci drogowej, zbudowana w IGiPZ PAN i dokładnie opisana m.in. w opracowaniach: Rosik (2012) lub Rosik i Stępnia (2015).

## 5.2. Model prędkości oraz sieciowe dane wejściowe

Model prędkości samochodów ciężarowych został zbudowany dwuetapowo. W pierwszym etapie założono wykorzystanie istniejącego w IGiPZ modelu prędkości ruchu wykorzystywanego w pracach nad wskaźnikiem WMDT (vWMDT) (szczegóły poniżej). Na drugim etapie, w celu uzyskania bardziej równomiernego rozkładu ruchu po drogach w Polsce (w warunkach modelowania jedynie ruchu samochodów ciężarowych) korygowano, tj. odpowiednio obniżano prędkości uzyskane w pierwszym etapie według odpowiedniego regulowania funkcją BPR według kategorii drogi w programie VISUM.

**ETAP I.** Źródłem danych dotyczących prędkości ruchu samochodów osobowych w 2010 r. był przede wszystkim model prędkości ruchu opracowany przez zespół pracowników IGiPZ PAN rozwijany dla potrzeb analiz izochronowych i dostępności potencjałowej (Komornicki i in., 2008; Śleszyński, 2009; Rosik i Śleszyński, 2009; Komornicki i in., 2010; Rosik i Stępnia, 2011; Rosik, 2012; Więckowski i in., 2012). W modelu tym (modelach) uwzględniano czynniki, słabo lub w ogóle pomijane w typowych modelach prędkości, a silnie wpływające na warunki jazdy i tym samym prędkość ruchu. Stąd oszacowana prędkość ruchu nie jest „swobodna”, a ma za zadanie możliwie przybliżyć średnią możliwą do uzyskania prędkość w przemieszczeniach, z uwzględnieniem przepisów kodeksu drogowego, parametrów techniczno-funkcjonalnych dróg i warunków ruchu (Śleszyński, 2009; Rosik i Śleszyński, 2009). Na potrzeby niniejszego opracowania model prędkości samochodów ciężarowych został opracowany przy założeniu wpływu trzech zmiennych na prędkość pojazdów, tj.: liczby ludności w buforze (rozumianym jako odległość) 5 km w otoczeniu odcinka, obszaru zabudowanego oraz ukształtowania terenu. Źródłem powyższych zmiennych są wykorzystywane w IGiPZ PAN bazy danych. Skrócowa charakterystyka baz danych została przedstawiona w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Źródła danych o parametrach w modelu prędkości ruchu

Nazwa parametru	Opis	Źródło danych	Sposób agregacji danych
Ludność	Liczba ludności w buforze 5 kilometrów	Rozmieszczenie ludności w rejonach spisowych i miejscowościach w 2008 roku	Średnia dla stumetrowych fragmentów tworzących dany odcinek
Obszar zabudowany	Odsetek obszaru zabudowanego w buforze 100 metrów. Stumetrowy odcinek traktowano jako przebiegający przez teren zabudowany w przypadku gdy wynik obliczeń przekraczał 30%	Warstwa „obszar zabudowany” ze zbiorów IGiPZ PAN (Cyfrowa Mapa Polski 1:100 tys.)	Odsetek długości odcinka znajdujący się na terenie zabudowanym
Ukształtowanie terenu	Wartość odchylenia standardowego różnic wysokości w heksagonie o powierzchni 3 km <sup>2</sup>	Baza wysokościowa numerycznego modelu terenu według SRTM-3 dla Polski (Śleszyński, 2015)	Średnia dla stumetrowych fragmentów tworzących dany odcinek

Źródło: Komornicki i in. (2008)



Prędkości wyjściowe na sieci drogowej w Polsce obliczono na bazie modelu prędkości ruchu wykorzystywanego do obliczania wskaźnika WMDT (wskaźnik międzygałęziowej dostępności transportowej; Komornicki i in., 2018), gdzie prędkość wynika z liczby ludności w odpowiednim, rozumianym jako odległość, buforze odcinka, spadków terenu oraz obszaru zabudowanego na przebiegu odcinka (Śleszyński, 2009; Rosik i Śleszyński, 2009).

Funkcje, które opisują w modelu zależności między prędkością pojazdu a zmiennymi ją warunkującymi mają s-kształtny charakter. Redukcja prędkości ma charakter ciągły w zależności wspomnianych trzech czynników. Przy niskich wartościach zmiennych redukujących prędkość krzywa opada lekko skutkując niewielkimi spadkami prędkości. Przy większych wartościach zmiennych redukujących prędkość, spadek prędkości jest już znacznie wyższy. Przy bardzo wysokich wartościach zmiennych warunkujących prędkość, jest ona coraz niższa, choć jej spadek nie jest już tak duży (granica funkcji jest prędkość minimalna, bliska zerowej, dla zmiennych warunkujących prędkość dążących do nieskończoności).

Dla pojazdów ciężarowych, według przepisów drogowych, poza obszarem zabudowanym prędkość dopuszczalna wynosi dla pojazdów o masie całkowitej przekraczającej 3,5 t (*Prawo Drogowe*, rozdz. 3, oddz. 3, Art. 20): na autostradzie, drodze ekspresowej lub drodze dwujezdniowej co najmniej o dwóch pasach przeznaczonych dla każdego kierunku ruchu – 80 km/h, a na pozostałych drogach – 70 km/h. Należy jednak zaznaczyć, że ograniczniki prędkości w samochodach ciężkich z przyczepami dopuszczają jazdę do 90 km/h. Faktycznie zatem pojazdy te na autostradach, drogach ekspresowych oraz drogach dwujezdniowych poruszają się szybciej niż przyjęte 80 km/h. W modelu prędkości ruchu przyjęto prędkość maksymalną wynoszącą 85 km/h. Natomiast na pozostałych drogach krajowych i dwujezdniowych wojewódzkich – 75 km/h, na pozostałych drogach wojewódzkich – 70 km/h, a dla lokalnych (powiatowych i gminnych – 50 km/h).

Prędkości minimalne dla pojazdów ciężarowych zostały określone w podobnych przedziałach jak dla pojazdów osobowych, ze względu na fakt, iż w korkach lub „na światłach” pojazdy osobowe i ciężarowe oczekują razem i redukcja prędkości jest podobna. Zastosowano następujący wzór (5.1):

$$v_{Li} = v_{kmin} + \frac{v_{kmax} + v_{kmin}}{1 + e^{-\frac{(L - \bar{L})L_{sc}}{L}}} \quad (5.1)$$

gdzie:

$v_{Li}$  – prędkość wynikająca z wpływu ludności zamieszkałej w buforze (rozumianym jako odległość) 5 km na odcinku drogi i,

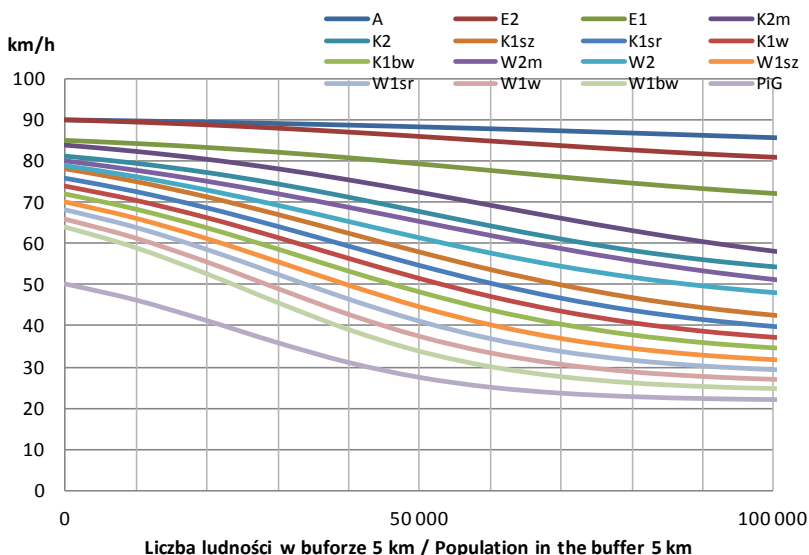
$v_{kmax}$  – górny limit prędkości (dla  $-\infty$ ),

$v_{kmin}$  – dolny limit prędkości (dla  $+\infty$ ),

$L_{sc}$  – parametr kształtu funkcji logitowej: nachylenie krzywej,

$L_{(średnia)}$  – parametr kształtu funkcji logitowej: punkt średni na osi Y (zbliżony do średniej L),

L – liczba ludności w buforze (rozumianym jako odległość) 5 km wokół odcinka.



Ryc. 5.1. Wpływ liczby ludności w buforze (rozumianym jako odległość) 5 km na redukcję prędkości samochodów ciężarowych

Fig. 5.1. Impact of population size within a 5 km buffer (understood as distance) on the reduction of speed of road freight vehicles

Źródło / Source: opracowanie własne.

Kolejną zmienną warunkującą redukcję prędkości jest przejazd przez **obszar zabudowany**. Założono, że będzie nim obszar, dla którego ponad 30% terenu zajmują zabudowania. Stwierdzono, że 30% udział terenu zabudowanego daje duże prawdopodobieństwo wystąpienia znaku drogowego redukującego prędkość pojazdów na danym odcinku drogi. W tym celu obliczono odsetek obszaru zabudowanego w buforze stumetrowym wokół każdego krótkiego (100 m) fragmentu sieci drogowej. Następnie obliczono dla dłuższych odcinków „wchodzących” do modelu udział fragmentów stumetrowych charakteryzujących się ponad 30-procentowym udziałem obszaru zabudowanego w buforze 100 metrowym. Prędkość wynikająca z wpływu obszaru zabudowanego na odcinku drogi oblicza się za pomocą wzoru (5.2):

$$v_{zi} = v_{kz} s_{zi} + v_{kn} s_{ni} \quad (5.2)$$

gdzie:

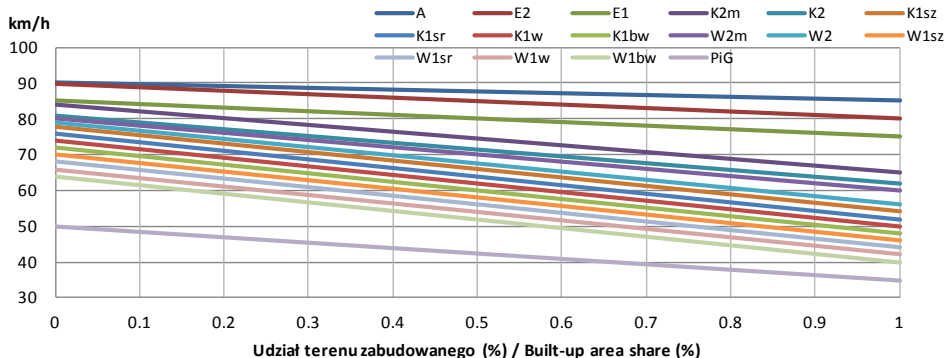
$v_{zi}$  – prędkość wynikająca z wpływu obszaru zabudowanego na odcinku drogi  $i$ ,

$v_{kz}$  – prędkość na obszarze zabudowanym dla kategorii drogi  $k$ ,

$v_{kn}$  – prędkość na obszarze niezabudowanym dla kategorii drogi  $k$ ,

$s_{zi}$  – udział obszaru zabudowanego w łącznej długości odcinka  $i$ ,

$s_{ni}$  – udział obszaru niezabudowanego w łącznej długości odcinka  $i$ .



Ryc. 5.2. Wpływ obszaru zabudowanego na redukcję prędkości samochodów ciężarowych  
 Fig. 5.2. Impact of built-up area on the reduction of speed of road freight vehicles  
 Źródło / Source: opracowanie własne.

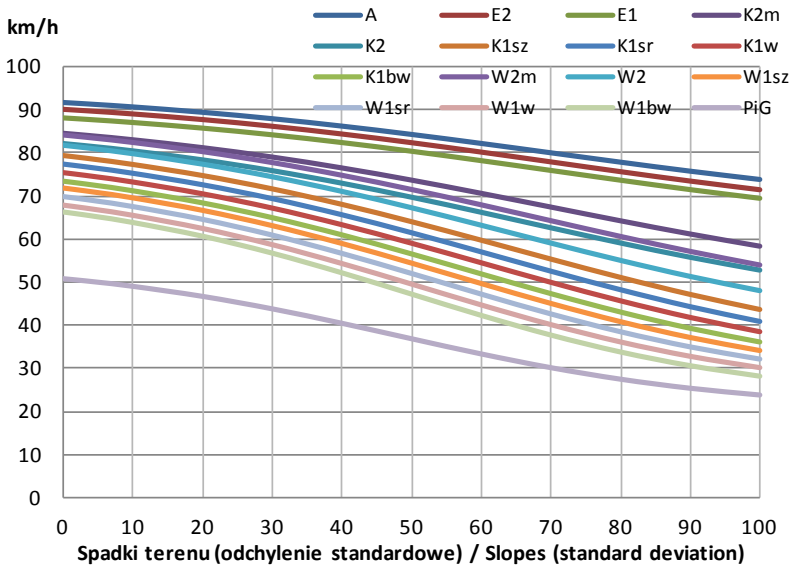
W przypadku pojazdów ciężarowych na obszarze zabudowanym pojazdy te, podobnie jak i wszystkie pozostałe pojazdy, nie powinny przekraczać 50 km/h w godz. 5.00-23.00 i 60 km/h w godz. 23.00-5.00. Nie ma zatem specjalnych uwarunkowań, może oprócz wolniejszego rozruchu na przejściach z sygnalizacją świetlną, dla których należałoby samochodom ciężarowym znacznie obniżyć prędkość w relacji do pojazdów osobowych. Tym bardziej, że w ruchu nocnym, gdy przejazd przez miasta jest znacznie łatwiejszy w wyniku mniejszego natężenia ruchu, udział pojazdów ciężarowych jest wyższy niż osobowych, przez co średnia prędkość dla pojazdów ciężarowych w ciągu doby może być nawet wyższa niż dla pojazdów osobowych.

Trzecim parametrem wchodzącym do modelu jest **ukształtowanie terenu** określone przez wartości odchylenia standardowego różnic wysokości w heksagonie o powierzchni 3 km<sup>2</sup> (szczegółowa charakterystyka tego parametru i jego uzasadnienie zostały opisane w pracy: Śleszyński, 2014). Prędkość wynikająca z wpływu spadków terenu na odcinku drogi jest zgodna ze wzorem (5.3):

$$v_{Ui} = v_{kmin} + \frac{v_{kmax} + v_{kmin}}{1 + e^{\frac{(U - \bar{U})U_{sc}}{U}}} \quad (5.3)$$

gdzie:

- $v_{Ui}$  – prędkość wynikająca z wpływu spadków terenu na odcinku drogi i,
- $v_{kmax}$  – górny limit prędkości (dla  $-\infty$ ),
- $v_{kmin}$  – dolny limit prędkości (dla  $+\infty$ ),
- $U_{sc}$  – parametr kształtu funkcji logitowej: nachylenie krzywej,
- $U_{(średnia)}$  – parametr kształtu funkcji logitowej: punkt średni na osi Y (zbliżony do średniej  $U$ ),
- $U$  – odchylenie standardowe różnic wysokości w heksagonie o boku 3 km.



Ryc. 5.3. Wpływ spadków terenu na redukcję prędkości samochodów ciężarowych  
 Fig. 5.3. Impact of slopes on the reduction of speed of road freight vehicles  
 Źródło / Source: opracowanie własne.

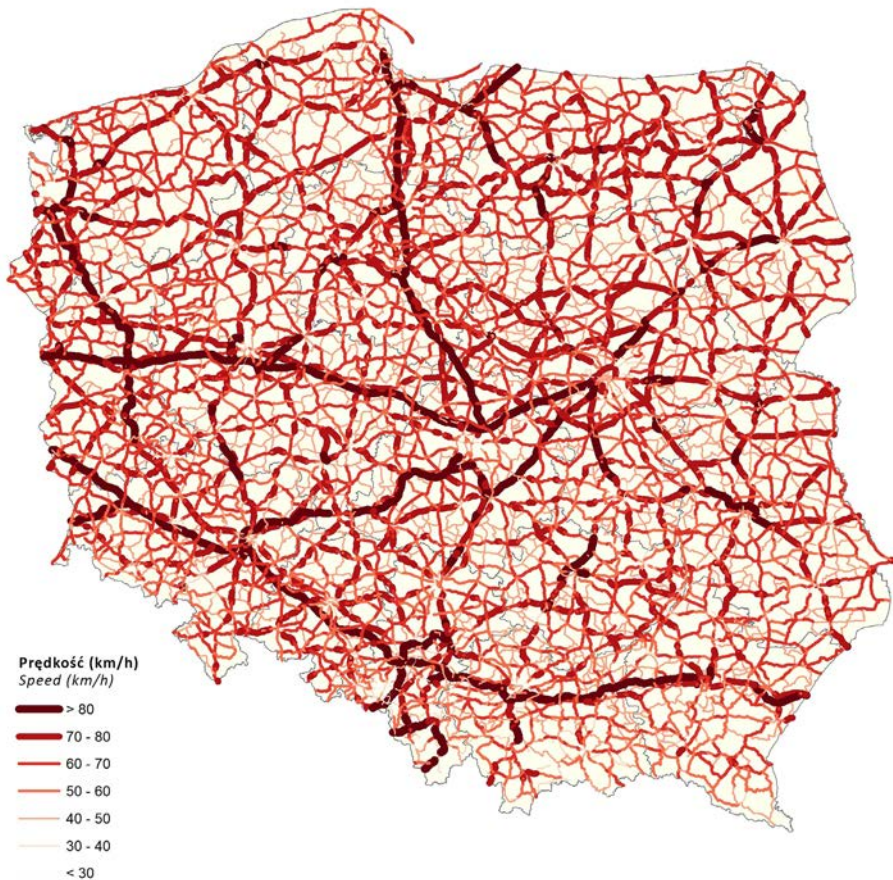
Ogólny wpływ poszczególnych zmiennych w modelu na prędkość pojazdów na odcinku drogi wyliczono za pomocą tzw. „zasady najsłabszego ogniwa”. Zasada ta polega na tym, że przy obliczaniu średniej prędkości na danym odcinku wybiera się minimalną prędkość, wynikającą z wpływu poszczególnych zmiennych warunkujących prędkość. Tym samym występujące ograniczenia nie sumują się, a prędkość średnia samochodów ciężarowych na dowolnym odcinku drogi w Polsce wynika zatem ze wzoru (4.4):

$$v_i = \min\{f_{Li} \cdot f_{Zi} \cdot f_{Ui}\} \quad (5.4)$$

gdzie:

- $v_i$  – prędkość na odcinku drogi  $i$ ,
- $f_{Li}$  – prędkość wynikająca z wpływu ludności zamieszkałej w buforze (rozumianym jako odległość) 5 km od odcinku drogi  $i$ ,
- $f_{Zi}$  – prędkość wynikająca z wpływu obszaru zabudowanego na odcinku drogi  $i$ ,
- $f_{Ui}$  – prędkość wynikająca z wpływu spadków terenu na odcinku drogi  $i$

Uzyskane wyniki w ujęciu zróżnicowania prędkości ograniczonej ludnością w odpowiednim buforze odcinka, obszarem zabudowanym, spadkami terenu przedstawiono na ryc. 5.4.



Ryc. 5.4. Prędkości na sieci drogowej w 2015 r. (ograniczenie prędkości ludnością w buforze odcinka, obszarem zabudowanym i spadkami terenu) przed korektą związaną z uwzględnieniem natężenia ruchu (ujęcie modelowe)

Fig. 5.4. Road network speeds in 2015 (reduction of speed due to section buffer population, built-up area and slopes) before correction for traffic volumes (model approach)

Źródło / Source: opracowanie własne.

**Etap II. Wpływ natężenia ruchu na zmianę prędkości.** Na dalszym etapie ustalania prędkości w modelu, wpływ na jej obniżenie ma natężenie ruchu. Określono przepustowości dla poszczególnych kategorii w godzinie szczytu ( $q_{max}$ ), następnie pomnożono te wartości przez 10 zakładając, że natężenie w godzinie szczytu odpowiada 10% natężenia dobowego. Wykorzystano najczęściej stosowaną obecnie **funkcję oporu odcinka** jaką jest funkcja BPR (o parametrach  $a$ ,  $b$  i  $c$ ) (por. Szarata, 2013). Funkcja oporu odcinka to funkcja wyznaczająca opór odcinków na trasie transportowej między węzłami transportowymi rozpoczęcia i zakończenia podróży dla potrzeb modelowania rozkładu ruchu w sieci transportowej. Opór odcinka dla potoku ruchu pojazdów uwzględnia czynnik czasu przejazdu i długości drogi w funkcji natężenia ruchu. Funkcja BPR skutkowałą odpowiednim obniżeniem prędkości na danym

odcinku w programie *Visum* w zależności od natężenia ruchu w danej symulacji. Przyjęto, że funkcja BPR odnosi się do natężenia dobowego dla przekroju (w obu kierunkach). Założono, że ruch pojazdów dotyczy w całości samochodów ciężarowych.

Tabela 5.2. Prędkości wynikające z etapów (I-II) procedury badawczej, w tym przepustowość oraz wartości parametrów w funkcji oporu odcinka (BPR) według kategorii drogi

Kategoria drogi*	Liczba odcinków (2015)	Długość odcinków (2015)	Rezultaty ETAPÓW I, II		Założenia ETAP II			
			ETAP I	ETAP II	qmax (24h)	Parametry funkcji BPR		
			vWMDT	vosr		a	b	c
A	169	1569	80-90	89,2	20000	1,00	1,50	4,00
E2	334	1401	70-90	87,2	17000	1,00	1,50	4,00
E1	68	254	71-85	82,6	12000	1,00	2,00	3,00
K2m	46	115	50-84	75,4	16000	1,00	1,75	3,50
K2	698	1451	38-85	62,9	14000	1,00	1,75	3,50
K1sz	241	690	39-78	70,4	10000	1,00	2,00	3,00
K1sr	2009	4991	35-80	67,0	9000	1,00	2,00	3,00
K1w	2157	5857	34-74	64,2	8000	1,00	2,00	3,00
K1bw	1283	4185	33-72	66,7	7000	1,00	2,00	3,00
W2	188	363	44-74	48,1	12000	1,00	1,75	3,50
W1sz	180	907	30-74	60,1	9000	1,00	2,00	3,00
W1sr	1167	6081	26-69	59,1	8000	1,00	2,00	3,00
W1w	3641	23088	26-67	58,0	7000	1,00	2,00	3,00
W1bw	290	2520	27-68	58,8	6000	1,00	2,00	3,00
PiG	2388	17067	22-50	45,5	5000	1,00	2,00	3,00
Razem	14859	70538	22-90	58,4	-	-	-	-

\*A – autostrada, E2 – droga ekspresowa dwujezdniowa, E1 – droga ekspresowa jednojezdniowa, K2 – droga krajowa dwujezdniowa (K2m – zmodernizowana), W2 – droga wojewódzka dwujezdniowa, K1/W1 – jednojezdniowe drogi krajowe/wojewódzkie (według szerokości jezdni – sz (szeroka), sr (średnia), w (wąska) i bw (bardzo wąska)), PiG – droga powiatowa lub gminna; \*\*Dla dróg, wyższych kategorii, które zostały „zdegradowane” w wyniku inwestycji infrastrukturalnych (np. przy realizacji obwodnic) do dróg gminnych pozostawiono prędkości przed zmianą kategorii

Źródło: opracowanie własne.

### 5.3. Rejonów transportowe

W zależności od potrzeb i możliwości baz danych w modelu wyróżnia się trzy typy rejonów transportowych w ruchu wewnętrznym, według agregacji na poziomie jednostek statystycznych były to:

- 2321 rejonów transportowych na poziomie gminnym (np. dla liczby ludności – komponent modelu dedykowany ruchowi lokalnemu); liczba rejonów transportowych na tym poziomie analizy nie jest równoznaczna z liczbą gmin w Polsce ze względu na agregację jaka miała miejsce, gdy dwie gminy

(miejska i wiejska) miały siedzibę (Zarząd Gminy) w tej samej miejscowości (por. Rosik, 2012);

- 335 rejonów transportowych na poziomie powiatowym (np. produkcja sprzedana przemysłu);
- 73 rejony transportowe na poziomie podregionalnym (np. więźba ruchu ładunków w transporcie drogowym).

Generalnie, niezależnie od poziomu analizy, największa miejscowość w danej jednostce administracyjnej stawała się punktem węzłowym.

Ponadto w ruchu zewnętrznym uwzględniono ruch samochodów ciężarowych na wyodrębnionych 62 punktach granicznych (rejonach zewnętrznych).

#### **5.4. Ograniczenia w ruchu, opłaty autostradowe i system viaTOLL**

Na ostatnim etapie pracy nad ostateczną wersją modelu HGV Monit wprowadzone zostały tzw. kary czasowe związane z:

- opłatami autostradowymi (odcinki zarządzane przez koncesjonariuszy),
- ograniczeniami w przejeździe przez Warszawę (droga ekspresowa S8),
- opłatami związanymi z funkcjonowaniem od 2011 r. systemu viaTOLL.

Ze względu na fakt, iż system viaTOLL działa od 2011 r., w niniejszym opracowaniu, w celu kompleksowego uwzględnienia wszystkich czynników związanych z karami czasowymi, ograniczono analizę modelową wyłącznie do roku 2015.

**Opłaty autostradowe i system viaTOLL.** W modelu założono, że godzina samochodu ciężarowego w ruchu wynosi 240 zł, co oznacza, że każde 15 sekund jazdy kosztuje 1 zł. W ten sposób przeliczono obowiązujące w 2015 r. opłaty na poszczególnych odcinkach autostradowych zarządzanych przez koncesjonariuszy. Analogiczny przelicznik zastosowano również dla systemu viaTOLL (odrębnie dla systemu autostrad i dróg ekspresowych oraz dla pozostałych dróg krajowych). Ze względu na dominację samochodów ciężarowych z przyczepami w przewozach międzyaglomeracyjnych założono stawki dla tego typu samochodów jako obowiązujące dla całego parku samochodów ciężarowych (tym samym w modelu stawki te są nieco zawyżone).

**Przejazd przez Warszawę.** W związku z ograniczeniami w przejeździe przez stolicę założono, że kara czasowa jest proporcjonalna do okresu doby dla którego brak jest możliwości przejazdu (7h, co jest równe 29,2% czasu). W ostatniej kolumnie tab. 5.3 podane średnie spadki prędkości na danym odcinku, lub dla danego typu drogi w zależności od wysokości opłat i przyjętych kar czasowych. Szczególnie wysokie opłaty dla samochodów ciężarowych na autostradzie A2 na odcinku między Nowym Tomysłem a Koninem skutkują wydłużeniem czasu podróży na tym odcinku o ponad 50%, co z kolei wiąże się z dużym odpływem potoków ruchu ciężarowego na równoległą DK92. Ruch ten jest zgodny z rzeczywistością i znacząco poprawia wyniki modelu.

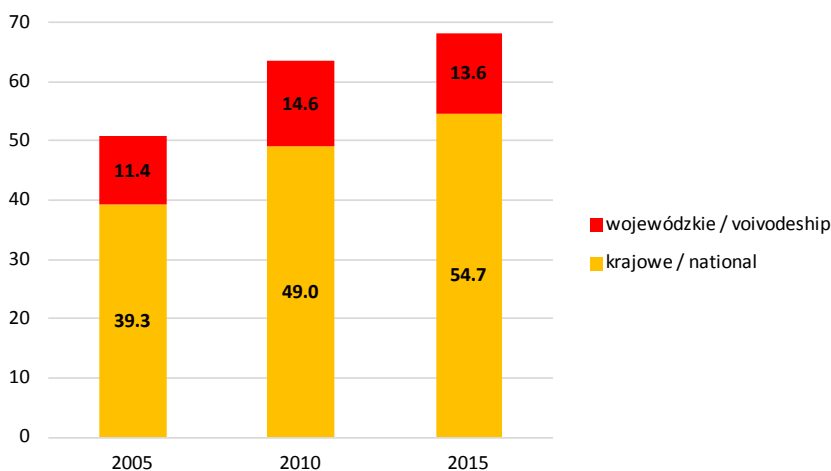
Tabela 5.3. Opłaty, kary czasowe i spadki prędkości w ostatecznej wersji modelu HGV Monit

Odcinek drogi	Opłata (zł/km) w 2015 r.	Kara czasowa w 2015 r. (s/km)	Spadek prędkości w wyniku kary czasowej w 2015 r. (%)
A1 Gdańsk-Toruń	0,38	5,7	14,3
A2 Świecko-Nowy Tomyśl	0,46	6,9	17,3
A2 Nowy Tomyśl-Konin	1,36	20,4	51,0
A4 Katowice-Kraków	0,87	13,1	32,6
S8 przejazd przez Warszawę	x	x	29,2
viaTOLL (wszystkie autostrady i drogi ekspresowe)	0,27	4,1	10,1
viaTOLL (pozostałe drogi)	0,21	3,2	7,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze stron internetowych operatorów oraz systemu viaTOLL.

## 5.5. Praca eksploatacyjna w transporcie ciężarowym

Łączna średniodobowa praca eksploatacyjna na sieci dróg krajowych i wojewódzkich w transporcie ciężarowym rośnie z 51 mln pojkm w 2005 r. do 68 mln pojkm w 2015 r. Te liczby każdorazowo są punktem odniesienia dla symulacji wykonanych dla całego kraju, gdzie łączną sumę przebiegów dla poszczególnych symulacji przyrównano do pracy eksploatacyjnej samochodów ciężarowych w Generalnym Pomiarze Ruchu, odpowiednio 2005, 2010 i 2015 r. (ryc. 5.5).



Ryc. 5.5. Średniodobowa praca eksploatacyjna na sieci dróg krajowych i wojewódzkich w transporcie ciężarowym (mln pojkm)

Fig. 5.5. Average daily road freight transport performance within the network of national and provincial roads (million vehicle-km)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR 2005, 2010, 2015.



## 6. Model ruchu zewnętrznego

Na poziomie modeli krajowych rejonu transportowe zewnętrzne mogą być przypisane do: rejonów lub krajów sąsiadujących z Polską (np. Kolejowy Model Towarowy zbudowany w PKP PLK) lub do przejść granicznych (model krajowy wykorzystywany przez GDDKiA). W niniejszym opracowaniu wykorzystano oba możliwe rozwiązania w układzie sekwencyjnym. Powodem takiego podejścia jest fakt, iż model ruchu zewnętrznego został oparty na kilku różnych, i autonomicznych względem siebie, źródłach danych, do których należą:

- Baza ruchu granicznego na ostatnich odcinkach prowadzących do przejść granicznych (na podstawie Generalnego Pomiaru Ruchu z 2005, 2010 i 2015 r.).
- 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.
- Baza ankiet wykonanych na wybranych przejściach granicznych w 2005 r. w ramach prac nad Krajowym Modelem Ruchu.
- 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.

Pierwsza baza danych (Generalny Pomiar Ruchu) posłużyła jako punkt odniesienia dla wielkości ruchu samochodów ciężarowych na przejściach (punktach) granicznych. Baza ta została skonfrontowana dla 2005 r. z bazą ruchu samochodów ciężarowych według danych Straży Granicznej (druga baza danych). Wykazano szereg różnic, które mogły zaważyć na trudnościach w uzyskaniu wiarygodnych rezultatów rozkładu modelu ruchu.

Trzecia baza (ankiety na przejściach granicznych) została wykorzystana do oszacowania wielkości i układu kierunkowego tranzytu w 2005 r. Czwarta baza danych, tj. baza eksportu i importu na poziomie powiatowym posłużyła do identyfikacji źródeł (celów) przewozu w ruchu źródłowo-docelowym, tj. eksporcie (dla źródeł) i imporcie (dla celów) realizowanym z wykorzystaniem

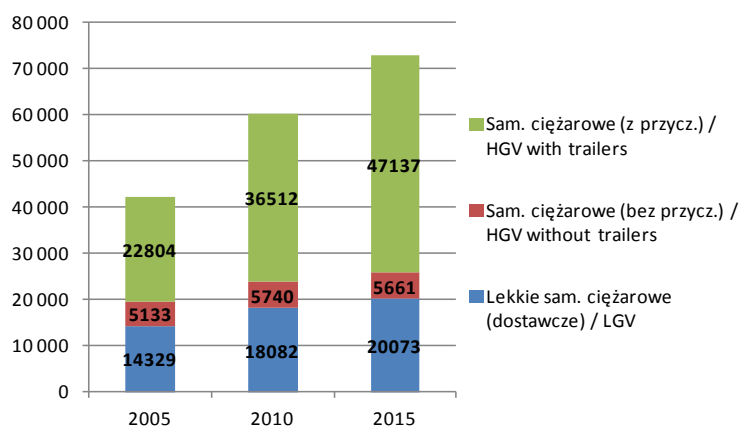
ruchu samochodów ciężarowych. Baza dała możliwość przypisania danego potoku ruchu do kraju pochodzenia/przeznaczenia, np. do Rosji, bez bezpośredniej informacji o przejściu granicznym lub odcinku granicy, na którym towar przekroczył granicę Polski.

## 6.1. Ruch graniczny samochodów ciężarowych na ostatnich odcinkach przed przejściami granicznymi (Generalny Pomiar Ruchu)

Łączny ruch na granicach zewnętrznych Polski w okresie 2005-2015 wzrósł o 72,4% (z 42,3 tys. do 72,9 tys. pojazdów na dobę). Wzrost ruchu pojazdów ciężarowych na granicach był zatem ponad dwukrotnie wyższy niż analogiczny wskaźnik dla całego systemu dróg krajowych w Polsce (wzrost o 30,2%).

