

Akademia WSB

Dąbrowa Górnicza, Cieszyn, Olkusz, Żywiec, Kraków

WSB University

Seminarium Naukowo-Techniczne

**BOCZNICE I TERMINALE
W KOLEJOWYCH ŁAŃCUCHACH DOSTAW**

Dąbrowa Górnicza, 23-24 marca 2023 r.



ZINTEGROWANY MODEL RUCHU



Fundusze Europejskie



Rzeczpospolita
Polska



Unia Europejska
Europejskie Fundusze
Strukturalne i Inwestycyjne





ZINTEGROWANY
MODEL RUCHU

**Zintegrowany Model Ruchu
narzędzie wspierające podejmowanie decyzji w sektorze
transportu**

Dąbrowa Górnicza, 23-24 marca 2023 r.

Agenda

1. Historia i cel powstania
2. Interesariusze
3. Model pasażerski
4. Model towarowy
5. Problemy

ZMR - historia i cel powstania



Zintegrowany Model Ruchu – historia powstania

- dyskusje dotyczące potrzeby/konieczności zbudowania nowego modelu ruchu o zasięgu krajowym
- potrzeba budowy modelu w ośrodku (podmiocie) niebędącym bezpośrednio reprezentantem określonej gałęzi transportu
- potrzeba posiadania narzędzia do kompleksowego planowania na szczeblu krajowym
- potrzeba spełnienia warunku podstawowego w ramach nowej perspektywy finansowej 2021 – 2027 (wymaganego przez KE)

Zintegrowany Model Ruchu – co udało się osiągnąć

- multimodalny pasażerski model ruchu o zasięgu krajowym
- narzędzie do kompleksowego planowania strategicznego
- umiejscowione w CUPT – ośrodku niezależnym od poszczególnych zarządców i gestorów infrastruktury transportowej
- CUPT zapewnia ciągły rozwój narzędzia (2023 Q1/Q2 – ZMR3.0)
- Wykorzystanie ZMR jako modelu hierarchicznego (modele regionalne – RPT, modele lokalne – SUMP, inne)
- spełnienie warunku podstawowego (KE)

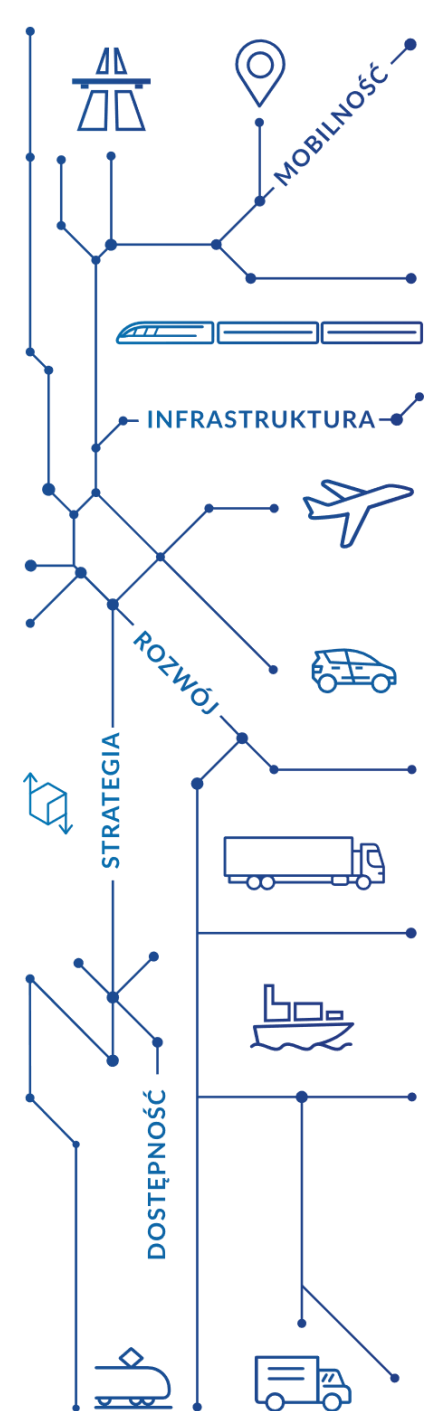
ZMR - interesariusze



Dla kogo jest przeznaczony ZMR

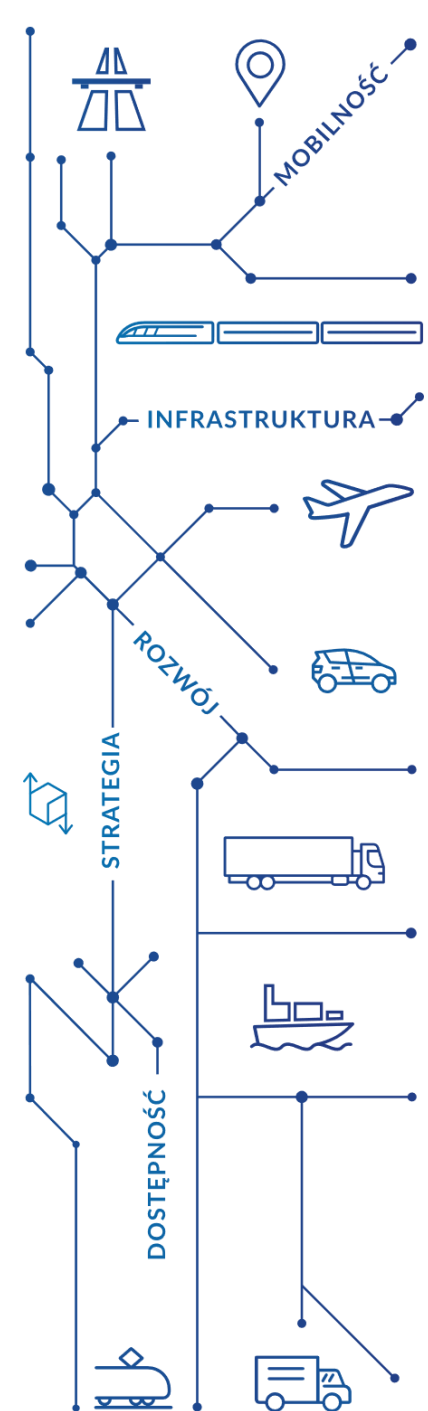
ZMR jest **dostępny nieodpłatnie** dla zainteresowanych podmiotów, w szczególności takich jak: beneficjenci, jednostki samorządu terytorialnego, uczelnie, instytuty naukowe i badawcze

Firmy konsultingowe oraz wykonawcy analiz mogą korzystać z ZMR na zasadzie sublicencji udzielonej przez podmioty zamawiające ww. analizy



Przykładowi interesariusze ZMR

- Urzędy administracji rządowej
- Zarządcy infrastruktury: PKP PLK S.A., GDDKiA
- Urzędy marszałkowskie i regionalne biura planowania
- Miejskie ośrodki planowania, w tym zarządy dróg
- Inne podmioty państwowe (UTK, KOBIZE)
- Uczelnie i inne jednostki rozwojowo badawcze



Do czego obecnie wykorzystywany jest ZMR

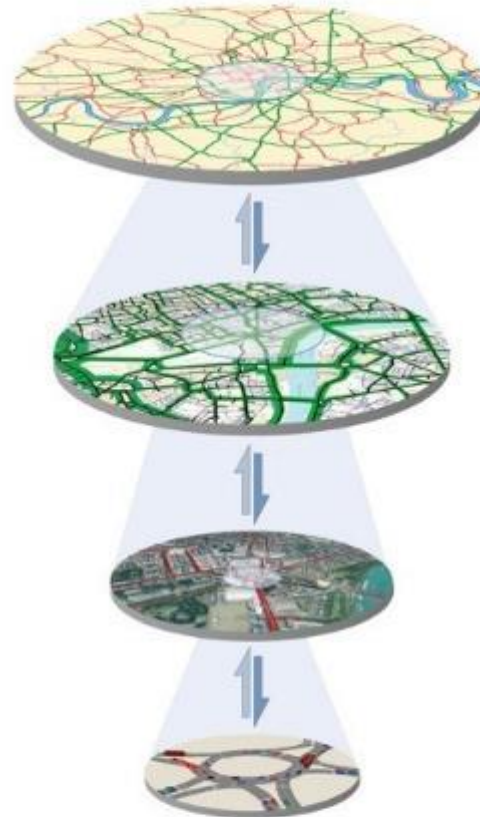
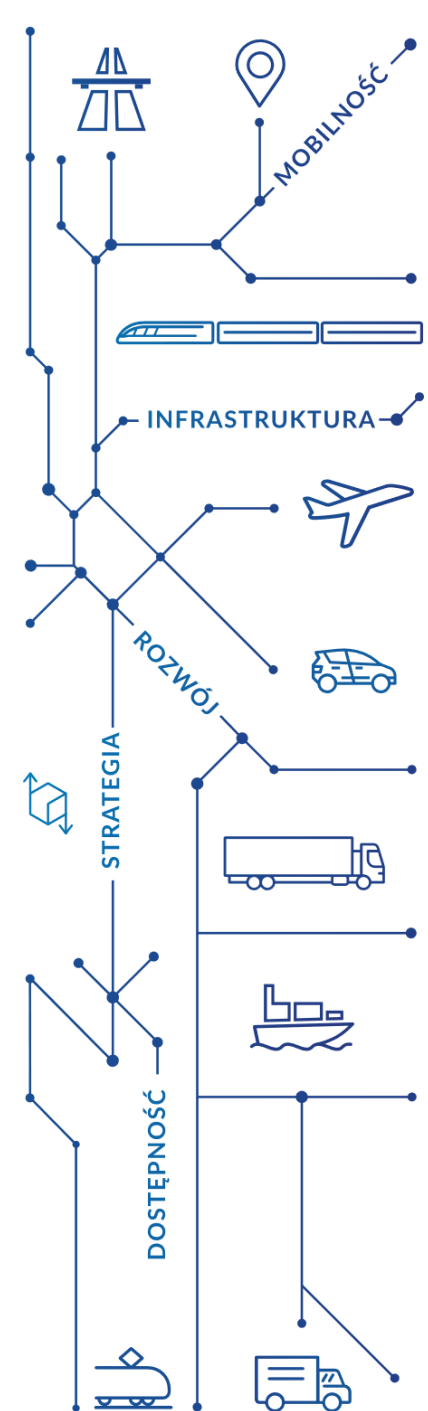
Sporządzanie analiz i prognoz ruchu, wykorzystywanych w szczególności przy opracowywaniu:

- dokumentów strategicznych dla poszczególnych gałęzi transportu
- Regionalnych Planów Transportowych
- Planów Zrównoważonej Mobilności Miejskiej (SUMP)
- sporządzanie analiz dla subregionu

Jak również:

- analizy na potrzeby jednostek administracji państwowej
- prace badawcze i dydaktyczno - rozwojowe

Zintegrowany Model Ruchu - hierarchiczność



Poziom krajowy - **ZMR jako model krajowy**

Poziom wojewódzki - modele regionalne

Poziom miejski – modele aglomeracyjne

Poziom lokalny - modele mikrosymulacyjne

Struktura przepływu informacji między modelami

Przepływ danych:

- Informacje o inwestycjach
- Sieć
- Popyt
- Pomiar
- itp.

Poziom krajowy - **ZMR międzygałęziowy, strategiczny**

Model operacyjny/taktyczny drogowy/kolejowy – poziom zarządczy/projektowy

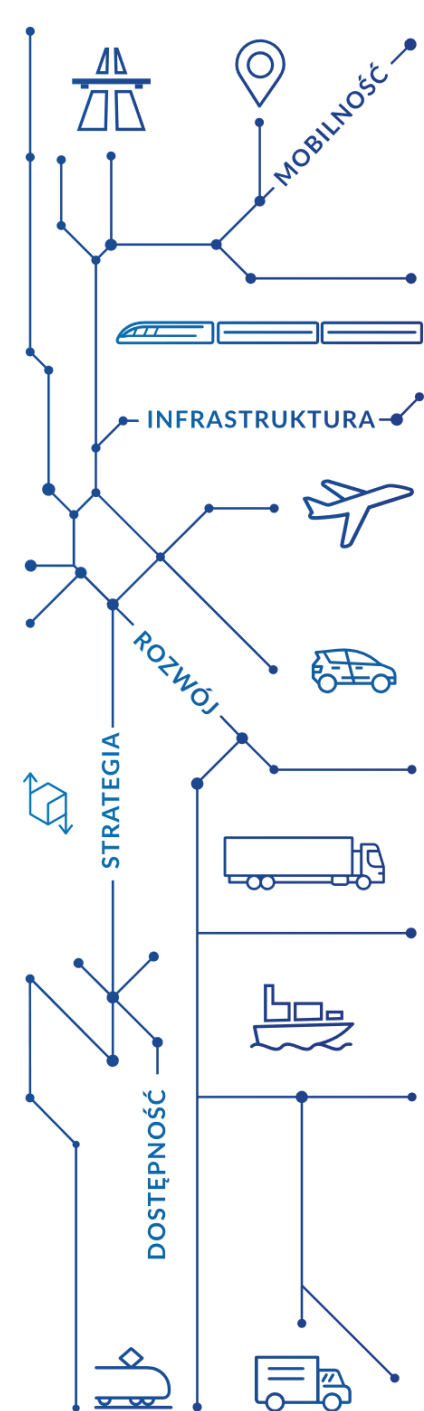
Model regionalny
(np. modele wojewódzkie)

Model aglomeracyjny
(np. modele miast i obszarów funkcjonalnych)

Zintegrowany Model Ruchu – model pasażerski



Struktura modelu pasażerskiego



Rok bazowy 2022

Sieć drogowa

Multimodalny model 4 stopniowy
(zachowania transportowe)

Siatka połączeń publicznego
transportu zbiorowego
sieć kolejowa
połączenia autobusowe

Zmienne objaśniające to m.in.: demografia PKB
udział osób zmotoryzowanych

Sieć dróg śródlądowych

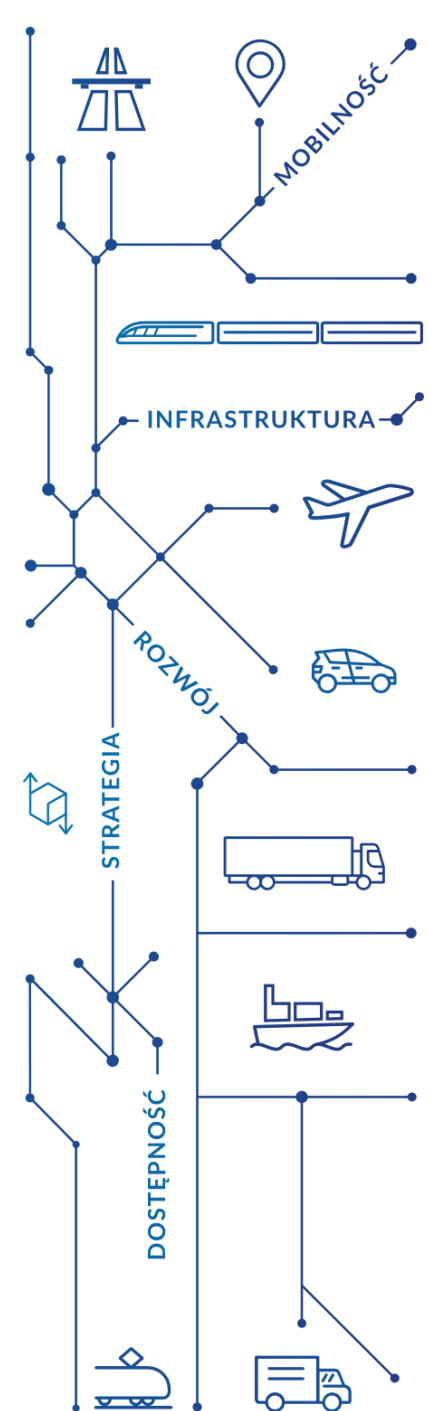
Modele prognostyczne: 2025, 2030, 2040, 2050,
2050+

Porty lotnicze porty morskie,
przejścia graniczne

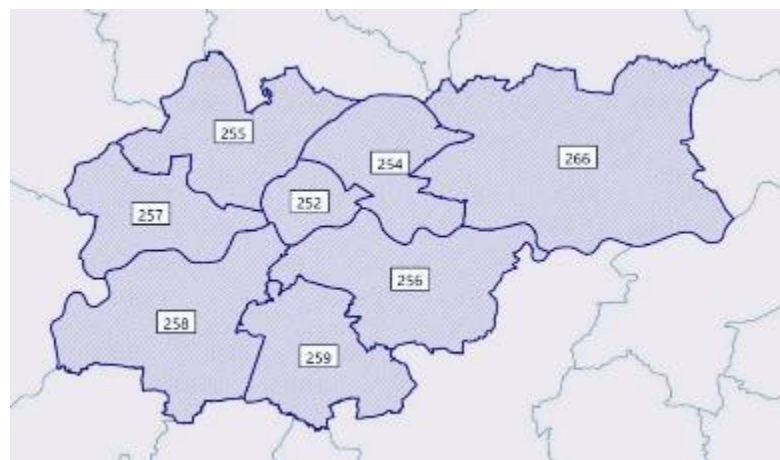
Opracowane modele bazowe na rok **2015 (ZMR1.0)** / **2019 (ZMR2.0)** / **2022 (ZMR3.0)** są w pełni 4 stopniowymi modelami pasażerskimi uwzględniającymi ruch ciężarowy na drogach.

Modele prognostyczne mają tą samą strukturę obliczeniową a różnicą są zmienne (np. ludność) oraz założenia dotyczące zmian w sieci transportowej.

