



ZINTEGROWANY MODEL RUCHU



Fundusze Europejskie



Rzeczpospolita
Polska



cupt

CENTRUM UNIJNYCH
PROJEKTÓW TRANSPORTOWYCH

Unia Europejska
Europejskie Fundusze
Strukturalne i Inwestycyjne





ZINTEGROWANY
MODEL RUCHU

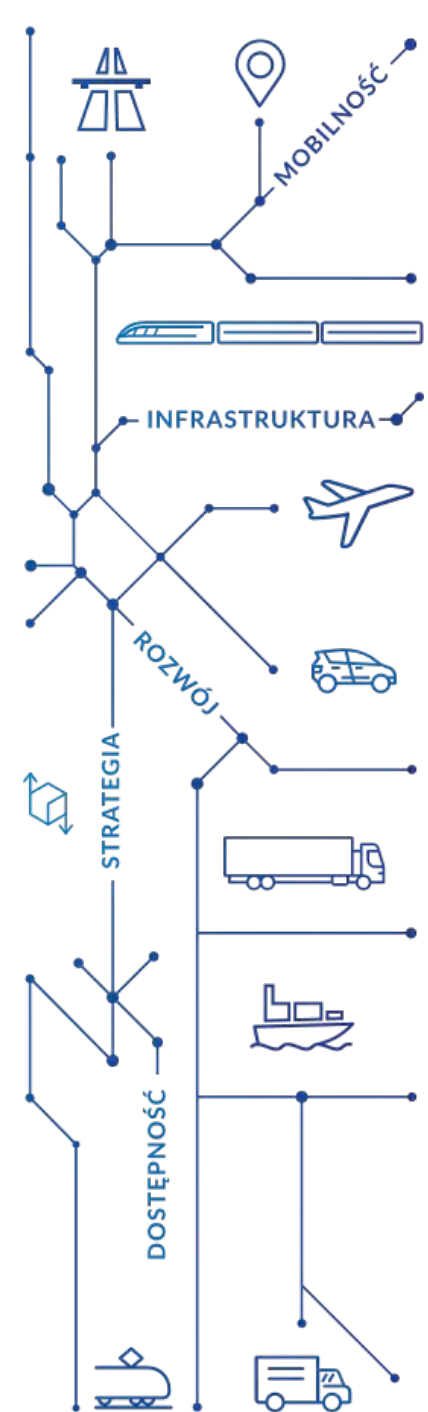
Zintegrowany Model Ruchu - założenia

CUPT

Warszawa, 19 października 2021

Agenda

- ZMR – podstawowe informacje
- ZMR – struktura modelu
- ZMR jako narzędzie
- Wybrane analizy w ZMR
- Wykorzystanie ZMR
- Przyszłość ZMR



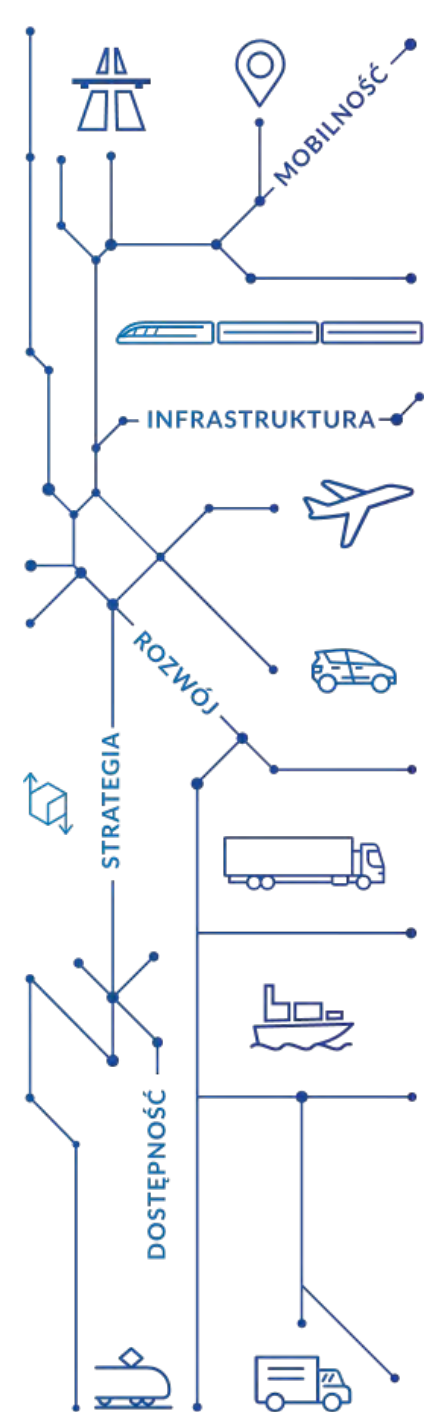
ZMR - podstawowe informacje



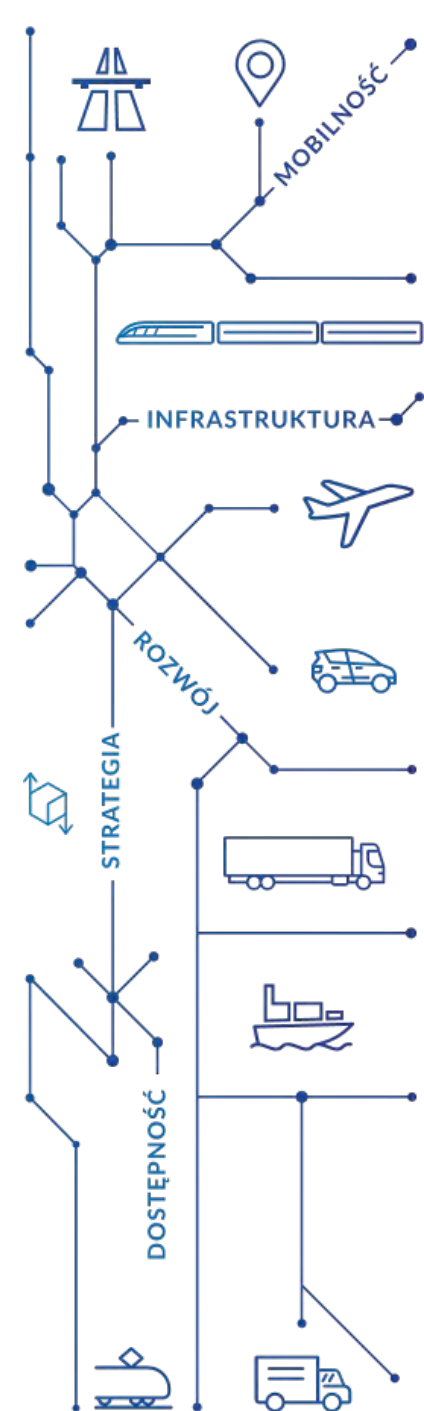
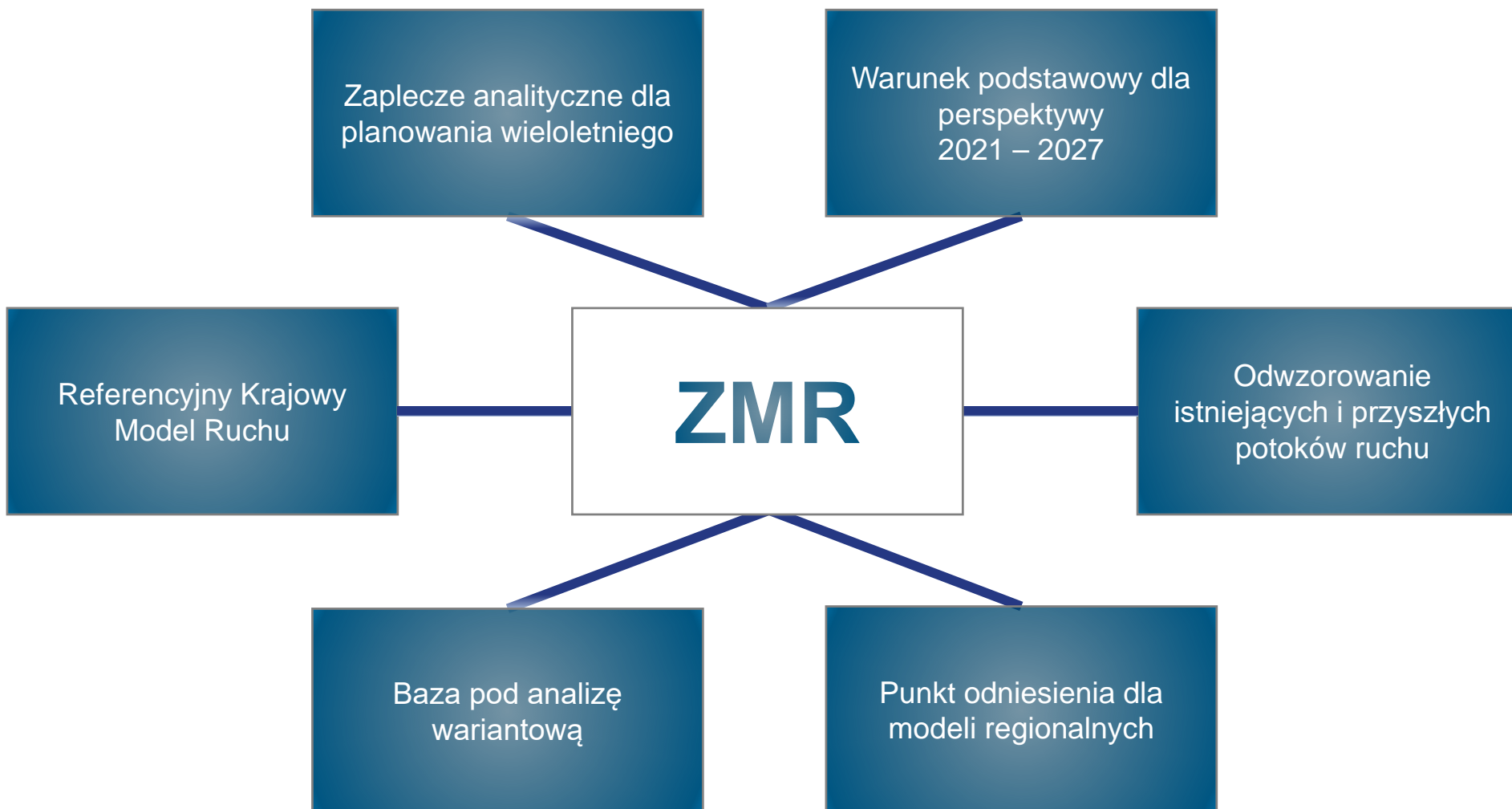
Zintegrowany Model Ruchu - cel

Podstawowym celem opracowania ZMR jest wsparcie ministerstw i innych instytucji, w tym spółek i organizacji świadczących usługi publiczne w sektorze transportu, **w procesie planowania oraz podejmowania decyzji inwestycyjnych.**

- Model służy m.in. do oceny obecnie wdrażanych strategicznych planów transportowych, analizy wariantowej opcji inwestycyjnych, wrażliwości instrumentów polityki transportowej, emisyjności transportu, w tym zmian klimatycznych, czy też przewozu towarów.
- ZMR jest narzędziem **wspierającym wypełnienie warunku podstawowego Komisji Europejskiej** w zakresie finansowania inwestycji transportowych w perspektywie 2021-2027
- ZMR jest również modelem przygotowanym do **wspierania planowania na poziomie regionalnym i lokalnym**, które może wynikać zarówno z modelu krajowego jak i powstających modeli regionalnych. ZMR będzie stanowił model bazowy i wyjściowy dla planowania regionalnego i lokalnego.



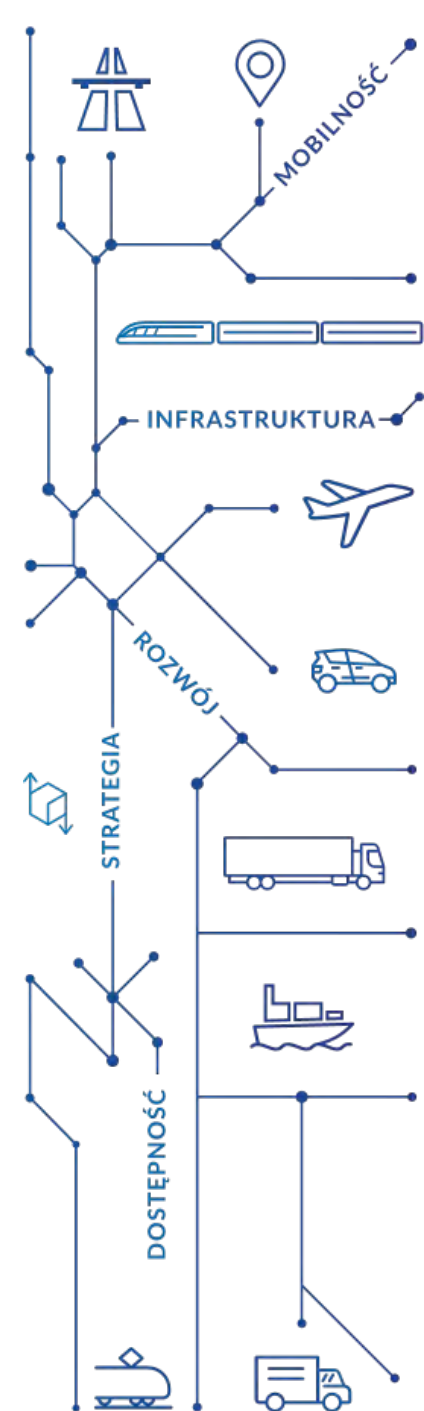
Zintegrowany Model Ruchu - wykorzystanie



Programy strategiczne w ZMR

ZMR jako narzędzie multimodalne uwzględnia następujące dokumenty planistyczne:

- Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu
- Program Budowy Dróg Krajowych
- Program Budowy 100 obwodnic
- Krajowy Program Kolejowy
- Polityki rozwoju lotnictwa cywilnego w Polsce do 2030 r.
- Dokumenty dotyczące budowy CPK i inwestycji towarzyszących



Programy strategiczne w ZMR

Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu

- Multimodalny model uwzględniający wpływ zarówno inwestycji kolejowych jak i drogowych

Program Budowy Dróg Krajowych

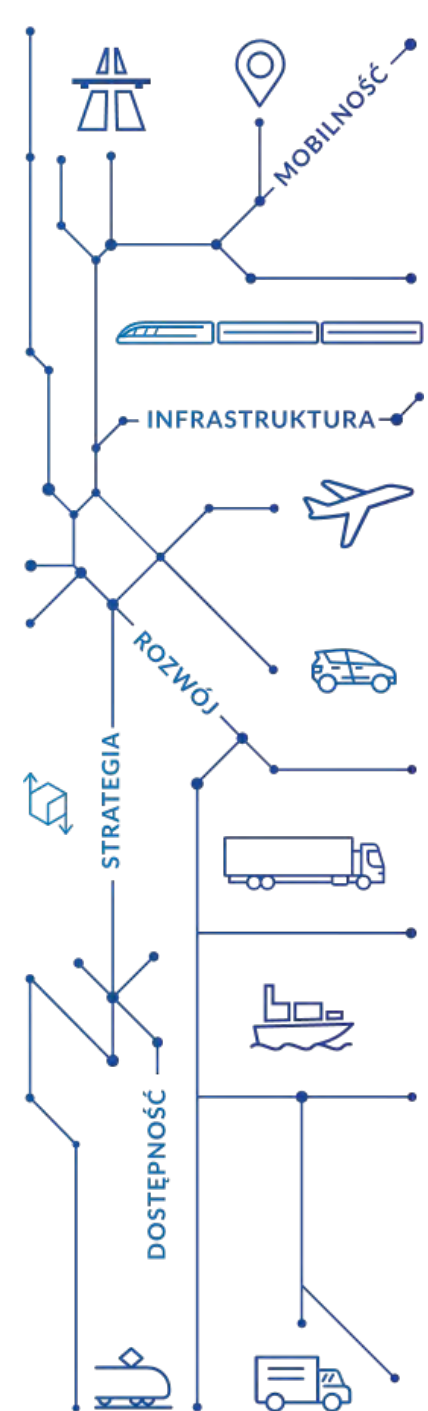
- Budowa nowych odcinków Autostrad i Dróg Szybkiego Ruchu
- Modernizacja istniejących odcinków Autostrad, Dróg Szybkiego Ruchu oraz Dróg Krajowych

Program Budowy 100 obwodnic

- Budowa obwodnic małych miejscowości w ciągu istniejących dróg krajowych

Polityki rozwoju lotnictwa cywilnego w Polsce do 2030 r.

- Wzrost liczby pasażerów obsługiwanych przez dane lotniska



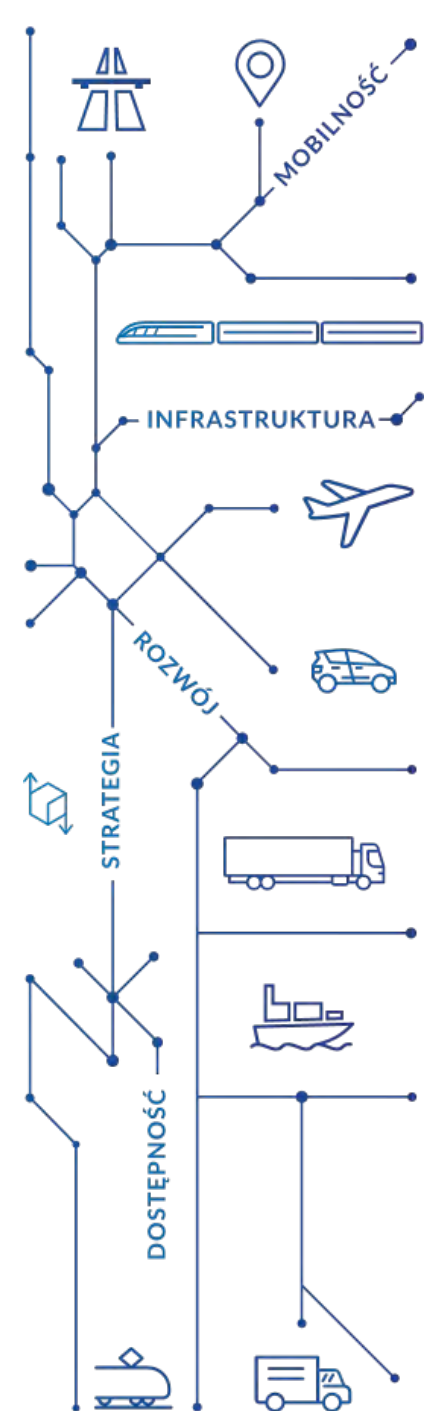
Programy strategiczne w ZMR

Krajowy Program Kolejowy

- Nowe linie kolejowe
- Modernizacja i rewitalizacja istniejących linii kolejowych (zwiększenie prędkości przejazdu)
- Założenia dotyczące nowych połączeń, zwiększenia częstotliwości, przetrasowania istniejących połączeń

