

# Przemiany statystyk transportu drogowego

Statystyka w służbie polityki społeczno-gospodarczej:  
nowe badania, metody i narzędzia

Magdalena Mojsiewicz

Urząd Statystyczny w Szczecinie

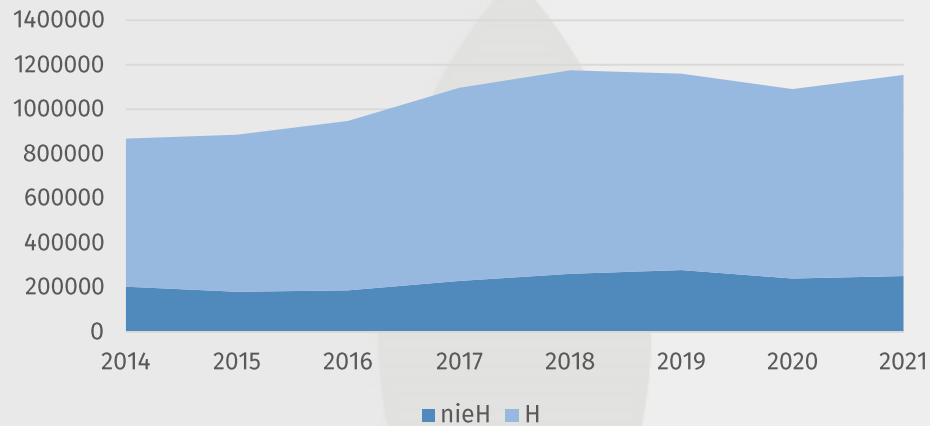
Uniwersytet Szczeciński

# Plan prezentacji

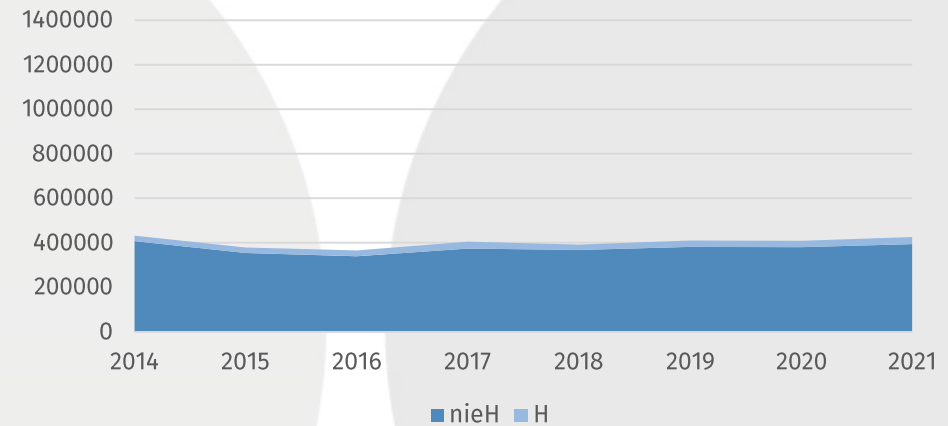
- **Transport drogowy**
  - Klasyczne źródła danych
- **Big Data**
  - Źródła danych – viaTOLL, eTOLL
  - Statystyki dot. natężenia ruchu, emisji zanieczyszczeń
- **Wyzwania dla statystyk przewozów i pracy przewozowej**

# Badanie za pomocą formularza TD-E

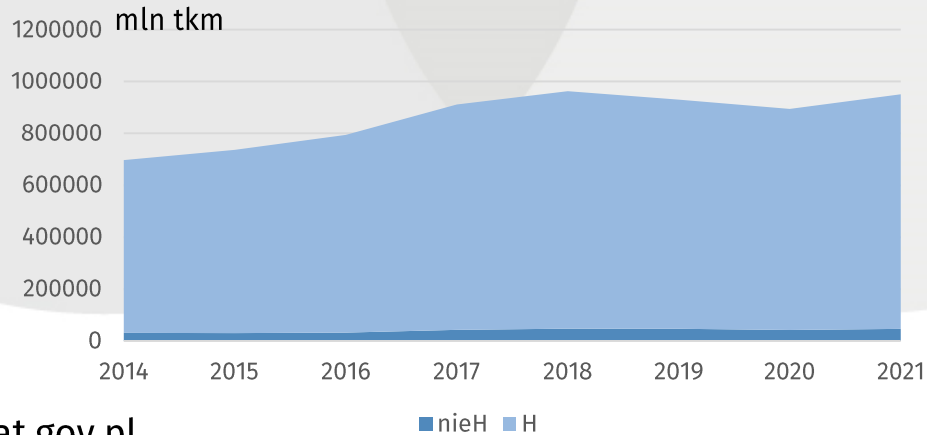
Przewozy - transport zarobkowy  
próba losowa