Największy udział we wzroście ruchu granicznego miały pojazdy ciężarowe z przyczepami (wzrost o prawie 107%), które stanowiły w 2005 r. około 54% ruchu ciężarowego przez granice Polski, a w 2015 r. już prawie 65% ruchu ciężarowego. W porównaniu do ruchu dla całej sieci dróg krajowych w Polsce widać, że ruch pojazdów ciężarowych z przyczepami ma na granicach państwa odpowiednio wyższy udział w ruchu (dla Polski nastąpił wzrost udziału z 45% w 2005 r. do 56% w 2015 r.).

Jednocześnie sukcesywnie malał udział samochodów ciężarowych lekkich (z 34% do 28% ruchu ciężarowego na granicach) i samochodów ciężarowych bez przyczep (spadek z 12% do 8% ruchu). Spadki te odpowiadają trendom dla sieci dróg krajowych (ryc. 6.1).

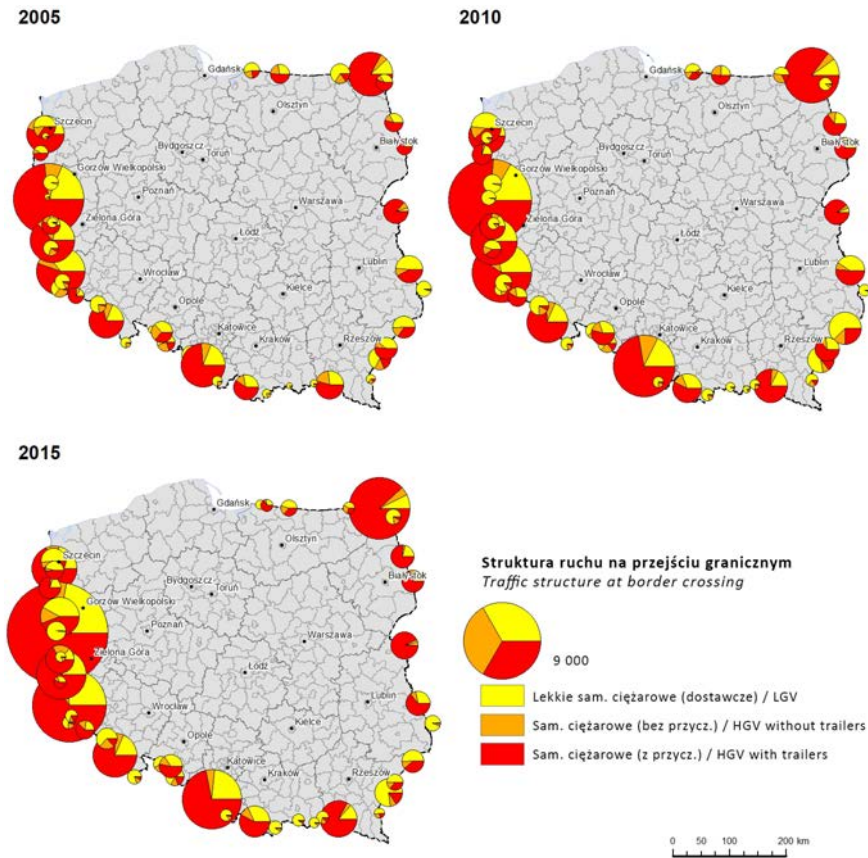


Ryc. 6.1. Łączny ruch ciężarowy na granicach zewnętrznych Polski 2005-2010-2015 według bazy GPR2005/2010/2015 (tylko przejścia lądowe)

Fig. 6.1. Total road freight traffic volume at the external borders of Poland 2005-2010-2015 according to the GPR2005/2010/2015 database (only land crossings)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR.

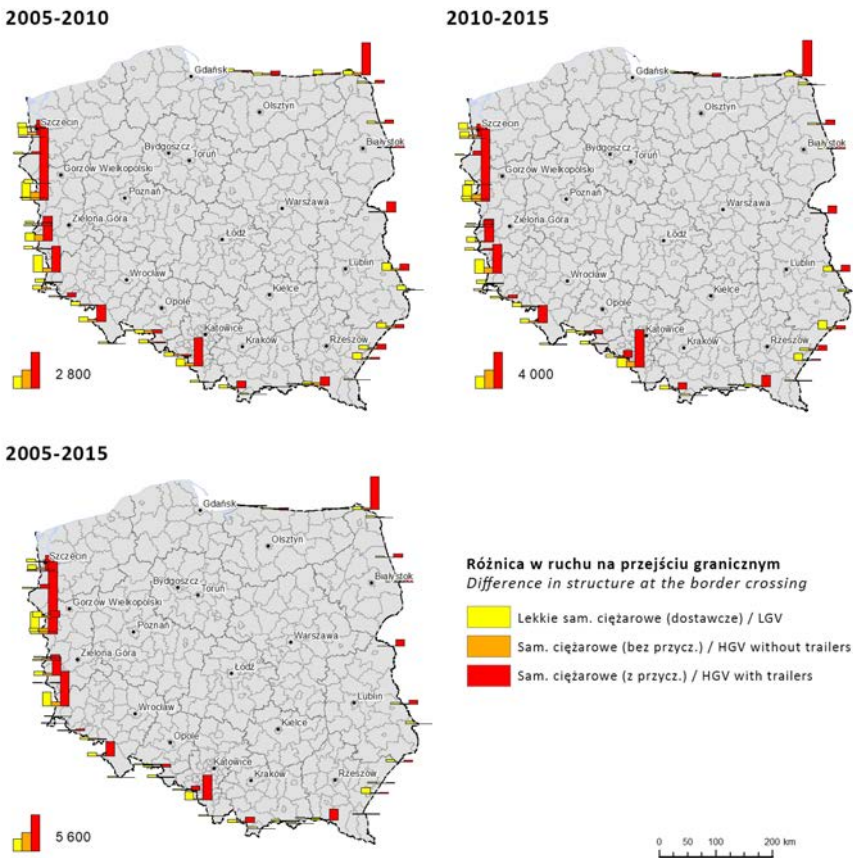
Jednocześnie sukcesywnie malał udział samochodów ciężarowych lekkich (z 34% do 28% ruchu ciężarowego na granicach) i samochodów ciężarowych bez przyczep (spadek z 12% do 8% ruchu). Spadki te odpowiadają trendom dla sieci dróg krajowych (ryc. 6.1).



Ryc. 6.2. Ruch graniczny pojazdów ciężarowych 2005/2010/2015 w podziale na trzy typy pojazdów według ostatnich odcinków przed przejściami granicznymi  
Fig. 6.2. Cross-border road freight traffic volumes in 2005/2010/2015 by three types of vehicles for the last sections ahead of border crossings  
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR.

Koncentracja ruchu samochodów ciężarowych na odcinkach granicznych dotyczy siedmiu przejść granicznych, tj. Świecka, Jędrzychowice, Budziska, Cieszyna, Olszyny, Kołbaskowa oraz Kudowie Słone. Udział tych siedmiu przejść granicznych w łącznym ruchu pojazdów ciężarowych na granicach Polski rośnie z 57% w 2005 r. do 65% w 2015 r., a udział w ruchu pojazdów ciężarowych ciężkich utrzymuje się w granicach 71-74%. Udział dwóch największych przejść granicznych, tj. Świecka i Jędrzychowice również rośnie, odpowiednio z 17,8% do 23,1% (Świecko) i z 8,5% do 12,1% (Jędrzychowice). Warto odnotowania jest, że

udział Świecka w ruchu samochodów ciężarowych ciężkich w 2015 r., przekroczył 26%. Poza siódmką największych przejść granicznych warto odnotować również spektakularnie wysoki wzrost ruchu na przejściu w Kostrzynie (prawie siedmiokrotny wzrost w badanym okresie). W wyniku tak wysokich wzrostów ruchu przejście w Kostrzynie znalazło się w 2015 r. na ósmej pozycji (2285 pojazdów ciężarowych w 2015 r.). Ostatnimi przejściami zamykającymi pierwszą dziesiątkę rankingu są przejścia na granicy polsko-słowackiej w Barwinku i Chyżnem (odpowiednio 2126 i 1435 pojazdów ciężarowych). Ponadto ponad 1000 pojazdów ciężarowych na dobę zaobserwowano w 2015 r. na odcinkach dojazdowych do przejść granicznych w Medyce, Kukurykach i Nowych Chałupkach.



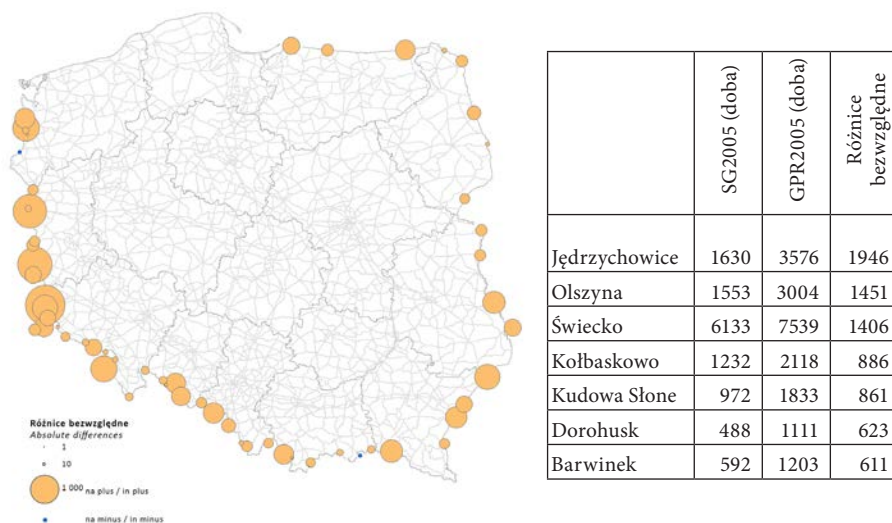
Ryc. 6.3. Zmiany bezwzględne ruchu granicznego pojazdów ciężarowych 2005-2010; 2010-2015 i 2005-2015 w podziale na trzy typy pojazdów według ostatnich odcinków GPR przed przejściami granicznymi

Fig. 6.3. Absolute changes in cross-border freight traffic volumes 2005-2010; 2010-2015 and 2005-2015 by three types of vehicles for the last sections ahead of border crossings according to the General Traffic Measurement Survey (GPR)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR.

## 6.2. Ruch graniczny samochodów ciężarowych na podstawie danych Straży Granicznej

W konfrontacji do wyżej wymienionych danych z ostatnich odcinków Generalnego Pomiaru Ruchu przed przejściami granicznymi, alternatywnym źródłem danych są dane Straży Granicznej, która do 2007 r. na wszystkich granicach, a od 2007 r. na tzw. granicy wschodniej (granica z Rosją, Białorusią i Ukrainą). Ujęcie porównawcze wszystkich punktów granicznych jest możliwe jedynie dla 2005 r. (por. ryc. 6.4).



Ryc. 6.4. Różnice bezwzględne między ruchem pojazdów ciężarowych wykazany w GPR2005 (ostatnie odcinki przed granicą państwa) a danymi Straży Granicznej

Fig. 6.4. Absolute differences between road freight traffic volumes according to the 2005 GPR (last sections ahead of the state border) and the data of the Border Guard

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GPR oraz danych Straży Granicznej.

Lokalizacja punktów kontrolnych w zależności od układu sieci drogowej i odległości od granicy jest mocno zróżnicowana. Przykładowo w Jędrzychowicach badanie zostało przeprowadzone w punkcie odległym 0,5 km od granicy państwowej, przy jednoczesnym braku możliwości zjazdu przed punktem granicznym na istniejący w 2005 r. fragmencie autostrady A4 między Jędrzychowicami i Zgorzelcem. Podobnie w Świecku, mimo oddalenia punktu kontrolnego 1,2 km od granicy nie ma możliwości na odcinku między przejściem granicznym a drogą krajową nr 29 zjazdu z drogi i wszystkie pojazdy ciężarowe muszą kierować się do przejścia granicznego. Z kolei na odcinku prowadzącym do przejścia w Olszynie (DK18) badanie było przeprowadzone 6 km od granicy w miejscowości Trzebiel, a w samej Olszynie istnieje teoretycznie możliwość zjazdu przed przejściem granicznym.

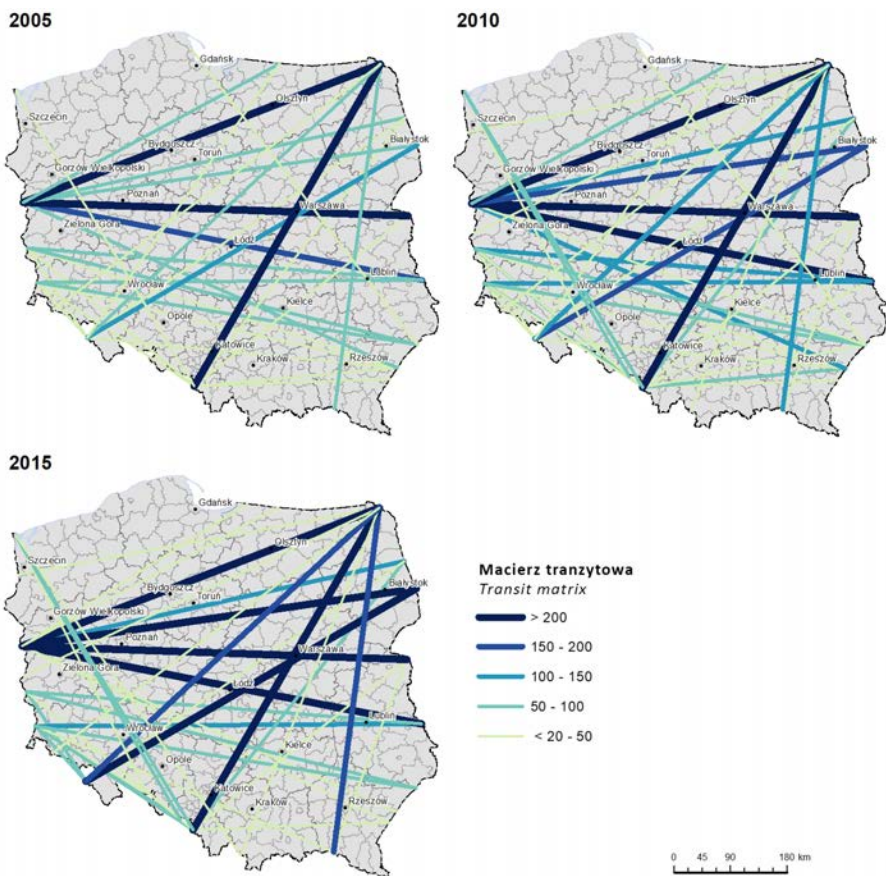
Niezależnie od możliwości zjazdu z drogi mogą dziwić tak duże rozbieżności między obiema bazami danych. W celu wypełnienia luki informacyjnej dotyczącej wewnętrznej granicy Schengen GUS corocznie przeprowadza badanie na wszystkich granicach Polski, w wyniku którego jest możliwość uzyskania informacji, m.in. o liczbie i strukturze przekroczeń granicy Polski z krajami Unii Europejskiej (*Ruch graniczny oraz wydatki cudzoziemców w Polsce i Polaków za granicą w 2019 r.*, 2020, GUS, Warszawa). W ramach badań GUS przeprowadza badanie ruchu granicznego pojazdów i osób na podstawie obserwacji reprezentacyjnej na wylosowanej próbie 1%. Badanie to jednak dotyczy osób a nie samochodów (w tym samochodów ciężarowych). Dlatego w niniejszym opracowaniu w celu oszacowania wielkości tranzytu na poszczególnych przejściach granicznych wzięto pod uwagę bazę ankiet wykonanych na wybranych przejściach granicznych w 2006 r. w ramach prac nad Krajowym Modelem Ruchu.

Istnienie opisanych rozbieżności może wynikać także z niepełnej reprezentatywności dni objętych badaniem GPR (baza Straży Granicznej, jest bazą pełną i obejmuje cały ruch w przeciągu roku). Dla potrzeb opracowania modelu ruchu zewnętrznego istotne jest jednak zachowanie spójności z danymi GPR, gdyż to one stanowią później punkt odniesienia dla uzyskanych wyników.

### 6.3. Ruch tranzytowy. Więźba ruchu

W celu dopasowania ruchu granicznego na ostatnich odcinkach prowadzących do granicy (GPR) oraz informacji o tranzycie z bazy ankiet z 2006 r. podjęto następujące kroki w procedurze badawczej:

- **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. DOST – ruch samochodów ciężarowych lekkich (dostawczych); CIEZ – ruch samochodów ciężarowych bez przyczep; TIR – ruch samochodów ciężarowych z przyczepami.
- **Odliczenie wielkości ruchu tranzytowego.** Odliczenie tranzytu dla 2005 r. nastąpiło z wykorzystaniem bazy danych z Krajowego Modelu Ruchu (ankiety z 2006 r.), 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). W ten sposób obliczono udziały tranzytu w ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami na poszczególnych przejściach granicznych. Następnie, ze względu na brak innych źródeł danych, założono, że udział tranzytu w ruchu ogółem samochodów ciężarowych z przyczepami jest stały dla lat 2005-2015.



Ryc. 6.5. Więźba ruchu zewnętrznego w tranzycie w podziale na trzy typy samochodów ciężarowych w 2005, 2010 i 2015 r.

Fig. 6.5. Pattern of external traffic in transit by three types of road freight vehicles in 2005, 2010 and 2015

Zródło / Source: opracowanie własne.

## 6.4. Ruch źródłowo-docelowy. Więźba ruchu

Podstawą do określenia wielkości ruchu źródłowo-docelowego stała się baza eksportu i importu na poziomie powiatowym dla lat 2005, 2010 oraz 2015 (ryc. 6.6).

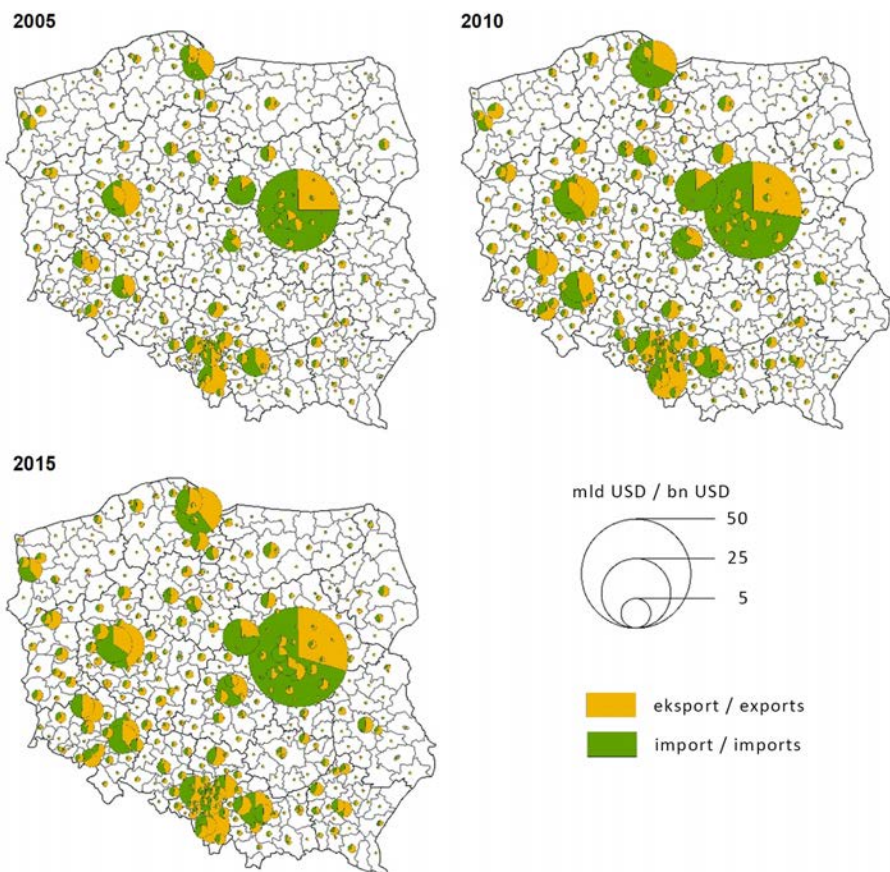
Polski handel zagraniczny odznaczał się wysoką dynamiką w całym okresie transformacji systemowej. W badanych przekrojach czasowych dynamika ta jest widoczna szczególnie dla okresu 2005-2010. Było to efektem boomu eksportowego po akcesji do Unii Europejskiej. Boom ten został znacząco osłabiony kryzysem roku 2008, ale mimo to bilans pięciolecia okazał się wyraźnie korzystny dla większości jednostek szczebla powiatowego. Jak potwierdzono

w szczegółowych badaniach struktury handlu (Komornicki i in., 2015) wzrost wartości obrotów (w tym zwłaszcza eksportu) przekładał się także na jego deglomerację przestrzenną. Kontakty handlowe z zagranicą nawiązywane były bezpośrednio przez podmioty położone w strefach pozametropolitalnych. Miało to swoje konsekwencje dla rozkładu ruchu ciężarowego, który w większym stopniu mógł kierować się z mniejszych miast w stronę granic państwa. Okres kryzysu gospodarczego (2008-2009) zahamował procesy deglomeracyjne w eksporcie. Mogło to wynikać z sugerowanej przez Gawlikowską-Hueckel i Umińskiego (2014) wysokiej koncentracji produktowej eksportu w kluczowych branżach relatywnie bardziej narażonych na negatywne skutki kryzysu (Komornicki i Szejgiec-Kolenda, 2017). Dynamika zmian w latach 2010-2015 była mniejsza. W ujęciu przestrzennym zwraca jednak uwagę intensyfikacja obrotów w szeroko rozumianej południowo-wschodniej części kraju (województwo podkarpackie, a częściowo także świętokrzyskie i lubelskie). Intensyfikacja ta dotyczyła głównie kontaktów handlowych z Europą Zachodnią, a tym samym zwiększała dodatkowo potok ruchu ciężarowego w układzie wschód-zachód.

Największym partnerem handlowym Polski są Niemcy. Dominacja zachodniego sąsiada jest jednak mniejsza niż w wielu innych państwach regionu. Akcesja do Unii Europejskiej spowodowała, że w wielu jednostkach zwiększył się udział w handlu bardziej oddalonych państw wspólnoty. Działo się to po części kosztem Niemiec. Wpływ tych procesów na rozkład ruchu pojazdów ciężarowych był ograniczony, ponieważ przejazdy do innych państw członkowskich w dużej części odbywały się tranzytem przez Niemcy. Pewne znaczenie dla rozkładu ruchu ma natomiast fakt, że w strukturze geograficznej eksportu rośnie pozycja Czech. Istotne, jest także, że około 12% eksportu realizują podmioty handlowe, zajmujące się m.in. reeksportem towarów do państw Europy Wschodniej.

Wspomniana dynamika handlu zagranicznego, nie zmienia jednak zasadniczo jego wewnętrznego rozkładu przestrzennego. Rozkład ten nawiązuje do sześciokąta, którego wierzchołkami są Trójmiasto, Warszawa, Kraków, konurbacja górnośląska, Wrocław i Poznań. We wnętrzu sześciokąta, a także poza jego obszarem (wzdłuż granic zarówno wschodniej, jak i zachodniej) występują obszary o wyraźnie mniejszej bezwzględnej skali eksportu i importu. Dodatkowo import (w przeciwieństwie do eksportu) jest bardzo silnie skoncentrowany w kilku największych metropoliach, w tym przede wszystkim w Warszawie, a w drugiej kolejności w Poznaniu i w Trójmieście. Tam zlokalizowane są firmy zajmujące się m.in. sprowadzaniem towarów konsumpcyjnych. W praktyce towary te trafiają jednak do wszystkich regionów kraju.





Ryc. 6.6. Obroty towarowe w handlu zagranicznym w latach 2005, 2010 i 2015  
 Fig. 6.6. Foreign trade in goods in 2005, 2010 and 2015  
 Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie bazy danych Ministerstwa Finansów.

W ujęciu terytorialnym uwagę zwraca dominująca rola Niemiec w powiązaniach handlowych powiatów województwa lubuskiego i opolskiego. Udział zachodniego sąsiada jest też istotny w innych regionach. Najbardziej zdywersyfikowaną strukturę eksportu mają jednostki województwa mazowieckiego oraz regiony Polski Wschodniej. Na niektórych obszarach zauważana jest ponadprzeciętna koncentracja wymiany z konkretnymi partnerami (Szejgiec-Kolenda, Komornicki, 2015). Dotyczy to np. wymiany z Holandią (wielkopolskie), Danią (zachodniopomorskie), Stanami Zjednoczonymi (podkarpackie), Litwą i Białorusią (podlaskie). Takie strefy koncentracji mogą wpływać na rozkłady ruchu pojazdów ciężarowych z wymienionych jednostek bezpośrednio do granic przez które odbywa się określona wymiana dwustronna.

Reasumując można przyjąć, że w całym badanym okresie rola polskiego handlu zagranicznego w ruchu pojazdów ciężarowych prawdopodobnie ulegała zwiększeniu. Pomimo spowolnienia w czasie kryzysu, były to lata znaczącej intensyfikacji obrotów, która dokonywała się m.in. poprzez: a) dalszą formalną

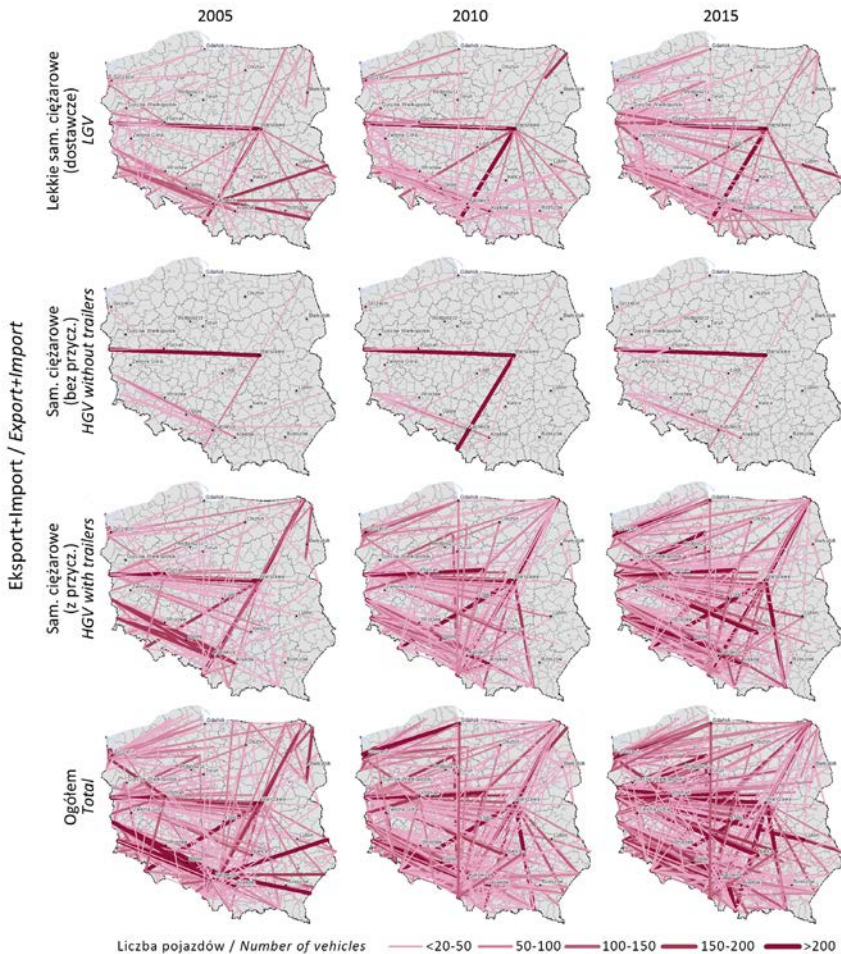
koncentrację importu w największych ośrodkach; b) skupienie eksportu w niektórych Specjalnych Strefach Ekonomicznych (m.in. na Dolnym Śląsku, ale także w województwie Podkarpackim; Komornicki i Szejgiec-Kolenda, 2017; c) dekoncentrację eksportu na mniejsze jednostki metropolitalne; d) rozszerzenie się roli partnerów zachodnioeuropejskich także na Polskę Wschodnią; e) zwiększenie wymiany handlowej z Czechami; f) relatywne zmniejszenie udziału partnerów wschodnich w wymianie handlowej województw Polski Wschodniej. Wymienione elementy w pewnym stopniu wpływały na rozkład ruchu pojazdów ciężarowych. Nie były jednak prawdopodobnie w stanie zasadniczo zmienić jego rozkładu. Wynika to z faktu wzajemnego „znoszenia się” niektórych tendencji (koncentracja i dekoncentracja), a także z ograniczonego udziału w obrotach, kierunków nowych, które kształtowały się w badanym okresie.

Ze względu na możliwości jakie daje baza eksportu i importu na poziomie powiatowym, w podziale na kierunki oraz gałęzie transportu, zaistniała pośrednia możliwość przypisania danego potoku ruchu do odcinka granicznego na podstawie określonych założeń potoków ruchu. Przyjęto następujące założenia upraszczające:

- Analiza ruchu źródłowo-docelowego dotyczy granic lądowych w ruchu drogowym (realizowanym transportem ciężarowym) oraz granicy morskiej w transporcie morskim.
- 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).
- Dla poszczególnych przejść granicznych dla danych odcinków granicznych założono alokację zgodną z intuicyjnym założeniem dystrybucji ruchu lokalnego (przygraniczne województwa) na mniejszych przejściach granicznych, a ruchu realizowanego na dłuższe dystanse (z dalej położonych województw) – na największych przejściach granicznych. Tym samym np. cały ruch z województwa mazowieckiego przez granicę niemiecką został alokowany na najbliższym w sensie geograficznym i jednocześnie największym na granicy polsko-niemieckiej przejściu granicznym w Świecku.

Takie założenie miało istotne konsekwencje dla bardzo dużego obłożenia ruchem ciężarowym autostrady A2 między Świeckiem a Warszawą, która jest siedzibą dużej liczby firm eksportowych i importowych prowadzących handel towarami przenoszonymi transportem ciężarowym z krajami położonymi na kierunku zachodnim.

- Alokacja ruchu na poszczególne typy samochodów została wykonana w wyniku analizy porównawczej ruchu na poszczególnych przejściach granicznych po odjęciu ruchu tranzytowego i ruchu źródłowo-docelowego (baza eksportu i importu). W niektórych przypadkach niemożliwością była dalsza alokacja ruchu na samochody ciężarowe z przyczepami, ponieważ ruch tranzytowy wyczerpywał już możliwości w tym zakresie, np. na granicy ukraińskiej.



Ryc. 6.7. Więźba ruchu zewnętrznego w układzie źródłowo-docelowym (eksport i import) w podziale na trzy typy samochodów ciężarowych w 2005, 2010 i 2015 r.

Fig. 6.7. Pattern of external traffic by source-destination (export and import) by three types of road freight vehicles in 2005, 2010 and 2015

Źródło / Source: opracowanie własne.

Uzyskany końcowy obraz więzby ruchu (rycina 6.7) potwierdził wcześniejsze rozważania o stabilności układu handlu zagranicznego jako podstawowego elementu ruchotwórczego. W sensie terytorialnym układ ten jest podobny w latach 2005, 2010 i 2015. Główne różnice polegają na intensyfikacji. Z ważnych zmian przestrzennych, które na tym etapie badania znalazły swoje potwierdzenie, wymienić jednak należy:

- wydłużenie silnych relacji handlowych, a tym samym potoków ruchu w stronę Niemiec i Europy Zachodniej aż do Polski Wschodniej (reorientacja niektórych wschodnich gospodarek lokalnych ze współpracy z państwami byłego Związku radzieckiego na kraje Unii Europejskiej);
- zwiększenie ruchu związanego z polskim handlem zagranicznym pomiędzy jednostkami położonymi poza metropoliami (Polska centralna i południowo-wschodnia) a granicą polsko-niemiecką;
- zmniejszenie ruchu z jednostek Polski południowej na Ukrainę,
- intensyfikację ruchu w kierunku południowym (granica słowacka, wymiana z krajami Europy Południowo-Wschodniej) z Polski centralnej (szczególnie z Warszawy).

## 6.5. Ruch zewnętrzny. Więzba i rozkład ruchu

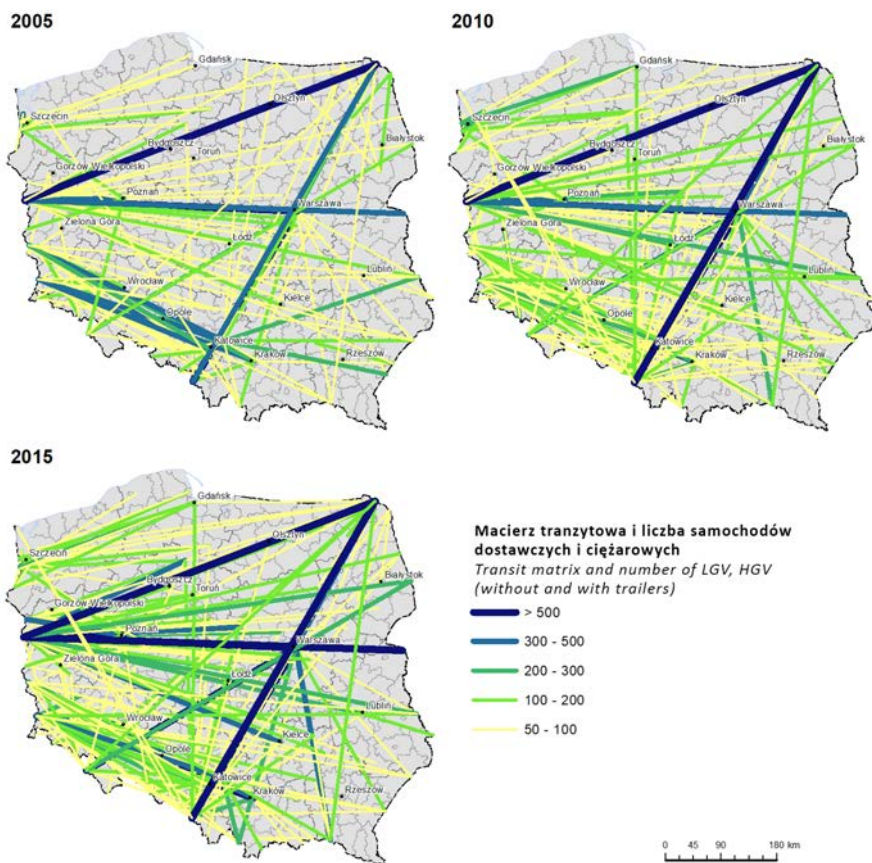
Ruch zewnętrzny łączny obliczany jest na podstawie sumy ruchu źródłowo-docelowego (eksport i import) i ruchu tranzytowego (ryc. 6.8).