Dokumenty dotyczące budowy CPK i inwestycji towarzyszących

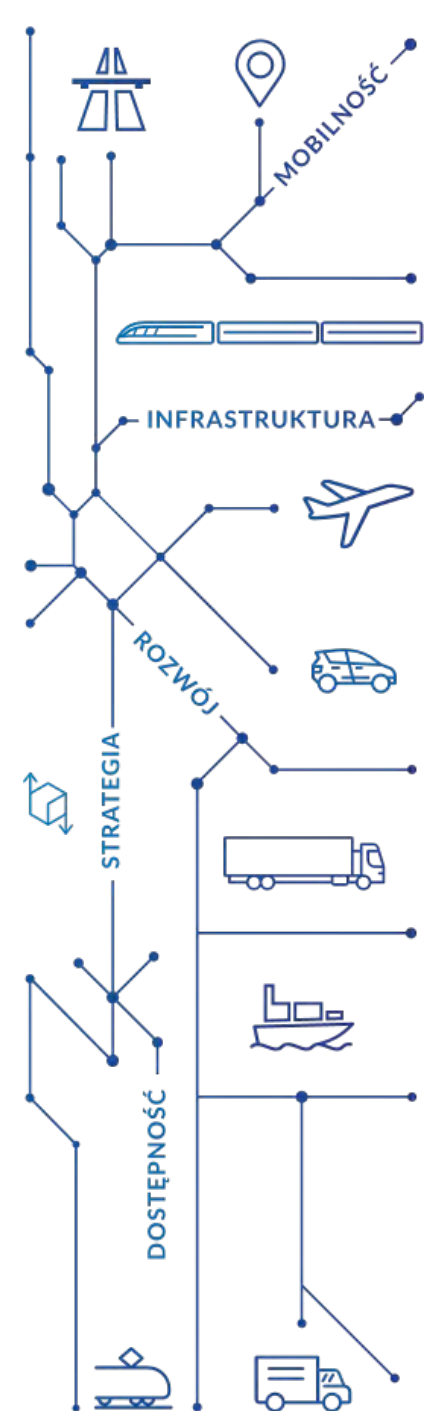
- Nowe linie kolejowe
- Założenia dotyczące nowych połączeń przez CPK, zwiększenia częstotliwości, przetrasowania istniejących połączeń
- Budowa lotniska CPK



ZMR - struktura modelu



Zintegrowany Model Ruchu - struktura



Rok bazowy 2015/2019

Sieć drogowa

Multimodalny model 4 stopniowy

Siatka połączeń publicznego
transportu zbiorowego
sieć kolejowa połączenia
autobusowe

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

Sieć dróg śródlądowych

Model pasażerski

Model towarowy

Porty lotnicze porty morskie

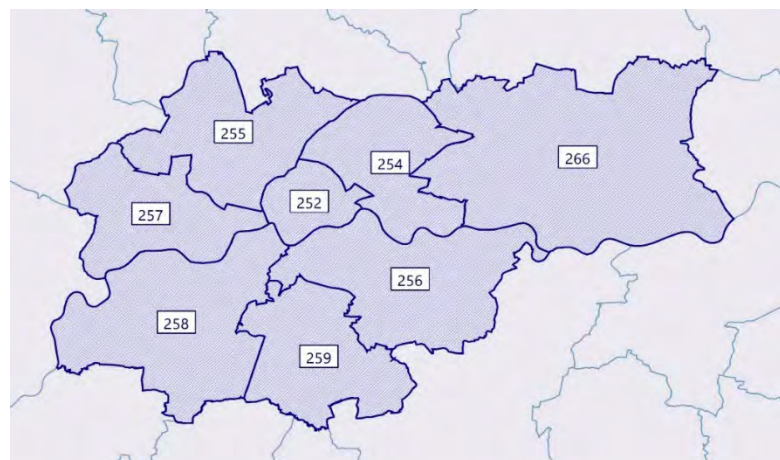
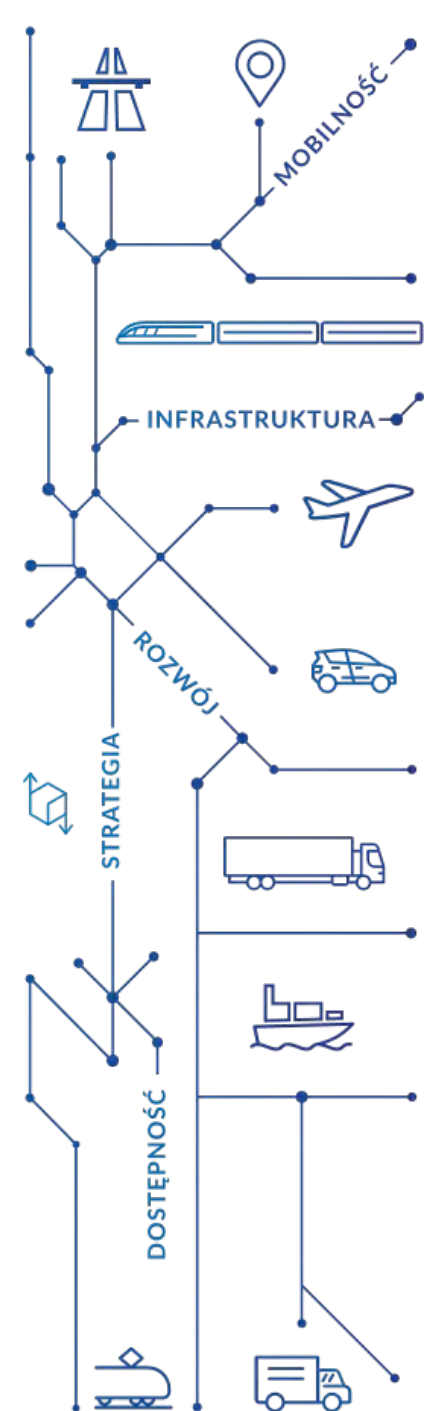
Opracowany model bazowy na rok **2015** oraz wersja na rok **2019** są 4 stopniowymi modelami pasażerskimi uwzględniającymi ruch towarowy na drogach.

Zintegrowany Model Ruchu – rejony komunikacyjne

2875 rejonów
komunikacyjnych

Rejony komunikacyjne:

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



Zintegrowany Model Ruchu – model podaży

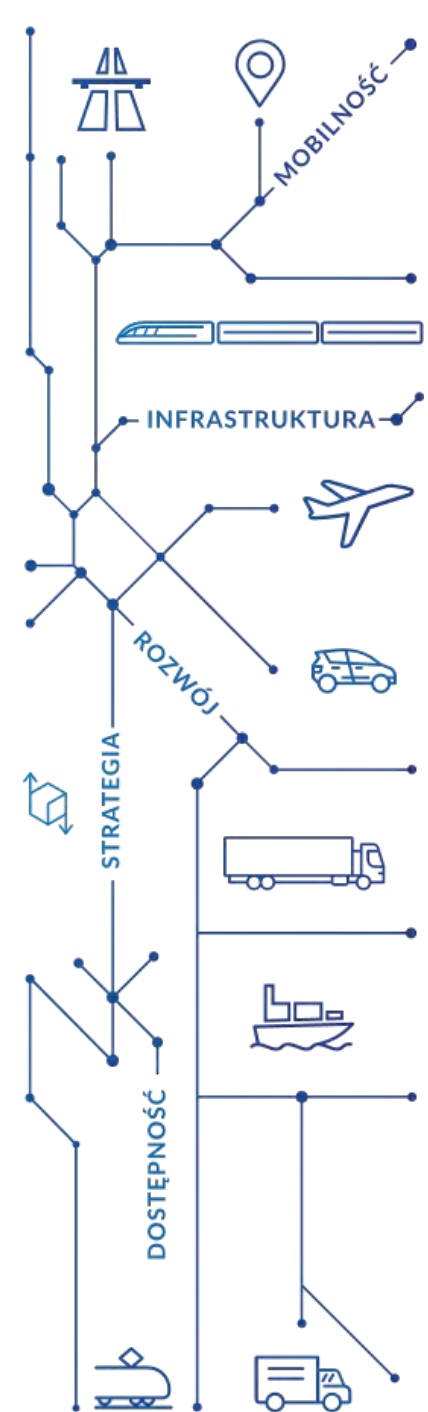
Istniejąca i planowana sieć infrastruktury transportowej:

Sieć drogowa

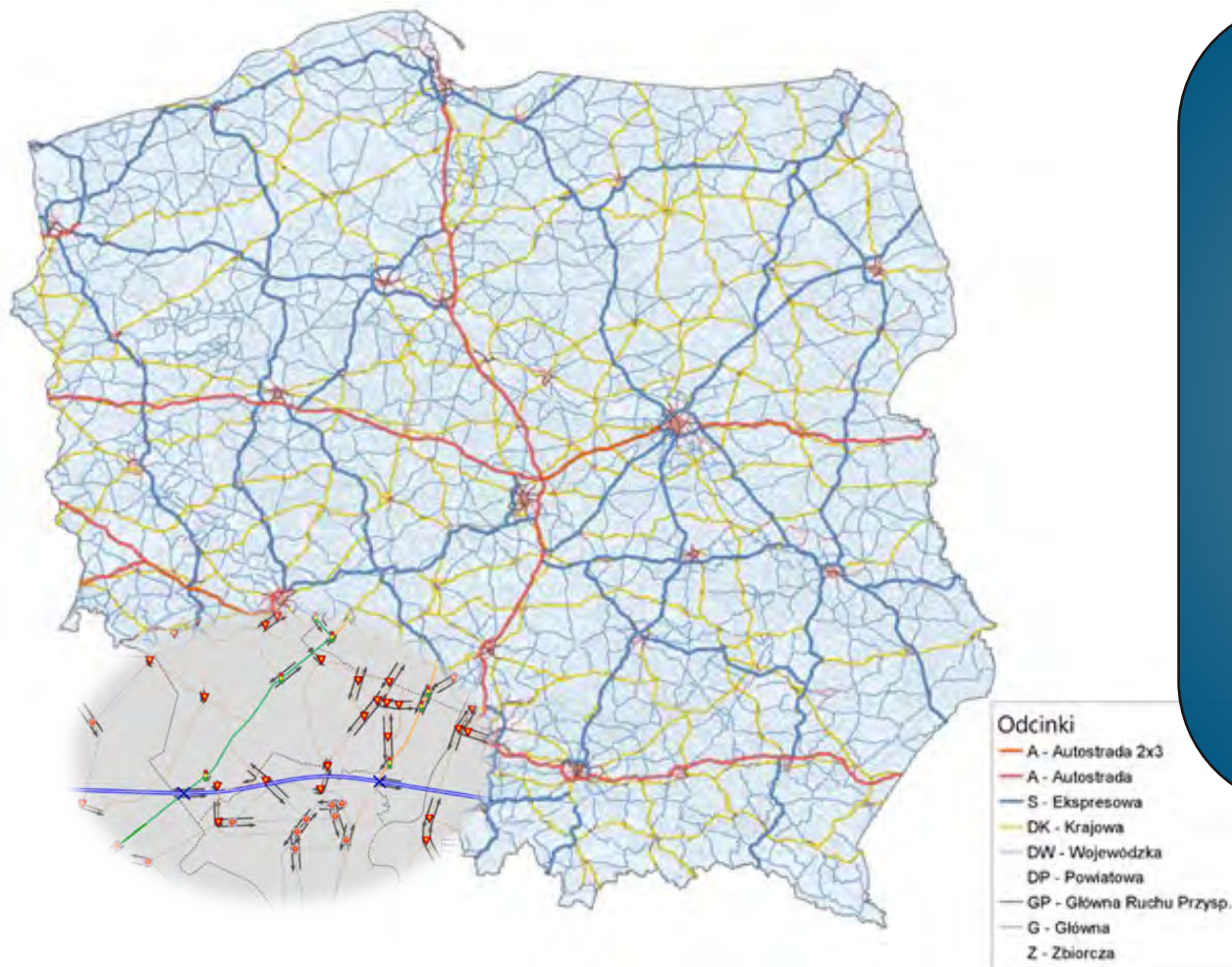
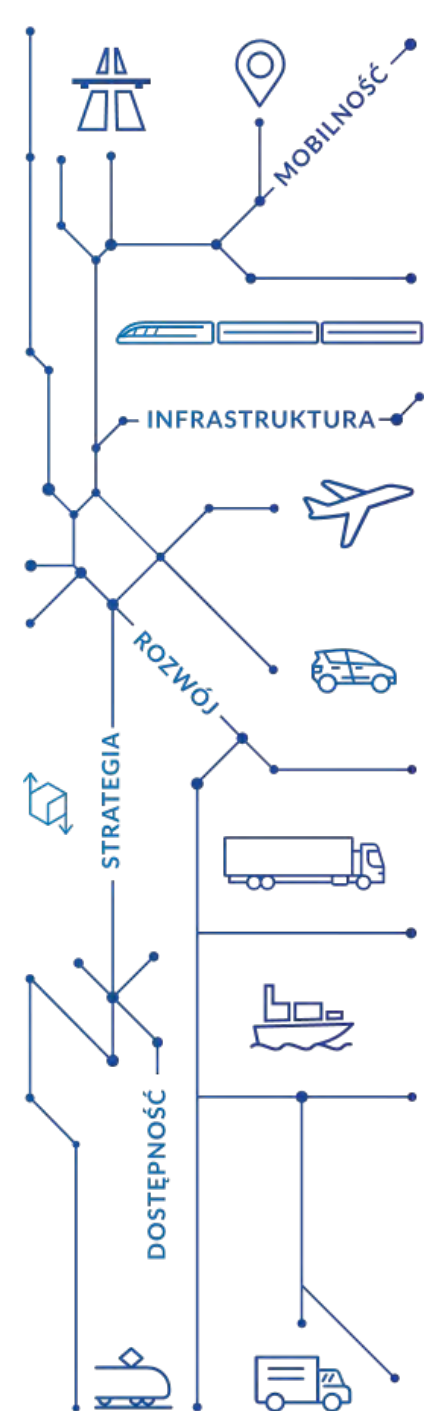
- *Autostrady,*
- *Drogi Ekspresowe,*
- *Drogi Krajowe,*
- *Drogi Wojewódzkie,*
- *Drogi Powiatowe,*
- *wybrane drogi w miastach*

Sieć transportu publicznego

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



Model podaży – sieć drogowa

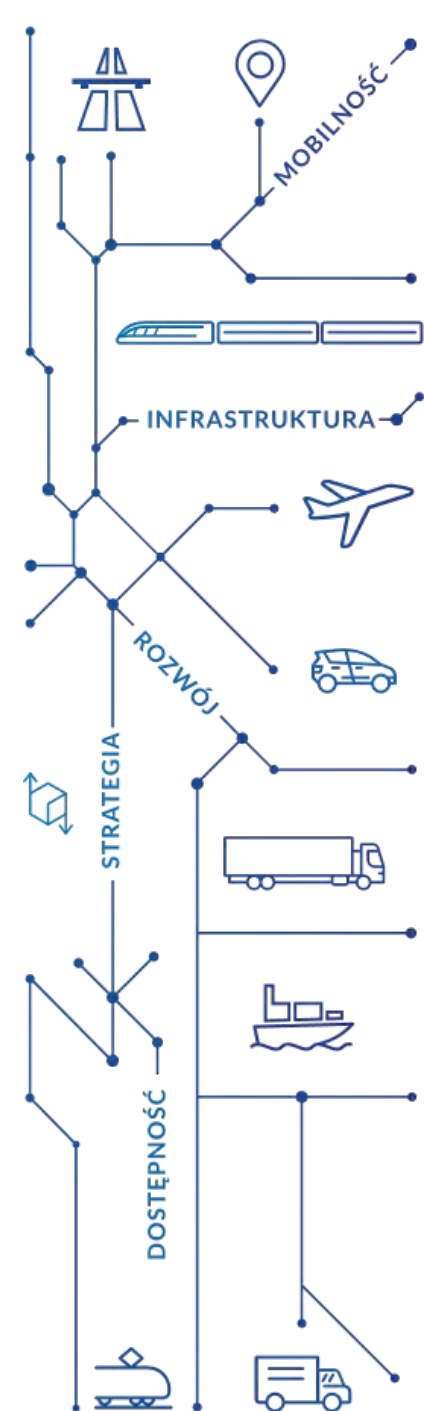


Sieć drogowa rok 2030

W modelu:

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

Model podaży: sieć transportu publicznego



Pasażerska sieć kolejowa rok 2030

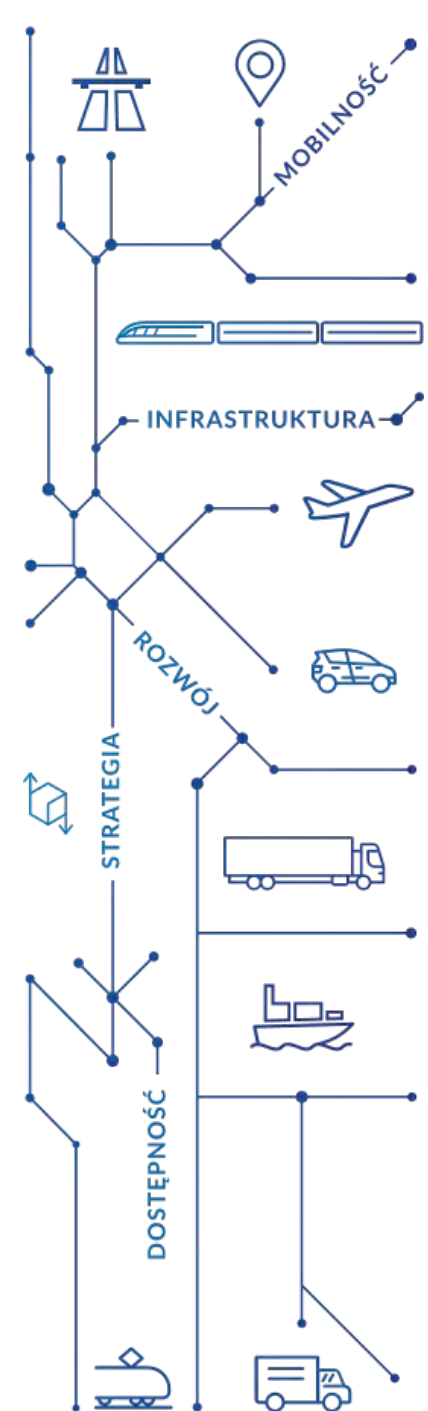
W modelu:

- Trasy przejazdu
- Czas przejazdu między przystankami
- Sekwencja obsługiwanych przystanków
- Prędkość maksymalna
- 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:

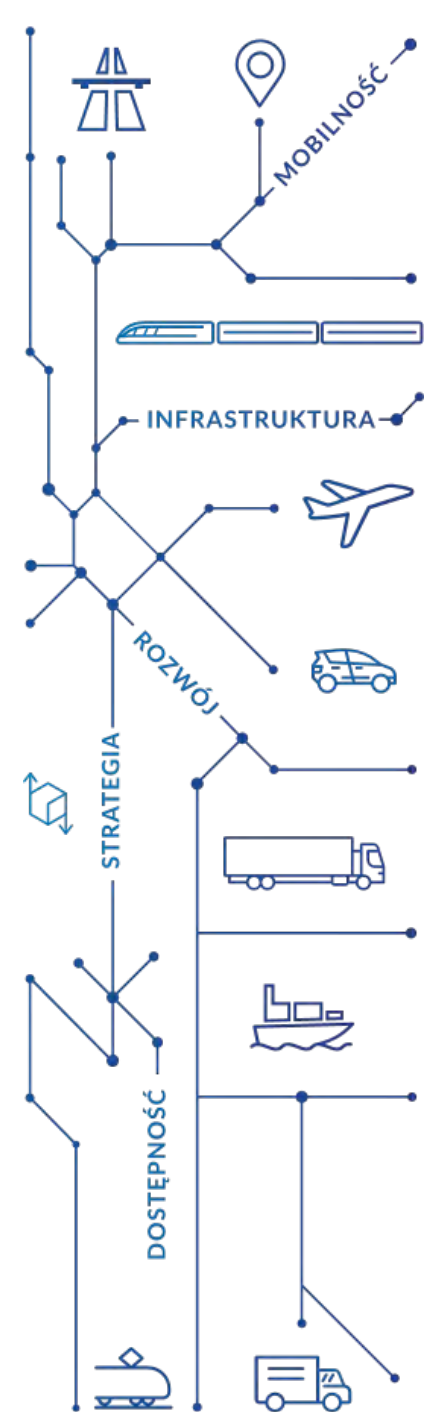
- **generację podróży** – potrzeba odbycia podróży
- **rozkład przestrzenny podróży** – wybór kierunku i miejsca docelowego podróży
- **podział zadań przewozowych** – wybór środka transportu
- **rozkład ruchu na sieć** – wybór trasy przejazdu



