



**Wydział
Transportu**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**XII Konferencja Naukowo-Techniczna
„Zintegrowany transport publiczny
w obsłudze miast i regionów”**

PublicTrans 2017

ROLA ANALIZ SCENARIUSZOWYCH W KSZTAŁTOWANIU PROEKOLOGICZNEGO SYSTEMU TRANSPORTOWEGO

MARIANNA JACYNA - maja@wt.pw.edu.pl

JOLANTA ŻAK – j.zak@wt.pw.edu.pl

MARIUSZ WASIAK - mwa@wt.pw.edu.pl

PIOTR GOŁĘBIEWSKI - pgolebiowski@wt.pw.edu.pl



AGENDA

- 1. Wprowadzenie**
- 2. Metoda scenariuszowa**
- 3. Scenariusze kształtowania systemu transportowego**
- 4. Algorytm badań scenariuszowych**
- 5. Przykład analizy scenariuszowej – Model EMITRANSYS**
- 6. Przykład analizy scenariuszowej – Model MTAW 2016**
- 7. Podsumowanie i wnioski**



WPROWADZENIE

- Jednym z istotnych problemów pojawiających się w procesie formułowania strategii rozwoju transportu są ograniczone możliwości dostępnych metod analitycznych.
- Istniejące modele wspomagające proces analizy systemów transportowych oraz podejmowania decyzji natury rozwojowej zazwyczaj ograniczają się do odrębnego traktowania każdego z dostępnych rodzajów transportu.
- Poprawnie sformułowany plan strategiczny rozwoju transportu nie powinien stanowić sumy planów rozwojowych opracowanych dla poszczególnych rodzajów transportu.
- Należy zatem budować modele transportowe.



WPROWADZENIE

- Jedną z kluczowych cech nowoczesnego systemu transportowego jest możliwość **harmonijnego współdziałania** bądź też **zdrowej konkurencji** poszczególnych jego gałęzi.
- O wielkości przewozu ładunków i osób z wykorzystaniem danej gałęzi transportu decydują **popyt, podaż oraz cena transportu**.
- Współczesna polityka transportowa zwraca szczególną uwagę na **związek między transportem drogowym a innymi rodzajami transportu, w szczególności transportem kolejowym**.
- Wysoka i ciągle rosnąca **emisja szkodliwych związków spalin** przez pojazdy wymusza zmiany w organizacji ruchu na drogach wpływające na ograniczenie wielkości emisji.



METODA SCENARIUSZOWA

Metoda scenariuszowa polega na **kompletnym opisie badanego obiektu lub systemu**, z **wyszczególnieniem maksymalnej liczby ważnych czynników**, które na niego oddziałują, a następnie **naszkicowaniu możliwości rozwojowych i uzasadnieniu realności danych sytuacji decyzyjnych**.

Scenariusze przyszłości to opisy lub obrazy rzeczywistości i zjawisk budowane dla konkretnego momentu w przyszłości.

Powinny one zawierać: **opis stanu rzeczywistości na koniec ustalonego horyzontu czasu realizowanego scenariusza, interpretację bieżących zjawisk i ich konsekwencje w przyszłości**.



SCENARIUSZE KSZTAŁTOWANIA SYSTEMU TRANSPORTOWEGO

Rodzaj scenariusza	Długoterminowy (powyżej pięciu lat: 10-letnie, 15-letnie)			Krótkoterminowy (do pięciu lat: roczne, 2-letnie, 3-letnie, 4-letnie, 5-letnie)		
Pewność i niepewność czynników	optymistyczny		pesymistyczny		realistyczny	
Zakres stosowania	gmina		powiat		województwo	
Rodzaj systemu transportowego	transport drogowy	transport kolejowy	transport lotniczy	dwa rodzaje transportu	trzy rodzaje transportu	inny
Segment rynku	towarowy	pasażerski	publiczny	prywatny	inny	
Przeznaczenie	prognozy ruchu	prognozy rozwoju infrastruktury transportowej		analizy finansowe inwestycji transportowych		inne
Odbiorcy	urzędy marszałkowsk.	samorządy województw	jednostek samorządu terytorialnego		państwowe urzędy administracji	
Kryteria oceny	techniczne	organizacyjne	ekologiczne	jakościowe	inne	



CZYNNIKI WARUNKUJĄCE KOMPLEKSOWE UJĘCIE ROZWOJU SYSTEMU TRANSPORT.