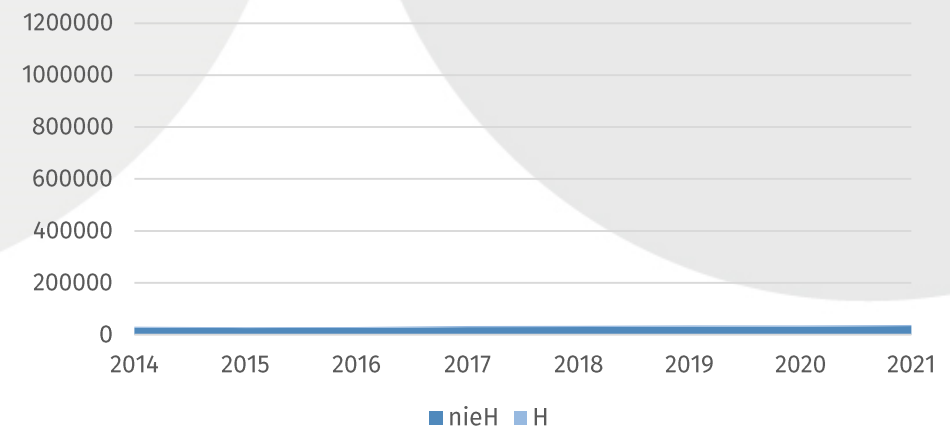
Przewozy - transport gospodarczy  
próba losowa



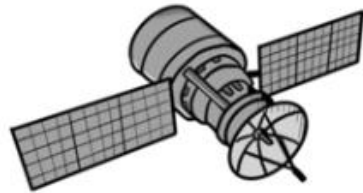
Praca przewozowa - transport zarobkowy  
próba losowa



Praca przewozowa - transport gospodarczy  
próba losowa



# viaTOLL, eTOLL – elektroniczny system poboru opłat za przejazd drogami krajowymi



# viaTOLL, eTOLL – elektroniczny system poboru opłat za przejazd drogami krajowymi



Statystyka  
Transportu  
Drogowego

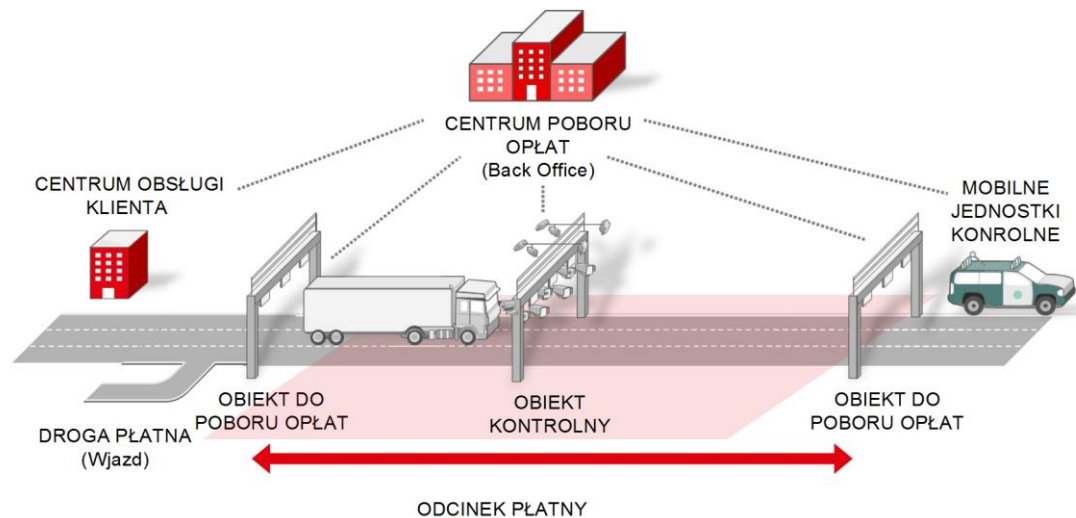
viaTOLL, eTOLL

System **viaTOLL** funkcjonował do dnia **30.09.2021 r.**

Na system **viaTOLL** składały się **951** bramownic oraz urządzenia pokładowe umieszczone w pojazdach.

System **eTOLL** oparty jest o technologię wyznaczania pozycji użytkownika przy zastosowaniu pozycjonowania satelitarnego z wykorzystaniem wirtualnych bramownic.

**viaTOLL**



źródło: <https://anuluj-mandat.pl/post/czym-jest-myto-viatoll-i-co-sie-zmienilo-od-2-stycznia-2015>

**eTOLL**

Długość płatnych odcinków wynosi obecnie około 3677 km



Sieć dróg krajowych obejmujących system **eTOLL**  
źródło: <https://etoll.gov.pl/ciezarowe/kalkulator-trasy/siec-drog/>

# Statystyki natężenia ruchu – transport drogowy

W wyniku przetwarzania danych viaTOLL można uzyskać następujące **zmienne wynikowe** :