Model popytu - segmentacja

- Motywacje podróży
- Grupy wiekowe
- Dostępność samochodu
- Miejsce zamieszkania
- Środek transportu

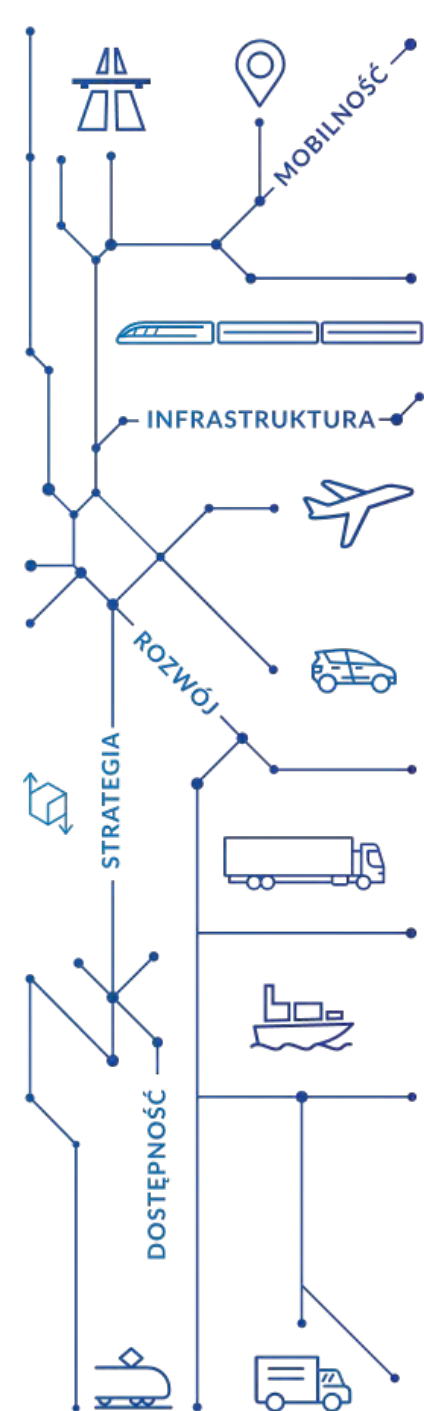
W zależności od etapu obliczeń, używane są różne kombinacje segmentacji



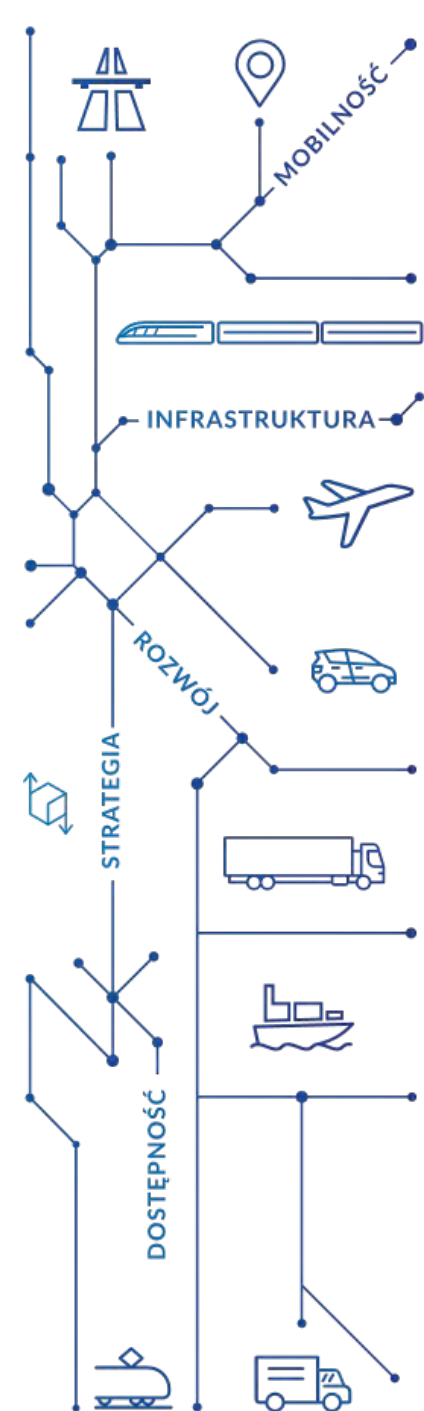
Model popytu - segmentacja

Motywacje podróży:

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



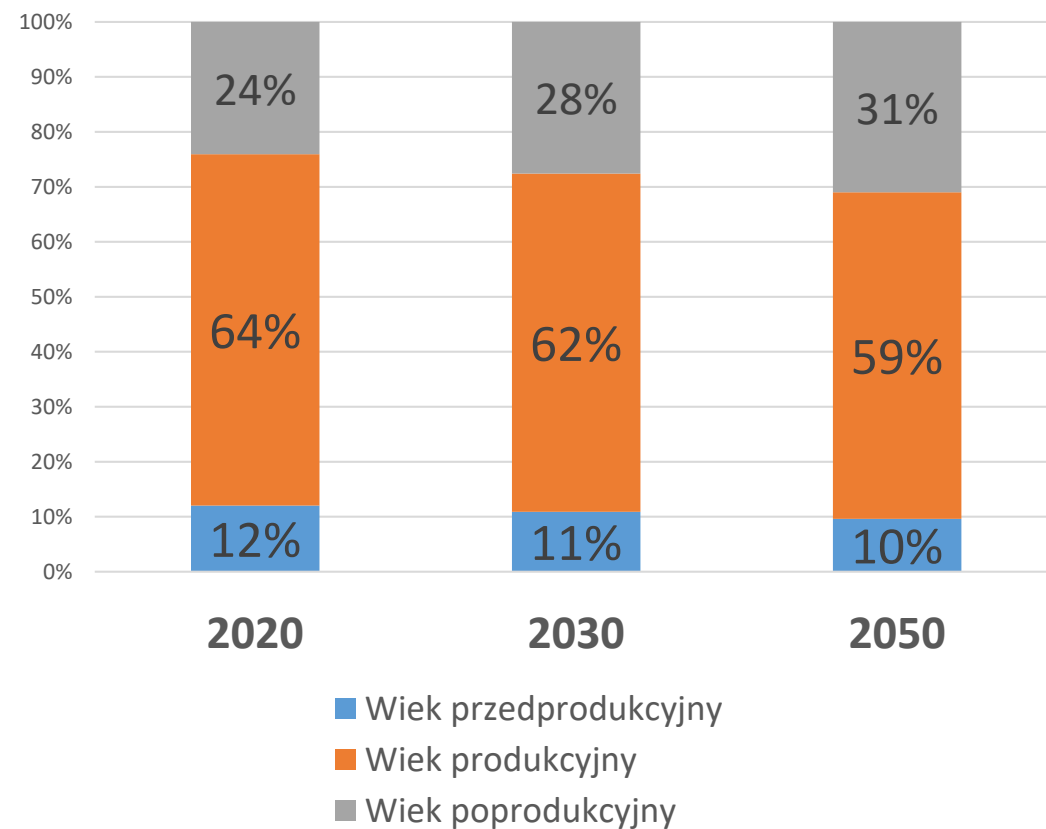
Model popytu - segmentacja



Grupy wiekowe

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

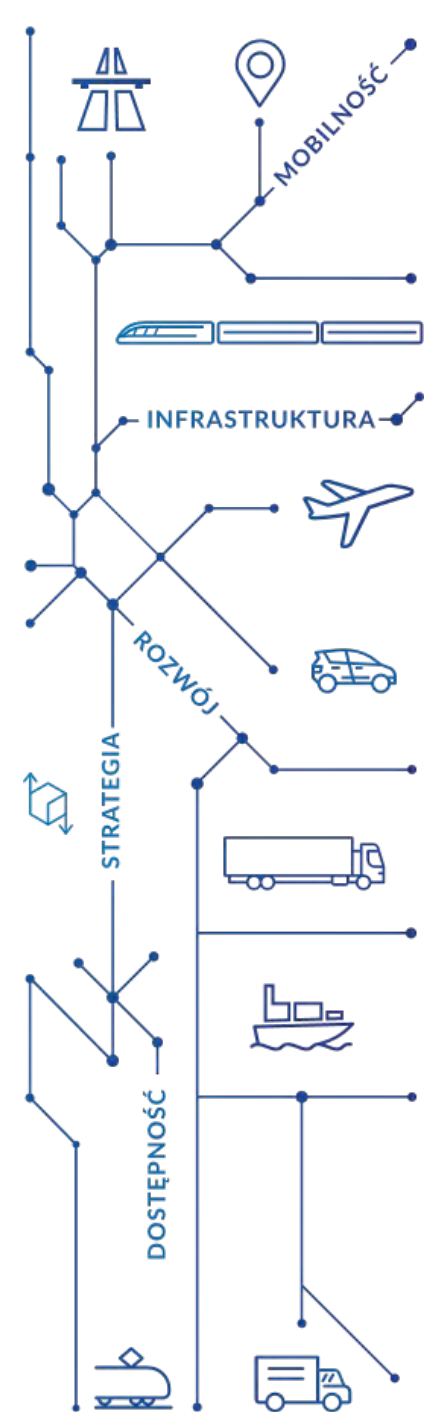
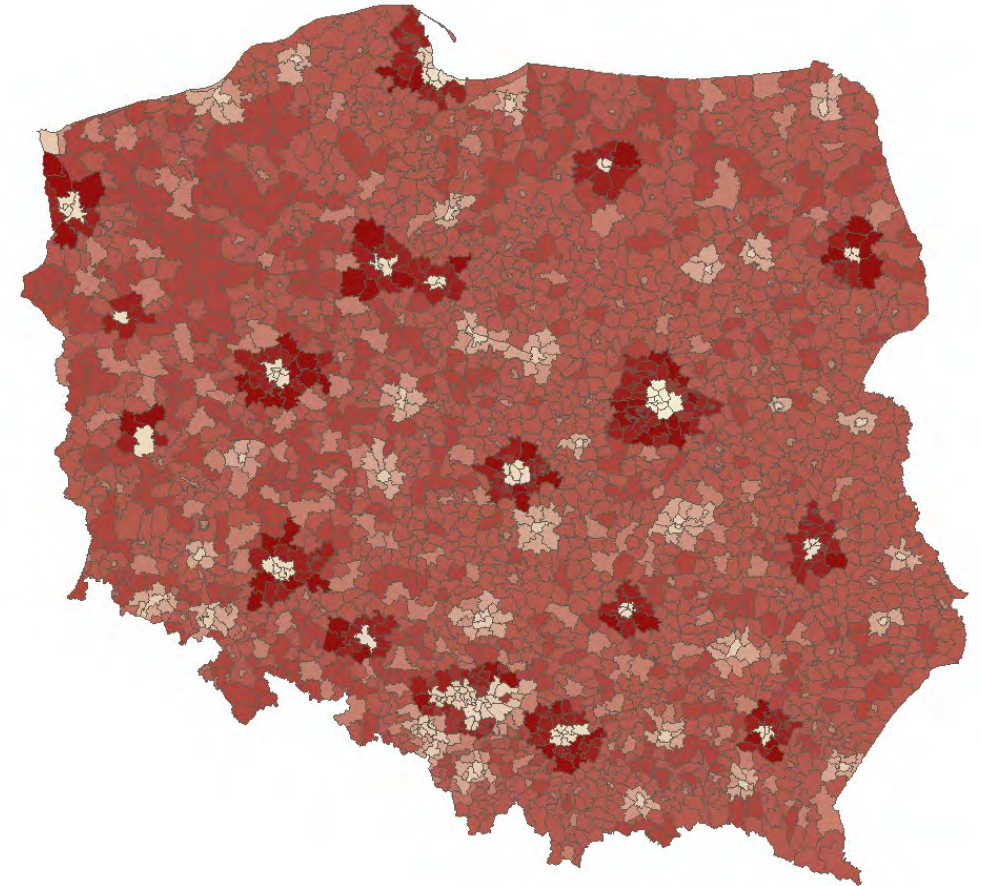
Dostępność samochodu
Brak dostępności samochodu



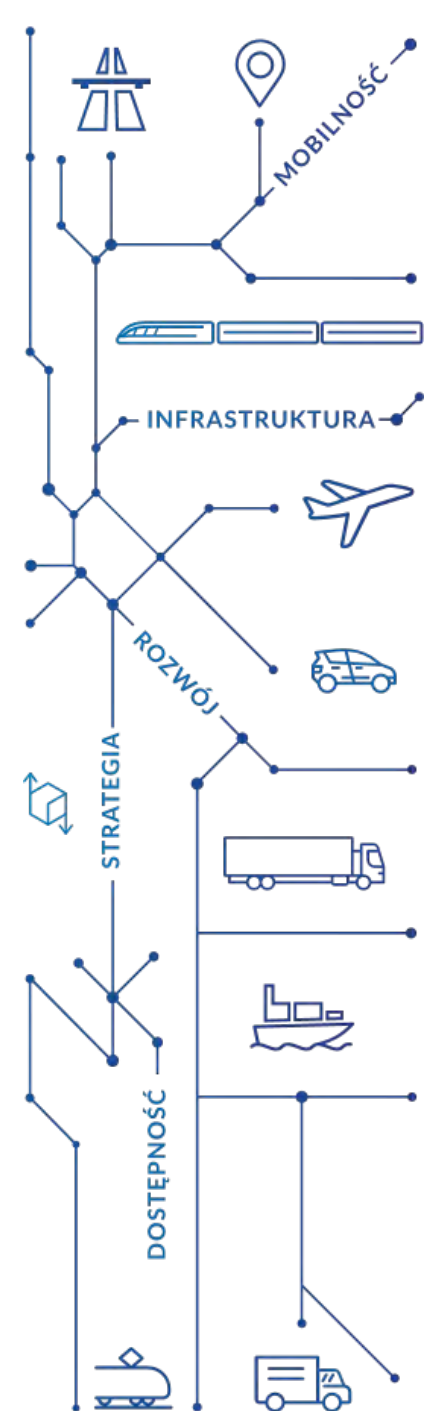
Model popytu - segmentacja

• 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.*



Model popytu - segmentacja



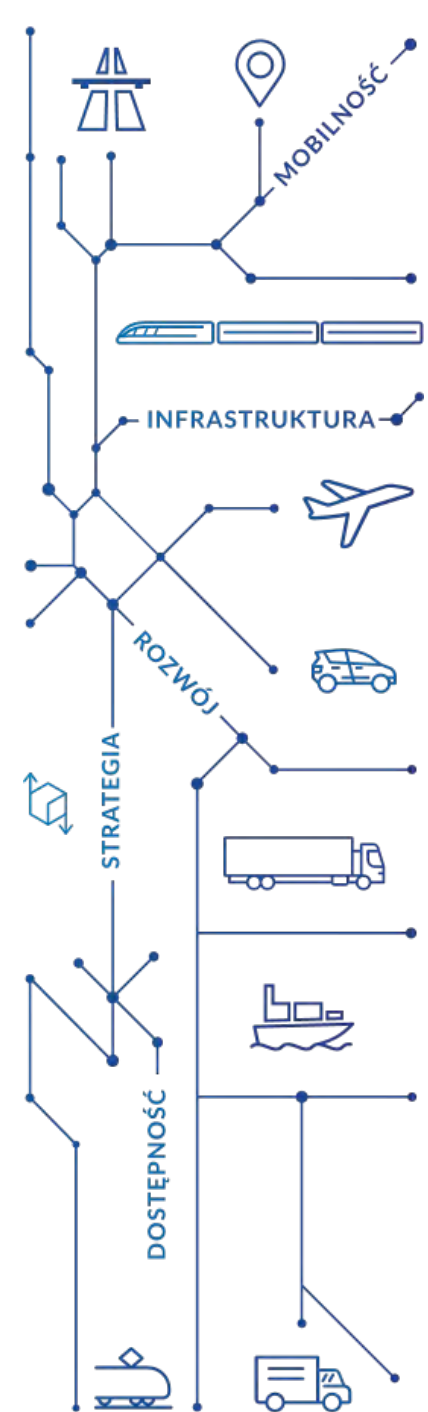
Środek transportu

- Samochód osobowy
- Transport publiczny
 - Kolej
 - Autobus
 - Systemy pomocnicze

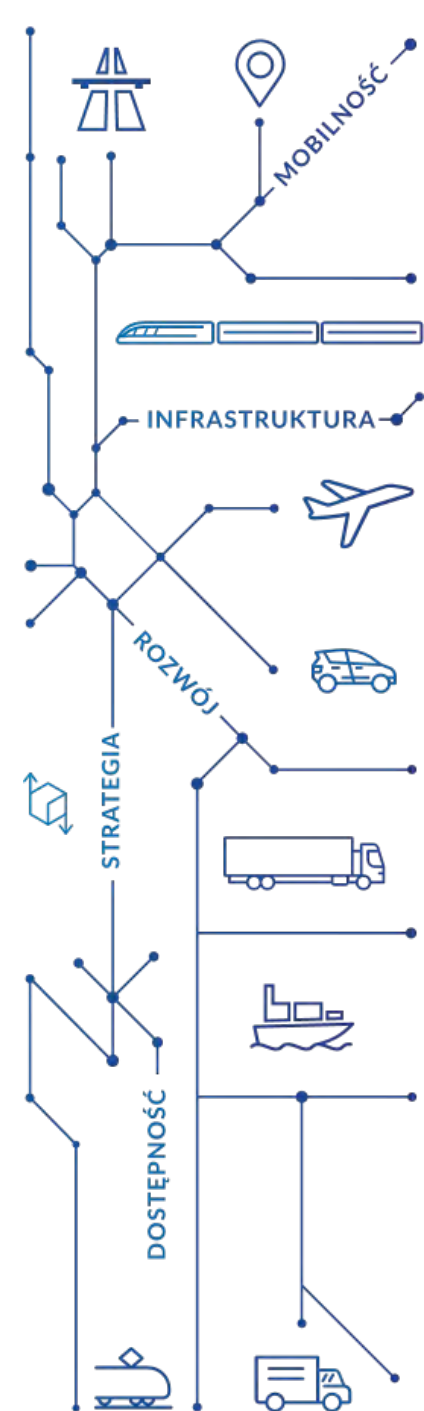
Funkcja kosztu uogólnionego

KOSZT UOGÓLNIONY = Koszt **czasu** [min] + Koszt **odległości** [km] + Koszt **opłat** [pln]

Dzięki zastosowaniu wskaźnika VOT (wartości czasu) [pln/godz.] - czas, odległość i koszt pieniężny można sprowadzić do wspólnego mianownika.