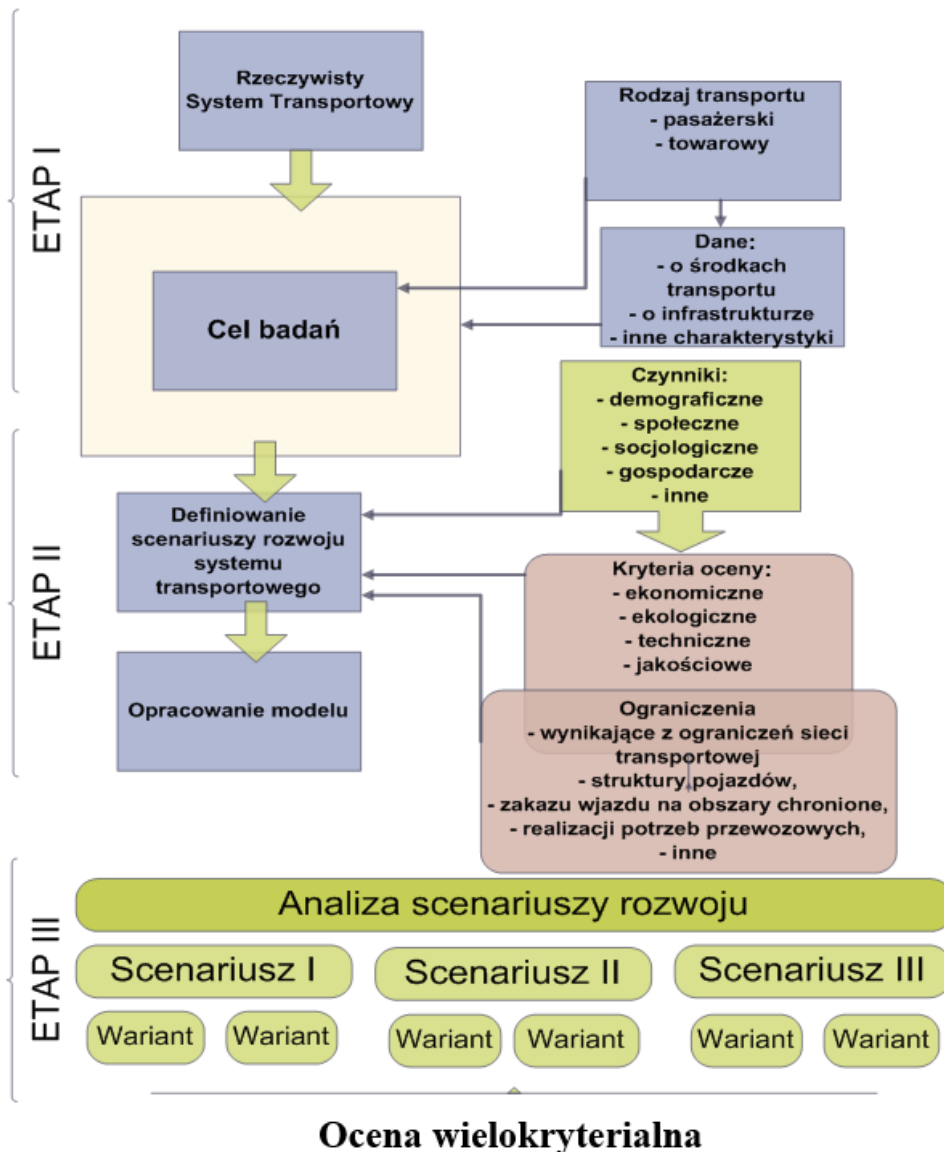
W odniesieniu do systemu transportowego w aspekcie **kompleksowego ujęcia** jego **rozwoju** należy uwzględnić:

- **popyt** na usługi transportowe,
- **potencjał techniczny dostawców** usług transportowych, w tym zdolność do przeprowadzenia zmian,
- **stan techniczny infrastruktury** transportowej, w tym środków transportowych, urządzeń przeładunkowych itp.,
- **organizację** ruchu w poszczególnych obszarach i regionach,
- **instrumenty polityki** transportowej państwa lub regionu,
- **warunki środowiskowe**,
- **uwarunkowania prawno-organizacyjne**,
- **uwarunkowania gospodarcze i społeczne**.