- **Liczba transakcji** – liczba transakcji opłat dla pojazdów podlegających opłacie zarejestrowanych na odcinku płatnym
- **Liczba pojazdów** – unikatowa liczba wystąpień pojazdu w punkcie lub na odcinku
- **Liczba podróży** – pojazd zrealizował podróż w ramach systemu viaTOLL, jeżeli został on zarejestrowany przynajmniej w 2 transakcjach z analizowanego zbioru danych
- **Czas podróży**
- **Liczba przejechanych km**
- **Średnia prędkość**

# Statystyki natężenia ruchu – transport drogowy

Dla przyjętych zmiennych zdefiniowano następujące **wymiary**:

**- czasowy:**

- dzień
- tydzień
- miesiąc
- grupa godzinowa
  - rano: 00:00 - 05:59
  - w ciągu dnia: 06:00-11:59
  - wieczór: 12:00 - 17:59
  - noc: 18:00 - 23:59

**- przestrzenny:**

- oznaczenie drogi: A1, A2 itd.
- kraj rejestracji pojazdu (Polska, zagranica, nieznan)

# Statystyki natężenia ruchu – transport drogowy

## - kategorii podmiotu/pojazdu wg. grup ładowności (dmc):

### ➤ Pojazdy lekkie

- grupa ładowności 13 - pojazdy dmc równej 3,5 tony lub mniej
- grupa ładowności 14 - o dmc równej 3,5 tony lub mniej, mające możliwość ciągnięcia przyczepy i pojazdy o dmc przekraczającej 3,5 tony

### ➤ Autokary

- grupa ładowności 30 - autokary z liczbą miejsc siedzących powyżej 9 (łącznie z kierowcą)

### ➤ Pojazdy ciężkie

- grupa ładowności 41 - pojazdy ciężarowe o dmc powyżej 3,5 tony oraz poniżej 12 ton
- grupa ładowności 42 - pojazdy ciężarowe o dmc powyżej 3,5 tony oraz poniżej 12 ton mające fizyczną możliwość ciągnięcia przyczepy oraz pojazdy o dmc powyżej 12 ton
- grupa ładowności 50 - pojazdy ciężarowe dmc powyżej 12 ton

## - kategorii podmiotu/pojazdu wg. klasy emisji spalin Euro (0-IV)





- Strona Główna
- O projekcie
- Transport morski
- Transport drogowy**
- Natężenie ruchu

Wizualizacja danych (stan na pierwszy dzień miesiąca)

Wskaźnik 2-1-1 - Liczba transakcji (dzienna) wg rodzaju pojazdu

**Wskaźnik 2-1-2 - Liczba transakcji (dzienna) według klasy emisji spalin Euro**

Wskaźnik 2-1-3 - Liczba transakcji (dzienna) według numeru drogi

Wskaźnik 2-1-4 - Liczba transakcji (miesięczna) według rodzaju pojazdu

Wskaźnik 2-1-5 - Liczba transakcji

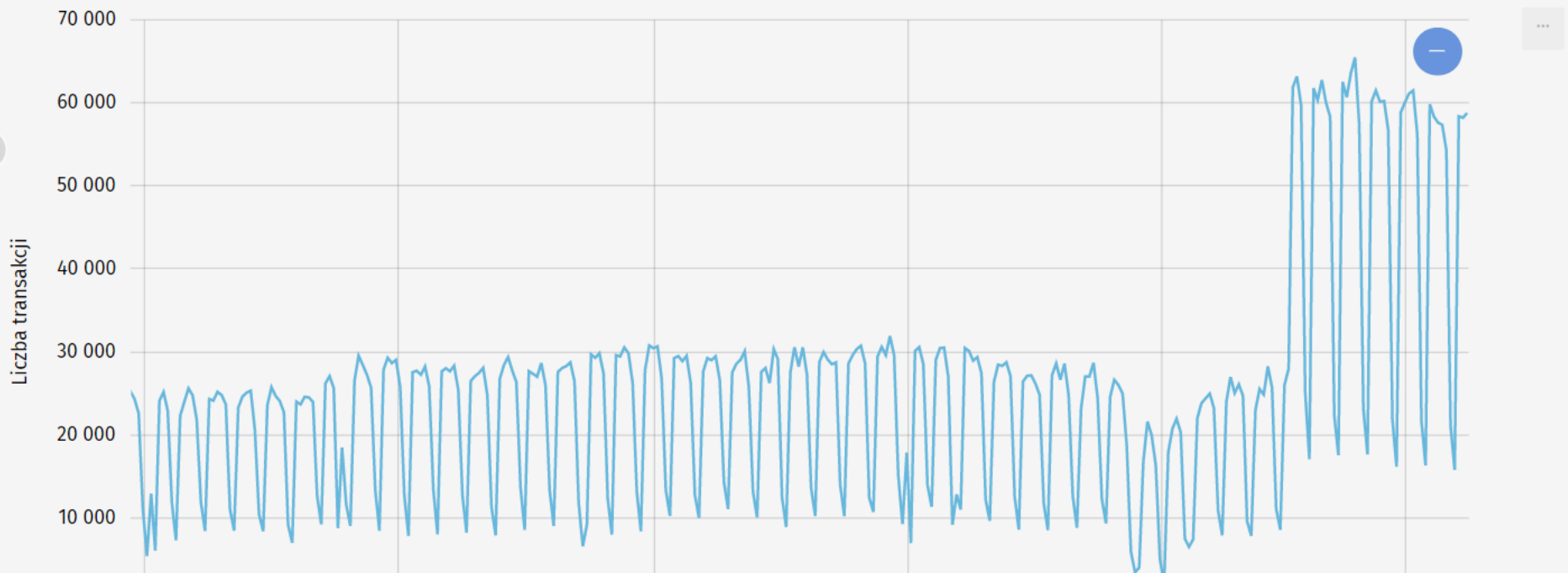
# Wskaźnik 2-1-2 - Liczba transakcji (dzienna) według klasy emisji spalin Euro