Zintegrowany Model Ruchu – rejony komunikacyjne



2875 rejonów
komunikacyjnych



Rejony komunikacyjne:

- Gminy
- Wybrane miasta podzielone dodatkowo
- Rejony punktowe
 - Lotniska
 - Porty Morskie
 - Terminale intermodalne
 - Przejścia graniczne

Zintegrowany Model Ruchu – model podaży

Istniejąca i planowana sieć infrastruktury transportowej:

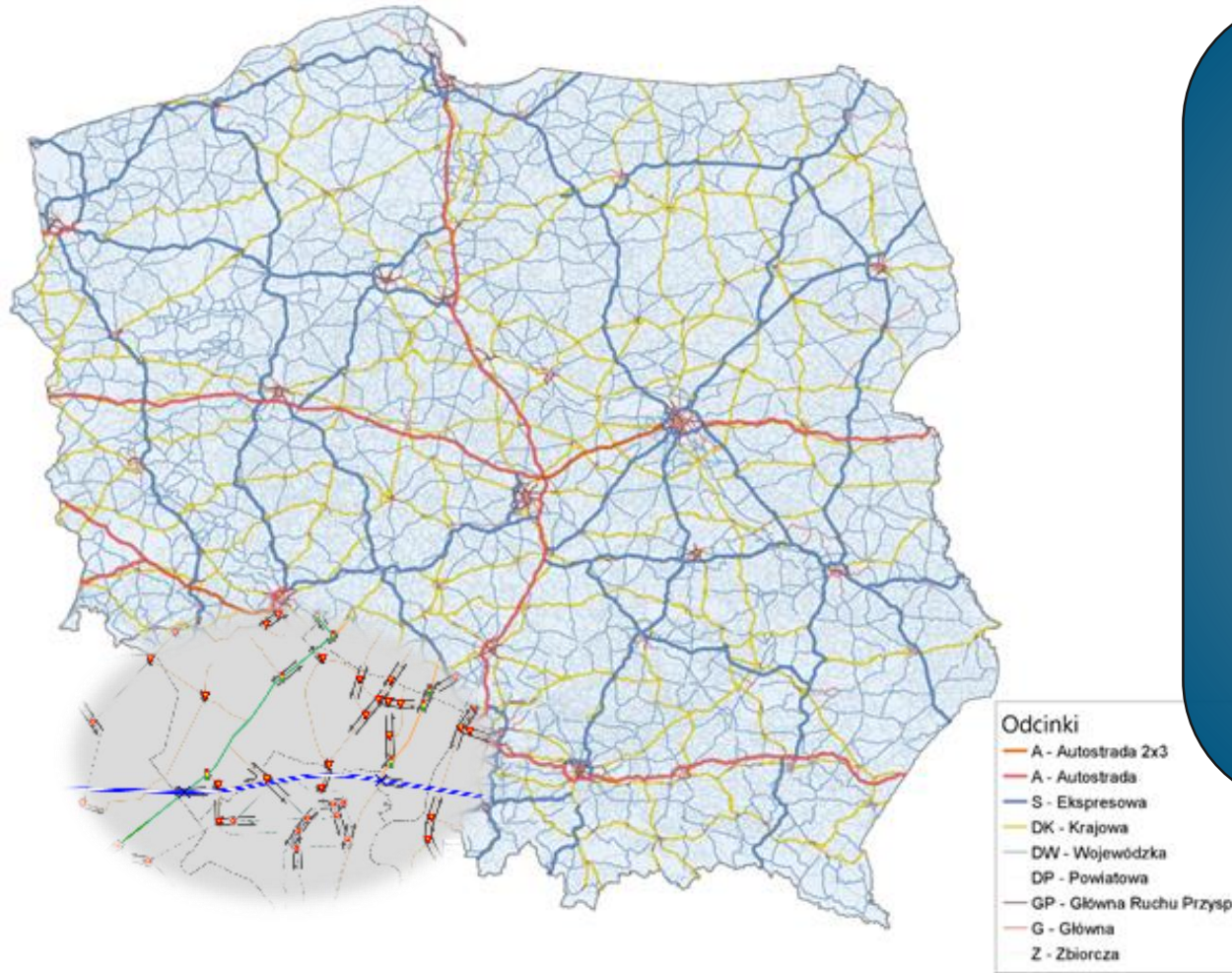
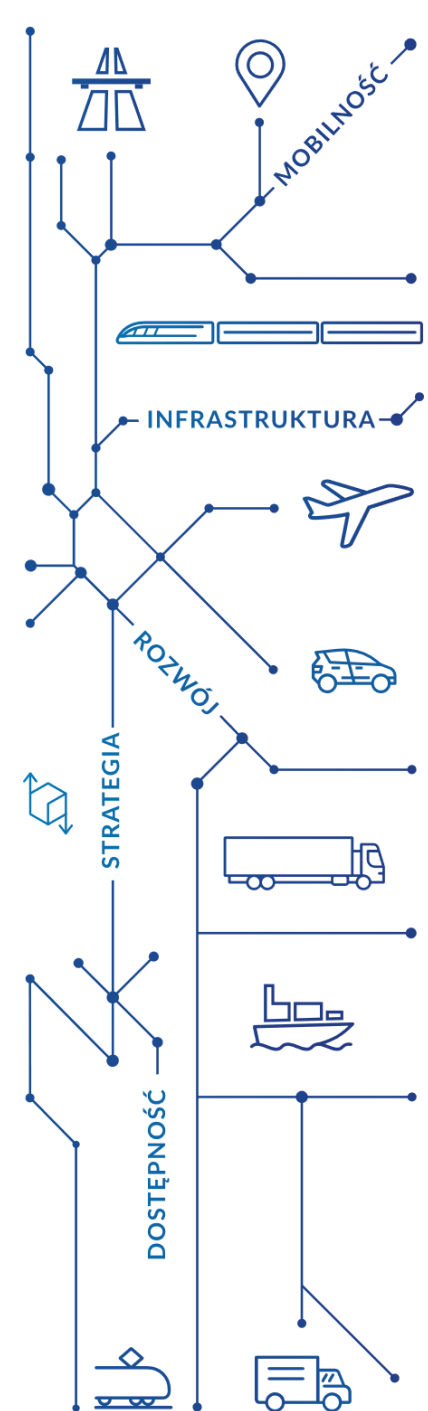
Sieć drogowa

- *Autostrady,*
- *Drogi Ekspresowe,*
- *Drogi Krajowe,*
- *Drogi Wojewódzkie,*
- *Drogi Powiatowe,*
- *wybrane drogi w miastach*

Sieć transportu publicznego

- *Połączenia kolejowe:*
 - *premium,*
 - *międzyregionalne,*
 - *regionalne*
- *Połączenia autobusowe:*
 - *dalekobieżne,*
 - *autobus/mikrobus*

Model podaży: sieć drogowa

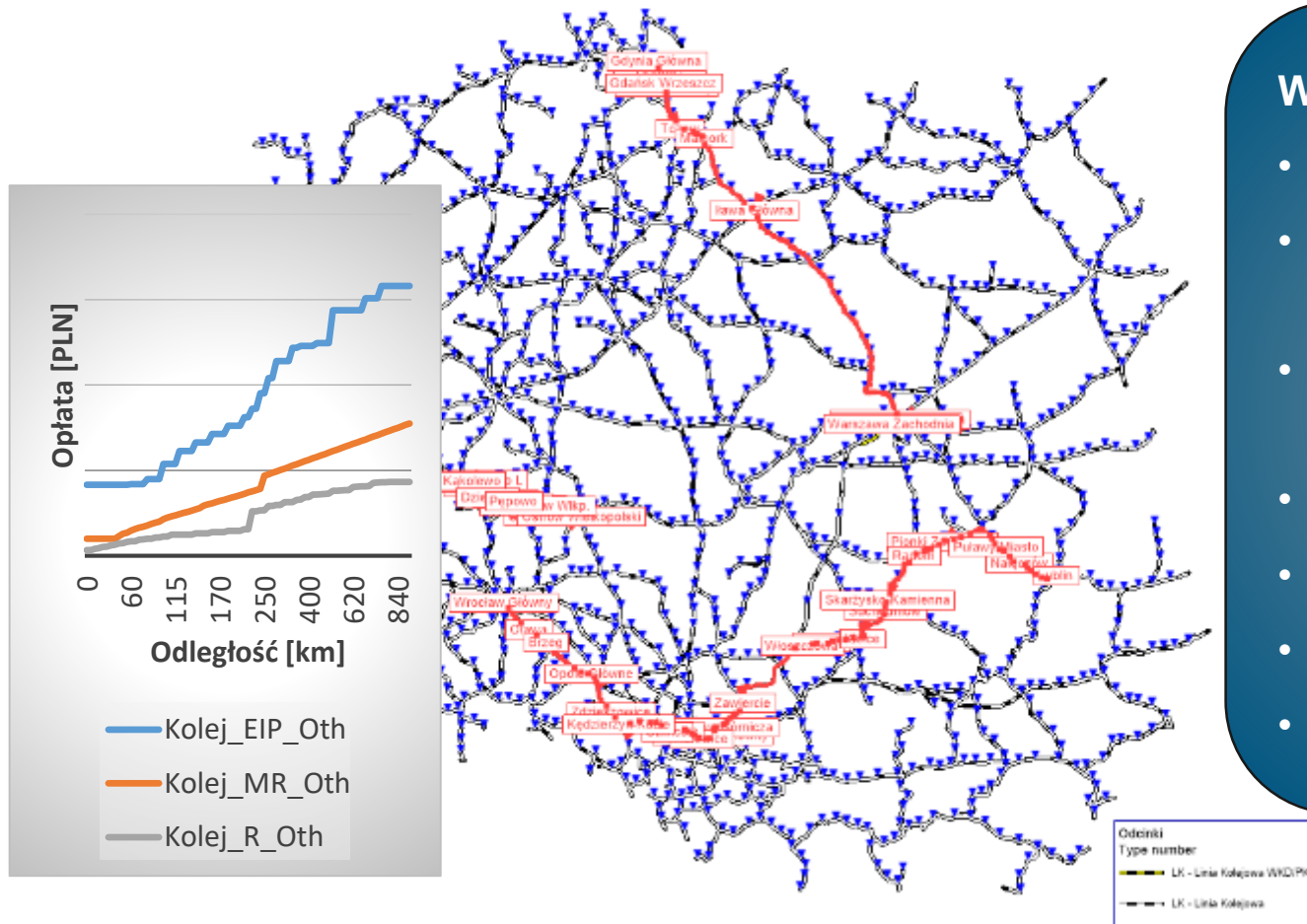
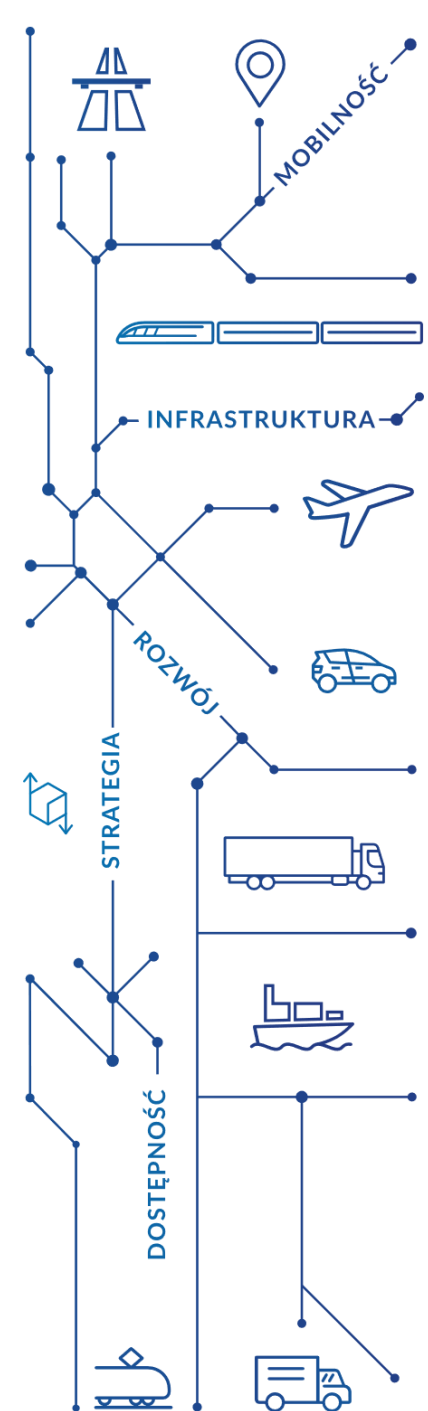


Sieć drogowa rok 2030

W modelu:

- 72 typy odcinków
- Przepustowość dobowa
- Prędkość w ruchu swobodnym
- Min/max prędkości dla grup pojazdów
- Funkcje oporu odcinka
- Typy skrzyżowań
- Dodatkowe czasy przejazdu na relacjach skrzyżowań

Model podaży: sieć transportu publicznego - kolejowa

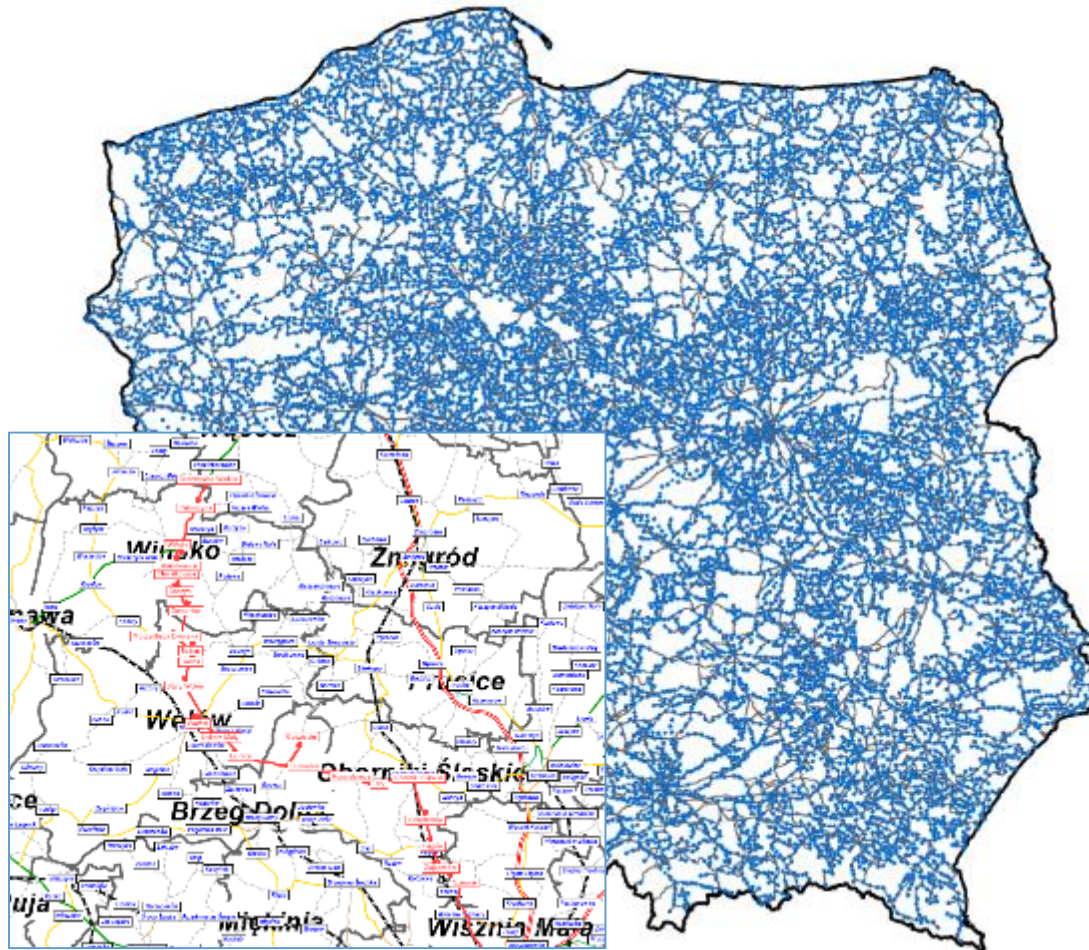
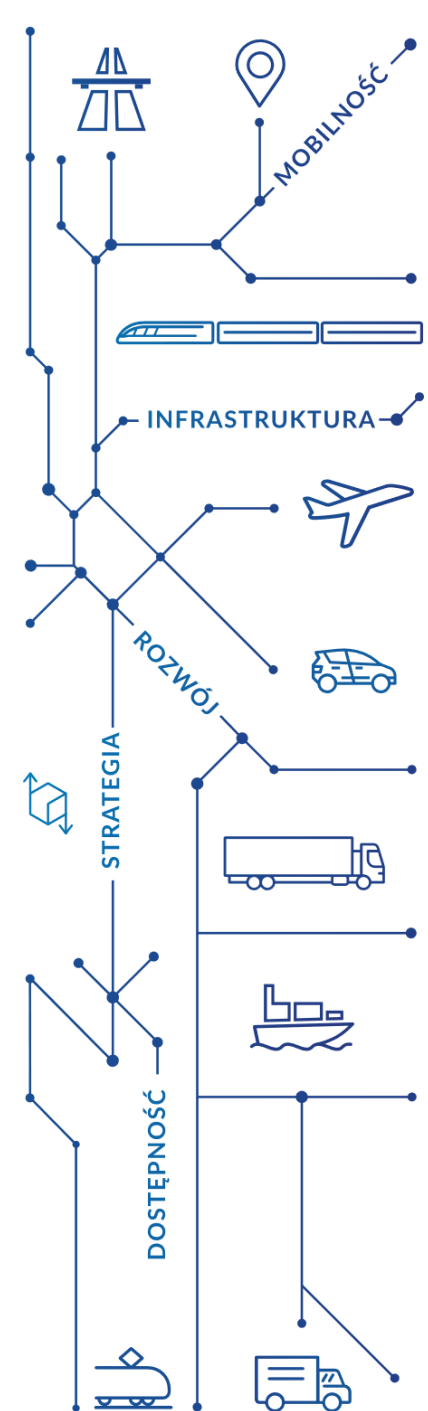


W modelu:

- Trasy przejazdu
- Sekwencja obsługiwanych przystanków
- Czas przejazdu między przystankami
- Prędkość maksymalna
- Segment
- Opłaty
- Częstotliwość kursowania

Pasażerska sieć kolejowa

Model podaży: sieć transportu publicznego - autobusowa



Pasażerska sieć autobusowa

W modelu:

- Trasy przejazdu
- Czas przejazdu między przystankami
- Sekwencja obsługiwanych przystanków
- Segment
- Opłaty
- Częstotliwość kursowania

Model popytu

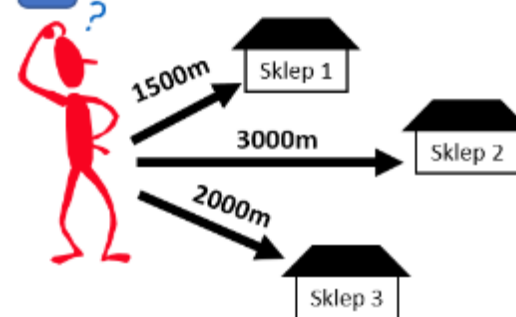
Model popytu został zbudowany w oparciu o **podjęcie czterostopniowe**, które proces podejmowania decyzji o podróży rozdziela na 4 etapy:

- **generację podróży** – potrzeba odbycia podróży
- **rozkład przestrzenny podróży** – wybór kierunku i miejsca docelowego podróży
- **podział zadań przewozowych** – wybór środka transportu
- **rozkład ruchu na sieć** – wybór trasy przejazdu