Rozkład ruchu zewnętrznego w latach 2005-2015 jest mniej więcej stały i zależy w dużej mierze od zmian na sieci drogowej w Polsce, a także, choć w mniejszym stopniu na pojawieniu się nowych kierunków w handlu zagranicznym wykonywanych z wykorzystaniem transportu ciężarowego. W kontekście nowych kierunków w handlu w 2015 r. widać intensyfikację ruchu zewnętrznego na drogach krajowych nr 6 i 5 oraz w połączeniach na Słowację (do Barwinka i Chyżnego). Ruch zewnętrzny do granicy na Litwie w Budzisku po okresie intensywnego wzrostu w latach 2005-2010 podlega pewnej stabilizacji.

Przykładem zmian wynikających z rozbudowy sieci drogowej jest w latach 2005-2015 Polska centralna, gdzie zmiany są związane z ukończeniem kolejnych odcinków autostrady A2, a także oddaniem do użytku drogi ekspresowej S8 na odcinku między Wrocławiem a Łodzią (ryc. 6.9).

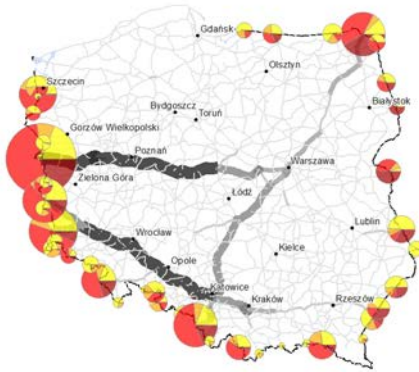
W obliczonym wariantcie nie uwzględniono opłat autostradowych oraz ograniczeń w przejeździe samochodów osobowych przez Warszawę. Z tego względu nastąpiła ogromna koncentracja ruchu samochodów ciężarowych na najszybszych ciągach drogowych (autostradach i drogach ekspresowych), w tym szczególnie na odcinkach prowadzących do Warszawy gdzie jednocześnie występują dwa zjawiska sprzyjające kumulacji ruchu. Po pierwsze, w Warszawie siedzibę ma duża część firm eksporterów i importerów i z tego względu jest to

zdecydowanie przewartościowany generator ruchu ciężarowego. Po drugie, najkrótsza ścieżka przewozu między Budziskiem a Świeciem w tranzycie prowadzi przez Warszawę. Te dwie przyczyny skutkują przewartościowaniem ruchu na całym odcinku autostrady A2, w tym w szczególności na odcinkach płatnych na zachód od Poznania, gdzie w szczególnym stopniu następuje odpyły kierowców na równoległą drogę krajową nr 92, gdzie opłata w ramach systemu viaTOLL jest niższa niż opłata na autostradzie koncesyjnej.

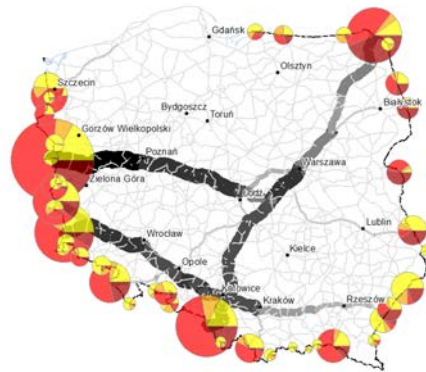


Ryc. 6.8. Łączna więźba ruchu zewnętrznego (eksport + import + tranzyt) w 2005, 2010 i 2015 r.  
 Fig. 6.8. Overall pattern of external traffic (export + import + transit) in 2005, 2010 and 2015  
 Źródło / Source: opracowanie własne.

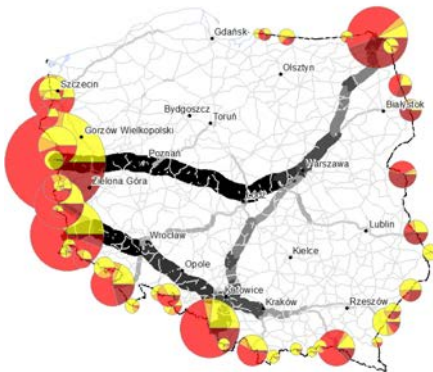
2005



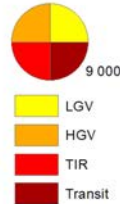
2010



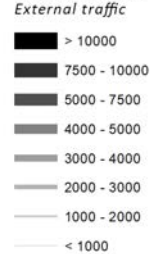
2015



**Struktura ruchu na przejściu granicznym**  
Traffic structure at the border crossing



**Ruch zewnętrzny**  
External traffic



0 50 100 200 km

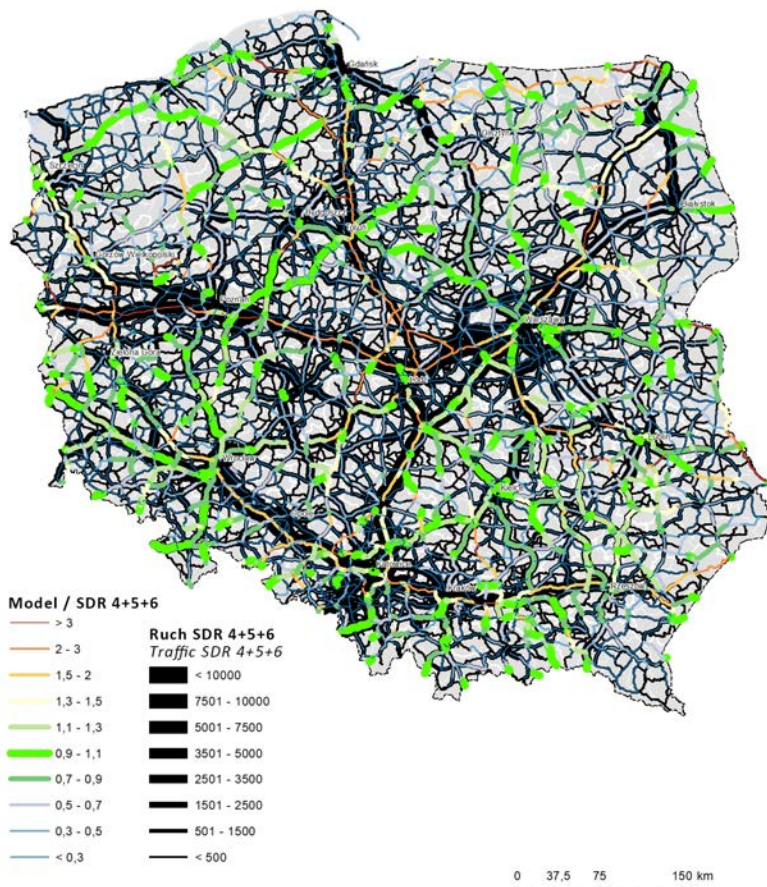
Ryc. 6.9. Rozkład przestrzenny ruchu zewnętrznego (eksport + import + tranzyt) na sieci dróg krajowych i wojewódzkich w 2005, 2010 i 2015 r. z uwzględnieniem struktury ruchu na przejściach granicznych

Fig. 6.9. Spatial distribution of external traffic (export + import + transit) within the national and voivodship road network in 2005, 2010 and 2015, taking into account the cross-border traffic structure  
Zródło / Source: opracowanie własne.

Dodatkową przyczyną kumulacji ruchu na autostradzie A2 w modelu jest intuicyjne założenie, że transport międzynarodowy w kierunku zachodnim na dłuższe odległości (np. z województw mazowieckiego, podlaskiego lub łódzkiego) jest realizowany najkrótszymi ścieżkami do największych przejść granicznych, czyli w przypadku tych województw – do Świecka. Tymczasem w rzeczywistości ruch samochodów ciężarowych na ostatnim odcinku do punktu granicznego w Świecku wynosi ponad 16 tys. i jest o połowę wyższy niż na pierwszym odcinku autostradowym między węzłem Świecko a Rzepinem (10,5 tys.). Część ruchu samochodów ciężarowych kieruje się w stronę Kostrzyna nad Odrą i Krosna Odrzańskiego, a część różnicy nie sposób racjonalnie wytłumaczyć.

Powyższe uwarunkowania są kluczowymi zmiennymi wpływającymi na bardzo wysokie (nawet trzykrotne) przewartościowanie ruchu na zachodnim odcinku autostrady A2. Wskazuje się na potrzebę bardziej pogłębionych badań

dotyczących modelowania ruchu zewnętrznego samochodów ciężarowych z uwzględnieniem innych czynników, takich jak np. ścieżki przejazdu w Polsce, a także, wykorzystanie stacji ciągłych pomiarów ruchu. Stacja taka na odcinku Świecko-Rzepin w miejscowości Kunowice (przed węzłem w Świecku) została zainstalowana w 2016 r. (ryc. 6.10).



Ryc. 6.10. Różnice między modelem ruchu zewnętrznego a rzeczywistym ruchem samochodów ciężarowych w 2015 r.

Fig. 6.10. Differences between the external traffic model and actual road freight traffic in 2015

Źródło / Source: opracowanie własne.

Podsumowując, ruch zewnętrzny samochodów ciężarowych w badanym okresie wzrósł o 72%. Największy udział we wzroście ruchu miały samochody ciężarowe z przyczepami (ponad dwukrotny wzrost). Jednocześnie następowała koncentracja ruchu na najważniejszych przejściach/punktach granicznych, w szczególności w Świecku, Jędrzychowicach, Budzisku i Cieszynie. Trudno jednoznacznie oszacować wielkość ruchu na przejściach granicznych, a także wielkość tranzytu. Dane dotyczące ruchu na ostatnich odcinkach sieci przed przejściami granicznymi dla 2005 r. znacząco różnią się od danych Straży

Granicznej. Trudności związane są również z właściwym oszacowaniem tranzytu między przejściami granicznymi. Nałożenie na siebie baz danych o eksporcie/importcie realizowanym z wykorzystaniem transportu ciężarowego oraz bazy danych Generalnego Pomiaru Ruchu prowadzi do problemów z alokacją ruchu między poszczególnymi odcinkami granic i przejściami/punktami granicznymi a wielkością eksportu/importu w poszczególnych województwach/powiatach. Połączenie obu baz danych wiąże się z efektem koncentracji ruchu na głównych ciągach autostradowych, w tym przede wszystkim na autostradzie A2 łączącej największe przejście graniczne na najbardziej obłożonym odcinku granicznym z Niemcami, tj. Świecko, z Warszawą, gdzie mieszczą się siedziby dużej liczby eksporterów/importerów zarejestrowanych w bazie Ministerstwa Finansów. Dodatkowo Warszawa zlokalizowana jest na najkrótszej ścieżce przewozu między Świeckiem i Budziskiem, Świeckiem i Kukurykami, a także w układzie skośnym – między Budziskiem a przejściami z Czechami w Bramie Morawskiej (Cieszyn, Gorzyczki).



## **7. Model ruchu wewnętrznego oraz model HGV Monit**

### **7.1. Rozmieszczenie produkcji sprzedanej przemysłu**

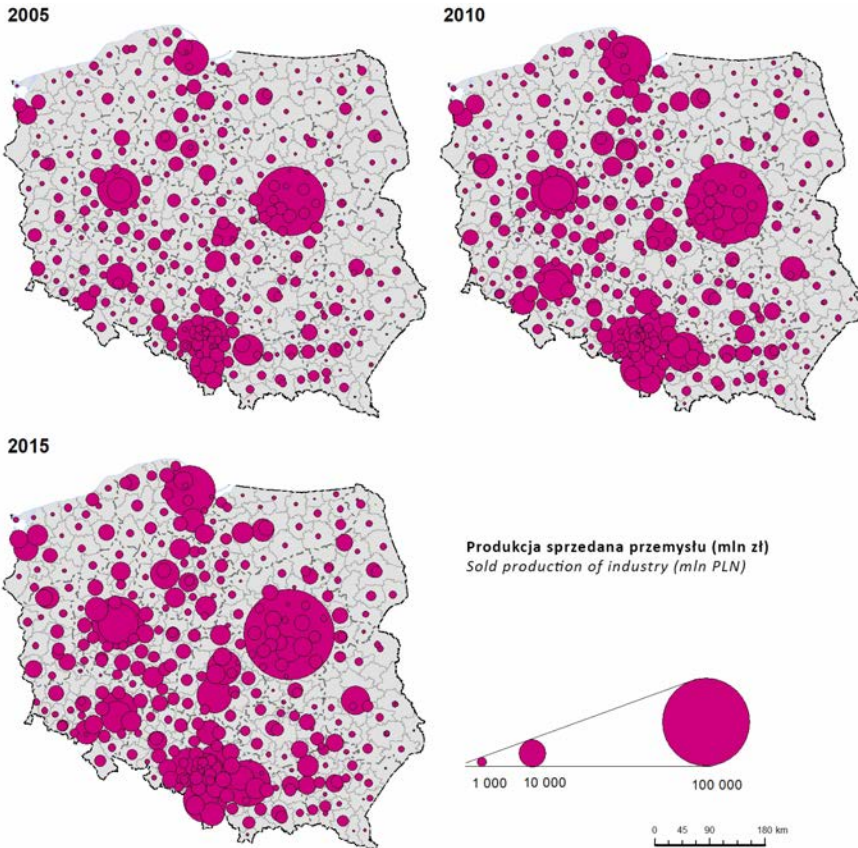
Produkcja sprzedana przemysłu to podstawowy miernik działalności gospodarczej (tj. działalności przemysłowej, budowlano-montażowej, transportowej i innej) przedsiębiorstw i firm przemysłowych, tj. jednostek gospodarczych zaliczonych według PKD2007. Istnieje wysoka korelacja między produkcją sprzedaną przemysłu a PKB. Produkcja sprzedana przemysłu ma jednak tę zaletę, że przynajmniej dla przedsiębiorstw dla których liczba pracujących przewyższa 9 osób, GUS udostępnia dane na poziomie powiatowym.

Największa produkcja sprzedana przemysłu w Polsce na poziomie powiatowym ma miejsce w dużych miastach oraz w miejscach, gdzie zlokalizowane są duże zakłady produkcyjne, w tym w szczególności elektrownie lub kopalnie. Udział samej Warszawy to 9-10% (przy czym najwyższy w badanym okresie był w 2005 r.). Na kolejnych miejscach jest największy po Warszawie ośrodek produkcji, miasto Poznań (3-4% produkcji krajowej), a dalej w kolejności powiaty: Gdańsk, Kraków, Bielsko-Biała, poznański, szereg miast w Konurbacji Górnośląskiej, Wrocław oraz bełchatowski. Na kolejnych miejscach znalazło się również sporo powiatów wchodzących w skład największych aglomeracji, np. piaseczyński, wrocławski lub tczewski. W niektórych powiatach w badanym okresie nastąpił kilkukrotny wzrost produkcji sprzedanej przemysłu, np. w powiecie wrocławskim ponad siedmiokrotny!

Na poziomie wojewódzkim dominuje produkcja sprzedana przemysłu z województwa mazowieckiego (ok. 20% produkcji krajowej, z tego połowę stanowi Warszawa), wielkopolskiego (ok. 10%; z tego połowę stanowi Poznań i powiat poznański) oraz śląskiego, przy czym w przypadku tego ostatniego województwa w lat 2010-2015 nastąpił spadek udziału z prawie 19% do 16,6%.

Generalnie zróżnicowanie przestrzenne produkcji sprzedanej przemysłu jest dość stałe, przy czym występują następujące prawidłowości:

- Utrzymuje się dominacja układu metropolii sieciowej, tj. Warszawa, Konurbacja Katowicka z Krakowem, Wrocław, Poznań i Trójmiasto wraz z obszarami przyległymi.
- Zwiększa się rola województw ściany zachodniej, tj. dolnośląskiego i lubuskiego oraz łódzkiego (wzrost znaczenia elektrowni w Bełchatowie), ale jednocześnie maleje znaczenie m.in. województwa opolskiego. Inne województwa mniej więcej zachowują swoje udziały w produkcji.
- Dla niektórych lat są luki w bazie danych (np. brak danych za 2010 r. dla powiatu bełchatowskiego), co może mieć swoje następstwo w wynikach rozkładu ruchu samochodów ciężarowych.
- Na poziomie powiatowym utrzymuje się układ mozaikowy zmian w produkcji sprzedanej przemysłu. W ramach regionów istnieją zwarte grupy powiatów, w których rośnie wartość produkcji, sąsiadujące z grupami powiatów o malejącej produkcji (por. ryc. 7.1).

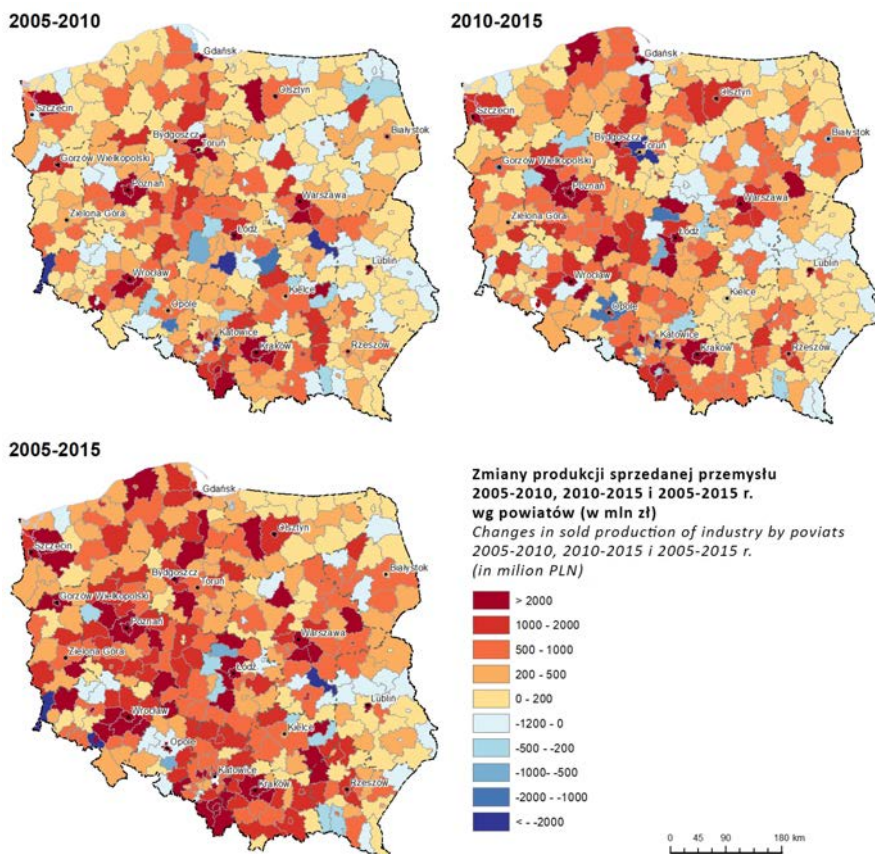


Ryc. 7.1. Produkcja sprzedana przemysłu wg powiatów w 2005, 2010 i 2015 r. (w mln zł)

Fig. 7.1. Sold production of industry by poviat in 2005, 2010 and 2015 (PLN million)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie BDL GUS

Konsekwencją udziałów w produkcji sprzedanej przemysłu, roli metropolii sieciowej i dominacji największych ośrodków dla rozkładu ruchu jest zwiększony ruch samochodów ciężarowych na odcinkach prowadzących między największymi ośrodkami, tj. na autostradach A1, A2 i A4 oraz drogach ekspresowych S7 i S5.



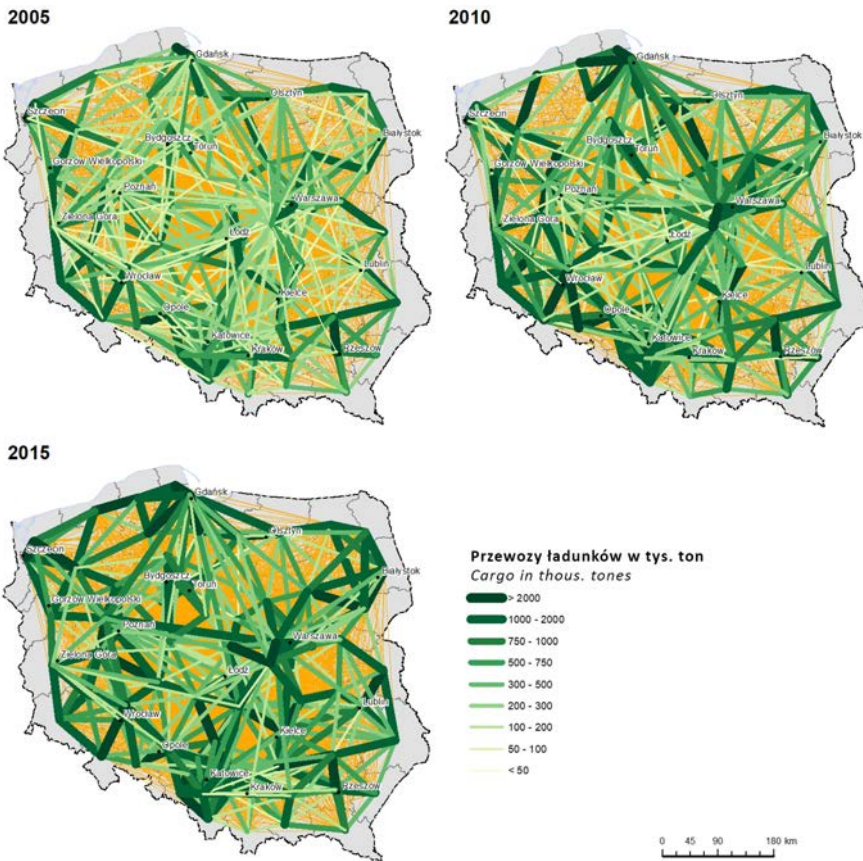
Ryc. 7.2. Zmiany produkcji sprzedanej przemysłu wg powiatów w okresie 2005-2010, 2010-2015 i 2005-2015 r. (w mln zł)

Fig. 7.2. Changes in sold production of industry by poviat in 2005-2010, 2010-2015 and 2005-2015 (PLN million)

Zródło / Source: opracowanie własne na podstawie BDL GUS

## 7.2. Przewozy ładunków według kierunków na poziomie NUTS3

Bazą danych, która w sposób bezpośredni odwołuje się do przewozów transportem ciężarowym w ujęciu macierzowym są: *Przewozy ładunków transportem krajowym wg podregionów (NUTS 2016)*. Analogiczne bazy zostały zebrane odpowiednio za lata 2005, 2010 i 2015. Dane te w postaci pełnej macierzy przepływów transportem drogowym (w tonach) między podregionami w układzie 73x73 podregiony dają możliwość analizy potoków ruchu w transporcie ciężarowym w układzie źródło-cel. Dla każdego podregionu jako węzeł źródłowo-docelowy wybrano miasto z największą liczbą mieszkańców.



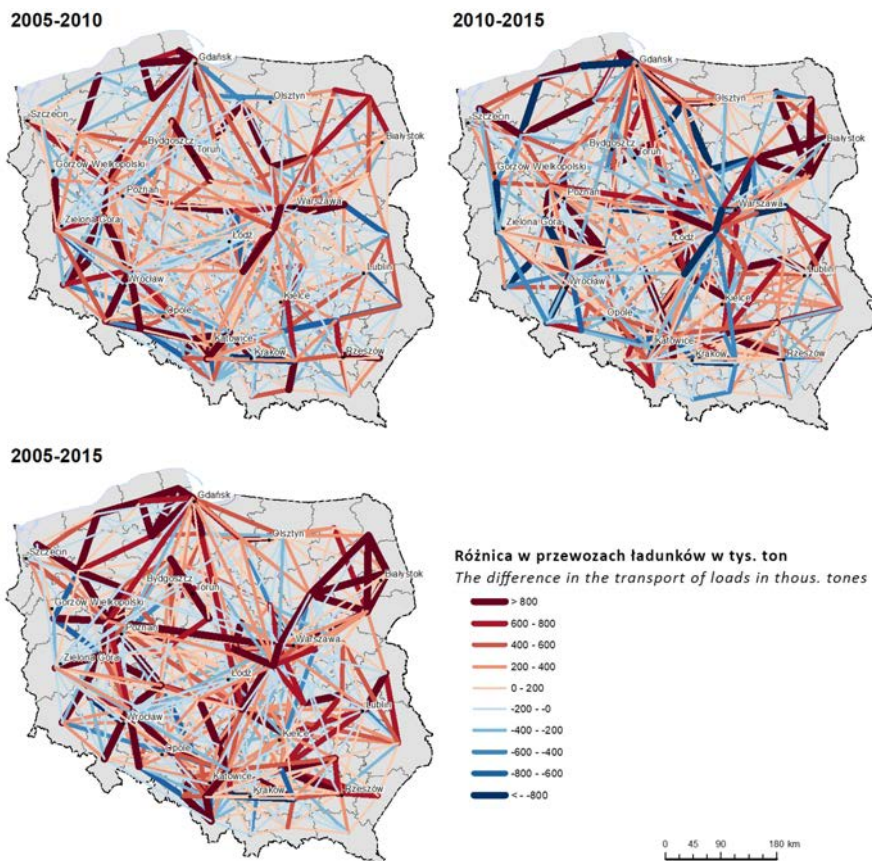
Ryc. 7.3. Przewozy ładunków transportem drogowym wg kierunków transportu i podregionów (NUTS 2016) w 2005, 2010 i 2015 r. (w tys. ton)

Fig. 7.3. Road freight transport by transport direction and subregion (NUTS 2016) in 2005, 2010 and 2015 (thousand tonnes)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych GUS

W ujęciu przestrzennym macierz przewozów ładunków ujawnia interesujące zależności. Metropolia sieciowa, układ dużych ośrodków dominujących w zakresie produkcji sprzedanej przemysłu, kluczowy dla przewozów na dłuższe odległości

między aglomeracjami staje się niewidoczny. Dominują natomiast przewozy na krótkie odległości, przy czym co zaskakujące, również, a może przede wszystkim między podregionami peryferyjnymi w skali kraju, i to zarówno na zachodzie (duże potoki ruchu między województwami zachodniopomorskim, lubuskim i dolnośląskim), jak i na wschodzie kraju (szczególna koncentracja przewozów między podregionami w ramach poszczególnych województw).



Ryc. 7.4. Zmiany przewozów ładunków transportem drogowym wg kierunków transportu i podregionów (NUTS 2016) w okresie 2005-2010, 2010-2015 i 2005-2015 r. (w tys. ton)  
 Fig. 7.4. Changes in road freight transport by transport direction and subregion (NUTS 2016) in the periods 2005-2010, 2010-2015 and 2005-2015 (thousand tonnes)

Szczególnie wysokie przewozy ładunków między regionami peryferyjnymi są widoczne w 2005 r. W późniejszych latach następuje pewne wyrównanie w układzie centrum-peryferie i coraz bardziej widoczne stają się duże potoki ładunkowe realizowane na dłuższych trasach w centralnej Polsce. Zaskakujący jest natomiast stały wzrost potoków ruchu ciężarowego wewnątrz krajowego w słabo zaludnionym i generalnie depopulacyjnym województwie podlaskim. W przypadku tego regionu intensyfikacja przewozów między podregionami może dotyczyć głównie produktów rolnych, spożywczych (np. przewozy do

mleczarni), lub też np. drewna, ale i także piasku i żwiru. W ramach poszczególnych regionów, na poziomie lokalnym, wskazane są dalsze badania w tym zakresie. Podsumowując, ze względu na uchwycenie problemów dużych przewozów na obszarach peryferyjnych, macierz przewozów ładunków według kierunków jest doskonałym uzupełnieniem produkcji sprzedanej przemysłu.

### 7.3. Podstawy metodyczne modelu HGV Monit

W modelu ostateczny rozkład ruchu samochodów ciężarowych w latach 2005-2010-2015 powstaje w wyniku sumy rozkładów ruchu zewnętrznego i wewnętrznego. Ruch zewnętrzny, czyli ruch tranzytowy i ruch źródłowo-docelowy (eksport +import) stanowi około 9,2-11,6% pracy przewozowej ogółem i jego udział systematycznie rośnie. Jednocześnie ruch zewnętrzny jest skoncentrowany na głównych ciągach autostrad i dróg ekspresowych, gdzie jego udział w pracy przewozowej jest odpowiednio wyższy.

Tabela 7.1. Orientacyjne udziały w pracy przewozowej poszczególnych „motywacji” przewozu w modelu ruchu transportu ciężarowego w Polsce w latach 2005/2010/2015

	Nazwa	Determinanty potencjałów ruchotwórczych		Opór przestrzeni	Przeliczniki	Orientacyjny udział w pracy przewozowej ogółem		
		Produkcja	Atrakcja			Wartość (2005)	Wartość (2010)	Wartość (2015)
Ruch zewnętrzny	Ruch zewnętrzny tranzytowy	Macierz tranzytowa między przejściami granicznymi		Jak w macierzy	*0,5	0,9%	1,2%	1,4%
	Ruch zewnętrzny źródłowo-docelowy (eksport i import)	Macierz źródłowo-docelowa między powiatami i przejściami granicznymi		Jak w macierzy	*0,5	8,4%	9,6%	10,2%
	Razem					9,2%	10,7%	11,6%
Ruch wewnętrzny	Przewóz ładunków pomiędzy podregionami (tys. ton)	Największy ośrodek w podregionie	Największy ośrodek w podregionie	Jak w macierzy	*0,18	22,4%	24,2%	25,0%
	Ruch związany z produkcją (mln zł)	Produkcja sprzedana przemysłu w powiatach	Liczba ludności w gminach	-0,005776*	*0,17	25,1%	29,2%	32,7%
	Ruch lokalny. Liczba ludności	Ludność ogółem w gminach	Ludność ogółem w gminach	-0,04621*	*0,0044	43,3%	35,9%	30,7%
	Razem					90,8%	89,3%	88,4%

\*wartość parametru  $\beta$  w funkcji wykładniczej.

Źródło: opracowanie własne.

Równocześnie ruch wewnętrzny wciąż jest dominujący, a jego orientacyjny udział w pracy przewozowej w 2015 przewyższa 88%. Na ruch wewnętrzny w modelu składają się trzy komponenty: (1) przewóz ładunków pomiędzy podregionami na podstawie macierzy przewozów ładunków (73x73 podregionów); (2) ruch związany z produkcją, na bazie potoków ruchu między produkcją sprzedaną przemysłu (jako produkcja) i liczbą ludności (jako atrakcja); (3) ruch lokalny, gdzie zarówno produkcją jak i atrakcją jest liczba ludności.

Przeprowadzono szereg symulacji, tak by możliwie najlepiej dopasować model do wyników średniodobowego natężenia ruchu samochodów ciężarowych, odpowiednio w 2005, 2010 i 2015 r. (na podstawie SDR 4+5+6 w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu, odpowiednio w 2005, 2010 i 2015 r.). Najlepsze dopasowanie modelu uzyskano dla orientacyjnych udziałów w pracy przewozowej poszczególnych kategorii ruchu jak w tab. 7.1. Założono, że rola ruchu lokalnego (ludność do ludności) ze względu na stabilną liczbę ludności w Polsce odpowiednio maleje (z 43 na 31% orientacyjnej pracy przewozowej ogółem), podczas gdy znaczenie ruchu związanego z produkcją odpowiednio rośnie (z 25 do 33% orientacyjnej pracy przewozowej ogółem). Przewóz ładunków pomiędzy regionami kształtuje się w granicach 22-25% orientacyjnej pracy przewozowej (tab. 7.1).

#### **7.4. Rezultaty modelu HGV Monit. Model bez opłat autostradowych, viaTOLL i ograniczeń w przejeździe przez Warszawę**

Rezultaty modelu HGV Monit, tj. hipotetyczny rozkład ruchu samochodów ciężarowych w kolejnych latach badania (2005, 2010, 2015), a przede wszystkim odchylenia (przeszacowanie/niedoszacowanie modelu względem wyników Generalnego Pomiaru Ruchu przedstawiają ryciny poniżej.