## Euro 0 lub nieokreślona

Wykres Tabela Informacje o wskaźniku

Wybierz typ emisji:

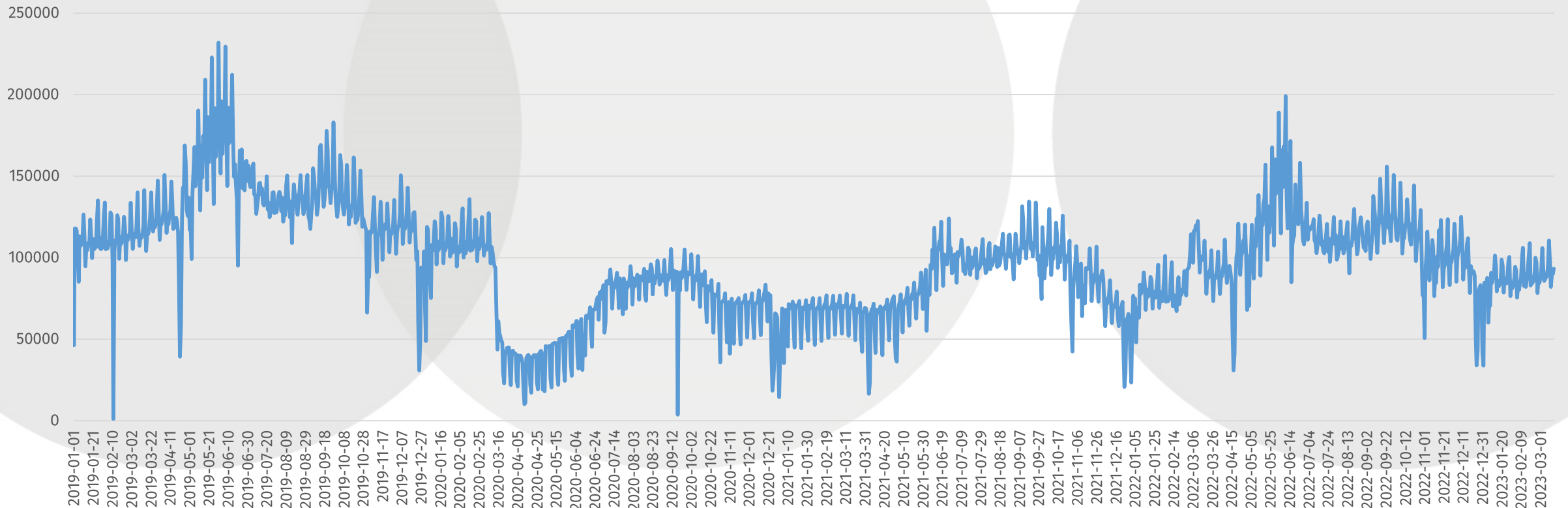
Euro 0 lub nieokreślona



Symbol wskaźnika	2-1-1
Nazwa wskaźnika	Liczba transakcji (dzienna) wg rodzaju pojazdu
Jednostka prezentacji	Liczba transakcji
Źródło danych	do 30.09.2021 r. Krajowy System Poboru Opłat viaTOLL, gestor: Główny Inspektorat Transportu drogowego (GiTD) od 1.10.2021 r. System Poboru Opłaty Elektronicznej Krajowej Administracji Skarbowej e-TOLL, gestor: Ministerstwo Finansów
Częstotliwość danych	cykliczne zasilanie danymi
Czas	Czas lokalny PL
Uwagi	brak

# Wskaźnik 2-1-1 - Liczba transakcji (dzienna) wg rodzaju pojazdu

Autokary z liczbą miejsc siedzących > 9



# Statystyki emisji zanieczyszczeń – transport drogowy



copert 

# Statystyki emisji zanieczyszczeń – transport drogowy

**COPERT** to standardowy kalkulator emisji zanieczyszczeń. Umożliwia szacowanie wielkości emisji zanieczyszczeń ze środków transportu drogowego na podstawie następujących **danych wejściowych**:

- **liczba pojazdów wg. rodzaju:**
  - samochody ciężarowe
  - ciągniki siodłowe
  - autobusy miejskie
- **przebiegi pojazdów:**
  - średnioroczne
  - całkowite (od momentu produkcji)
- **prędkość pojazdów:**
  - na drogach miejskich w szczycie
  - na drogach miejskich poza szczytem
  - na drogach zamiejskich
  - na autostradach
- **udział poszczególnych rodzajów pojazdów na określonej drodze:**
  - na drogach miejskich w szczycie
  - na drogach miejskich poza szczytem
  - na drogach zamiejskich
  - na autostradach
- **dane meteorologiczne:**
  - średniomiesięczna temperatura minimalna
  - średniomiesięczna temperatura maksymalna
  - średniomiesięczna wilgotność powietrza

# Statystyki emisji zanieczyszczeń – transport drogowy

## Zmienne wynikowe

W rezultacie przeprowadzonych szacunków pozyskiwane są dane o wielkości emisji zanieczyszczeń takich jak m.in.:

- NMVOC – niemetanowe lotne związki organiczne
- PM<sub>2.5</sub> – pyły zawieszone
- NO<sub>x</sub> – tlenki azotu
- CH<sub>4</sub> – metan
- CO<sub>2</sub> – dwutlenek węgla
- N<sub>2</sub>O – podtlenek azotu

# Statystyki emisji zanieczyszczeń – transport drogowy

Dla zmiennych wynikowych zdefiniowano następujące **wymiary**:

- **Czasowy:**
  - rok
  - kwartał
- **Przestrzenny:**
  - Polska
  - Województwa
- **Rodzaju pojazdu:**
  - samochody ciężarowe
  - ciągniki siodłowe
  - Autobusy
- **Kategorii podmiotu/pojazdu wg. klasy emisji spalin EURO (II-VI)**

# Statystyki emisji zanieczyszczeń – transport drogowy

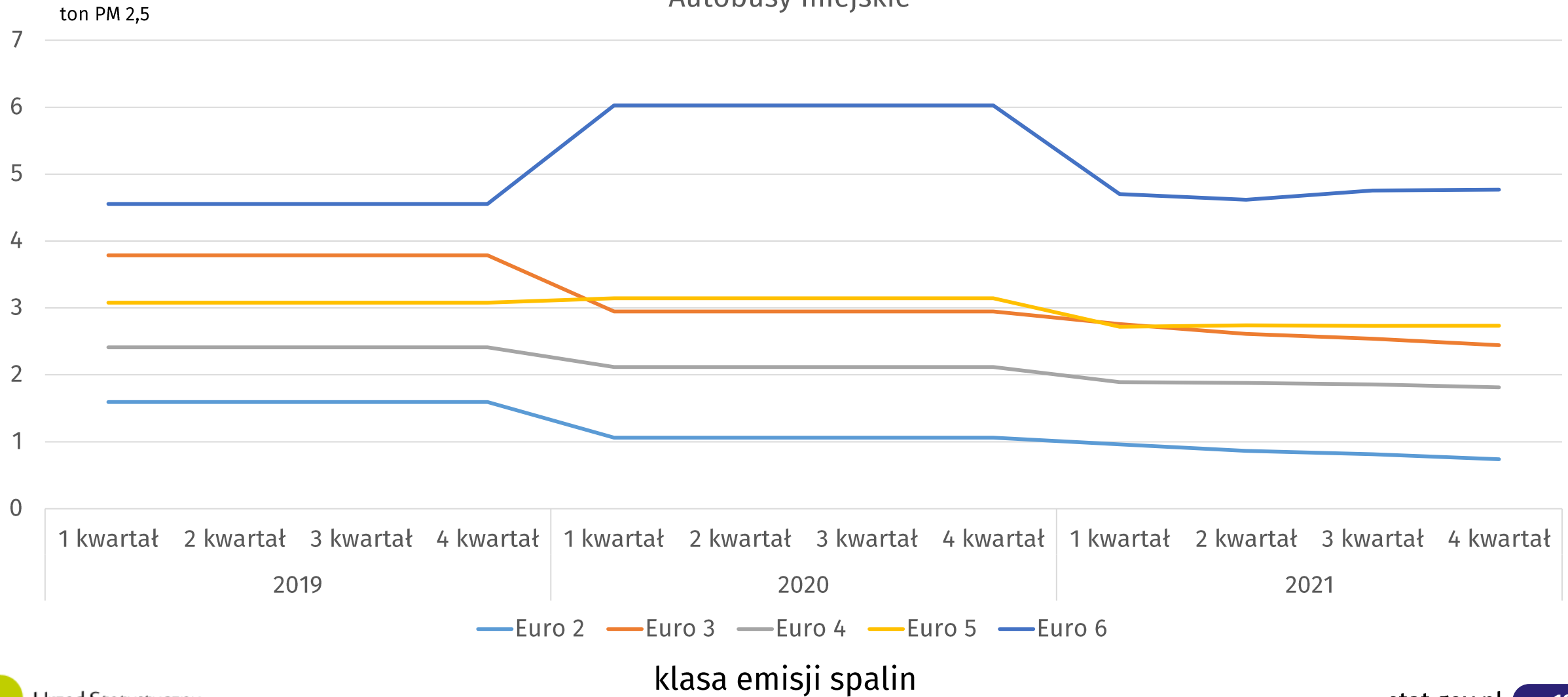
- **Kategorii podmiotu/pojazdu według grup ładowności (dmc)**
  - samochody ciężarowe:
    - 0-7,5 t
    - 7,5-12 t
    - 12-14 t
    - 14-20 t
    - 20-26 t
    - 26-28 t
    - 28-32 t
    - 32-36 t
  - ciągniki siodłowe:
    - 14-20 t
    - 20-28 t
    - 28-34 t
    - 34-40 t
    - 40-50 t
    - 50-60 t
  - autobusy:
    - 0-15 t
    - 15-18 t
    - 18+ t