Funkcja kosztu uogólnionego przykład dla transportu drogowego



$$\begin{aligned}
 GC_{PrT} = & \\
 & Time_{min} + \\
 & \frac{VOC}{VOT * car_{occ}} * Distance_{km} + \\
 & \frac{1}{VOT * car_{occ}} * Distance_{km} * Toll_{\frac{PLN}{km}} + \\
 & \frac{1}{VOT * car_{occ}} * (Toll_{PLN})
 \end{aligned}$$

← KOSZT UOGÓLNIONY =

← Czas podróży +

← Odległość +

← Opłaty drogowe - za km +

← Opłaty drogowe – bramki

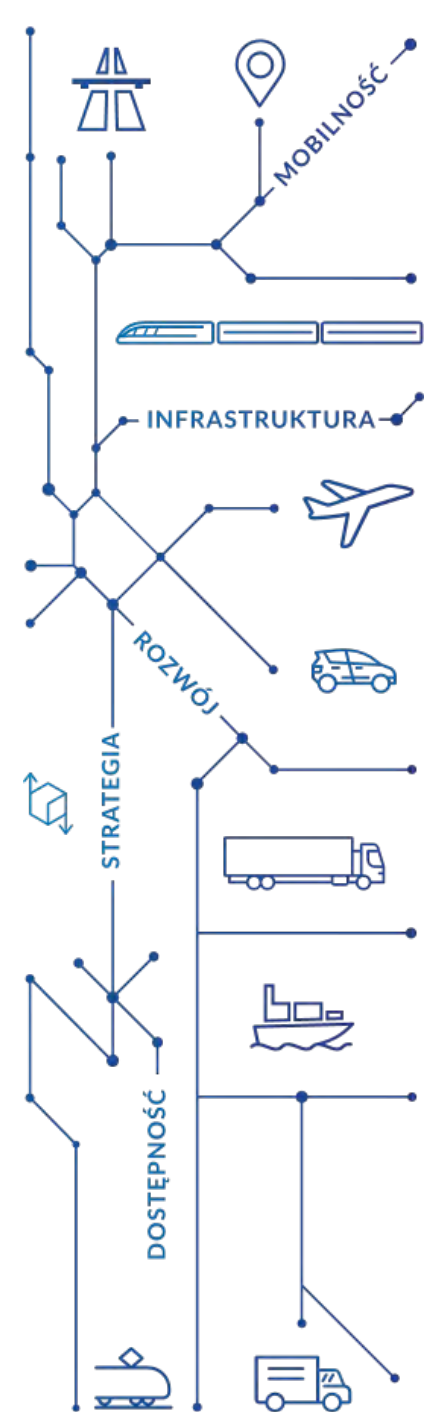
Wskaźnik **VOT** (wartości czasu) pozwala: czas, odległość i koszt pieniężny sprowadzić do wspólnego mianownika.

ZMR jako narzędzie



Model jako narzędzie

- Wynikiem modelu jest prognozowany ruch pasażerów na założonej sieci prognostycznej
- Model obrazuje punkt widzenia pasażera i reakcje na dany stan sieci transportowej
- Model uwzględnia również takie aspekty jak starzenie się społeczeństwa, bogacenie się społeczeństwa
- Narzędzie do testowania scenariuszy rozwoju sieci transportowej oraz zmian socjo-demograficznych
- Narzędzie do wspierania podejmowania decyzji o programach strategicznych oraz ich optymalizacji
- Model daje wyniki - po stronie analityka jest ich interpretacja i decyzje
- Z punktu widzenia różnych podmiotów model może służyć do analiz typu: „Co by było gdyby...”, „Co się stanie jeśli...”.



Zintegrowany Model Ruchu - prognozy

Prognozy ruchu zostały opracowane w oparciu o ZMR na rok bazowy 2015/2019

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

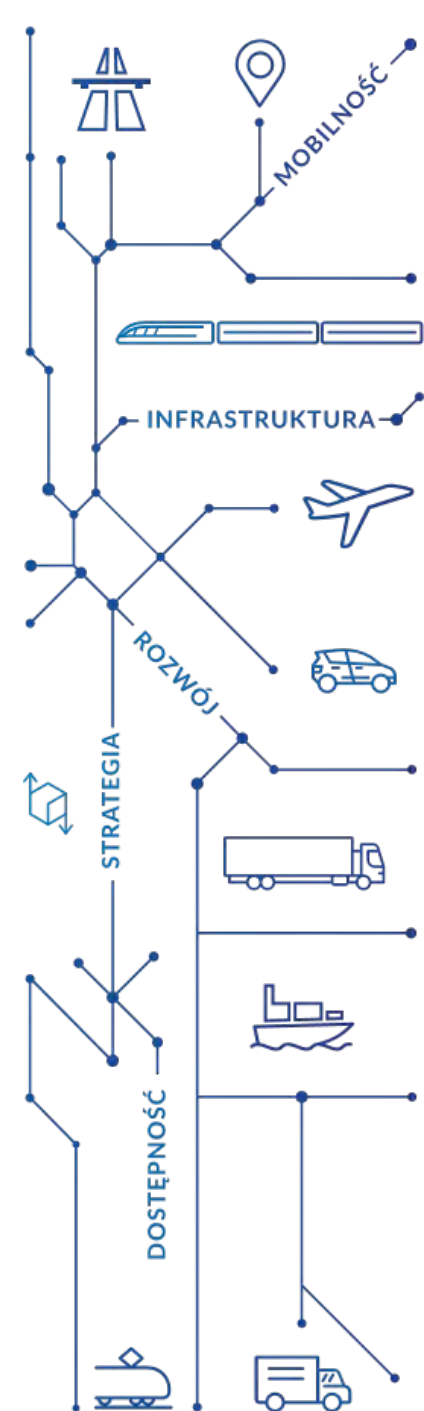
wariant domykający stan
infrastruktury transportowej

2030

wariant prognostyczny zgodny
z projektami dokumentów
strategicznych

2040, 2050

Prognoza sieciowa dla odległych horyzontów
czasowych – w opracowaniu



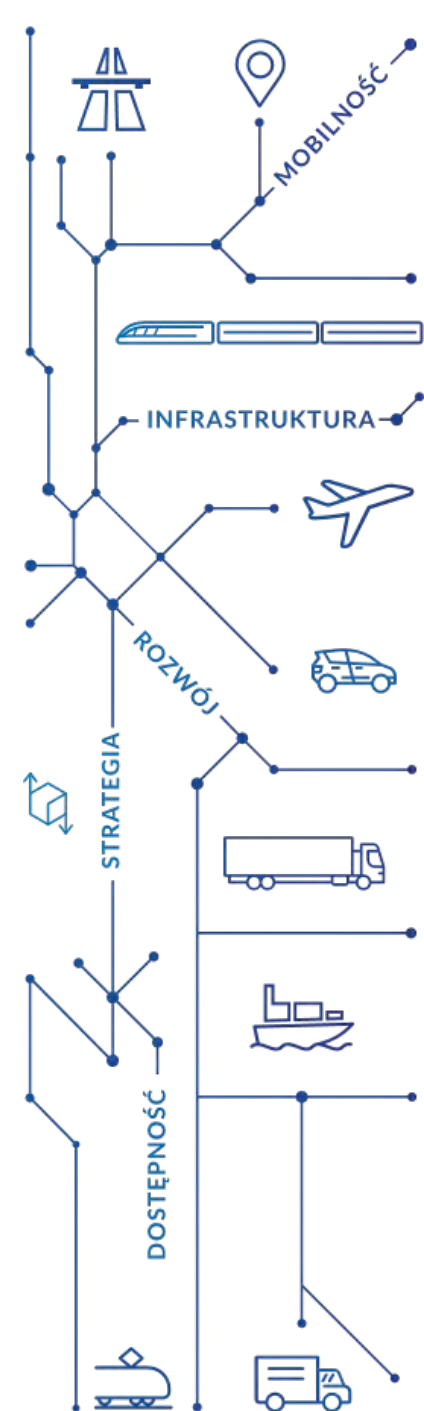
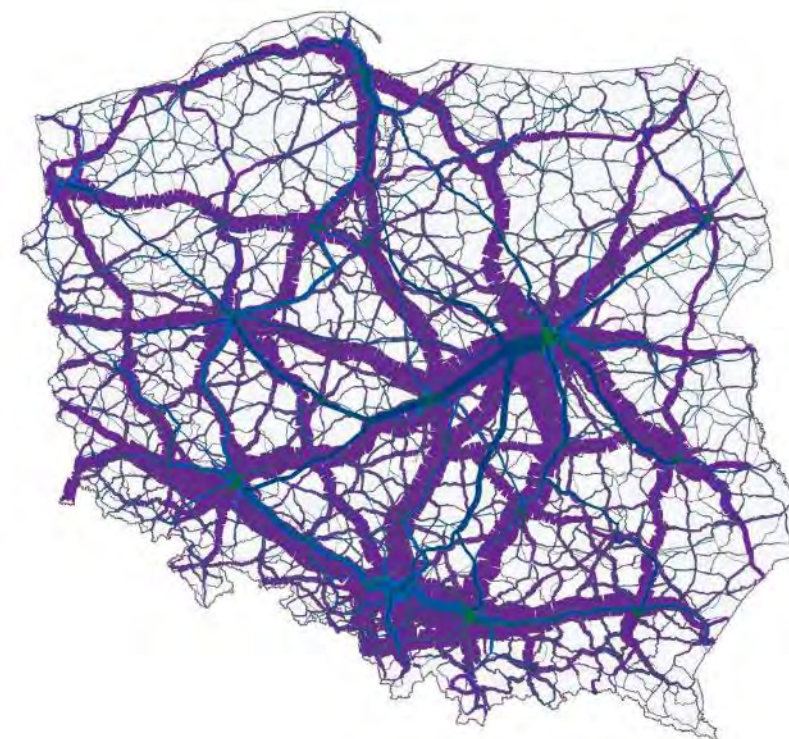
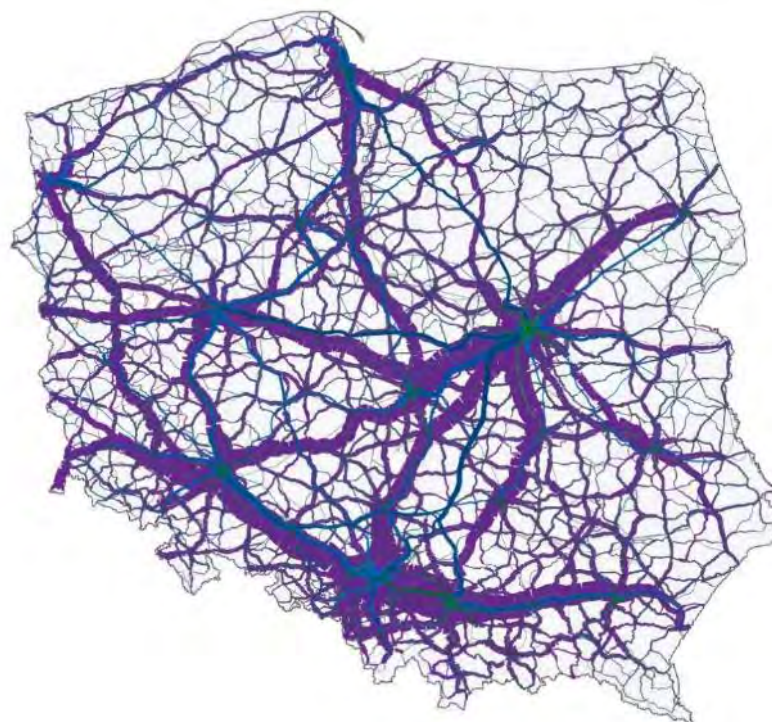
Wybrane analizy w ZMR



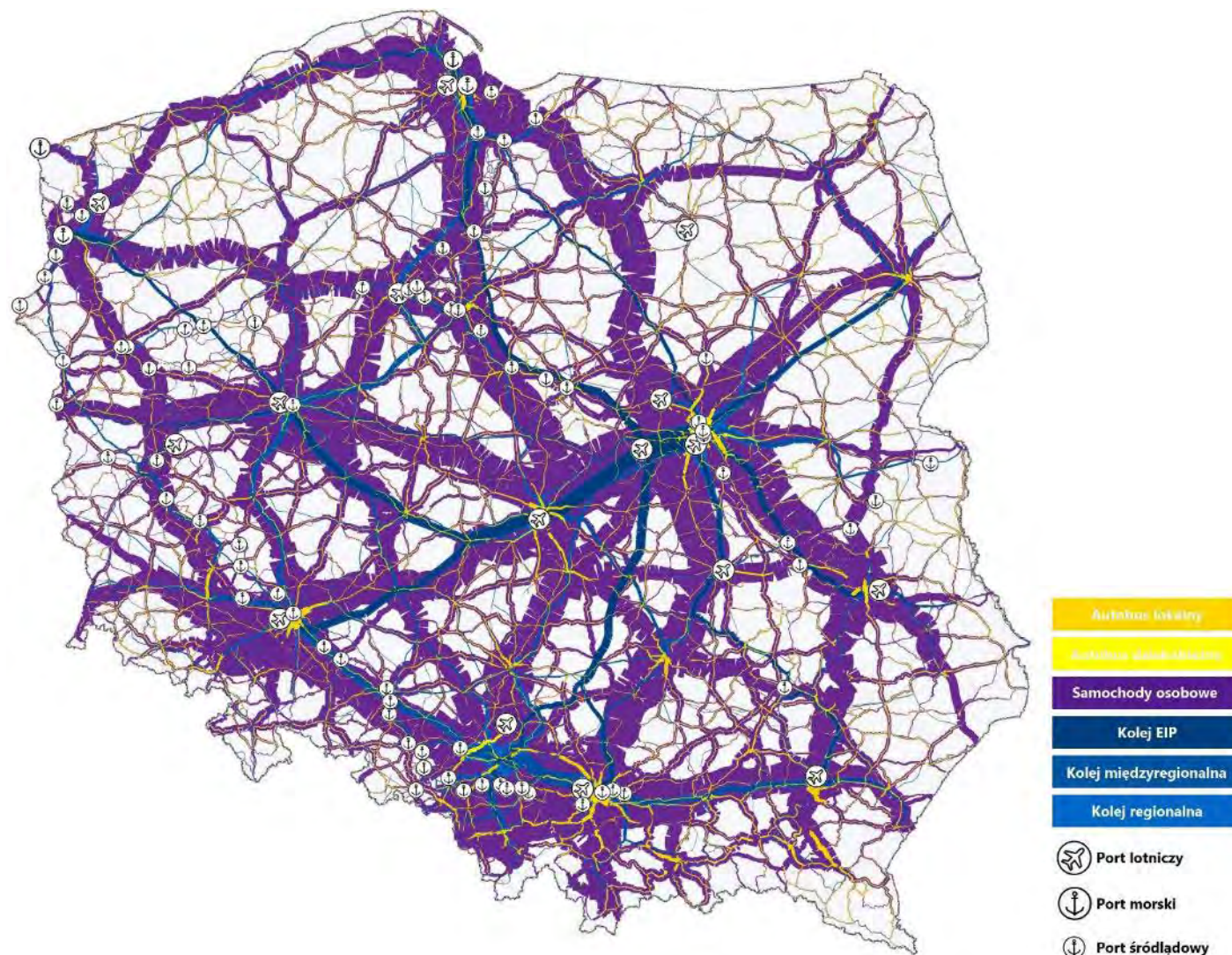
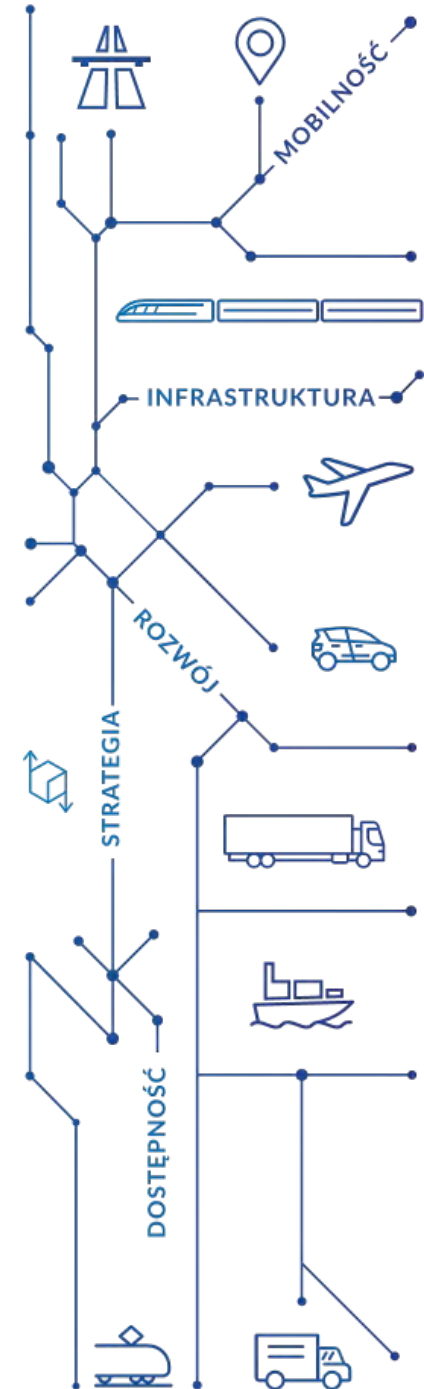
Multimodalne mapy podróży