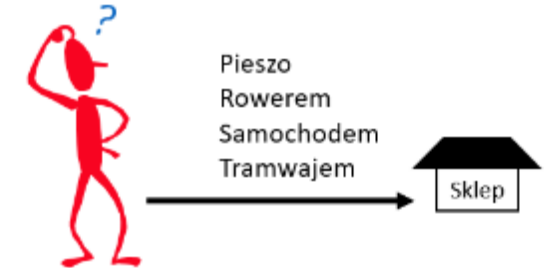
1 *Potrzeba – gdzie?*



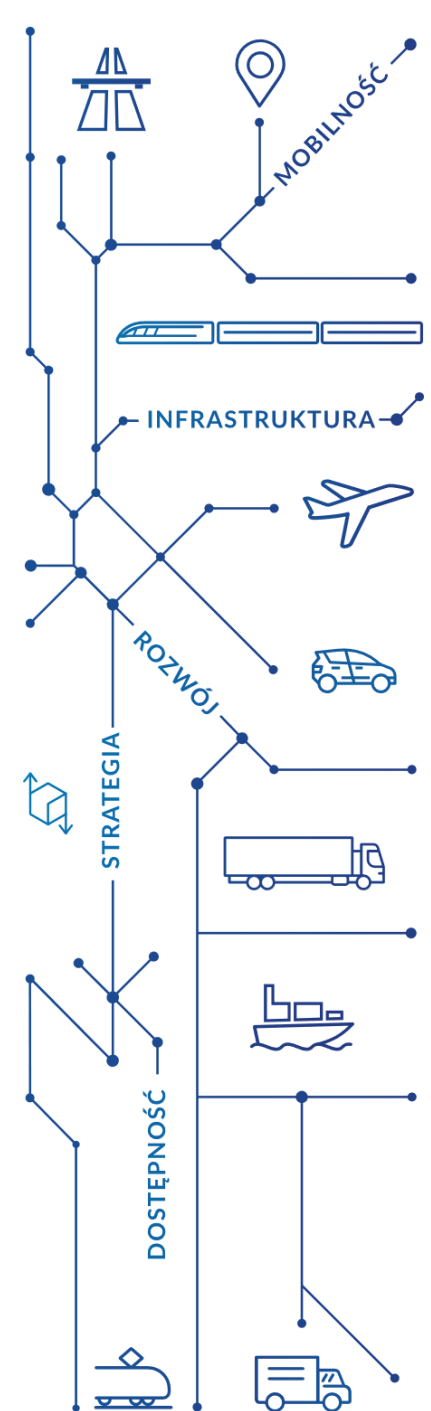
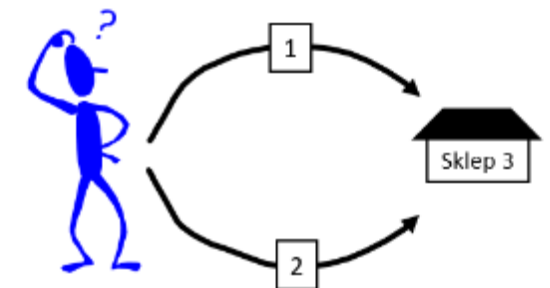
2 *Dokąd?*



3 *Czym pojechać?*



4 *Którędy?*



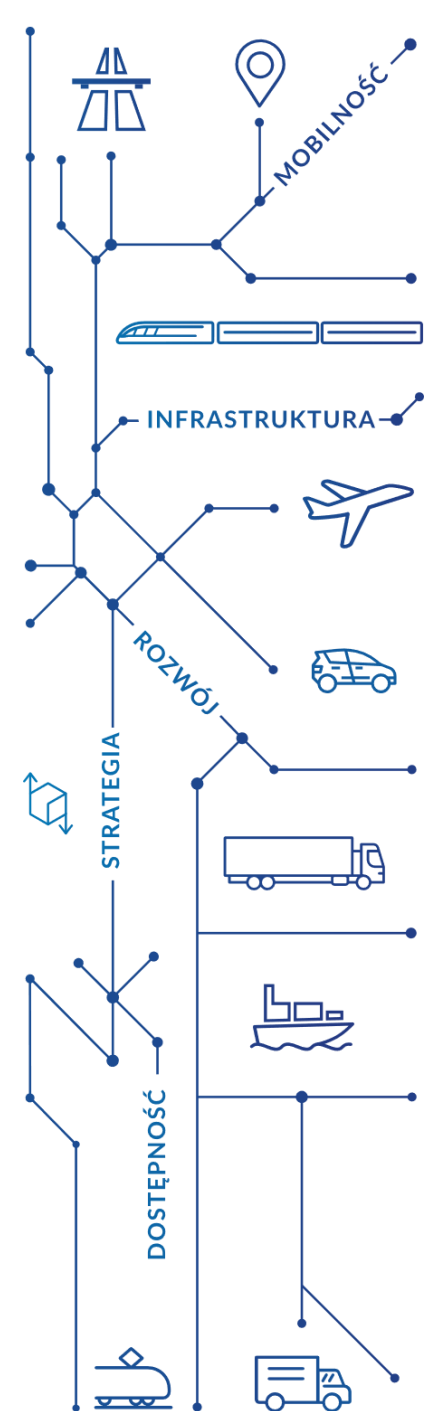
Model popytu - segmentacja

Motywacje podróży:

- *Dom – Praca,*
- *Dom – Szkoła,*
- *Dom – Uczelnia,*
- *Dom – Inne,*
- *Dom – Biznes,*
- *Biznes niezwiązany z domem,*
- *Inne niezwiązane z domem*



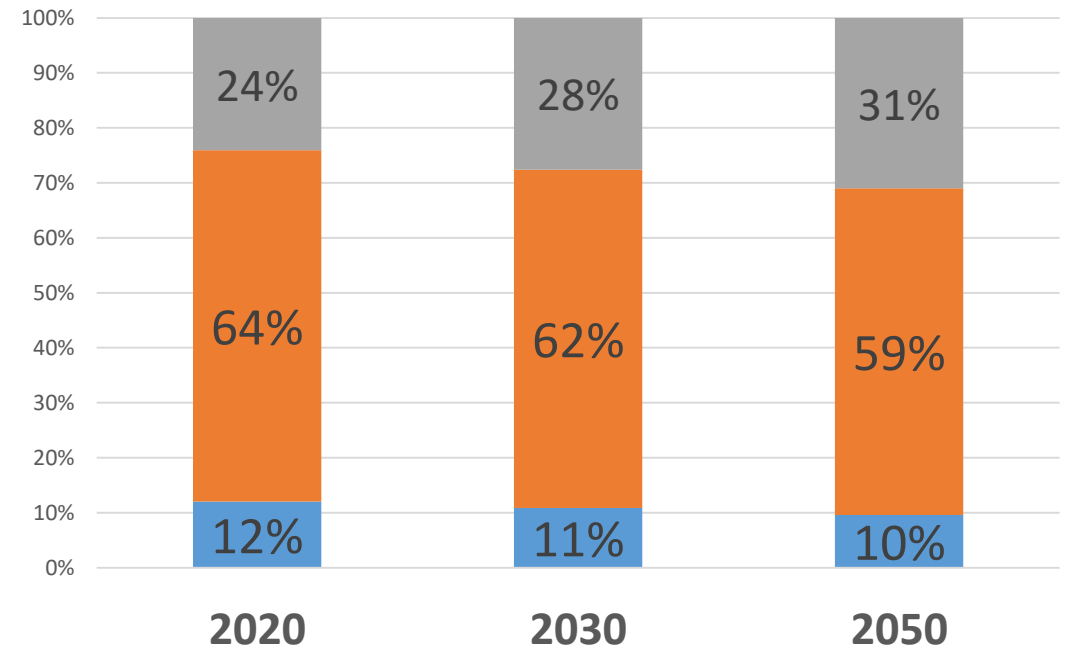
Model popytu - segmentacja



Grupy wiekowe

- *Wiek przedprodukcyjny*
- *Wiek produkcyjny*
- *Wiek poprodukcyjny*

Dostępność samochodu
Brak dostępności samochodu

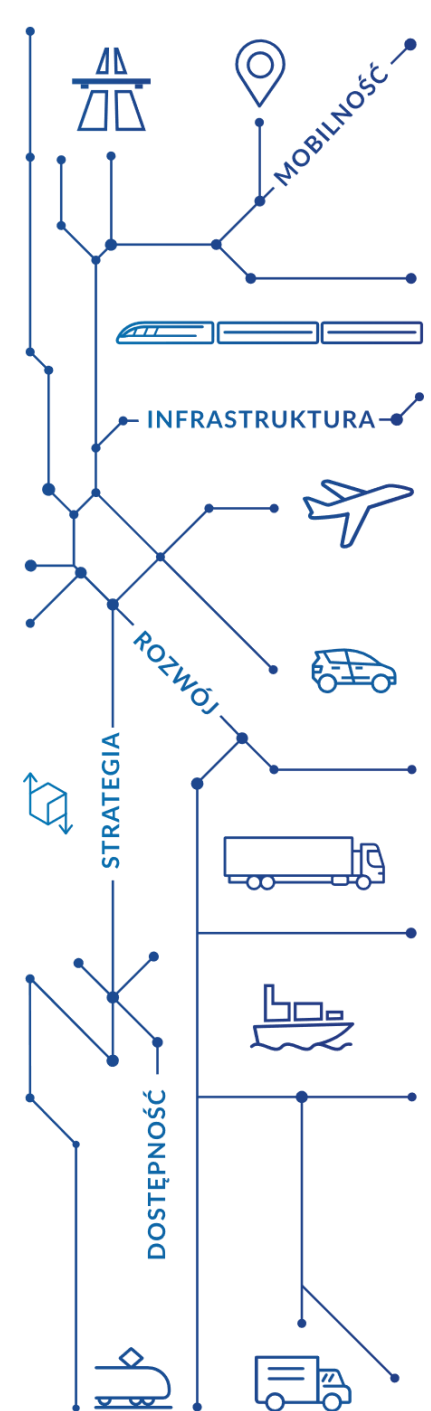
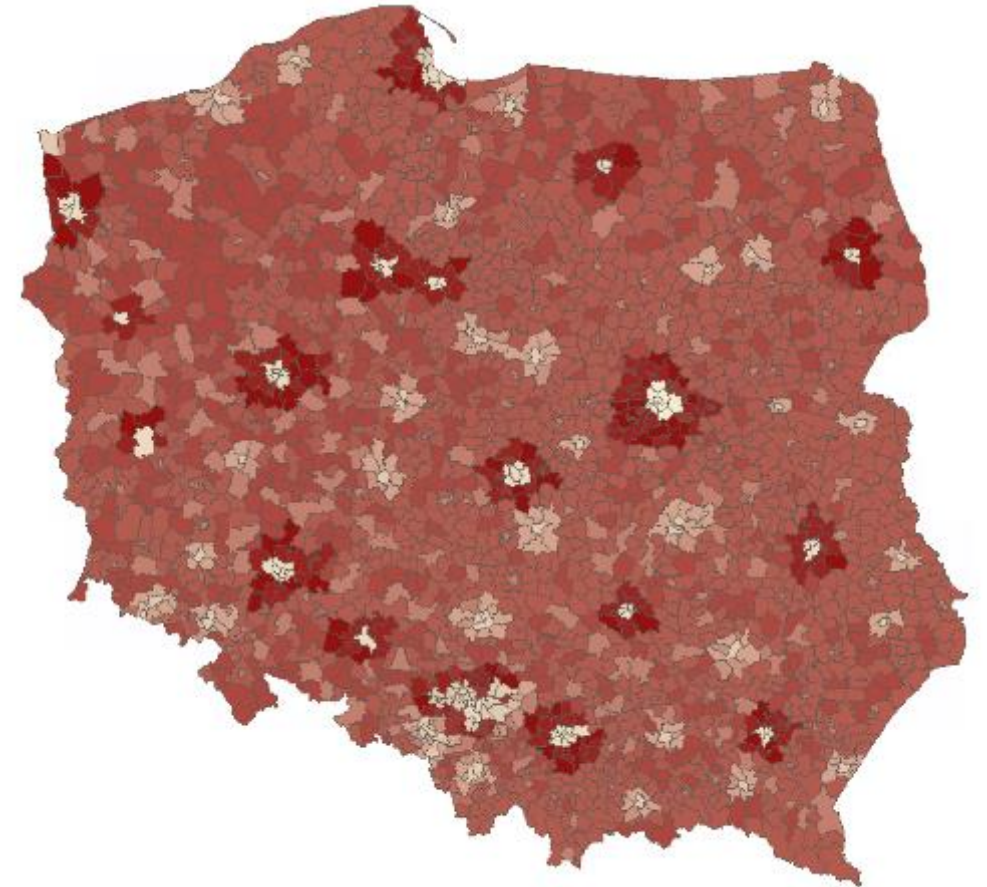


- Wiek przedprodukcyjny
- Wiek produkcyjny
- Wiek poprodukcyjny

Model popytu - segmentacja

• Miejsce zamieszkania:

- *Warszawa,*
- *miasto wojewódzkie,*
- *miasto na prawach powiatu,*
- *stolica powiatu,*
- *Miejski Obszar Funkcjonalny miast wojewódzkich,*
- *Miejski Obszar Funkcjonalny miast na prawach powiatu,*
- *gmina miejska,*
- *gmina wiejska,*
- *gmina miejsko – wiejska.*



Zintegrowany Model Ruchu - prognozy

Prognozy ruchu zostały opracowane w oparciu o bazowy model ruchu

Modele prognostyczne zawierają analogiczną strukturę obliczeniową jak ta zastosowana w modelu bazowym – czyli pełną procedurę obliczeniową dla modelu popytu oraz rozkładu ruchu na sieć

Opracowano następujące horyzonty czasowe

2025

wariant domykający stan infrastruktury transportowej

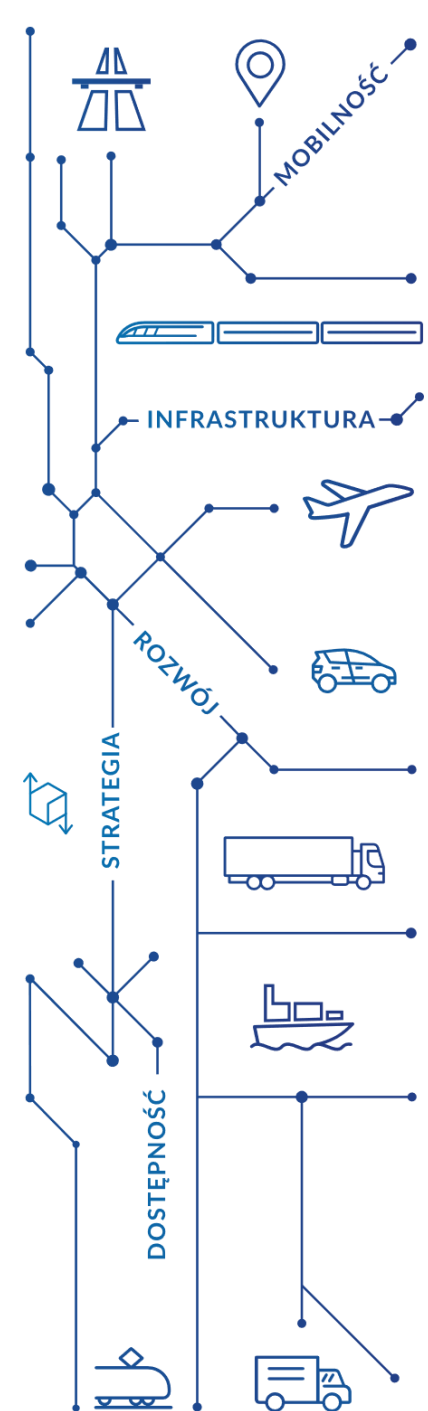
2030

wariant prognostyczny zgodny z projektami dokumentów strategicznych

2040 2050

Prognoza sieciowa dla odległych horyzontów czasowych

Zmienne objaśniające przygotowano na lata 2025 2030 2040 oraz 2050



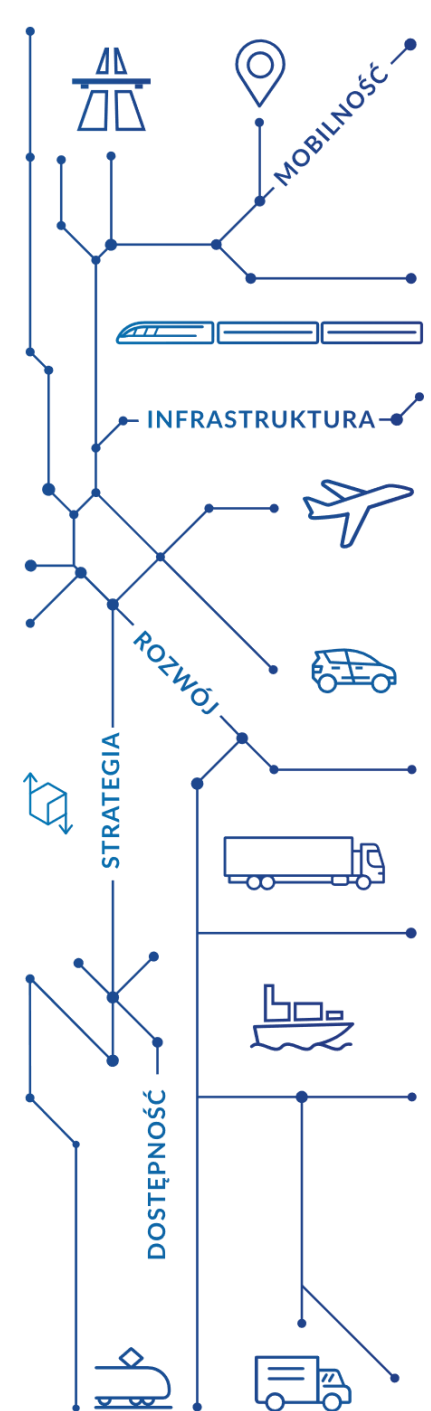
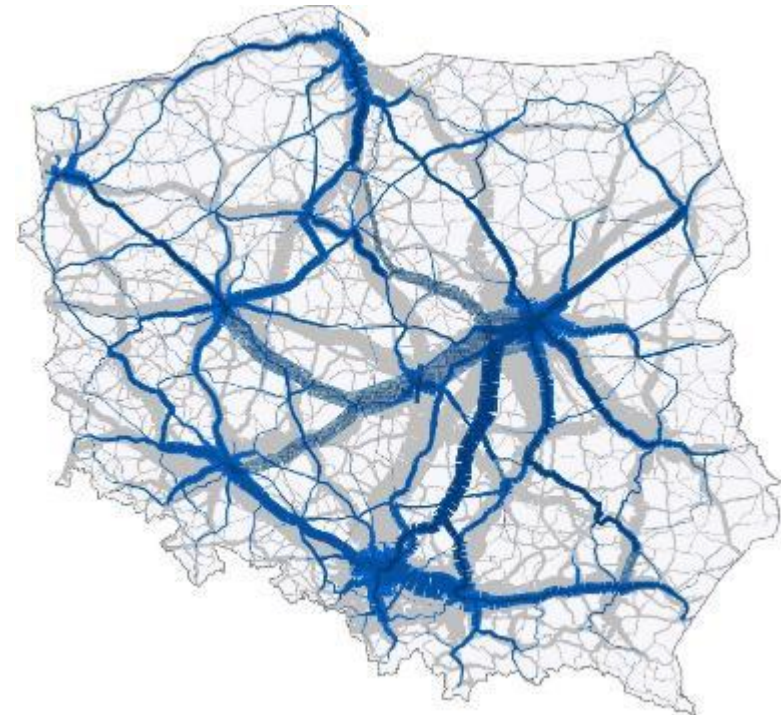
Przykłady zastosowania



Dokumenty strategiczne dla poszczególnych gałęzi transportu

Krajowy Program Kolejowy do roku 2030:

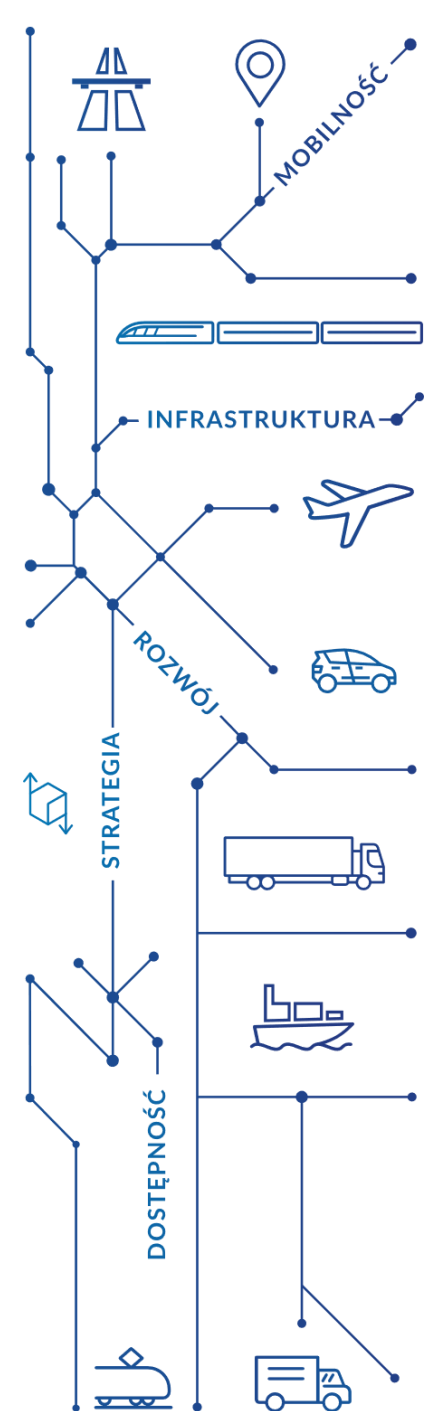
- Wprowadzono nowe inwestycje wraz z parametrami
- Wprowadzono zmiany w zakresie planowanych modernizacji
- Opracowano ofertę przewozową
- Przygotowano dane pod analizę AKK
- Przeprowadzono analizę AKK



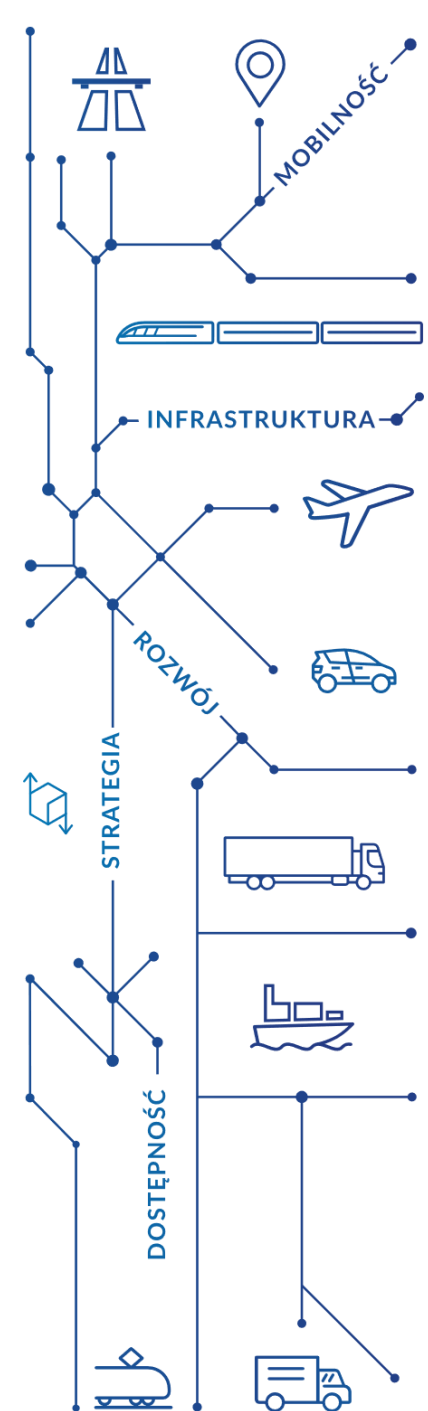
Regionalne plany transportowe

Regionalny Plan Transportowy dla Województwa Mazowieckiego:

- Wykorzystanie ZMR jako modelu referencyjnego
- Wycięcie obszaru analizy
- Doszczegółowienie sieci transportowej
- Kalibracja modelu

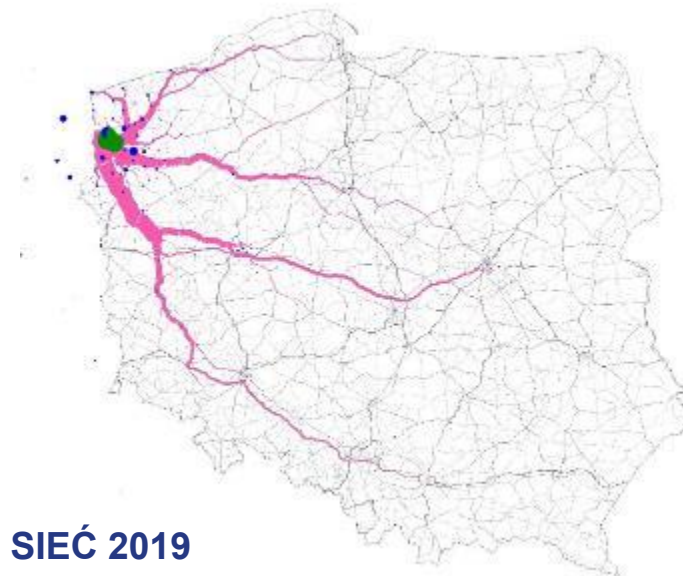


Analiza natężeń i zmian ruchu w związku z budową S10



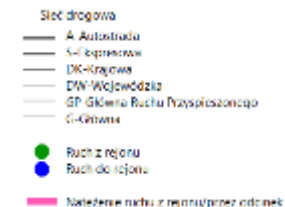
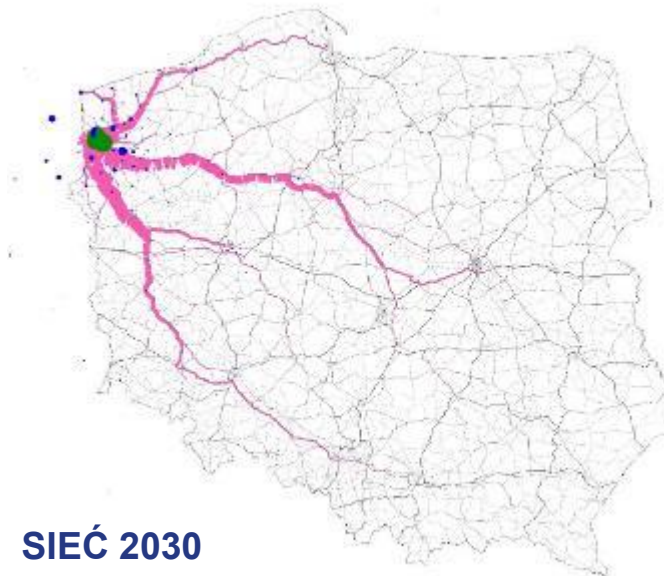
SIEĆ 2019

Ruch ze Szczecina w kierunku Warszawy w znacznym stopniu wybiera trasę S3 – A2, na DK10 ruch z najbliższej okolicy



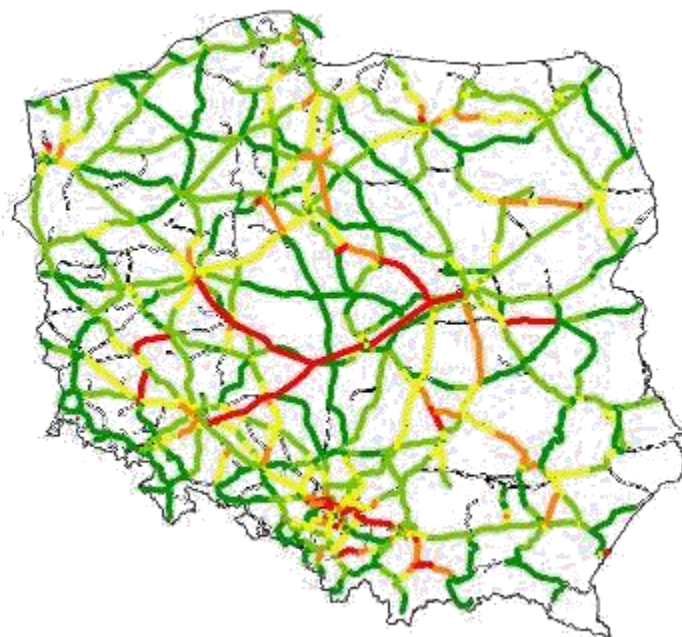
SIEĆ 2030

Ruch ze Szczecina w kierunku Warszawy przeniósł się na nową trasę S10, dla takiego stanu sieci, połączenie S3 – A2 jest mniej atrakcyjne



Zmiana napełnienia w pociągach przy zmianie cen paliw

Oferta 2030



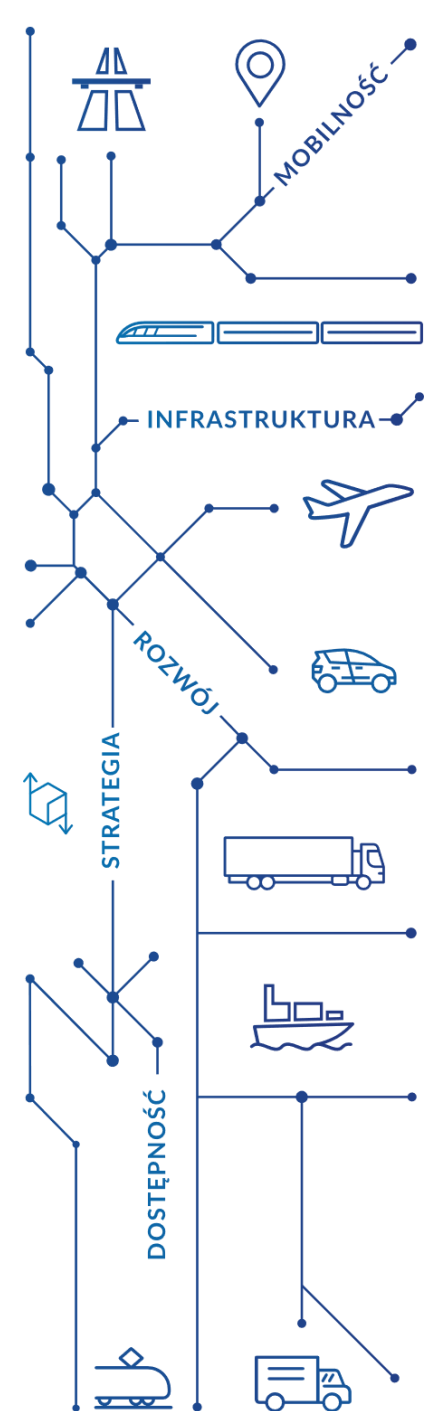
Podniesienie cen paliw x2



Średnie napełnienie pociągu

- <= 50
- <= 100
- <= 150
- <= 200
- > 200

Przy tej samej kolejowej ofercie przewozowej, wzrost cen paliw powoduje zwiększenie napełnienia w pociągach



Przykładowe analizy c.d.

- analiza bazująca na prognozie ruchu na rok 2025 dotycząca modernizacji DK79 pomiędzy Krakowem a Tarnobrzegiem pod kątem wpływu na potoki pojazdów na drodze ekspresowej S19 pomiędzy Lublinem a Rzeszowem.
- wyniki dla każdego odcinka: natężenie, prędkość, pasażerowie, długość na lata: 2019, 2030 w wariantcie inwestycyjnym i bezinwestycyjnym dla wskazanych projektów w planowanych do realizacji w ramach programu Polska Wschodnia
- zwiększenie częstotliwości kursowania pociągów oraz wpływ na średnie napełnienie taboru
- itd...

Zintegrowany Model Ruchu – model towarowy



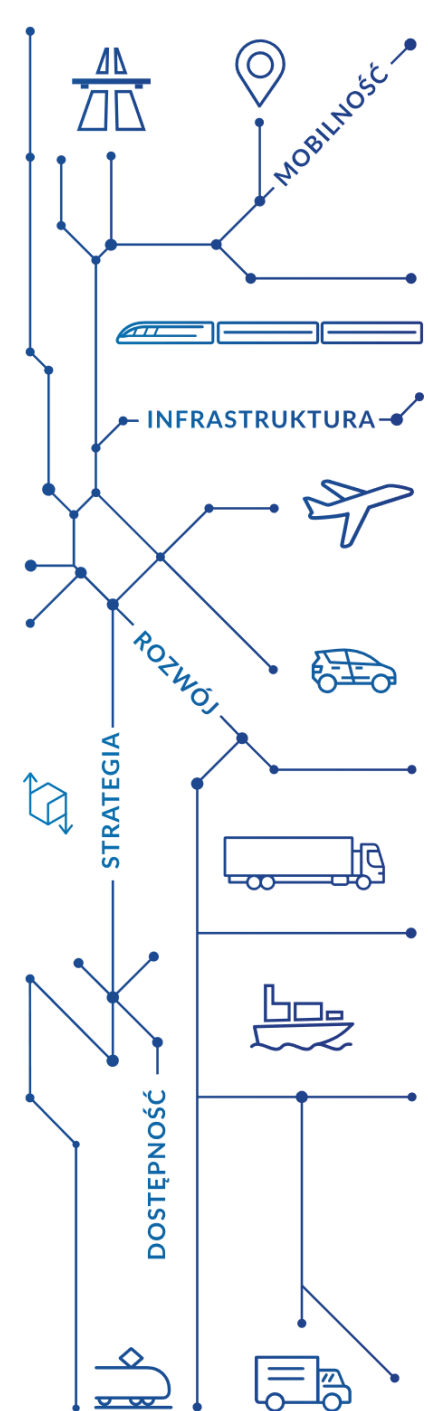
Założenia

Model towarowy ZMR **został oparty** na modelu ruchu towarów opracowanym na zlecenie Ministerstwa Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej w ramach opracowania pn. *Analiza sektora transportu wodnego śródlądowego w zakresie wynikającym z modernizacji Odrzańskiej Drogi Wodnej oraz Drogi Wodnej rzeki Wisły*.

Rokiem bazowym, dla którego został opracowany model ruchu MGMiŻS stanu istniejącego jest rok **2015**.

Przewozy towarowe w modelu przedstawione są w **tonach w ujęciu rocznym**.

W ramach prac własnych CUPT dokonano **aktualizacji** modelu towarowego ZMR **do roku bazowego 2021** oraz opracowano **prognozy ruchu** na rok **2030**.



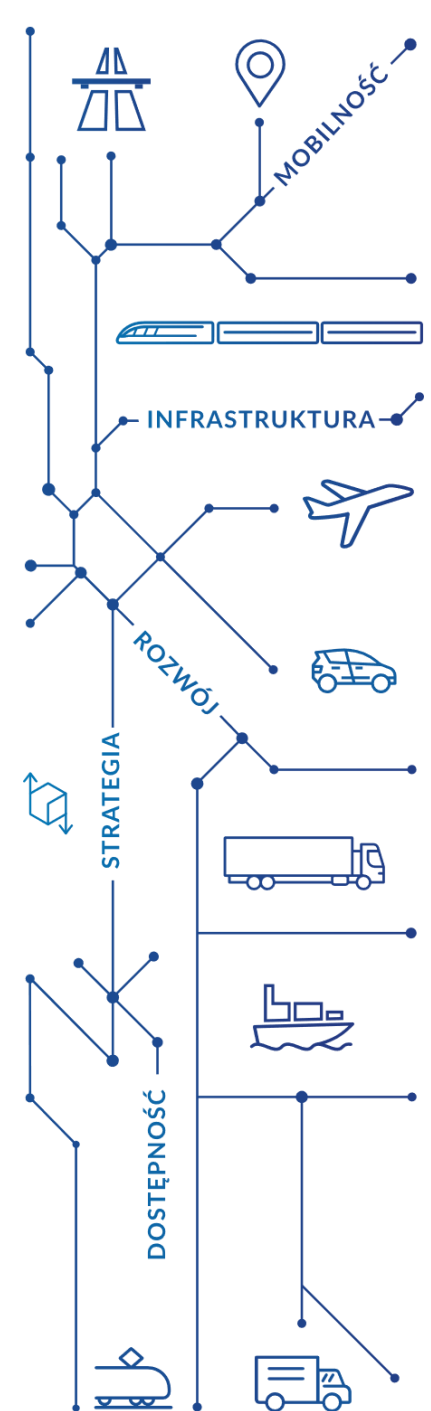
Założenia

Rejonami transportowymi w modelu towarowym ZMR są obszarowo **powiaty**. Za **dodatkową** kategorię rejonów komunikacyjnych uznano **rejony zewnętrzne** (zagraniczne), **porty morskie**, **porty śródlądowe**, **centra intermodalne**.

W modelu ruchu **przewozy/przeptywy** (towarów/ładunków) realizowane są **między rejonami transportowymi**.

Ilość przewozów określona jest przez **macierze ruchu**.

585 x 585			1	2	3	4
	Name		Bolesławiec	Dzierżoniów	Głogów	Góra
	Sum	1392495.00	1343655.69	1843541.61	241090.52	
1	Bolesławiec	1363835.77	82188.17	7198.96	7842.94	1025.68
2	Dzierżoniów	1242559.80	6090.08	54073.38	3442.87	450.29
3	Głogów	1610541.24	17478.55	15330.71	40383.76	5281.26
4	Góra	210619.61	2285.71	2004.83	5281.26	690.63
5	Jawor	648253.58	39065.34	3421.80	3727.90	487.54
6	Jelenia Góra	909133.54	54786.74	4798.90	5228.08	683.79
7	Kamienna Góra	565799.20	34096.57	2986.51	3253.66	425.55
8	Kłodzko	2032213.85	9960.34	88437.58	5630.80	736.41
9	Legnica	438958.25	4763.92	4178.42	11006.71	1439.37
10	Lubań	689104.14	41527.12	3637.40	3962.82	518.26
11	Lubin	2247981.26	24396.39	21398.39	56367.32	7371.56
12	Lwówek Śląski	559589.54	33722.24	2953.81	3218.01	420.89

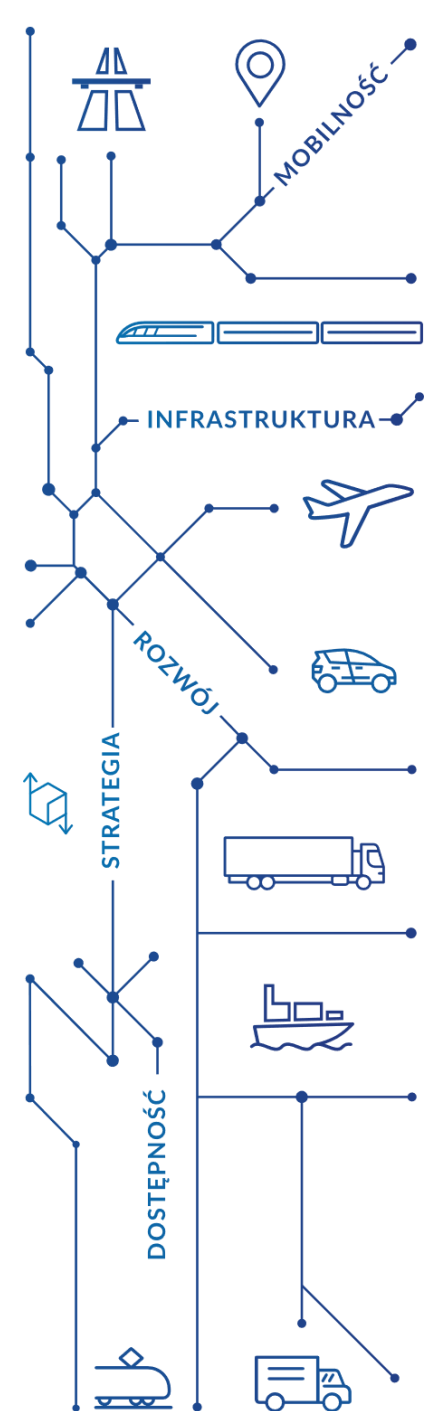


Sieci transportowe

Sieć drogowa bazowa pochodzi z modelu pasażerskiego ZMR. W procesie kodowania modelu sieci wykorzystano informacje zawarte w BDOO (Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych) weryfikując je z danymi pozyskanymi z modelu IKMR2015 oraz baz danych OSM (OpenStreetMap).