**Po pierwsze**, przedstawiony model ruchu samochodów ciężarowych jest dobrze dopasowany. Dla wszystkich odcinków sieci współczynnik determinacji  $R^2$  przekroczył 0,7, a dla najlepiej dopasowanego roku wyniósł aż 0,79. Model znacząco obniża swoje dopasowanie w latach 2010-2015, choć nadal w 2015 r. dopasowanie modelu utrzymuje się na zadowalającym poziomie, tj. powyżej 0,7. Mapa potwierdza, że duża część odcinków jest dopasowana na poziomie 0,9-1,1 w relacji do rzeczywistego średniodobowego natężenia ruchu. Spadek dobrego dopasowania modelu wraz z upływającym czasem wynika z szeregu przyczyn do których należą:

- fakt, iż model w coraz większym stopniu bazuje na bardzo szybko rosnącej produkcji sprzedanej przemysłu, a w coraz mniejszym stopniu na zróżnicowaniu ludności; być może jest to wniosek do dalszych badań związanych z relacjami między wielkością produkcji a wielkością ruchu (w tym uwzględnić w należyty sposób coraz większy tonaż pojazdów i przesunięcie

w kierunku samochodów ciężarowych z przyczepami, co skutkuje coraz mniejszą transportochłonnością produkcji);

- fakt, iż swoistego rodzaju bazą dla obliczeń w ruchu zewnętrznym źródłowo-docelowym była lokalizacja siedzib eksporterów i importerów, a w badanej dekadzie następowała w coraz większym stopniu koncentracja działalności gospodarczej (tzn. siedziby przedsiębiorstwa) w dużych ośrodkach, w tym w Warszawie, co mogło wpłynąć na koncentrację ruchu między głównymi ośrodkami (podstawowa sieć autostrad i dróg ekspresowych).

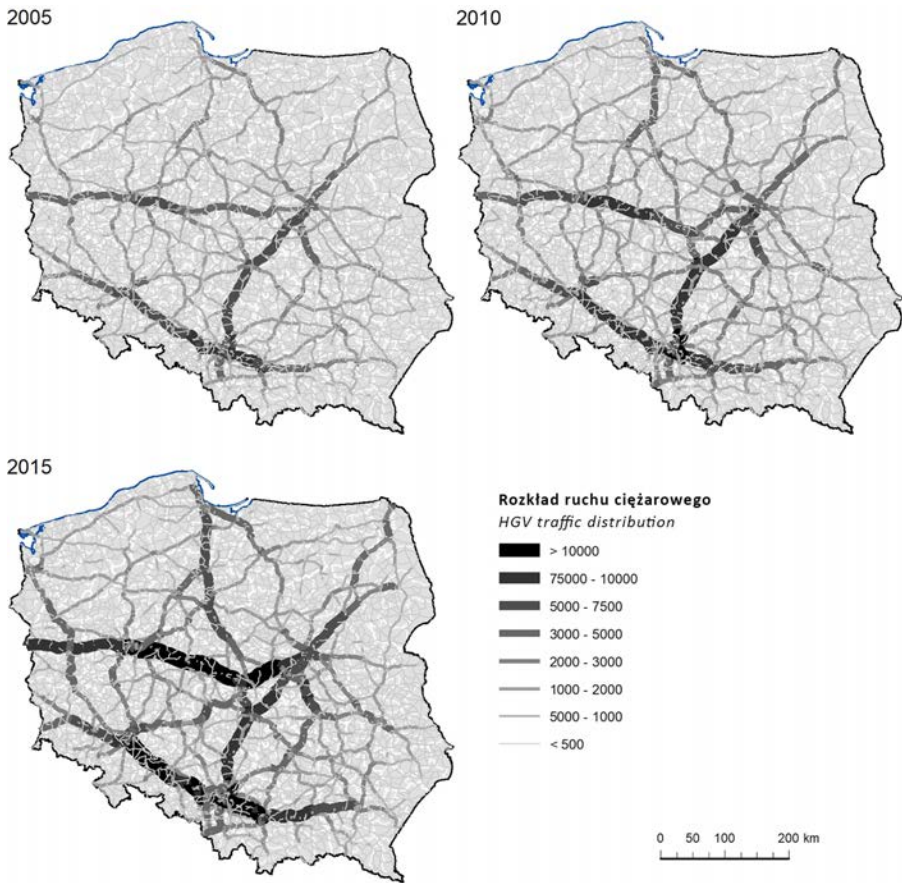
**Po drugie**, model znacząco przeszacowuje ruch na odcinkach autostradowych, a w mniejszym stopniu na odcinkach dróg ekspresowych. Z czasem pogłębia się niedoszacowanie modelu, przede wszystkim jeżeli porówna się rok 2005 i 2015. Wynika to przede wszystkim z faktu rozbudowy sieci autostrad i dróg ekspresowych. W warunkach, gdy w modelu nie zostały uwzględnione opłaty drogowe, ruch na nowych odcinkach autostradowych (w większości płatnych) jest przeszacowany. Poza płatnymi autostradami model przeszacowuje ruch również na DK61 między Łomżą a Augustowem (a z kolei niedoszacowuje ruch na DK8 między Białymstokiem a Augustowem). W 2015 r. w następstwie intensywnej rozbudowy sieci dróg ekspresowych i autostrad model w coraz większym stopniu przeszacowuje ruch nie tylko na autostradach płatnych, ale także na większości odcinków dróg ekspresowych, a także niektórych drogach krajowych, jak np. na DK22 między Tczewem a Kostrzynem. Jest to w pewnym stopniu, przynajmniej dla tego odcinka drogi, związane z założeniami modelu zewnętrznego i roli Niemiec w wymianie handlowej Polski. Jednak przeszacowanie, nawet ponad dwukrotne ruchu na niektórych odcinkach (np. prowadzących do Górnego Śląska lub do Warszawy) trudno uzasadnić.

**Po trzecie**, model niedoszacowuje ruch na drogach wojewódzkich i lokalnych, przy czym jest to szczególnie widoczne w 2015 r. Jest wysoce prawdopodobne, że powstanie w badanym okresie dużych centrów logistycznych, zlokalizowanych głównie przy drogach ekspresowych i autostradach sprawiło, że w coraz większym stopniu ruch przenosi się pomiędzy nimi, co zmniejszyło zapotrzebowanie na ruch samochodów ciężarowych między lokalnymi centrami zaopatrzenia.

**Po czwarte**, niezależnie od budowy autostrad i dróg ekspresowych zmienia się rola niektórych ciągów drogowych. Tu pewnym zaskoczeniem jest tzw. Via Carpatia, czy potencjalna droga ekspresowa S19 łącząca m.in. Białystok z Lublinem i Rzeszowem (do 2015 r. na większości trasy jednojezdniowa droga krajowa). Jeszcze w 2005 r. ruch na północnym, podlaskim odcinku tej trasy był niedoszacowany (podobnie jak ruch między Białymstokiem a Augustowem). W 2010 r. ruch na Via Carpatia wydaje się być dobrze dopasowany na większości odcinków, a w 2015 r. już tylko w okolicach Białegostoku jest nieznacznie niedoszacowany, a na odcinku na północ od Rzeszowa wyraźnie przeszacowany. Taka zmiana mogłaby świadczyć o tym, że mimo zapowiedzi rządowych o dużym znaczeniu trasy, jej rola w rzeczywistości maleje (w sensie ruchu samochodów ciężarowych względem pozostałych odcinków sieci).



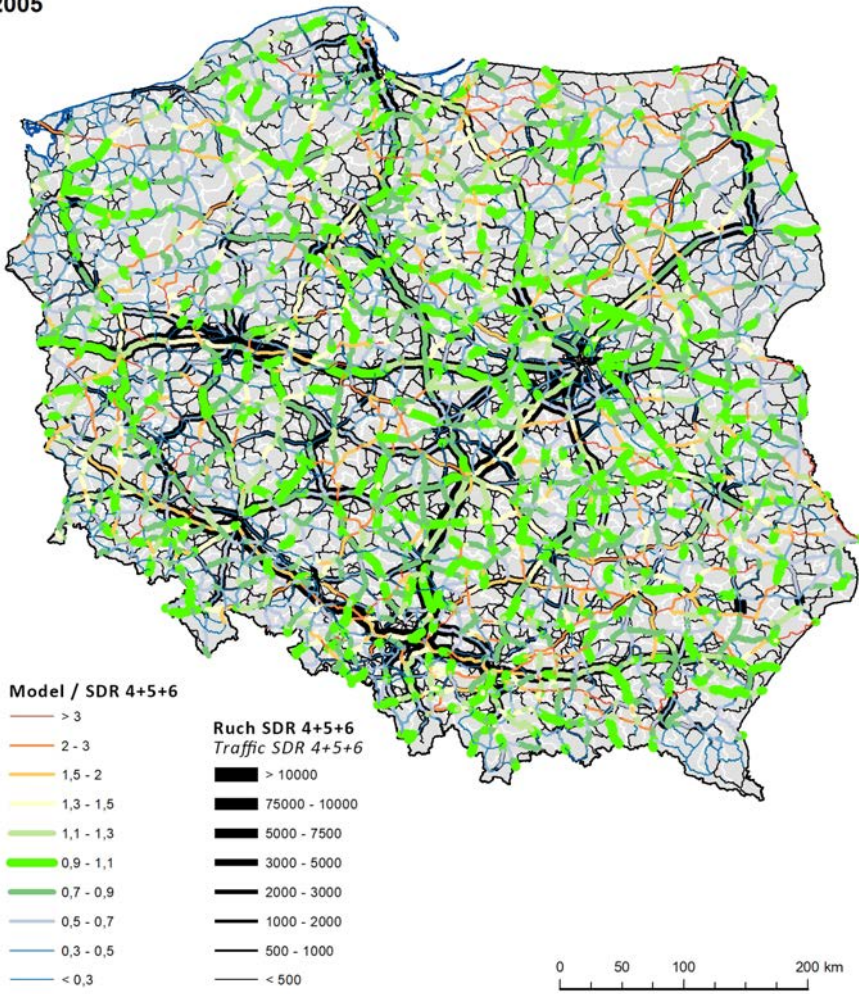
**Po piąte**, wyraźnym niedoszacowaniem ruchu w 2015 r. charakteryzują się drogi lokalne w aglomeracjach, gdzie w warunkach intensywnej suburbanizacji (często nie do końca popartej rzeczywistymi danymi ludnościowymi), wszelkiego rodzaju budowy są realizowane z wykorzystaniem transportu ciężarowego (często samochody ciężarowe bez przyczep). Rozbudowa centrów logistycznych w ostatnich latach, która miała miejsce głównie w największych aglomeracjach kraju, również skutkuje potrzebą rozprawienia ruchu lokalnego w aglomeracjach z wykorzystaniem pojazdów lekkich (dostawczych).



Ryc. 7.5. Hipotetyczny (modelowy) rozkład średniodobowego natężenia ruchu samochodów ciężarowych w 2005, 2010 i 2015 r.

Fig. 7.5. Hypothetical (model) distribution of the average daily volume of road freight traffic in 2005, 2010 and 2015

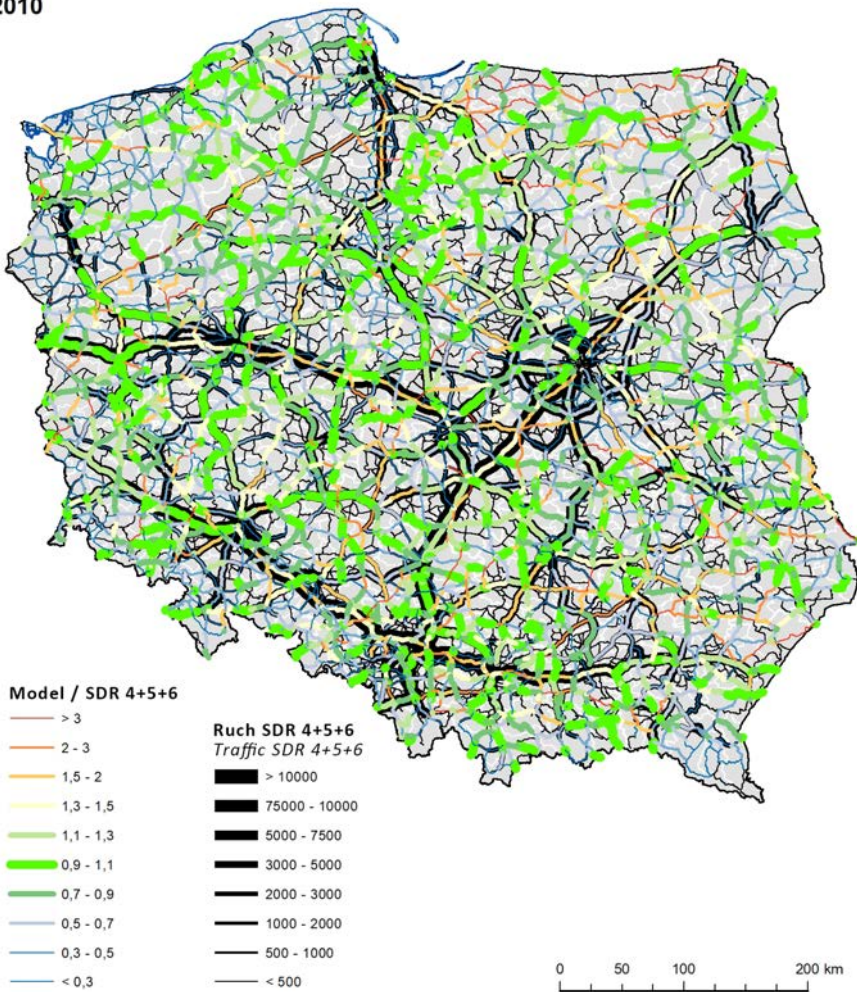
2005



Ryc. 7.6. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu samochodów ciężarowych w 2005 r. Model a SDR(4+5+6) (GPR2005)

Fig. 7.6. Overestimation/underestimation of the average daily volume of road freight traffic in 2005. Model v. SDR(4+5+6) (GPR2005)

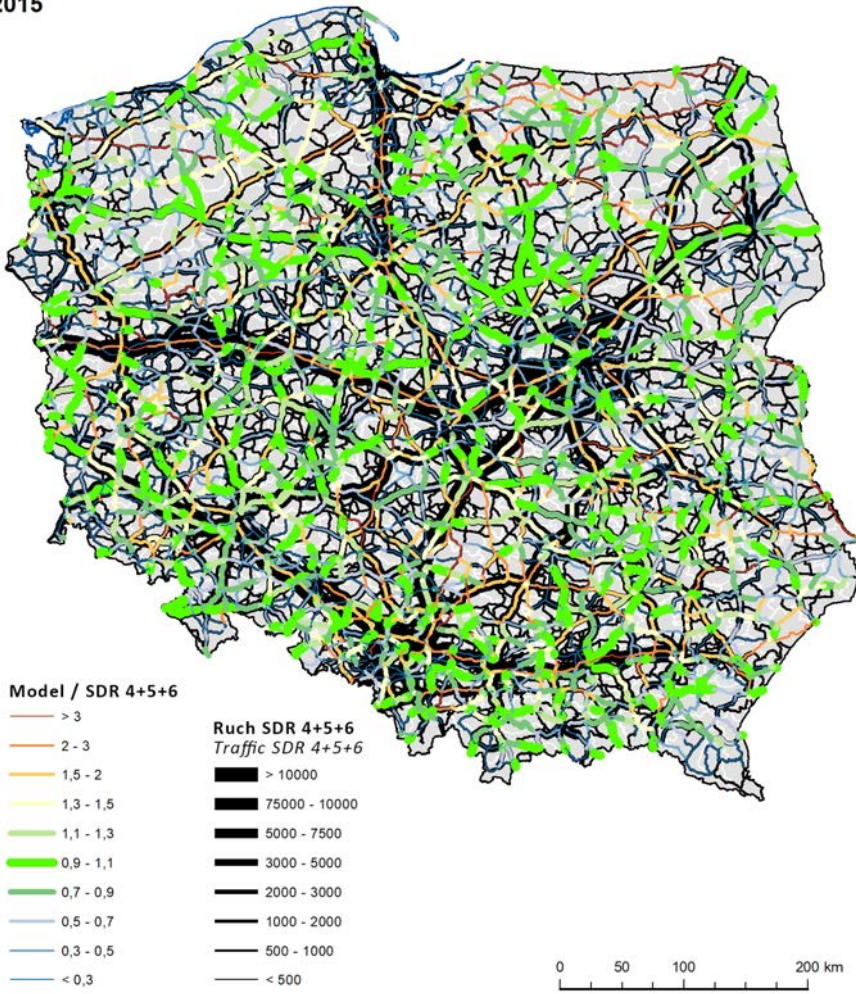
2010



Ryc. 7.7. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu samochodów ciężarowych w 2010 r. Model a SDR(4+5+6) (GPR2010)

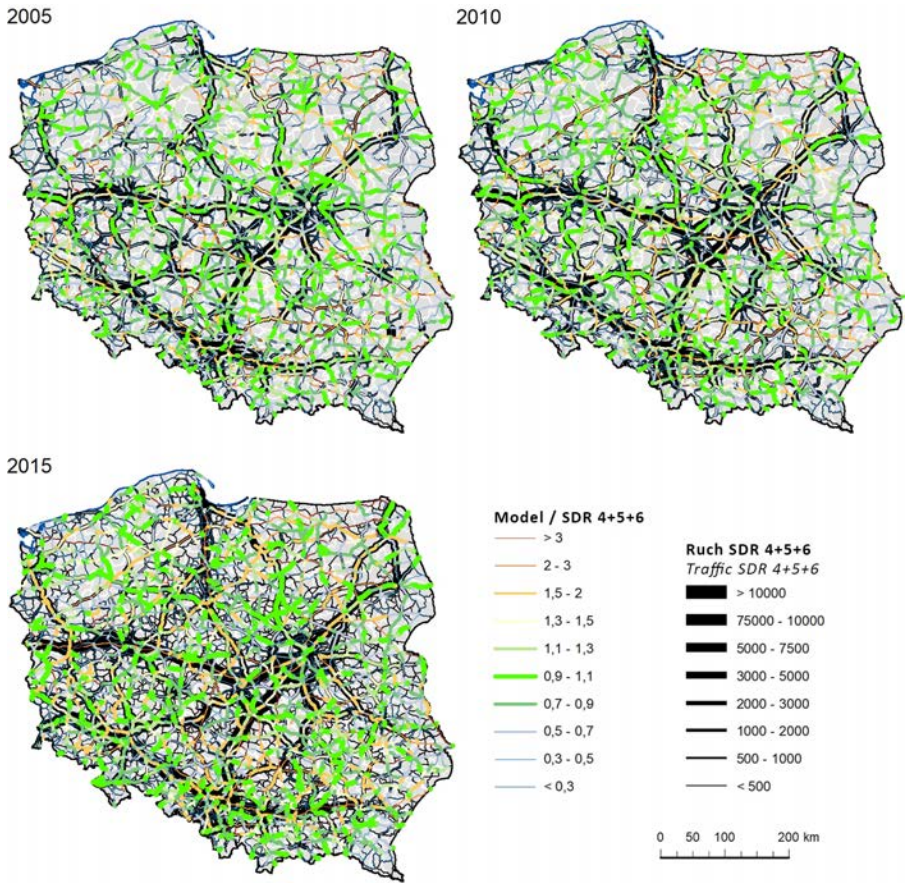
Fig. 7.7. Overestimation/underestimation of the average daily volume of road freight traffic in 2010. Model v. SDR(4+5+6) (GPR2010)

2015

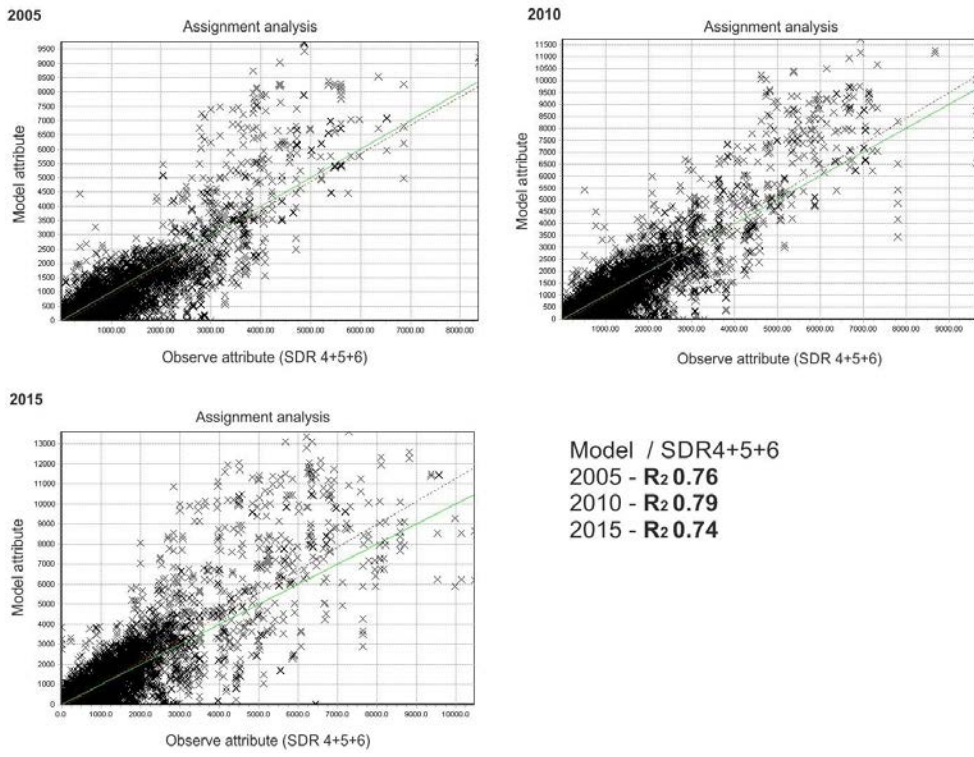


Ryc. 7.8. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu samochodów ciężarowych w 2015 r. Model a SDR(4+5+6) (GPR2015)

Fig. 7.8. Overestimation/underestimation of the average daily volume of road freight traffic in 2015. Model v. SDR(4+5+6) (GPR2015)



Ryc. 7.9. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu samochodów ciężarowych w 2005, 2010 i 2015 r. Model a SDR(4+5+6) (GPR2005; GPR2010; GPR2015)  
 Fig. 7.9. Overestimation/underestimation of the average daily volume of road freight traffic in 2005, 2010 and 2015. Model v. SDR(4+5+6) (GPR2005; GPR2010; GPR2015)

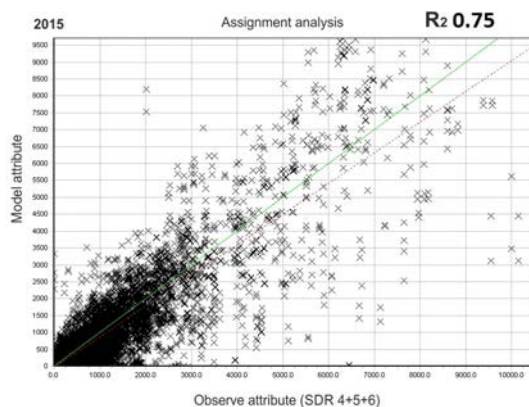


Ryc. 7.10. Dopasowanie modelu do SDR (4+5+6) (GPR2005; GPR2010 i GPR2015). Wszystkie odcinki sieci  
 Fig. 7.10. Matching the model to SDR (4+5+6) (GPR2005; GPR2010 and GPR2015). All network sections

### 7.5. Rezultaty modelu HGV Monit. Model z karami czasowymi związanymi z opłatami autostradowymi, ograniczeniami w przejeździe przez Warszawę oraz systemem viaTOLL

W wyniku wprowadzenia kar czasowych związanych z opłatami autostradowymi, przejazdem przez Warszawę oraz systemem viaTOLL doszło do nieznacznej poprawy dopasowania modelu za rok 2015 na poziomie całego kraju (z  $R^2=0,74$  na  $R^2=0,75$ ). Zmniejszyło się znacznie przeszacowanie ruchu na odcinkach będących tzw. outliersami (ryc. 7.11).

Poprawa dopasowania modelu w ujęciu/rozkładzie przestrzennym jest dużo bardziej widoczna w porównaniu do współczynnika determinacji. Wprowadzenie kar czasowych związanych z opłatami autostradowymi, przejazdem przez Warszawę oraz systemem viaTOLL wiąże się z następującymi zmianami w ujęciu przestrzennym:



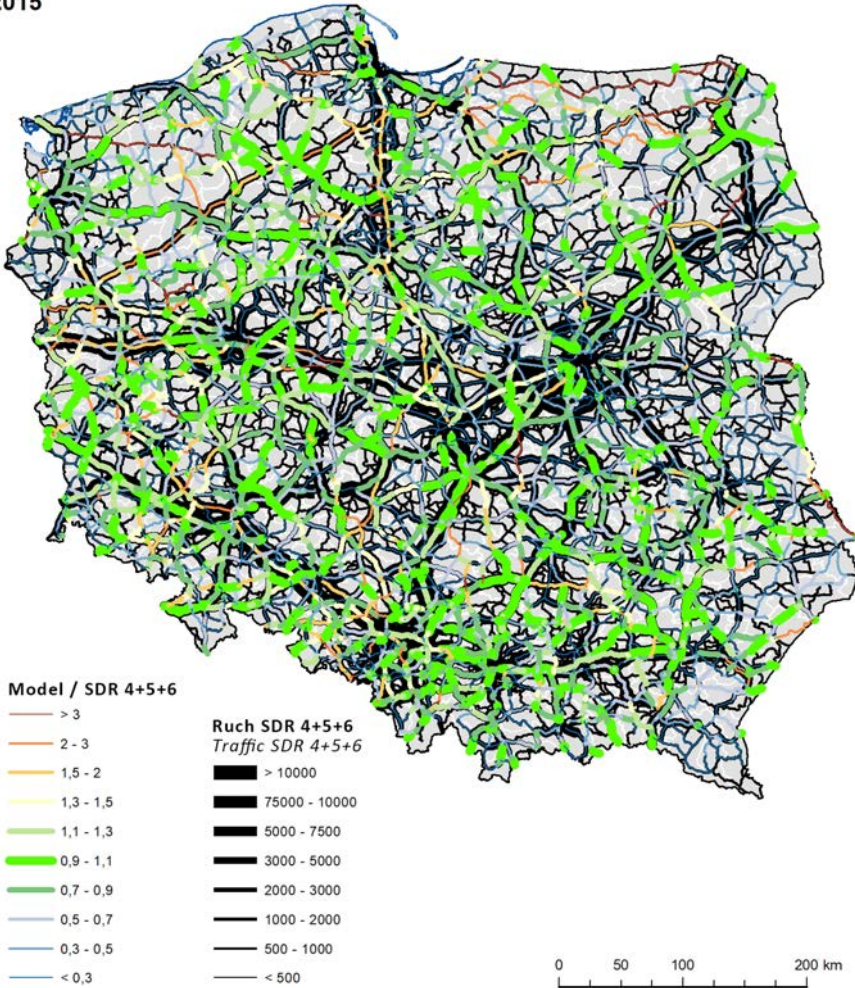
Ryc. 7.11. Dopasowanie modelu z karami czasowymi związanymi z opłatami autostradowymi, przejazdem przez Warszawę oraz systemem viaTOLL do SDR (4+5+6) (GPR2015). Wszystkie odcinki sieci

Fig. 7.11. Fit of the model to SDR (4+5+6). All sections of the network

- Wielkość ruchu samochodów ciężarowych na odcinkach autostradowych, jak dotąd mocno (nawet na niektórych fragmentach ponad trzykrotnie) przeszacowana w modelu, jest dużo bliższa rzeczywistości. Poprawa dopasowania jest widoczna np. na autostradzie A2, szczególnie na koncesjonowanym odcinku Nowy Tomyśl-Poznań (dopasowanie w granicach 0,9-1,1) oraz między Koninem i Warszawą. Poprawa zauważalna jest też na autostradzie A1 między Toruniem a Strykowem (tu nadal pewne nadwarstościowanie, ale znacznie niższe niż przed uwzględnieniem kar czasowych) oraz na autostradzie A4 (przede wszystkim w jej wschodnim fragmencie).
- Znacznie poprawiło się dopasowanie modelu na trasach dojazdowych do Warszawy, w zasadzie we wszystkich kierunkach. Wyjątkiem jest droga krajowa nr 17 w kierunku Lublina, gdzie doszło do dość niezwykłej sytuacji, gdzie przed wprowadzeniem kar czasowych ruch był znacząco przeszacowany, a po wprowadzeniu kar, m.in. wynikających z funkcjonowania w 2015 r. opłaty viaTOLL na drodze ekspresowej S17 na dojeździe do Lublina, ruch samochodów ciężarowych w modelu między Warszawą i Lublinem stał się mocno niedoszacowany.
- Poprawie dopasowania uległ system dróg krajowych w Polsce północnej (S3/DK3; DK6; DK7) z wyjątkiem DK22 między Gorzowem Wlkp. a Tczewem (nadal bardzo duże przeszacowanie ruchu na tym odcinku). Jest to część interesującego pod względem modelowania problemu odpływu samochodów ciężarowych na trasie między Litwą a Niemcami na trasy alternatywne względem „tradycyjnego” ciągu dróg DK61/DK8/A2, tj. m.in. właśnie na DK22, DK16 oraz na szereg dróg wojewódzkich w północnej części województwa warmińsko-mazurskiego. Analogicznie wprowadzenie kar czasowych w związku z systemem viaTOLL na S8 na dojeździe do Białegostoku skutkuje w modelu znaczącym niedoszacowaniem ruchu na trasie DK8/S8 przez Białystok.

- Wprowadzenie kar czasowych nie miało dużego przełożenia na zwiększenie ruchu samochodów ciężarowych na drogach wojewódzkich i lokalnych. Ruch w dużym stopniu przenosił się na równoległe drogi krajowe, względnie dotyczył zmian tras w skali całego kraju (np. w Polsce północno-wschodniej). Dalsze modelowanie ruchu samochodów ciężarowych na drogach wojewódzkich i lokalnych wymaga powstanie odrębnej bazy danych dotyczącej obostrzeń w ruchu na tych kategoriach dróg.

2015



Ryc. 7.12. Przeszacowanie / niedoszacowanie średniodobowego natężenia ruchu samochodów ciężarowych w 2015 r. Model z karami czasowymi związanymi z opłatami autostradowymi, przejazdem przez Warszawę i systemem viaTOLL a SDR(4+5+6) (GPR2015)

Fig. 7.12. Overestimation/underestimation of the average daily volume of road freight traffic in 2015. Model with time penalties due to motorway tolls, crossing Warsaw and the viaTOLL system v. SDR (4+5+6) (GPR2015)



## **8. Struktura przewozów ładunków transportem drogowym krajowym**

### **8.1. Założenia metodyczne**

Badanie dotyczące transportu drogowego prowadzone przez GUS metodą reprezentacyjną realizowane jest zgodnie z postanowieniami rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 70/2012 z dnia 18 stycznia 2012 r. w sprawie sprawozdań statystycznych w odniesieniu do transportu drogowego rzeczy (wersja przekształcona) – Dz. Urz. UE L 32 z 03.02.2012 r. – zastępującego rozporządzenie Rady (WE) nr 1172/98. Badanie to obejmuje wszystkie kraje UE zapewniając porównywalność międzynarodową metodologii, a tym samym wyników badania. Badanie reprezentacyjne nie obejmuje następujących pojazdów: samochodów ciężarowych o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 tony włącznie oraz ciągników siodłowych i samochodów ciężarowych (o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 tony) w wieku powyżej 25 lat. Dane o przewozach ładunków transportem samochodowym nie obejmują też przewozów ładunków ciągnikami rolniczymi, taborem technologicznym, pojazdami samochodowymi Ministerstwa Obrony Narodowej i Ministerstwa Spraw Wewnętrznych. Badane są wyłącznie polskie przedsiębiorstwa, więc nie zawiera informacji o przewozach w transporcie krajowych realizowanych na terenie Polski przez flotę samochodową należącą do przedsiębiorstw spoza Polski. Badaniem objęci są właściciele (użytkownicy) samochodów ciężarowych i ciągników samochodowych siodłowych.

Badanie trwa 52 tygodnie w roku, a informacje pozyskiwane są na formularzu o symbolu TD-E „Kwestionariusz tygodniowy o przewozach ładunków pojazdem samochodowym”.

Operat losowania pojazdów jest przygotowywany w oparciu o otrzymane wyciągi z centralnej ewidencji pojazdów. Losowanie próby do badania odbywa

się 4 razy w roku. Przykładowo w 2015 r. badana populacja została podzielona na warstwy. Kryteriami warstwowania były województwo oraz 12 kategorii pojazdów:

- 8 kategorii samochodów ciężarowych, tj. samochody ciężarowe w czterech grupach wiekowych i w podziale na ładowność poniżej 6 ton oraz 6 ton i więcej;
- 4 kategorie ciągników siodłowych, tj. ciągniki siodłowe w czterech grupach wiekowych. W ten sposób otrzymano 192 warstwy.

Próba o liczebności 14,0 tys. pojazdów ciężarowych dla każdego kwartału została rozłożona na 12 kategorii pojazdów tak, aby dla samochodów ciężarowych zapewnić dwukrotnie większą liczbę pojazdów młodszych niż starszych, jak i pojazdów cięższych niż lżejszych, a dla ciągników siodłowych ponad trzykrotnie większą liczbę ciągników w wieku do 10 lat niż ciągników starszych. Samochody ciężarowe posiadały w próbie 59,5% udziału, a ciągniki siodłowe – 40,5% udziału. Próba pojazdów została zaalokowana proporcjonalnie do pierwiastka z liczby pojazdów danej kategorii w danym województwie. Po wylosowaniu, próba dla każdego kwartału została podzielona losowo równomiernie na 13 tygodni.