2019

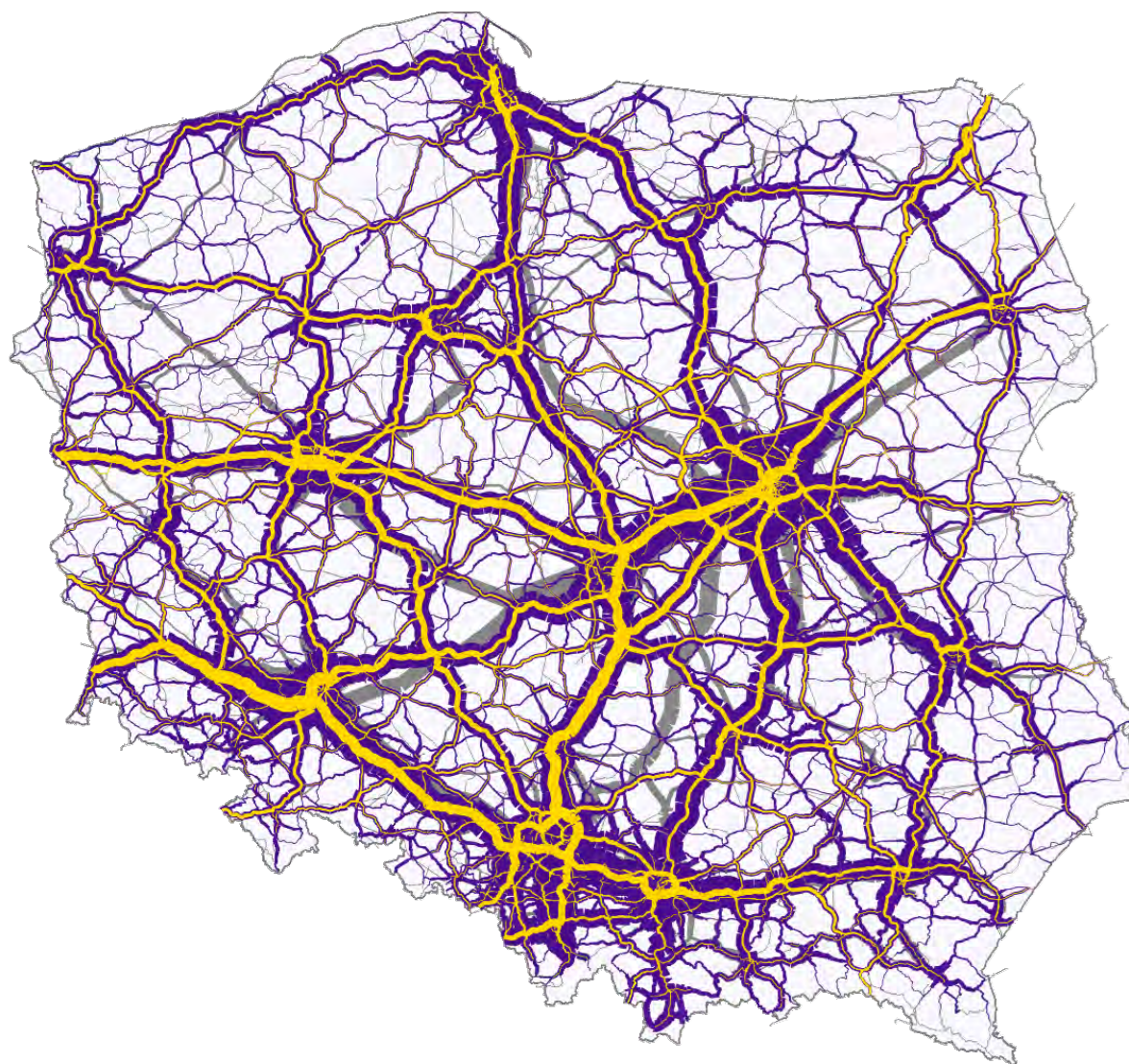
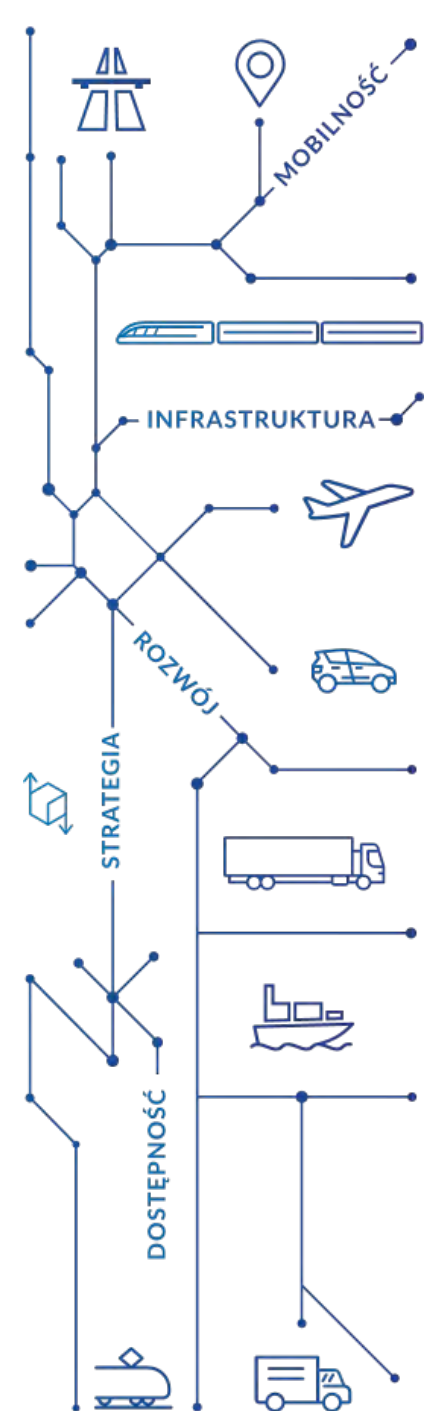
2030



Multimodalne mapy podróży



Przewozy transportem indywidualnym na rok 2030 – przykładowe wyniki

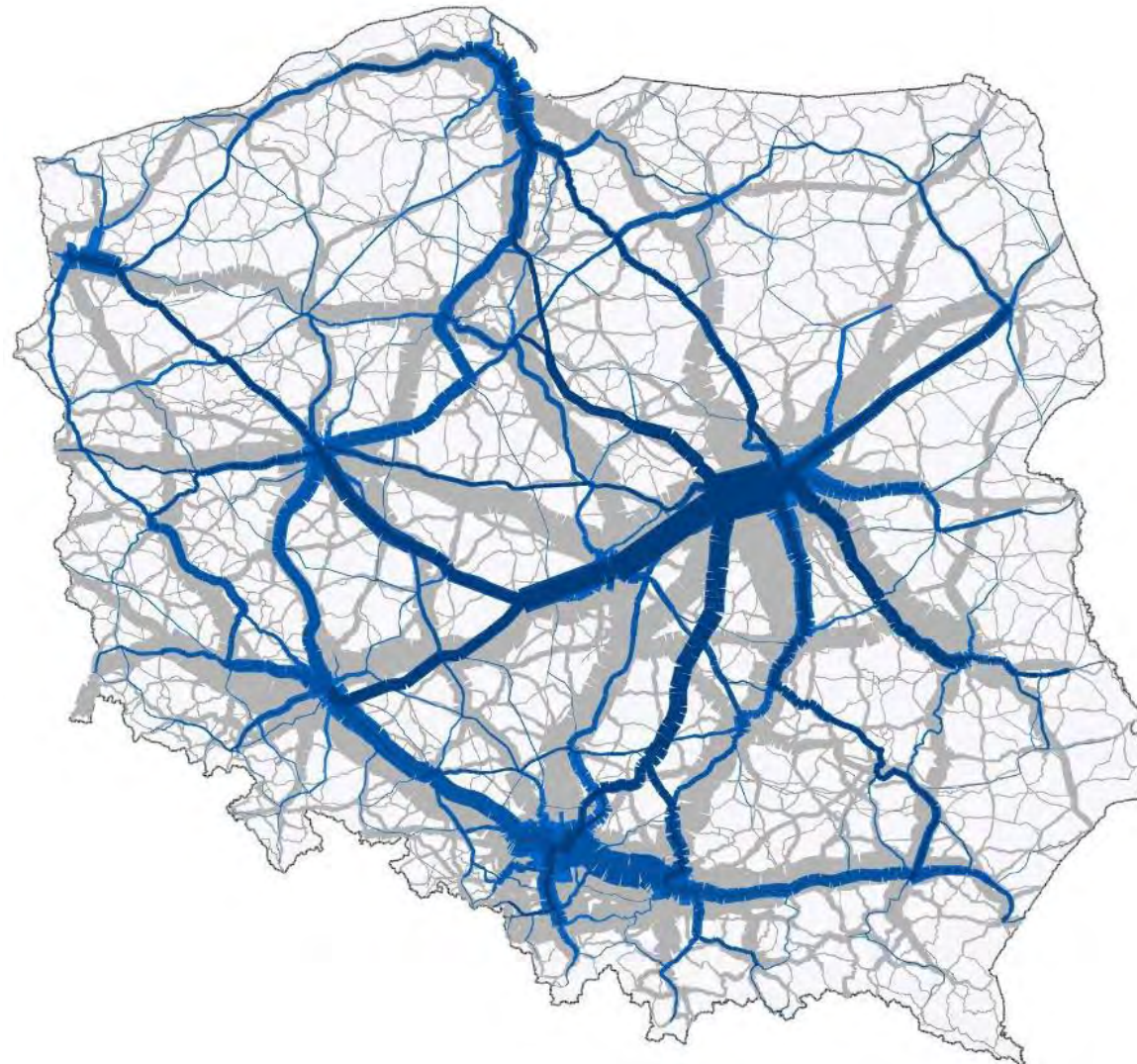
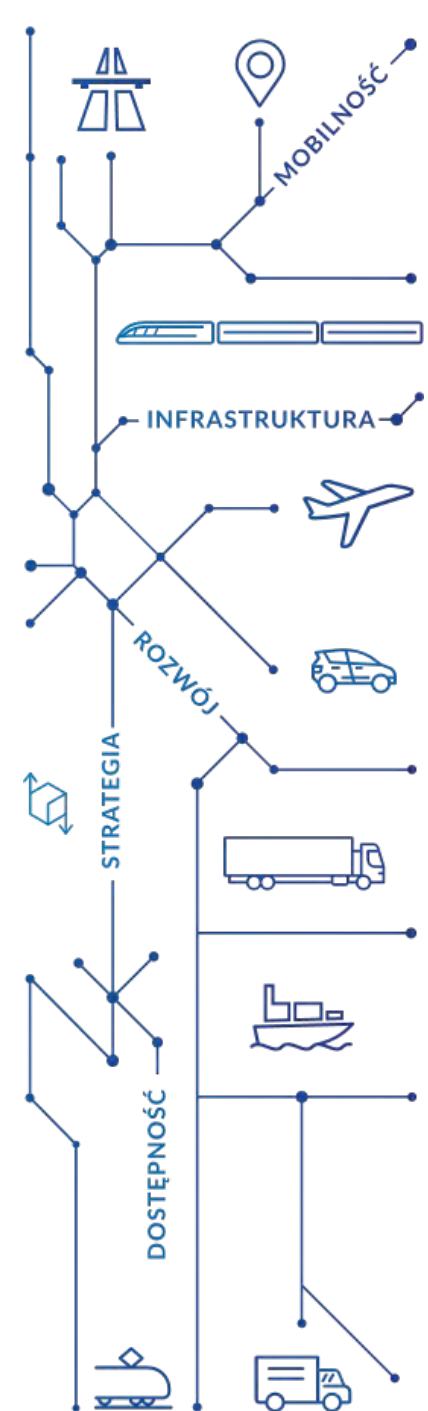


Samochody osobowe

Samochody ciężarowe

Komunikacja zbiorowa

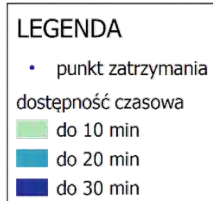
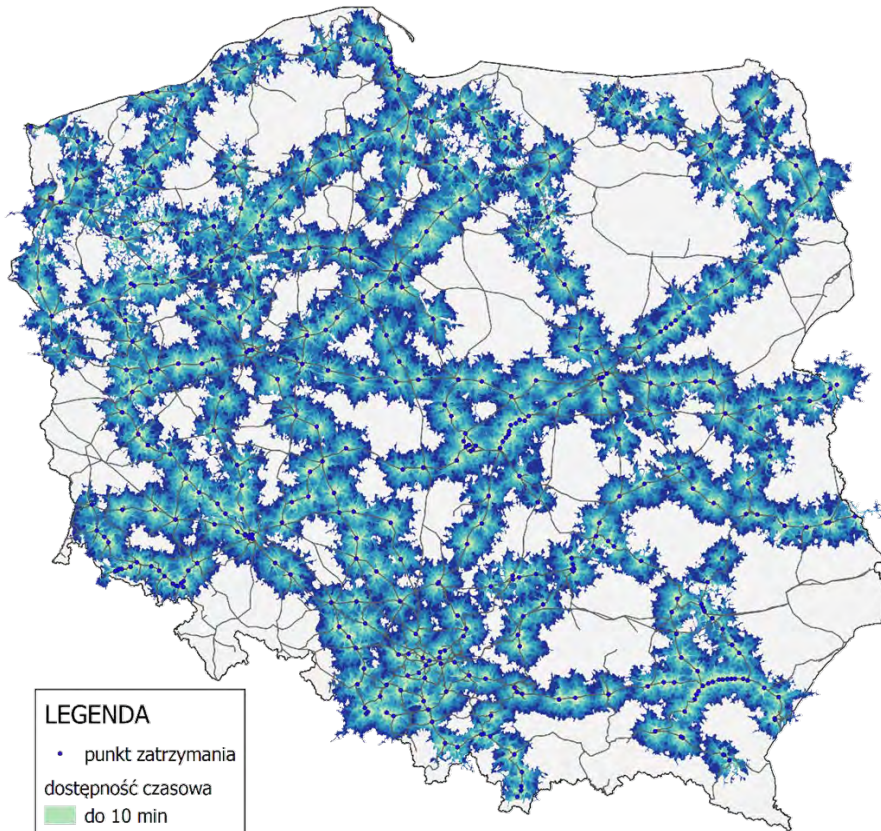
Przewozy pasażerskie na rok 2030 – przykładowe wyniki



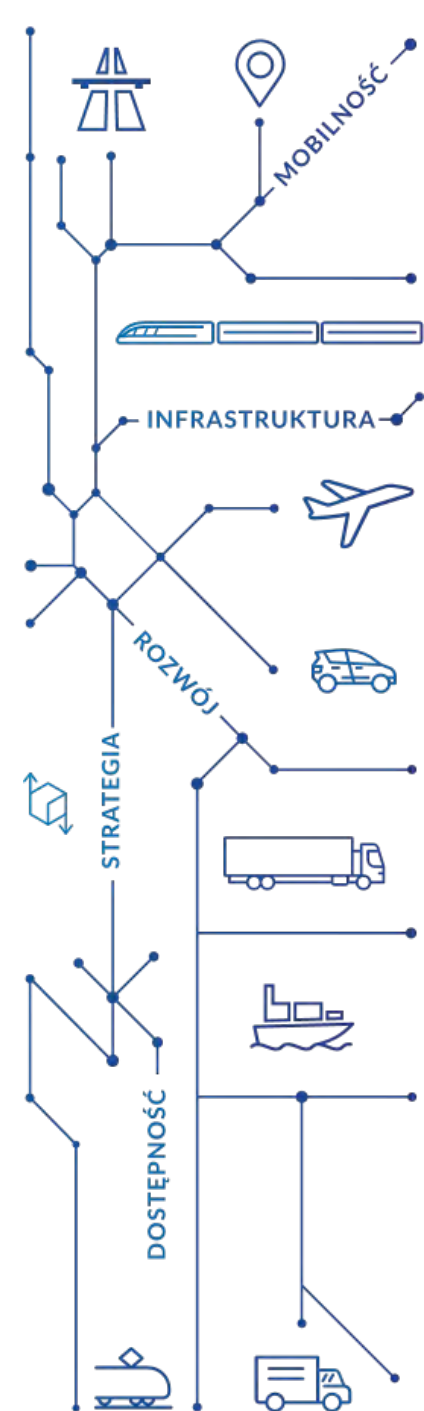
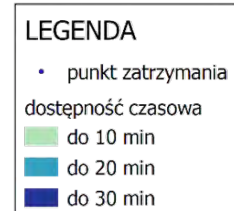
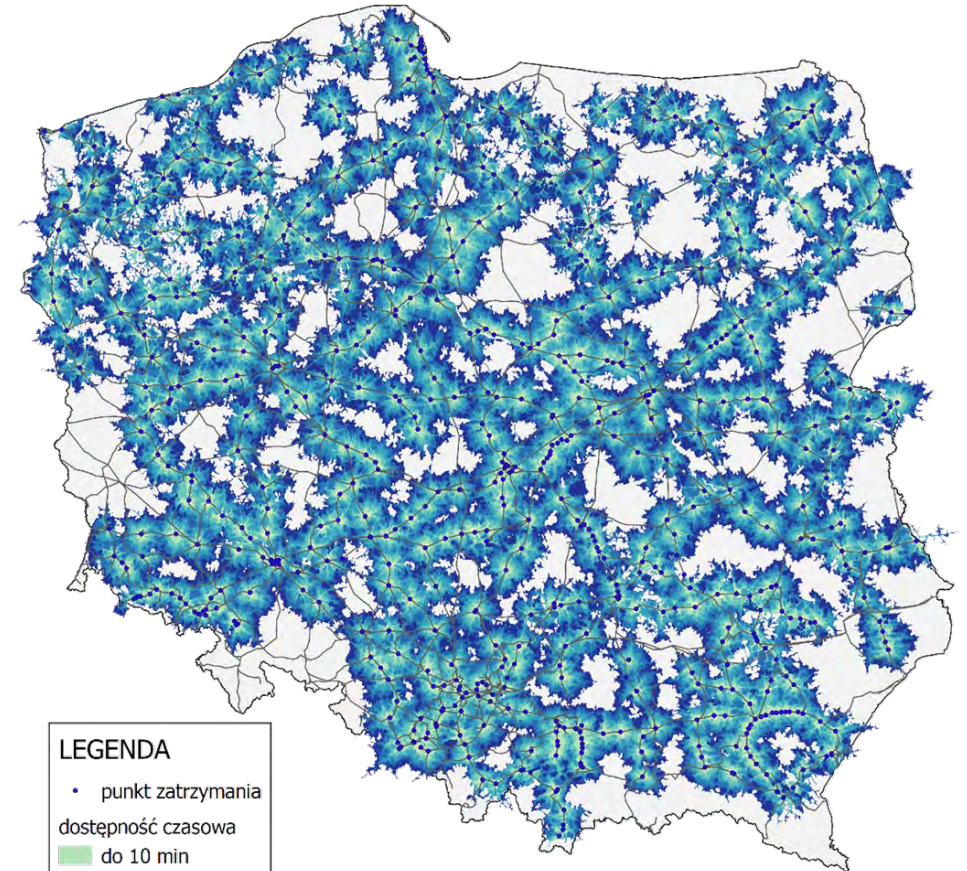
- Kolej EIP
- Kolej Międzyregionalna
- Kolej Regionalna

Dostępność czasowa samochodem osobowym do stacji i przystanków kolejowych dalekobieżnych