Sieć kolejowa bazowa pochodzi z modelu pasażerskiego ZMR.

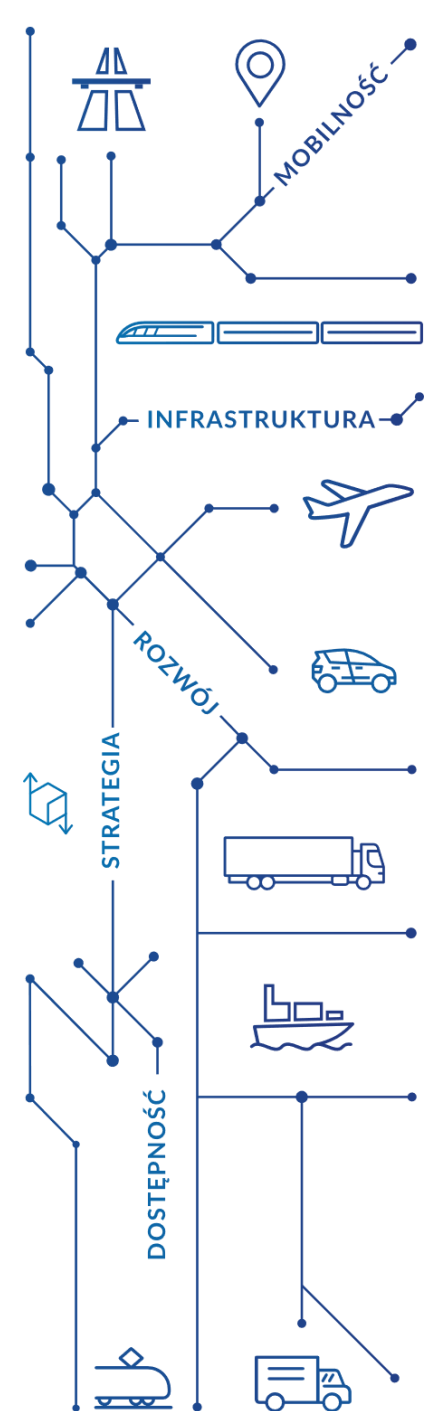
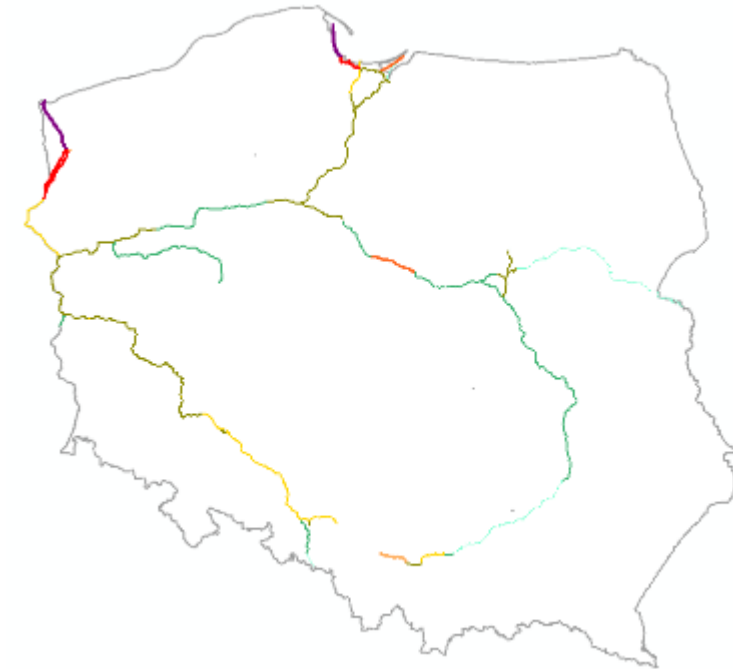
W modelu towarowym w ramach aktualizacji dodatkowo wprowadzono **maksymalne prędkości kolejowe** na odcinkach linii kolejowych w ruchu towarowym dla roku **2021** zgodnie z regulaminem PKP PLK.



Sieci transportowe

Sieć dróg wodnych

Do właściwej parametryzacji przyjęto klasyfikację dróg wodnych zgodną z *Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 7 maja 2002 r. w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych*. **Wprowadzono i określono parametry wszystkich dróg wodnych** należących do **Odrzańskiej Drogi Wodnej, Drogi Wodnej rzeki Wisły**, a także odcinków dróg wodnych, których funkcjonowanie jest lub może być bezpośrednio związane z funkcjonowaniem ODW lub DWW, w szczególności połączenie Odra-Wisła w ciągu szlaku E70.



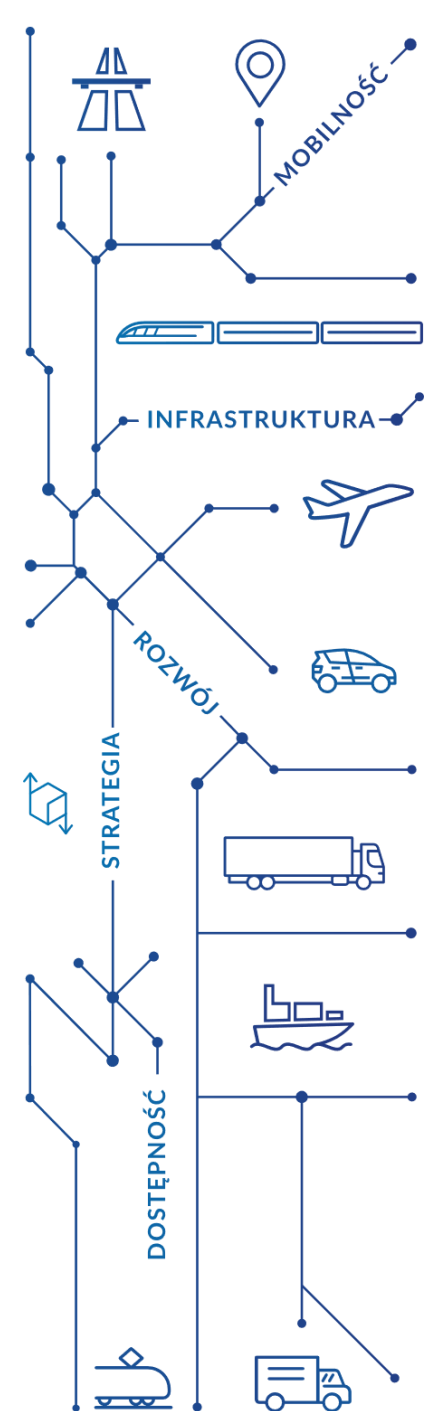
Systemy transportowe i grupy towarów

Model towarowy ZMR uwzględnia przewozy transportem:

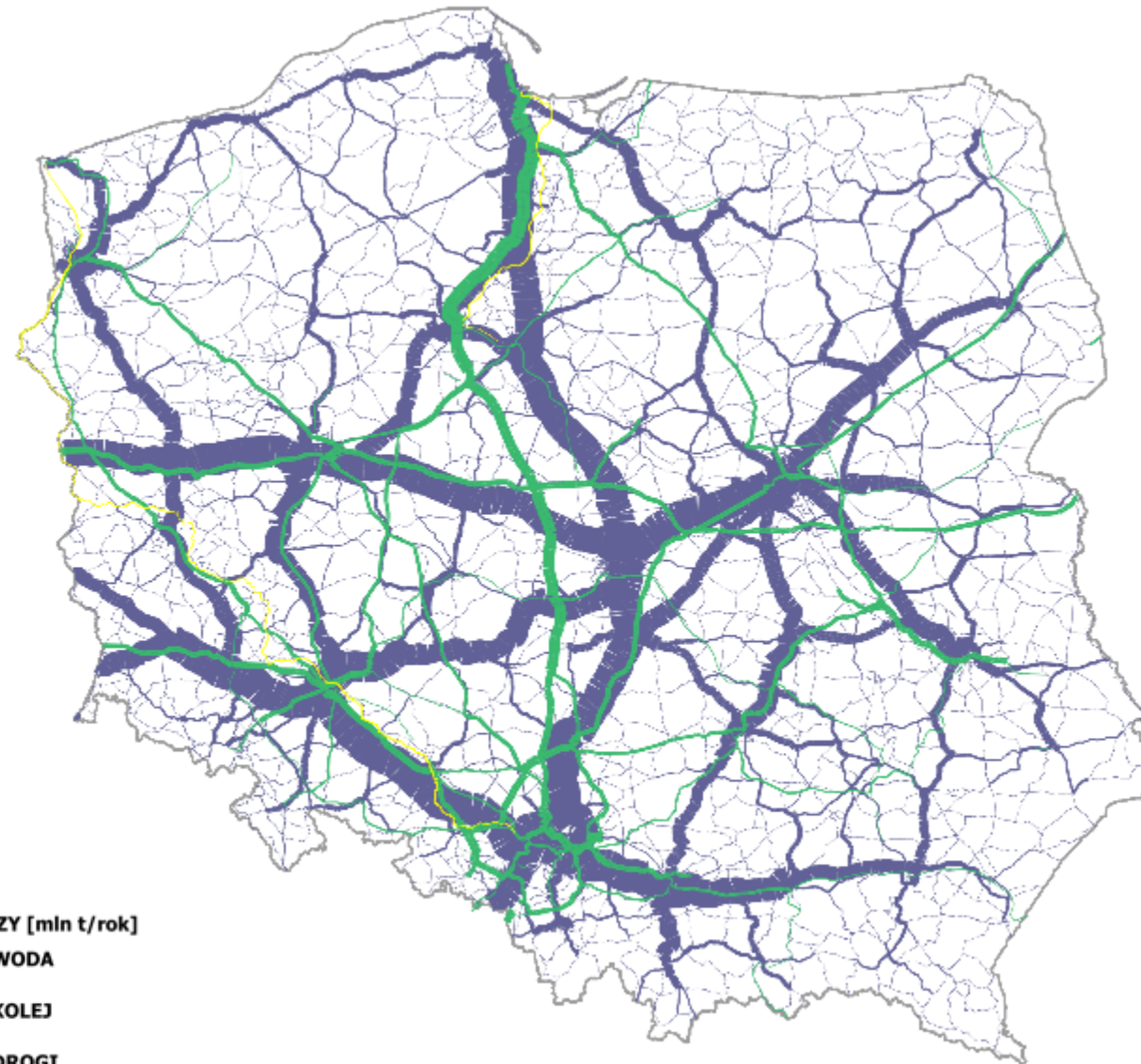
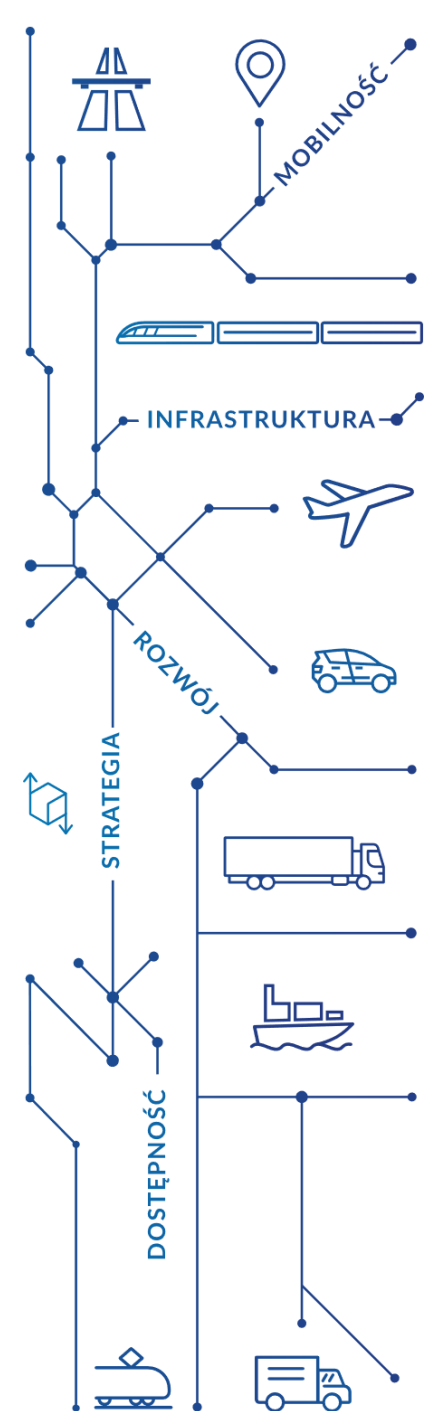
- **Drogowym,**
- **Kolejowym,**
- **Wodnym.**

Dla każdego systemu transportowego wprowadzono następujący podział towarów na grupy ładunkowe wyrażone w tonach:

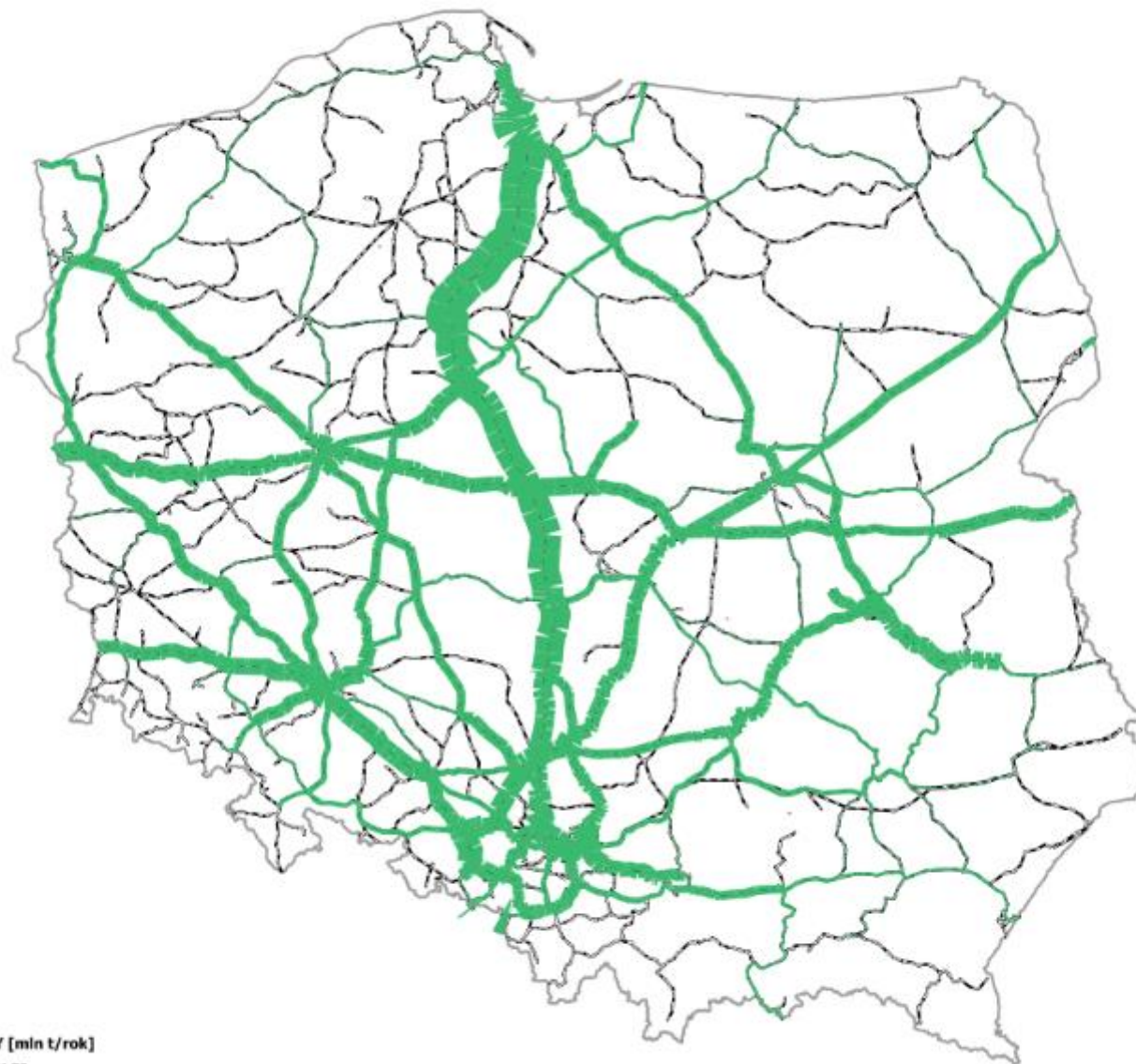
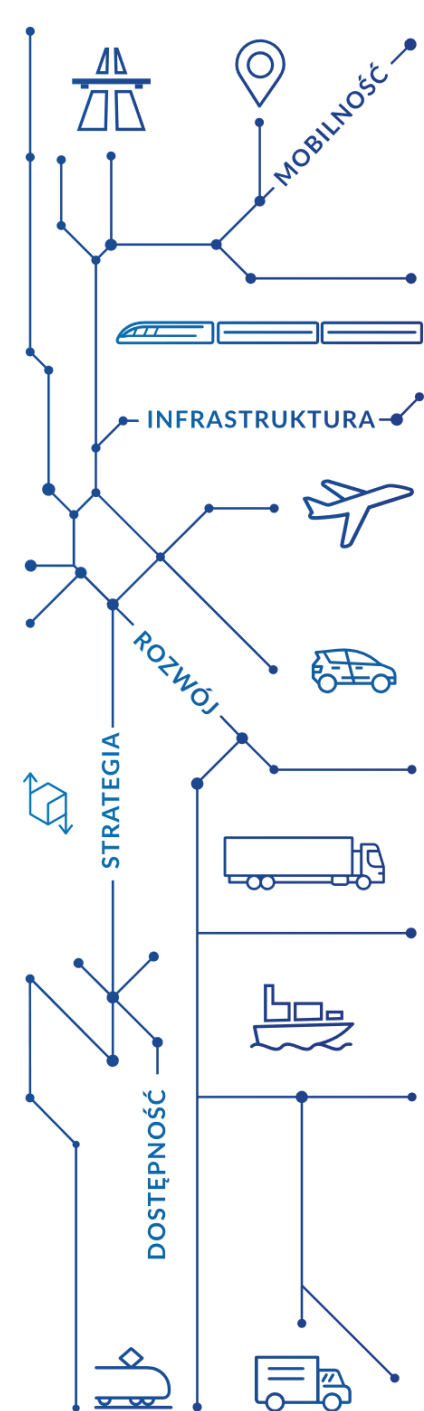
- **Masowe** (m.in. węgiel, rudy, paliwa, kruszywa),
- **Niemasowe** (drobnica konwencjonalna nieskonteneryzowana m.in. produkty spożywcze, odzież, sprzęt komputerowy),
- **Intermodalne** (ładunki skonteneryzowane).