Symbol wskaźnika	2-3-15
Nazwa wskaźnika	Emisja PM 2,5 według klasy emisji spalin Euro
Jednostka prezentacji	emisja w tonach, liczba pojazdów w sztukach
Źródło danych	Centralna Ewidencja Pojazdów i Kierowców (CEPiK), gestor: Kancelaria Prezesa Rady Ministrów System informacyjny Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, gestor: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) System informacyjny Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, gestor: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW)
Częstotliwość danych	kwartał
Czas	Czas lokalny PL
Uwagi	PM 2,5 - pyły zawieszone nie większe niż 2,5 mikrometra Emisja została wyznaczona za pomocą kalkulatora COPERT V z wykorzystaniem następującego zakresu danych: CEPiK: liczba pojazdów. Dla ciągników siodłowych oraz samochodów ciężarowych wykorzystano dane kwartalne. Dla autobusów miejskich wykorzystano dane roczne. Uwzględniono wyłącznie pojazdy nie starsze niż 25 letnie. Uwzględniono wyłącznie pojazdy z aktualnym ubezpieczeniem w danym kwartale lub na koniec roku w przypadku autobusów miejskich. GDDKiA: ruch drogowy na drogach publicznych, praca przewozowa pojazdów. IMGW: temperatura powietrza oraz wilgotność względna. Źródłem pochodzenia danych jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy.

# Statystyki emisji zanieczyszczeń – transport drogowy

## Autobusy miejskie



# Wdrożenie statystyk eksperymentalnych

- Resort Statystyki otrzymał dostęp do strumieniowych źródeł danych Big Data dot. transportu drogowego,
- Pozytywnie zakończony proces legislacji zapewnił stabilność źródeł danych w jest istotne w kontekście produkcji statystycznej,
- Rozpoznano oraz wdrożono niezbędne metody i narzędzia Big Data w celu zapewnienia przetwarzania strumieniowego dla danych sensorycznych,
- Opracowano algorytmy umożliwiające generowanie nowych statystyk, co unowocześniło i wzbogaciło bieżącą produkcję statystyczną,
- Resort Statystyki planuje wdrożenie do produkcji statystycznej uzyskanych wskaźników.