2019



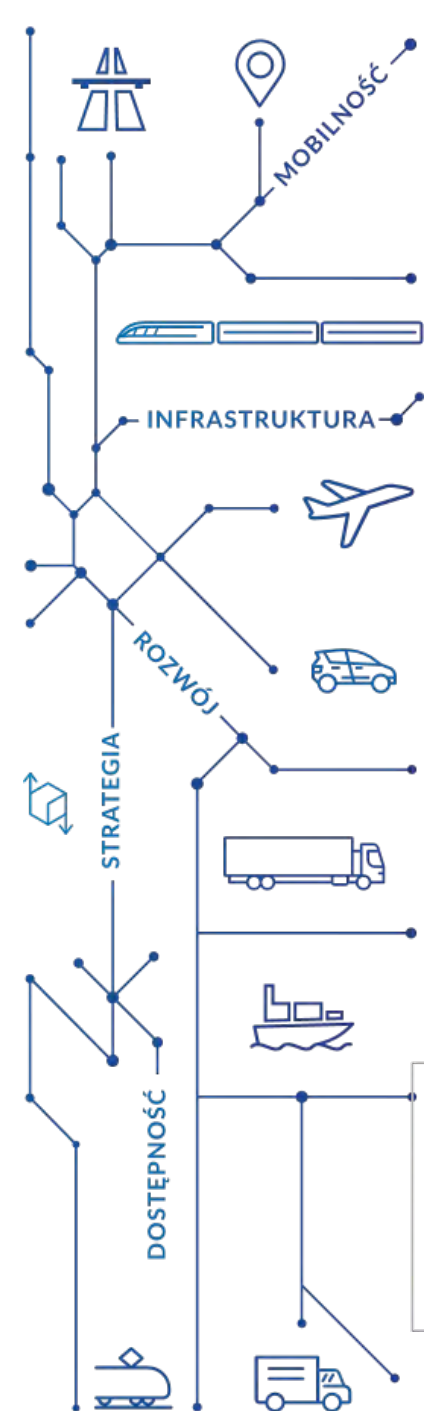
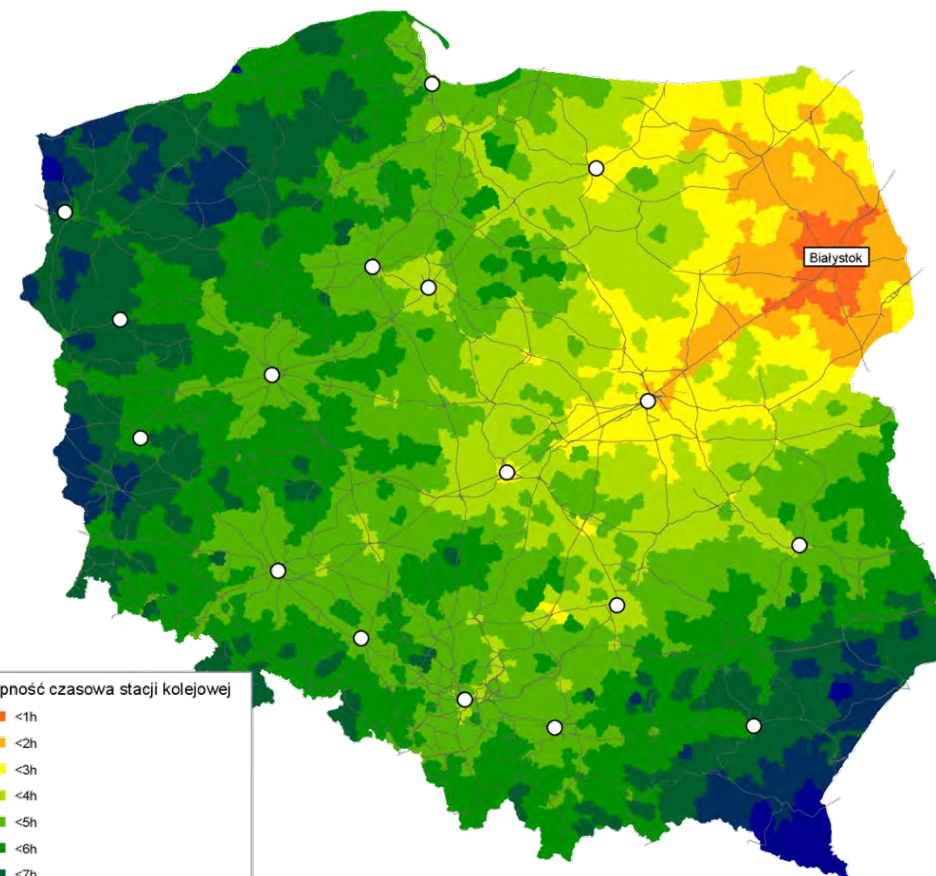
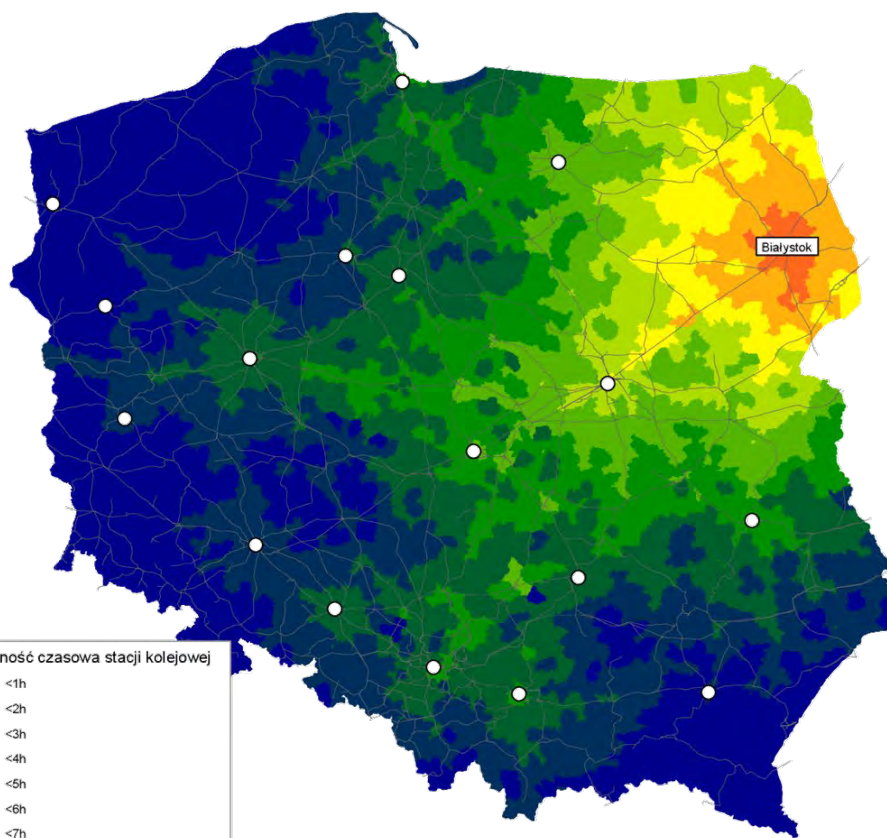
2040



Czas dojazdu transportem zbiorowym do stacji kolejowej Białystok

2019

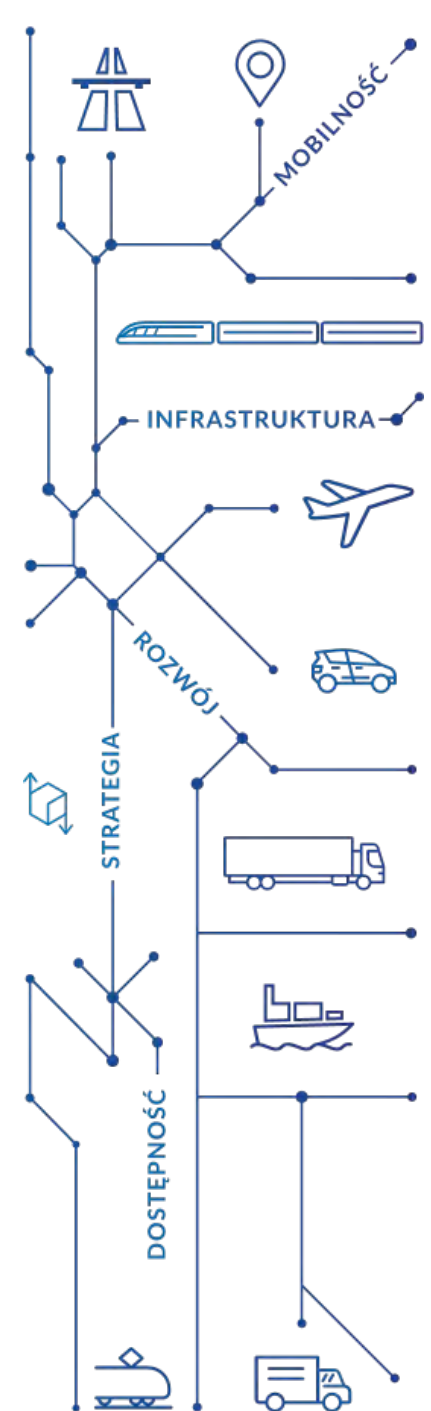
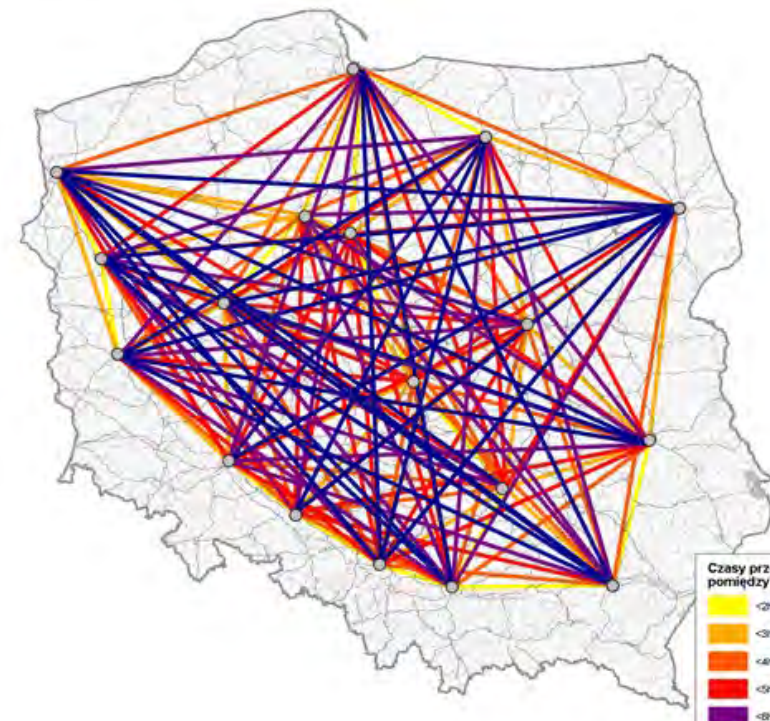
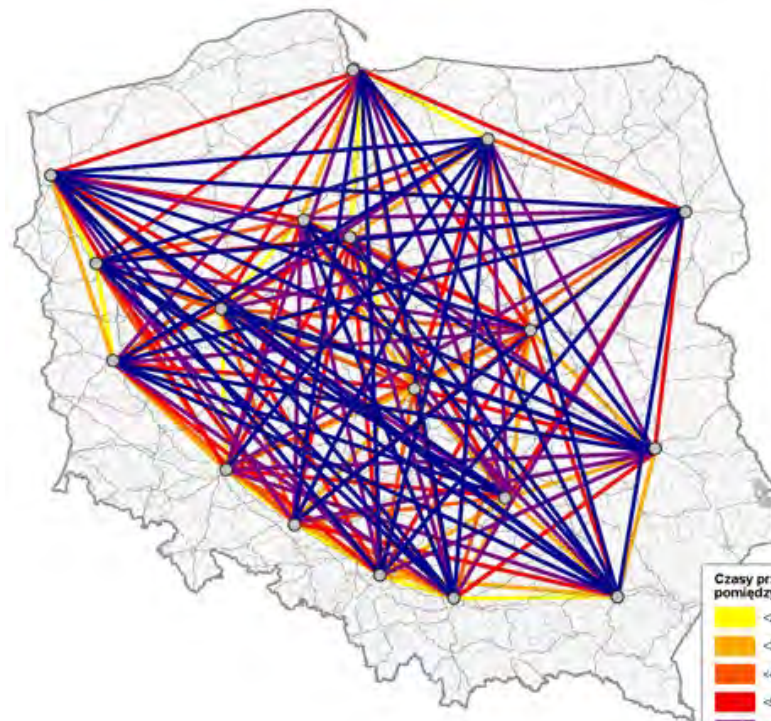
2040



Średnie czasy przejazdu transportem indywidualnym między miastami wojewódzkimi

2019

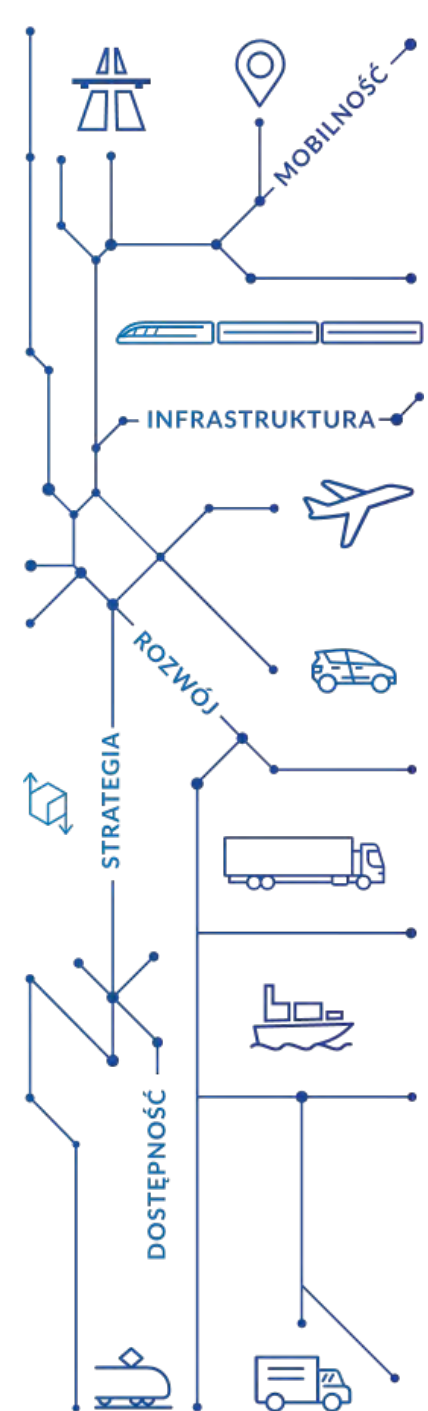
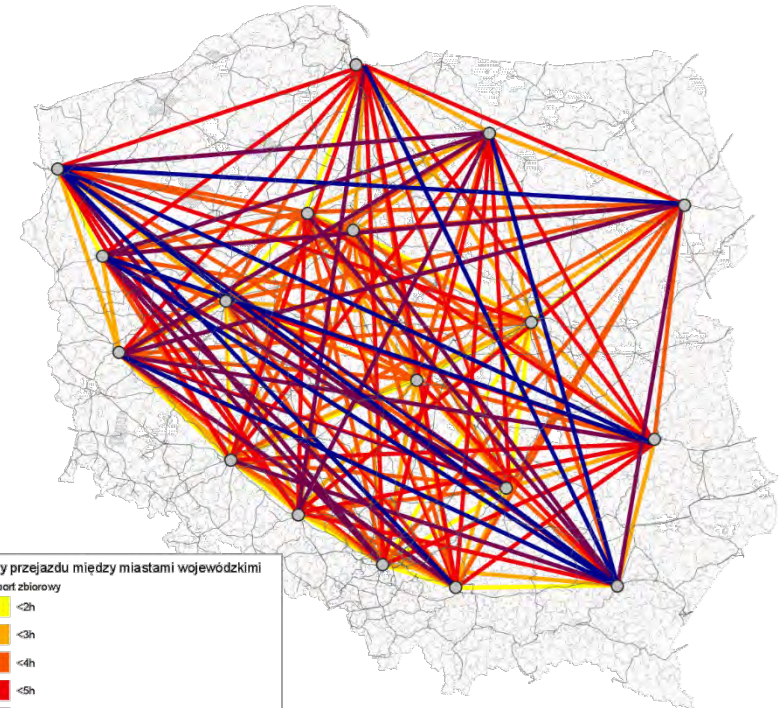
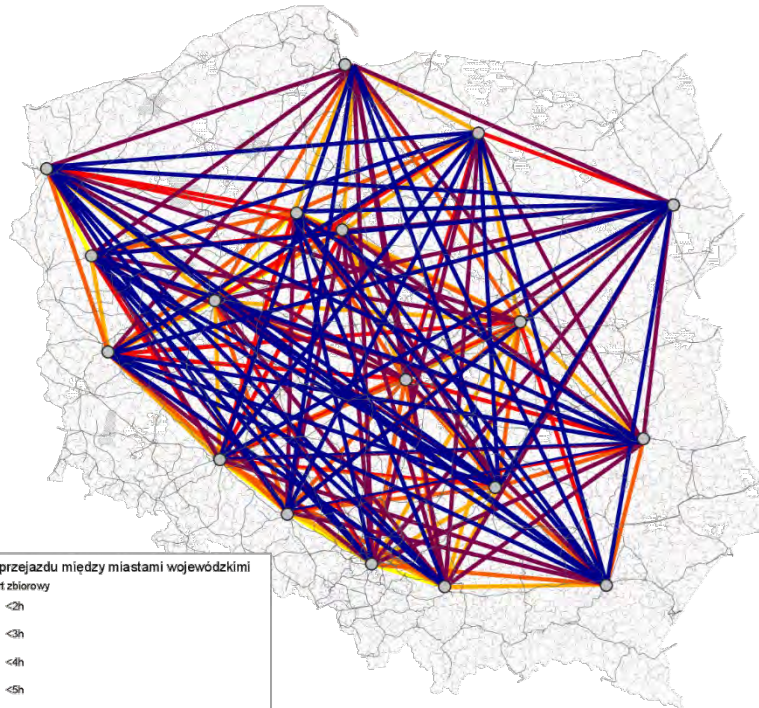
2030



Średnie czasy przejazdu transportem zbiorowym między miastami wojewódzkimi

2019

2030



Reakcja modelu na zmiany sieciowe budowa trasy S10

2019

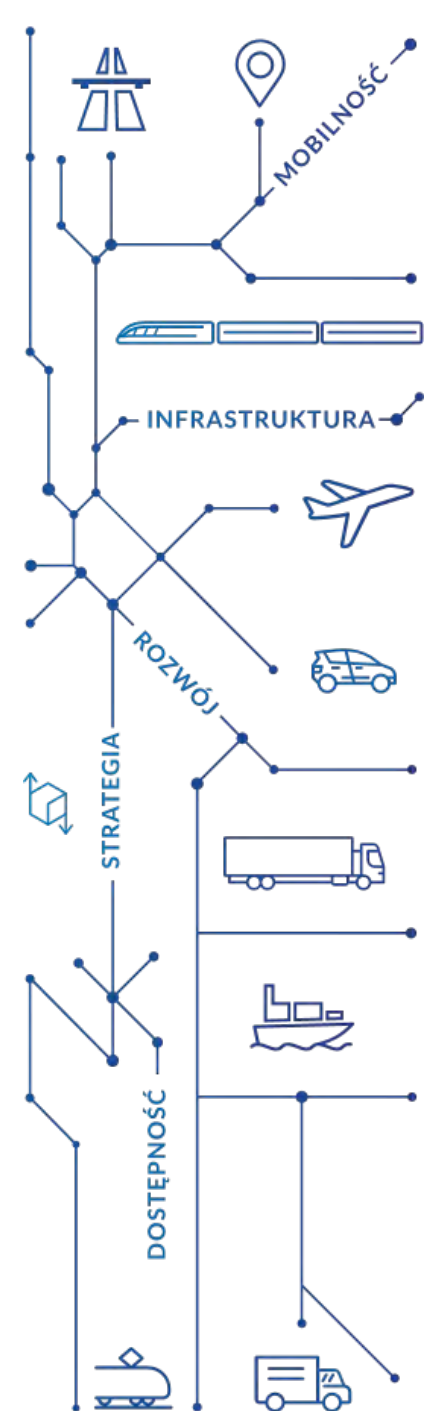


Ruch ze Szczecina w kierunku Warszawy w znacznym stopniu wybiera trasę S3 – A2, na DK10 ruch z najbliższej okolicy