W 2015 r. próba liczyła 56,2 tys. pojazdów, tj. 33,4 tys. samochodów ciężarowych i 22,8 tys. ciągników siodłowych, co stanowiło ponad 8% ogólnej liczby pojazdów w operacie. W 2010 r. do próby wylosowano 50 tys. pojazdów, tj. 32,4 tys. samochodów ciężarowych i 17,6 tys. ciągników siodłowych. Próba stanowiła 8% ogólnej liczby pojazdów w operacie. W 2005 r. do próby wylosowano 46,5 tys. pojazdów, tj. 13,1 tys. samochodów ciężarowych i 16,4 tys. ciągników siodłowych. Próba stanowiła około 9% ogólnej liczby pojazdów. Przykładowo, w 2010 r. wskaźnik odpowiedzi kształtował się na poziomie 83,2%, z czego 40,4% przypadało na pojazdy użytkowane w tygodniu sprawozdawczym, 20,5% – na pojazdy nieużytkowane oraz 22,3% – na przypadki wynikające z wadliwego rejestru (tj. pojazdy nieprzystosowane do przewozu ładunków (2,4%), pojazdy zezłomowane (1,8%), pojazdy w posiadaniu nieznanego użytkownika (16,4%) oraz kwestionariusze zwrócone przez pocztę (1,7%)).

Podsumowując, można wyodrębnić cztery główne różnice pomiędzy metodologią badania reprezentacyjnego GUS a danymi GPR o ruchu pojazdów ciężarowych, wpływające na zróżnicowanie przy porównywaniu uzyskanych wyników:

- Badanie GUS obejmuje wyłącznie firmy transportowe zarejestrowane na terytorium kraju, bez ewentualnych pojazdów należących do firm spoza Polski, co ma decydujące znaczenie w przypadku ruchu zewnętrznego (import, eksport, tranzyt – możliwa duża skala niedoszacowania).
- Badanie GUS dotyczy pojazdów o masie powyżej 3,5 t, tym samym nie obejmuje tzw. lekkich samochodów dostawczych.
- W badaniu GUS nie uwzględnia się samochodów ciężarowych z przyczepami powyżej 25 lat, których udział w całkowitej liczbie pojazdów wynosił w 2015 r. ponad 9% (w 2015 r.).

- Badanie GUS nie ogranicza zakresu przestrzennego ruchu towarowego, dotyczy przewozów na wszystkich kategoriach dróg (lokalne, powiatowe, wojewódzkie, krajowe).

## 8.2. Zmiany struktury przewozów ładunków

W tabeli 8.1. dokonano prostego szacunku ruchu tzw. pojazdów dostawczych w oparciu o rozszacowanie danych przygotowywane przez GUS, założono, że udział krajowych przewozów w przewozach ogółem jest taki sam dla pojazdów dostawczych, jak i pojazdów typu STAR i TIR. W kolumnie \*krajowy (łącznie z pojazdami o masie do 3,5 t) znajduje się informacja o pracy przewozowej dla wszystkich typów pojazdów (łącznie z tymi <3,5t).

Tabela 8.1. Przewozy towarów z uwzględnieniem ruchu lekkich pojazdów dostawczych do 3,5t w tys. t.

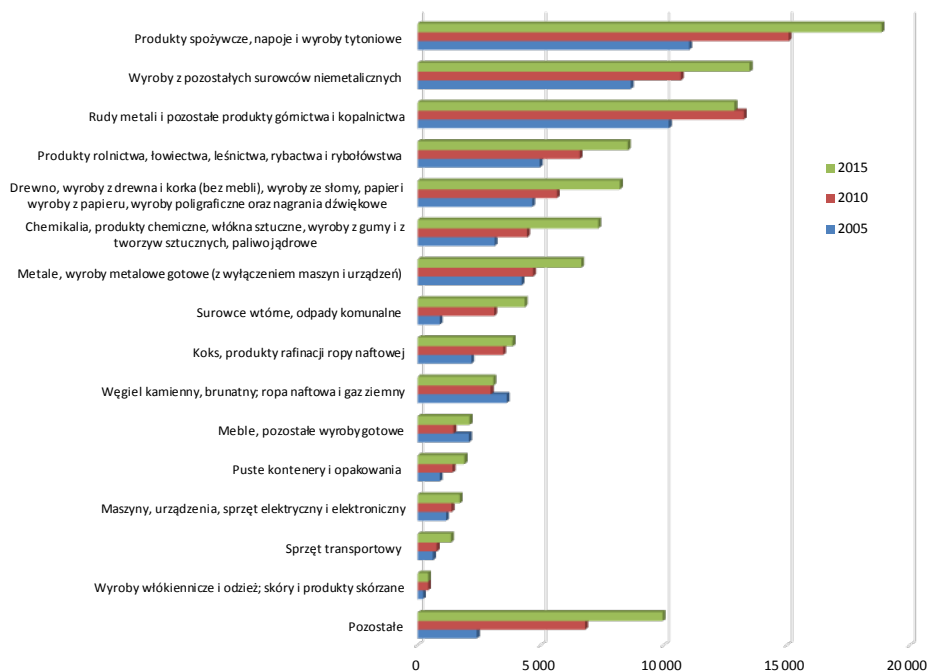
Rok	ogółem (łącznie z pojazdami o masie do 3,5t)	ogółem (pojazdy >3,5t)	*krajowy (łącznie z pojazdami o masie do 3,5t) - szacunek	krajowy (pojazdy >3,5t)	ogółem przewozy pojazdami do 3,5t	*krajowe przewozy pojazdami do 3,5t - szacunek	*relacja przewozów krajowych pojazdami do 3,5t do przewozów krajowych pojazdami >3,5t - szacunek (%)
2005	1079761	863396	1014040,843	810845	216365	203196	25,1
2010	1 551 841	1 276 671	1364977,693	1 122 942	275170	242036	21,6
2015	1 505 719	1 264 960	1262106,198	1 060 300	240759	201806	19,0

Źródło opracowanie własne na podstawie *Transport - wyniki działalności...* (2006, 2011, 2016).

W okresie 2005-2015 nastąpił w świetle danych GUS wzrost pracy przewozowej w transporcie drogowym wewnątrz krajowym o ponad 71% (tj. z ok. 61 mld tonokm do 105 mld tonokm). Tym samym wzrost pracy przewozowej był dużo wyższy niż wzrost liczby wozokm (w analogicznym okresie wzrost „jedyńie” o niecałe 38%). Jest to związane z przesunięciem przewozów w kierunku samochodów ciężarowych o wyższej ładowności (wzrost znaczenia samochodów ciężarowych z przyczepami).

W przypadku struktury, ruchu dominującego w ogóle przewozów transportu spożywczego (grupa nr 04 NST2007, tj. produkty spożywcze, napoje i wyroby tytoniowe) wynosi przez cały badany okres ok. 18% pracy przewozowej. Spada natomiast znaczenie grupy nr 03 NST2007, tj. rud metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa (z 17% pracy przewozowej w 2005 r. do jedynie 12% pracy przewozowej w 2015 r.). Na stabilnej drugiej pozycji utrzymuje się grupa nr 09 NST2007, tj. wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych. Powyższe trzy grupy ładunków zdominowały pracę przewozową, choć ich łączny udział słabnie z 49% w 2005 r. do 43% w 2015 r. Po ok. 8% pracy przewozowej stanowią

zajmujące kolejne miejsca: (grupa ładunkowa nr 01, tj. produkty rolnictwa, łowiectwa, leśnictwa, rybactwa i rybołówstwa oraz grupa ładunkowa drewno, wyroby z drewna i korka (bez mebli), wyroby ze słomy, papier i wyroby z papieru, wyroby poligraficzne oraz nagrania dźwiękowe. Powyżej 5% pracy przewozowej stanowią również chemikalia oraz metale.



Ryc. 8.1. Przewozy ładunków transportem drogowym w transporcie krajowym według grup ładunków NST 2007 w 2005, 2010 i 2015 r.

Fig. 8.1. Domestic road freight transport by NST 2007 commodity groups in 2005, 2010 and 2015

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie GUS

Tabela 8.2. Średnia odległość przewozu 1 t ładunku w km w transporcie krajowym wg klasyfikacji NST

Kod grupy NST	Nazwa grupy NST	2005	2010	2015	Zmiana % 2005-2015
Ogółem		75	77	99	32,0
01	Produkty rolnictwa, łowiectwa, leśnictwa, rybactwa i rybołówstwa	88	99	113	28,4
02	Węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa i gaz ziemny	120	108	115	-4,2
03	Rudy metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa	29	32	40	37,9
03.5	Kamienie, piasek, żwir, gliny	30	34	41	36,5
04	Produkty spożywcze, napoje i wyroby tytoniowe	152	160	167	9,9

Kod grupy NST	Nazwa grupy NST	2005	2010	2015	Zmiana % 2005-2015
05	Wyroby włókiennicze i odzież, skóry i produkty skórzane	174	193	161	-7,5
06	Drewno, wyroby z drewna i korka (bez mebli), wyroby ze słomy, papier i wyroby z papieru, wyroby poligraficzne oraz nagrania dźwiękowe	122	143	151	23,8
07	Koks, brykiety i produkty rafinacji ropy naftowej	98	106	119	21,4
07.2	Ciekle produkty rafinacji ropy naftowej	100	98	106	6,3
08	Chemikalia, produkty chemiczne, włókna sztuczne, wyroby z gumy i tworzyw sztucznych, paliwo jądrowe	155	166	197	27,1
09	Wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych	88	72	89	1,1
09.2	Cement, wapno, gips	105	136	124	18,6
10	Metale, wyroby metalowe gotowe (z wyłączeniem maszyn i urządzeń)	133	161	176	32,3
11	Maszyny, urządzenia, sprzęt elektryczny i elektroniczny	122	138	131	7,4
12	Sprzęt transportowy	84	103	141	67,9
13	Meble, pozostałe wyroby gotowe	169	192	174	3,0
14	Surowce wtórne, odpady komunalne	24	28	41	70,8
15	Przesyłki listowe oraz paczki i przesyłki kurierskie	137	128	146	6,6
16	Puste kontenery i opakowania	139	129	147	5,4
17	Ładunki przewożone w trakcie przeprowadzki, pozostałe ładunki niebędące przedmiotem handlu	12	41	55	372,5
18	Towary mieszane (bez spożywczych)	175	188	203	15,4
19	Towary nieidentyfikowalne - towary, których z jakichkolwiek powodów nie można zidentyfikować a przez to przypisać do Działów 1-16	138	.	134	-2,7
20	Pozostałe towary	117	152	166	42,1

3 najwyższe wartości w danym roku

3 najniższe wartości w danym roku

. Brak możliwości wykonania obliczeń z uwagi na tajemnicę statystyczną

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

W dalszej części rozdziału zaprezentowano zróżnicowanie przestrzenne produkcji i krzywe oporu przestrzeni dla wybranych grup ładunkowych. Zaprezentowano też dla każdego z analizowanych lat (2005, 2010 i 2015) przebieg funkcji oporu przestrzeni. Przyjęto jako postać ogólną funkcji oporu przestrzeni – funkcję wykładniczą:

$$y = ae^{bx}, \quad 8.1$$

gdzie: y – przewozy ładunków w t, x – odległość w km, a, b – parametry funkcji oporu przestrzeni. Warto podkreślić, że postać wykładnicza funkcji nie sprawdza się w przypadku grupy przesyłek listowych, ponieważ transport ciężarowy

ma w tym przypadku zastosowanie na dłuższe odległości, na krótkie odległości wystarcza transport samochodami dostawczymi (nie ujętymi w badaniu reprezentacyjnym) lub osobowymi. Problemem z uwagi na braki danych jest także ustalenie rozkładu przewozów dla ładunków przewożonych w trakcie przeprowadzki. Natomiast towary nieidentyfikowalne cechuje duża przypadkowość rozkładu. Te trzy grupy nie stanowią jednak istotnej części przewozów towarowych w strukturze przewozów towarowych ogółem (największa grupa obejmująca przesyłki listowe nie przekracza 2% przewozów ogółem).

### 8.3. Zróżnicowanie przestrzenne produkcji i krzywe oporu przestrzeni dla wybranych grup ładunkowych

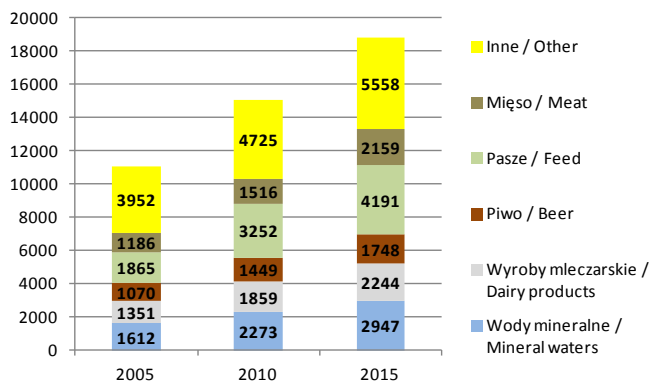
#### 8.3.1. Produkty spożywcze

Dominującą grupą ładunkową w pracy przewozowej w drogowym transporcie towarowym (18%) jest przemysł spożywczy (produkty spożywcze, napoje i wyroby tytoniowe) (tab. 8.3.).

Tabela 8.3. Przemysł spożywczy jako grupa ładunkowa (wyszczególnienie według Polskiej Klasyfikacji Towarów w Transporcie – NST 2007)

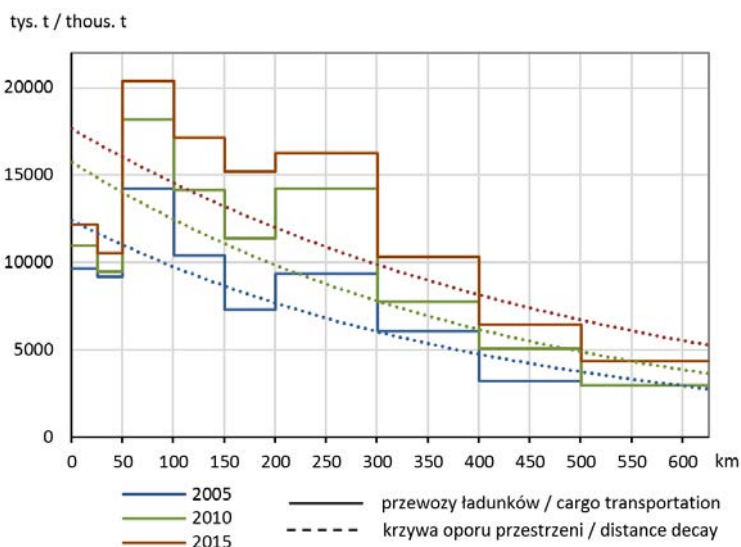
Grupa ładunkowa	Wyszczególnienie
Grupa ładunkowa 04. Produkty spożywcze, napoje i wyroby tytoniowe)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mięso i produkty mięsne oraz produkty uboczne uboju,</li> <li>– ryby i produkty rybne, przetworzone lub zakonserwowane,</li> <li>– owoce i warzywa, przetworzone i zakonserwowane (np. ziemniaki przetworzone, soki owocowe i warzywne, dżemy, galaretki, przeciery, kompoty, warzywa i orzechy prażone, solone),</li> <li>– oleje i tłuszcze zwierzęce i roślinne,</li> <li>– produkty mleczarskie (np. mleko zagęszczone, śmietana, sery, twarogi, masło, lody, kazeina, laktoza i syrop laktozowy, serwatka, mleko i śmietana w proszku),</li> <li>– produkty przemiału zbóż, skrobię i produkty skrobiowe; karma i pasza dla zwierząt (np. mąka, kasza, mączki, granulki ze zbóż i roślin strączkowych oraz ich mieszanki, ryż, skrobia, otręby, gotowa karma dla zwierząt domowych i gospodarskich),</li> <li>– alkohole i napoje bezalkoholowe,</li> <li>– pozostałe produkty spożywcze i wyroby tytoniowe (pieczywo, wyroby piekarskie i ciastkarskie, cukier, kakao, czekolada, makarony, kluski i podobne produkty mączne, kawa, herbata, ocet, sosy, mieszanki przyprawowe, musztarda, przyprawy przetworzone, przetwory homogenizowane oraz żywność dietetyczna,</li> <li>– zupy i buliony, drożdże, substancje pektynowe, środki zagęszczające i żelujące,</li> <li>– pozostałe produkty spożywcze,</li> <li>– wyroby tytoniowe i odpady tytoniowe,</li> <li>– różne produkty spożywcze i produkty tytoniowe pogrupowane w paczki.</li> </ul>

W odróżnieniu od większości grup ładunkowych w przemyśle spożywczym krzywa oporu przestrzeni jest stosunkowo łagodna. Towary są przewożone często na długie odległości. Średnia odległość przewozu dla tej grupy ładunkowej wzrosła ze 152 km w 2005 r. do 167 km w 2015 r (ryc. 8.3).



Ryc. 8.2. Szacunkowa praca przewozowa realizowana w transporcie ciężarowym w przemyśle spożywczym

Fig. 8.2. Estimated road freight transport performance in the food industry



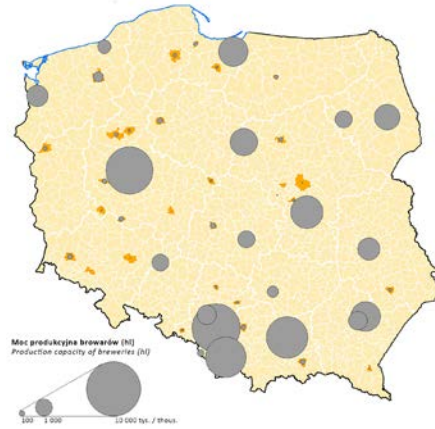
Ryc. 8.3. Krzywe oporu przestrzeni w transporcie ciężarowym dla grupy ładunkowej: Produkty spożywcze, napoje i wyroby tytoniowe (2005, 2010 i 2015 r.)

Fig. 8.3. Distance decay in road freight transport for the commodity group: Food, beverages and tobacco products (2005, 2010 and 2015)

Relatywnie długi przeciętny dystans przewozów dla poszczególnych podgrup ładunkowych w ramach produktów spożywczych łatwo można wytłumaczyć koncentracją lokalizacji producentów. Przykładowo producenci wody mineralnej są zlokalizowani głównie na południu Polski, w obszarach górskich, skąd butelki wód mineralnych rozwożone są po całym kraju (99% produkcji wód mineralnych jest przeznaczonych na rynek krajowy) (ryc. 8.4). Analogicznie, choć nieco w mniejszej skali, ma miejsce koncentracja produkcji browarniczej, również na południu kraju (z wyjątkiem browarów w Poznaniu, Elblągu, Warce lub Białymstoku i paru mniejszych) (ryc. 8.5).

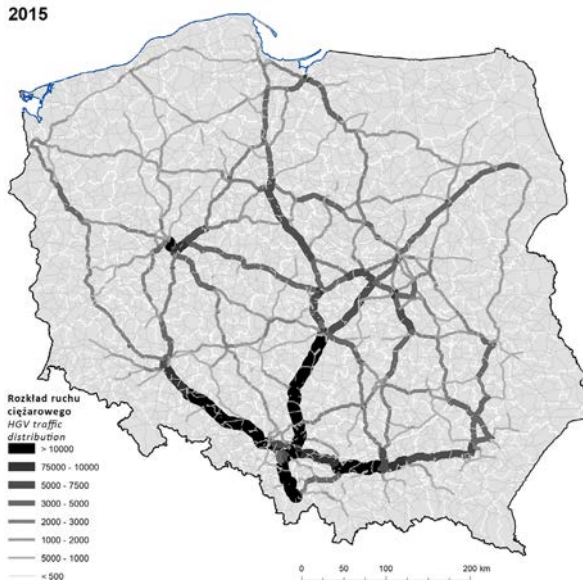


Ryc. 8.4. Wybrane lokalizacje produkcji wody mineralnej w Polsce  
 Fig. 8.4. Selected mineral water production locations in Poland  
 Źródło / Source: opracowanie własne



Ryc. 8.5. Moc produkcyjna browarów w Polsce według lokalizacji  
 Production capacity of breweries in Poland by location  
 Źródło / Source: opracowanie własne

Przeprowadzono ćwiczenie jak rozkładałby się cały ruch na drogach w kraju gdyby jedyną wożoną grupą ładunkową było piwo (przy założeniu, że struktura produkcji jest zgodna ze strukturą mocy produkcyjnych browarów w Polsce, a odbiorcą – atrakcją – byłaby liczba ludności Polski). Wyraźnie zauważalna jest koncentracja ruchu na południu Polski, wzdłuż autostrady A4 oraz A1/DK1 (ryc. 8.6).



Ryc. 8.6. Hipotetyczny ruch samochodów ciężarowych w sytuacji gdyby jedyną grupą ładunkową było piwo  
 Fig. 8.6. Hypothetical road freight traffic if beer was the sole commodity group

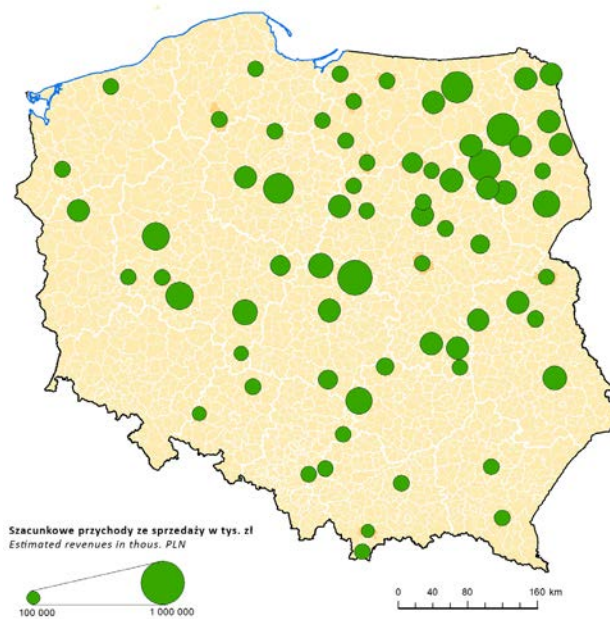


W tym miejscu warto wspomnieć o pewnych trendach, które w najbliższej przyszłości mogą zmienić transportochłonność tej grupy ładunkowej, w szczególności w zakresie wód mineralnych oraz piwa. Dużą rolę w konsumpcji obu typów produktów ma pogoda. Wraz z ocieplaniem się klimatu i wydłużaniem się okresów wysokiej temperatury Polacy mają skłonność do picia coraz większych ilości zarówno wody jak i piwa. Z drugiej strony w wielu miastach zaleca się, jako działanie proekologiczne, picie tzw. wody z kranu. Większość opakowań wody jest z plastiku i wraz z rosnącą świadomością społeczeństwa można oczekiwać powolnego odchodzenia od tego typu opakowań, co jednak będzie skutkowało zapewne wzrostem cen wód mineralnych.

Z kolei w przypadku piwa w 2018 r. padł rekord rocznego spożycia (ponad 100 litrów na osobę, co w porównaniu do ok. 30 litrów z początku lat 90-tych pokazuje skalę wzrostu) jednak już od dłuższego czasu coroczne wzrosty konsumpcji piwa są coraz niższe, a produkcja roczna po 2015 r. nawet spada, choć nadal jesteśmy trzecim producentem w Unii Europejskiej (po Niemczech i Wielkiej Brytanii). Dodatkowo następuje rosnąca popularność małych browarów, a po 2010 roku zachodzi w Polsce tzw. piwna rewolucja (powstało ponad sto małych browarów). W 2017 r. trzy główne grupy (browary duże, tj. Kompania Piwowarska, Grupa Żywiec i Carlsberg Polska) stanowiły 78% rynku, browary średnie – 18%, a browary regionalne i rzemieślnicze – 4%. Udział małych i średnich browarów będzie rósł więc można przy utrzymującej się produkcji na podobnym poziomie oczekiwać skrócenia średniego dystansu transportu piwa samochodami ciężarowymi.

W przypadku wyrobów mleczarskich, Polska zajmuje czwarte miejsce w produkcji mleka w Unii Europejskiej. Dominują firmy z województwa podlaskiego oraz mazowieckiego. Warto zauważyć, że polscy potentaci na rynku wykupują wiele małych firm w całej Polsce przez co posiadają dość liczne zakłady obsługujące poszczególne regiony kraju. Niemniej jednak dużą część potoków w transporcie ciężarowym w północno-wschodniej Polsce (w szczególności na Podlasiu) stanowią samochody przewożące mleko lub produkty mleczne (ryc. 8.7).

W przypadku zakładów produkujących paszę, która stanowi zaskakująco duży udział w przewozach produktów spożywczych, są one zlokalizowane głównie w centralnej i północnej Polsce. Jest to związane z dużą intensyfikacją produkcji bydła i trzody chlewnej, głównie w Wielkopolsce oraz, w przypadku bydła – również na Podlasiu (ryc. 8.8). Z kolei w przypadku największych producentów mięsa to ich domeną jest Polska północno-wschodnia, duże miasta oraz ciąg zakładów na wschód od Krakowa, wzdłuż autostrady A4. W porównaniu do innych produktów spożywczych rozmieszczenie zakładów mięsnych jest dość równomierne na terytorium całego kraju (ryc. 8.9).



Ryc. 8.7. Lokalizacja największych zakładów mleczarskich

Fig. 8.7. Location of major dairy plants

Orientacyjna wielkość produkcji na podstawie rozszacowania ogólnopolskich przychodów ze sprzedaży poszczególnych przedsiębiorstw/grup producenckich



Ryc. 8.8. Lokalizacja największych zakładów produkcji pasz

Fig. 8.8. Location of major feed production plants

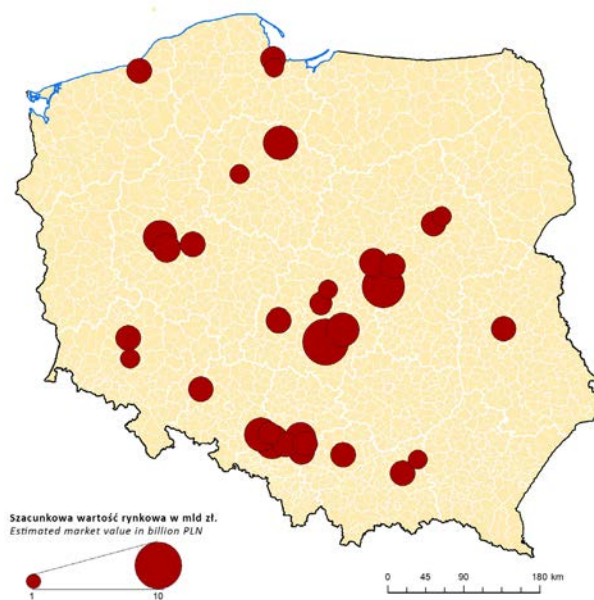


Ryc. 8.9. Lokalizacja największych zakładów przetwórstwa mięsnego

Fig. 8.9. Location of major meat processing plants

Kluczowym aspektem rozkładu ruchu samochodów ciężarowych w Polsce jest lokalizacja centrów dystrybucyjnych największych sieci spożywczych (ryc. 8.10). Jest ona powiązana z lokalizacją największych aglomeracji w kraju, aczkolwiek zauważalna jest również „renta” centralnej Polski, tj. obszar między Warszawą i Piotrkowem Trybunalskim. Jest to obszar najwyższego poziomu

dostępności potencjałowej (Rosik, 2012). Tym samym można wnioskować, że lokalizacja centrów dystrybucyjnych jest podyktowana obsługą jak największego rynku, a Polska centralna taką obsługę umożliwia (również dzięki od niedawna dobrze rozwiniętej sieci dróg ekspresowych i autostrad łączących Polskę centralną z innymi regionami kraju).

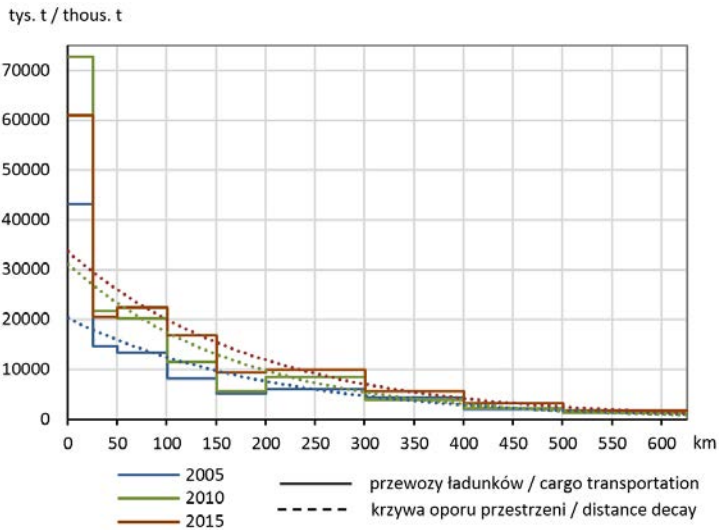


Ryc. 8.10. Lokalizacja centrów dystrybucyjnych największych sieci spożywczych (Biedronka, Lidl, Tesco, Kaufland, Auchan, Carrefour, Rossmann, Grupa Muszkieterów) według orientacyjnej wartości przychodów ze sprzedaży

Fig. 8.10. Location of distribution centres of the largest grocery chains (Biedronka, Lidl, Tesco, Kaufland, Auchan, Carrefour, Rossmann, Grupa Muszkieterów) according to the approximate value of sales revenues. Na podstawie ogólnopolskich przychodów ze sprzedaży oraz lokalizacji poszczególnych centrów dystrybucji

### 8.3.2. Wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych

Drugą największą grupą ładunkową są wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych, do których należy m.in. szkło, ceramika, cement, wapno i gips oraz pozostałe materiały budowlane. Produkty te przewożone są generalnie na krótsze odległości niż produkty spożywcze (ryc. 8.11). Lokalizacja zakładów budowlanych jest powiązana ściśle z rozkładem przestrzennym ludności (dość duża gęstość składów budowlanych w Polsce). Pewnym wyjątkiem są cementownie, zlokalizowane w kilkunastu zakładach, głównie w Polsce południowej (ryc. 8.11).

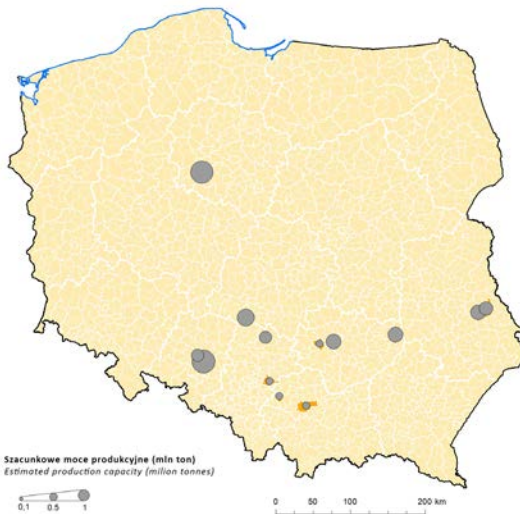


Ryc. 8.11. Krzywe oporu przestrzeni w transporcie ciężarowym dla grupy ładunkowej: Wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych (2005, 2010 i 2015 r.)

Fig. 8.11. Distance decay in road freight transport for the commodity group: Products from other non-metallic raw materials (2005, 2010 and 2015)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Polska jest na trzecim, po Niemczech i Włoszech, producentem cementu w Europie. W Polsce działa 9 producentów, którzy posiadają 13 zakładów produkcyjnych. Cementownie zlokalizowane są w większości w centralnej części południowej Polski, w tym największa cementownia GóraŹdze w Choruli w opolskim. Dwie cementownie znajdują się w województwie lubelskim, a jedna, druga największa (cementownia Kujawy w Piechcinie) – w kujawsko-pomorskim (ryc. 8.12).