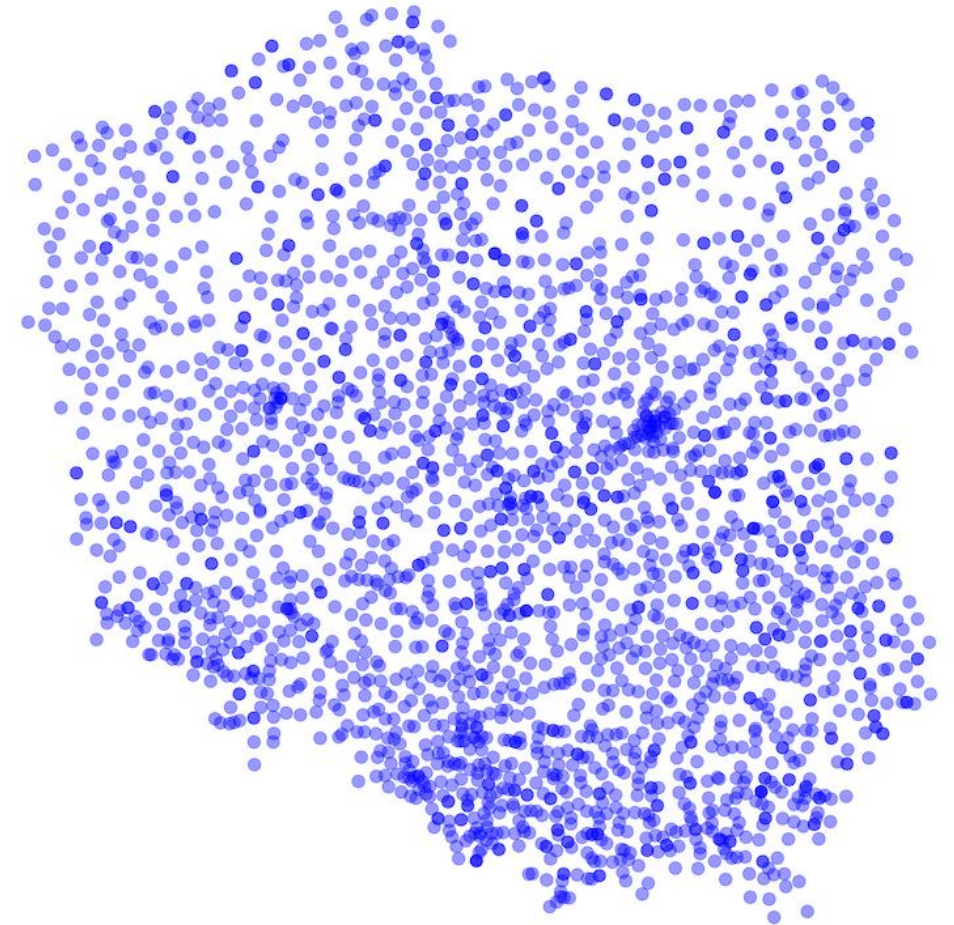
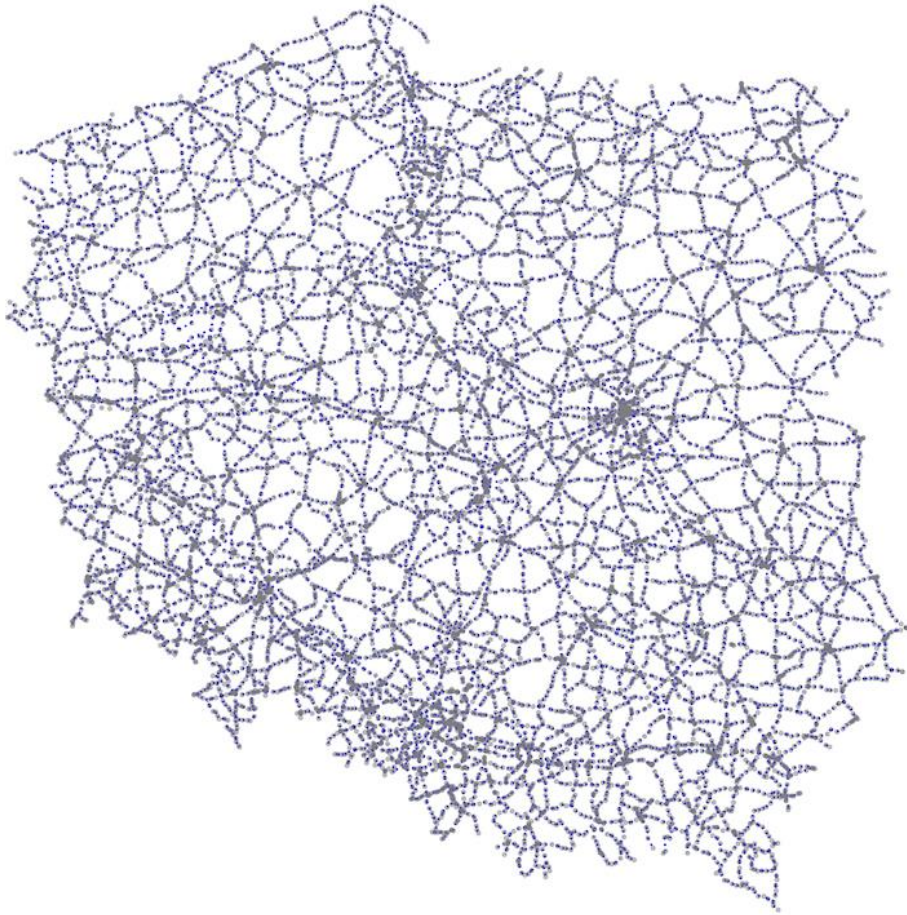
# Funkcje modelu symulacyjnego systemu transportu drogowego

- oszacowanie wielkości generowanego i absorbowanego ruchu ciężarowego w rejonach komunikacyjnych bez przeprowadzenia kosztownych badań ankietowych
- prognozowanie pracy przewozowej generowanej przez jednostki gospodarcze
- oszacowanie rzeczywistego obciążenia poszczególnych odcinków sieci drogowej
- prognozowanie zmian obciążenia oraz zakorkowania odcinków sieci drogowej w przypadku zamknięcia lub krótkotrwałego wyłączenia z użytku wybranych odcinków sieci

## Etapy opracowania modelu symulacyjnego dla systemu transportu drogowego

- Budowa modelu sieci transportowej
- Wyodrębnienie rejonów komunikacyjnych
- Opracowanie modelu popytu transportowego (generacja oraz rozkład przestrzenny ruchu)
- Rozkład przewozów na sieć drogową

# Graf sieci transportowej 2 515 rejonów kom. - centroidy





# Model ekonometryczny do oszacowania pracy przewozowej w systemie viaTOLL

Jako zmienna objaśniana w modelu występuje łączna dobową praca przewozowa dla określonej bramownicy systemu viaTOLL wykonywana:

- przez wszystkie pojazdy, dla których rozważana bramka jest źródłem podróży w ramach systemu viaTOLL (bramka jest zarejestrowana w pierwszej transakcji asocjowanej z pojazdem),
- przez wszystkie pojazdy, dla których dana bramka jest celem podróży w ramach systemu (bramka występuje w ostatniej transakcji w ciągu transakcji zarejestrowanych dla pojazdu).