Przewozy dla roku 2021

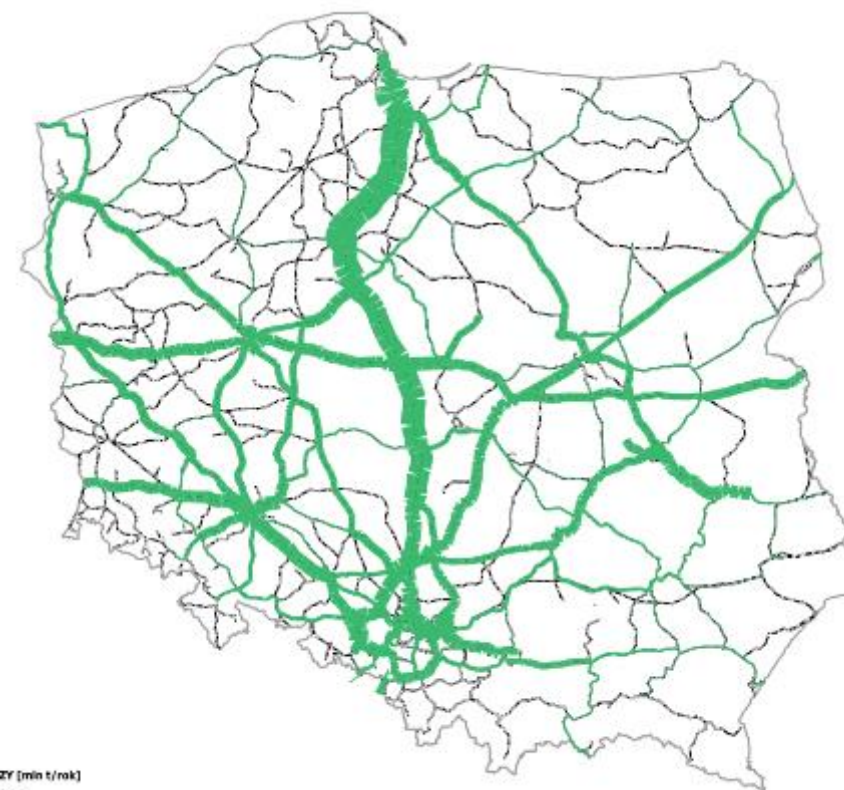
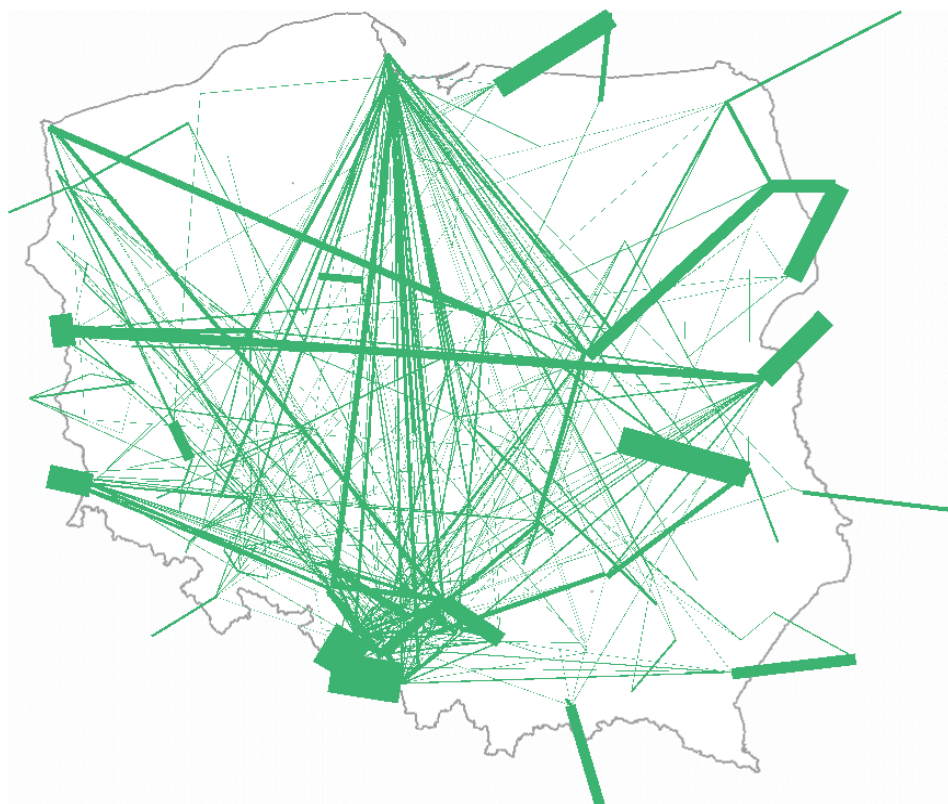
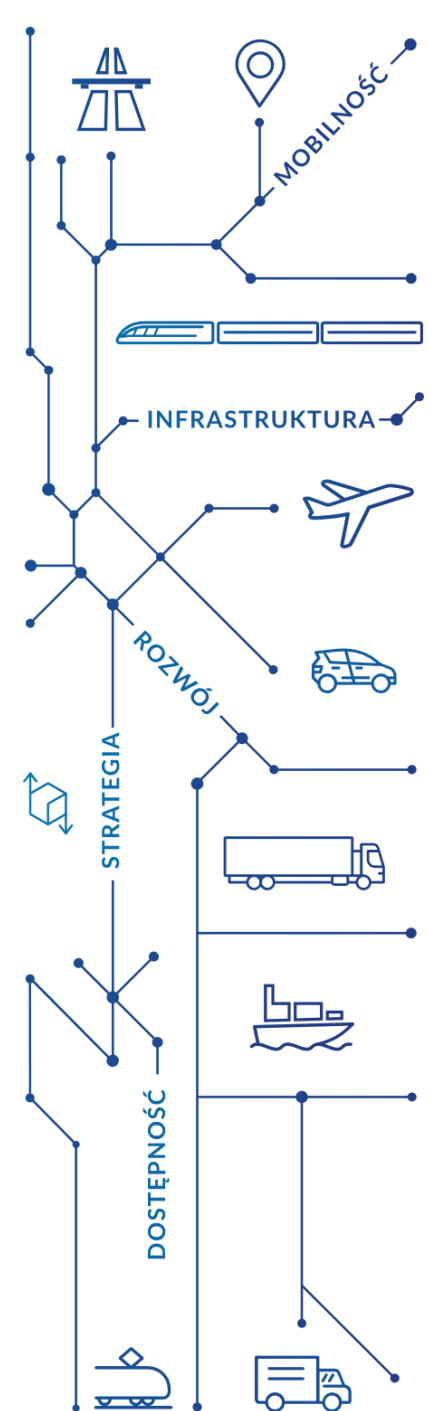


Kolei: przewozy dla roku 2021

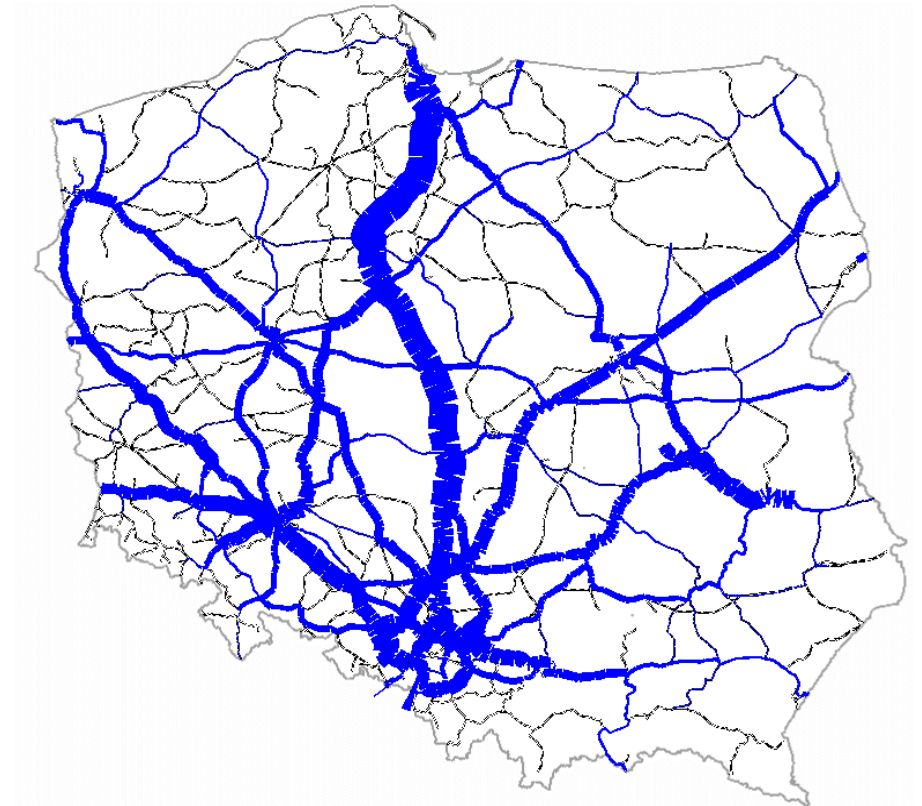
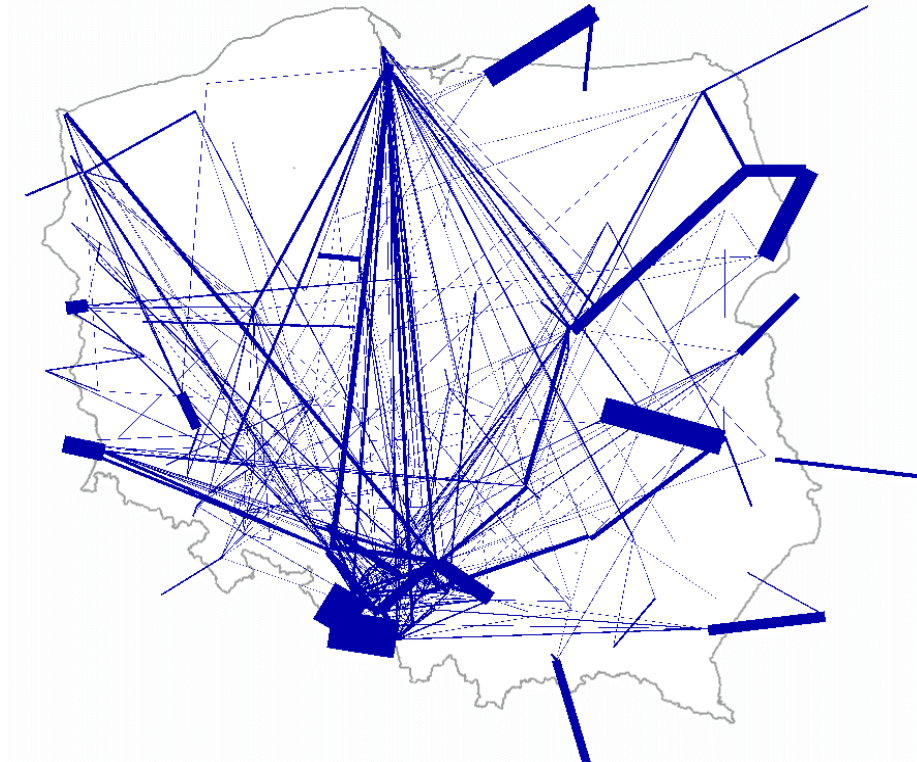
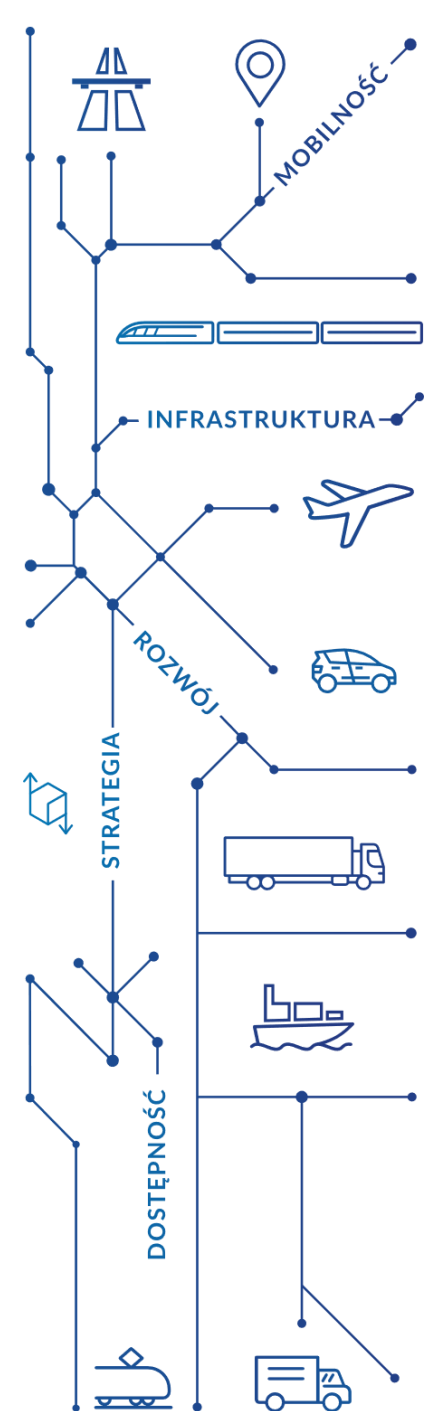


PRZEWOZY [mln t/rok]
KOLEJ

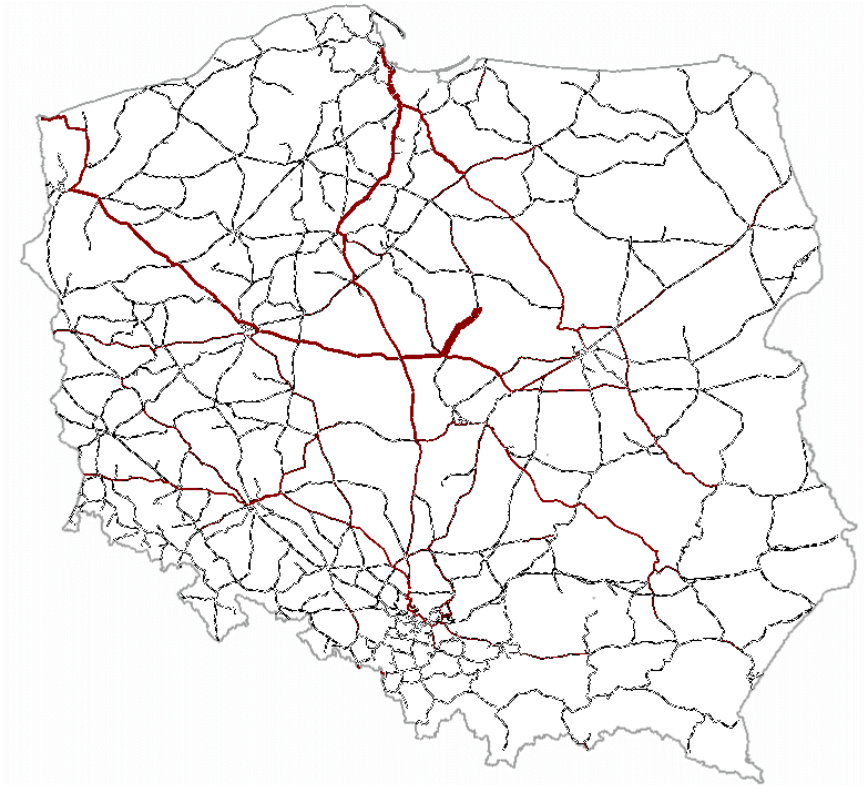
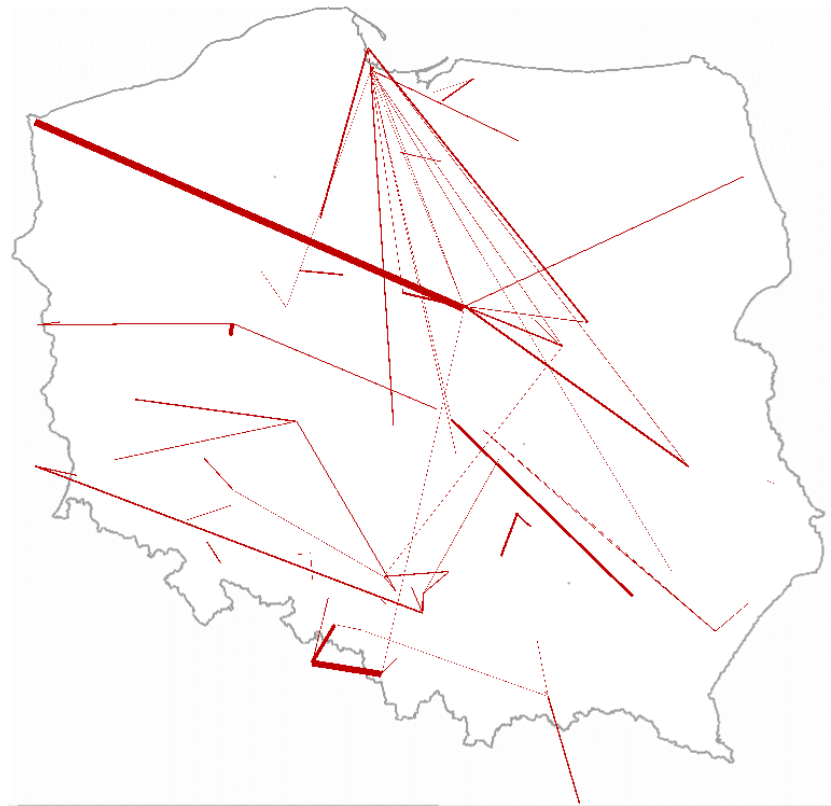
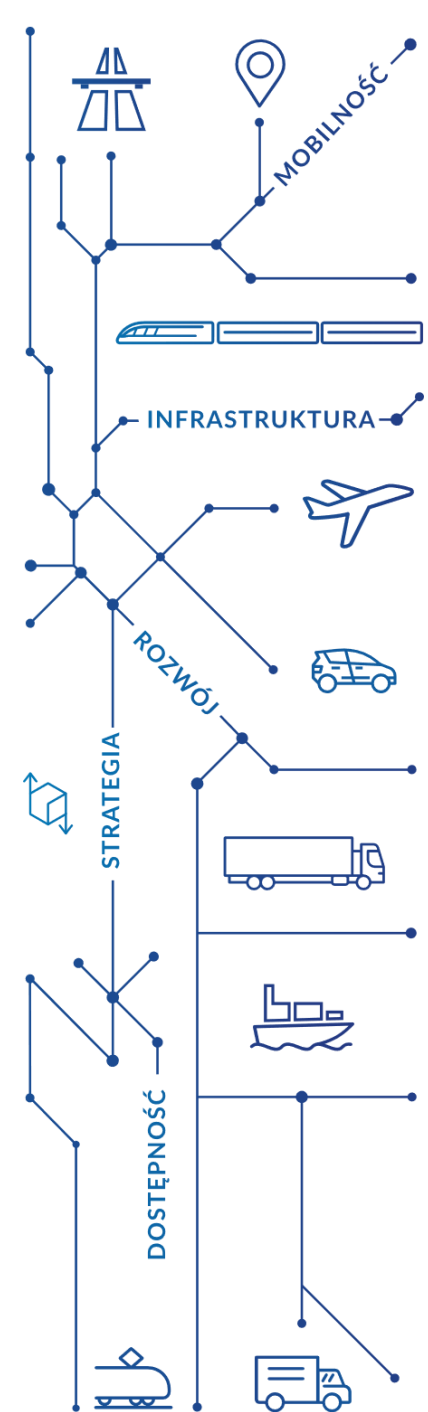
Wyniki – więźba ruchu i rozkład na sieć