Ryc. 8.12. Szacunkowe moce produkcyjne (mln ton) i lokalizacja cementowni w Polsce

Fig. 8.12. Estimated production capacity (million tonnes) and location of cement plants in Poland

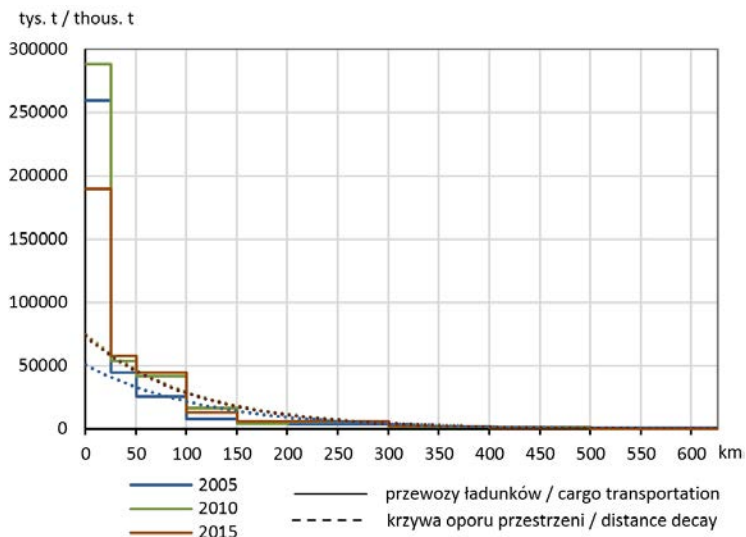
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie stron branżowych

Tabela 8.4. Wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych jako grupa ładunkowa (wyszczególnienie według Polskiej Klasyfikacji Towarów w Transporcie – NST 2007)

Grupa ładunkowa	Wyszczególnienie
Grupa ładunkowa 09. Wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych	<p><b>Szkło i wyroby ze szkła;</b> porcelana i wyroby ceramiczne, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– szkło płaskie, profilowane, gospodarcze, włókna szklane, lustra szklane, wyroby ze szkła</li> <li>– wyroby ceramiczne (materiały budowlane ogniotrwałe: cegły, pustaki dachówki, płytki; wyroby sanitarne, dekoracyjne, kuchenne, techniczne</li> <li>– ogniotrwałe: cementy, zaprawy, masy,</li> <li>– ceramiczne płyty chodnikowe</li> <li>– nieogniotrwałe: cegły, dachówki, rury, przewody, itp.</li> </ul> <p><b>Cement, wapno i gips</b></p> <p><b>Pozostałe materiały budowlane,</b> w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– materiały budowlane z betonu, gipsu, w tym płyty chodnikowe, pustaki,</li> <li>– prefabrykowane elementy konstrukcyjne i budynki z betonu lub sztucznego kamienia,</li> <li>– nieogniotrwałe zaprawy murarskie,</li> <li>– wyroby z gipsu i betonu pozostałe,</li> <li>– wyroby azbestowo–cementowe, celulozowo–cementowe,</li> <li>– kamień naturalny obrobiony i wyroby z niego,</li> <li>– wyroby mineralne niemetaliczne, w tym: wyroby ściernie, asfaltowe, mieszanki bitumiczne, wyroby z grafitu, sztuczny korund, itp.</li> </ul>

### 8.3.3. Rudy metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa

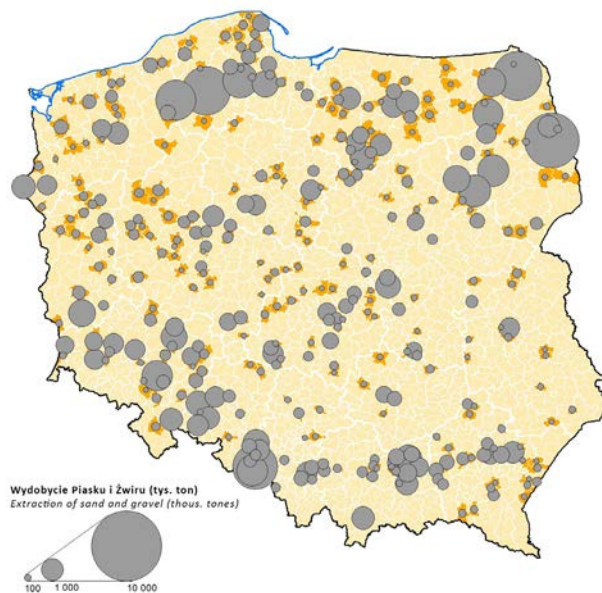
Trzecią największą grupą ładunkową są rudy metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa. Jest to grupa dość charakterystyczna związana z bardzo gwałtownym spadkiem atrakcyjności celu podróży (por. ryc. 8.13). Produkty takie jak kamienie, piasek, żwir, rudy, jeżeli transportowane z wykorzystaniem samochodów ciężarowych (a nie kolejją) to raczej na krótkie odległości. Biorąc pod uwagę lokalizację wydobycia piasku i żwiru w Polsce (ryc. 8.14) poprzez tę grupę ładunkową można tłumaczyć duże potoki ruchu ciężarowego w regionach peryferyjnych, np. na Podlasiu, na Dolnym Śląsku lub na środkowym Pomorzu. Z kolei relatywnie niskie wydobycie piasku i żwiru w centralnej Polsce i na obszarach pomiędzy heksagonem metropolii (Warszawa, Kraków, konurbacja katowicka, Wrocław, Kraków, Trójmiasto) dostarcza argumentów do tezy, że w wyniku dość krótkich, ale intensywnych potoków ruchu związanych z produktami górnictwa i kopalnictwa, potoki ruchu ciężarowego w Polsce są przestrzennie dość zrównoważone na terenie całego kraju. Gdyby fikcyjnie założyć, że nie ma tej grupy ładunkowej, a także potoków ruchu związanych z produktami lasu (drewno), wówczas ruch samochodów ciężarowych byłby zdecydowanie bardziej skoncentrowany na głównych ciągach międzyaglomeracyjnych.



Ryc. 8.13. Krzywe oporu przestrzeni w transporcie ciężarowym dla grupy ładunkowej: Rudy metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa (2005, 2010 i 2015 r.)

Fig. 8.13. Distance decay in road freight transport for the commodity group: Metal ores and other mining and quarrying products (2005, 2010 and 2015)

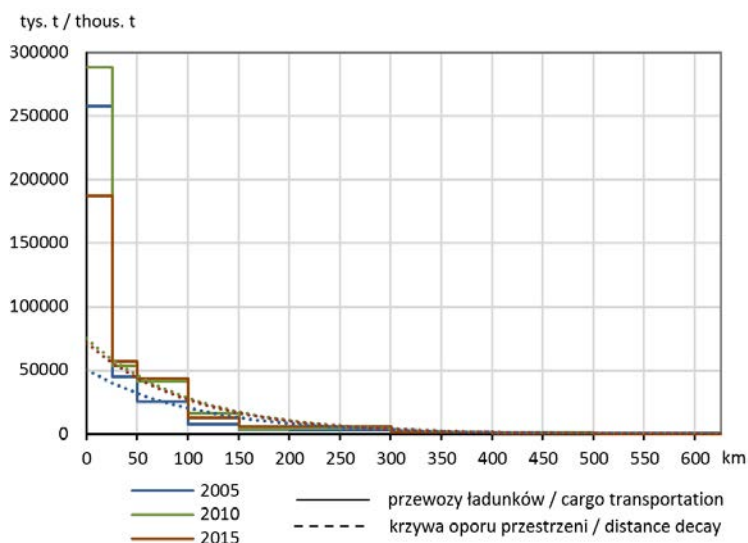
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych GUS.



Ryc. 8.14. Wydobycie piasku i żwiru w Polsce według lokalizacji (tys. ton)

Fig. 8.14. Extraction of sand and gravel in Poland by location (thousand tonnes)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r., Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2016.



Ryc. 8.15. Krzywe oporu przestrzeni w transporcie ciężarowym dla grupy ładunkowej: Kamienie, piasek, żwir, gliny (2005, 2010 i 2015 r.)

Fig. 8.15. Distance decay in road freight transport for the commodity group: Stones, sand, gravel, and clay (2005, 2010 and 2015)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Tabela 8.5. Rudy metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa jako grupa ładunkowa (wyszczególnienie według Polskiej Klasyfikacji Towarów w Transporcie – NST 2007)

Grupa ładunkowa	Wyszczególnienie
Grupa ładunkowa 03. Rudy metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rudy żelaza</li> <li>• Rudy metali nieżelaznych (z wyłączeniem rud uranu i toru) (np. rudy i koncentraty: miedzi, niklu, glinu)</li> <li>• Minerale chemiczne oraz minerały do produkcji nawozów sztucznych (np. fosforany wapniowe lub glinowo-wapniowe naturalne, karnalit, sylwin, piryty żelazowe niewyprażone, siarka surowa lub nierafinowana)</li> <li>• Sól</li> <li>• Kruszywo, piasek, żwir, makadam, gliny, kaolin, torf</li> <li>• Kamień budowlany i pomnikowy oraz pozostałe produkty kopalne ( w tym wapień, gips, kreda, dolomit, lupek, grafit, kwarc, magnezyt, bitum, asfalt, kamienie szlachetne i półszlachetne)</li> <li>• Rudy uranu i toru</li> </ul>

### 8.3.4. Pozostałe grupy ładunkowe

W przypadku pozostałych grup ładunkowych mają one zazwyczaj niższe udziały w przewozach ładunków. Z tego względu skoncentrowano się na ukazaniu krzywych oporu przestrzeni, które przedstawiono w aneksie statystycznym.





## 9. Wnioski

### 9.1. Wnioski empiryczne

Drogowy transport samochodowy w badanym okresie lat 2005/2010/2015 podlegał dynamicznym zmianom. Dynamika ta dotyczyła zarówno zmian struktury i kierunków natężenia ruchu jak i szeroko ujętych uwarunkowań ruchu.

W sensie **ogólnej pracy przewozowej** samochodów ciężarowych, po okresie dynamicznego wzrostu udziału ruchu tych pojazdów w latach 90-tych wskaźnik ten należy w badanym okresie lat 2005-2015 uznać za stosunkowo stabilny. Zmienił się jednak znacznie udział poszczególnych **typów samochodów ciężarowych**. Nastąpił znaczny wzrost udziału samochodów ciężarowych ciężkich z przyczepami, które przejęły ruch międzyaglomeracyjny oraz zagraniczny, podczas gdy samochody bez przyczep ograniczały się pod koniec badanego okresu w zasadzie do ruchu lokalnego, głównie w aglomeracjach.

Ruch pojazdów ciężarowych **koncentrował się na drogach krajowych**, w tym przede wszystkim na drogach dwujezdniowych, a ważną rolę w badanym okresie miało oddawanie kolejnych odcinków sieci, co skutkowało przesunięciami ruchu (np. z autostrad A2 i A4 na drogę ekspresową S8 między Wrocławiem a Łodzią). Wraz z kolejnymi odcinkami dróg dwujezdniowych następowało pewne rozproszenie, jak dotąd mocno skoncentrowanego ruchu ciężarowego.

Poza przejściami przez miasta (np. Warszawa, Poznań, gdzie natężenie ruchu samochodów ciężarowych przewyższało 20 tys. pojazdów na dobę), do głównych ciągów w transporcie ciężarowym należały autostrady A2, A4 i A1, niektóre odcinki dróg ekspresowych oraz układ skośny w kierunku granicy z Litwą w Budzisku. W przypadku województwa podlaskiego (układ DK8/DK61) szczególnie wysoki był udział samochodów ciężarowych z przyczepami. Coraz większe znaczenie w ruchu miała, od wprowadzenia ograniczeń w przejeździe przez stolicę, tzw. duża obwodnica Warszawy. Z kolei na rozległych obszarach przygranicznych, szczególnie na tzw. granicy wschodniej, zaobserwowano brak znaczącego ruchu ciężarowego.

Udział **przewozów międzynarodowych** realizowanych w transporcie drogowym wzrósł z 10 do ponad 17% co oznacza coraz większą potrzebę dokładniejszej analizy kierunków potoków ruchu w transporcie międzynarodowym, przede wszystkim w kontekście rozkładu potoków ruchu na głównych ciągach drogowych (autostrady i drogi ekspresowe), w tym w szczególności w Polsce zachodniej, gdzie udział ruchu za granicę jest wyższy niż w innych częściach kraju.

Podsumowując zmiany kierunków natężenia ruchu, w badanym okresie występował równoległy ogólny stopniowy wzrost ruchu samochodów ciężarowych oraz jego przesunięcia przestrzenne związane z oddawaniem do użytku kolejnych odcinków autostrad i dróg ekspresowych. Drugi element determinował najpierw dekoncentrację (okres budowy), a potem relatywną ponowną koncentrację. Opisana sekwencja może utrudniać prawidłową ocenę innych zmiennych determinujących rozkład ruchu, a tym samym jego modelowanie. Nie zmienia to faktu, że analiza rozkładów ruchu i ich dynamiki wskazała na lokalizację niektórych jego generatorów, których pozycja jest wyższa od pozycji danego ośrodka w hierarchii osadniczej kraju.

Do determinant natężenia i rozkładu ruchu należą uwarunkowania gospodarcze, geopolityczne, infrastrukturalne, organizacyjno-prawne oraz logistyczne. W przypadku **uwarunkowań gospodarczych** istotny był szybki wzrost poziomu PKB w badanym okresie, aczkolwiek zauważono pewne rozbieżności między wzrostem PKB, przyjmowanym jako główna determinanta natężenia wzrostu, a wzrostem natężenia ruchu samochodów ciężarowych. Różnice te dotyczyły głównie ruchu samochodów ciężarowych z przyczepami, dla których natężenie ruchu rosło znacznie szybciej niż PKB. Duże znaczenie dla ruchu samochodów ciężarowych miały zmiany kierunków w handlu zagranicznym, i co się z tym pośrednio wiąże, również wzrost znaczenia pracy przewozowej w przedsiębiorstwach międzynarodowego transportu ciężarowego w Polsce po akcesji Polski do Unii Europejskiej. Kraje Unii Europejskiej stanowiły w badanym okresie prawie 80% wartości eksportu i 70-75% wartości importu. O ile Niemcy utrzymały się na pierwszym miejscu wśród importerów z Polski, o tyle Francja i Włochy ustąpiły miejsca Wielkiej Brytanii i Czechom, co szczególnie w tym ostatnim przypadku mogło mieć wpływ na stopniowy wzrost znaczenia układu skośnego przewozów przez granicę polsko-czeską. Jednocześnie nastąpił „awans” Chin, na drugie miejsce wśród eksporterów do Polski, co skutkowało wzrostem znaczenia obsługi portów morskich, przede wszystkim przez transport ciężarowy. Relatywnie zmniejszyło się znaczenie powiązań handlowych niektórych obszarów z krajami byłego Związku Radzieckiego. Także dla jednostek z Polski Wschodniej głównymi partnerami handlowymi stopniowo stawały się państwa Unii Europejskiej. Oznaczało to potrzebę równoleżnikowego przewozu towarów przez całą Polskę. Generowany w ten sposób ruch nakładał się z ruchem tranzytowym i w dużej mierze kierował się do granicy niemieckiej. Jednocześnie jednostki z Polski Zachodniej także zmieniały swoich zagranicznych partnerów handlowych z prawie wyłącznie niemieckich na ogólnoeuropejskich. W efekcie łączny polsko-niemiecki ruch międzynarodowy nie tylko wzrastał, ale także „wydłużał się”

pod względem zasięgu tak kontynentalnego, jak i krajowego. Opisane procesy sprzyjały szybkiej koncentracji ruchu na autostradach A2 i A4, dla której jedynym ogranicznikiem stały się opłaty na odcinkach koncesjonowanych.

**Uwarunkowania geopolityczne** były przede wszystkim związane z akcesją Polski do Unii Europejskiej w 2004 r., a następnie do strefy Schengen w 2007 r. Zmiany strony poprawiły przenikalność granic wewnętrznych strefy Schengen, co oznaczało brak potrzeby stania w kolejkach przez kierowców samochodów ciężarowych na granicy z Niemcami, Czechami, Słowacją oraz Litwą. Otworzyły się dla polskich przewoźników możliwości wykonywania przewozów kabotażowych, które również w pewnym sensie wpływały na wzrost natężenia ruchu samochodów ciężarowych na obszarze Polski. Akcesja do Unii Europejskiej krajów bałtyckich skutkowała znaczną dynamiką ruchu wzdłuż Via Baltica i tranzytu przez Polskę na tej trasie, również, a może przede wszystkim z krajów zachodniej Europy do Rosji. Z kolei konflikt rosyjsko-ukraiński, aneksja Krymu i działania wojenne we wschodniej Ukrainie i następujące po nim rosyjskie embargo na mięso oraz owoce i warzywa z Polski skutkowało po 2014 r. spadkami ruchu na granicy wschodniej.

**Uwarunkowania infrastrukturalne** miały ogromny wpływ na przesunięcia potoków ruchu na sieci drogowej w Polsce. Badany okres był bezprecedensowy w sensie rozwoju sieci autostrad i dróg ekspresowych (wzrost długości sieci z 700 do 2850 km). Sekwencja oddawania poszczególnych odcinków mogła zaważyć na przesunięciach w ruchu, w szczególności jeżeli dany odcinek sieci był w budowie w 2005, 2010 lub 2015 r.

**Uwarunkowania organizacyjne i formalno-prawne** przyjęły postać: (1) ograniczeń w ruchu na obszarze całego kraju, (2) ograniczeń w ruchu tranzytowym przez miasta, (3) ograniczeń o charakterze lokalnym oraz (4) ograniczeń na przejściach granicznych. W pierwszym przypadku ograniczenie dotyczyło ruch samochodów ciężarowych głównie w weekendy oraz święta. Drugi przypadek już miał zdecydowanie przestrzenny wydźwięk. W badanym okresie wiele miast, na czele z Warszawą, wprowadziło ograniczenia ruchu pojazdów powyżej danej masy całkowitej (w zależności od miasta ograniczenie dotyczyło pojazdów od 10 ton (Łomża), od 16 ton (Warszawa) lub nawet od 24 ton (Sopot). Szczególnie w przypadku Warszawy ograniczenie ruchu tranzytowego w godzinach szczytu ma bardzo duże znaczenie dla kształtowania się potoków ruchu ciężarowego w układzie skośnym, tj. z centralnej Polski do granicy z Litwą w Budzisku. Z kolei lokalne ograniczenia w ruchu dotyczą głównie sieci dróg wojewódzkich i podlegają dość częstym zmianom. Ponadto występują ograniczenia na przejściach granicznych, które w znaczący sposób determinują ścieżkę przejazdu, przede wszystkim samochodów ciężarowych z przyczepami. Ostatnim ważnym uwarunkowaniem formalno-prawnym w badanym okresie były opłaty autostradowe oraz wprowadzenie systemu viaTOLL w 2011 r., który już w 2015 r. obejmował ponad 3 tys. kilometrów dróg. W 2015 r. wyraźnie widać było swoistego rodzaju konkurencję między systemami płatniczymi koncesjonariuszy oraz opłatami viaTOLL na równoległych do autostrad A1, A2 i A4 jednojezdniowych drogach krajowych.

**Uwarunkowania logistyczne** w latach 2005-2015 to przede wszystkim dynamiczny rozwój powierzchni magazynowej w największych aglomeracjach i ich bezpośrednim sąsiedztwie, przede wszystkim w aglomeracji warszawskiej, konurbacji górnośląskiej, aglomeracji poznańskiej, w Polsce centralnej (Łódź, Stryków, Piotrków Trybunalski) oraz w aglomeracji wrocławskiej. Rozwój ten był zatem głównie punktowy pozostawiając ogromne obszary Polski wschodniej i północnej w zasadzie bez większego zaplecza logistycznego. W międzyczasie w podobny sposób następował rozwój terminali drogowo-kolejowych, aczkolwiek ważnym węzłem intermodalnym, szczególnie w warunkach intensywnego rozwoju terminali kontenerowych w portach morskich, stało się również Trójmiasto. Najważniejsze dwa korytarze TEN-T przecinające Polskę, tj. Bałtyk-Adriatyk i Morze Północne-Bałtyk determinowały popyt na intermodalne przewozy kolejowe. Kolejowy transport towarowy w badanym okresie był generalnie w regresie (praca przewozowa w zasadzie bez zmian między 2005 a 2015 r.), a jego udział w strukturze modalnej przepływów towarów systematycznie malał (z 37% w 2005 r. do 25% w 2015 r.). Stanowił on tym samym coraz mniejszą konkurencję dla przewozów ciężarowych.

Prezentowany w niniejszym opracowaniu model ruchu samochodów ciężarowych (model HGV Monit) zbudowany jest z dwóch niezależnych komponentów, tj. modelu ruchu zewnętrznego i modelu ruchu wewnętrznego. Pierwszym z nich jest **model ruchu zewnętrznego** samochodów ciężarowych, składający się z ruchu tranzytowego i ruchu źródłowo-docelowego. Ruch zewnętrzny w latach 2005-2015 wzrósł o 72%, przy czym było to efektem przede wszystkim ponad dwukrotnego wzrostu liczby samochodów ciężarowych z przyczepami przekraczających granice kraju, przede wszystkim na najbardziej obciążonych ruchem punktach granicznych w Świecku, Jędrzychowicach, Budzisku i Cieszynie. Do oszacowania ruchu zewnętrznego wykorzystano bazy Generalnego Pomiaru Ruchu oraz bazy danych o eksporcie/importcie realizowanych z wykorzystaniem samochodów ciężarowych według kierunków handlu. W rezultacie wykorzystania tych baz danych (por. wnioski metodyczne) nastąpiła w modelu ruchu zewnętrznego znaczna koncentracja ruchu samochodów ciężarowych na najszybszych ciągach drogowych (autostradach i drogach ekspresowych), w tym szczególnie na odcinkach prowadzących do Warszawy gdzie kumulacja ruchu wynika z dominacji stolicy jako siedziby przedsiębiorstw (eksporterów i importerów) oraz położeniu na szlaku Via Baltica, między Niemcami a krajami bałtyckimi i Rosją.

W **modelu ruchu wewnętrznego**, który jest dominujący w sensie pracy przewozowej (ok. 88% w modelu za rok 2015) wykorzystano m.in. (1) rozmieszczenie produkcji sprzedanej przemysłu na poziomie powiatowym, (2) przewozy ładunków według kierunków na poziomie podregionów, (3) liczbę ludności jako wyznacznik ruchu lokalnego. Uzyskane wyniki pierwszego modelu, w którym połączono ruch zewnętrzny z wewnętrznym, tj. **modelu bez opłat drogowych i ograniczeń w ruchu** okazały się lepsze od spodziewanych, przy bardzo wysokich w tej skali badania współczynnikach determinacji  $R^2$  przewyższających 0,7 a w najlepiej dopasowanym 2010 r. zbliżających się do 0,8. W 2015 r.

nastąpił jednak spadek dopasowania modelu w wyniku dużego wzrostu produkcji przemysłowej i jej koncentracji w najważniejszych ośrodkach kraju, co jeszcze bardziej wzmocniło przeszacowanie modelu na głównych ciągach autostrad i dróg ekspresowych wynikające z koncentracji siedzib eksporterów i importerów w Warszawie. Przeszacowanie wynikało też z intensywnej rozbudowy sieci autostrad przy jednoczesnym braku uwzględnienia w pierwszej wersji modelu opłat autostradowych. Z drugiej strony zauważono niedoszacowanie modelu dla dróg lokalnych, szczególnie w aglomeracjach gdzie ma miejsce intensywna suburbanizacja wymagająca wsparcia ruchu samochodów ciężarowych, a która nie została w wystarczający sposób odzwierciedlona w wykorzystywanym modelu. Wprowadzenie do modelu (z wykorzystaniem **kar czasowych**) opłat autostradowych, przejazdu przez Warszawę oraz systemu viaTOLL umożliwiło dla 2015 r. podwyższenie dopasowania modelu ( $R^2$ ) oraz znaczącą poprawę w ujęciu przestrzennym, w szczególności w kontekście zmniejszenia przeszacowania ruchu na ciągach autostrad i dróg ekspresowych. Stwierdzenie wysokich przewozów ładunków między niektórymi jednostkami podregionalnymi (także peryferyjnymi) dowodzi pośrednio, że podział na jednostki statystyczne NUTS 3 nadal (pomimo wielu korekt) rozcina niektóre układy funkcjonalne w gospodarce. Rozcięcie takie może skutkować pozorną rejestracją przewozów lokalnych jako międzyregionalnych.

Uzyskanie wysokiego poziomu dopasowania modelu ( $R^2$ ) **można uznać za weryfikację, postawionej na wstępie, roboczej hipotezy badawczej**. Potwierdzone zostało, że znaczne zmiany uwarunkowań infrastrukturalnych, organizacyjnych, formalno-prawnych, geopolitycznych i logistycznych w dużym stopniu determinowały w latach 2005-2015 rozkład przestrzenny ruchu samochodów ciężarowych, w tym koncentrację tego ruchu w ciągach autostrad i dróg ekspresowych.

W rozdziale ósmym zbadano zmiany struktury przewozów ładunków transportem drogowym krajowym. Wykazano, że ruch dominującego w ogóle przewozów transportu spożywczego wynosi przez cały badany okres ok. 18% pracy przewozowej. Spada znaczenie rud metali i pozostałe produkty górnictwa i kopalnictwa, a utrzymuje się na stabilnej drugiej pozycji grupa wyroby z pozostałych surowców niemetalicznych. Powyższe trzy grupy ładunków zdominowały pracę przewozową, choć ich łączny udział słabnie z 49% w 2005 r. do 43% w 2015 r.

## 9.2. Wnioski metodyczne

W modelu ruchu zewnętrznego trudno jednoznacznie oszacować wielkość ruchu na przejściach granicznych, a także wielkość tranzytu. Dane dotyczące ruchu na ostatnich odcinkach sieci przed przejściami granicznymi dla 2005 r. różnią się od danych Straży Granicznej. Trudności związane są również z właściwym oszacowaniem tranzytu między przejściami granicznymi. Nałożenie na siebie baz danych o eksporcie/importie realizowanym z wykorzystaniem transportu ciężarowego oraz bazy danych Generalnego Pomiaru Ruchu prowadzi do problemów z alokacją ruchu między poszczególnymi odcinkami granic i przejściami/punktami granicznymi a wielkością eksportu/importu w poszczególnych województwach/powiatach

Z kolei model ruchu wewnętrznego w coraz większym stopniu, wraz z upływającym czasem, bazuje na bardzo szybko rosnącej produkcji sprzedanej przemysłu i koncentracji tejże w sensie bezwzględny w wybranych dużych ośrodkach, a w coraz mniejszym stopniu na zróżnicowaniu ludności. Jest to wniosek do dalszych badań związanych z relacjami między wielkością produkcji a wielkością ruchu. Należałoby w większym stopniu uwzględnić w modelu coraz większy tonaż pojazdów i wzrost znaczenia samochodów ciężarowych z przyczepami, (teoretycznie mniejsza transportochłonność produkcji, w sensie wozokm). W przyszłości należałoby się również zastanowić nad wprowadzeniem dodatkowych zmiennych na poziomie gminnym, przede wszystkim w tych aglomeracjach, gdzie jest jeden powiat „obwarzankowy”, np. powiat poznański. Wprowadzenie dodatkowych zmiennych do modelu na tym poziomie pozwoliłoby we właściwy sposób uwzględnić duży ruch samochodów ciężarowych na drogach lokalnych (gminnych i powiatowych) oraz wojewódzkich na tych obszarach.

## 9.3. Scenariusze zmian natężenia ruchu samochodów ciężarowych w roku 2020 i kolejnych latach. Wpływ pandemii COVID-19

W momencie oddawania niniejszego opracowania do druku (połowa 2020 roku) można pokusić się o pewne scenariusze rozkładu natężenia ruchu samochodów ciężarowych w 2020 r. oraz w kolejnych latach. Można wnioskować co następuje.

Po pierwsze, Generalny Pomiar Ruchu w 2020 będzie inny niż zazwyczaj, tj. ze względu na pandemię COVID-19 nie będzie odzwierciedlał trendu za okres 2015-2020, ponieważ ten trend załamał się w pierwszej połowie marca 2020 r., w momencie wprowadzenia pierwszych obostrzeń związanych z rozwijającą się pandemią. Co prawda GDDKiA przesunęła na późniejszy termin odwołany pomiar ruchu z 17 marca (por. cytaty niżej), niemniej można założyć z dużym prawdopodobieństwem, że okres powrotu natężenia ruchu do dawnej

trajektorii, będzie wymagał wielu tygodni, jeżeli nie miesięcy. Jak pokazują dane z Chin, czas powrotu do odpowiednich wartości z analogicznego miesiąca roku poprzedniego zależy od skali epidemii oraz obostrzeń. Przykładowo ruch drogowy w Wuhan pod koniec kwietnia 2020 r. stanowił ok. 50% ruchu z 2019 r., podczas gdy w Szanghaju już w marcu 2020 r. łączny ruch powrócił do dawnych wartości. W Europie pod koniec kwietnia 2020 r. we wszystkich stolicach ruch był o kilkadziesiąt procent niższy z wyjątkiem Sztokholmu (stolica Szwecji, kraju o najmniejszych obostrzeniach w Europie), gdzie różnica wynosiła „jedynie” ok. 20%.

*W związku ze spadkami natężenia ruchu, wynikającymi z rozwoju epidemii koronawirusa w Polsce, przesunęliśmy na późniejszy termin drugi pomiar ruchu w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu 2020 (GPR2020). (...) Odwołany pomiar z 17 marca (z terminami rezerwowymi 24 lub 31 marca) planujemy powtórzyć 3 listopada (terminy rezerwowe to 17 i 24 listopada). Pod względem wielkości ruchu i jego rozkładów, jest to okres podobny do marcowego. Śledzimy na bieżąco sytuację i w razie potrzeby będziemy podejmować dalsze działania. Zdajemy sobie sprawę, że obecny ruch jest nie tylko mniejszy, ale też zupełnie inne są jego rozkłady dobowe, kierunki przemieszczania oraz zupełnie inne motywacje podróżnych. Nie planujemy odwoływania żadnego z dni pomiarowych GPR 2020, a w razie potrzeby będziemy zmieniać ich terminy. Jeśli sytuacja będzie tego wymagała, rozważymy wykonanie części pomiarów w 2021 roku. (<https://www.gddkia.gov.pl/pl/a/37063/Wplyw-epidemii-koronawirusa-na-ruch-drogowy-i-GPR2020>).*

Po drugie, jest wysoce prawdopodobne, że bezprecedensowa recesja w Europie, którą w czerwcu 2020 r. przewiduje się (za rok 2020) na ok. 4-10% w zależności od kraju będzie skutkować ograniczeniami ruchu.

Po trzecie, większość epidemiologów uważa, że na jesieni czeka świat kolejna fala wirusa. Można zatem spodziewać się dalszych obostrzeń, choć zapewne w mniejszej skali, i, co się wiąże bezpośrednio z obostrzeniami, również pogłębienia efektów recesji.

Tym samym w 2020 r., w wyniku wystąpienia przynajmniej dwóch, a może i trzech, wyżej przedstawionych argumentów, można spodziewać się gwałtownego spadku natężenia ruchu samochodów ciężarowych. Są jednak i argumenty za pewnym wzrostem ruchu, głównie realizowanego z wykorzystaniem samochodów dostawczych. Pandemia COVID-19 w znaczący sposób przyspieszyła handel internetowy i działalność kurierską. Tym samym produkty dotąd wożone głównie samochodami osobowymi są dostarczane do mieszkań i domów z wykorzystaniem samochodów dostawczych. Z oczywistych względów skala tych wzrostów nie jest równa spadkom wynikającym z obostrzeń i recesji, niemniej należy mieć świadomość możliwego powrotu do większego udziału samochodów dostawczych w ruchu samochodów ciężarowych. Z kolei ruch samochodów ciężarowych bez przyczep służących np. do przewozu piasku lub żwiru będzie dalej spadał, głównie ze względu na recesję i ograniczenia inwestycji mieszkaniowych i infrastrukturalnych.

W dłuższej perspektywie, przy założeniu wygaśnięcia pandemii COVID-19 można spodziewać się powrotu do tradycyjnego cyklu koniunkturalnego. Nie można zapominać, że pandemia wybuchła w warunkach i tak prawdopodobnego obniżenia aktywności gospodarczej w wyniku: (a) upływu ok. 10-11 lat od ostatniego dużego kryzysu finansowego i recesji w wielu krajach europejskich w roku 2009 i następnych; (b) wystąpienia szeregu niekorzystnych zjawisk na arenie międzynarodowej, w tym w szczególności BREXIT-u na początku 2020 r. oraz amerykańsko-chińskiej wojny handlowej (przykładowo Niemcy ogłosiły techniczną recesję jeszcze przed wybuchem pandemii). Tym samym recesja związana z pandemią COVID-19 w zasadzie pogłębia jedynie recesję lub duże spowolnienie, które i tak miałyby miejsce nawet bez wystąpienia pandemii. Z tego względu można się spodziewać, że prognozowane odbicie gospodarki od 2021 roku będzie trwałe i potrwa kolejne parę lat. Z tego punktu widzenia polska gospodarka, w której przewiduje się, jak na europejskie warunki, dość łagodną recesję, ma dość dobre perspektywy wzrostu. Można spodziewać się po szybkim odbiciu w 2021 r. (ponad 3%) powrotu do dawnej ścieżki wzrostu ok. 3% rocznie, przy czym w kolejnych latach może dochodzić efekt konwergencji (bogacący się kraj rozwija się coraz wolniej) oraz zmniejszenia udziału środków unijnych we wzroście gospodarczym, przez co w drugiej połowie lat dwudziestych XXI wieku dynamika może spowolnić do ok. 2% rocznie.

Równolegle, w wyniku coraz bardziej intensywnych działań zmierzających w kierunku transportu zrównoważonego, tzw. *circular economy* i ochrony klimatu, będzie malała: (a) transportochłonność gospodarki; (b) udział transportu ciężarowego w przewozach ogółem. Oba procesy będą skutkować ograniczeniem dalszego szybkiego wzrostu natężenia ruchu samochodów ciężarowych.

#### **9.4. Rekomendacje dla polityki transportowej i innych polityk w kontekście poszczególnych uwarunkowań**

Biorąc pod uwagę wnioski wynikające z niniejszej monografii, a także przedstawione prognozy w związku z zaistniałą „nową normalnością” w roku 2020 można zaprezentować następujące rekomendacje dla polityki transportowej i innych polityk w kontekście poszczególnych uwarunkowań wyszczególnionych w rozdziale czwartym.

Przeprowadzone badanie wykazało, że o rozkładzie ruchu ciężarowego na drogach Polski decyduje wiele niezależnych czynników (podrozdział 9.1). Z punktu widzenia polityki transportowej istotne jest skoncentrowanie się na uwarunkowaniach podatnych na decyzje formalno-prawne i/lub na interwencję inwestycyjną. Innymi słowy, chodzi o elementy, które mogą podlegać oddziaływaniu polityk. W chwili obecnej czynnikami takimi są nowe inwestycje drogowe oraz system opłat drogowych (zarówno ogólnokrajowy, jak i stosowany



na autostradach koncesyjnych). Oba te czynniki uzupełniają się wzajemnie. Opracowany model dowodzi, że przemieszczenie ruchu dokonujące się między poszczególnymi drogami jest w dużym stopniu wynikiem inwestycji drogowych oraz systemu opłat. W rejonie Warszawy oraz w wymiarze lokalnym znaczenie mają także ograniczenia w ruchu ciężkich pojazdów. Można przyjąć, że w roku 2005 Polska była u progu ogromnego procesu inwestycyjnego. Większość dróg głównych miała relatywnie niski standard, a sektor logistyczny był stosunkowo słabo rozwinięty. Jednocześnie opłaty od pojazdów ciężarowych pobierano prawie wyłącznie w systemie winietowym. Oznaczało to, że o rozkładzie ruchu decydowały klasyczne czynniki ruchotwórcze (rozmieszczenie produkcji, handlu zagranicznego oraz rozmieszczenie ludności), a ponadto kierunki tranzytu. Kolejne lata przyniosły inwestycje, które w nieunikniony sposób musiały być selektywne terytorialnie. W ślad za inwestycjami lokalizowane były także centra logistyczne. Zmieniono także system opłat, wprowadzając *viaTOLL*, co oznaczało pobór na niektórych odcinkach i brak poboru na innych. Zwiększyła się też liczba odcinków koncesyjnych. Rozkład ruchu w rosnącym stopniu zaczął być determinowany prowadzoną polityką.