ALGORYTM BADAŃ SCENARIUSZOWYCH

- **ETAP I** – sformułowanie celu badań,
- **ETAP II** – budowa modelu, przy czym na tym etapie szczególne znaczenie ma odpowiednie przygotowanie danych do prowadzenia analiz scenariuszowych, opracowanie i wyselekcjonowanie właściwych wariantów do prowadzenia analiz oraz kryteriów oceny wariantów,
- **ETAP III** – ocena wariantów na podstawie wielokryterialnej oceny uwzględniającej przygotowany układ wartości kryteriów.





OCENA I WYBÓR WARIANTU

- Metody oceny wielokryterialnej – np. metoda punktowa, metoda MAJA ...
- Definiuje się kryteria oceny poszczególnych wariantów oraz wskaźnik oceny jakości rozwiązania.
- Istotnym aspektem jest zachowanie przejrzystości ważności kryteriów oceny.
- Operacje matematyczne pozwolą na wybór wariantu najlepszego z punktu widzenia decydenta.



PRZYKŁAD – MODEL EMITRANSYS

Model EMITRANSYS – model kształtowania proekologicznego systemu transportowego.

Rozważono następujące scenariusze:

sc = 1 – scenariusz **realny**, dla którego przyjęto następujące założenia:

- stabilne **czynniki gospodarcze**,
- **umiarkowane inwestycje w infrastrukturę transportu**,
- **struktura taboru**, w której założono **umiarkowany wzrost** liczby pojazdów o **wyższym standardzie EURO** i **umiarkowany spadek** liczby pojazdów o **niższym standardzie EURO**,

sc = 2 – scenariusz **optymistyczny**, dla którego przyjęto następujące założenia:

- **duży wzrost gospodarczy**,
- **wysokie inwestycje w infrastrukturę transportu**,
- **struktura taboru**, w której założono **wysoki wzrost** liczby pojazdów o **wyższym standardzie EURO** i **duży spadek** liczby pojazdów o **niższym standardzie EURO**,

sc = 3 – scenariusz **pesymistyczny**, dla którego przyjęto następujące założenia:

- **mały wzrost gospodarczy**,
- **małe inwestycje w infrastrukturę transportu**,
- **struktura taboru**, w której założono **mały wzrost** liczby pojazdów o **wyższym standardzie EURO** i **mały spadek** liczby pojazdów o **niższym standardzie EURO**.



PRZYKŁAD – MODEL EMITRANSYS

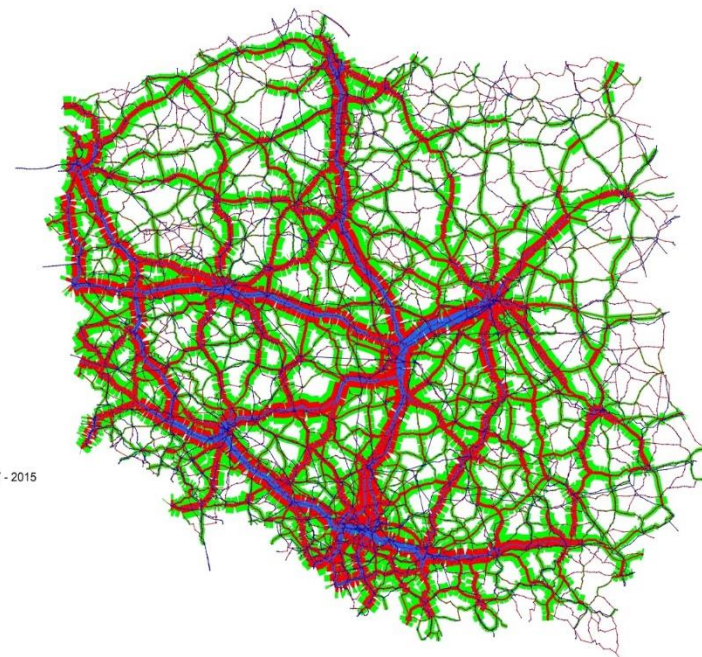
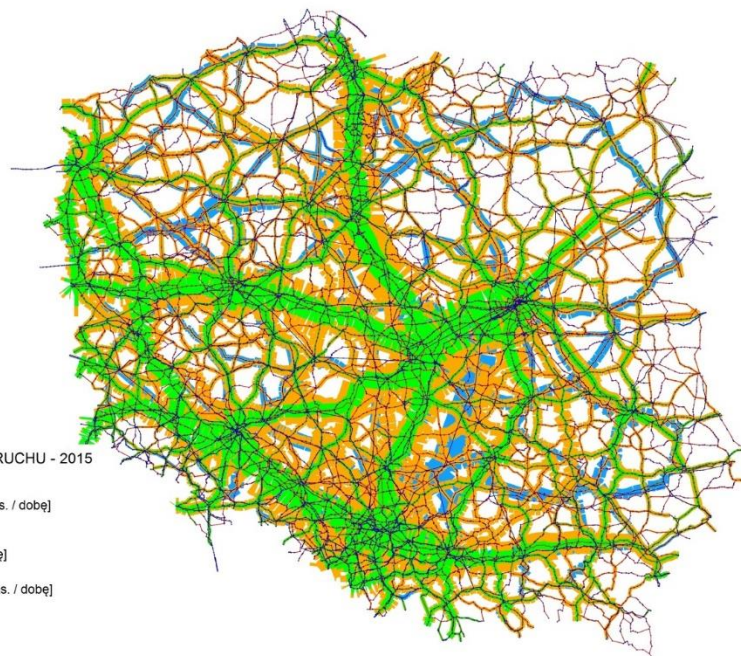
Założenia do przykładu:

- Badania przeprowadzono na **Modelu EMITRANSYS**.
- Uwzględniono **prognozowaną wielkość potoku ruchu, oraz prognozowaną strukturę pojazdów**.
- Rozłożenie zostało przeprowadzone na podstawie **prognoz zapotrzebowania w segmencie pasażerskim i towarowym**.
- W transporcie **pasażerskim** uwzględniono **4 segmenty popytu**, w transporcie **towarowym** - 14.
- Rozłożenia dokonano na **sieć kolejową i drogową**.
- Uwzględniono **5 rodzajów pojazdów samochodowych**.



PRZYKŁAD – MODEL EMITRANSYS

ROK 2015 – WARIANT 1



Wariant, dla którego przeprowadzono rozłożenie	Praca przewozowa wykonana przy przewozie pasażerów [pkm]	Praca przewozowa wykonana przy przewozie pasażerów [tkm]
wariant pierwszy	654743038,2	251300708,3

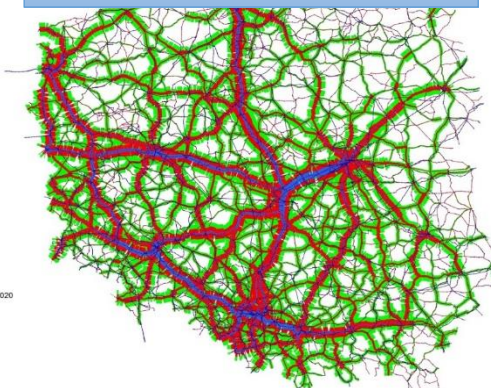
Wariant	Wielkość emisji HC [g]	Wielkość emisji CO [g]	Wielkość emisji NO _x [g]
1	80595118	388919261	1413797760