2030



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



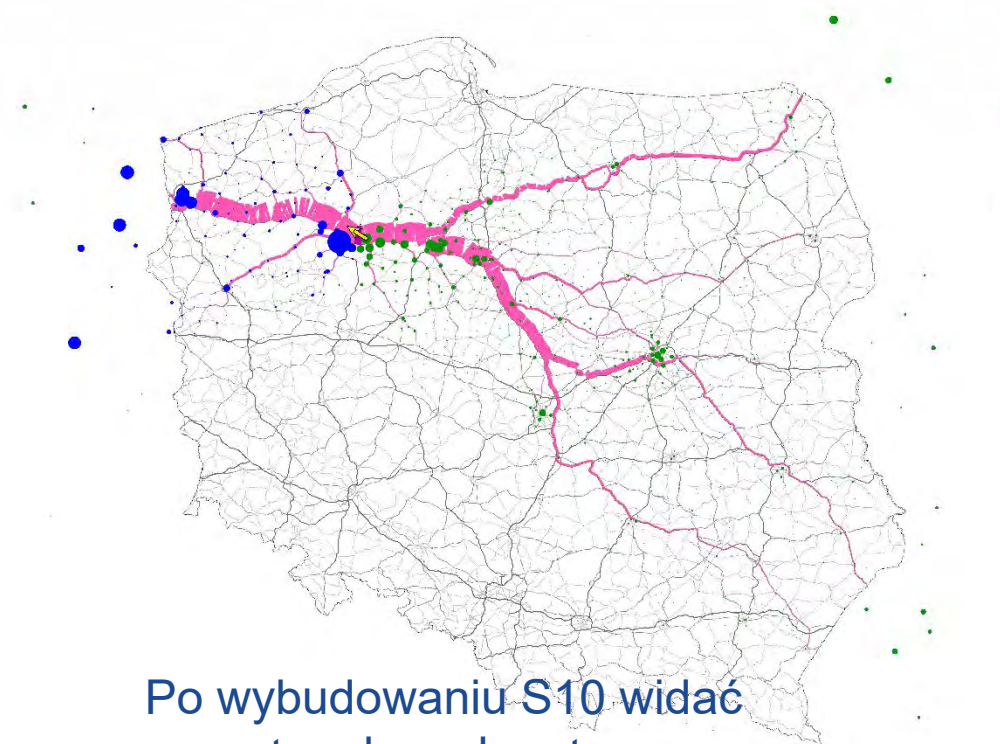
Reakcja modelu na zmiany sieciowe budowa trasy S10

2019

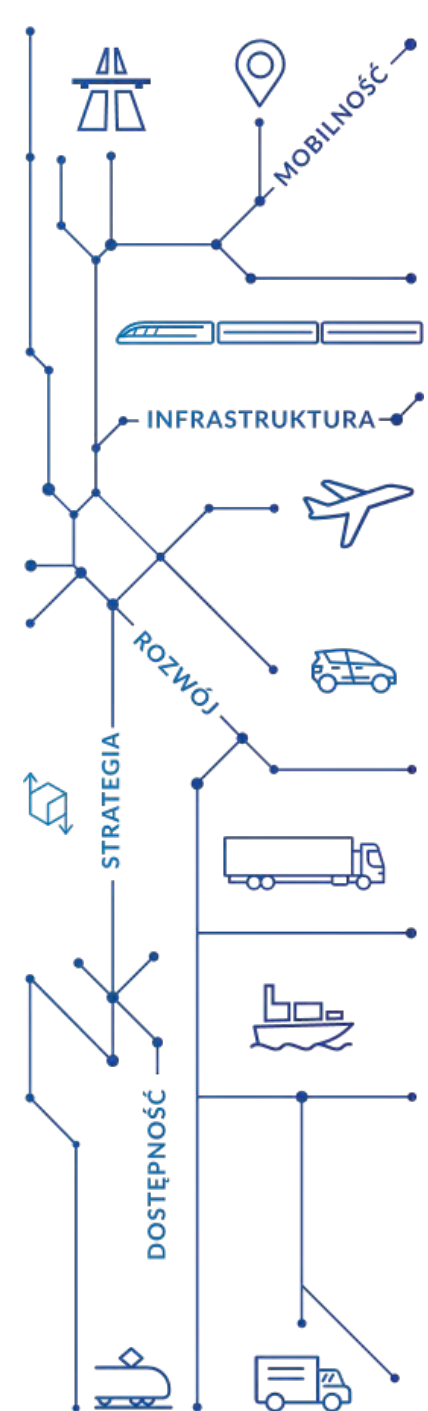


Ruch na DK10 w większości ma
początek i koniec lokalnie

2030



Po wybudowaniu S10 widać
wzrost ruchu w korytarzu w
kierunku Warszawy oraz na
wschód



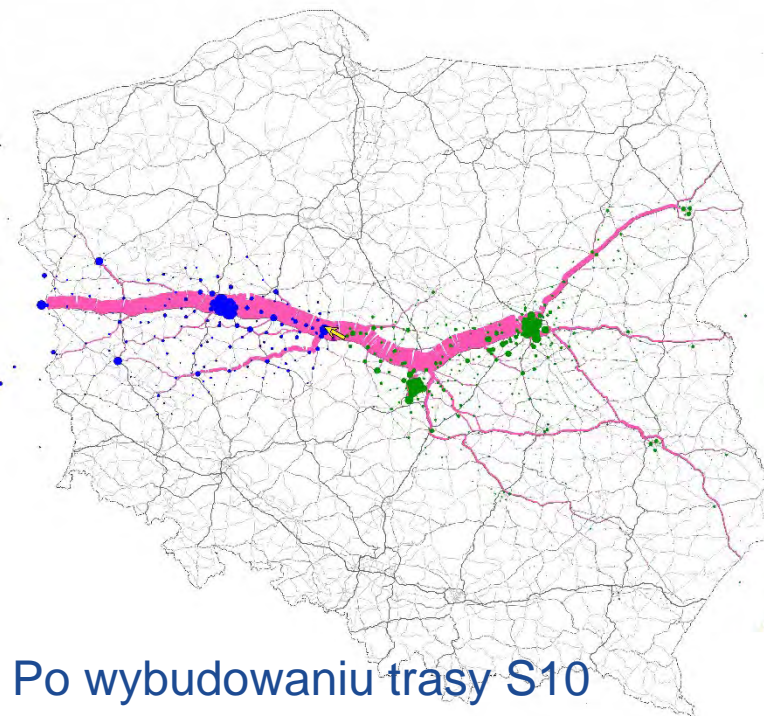
Reakcja modelu na zmiany sieciowe budowa trasy S10

2019



Znaczna część ruchu na A2
rozpoczyna lub kończy się w
okolicy Szczecina

2030



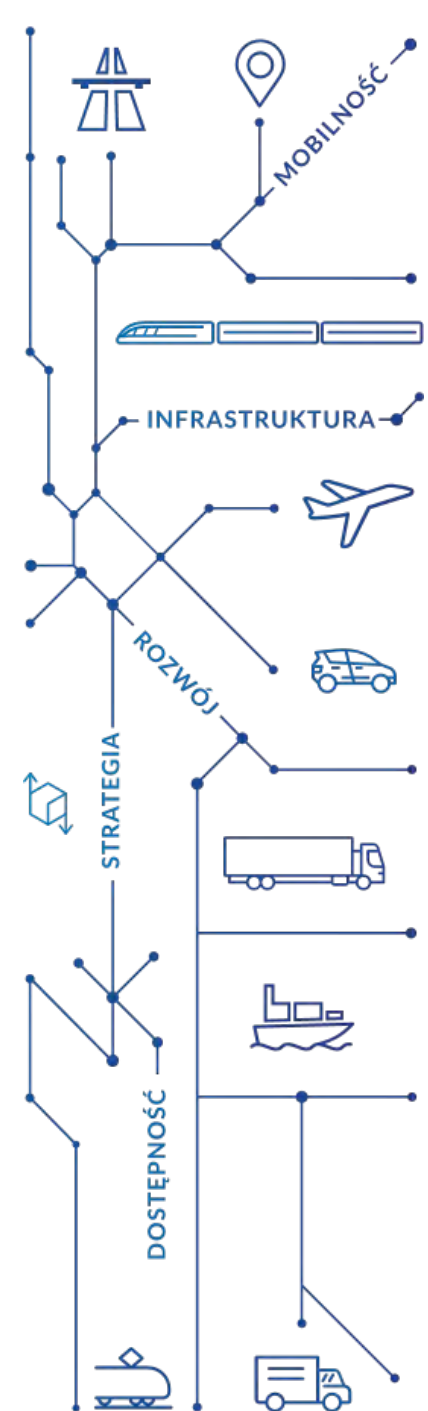
Po wybudowaniu trasy S10
(która jest tańsza, krótsza i
szybsza) na A2 ruch z/do
Szczecina zniknął



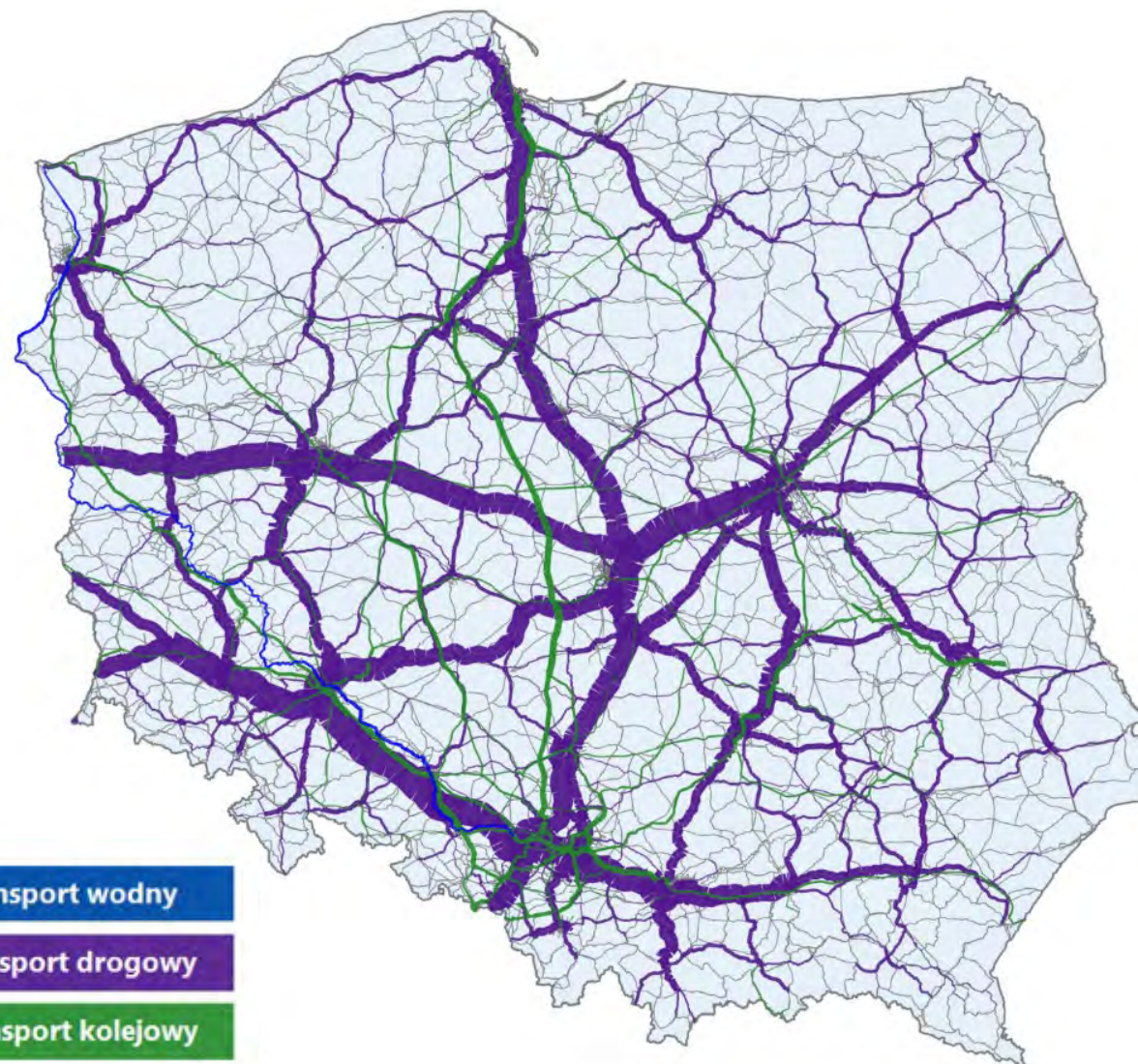
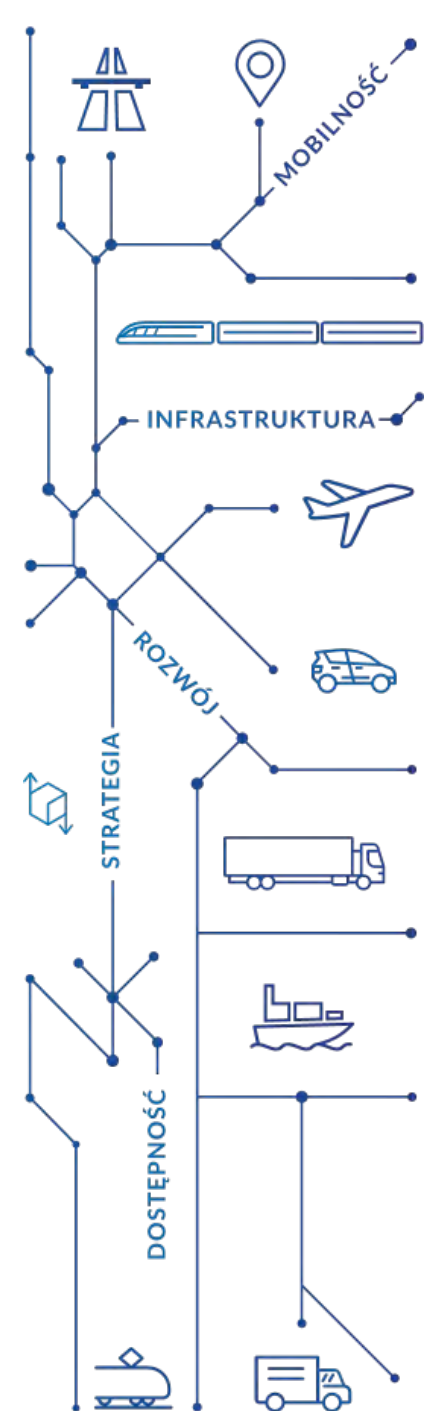
Zintegrowany Model Ruchu – model towarowy

ZMR został zintegrowany sieciowo z modelem towarowym stworzonym dla byłego Ministerstwa Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej w ramach opracowania pt.: *Analiza sektora transportu wodnego śródlądowego w zakresie wynikającym z modernizacji Odrzańskiej Drogi Wodnej oraz Drogi Wodnej rzeki Wisły*

Model towarowy uwzględnia przemieszczenia towarów na drogach, na kolei oraz żeglugą śródlądową.

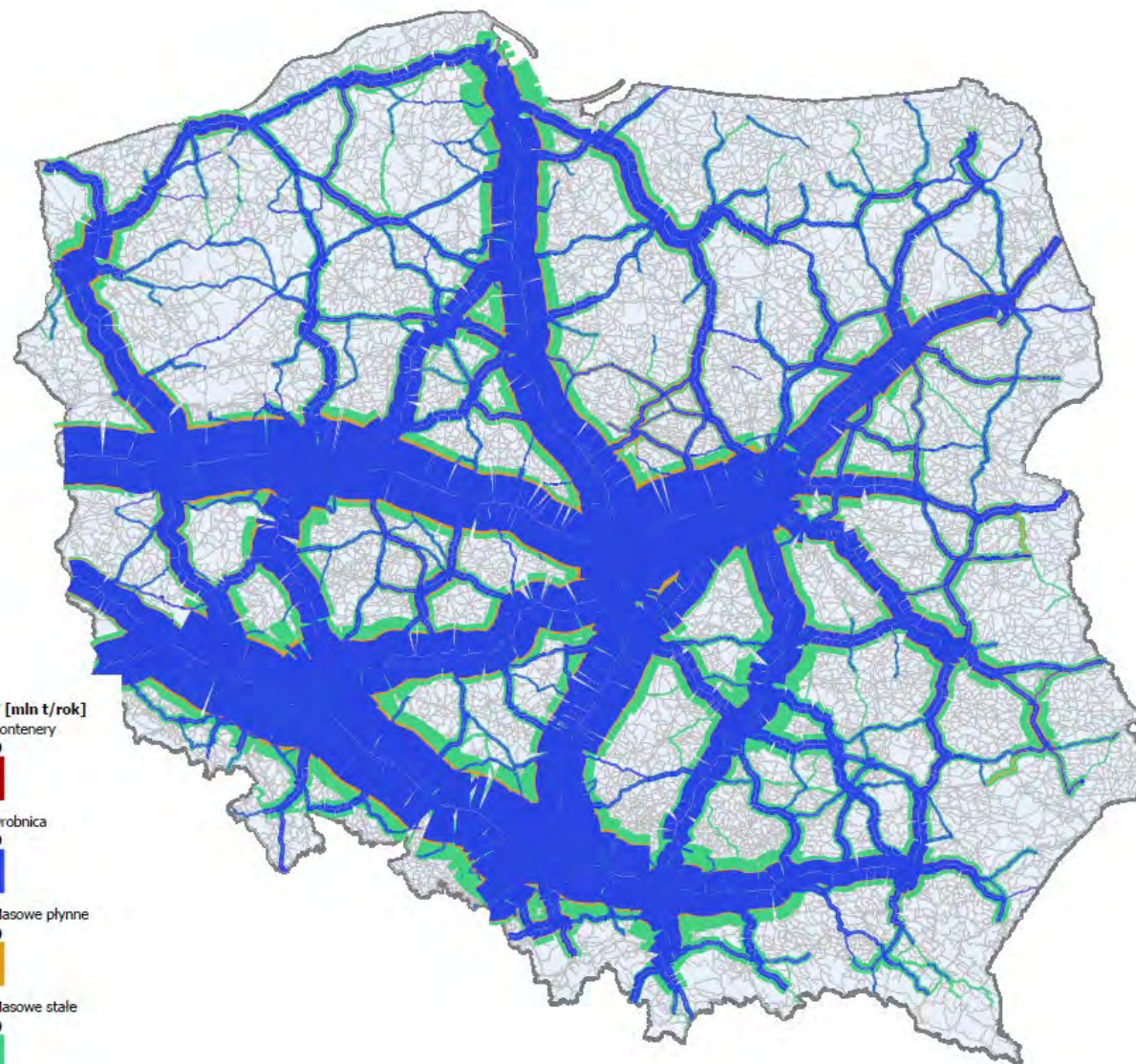
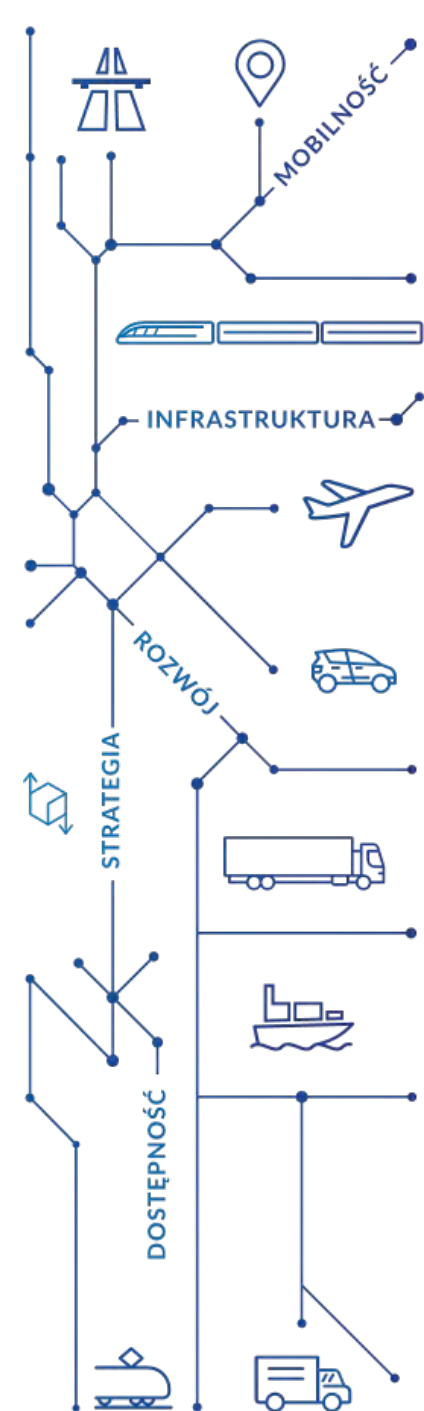