Wydaje się, że celem działań administracji państwowej powinno być równomierne pokrycie kraju drogami szybkiego ruchu oraz ujednoczenie elektronicznego systemu poboru opłat. Docelowo powinien być to system, typu *road pricing*, pobierający opłaty za przejazd wszystkimi drogami, ale różnicujący je zależnie od: a) kategorii drogi, b) wagi pojazdu; c) emisji CO<sub>2</sub>, d) godziny, względnie dnia tygodnia i/lub daty. Obecny system poboru sprzyja „ucieczkom” ruchu ciężkiego z dróg, które powinny go koncentrować. Doraźnym rozwiązaniem jest dążenie do zmniejszenia różnic w opłatach za korzystanie z dróg tej samej klasy niezależnie od ich operatora (prywatny koncesjonariusz, skarb państwa). Wydaje się, że szczególnie opłaty drastycznie wysokie (odcinek A2 między Nowym Tomysłem a Koninem) sprzyjają odpływowi pojazdów ciężkich, co skutkuje zniszczeniem infrastruktury dróg równoległych do autostrady, ograniczeniem płynności ruchu (a tym samym emisją CO<sub>2</sub>), a także pogorszeniem stanu bezpieczeństwa ruchu. Łączny rachunek wszystkich kosztów zewnętrznych może być na tyle wysoki, że uzasadniałby on modyfikację umowy koncesyjnej (nawet w przypadku przejścia części kosztów przez państwo).

Zakończenie procesu inwestycyjnego na głównych drogach krajowych (wraz z autostradową obwodnicą Warszawy, co rozwiąże problem ograniczeń w przejeździe przez stolicę) oraz ujednoczenie systemu opłat spowoduje, że o rozkładzie ruchu pojazdów ciężkich decydować będą ponownie czynniki klasyczne. Powinno to ułatwić modelowanie, a także prognozowanie i ewaluację *ex ante* dla nowej infrastruktury.

W perspektywicznym ujęciu długookresowym wydaje się, że czynnikami kształtującymi rozkład ruchu pojazdów ciężarowych będzie: a) rozmieszczenie produkcji, a konkretnie jej oczekiwana koncentracja w wybranych lokalizacjach; b) rozmieszczenie ludności (oczekiwana dalsza koncentracja); c) uwarunkowania globalne (makroekonomiczne, geopolityczne). Znajomość tych czynników

w połączeniu z, proponowanym w niniejszej książce, kompleksowym modelowaniem może pozwolić na wskazanie dalszych inwestycji (drogowych, ale także w innych gałęziach transportu), służących optymalizacji rozkładu ruchu i minimalizacji związanych z nim kosztów zewnętrznych.

W perspektywie kolejnych dekad należy także uwzględnić wzrost znaczenia handlu internetowego i przewozów kurierskich samochodami dostawczymi. Należy oczekiwać, że wzrost takich przewozów może wystąpić nie tylko w obszarach metropolitalnych, ale także na terenach peryferyjnych, a nawet w międzynarodowych układach funkcjonalnych. Będzie to oznaczało, dodatkowe wzmocnienie czynnika rozmieszczenia ludności jako determinanty dla ruchu ciężarowego. Co więcej przy kształtowaniu polityki względem pojazdów dostawczych (w tym w zakresie pobieranych opłat) wskazane jest założenie, że ich ruch jest w pewnym stopniu alternatywą dla ruchu samochodów osobowych w podróżach związanych z dokonywaniem zakupów.

W ujęciu długookresowym możliwe jest wskazanie konsekwencji zdarzeń o charakterze geopolitycznym i makroekonomicznym w skali międzynarodowej, a także ewentualnej odpowiedzi inwestycyjnej na te zdarzenia. Można tu wymienić:

- Brexit. Ograniczenie handlu z Wielką Brytanią może oznaczać zmniejszenie ruchu na szlakach wiodących do zachodniej granicy Polski (w ramach obsługi polskiego handlu zagranicznego oraz w tranzycie). Nie należy jednak oczekiwać, że zmiany będą tu bardzo znaczące, gdyż część odbiorców znajdzie alternatywne rynki zbytu, najprawdopodobniej także w Europie zachodniej.
- Rozwój połączeń lądowych z Chinami (tzw. Nowy Jedwabny Szlak). Konieczność przeładunku kontenerów, w szczególności na granicy byłego Związku Radzieckiego i Unii Europejskiej (zmiana szerokości torów w transporcie kolejowym), może niekorzystnie wpływać na strukturę modalną przewozów już na terenie Europy, w tym w Polsce. Dla operatorów korzystniejsze bywa przeładowanie kontenerów bezpośrednio na ciężarówkę i dalszy przewóz transportem drogowym (Jakubowski i in., 2017). Może to oznaczać dodatkowe obciążenie ruchem tranzytowym polskiej sieci drogowej, szczególnie od granicy z Białorusią.
- Ograniczenie możliwości inwestowania w infrastrukturę drogową w ramach programów operacyjnych Unii Europejskiej (UE w rosnącym stopniu preferuje inwestowanie w gałęzie transportu możliwie przyjazne środowisku). Ograniczenie bazy finansowej, w połączeniu z kryzysem wywołanym przez COVID-19 może skutkować ograniczeniem inwestycji drogowych w Polsce. Będzie to oznaczać zatrzymanie programu rozbudowy autostrad i dróg ekspresowych na określonym poziomie. W sposób szczególnie widoczne będą wówczas niektóre luki infrastrukturalne. Układ ruchu pozostanie zniekształcony przez niedomknięcie sieci. Zagrożenie tego rodzaju może wystąpić szczególnie w otoczeniu Warszawy (nieukończenie obwodnicy, brak budowy dużego „ringu” drogowego).

- Zmiany w światowym i europejskim rozmieszczeniu produkcji, wywołane przez COVID-19 (powrót produkcji do Europy) i wskutek świadomej polityki na rzecz gospodarki obiegu zamkniętego. Może to oznaczać zmniejszenie dystansu przewozów (wzrost roli ruchu mniejszych pojazdów). Z drugiej strony w przypadku przeniesienia niektórych gałęzi produkcji do Polski może mieć miejsce dalsza intensyfikacja ruchu w wymiarze UE.

Niezależnie od tych rozważań, ocena dopasowania wyników modelu ruchu zewnętrznego i wewnętrznego na sieci dróg krajowych i wojewódzkich pozwala na sformułowanie kilku rekomendacji związanych z prowadzonym obecnie oraz przyszłym procesem inwestycyjnym:

- Autostrada A2, a w mniejszym stopniu także A4, skupiają dużą część ruchu w stronę granicy niemieckiej i Europy Zachodniej. Ruch ten wykonywany jest w układach skośnych z północnego i południowego-wschodu do autostrad. Mające taki przebieg drogi krajowe i wojewódzkie mogą być w rosnącym stopniu obciążane ruchem ciężkim. Należy to uwzględnić w planach ich modernizacji.
- Zdiagnozowano silne przepływy w ruchu pomiędzy niektórymi peryferyjnymi jednostkami NUTS3. Oznacza to prawdopodobnie potrzebę wzmocnienia nawierzchni na niektórych konkretnych odcinkach dróg krajowych i wojewódzkich.
- Na rozkład ruchu w Polsce mogą mieć wpływ systemy drogowe w krajach sąsiednich oraz elementy łącznikowe z tymi systemami. Kluczowe w tym kontekście są powiązania z systemem niemieckim i czeskim. Może to oznaczać priorytety dla inwestycji o przebiegu skośnym w województwach dolnośląskim i opolskim (ciąg drogi krajowej DK46 Opole – Nysa – Kłodzko; droga ekspresowa Wrocław – Bolków / S3, potencjalny ciąg drogowy Leszno / S5 – Głogów – Bolesławiec A4).

Ponadto obecne infrastrukturalne i „opłatowe” czynniki rozkładu ruchu mogą skutkować błędnymi wnioskami w zakresie potrzeb inwestycyjnych. Wzrost obciążenia niektórych tras wynika z faktu braku innych odcinków i dopóki tamte odcinki nie są ukończone nie powinien być traktowany jako przesłanka inwestycyjna. Przykładem może być koncentracja ruchu na drodze DK9 z Radomia do Rzeszowa. W chwili obecnej bywa ona wykorzystywana jako argument do podniesienia standardu trasy ekspresowej. Prawdopodobnie ocena takich potrzeb będzie jednak możliwa dopiero po ukończeniu ciągu ekspresowego S17/S19 z Rzeszowa przez Lublin do Warszawy.

Przeprowadzone badania pozwalają także na sformułowanie rekomendacji odnośnie przyszłych pomiarów ruchu drogowego, które skutkują bazą referencyjną dla dalszych prac w zakresie modelowania. Kluczowe sugestie w tym zakresie są następujące:

- Powinno się dążyć do zwiększenia liczby punktów ciągłego pomiaru automatycznego, tak aby na ich podstawie można było w sposób wiarygodny dokonywać szacunku zmian w pozostałych punktach wykorzystywanych podczas kolejnych GPR. Opisane w niniejszej książce badanie mogłoby

stanowiąc podstawę do wytypowania takich punktów, w sposób celowy, a jednocześnie reprezentatywny dla poszczególnych rodzajów dróg. Elementem kluczowym powinno być wskazanie takich punktów: a) na drogach rozprowadzających ruch z autostrad i tras ekspresowych; b) na wjeździe do dużych aglomeracji; c) w innych punktach, gdzie zaproponowany model wykazał dużą niezgodność między ruchem rzeczywistym i szacowanym.

- W warunkach braku kontroli na granicach wewnętrznych Schengen badanie GPR powinno w większym stopniu wypełniać lukę informacyjną w zakresie ruchu międzynarodowego (w tym tranzytowego). Oznacza to konieczność obligatoryjnego wyznaczenia punktów pomiarowych na samej granicy państwa (lub przynajmniej w miejscu, za którym zjazd pojazdu ciężarowego na drogę lokalną nie jest już możliwy). W sąsiedztwie najbardziej obciążonych punktów granicznych powinien być prowadzony pomiar automatyczny.

Istotnym elementem Generalnych Pomiarów Ruchu powinny być badania tranzytu, wykonywane metodą tradycyjną (ankiety) lub z wykorzystaniem big data (telefonii komórkowej, systemy GPS, urządzenia do poboru opłat od samochodów ciężarowych).

## LITERATURA

- Al-Battaineh, O., Kaysi, I.A. (2005). *Commodity-Based Truck O-D Matrix Estimation Using Input-Output Data and Genetic Algorithms*, 84<sup>th</sup> TRB Annual Meeting, Washington D.C., January 9-13.
- Ambroziak, T., Jacyna, M. (2011). System logistyczny Polski a komodalność transportu. *Logistyka* 4/2011, 25-32.
- Barcik, R., Bylinko, L. (2018). Perspektywy transportu intermodalnego w Polsce. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*, 120, 9-17.
- Bartosik, A., Piotrowska-Piątek, A., Pomietlorz-Loska, M. (2016). Rynek usług TSL w Polsce w latach 2004-2013. Wybrane aspekty ekonomiczne, *Handel Wewnętrzny*, 1, 360, 172-186.
- Bernacki, D. (2010). Wzrost gospodarczy a popyt na przewozy towarowe w Polsce. *Ekonomiczne Problemy Usług*, 59, 17-36.
- Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r.* (2016). Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy.
- Black, W. R. (1973). An analysis of gravity model distance exponents, *Transportation*, 2, 299-312.
- Brzeziński, A. (1999). Ruch na drogach szybkiego ruchu w otoczeniu miast, cz. I – metoda analiz, *Transport Miejski*, 2.
- Brzeziński, A. (2019). Prezentacja *Zasady prognozowania ruchu drogowego z uwzględnieniem innych środków transportu*” Konferencja naukowo-techniczna pt. Innowacyjne metody prognozowania ruchu krajowego-regionalnego-lokalnego. Warszawa, 28 maja 2019, [https://www.cupt.gov.pl/archiwum/files/aktualnosci/7.%20Brzezinski\\_Politechnika%20Warszawska.pdf](https://www.cupt.gov.pl/archiwum/files/aktualnosci/7.%20Brzezinski_Politechnika%20Warszawska.pdf)
- Brzeziński A. (2019). Prezentacja *Projekt INMOP 3 założenia, cele, innowacyjność, dostępne dane*. Konferencja naukowo-techniczna pt. Innowacyjne metody prognozowania ruchu krajowego-regionalnego-lokalnego. Warszawa, 28 maja 2019 r.
- Brzeziński A., Waltz A. (2019). Prezentacja „*Ruch towarowy w modelach transportowych w Polsce - stan obecny*”. Centrum Unijnych Projektów Transportowych – 8 maja 2019 r. [https://www.cupt.gov.pl/images/PREZENTACJE/3\\_dr\\_Brzezi%C5%84ski\\_Waltz.pdf](https://www.cupt.gov.pl/images/PREZENTACJE/3_dr_Brzezi%C5%84ski_Waltz.pdf)
- Cascetta, E. (2010). *Traffic assignment: O-D estimation from traffic counts*, Handouts of Course on Advanced Modeling and Simulation of Transportation Networks, Sorrento
- Chojnicki, Z. (1966). *Zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych*, Studia KPZK PAN,14, Warszawa.
- Chojnicki, Z., Czyż, T. (1972). *Zmiany struktury regionalnej Polski w świetle przepływów towarowych w latach 1958–1966*. Studia KPZK PAN, 40, Warszawa.
- Czermański, E. (2011). Zagadnienia terminologiczne transportu wielogłęziowego. *Współczesna Gospodarka*, 2(2), 4753.
- De Jong, G., Gunn, H.F., Walker, W. (2004). National and international freight transport models: an overview and ideas for further development, *Transport Reviews*, 24(1), 103-124.
- Demetsky, M. J., Mao, S. (2002). *Calibration of the gravity model for truck freight flow distribution*, Research Report No. UVACTS-5-14-14, August 2002.
- Dixit, S., Venigalla, M. M., Bronzini, M. S. (2011). *Methodology for disaggregation of freight origin-destination data for metropolitan and regional planning*, 90<sup>th</sup> TRB Annual Meeting, Washington D.C., January 23-27.
- Dorosiewicz, A. (2010). *Potoki ładunków w sieciach transportowych*, ITS.

- Elaurant, S., Ashley, D., Bates, J. (2007). *Future directions for freight and commercial vehicle modelling*, 30<sup>th</sup> Australasian Transport Research Forum (ATRF).
- EU Transport in figures*, Statistical Pocketbook 2018.
- Fernández, L. J. E., de Cea Ch. J., Soto A. O. (2003). A Multi-modal Supply-Demand Equilibrium Model for Predicting Intercity Freight Flows, *Transportation Research Part B*, 37 (7), 615-640.
- Fotheringham, A. S. (1983). A new set of spatial-interaction models: the theory of competing destinations, *Environment and Planning A*, 15, 15-36.
- Fotheringham, A. S. (1986). Modelling hierarchical destination choice, *Environment and Planning A*, 18, 401-418.
- Friesz, T. L., Suo, Z.-G., Bernstein, D. H. (1998). A dynamic disequilibrium interregional commodity flow model. *Transportation Research*, 32B(7), 467-483.
- Garber, J. H., Hoel, L. A. (2001). *Traffic & Highway Engineering*, Third Edition.
- Garrido, R. A. (2001), *Insights on freight and commercial vehicle data needs*, *International Conference on Transport Survey Quality and Innovation*, South Africa: Kruger National Park.
- Gawlikowska-Hueckel, K., Umiński, S. (2014). Zdolność do konkurowania. Eksport polski w ujęciu regionalnym w latach 2009–2011. W: K. Gawlikowska-Hueckel, J. Szlachta (red.), *Wrażliwość polskich regionów na wyzwania współczesnej gospodarki: implikacje dla polityki rozwoju regionalnego*. Warszawa: Wydawnictwo Wolters Kluwer, 158-171.
- Generalny Pomiar Ruchu 2005*. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- Generalny Pomiar Ruchu 2010*. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- Generalny Pomiar Ruchu 2015*. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- Grzelakowski, A. S. (2012). Rozwój transportu intermodalnego w Polsce. Podstawowe uwarunkowania i wyzwania. *Logistyka*, 5.
- Hensher, D. A., Button, K. J. (2005). *Handbook in Transport, Volume 1*, Handbook of Transport Modelling, Pergamon.
- Inwestycje i działania konieczne do podjęcia przez Polskę w celu wdrożenia efektywnie funkcjonujących korytarzy sieci bazowej TEN-T przebiegających przez Polskę – w ujęciu krajowym i wojewódzkim, w średnim oraz długim horyzoncie czasowym (do i po 2020 r.)*. 2014. <http://www.utk.gov.pl/pl/aktualnosci/4164,Interaktywna-mapa-terminali-kontenerowych-na-stronie-UTK.html>
- Jacyna, M. (2010). Wybrane aspekty koncepcji modelu systemu logistycznego Polski za względu na komodalność transportu, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport*, 75, 37-54.
- Jakubowski, A., Miszczyk, A., Kawalko, B., Komornicki, T., Szul, R. 2017. *The EU's New Borderland. Cross-border relations and regional development*. Oxon-New York: Routledge.
- Kaczorek, M., Klikowski, M., Konarski, A., Lenart, S., Mikulski, B., Mokrzański, M., Pyzik, M. (2018). Kolejowy Model Towarowy – model ruchu na potrzeby PKP Polskich Linii Kolejowych SA. *Transport Miejski i Regionalny*, 6, 20-26.
- Komornicki, T. (2008). Granica polsko-białoruska jako bariera przestrzenna, W: *Współczesne problemy badawcze geografii polskiej – geografia człowieka*, Dokumentacja Geograficzna, 36, IGiPZ PAN, 55-61.
- Komornicki, T. (2010). *Przeptywy osób i towarów przez polski odcinek zewnętrznej granicy Unii Europejskiej*, raport końcowy z projektu badawczego MNiSW.
- Komornicki, T. (2016). Zmiany w ruchu przez polską granicę wschodnią w roku 2014 na tle sytuacji geopolitycznej, *Prace i Studia Geograficzne*, 61(1), 103-119.

- Komornicki, T., Rosik, P., Stępnia, M., Śleszyński, P., Goliszek, S., Pomianowski, W., Kowalczyk, K. (2018). *Ewaluacja i monitoring zmian dostępności transportowej w Polsce z wykorzystaniem wskaźnika WMDT*. Warszawa: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju.
- Komornicki, T., Rosik, P., Śleszyński, P., Solon, J., Wiśniewski, R., Stępnia, M., Czapiewski, K., Goliszek S. (2013). *Impact of the construction of motorways and expressways on socio-economic and territorial development of Poland*. Warsaw: Ministry of Regional Development.
- Komornicki, T., Szejgic-Kolenda, B. (2017). Przekształcenia przestrzennego rozmieszczenia obszarów koncentracji eksportu w Polsce. *Przegląd Geograficzny*, 89(2), 269-289.
- Komornicki, T., Śleszyński, P., Pomianowski, W., Rosik, P., Siłka, P. (2008). *Opracowanie metodologii liczenia wskaźnika międzygałęzowej dostępności transportowej terytorium Polski oraz jego oszacowanie*. Warszawa: IGiPZ PAN.
- Komornicki, T., Śleszyński, P., Rosik, P., Pomianowski, W. (2010). Dostępność przestrzenna jako przesłanka kształtowania polskiej polityki transportowej. *Biuletyn*, 241, Warszawa: KPZK PAN.
- Komornicki, T., Zaucha, J., Szejgic, B., Wisniewski, R. (2015). *Powiązania eksportowe gospodarki lokalnej w warunkach zmiennej koniunktury – analiza przestrzenna*. Prace Geograficzne, 250, Warszawa: IGiPZ PAN.
- Krych, A. (2018). Badania kompleksowe, modelowanie i planowanie ruchu - słownik terminologiczny. *Annały inżynierii ruchu i planowania transportu*, 2(XI).
- Kucharczyk, R. (2014). Lokalizacja centrów logistycznych w Polsce. *Logistyka*, 6.
- Kulpa, T. (2013). *Modelowanie potencjałów ruchotwórczych w drogowych przewozach ładunków w skali regionu*, Praca doktorska, Biblioteka Cyfrowa Politechniki Krakowskiej.
- Łacny, J., Osińska, M. (2008). Rynkowe i instytucjonalne uwarunkowania cen paliw i ich wpływ na rozwój transportu drogowego w Polsce w latach 2004–2008. *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Oeconomia XXXVIII, nauki humanistyczno-społeczne*, 388.
- Mapa ograniczeń na przejściach granicznych stan na 17.10.2016 r.* Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- Marcysiak, A., Marcysiak, A., Rak, A. (2017). Zmiany na rynku powierzchni magazynowych w Polsce. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-humanistycznego w Siedlcach, seria Administracja i Zarządzanie*, 42(115), 29-39.
- NCHRP Synthesis 298, 2001. Truck Trip Generation Data, Washington: D.C.
- NCHRP Synthesis 358, 2006. Statewide travel forecasting models, Washington: D.C.
- Obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 15 listopada 1999 r. w sprawie ogłoszenia przejść granicznych, rodzaju ruchu dozwolonego przez te przejścia oraz czasu ich otwarcia* (M.P. 1999 nr 37 poz. 568).
- Obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 grudnia 2008 r. w sprawie ogłoszenia przejść granicznych, rodzaju ruchu dozwolonego przez te przejścia oraz czasu ich otwarcia* (M.P. 2008 nr 97 poz. 854).
- Obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 3 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia przejść granicznych, rodzaju ruchu dozwolonego przez te przejścia oraz czasu ich otwarcia* (M.P. 2015 poz. 636).
- Ortúzar, J. de D., Willumsen, L.G. (2001). *Modelling Transport*, 3rd ed., Chichester (UK): John Wiley & Sons.
- Potrykowski, M. (1980). Modele grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-transportowych, W: *Metody ilościowe i modele w geografii transportu*, PZLG, 4, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk: Wydawnictwo PAN.

- Potrykowski, M., Taylor, Z., (1982). *Geografia transportu. Zarys problemów, modeli i metod badawczych*, Warszawa: PWN.
- Przystupa, K. (2017). Ograniczenia w ruchu pojazdów ciężarowych na terenie Polski i Unii Europejskiej. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 12.
- Pyza, D. (2012). Modelowanie systemów przewozowych w zastosowaniu do projektowania obsługi transportowej podmiotów gospodarczych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, 85.
- Quick Response Freight Manual II, Final Report*. Federal Highway Administration, Washington D.C., September 2007.
- Raport z badania krajowego rynku transportu towarów (ze szczególnym uwzględnieniem transportu towarów kolejną)*. (2012). Warszawa: Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów.
- Ratajczak, W. (1999). *Modelowanie sieci transportowych*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Rocznik statystyczny handlu zagranicznego*. (2016). GUS.
- Rosik, P. (2012). *Dostępność lądowa przestrzeni Polski w wymiarze europejskim*. *Prace Geograficzne*, 231, Warszawa: IGiPZ PAN.
- Rosik, P. Kowalczyk, K. (2015). *Rozwój infrastruktury drogowej i kolejowej a przesunięcia modalne w Polsce w latach 2000-2010*. *Prace Geograficzne*, 248, Warszawa: IGiPZ PAN.
- Rosik, P., Stępiak, M. (2015). Monitoring of changes in road potential accessibility at municipality level in Poland, 1995-2015. *Geographia Polonica*, 88(4), 607-620.
- Rosik, P., Śleszyński, P. (2009). Wpływ zaludnienia w otoczeniu drogi, ukształtowania powierzchni terenu oraz natężenia ruchu na średnią prędkość jazdy samochodem osobowym. *Transport Miejski i Regionalny*, 10, 26-31.
- Rozkrut, D. *Prezentacja „Statystyka transportu. Stan i perspektywy rozwoju”*. Główny Urząd Statystyczny.
- Ruch graniczny oraz przepływ towarów i usług na zewnętrznej granicy Unii Europejskiej na terenie Polski w 2010 r.* (2011). Warszawa-Rzeszów: GUS, US w Rzeszowie.
- Ruch graniczny oraz wydatki cudzoziemców w Polsce i Polaków za granicą w 2019 r., 2020*, Warszawa: GUS.
- Rynek nieruchomości magazynowych w 2015 r.*, JLL. Luty 2016.
- Rynek nieruchomości magazynowych w 2016 r.*, JLL. Luty 2017.
- Rynek powierzchni magazynowych w Polsce 2012*. On Point. Luty 2013.
- Rynek powierzchni magazynowych w Polsce 2014*. On Point. Luty 2014.
- Skowron-Grabowska, B. (2010). *Centra logistyczne w łańcuchach dostaw*. Warszawa: PWE.
- Stawiński, M. (2016). *Prezentacja „Przewozy intermodalne transport drogowy vs. Kolej. Analizy Urzędu Transportu Kolejowego”*. Warszawa 16.05.2016, <https://www.utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/analizy-i-opracowania/7458,Przewozy-intermodalne-transport-drogowy-vs-kolej.html>
- Stępiak M., Rosik P., 2016, From improvement in accessibility to the impact on territorial cohesion: the spatial approach. *Journal of Transport and Land Use*, 9(3), 1-13.
- Stępiak, M., Rosik P. (2018). The role of transport and population components in change in accessibility: the influence of the distance decay parameter. *Networks and Spatial Economics*, 18(2), 291-312.
- Stokłosa J., Cisowski, T., Erd, A. (2014). Terminale przeładunkowe jako elementy infrastruktury sprzyjające rozwojowi łańcuchów transportu intermodalnego. *Logistyka*, 3.
- Straka, M. Wyrwich, S. (2015). Funkcjonowanie centrów logistycznych w Polsce i Słowacji. *Logistyka*, 2, 737-747.



- Studium układu dróg szybkiego ruchu w Polsce, układ kierunkowy horyzont 2025 rok, wraz z analizą podziału funkcjonalnego całej sieci drogowej Polski – udostępnienie jednolitych danych wejściowych do prognoz ruchu (2007). Warszawa: Politechnika Warszawska.
- Suwara, T. (1988). *Analiza ruchu zamiejskiego*. Warszawa: WKiŁ.
- Szarata, A. (2010a). Kalibracja i możliwości weryfikacji wyników Kompleksowych Badań Ruchu narzędziami symulacyjnymi, Kompleksowe badania ruchu – teoria i praktyka – doświadczenia miast polskich. *Zeszyty naukowo-techniczne*, SiTK RP Oddział w Krakowie; Materiały konferencyjne, 93, 152, Kraków, 193-204.
- Szarata, A. (2010b). *Kalibracja więzby ruchu w oparciu o pomiary przekrojowe*, VII Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Transportowe – Teoria i Praktyka”, <https://edroga.pl/inzynieria-ruchu/kalibracja-wiezby-ruchu-w-oparciu-o-pomiary-przekrojowe-cz-ii-03025361/all-pages>
- Szarata, A. (2013). *Modelowanie podróży wzbudzonych oraz tłumionych zmianą stanu infrastruktury transportowej*. Monografia nr 439, Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, seria Inżynieria Lądowa.
- Szejgiec, B., Komornicki, T. (2015). Spatial differentiation of Polish export linkages. *Geographia Polonica*, 88(1), 173-178.
- Śleszyński, P. (2009). Zaludnienie i zróżnicowanie rzeźby terenu w modelowaniu prędkości ruchu w transporcie drogowym. *Przegląd Komunikacyjny*, 5, 26-32.
- Śleszyński, P. (2015). Expected traffic speed in Poland using Corine land cover, SRTM-3 and detailed population places data. *Journal of Maps*, 11(2), 245-254.
- Transport – wyniki działalności w 2005 r.* (2006). Warszawa: GUS.
- Transport – wyniki działalności w 2010 r.* (2011). Warszawa: GUS.
- Transport – wyniki działalności w 2015 r.* (2016). Warszawa: GUS.
- Wasiak, M., Jacyna, M., Kłodawski, M., Gołębiowski, P. (2016). Model ruchu towarowego dla aglomeracji warszawskiej według Warszawskiego Badania Ruchu 2015. *Transport Miejski i Regionalny*, 12 29-35.
- Waśkiewicz, J. Menes, M. (2015). Rozwój polskiego sektora międzynarodowych przewozów drogowych w latach 2004-2014. *Transport Samochodowy*, 4, 5-14.
- Więckowski, M., Michniak, D., Bednarek-Szczepeńska, M., Chrenka, B., Ira, V., Komornicki, T., Rosik, P., Stępnia, M., Szekely, V., Śleszyński, P., Świątek, D., Wiśniewski, R., (2012). *Pogranicze polsko-słowackie. Dostępność transportowa a turystyka*, Warszawa-Bratysława: IGiPZ PAN, Geografický Ústav Slovenska Akademia Vied.
- Wigan, M. R., Southworth, F. (2006). *What's wrong with freight models, and what should we do about it?*, 85<sup>th</sup> TRB Annual Meeting, Washington: D.C.
- Yang, C. H., Regan, A. C., Son, Y. T. (2010). Another View of Freight Forecasting Modeling Trends. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 14(2), 237-242.
- Zimmer, W., Schmied, M., (2008). *Potentials for a modal shift from road to rail and ship – A methodological approach*. ETC/ACC Technical Paper 18.