PRZYKŁAD – MODEL EMITRANSYS

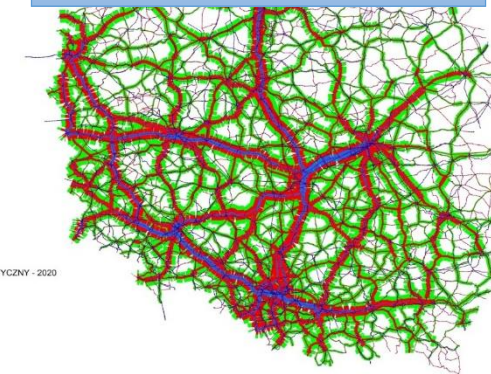
ROK 2020

WARIANT 3

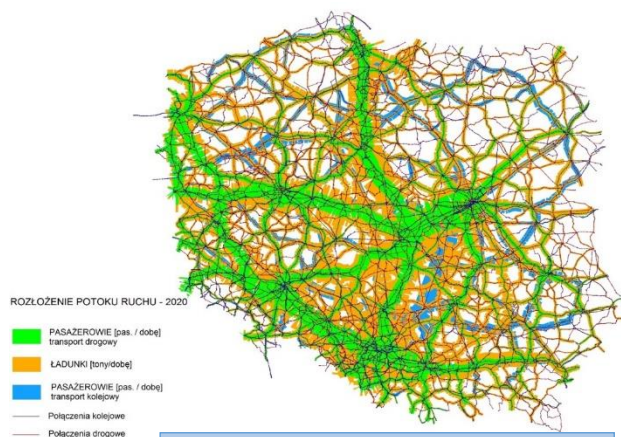


Wariant, dla którego przeprowadzono rozłożenie	Praca przewoźowa wykonana przy przewozie pasażerów [pkm]	Praca przewoźowa wykonana przy przewozie pasażerów [tkm]
2	715466582,5	264294491

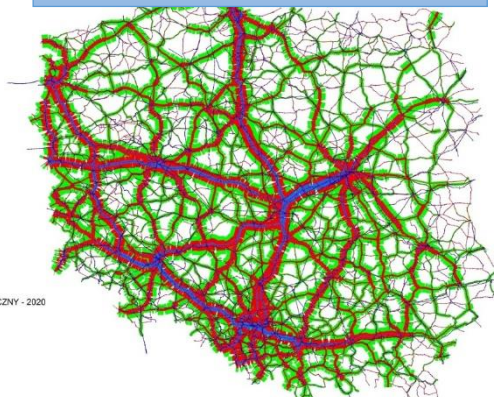
WARIANT 4



Wariant	Wielkość emisji HC [g]	Wielkość emisji CO [g]	Wielkość emisji NO _x [g]
2	80998640,82	402946592,7	1413797760
3	77617900,25	394469118,6	1382488645
4	82444260,39	404924785,5	1424592543



WARIANT 2

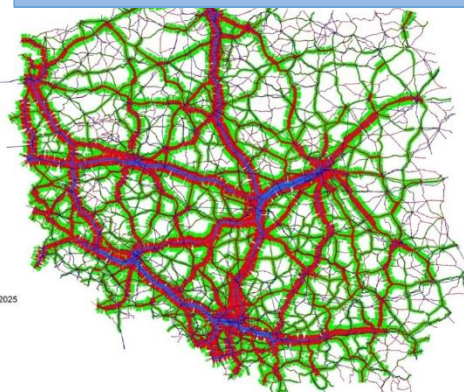




PRZYKŁAD – MODEL EMITRANSYS

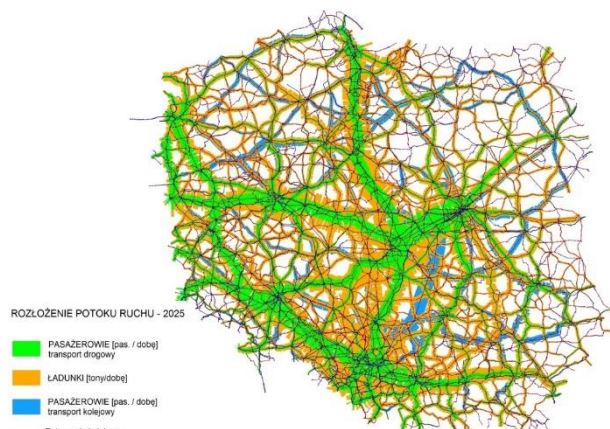
ROK 2025

WARIANT 6

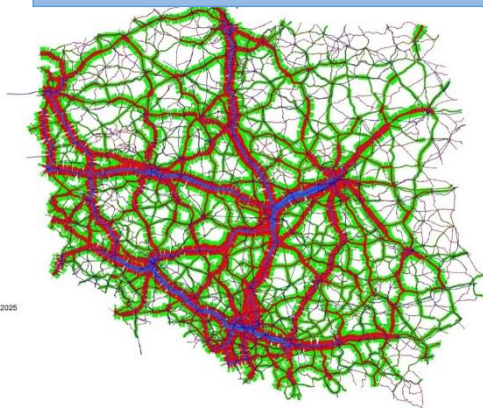


Wariant, dla którego przeprowadzono rozłożenie	Praca przewoźowa wykonana przy przewozie pasażerów [pkm]	Praca przewoźowa wykonana przy przewozie pasażerów [tkm]
5	761392624	275694844