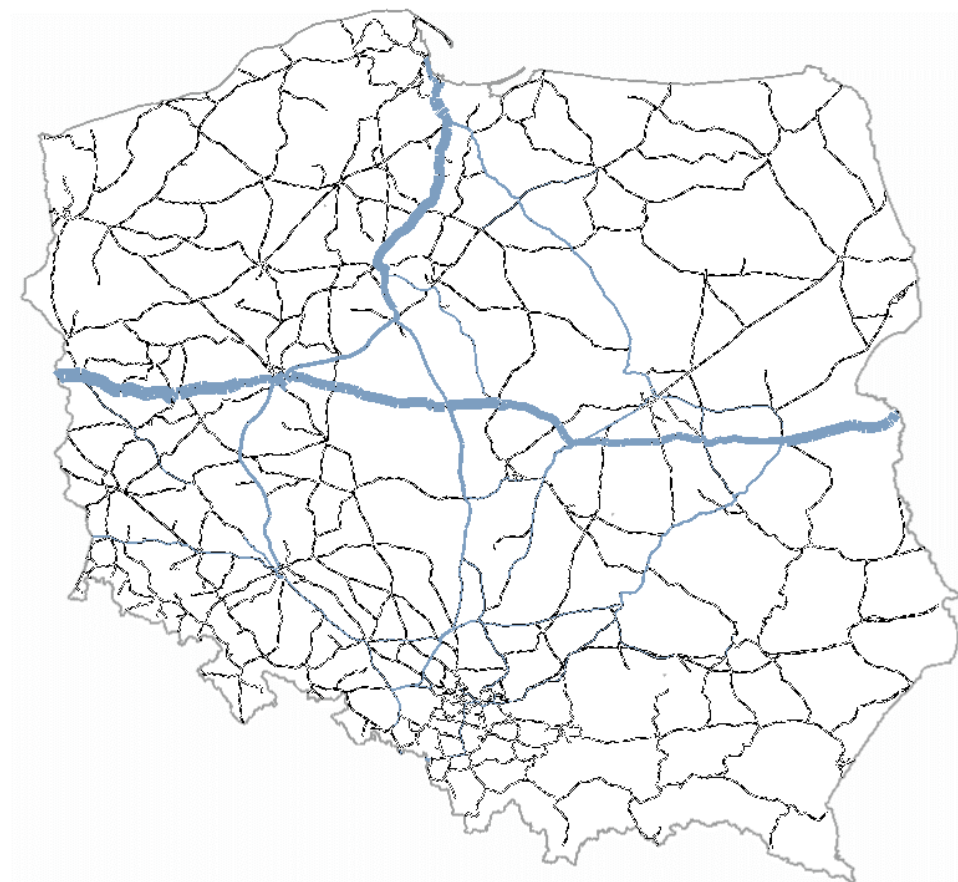
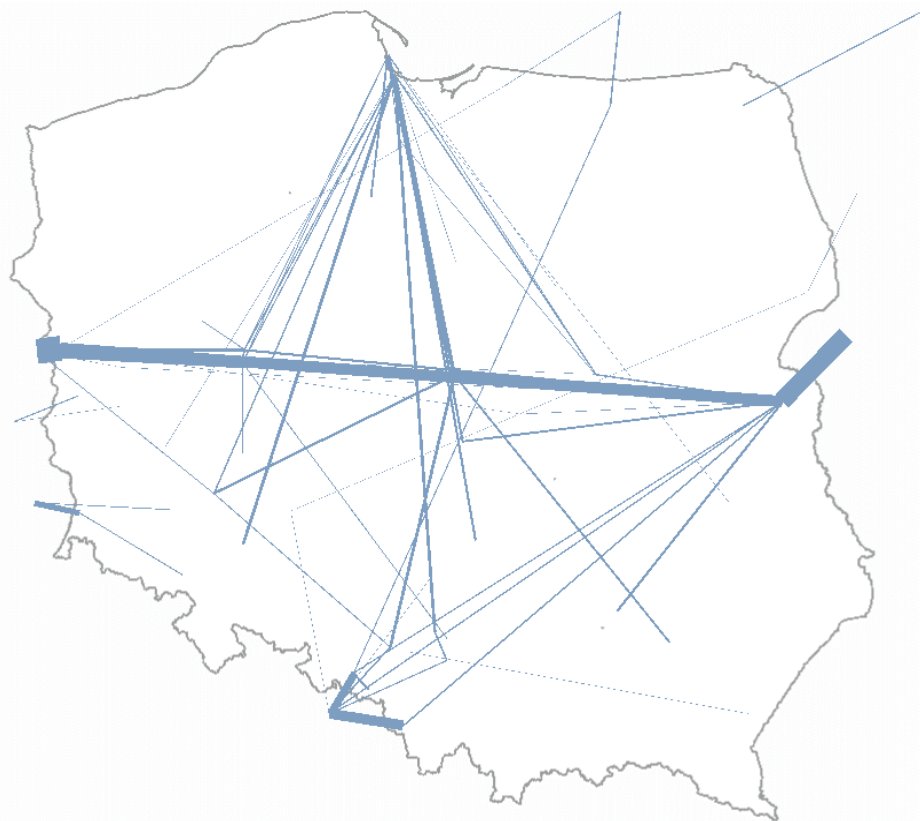
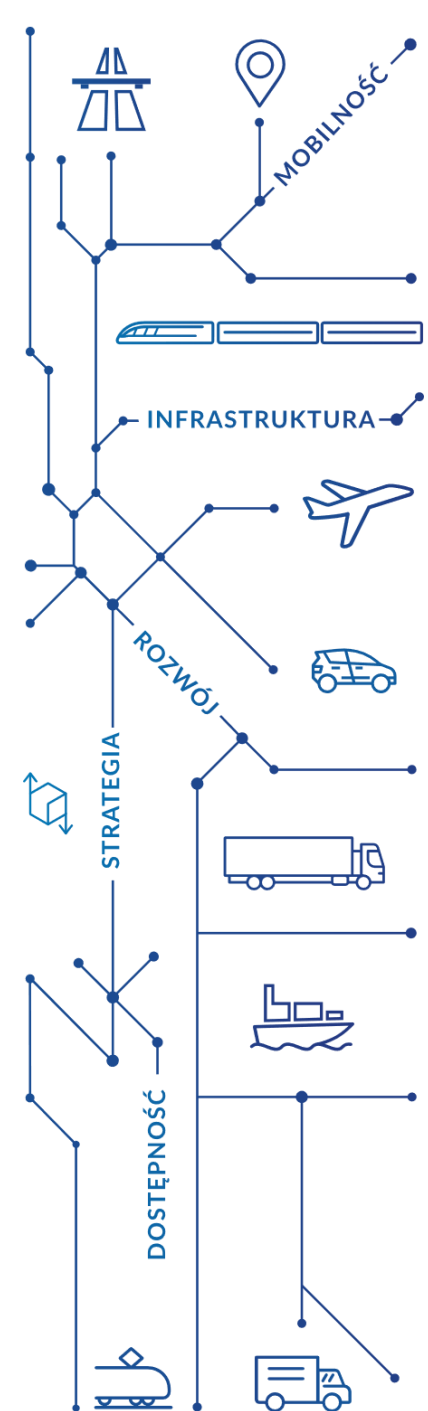
Wyniki – więźba ruchu i rozkład na sieć masowe



Wyniki – więźba ruchu i rozkład na sieć niemasowe



Wyniki – więźba ruchu i rozkład na sieć intermodalal



Prognozy



Prognostyczne sieci transportowe

Sieć drogowa zawiera inwestycje planowane do realizacji do 2030 roku na podstawie projektów dokumentów strategicznych.

Sieć kolejowa dla lat prognostycznych została opracowana w oparciu o konsultacje zamierzeń inwestycji kolejowych z PKP PLK (wraz z planowanymi prędkościami dla ruchu towarowego) oraz CPK dla inwestycji planowanych do roku 2030.

Do modelu towarowego **wprowadzono** dodatkowo **prędkości dla ruchu towarowego**, której mają obowiązywać po zakończeniu **inwestycji kolejowych prognostycznych**.

Sieć dróg śródlądowych w latach prognostycznych została oparta o założenia modelu MGMIŻŚ.

W ramach prac własnych CUPT dokonano **aktualizacji zamierzeń inwestycyjnych** na **drogach śródlądowych (lat i zakresu oddania inwestycji wodnych)** na podstawie informacji uzyskanych z Ministerstwa Infrastruktury.

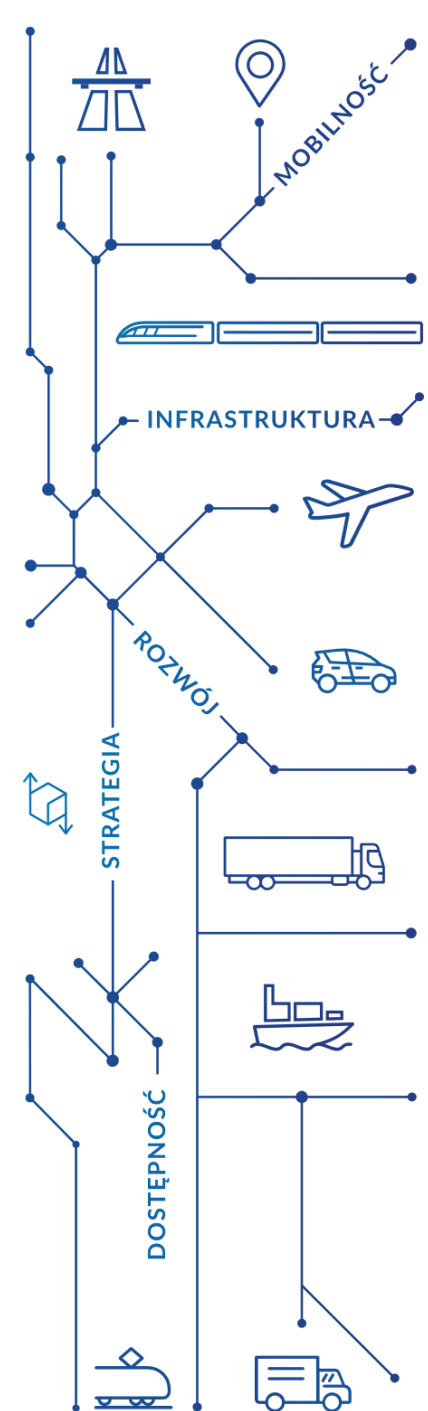
Prognozy

Wielkości przewozów dla roku 2030 uzyskano przy pomocy skumulowanych **wskaźników wzrostu ruchu przewozów towarów** dla wszystkich grup ładunków i środków transportu.

W przypadku **wskaźników wzrostu** dla **ruchu towarowego kolejowego** wykorzystano wskaźniki opracowane przez ekspertów z **Instytutu Kolejnictwa**.

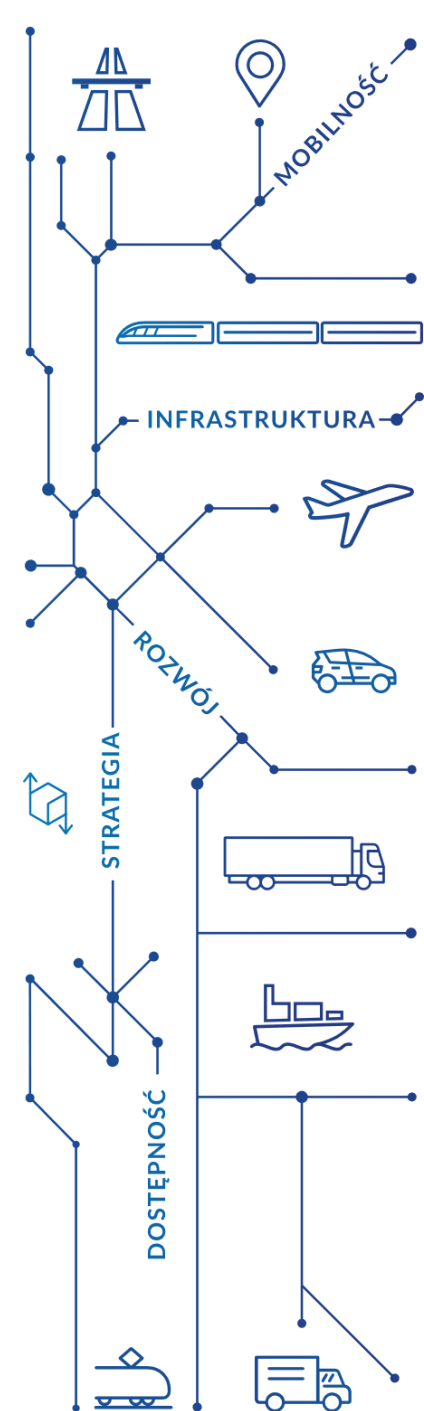
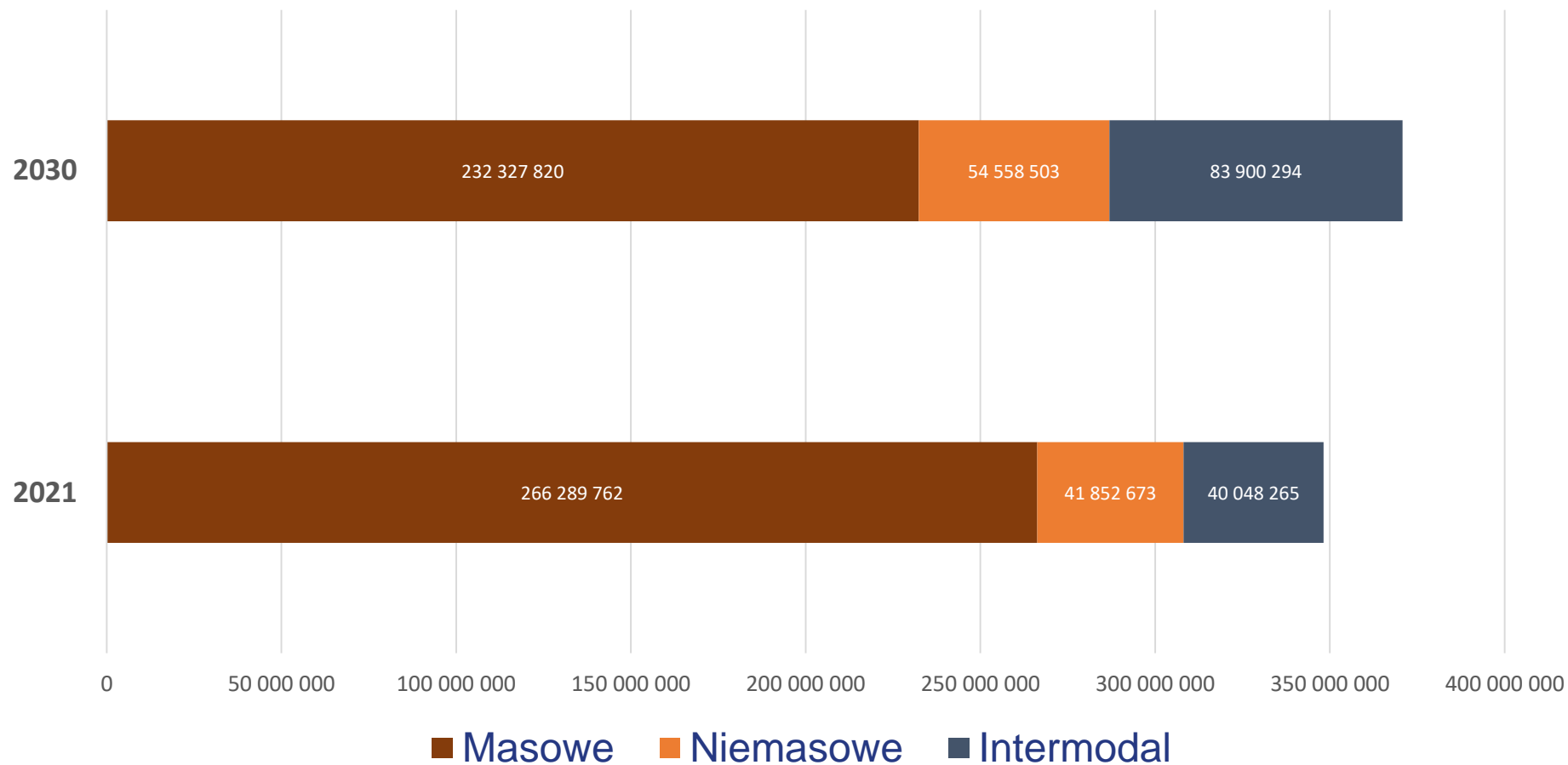
Transport	Ładunki	2021	2030
Drogowy	Masowe	1.00	0.92
Drogowy	Niemasowe	1.00	1.27
Drogowy	Intermodal	1.00	1.62
Kolejowy	Masowe	1.00	0.85
Kolejowy	Niemasowe	1.00	1.26
Kolejowy	Intermodal	1.00	2.10
Wodny	Masowe	1.00	0.92
Wodny	Niemasowe	1.00	1.27
Wodny	Intermodal	1.00	1.62

Wskaźniki wzrostu ruchu dla transportu drogowego i wodnego bazują na założeniach modelu MGMiŻŚ. Zostały one opracowane na podstawie **wskaźników makroekonomicznych**.