Przewozy towarowe – przykładowe wyniki

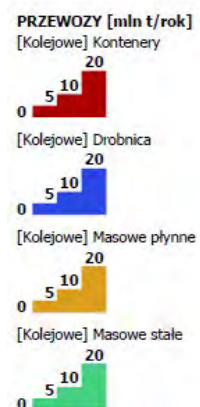
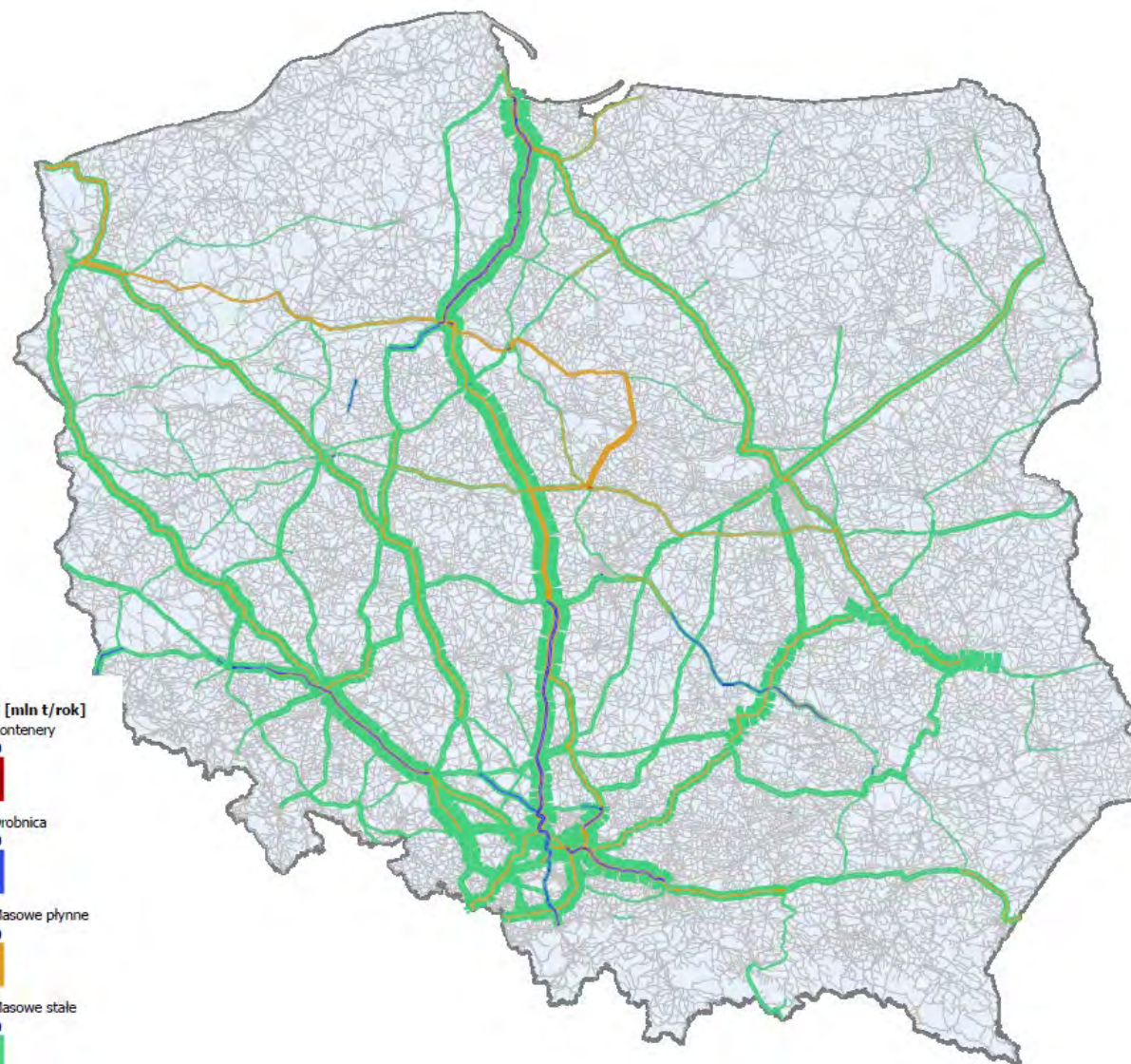
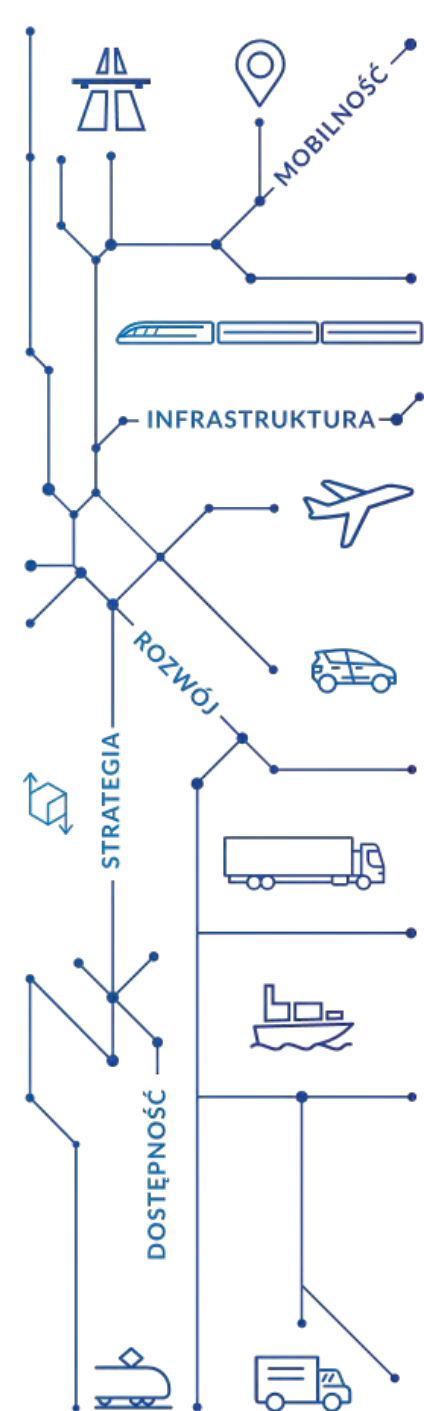


- Transport wodny
- Transport drogowy
- Transport kolejowy

Przewozy towarowe drogowe – przykładowe wyniki



Przewozy towarowe kolejowe – przykładowe wyniki



Wykorzystanie ZMR



Przykładowe Wykorzystanie ZMR – komponent kolejowy

Co by było gdybyśmy..

Działania i efekt w modelu

..zmodernizowali istniejącą infrastrukturę?

- Zwiększenie max prędkości na linii/odcinku
- Zwiększamy częstotliwość kursowania tras
- Automatyczna aktualizacja czasów przejazdu międzyprzystankowych
- Zwiększenie liczby pasażerów na kolei jako efekt obliczeń

..zrewitalizowali dworzec?

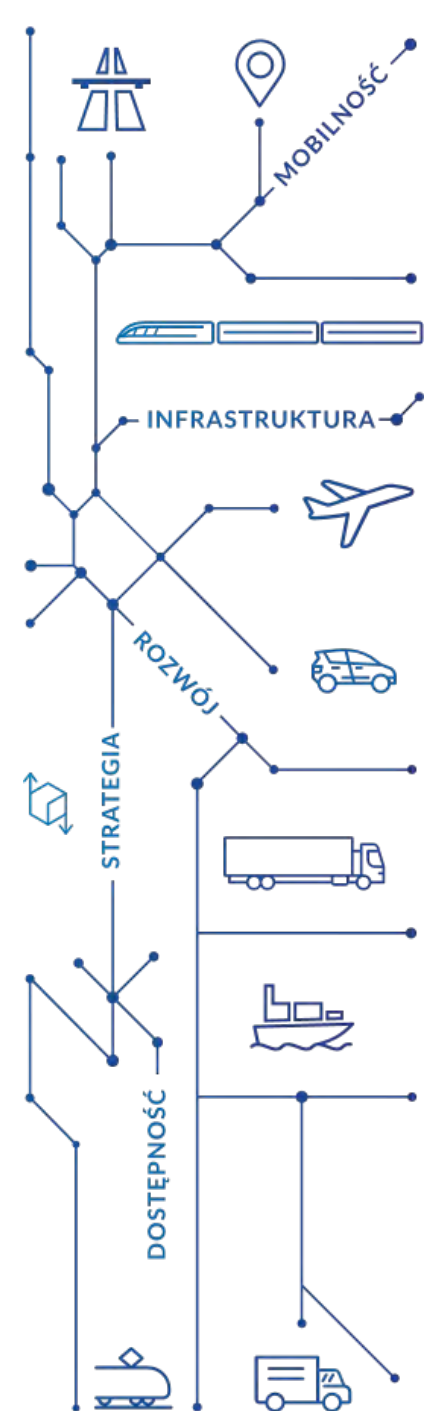
- Wybrane pociągi zatrzymują się na dworcu
- Zwiększona dostępność do kolei dla pasażerów
- Zwiększenie liczby pasażerów na kolei jako efekt obliczeń

..zbudowali nową linię?

- Kodujemy nową linię wraz z przystankami i parametrami
- Tworzymy założenia o nowych trasach (przebiegi, obsługiwane przystanki, częstotliwość kursowania)
- Tworzymy założenia dla istniejących tras (wydłużenie, przetrasowanie)
- Zwiększenie liczby pasażerów na kolei jako efekt obliczeń

..chcieli zoptymalizować wszystko powyższe?

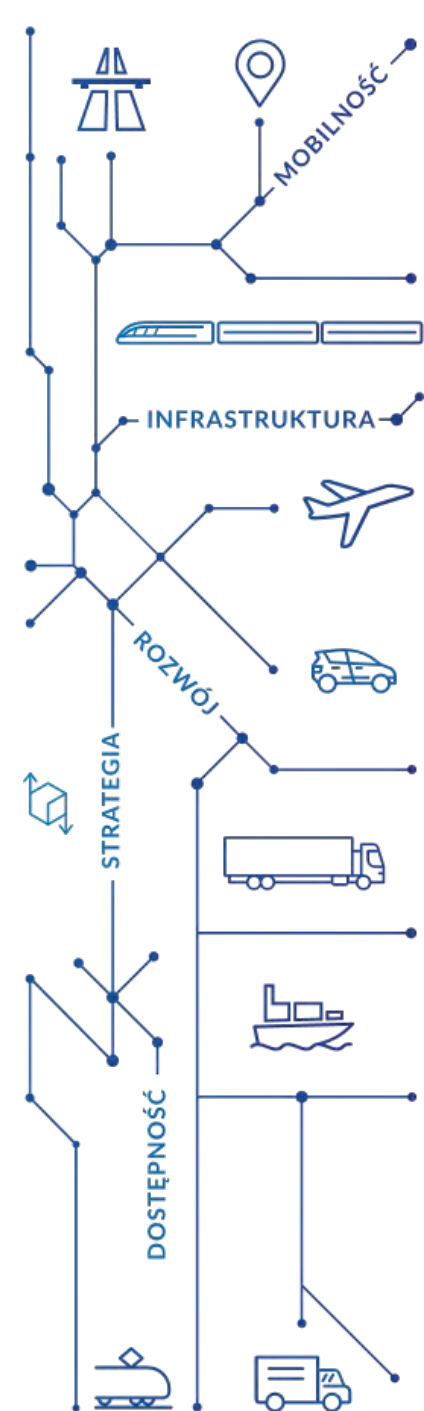
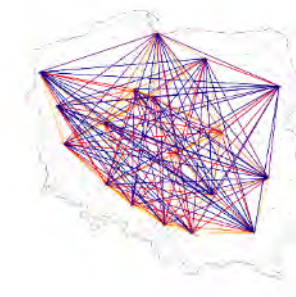
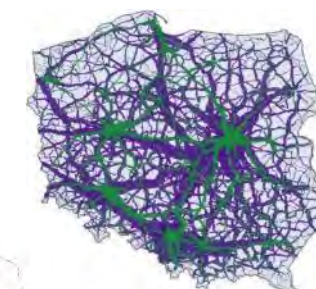
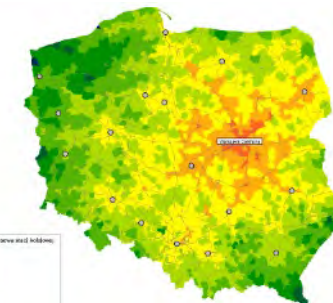
- Tworzymy scenariusze np:
 - uruchomienia nowych połączeń
 - Zwiększenia/zmniejszenia częstotliwości kursowania
 - Włączenia do obsługi dworców/stacji
- Przeliczamy X modeli
- Analizujemy wyniki i szukamy najlepszego rozwiązania



Wykorzystanie ZMR

Przykładowe elementy możliwe do uzyskania z modelu:

- Natężenie ruchu pojazdów SDRR (SO, SD, SC, SCp)
- Dobowe potoki pasażerów (kolej/autobus)
- Sieć drogową, sieć kolejową
- Dostępność publicznego transportu zbiorowego (kolej i autobus)
- Wielkość pracy przewozowej
- Średnie czasy przejazdu na relacjach i na poszczególnych odcinkach
- Podział zadań przewozowych na poszczególnych relacjach i/lub w korytarzach
- Ilość potencjalnych pasażerów do przeniesienia z dróg na kolej

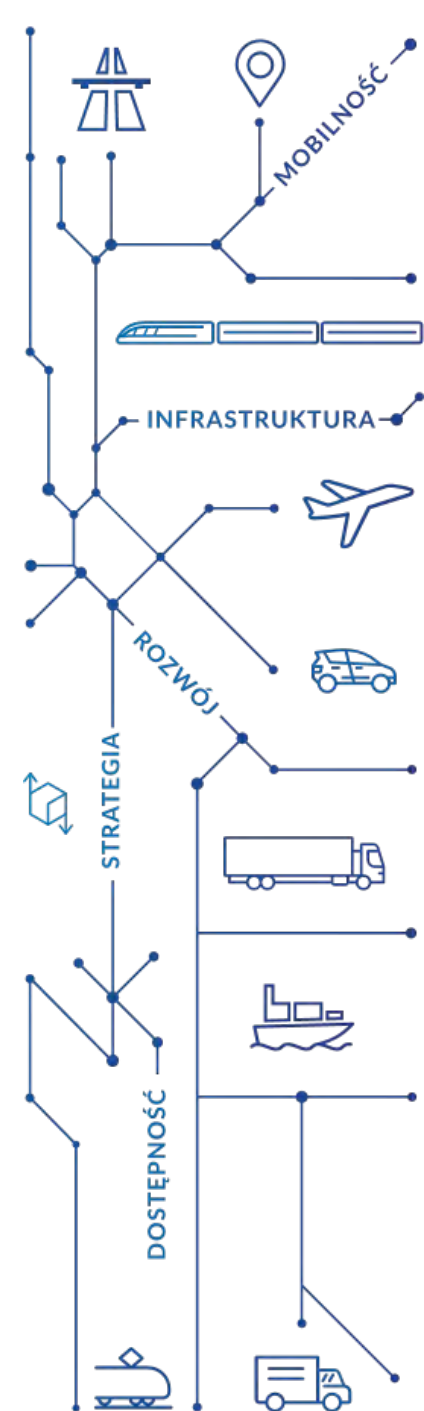


Przyszłość ZMR



Rozwój i aktualizacja narzędzia ZMR

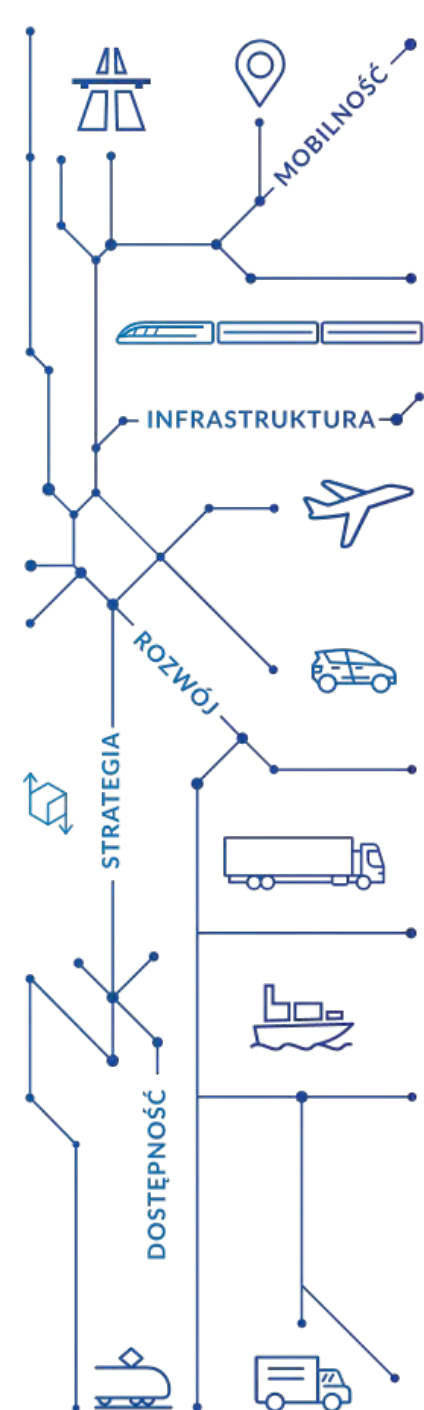
- **Kiedy najlepiej aktualizować?**
 - Cały czas a przede wszystkim gdy będą dostępne nowe dane
- **W oparciu o jakie dane?**
 - NSP2021, GPR2020, KBRy wojewódzkie, macierze biletowe, Big Data szeroko rozumiane, dostępne krajowe badania mobilności
- **Oczekiwanie rynku:** wysłuchujemy, konsultujemy, działamy



Rozwój i aktualizacja narzędzia ZMR

Plany rozwojowe:

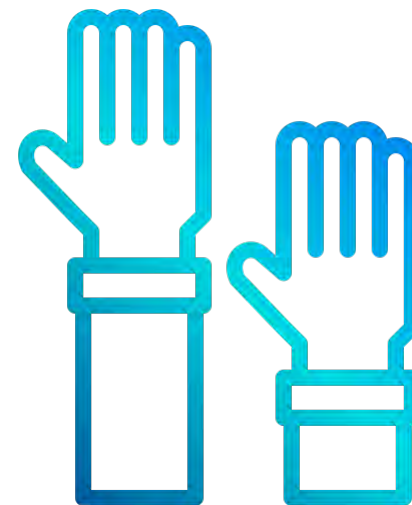
- Użycie szeroko rozumianych danych z big data: w tym zintegrowanie danych MaaS z modelem krajowym, wykorzystanie danych z kart sim czy też FCD
- Stworzenie kompleksowego modelu turystycznego
- Stworzenie komponentu BRD
- Stworzenie komponentu klimatycznego: zw. z emisyjnością
- Aktualizacja modelu towarowego
- Badanie krajowe: hybryda klasycznej ankiety przy użyciu danych ze smartfonów?
- Inne?



Zintegrowany Model Ruchu



Pytania?





Dziękujemy 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: cupt@cupt.gov.pl, zmr@cupt.gov.pl