Jako zmienne objaśniające w modelu ekonometrycznym występują:

- odległość do terminalu towarowego najbliższego dla analizowanej bramownicy,
- liczba podmiotów gospodarczych zarejestrowanych na terytorium (według kodu terytorialnego), gdzie znajduje się analizowana bramka.

# Metodyka modelu ekonometrycznego

Oszacowanie wartości empirycznych zmiennych objaśnianych:

$$W_j^{(o|d)} = \sum_{i=1}^{P_j} d_i \cdot \bar{q}_i,$$

$P_j$  – liczba pojazdów, które zaczynają podróż w systemie od  $j$ -tej bramki

$d_i$  – przebieg  $i$ -tego pojazdu w ramach systemu viaTOLL [km]

$\bar{q}_i$  – średnia waga towaru przewożonego przez  $i$ -ty pojazd [ton]

Kształtowanie bazy danych, zawierających liczbę jednostek gospodarczych według grup (małe, duże, średnie) dla poszczególnych kodów terytorialnych

Kształtowanie zestawu zmiennych objaśniających:

- poziom grupy przedsiębiorstw – 1 zmienna dla każdej grupy
- poziom sekcji – 10 zmiennych dla każdej grupy (sekcje ['A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', 'K', 'N']) – wg PKD 07
- poziom klasy – 545 zmiennych dla każdej grupy (klasy ['0111', ..., '8299'])

Przeprowadzenie analizy regresyjnej

# Hipotezy o kształcie zależności funkcyjnej w modelu ekonometrycznym

Zależność liniowa:

- $W_j^{(o|d)} = a_0 + \sum_{i=1}^N a_i \cdot x_{ij}$

Zależność potęgowa:

- $W_j^{(o|d)} = a_0 \cdot \prod_{i=1}^N x_{ij}^{a_i}$
- $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{Nj}$  – zmienne objaśniające
- $a_0, a_1, a_2, \dots, a_N$  – współczynniki modelu regresji



# Wartości współczynnika determinacji dla bramek generujących ruch

Poziom szczegółowości modelu (liczba zmiennych objaśniających)	Dzień świąteczny (1.01.2019)	Dzień powszedni (10.01.2019)	Sobota (12.01.2019)	Niedziela (13.01.2019)
<b>Model liniowy</b>				
Grupy (4)	0.0356	0.0434	0.0328	0.0321
Sekcje (31)	0.2308	0.1986	0.1947	0.2552
Klasy (1636)	0.3226	0.4811	0.4068	0.5183
<b>Model potęgowy</b>				
Grupy (4)	0.0641	0.1015	0.0839	0.063
Sekcje (31)	0.2513	0.289	0.2916	0.2271
Klasy (1636)	<b>0.6207</b>	<b>0.5777</b>	<b>0.6001</b>	<b>0.5551</b>

# Wartości współczynnika determinacji dla bramek absorbujących ruch

Poziom szczegółowości modelu (liczba zmiennych objaśniających)	Dzień świąteczny (1.01.2019)	Dzień powszedni (10.01.2019)	Sobota (12.01.2019)	Niedziela (13.01.2019)
<b>Model liniowy</b>				
Grupy (4)	0.0513	0.0506	0.0327	0.0384
Sekcje (31)	0.2376	0.2209	0.2136	0.2130
Klasy (1636)	0.6262	0.4818	0.4960	0.4968
<b>Model potęgowy</b>				
Grupy (4)	0.0625	0.1010	0.0755	0.0766
Sekcje (31)	0.2922	0.3042	0.2644	0.2878
Klasy (1636)	<b>0.6367</b>	<b>0.5897</b>	<b>0.5585</b>	<b>0.5736</b>

# Opracowanie nowych statystyk transportu – faza wstępna

## Transport lekkimi pojazdami użytkowymi

Zakres podmiotowy badania będą stanowiły samochody ciężarowe o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 tony (tj. z wyłączeniem lekkich pojazdów specjalnego przeznaczenia i lekkich ciągników drogowych) będących w posiadaniu podmiotów gospodarki narodowej (z wyłączeniem pojazdów będących w posiadaniu osób prywatnych).

Wdrożenie pilotażowego gromadzenia danych na temat działalności lekkich pojazdów użytkowych na poziomie krajowym, przy wykorzystaniu kwestionariusza,

Wykonanie opisu wszystkich parametrów i elementów gromadzenia danych pilotażowych oraz szczegółów zastosowanej metodologii;

Wykonanie oceny wykonalności, kosztów, obciążenia dotyczącego wdrażanej metodologii jak również jakości uzyskanych danych wynikowych.

**Dziękuję za uwagę!**