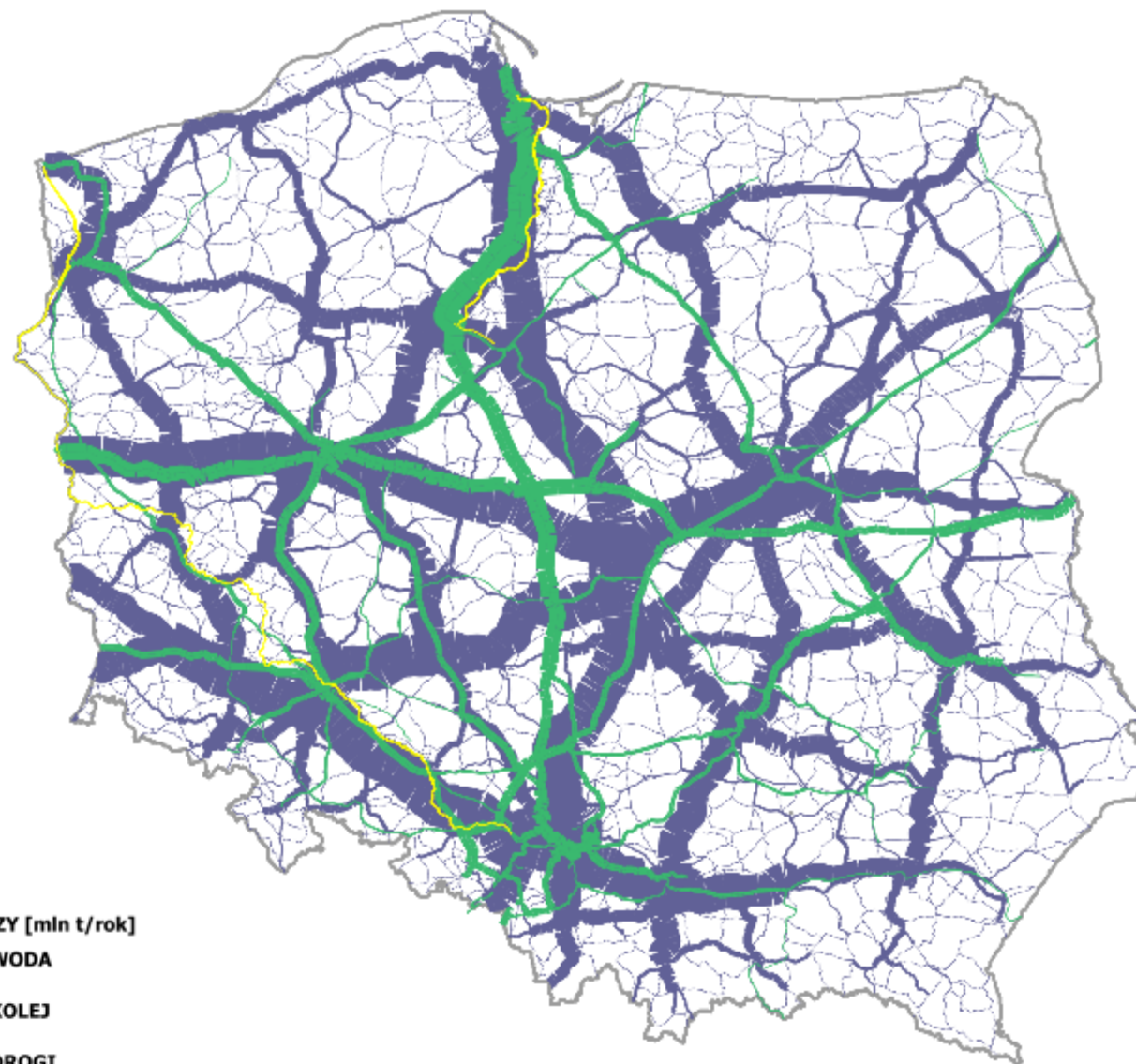
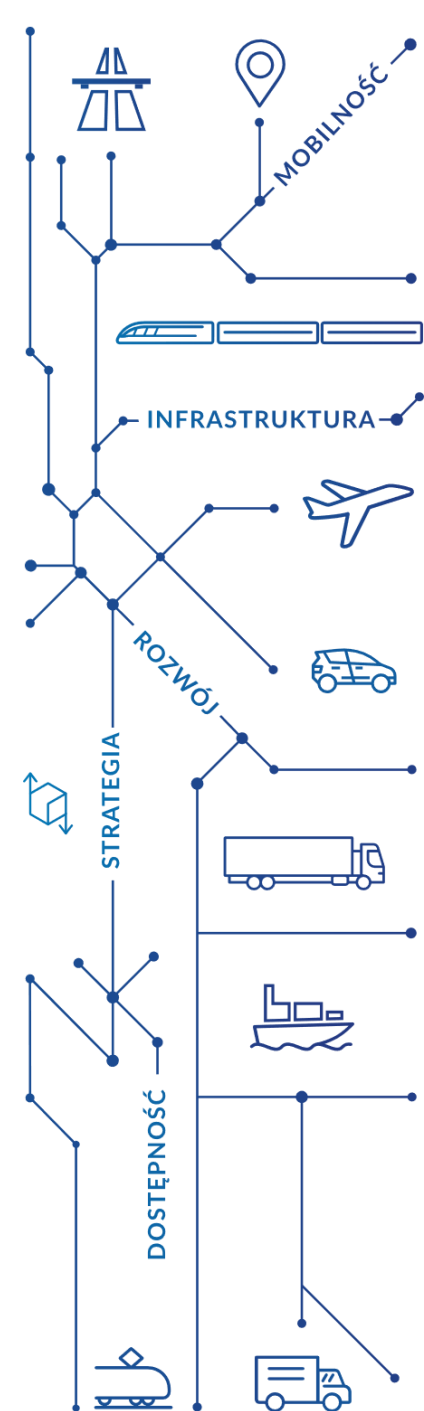


Prognozy

Kolej



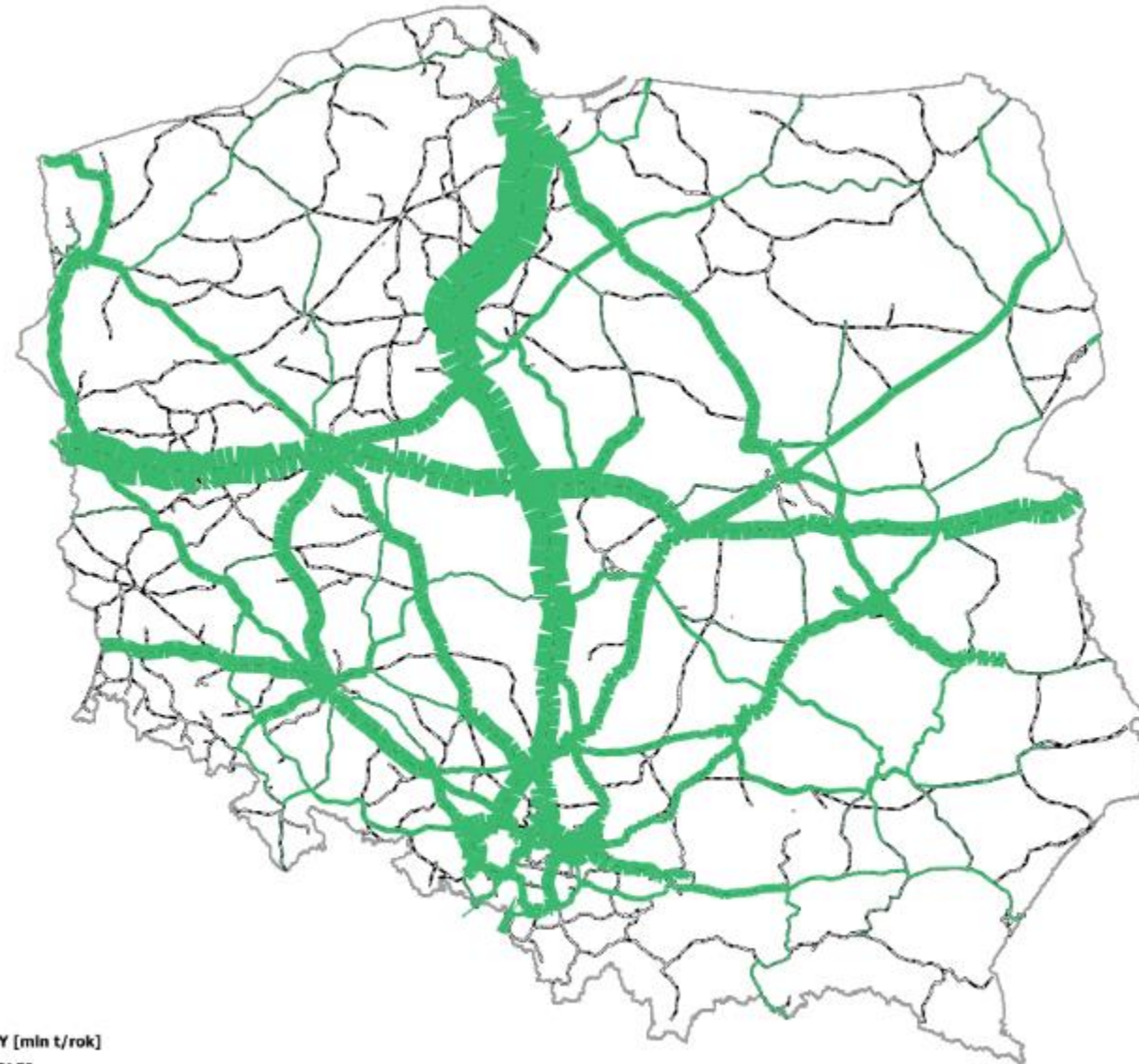
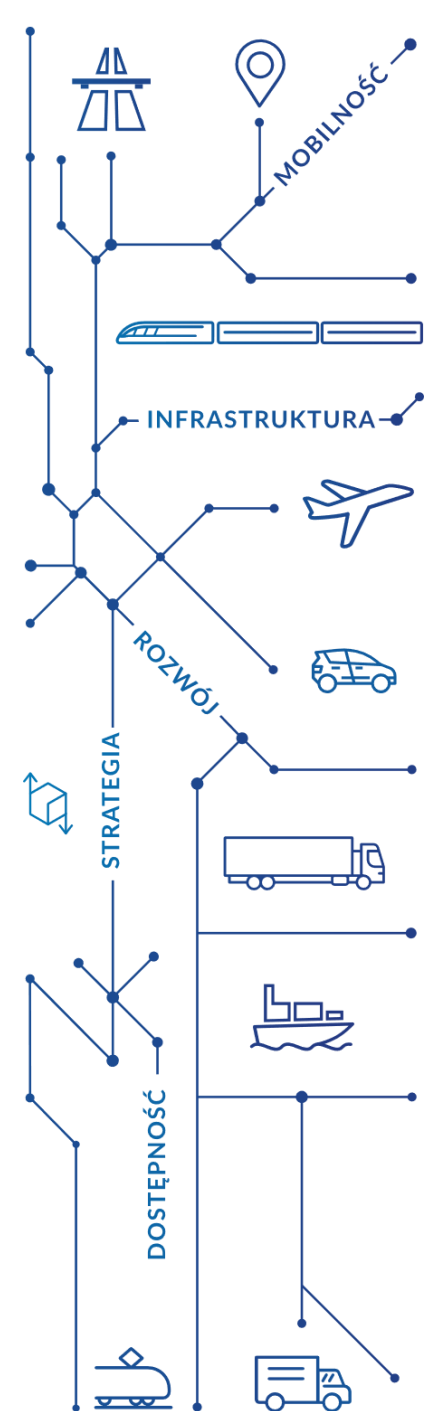
Przewozy dla roku 2030



PRZEWOZY [mln t/rok]

- WODA
- KOLEJ
- DROGI

Kolej: przewozy dla roku 2030



PRZEWOZY [mln t/rok]
KOLEJ

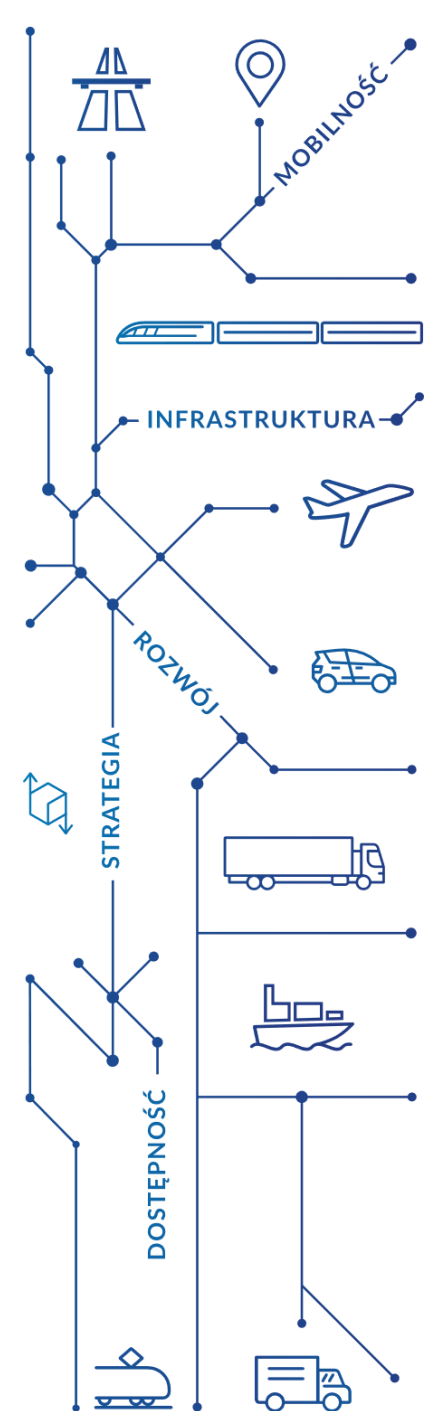
Problemy



Problemy

Problemy z danymi

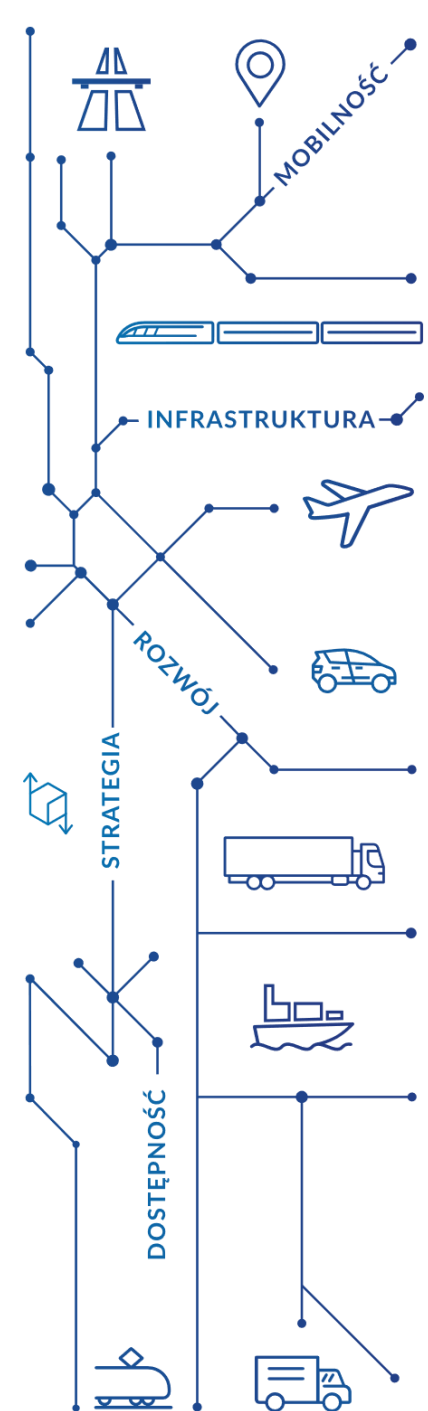
- Brak danych o **pełnym obrazie przewozów** towarowych z uwzględnieniem **początku i końca podróży, masy oraz rodzaju ładunku**:
 - **KOLEJ:**
 - dane SEPE nie zawierają rodzaju ładunku;
 - są wyrażone w masie brutto;
 - Informacja o początku końcu przewozy dotyczy jedynie stacji/dworców
 - przewóz intermodalny (TK) nie oddaje w pełni przewozów intermodalnych
 - Brak informacji o pełnej trasie w ramach przewozów intermodalnych
 - Brak rozróżnienia na przewozy kontenerowe i przewozy intermodalne
 - **DROGI:** dostępną daną to badania TD-E prowadzone przez GUS,
 - zawierają próbkę 7% ciężarówek zarejestrowanych w Polsce (dla porównania dane SEPE to 100% przewozów);
 - brak ruchu tranzytowego/źródłowego/docelowego (przewoźników zagranicznych).
 - **INTERMODAL:**
 - Brak pełnych danych o przewozie intermodalnym (rozproszone dane u spedytorów)



Problemy

Kolej – koszt przewozu w modelu

- Co wpływa na **decyzję przewoźnika o wyborze danej trasy**? Czy da się to opisać w postaci formuły matematycznej, gdy mówimy o całym kraju w skali roku?
 - Obecnie model uwzględnia w koszcie głównie odległość i czas wyliczony w oparciu o aktualne prędkości dla ruchu towarowego na liniach kolejowych.
- **Remonty, zamknięcia torowe**: jak wpływają na decyzję przewoźników? Jak wpływają na przepustowość?
- Czy możliwe jest uzyskanie informacji o **przepustowości linii kolejowych**?
- Uśredniony **koszt przewozu (w PLN)** w zależności od odcinka linii kolejowej i rodzaju pociągu



ZMR - zadania CUPT



Podstawowe zadania CUPT związane z ZMR

- Zapewnienie aktualizacji/optimalizacji/utrzymania/rozwoju ZMR
 - 2023 Q1/Q2 – ZMR3.0
- Analizy na zlecenie i potrzeby ministerstw i innych podmiotów
- Budowanie świadomości i systematyki w zbieraniu danych
- Udostępnienie modelu ruchu na rok bazowy oraz okresy prognostyczne
 - Konsultacje w zakresie możliwości wykorzystania ZMR
 - Udzielanie informacji o założeniach ZMR
 - Zbieranie informacji zwrotnej od użytkowników ZMR

ZMR - korzyści dla interesariuszy



Zintegrowany Model Ruchu – korzyści dla interesariuszy

- Kompleksowe narzędzie analityczne o szerokim spektrum zastosowań
 - od wykorzystania zbudowanych sieci
 - przez analizy wariantowe na gotowym narzędziu
 - do wykorzystania struktury i danych ZMR jako podstawy pod inne prace modelowe (regionalne, lokalne, operacyjne)
- Dostępny w pełni 4 stopniowy multimodalny krajowy model ruchu stworzony przez niezależną jednostkę ze środków publicznych
- Transparentne i w pełni dostępne założenia wraz z formułami dla wszystkich 4 etapów modelowania dla każdej motywacji podróży

Zintegrowany Model Ruchu – korzyści dla interesariuszy

- ZMR posiada założenia zgodne z najnowszym stanem wiedzy dot. dokumentów wieloletnich (w tym listy inwestycji na bieżąco konsultowane)
- Współpraca z ekspertami zewnętrznymi oraz pozytywna opinia Inicjatywy Jaspers: gwarancją wysokiej jakości prac
- Udział w tworzeniu spójnego systemu planowania transportu na poziomie regionalnym i krajowym m.in. w oparciu o wyniki modelowania i analizę popytu

* *Nie szkolimy z zakresu modelowania i obsługi oprogramowania PTV VISUM*

* *Nie odpowiadamy za wyniki otrzymane przez wykonawców RPT lub SK, którzy bazują na ZMR*



Dziękuję za uwagę

Centrum Unijnych Projektów Transportowych

Plac Europejski 2 00-844 Warszawa

tel. (22) 262 05 00 fax (22) 262 05 01

www.cupt.gov.pl e-mail: zmr@cupr.gov.pl