Baza Straży Granicznej

<http://bip.um.wroc.pl/arttykul/376/17263/nowe-zasady-wjazdu-do-wroclawia-dla-pojazdow-ciezarowych-powyzej-18-ton>

<http://energy.jrc.ec.europa.eu/transtools/FTP.html>

<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/temat>

<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

<https://stat.gov.pl/>

<https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/4164,Mapa-obiektow-infrastruktury-uslugowej-i-bocznik-kolejowych.html>

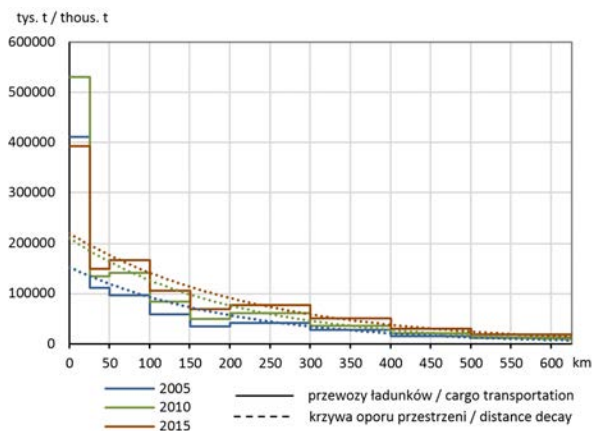
<https://www.gddkia.gov.pl/pl/a/37063/Wplyw-epidemii-koronawirusa-na-ruch-drogowy-i-GPR2020>

<https://www.nbp.pl/home.aspx?f=/statystyka/kursy.html>

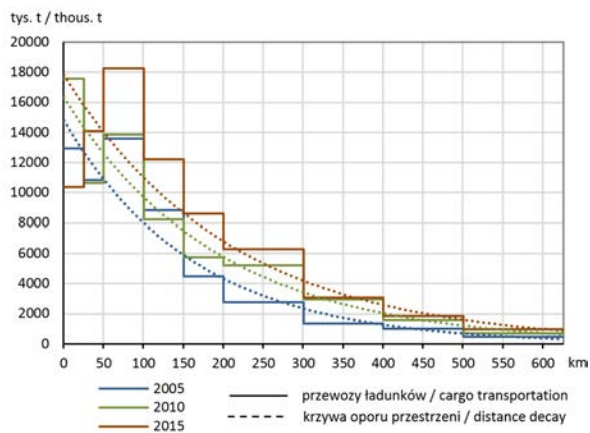
viaTOLL – podsumowanie 2015 roku ([https://www.viatoll.pl/upload/files/viaTOLL\\_podsumowanie\\_2015.pdf](https://www.viatoll.pl/upload/files/viaTOLL_podsumowanie_2015.pdf))

# ANEKS STATYSTYCZNY

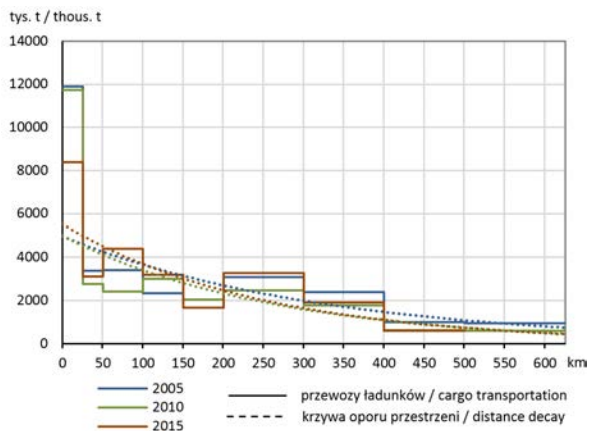
## OGÓŁEM



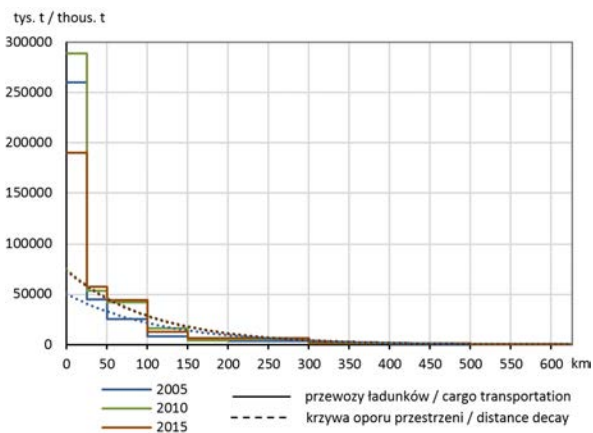
## PRODUKTY ROLNICTWA, ŁOWIECTWA, LEŚNICTWA, RYBACTWA I RYBOŁÓWSTWA



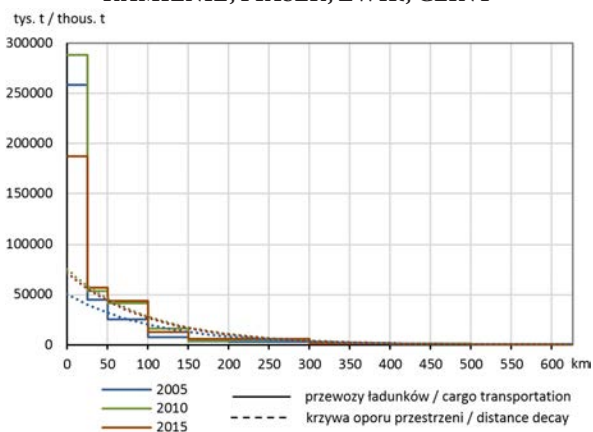
## WĘGIEL KAMIENNY I BRUNATNY, ROPA NAFTOWA I GAZ ZIEMNY



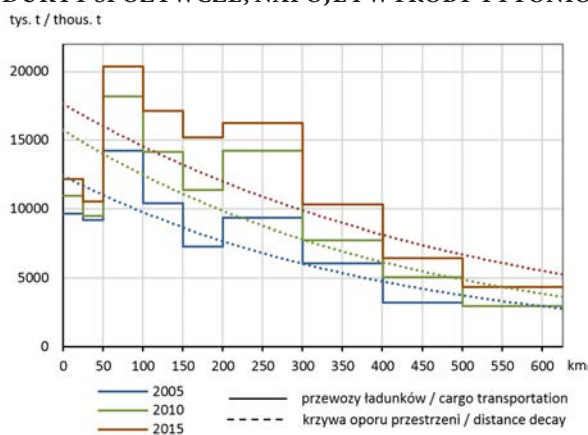
## RUDY METALI I POZOSTAŁE PRODUKTY GÓRNICWA I KOPALNICTWA



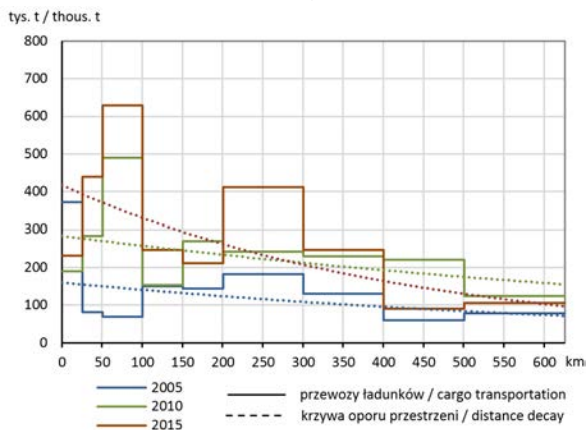
## KAMIENIE, PIASEK, ŻWIR, GLINY



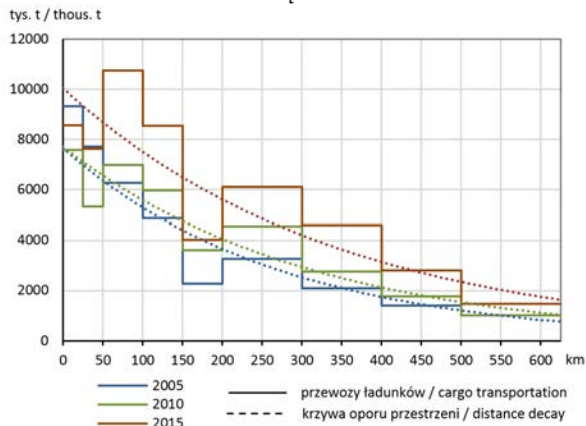
## PRODUKTY SPOŻYWCZE, NAPOJE I WYROBY TYTONIOWE



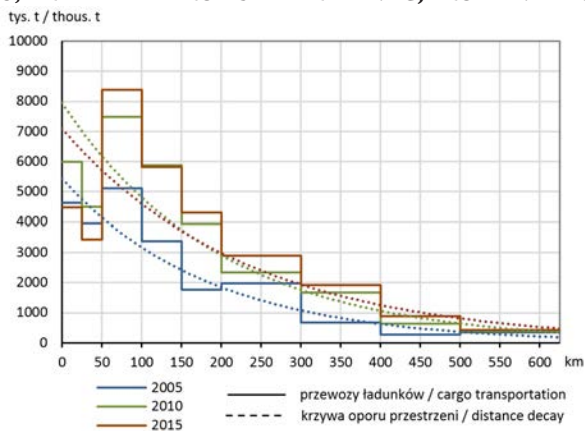
## WYROBY WŁÓKIENNICZE I ODZIEŻ, SKÓRY I PRODUKTY SKÓRZANE



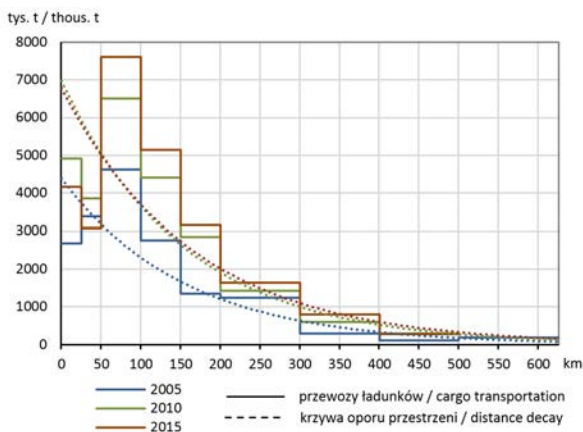
## DREWNO, WYROBY Z DREWNA I KORKA (BEZ MEBLI), WYROBY ZE SŁOMY, PAPIER I WYROBY Z PAPIERU, WYROBY POLIGRAFICZNE ORAZ NAGRANIA DŹWIĘKOWE



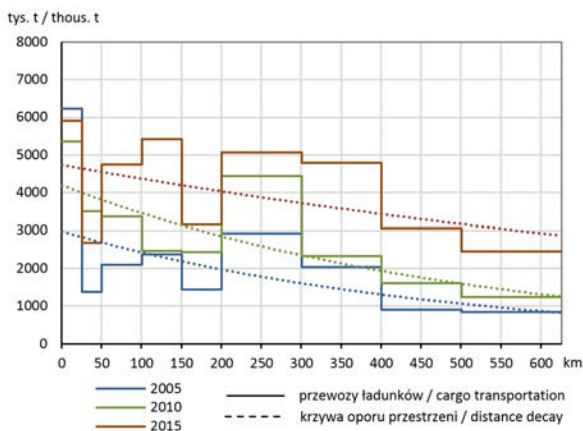
## KOKS, BRYKIETY I PRODUKTY RAFINACJI ROPY NAFTOWEJ



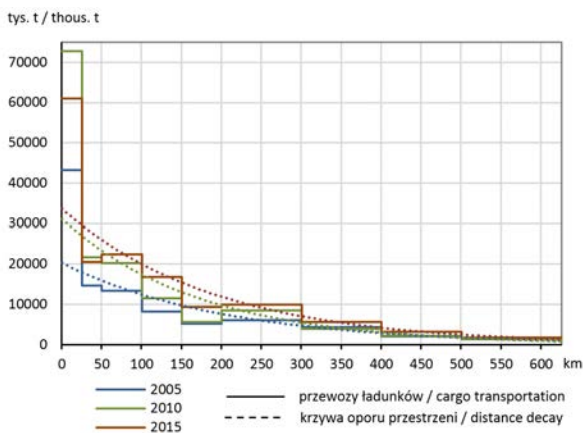
## CIEKŁE PRODUKTY RAFINACJI ROPY NAFTOWEJ



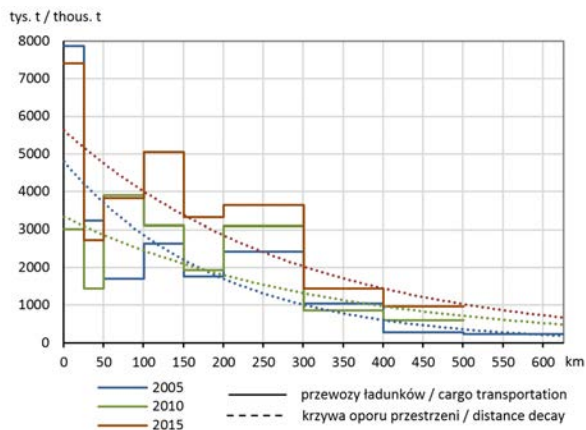
## CHEMIKALIA, PRODUKTY CHEMICZNE, WŁÓKNA SZTUCZNE, WYROBY Z GUMY I TWORZYW SZTUCZNYCH, PALIWO JĄDROWE



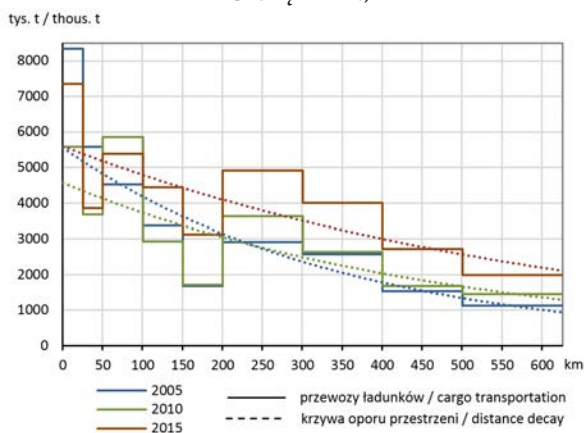
## WYROBY Z POZOSTAŁYCH SUROWCÓW NIEMETALICZNYCH



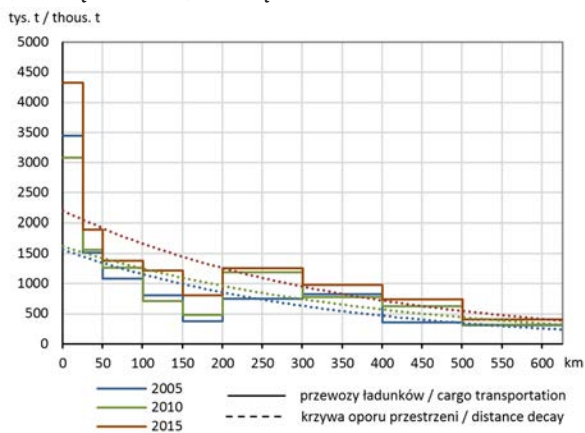
## CEMENT, WAPNO, GIPS



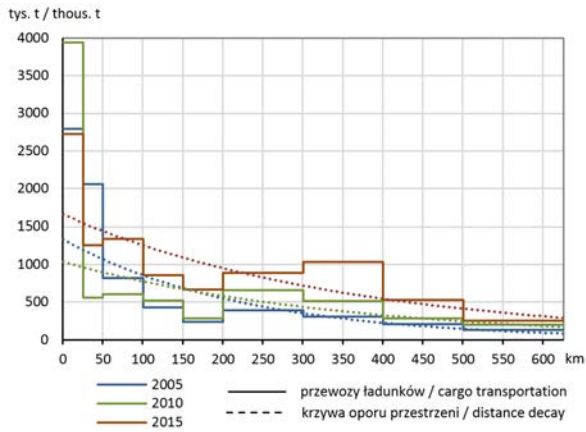
## METALE, WYROBY METALOWE GOTOWE (Z WYŁĄCZENIEM MASZYN I URZĄDZEŃ)



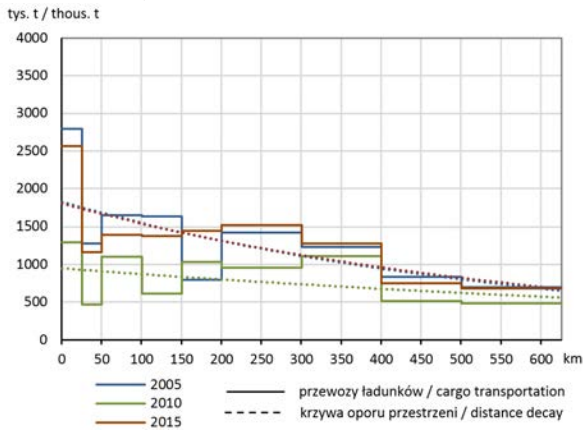
## MASZYNY, URZĄDZENIA, SPRZĘT ELEKTRYCZNY I ELEKTRONICZNY



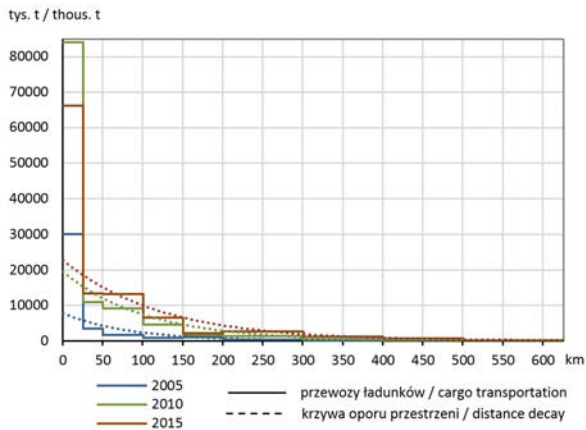
## SPRZĘT TRANSPORTOWY



## MEBLE, POZOSTAŁE WYROBY GOTOWE

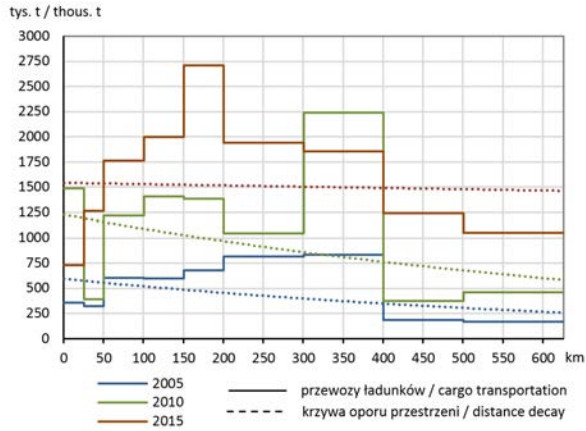


## SUROWCE WTÓRNE, ODPADY KOMUNALNE

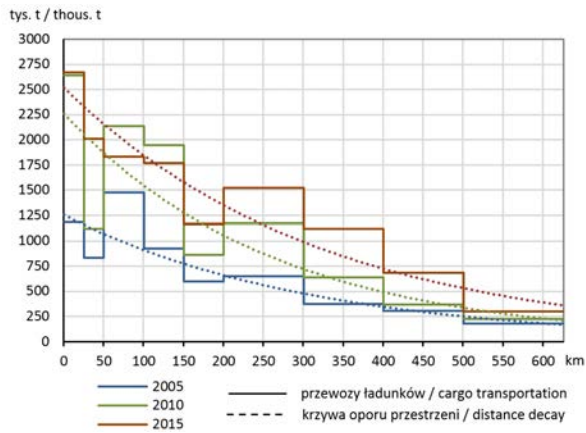




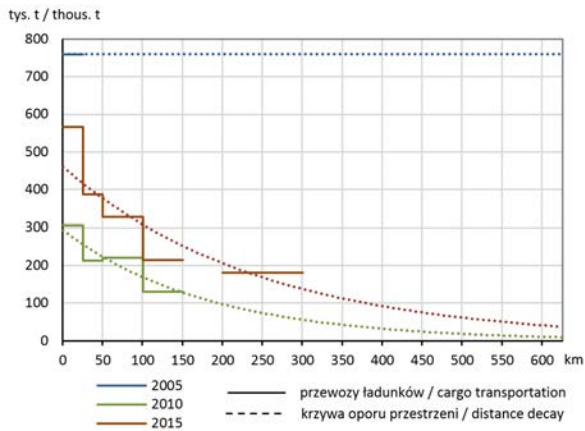
## PRZESYŁKI LISTOWE ORAZ PACZKI I PRZESYŁKI KURIERSKIE



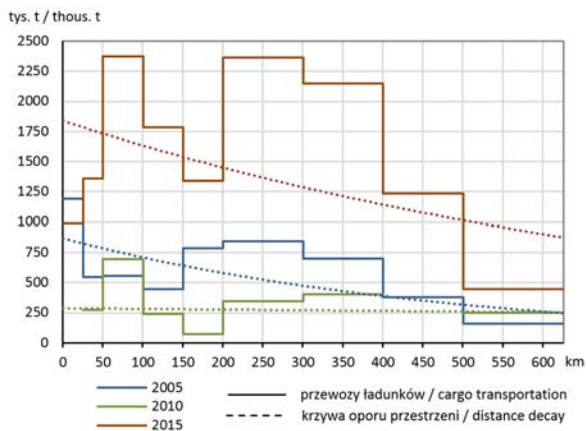
## PUSTE KONTENERY I OPAKOWANIA



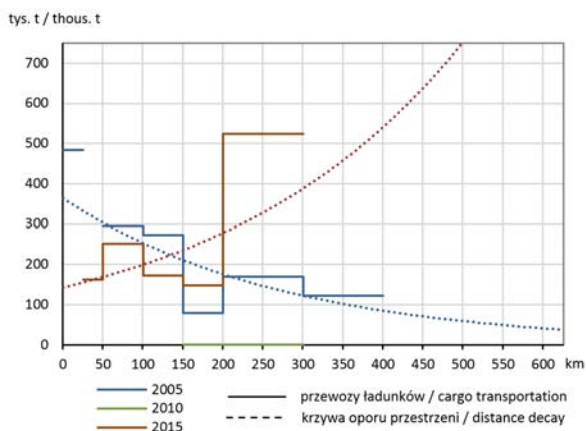
## ŁADUNKI PRZEWOŻONE W TRAKCIE PRZEPROWADZKI, POZOSTAŁE ŁADUNKI NIEBĘDĄCE PRZEDMIOTEM HANDLU



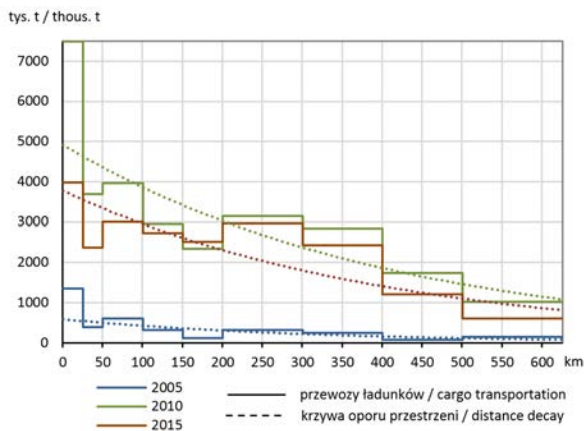
## TOWARY MIESZANE (BEZ SPOŻYWCZYCH)



## TOWARY NIEIDENTYFIKOWALNE - KTÓRYCH Z JAKICHKOLWIEK POWODÓW NIE MOŻNA ZIDENTYFIKOWAĆ A PRZEZ TO PRZYPISAĆ DO DZIAŁÓW 1-16



## POZOSTAŁE TOWARY



## Summary

In the last thirty years, the volumes of road freight transport traffic in Poland have been growing very rapidly as a result of many internal and external factors. The modelling of flows has become more difficult than before due to the increasing number of variables. It has become essential to search for new models based on economic data at the level of local territorial units. The 2005-2015 study described in this book attempts to enrich our knowledge of the potential for modelling road freight vehicle traffic volumes in conditions of rapid socio-economic development and at a detailed level of territorial disaggregation. The purpose of this publication is to further develop road freight transport modelling in Poland using an array of data on the infrastructural, organisational, formal and legal, as well as geopolitical and logistical determinants of the spatial distribution of road freight transport which are crucially important for forecasting traffic on the network. While working on this publication, the authors consulted with representatives of the transport planning community, principally with Professor Andrzej Szarata and Dr. Tomasz Kulpa, members of the staff of the Krakow University of Technology. The publication studies the spatial differentiation in traffic volumes of road freight, i.e. in the intensity of lorry traffic within the network of extra-urban national and voivodship roads as captured by the proposed model and in real terms. In the study road freight vehicles are divided into three categories: light goods vehicles with GVW < 3.5T (delivery vehicles), heavy goods vehicles without trailers and heavy goods vehicles with trailers and tractors with semi-trailers. The above division corresponds to the classification used in the Polish General Traffic Survey (Generalny Pomiar Ruchu). The division into vehicle categories is crucial in determining the distance decay function and traffic-generating potential. The period between 2005 and 2015 was chosen as the study period, corresponding to the three rounds of the General Traffic Survey (GPR) carried out on the network of extra-urban national and voivodship roads. A large proportion of the statistical data, mainly those on production and attraction, also apply to the years 2005, 2010 and 2015. In spatial terms, the study covers the network of roads throughout the territory of Poland (mainly national and voivodship roads, but also some major sections of local roads, i.e. powiat and municipal roads). The network of extra-urban national and voivodship roads on which the General Traffic Survey was carried out was the benchmark for a comparative analysis of traffic, actual and modelled (GPR2005, GPR2010 and GPR2015). The study comprised 2321 transport regions (internal regions). Depending on the availability of data, some of the analyses were performed at powiat level (e.g. industrial output sold) or subregional level (e.g. traffic pattern of road freight vehicles).

The monograph consists of nine chapters. The second chapter presents an overview of research methods based on literature sources (vehicle and freight modelling). Then, the existing domestic models of freight flows in Poland are described.

The third chapter is devoted to an analysis of the spatial variations in the intensity of road freight traffic volumes in the period of 2005/2010/2015 analysed. As regards the overall transport performance of goods vehicles, after the steep growth in the share of road freight traffic in the 1990s, this indicator should be considered to have been relatively stable in the 2005-2015 period covered by the study. However, the shares of individual types of road freight vehicles have changed considerably. There was a radical increase in the share of HGVs with trailers, which took over inter-agglomeration and foreign traffic, while, at the end of the study period, the presence

of HGVs without trailers was basically limited to local traffic, mainly in agglomerations. Road freight traffic is concentrated on national roads, mainly dual carriageways, with a major role played by the commissioning of successive sections of the network in the period investigated which led to shifts in traffic patterns (e.g. from the A2 and A4 motorways to the S8 expressway between Wrocław and Łódź). As successive sections of dual carriageway were brought into use, the previously highly concentrated traffic dispersed to some extent. Apart from transit across cities (e.g. Warsaw, Poznań, where the volume of freight traffic exceeded 20 000 vehicles a day), the main freight transport routes included the A2, A4 and A1 motorways, certain sections of expressway and the obliquely oriented route towards the border with Lithuania in Budzisko. The share of international road transport increased from 10% to over 17%.

In the fourth chapter, the determinants of traffic intensity and distribution are classified by individual types of conditions (economic, geopolitical, infrastructural, organisational, formal and legal, and logistical conditions). The economic conditions include, inter alia, GDP, foreign exchange rates, foreign trade, fuel prices, and labour costs. The geopolitical conditions presented are divided into those related to the internal and external borders of the Schengen Area. Regarding economic conditions, there was rapid growth in GDP in the period under investigation, although there were some divergences between the GDP growth rate, which is treated as the chief determinant of the intensity of growth, and the increase in volumes of road freight traffic. The disparities were mainly observable for HGVs with trailers for which the traffic intensity increased much faster than the GDP. Road haulage was largely influenced by changes in the directions of foreign trade, and one indirectly associated factor, namely the growth in international road freight transport performance by Polish companies after Poland's accession to the European Union. EU countries accounted for almost 80% of the value of exports and 70-75% of the value of imports over the study period. The importance of trade links between some areas and the countries of the former Soviet Union declined in relative terms. The geopolitical conditions were primarily related to Poland's accession to the European Union in 2004, and then becoming part of the Schengen Area in 2007. The changes improved the permeability of the internal borders of the Schengen Area, which meant that truck drivers did not need to queue at the border with Germany, the Czech Republic, Slovakia and Lithuania. Opportunities for handling cabotage operations opened up for Polish carriers, which also contributed to some extent to the increase in the intensity of road freight traffic within Poland. The accession of the Baltic countries to the EU drove the intensity of transport along the Via Baltica and transit across Poland along this route, but also – perhaps predominantly – transit from Western European countries to Russia. By contrast, the Russian-Ukrainian conflict, the annexation of Crimea and military operations in eastern Ukraine, followed by the Russian embargo on meat and fruit and vegetables from Poland, resulted in declines in traffic on the eastern border after 2014. Infrastructural conditions had a huge impact on the shift of traffic flows on the Polish road network. The period under analysis was unprecedented in terms of the development of the motorway and expressway network (increase in the network length from 700 to 2850 km). The traffic volume shifts might have been influenced by the sequence in which the individual sections were put into service, especially when a given section of the network was under construction in 2005, 2010 or 2015. The organisational, formal and legal conditions took the form of (1) country-wide traffic restrictions, (2) restrictions on city transit, (3) local restrictions, and (4) restrictions at border crossings. Motorway tolls and the deployment of the viaTOLL system in 2011, which comprised over 3000

kilometres of roads as early as 2015, were the last major formal and legal factors in the study period. In 2015, peculiar competition was observable between the concessionaires' payment systems and viaTOLL tolls along the single carriageway national roads parallel to the A1, A2 and A4 motorways. In 2005-2015, one of the key logistical determinants was the dynamic development of warehousing in the major Polish agglomerations and their immediate surroundings, notably in the Warsaw agglomeration, the Upper Silesian conurbation, the Poznań agglomeration, in central Poland, and in the Wrocław agglomeration. Thus, the development was mainly spot-like in nature, leaving huge areas of eastern and northern Poland with no major logistics base. Road and rail terminals developed in a similar way, although here the Tri-City also became a key intermodal hub, especially given the fast growth of its seaport container terminals. The demand for intermodal rail transport was driven by the two crucial TEN-T corridors crossing Poland, i.e. the Baltic-Adriatic Corridor and the North Sea-Baltic Corridor.

Chapter 5 explains the preliminary assumptions that underlie the road freight traffic distribution model in 2005, 2010 and 2015 which is proposed in the study. It presents the preliminary assumptions, the speed model and network input data, the number of transport regions, as well as the assumptions regarding traffic restrictions, motorway tolls and the viaTOLL system. The chapter ends with a synthetic presentation of the benchmark, i.e. the overall transport performance on the network of national and voivodship roads calculated within the framework of the General Traffic Survey (2005/2010/2015). The truck traffic model (HGV Monit model) presented in this study is built of two independent components, i.e. the external traffic model and the internal traffic model.

Chapter 6 presents the assumptions and results of the use of the external traffic model in relation to the individual databases, i.e. traffic on the last sections ahead of border crossings (General Traffic Survey), traffic reported by the Border Guards, the pattern of transit traffic, and the source-destination traffic pattern. It presents overall external traffic volumes (export+import+transit) in the individual study years, as well as the distribution of external traffic across the road network. In 2005-2015, external traffic increased by 72%, which chiefly stemmed from the more than a twofold increase in the number of HGVs with trailers crossing the country's borders, for the most part at the most crowded border crossings in Świecko, Jędrzychowice, Budzisko and Cieszyn. The external traffic model displayed a major concentration of road freight traffic along the fastest roads (motorways and expressways), especially those leading to Warsaw, where traffic accumulates as a result of the city being Poland's main business hub (HQs of exporters and importers) and the fact that it is situated on the Via Baltica route between Germany and the Baltic States and Russia.

Chapter 7 presents the results of the internal model and the combined HGV Monit model (internal and external traffic). First, it describes the distribution of industrial output sold and changes in this respect over the study period, and then goes on to describe the road freight transport matrix by direction at the NUTS3 level (also taking account of the changes). The chapter explains the methodological foundations of the HGV Monit model and describes the outcomes, both for the model excluding motorway tolls and Warsaw transit restrictions, and for the final model including these. The internal traffic model, which predominates in terms of transport performance (approx. 88% in the 2015 model) is based inter alia on the following: (1) distribution of sold industrial output at poviats level, (2) freight transport cargoes by direction at the subregional level, (3) population size as a determinant of local traffic. The results obtained

in the first model, which combines internal and external traffic, i.e. the model without tolls and traffic restrictions, turned out to be better than expected, with very high – for the scale of this study – coefficients of determination  $R^2$ , which exceeded 0.7 and were near to 0.8 in the best-fitted year 2010. The introduction of motorway tolls (through time penalties), Warsaw transit and the viaTOLL system into the model led to an improvement in the fit of the model ( $R^2$ ) in 2015 and the achievement of a considerable improvement in spatial terms, especially in the context of reducing the overestimation of motorway and expressway traffic.

Chapter 8 is a kind of zoom-in on the structure of road freight traffic in Poland (domestic transport). It describes the changes in the structure of road freight transport by selected commodity groups. The chapter presents the spatial variations in production and distance decay for selected commodity groups (food products, products from other non-metallic raw materials, metal ores and other mining and quarrying products). It is demonstrated that food transport, which predominates in overall haulage, constitutes approx. 18% of transport performance throughout the study period. There has been a decline in metal ores and other mining and quarrying products, and the group of products made of other non-metallic raw materials remains stable, ranking second. The above three groups of cargo dominate transport activity although their total share declined from 49% in 2005 to 43% in 2015.

Chapter 9 presents the empirical conclusions, methodological conclusions and road freight traffic scenarios for 2020 and the decade that follows, taking into account the impact of the COVID-19 pandemic. Finally, it presents recommendations for transport policy and other policies in the context of the individual types of determinant that underlie the spatial distribution of traffic volumes. The methodological conclusions put an emphasis on the fact that, in the future, consideration should be given to introducing additional variables into the model at municipality level, especially in those agglomerations which have a single “ring” poviát, e.g. the Poznań Poviát. Bringing more variables into the model at this level would make it possible to account for heavy road freight vehicle traffic on local roads (municipality and poviát levels) and voivodship roads in these areas. The recommendations point to the fact that, in the long run, account can be taken of international geopolitical and macroeconomic impacts as well as of the possible investment response to developments, which will have a considerable effect on the size and spatial distribution of road freight traffic in Poland. These include: (a) Brexit. Limited trade with Great Britain may mean reduced movements along the routes leading to the western border of Poland (in respect of Polish foreign trade and transit). However, no noticeable changes should be expected here since some customers will find alternative markets, most likely also in Western Europe; (b) Development of land connections with China (the ‘New Silk Road’). The need to reload containers, in particular at the border of the former Soviet Union and the EU (change of gauge of the rail track), may have an adverse effect on the modal structure of transport in Europe, including Poland; (c) There are limited opportunities for investment in road infrastructure under EU operational programmes (the EU increasingly prefers to invest in environmentally friendly modes of transport). The limited funds, combined with the COVID-19 crisis, may curtail road investment projects in Poland; (d) Changes in the global and European distribution of production as a result of COVID-19 (bringing manufacturing back to Europe), with a well-informed policy relating to a circular economy. This may mean shorter haulage distances (increasing the role of transport by smaller vehicles).

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN im. Stanisława Leszczyckiego wydaje następujące wydawnictwa ciągłe: *Geographia Polonica*, *Przegląd Geograficzny*, *Europa XXI*, *Prace Geograficzne*, *Studia Obszarów Wiejskich*, *Monografie IGiPZ PAN* (17 tomów).



Piotr Rosik, Tomasz Komornicki, Sławomir Goliszek, Barbara Szejjec-Kolenda i Patryk Duma są zatrudnieni w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, w Zakładzie Przestrzennego

Zagospodarowania (kierownik T. Komornicki). Zajmują się geografią społeczno-ekonomiczną, polityką transportową i planowaniem w różnych skalach przestrzennych, od lokalnej, przez regionalną, krajową do europejskiej. Są autorami ponad kilkuset krajowych i zagranicznych publikacji w tym zakresie. Brali udział w kilkudziesięciu projektach naukowych (w tym HORYZONT 2020, ESPON, NCN) i aplikacyjnych (na potrzeby samorządów wojewódzkich lub ministerstw). Większość projektów i publikacji dotyczyła szeroko rozumianego funkcjonowania układów transportowych w przestrzeni społeczno-ekonomicznej.

Drogowy transport samochodowy w latach 2005-2015 podlegał dynamicznym zmianom. Dynamika ta dotyczyła zarówno struktury i kierunków natężenia ruchu, jak i jego szeroko ujętych uwarunkowań. Celem publikacji jest rozwinięcie metodyki modelowania ruchu pojazdów ciężarowych w Polsce, z wykorzystaniem danych dotyczących jego uwarunkowań infrastrukturalnych, organizacyjnych, formalno-prawnych, geopolitycznych i logistycznych. Rozwój modelowania należy w tym miejscu rozumieć jako integrację dorobku geografii społeczno-ekonomicznej z modelami stosowanymi przez planistów transportu i wykorzystywanymi m.in. w pracach polskich uczelni technicznych. W zaproponowanym modelu ruchu punktem odniesienia była sieć zamiejskich dróg krajowych i wojewódzkich, na której wykonano Generalny Pomiar Ruchu w latach 2005, 2010 i 2015. Modelowanie objęło ruch zewnętrzny (tranzytowy i źródłowo-docelowy bazujący na danych o polskim handlu zagranicznym na poziomie powiatu) i wewnętrzny na poziomie gmin oraz powiatów. W badaniu wykorzystano oprogramowanie VISUM.