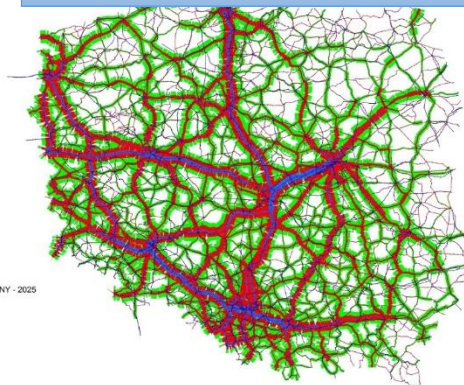
Wariant	Wielkość emisji HC [g]	Wielkość emisji CO [g]	Wielkość emisji NO _x [g]
5	80405170,6	411692628,1	1441708544
6	75394261,55	400370043,7	1380569835
7	82135488,4	415486712,3	1455348976



WARIANT 5



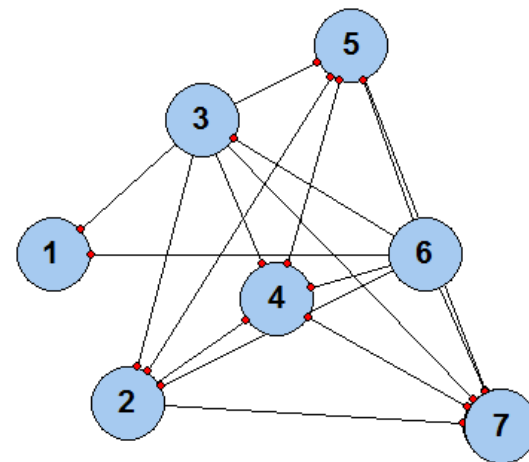
WARIANT 7





PRZYKŁAD – MODEL EMITRANSYS

		KRYTERIA CZĄSTKOWE OCENY				
		k = 1	k = 2	k = 3	k = 4	k = 5
WARIANTY	1	654743038	251300708	80595118	388919261	1369349573
	2	715466583	264294491	80998641	402946593	1413797760
	3	715466583	264294491	77617900	394469119	1382488645
	4	715466583	264294491	82444260	404924786	1424592543
	5	761392624	275694845	80405171	411692628	1441708544
	6	761392624	275694845	75394262	400370044	1380569835
	7	761392624	275694845	82135488	415486712	1455348976



Kryteria cząstkowe oceny:

- **k = 1** – wielkość pracy przewozowej wykonanej przy przewozie ładunków wyrażona w tonokilometrach,
- **k = 2** – wielkość pracy przewozowej wykonanej przy przewozie pasażerów wyrażona w pasażerokilometrach,
- **k = 3** – wielkość emisji węglowodorów (HC) wyrażona w gramach,
- **k = 4** – wielkość emisji tlenku węgla (CO) wyrażona w gramach,
- **k = 5** – wielkość emisji tlenków azotu (NO_x) wyrażona w gramach,



PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

Metodę analiz scenariuszowych można wykorzystać do oceny proekologiczności prowadzenia inwestycji infrastrukturalnych uwzględniając zmieniającą się wielkość zapotrzebowania na przewóz.

Rozważono następujące scenariusze:

sc = 1 – scenariusz dla roku 2015, dla którego przyjęto następujące założenia:

- wielkość potoku pojazdów do rozłożenia była odpowiednia dla 2015 r.,
- przyjęto strukturę pojazdów adekwatną dla 2015 r. odnoszącą się do obszarów miejskich,
- stan infrastruktury został odwzorowany dla 2015 r. i adekwatnie sparametryzowany,

sc = 2 – scenariusz dla roku 2016, dla którego przyjęto następujące założenia:

- wielkość potoku pojazdów do rozłożenia była odpowiednia dla 2016 r.,
- przyjęto strukturę pojazdów adekwatną dla 2016 r. odnoszącą się do obszarów miejskich,
- stan infrastruktury został odwzorowany dla 2016 r. i adekwatnie sparametryzowany,

sc = 3 – scenariusz dla roku 2020, dla którego przyjęto następujące założenia:

- wielkość potoku pojazdów do rozłożenia była odpowiednia dla 2020 r.,
- przyjęto strukturę pojazdów adekwatną dla 2020 r. odnoszącą się do obszarów miejskich,
- stan infrastruktury został odwzorowany dla 2020 r. i adekwatnie sparametryzowany.



PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

Założenia do przykładu:

- Badania przeprowadzono na **Modelu Transportowym Aglomeracji Warszawskiej 2016**.
- Analizy scenariuszowe przygotowano dla obszaru **aglomeracji warszawskiej z uwzględnieniem Warszawy**.
- Uwzględniono **trzy rodzaje pojazdów**: samochody osobowe (SO), samochody dostawcze (SD) i samochody ciężarowe (SC).
- Rozłożenia potoku ruchu dokonano dla **szczytu porannego** - w godzinach 07:00 – 08:00.



PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

Założenia do przykładu – cd.:

- Wielkość **zapotrzebowania na przewóz** wyrażoną w pojazdach ustalono na podstawie prognoz wartości **42 rodzajów zmiennych objaśniających**.
- W zakresie **struktury pojazdów** wykorzystano parametry wbudowane w **moduł HBEFA** (uwzględniono m.in. rodzaj paliwa i pojemność silnika pojazdu).
- W **modelu sieci** dla każdego roku uwzględniono tylko te **drogi, które były czynne w danym okresie** i sparametryzowano je według stanu na ten rok.



PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

Założenia do przykładu – cd.:

- Podczas analizy wzięto pod uwagę substancje, które negatywnie oddziałują na środowisko naturalne: **dwutlenek węgla (CO₂)**, **tlenek węgla (CO)**, **węglowodory (HC)**, **tlenki azotu (NO_x)** oraz **cząsteczki stałe (PM)**.
- Dla każdego odcinka w sieci transportowej określono ekwiwalentny poziom hałasu wyrażony w dBA. Poziom hałasu został podzielony na cztery grupy (**≤ 25 dBA**; **≤ 50 dBA**; **≤ 75 dBA**, **> 75 dBA**).



PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

ROK 2015 – SCENARIUSZ 1



Związek	SO	SD	SC
CO ₂ [g]	311 595 087	25 295 480	53 174 954
CO [g]	567 254	29 788	113 762
HC [g]	43 039	4 533	7 884
NO _x [g]	621 714	105 510	318 413
PM [g]	10 925	4 090	5 822



PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

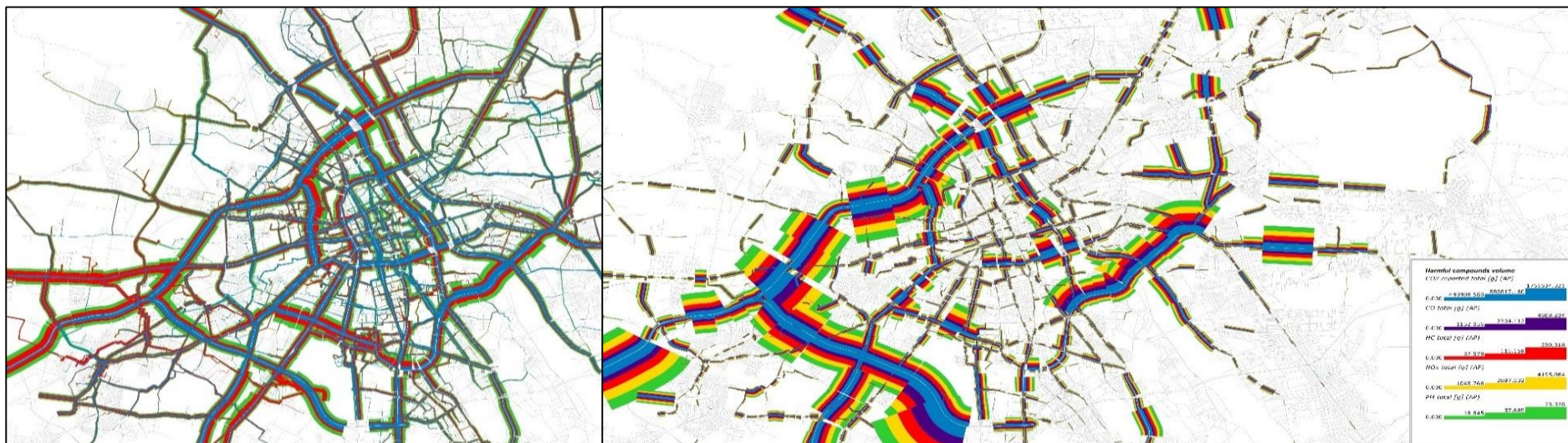
ROK 2015 – SCENARIUSZ 1





PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

ROK 2016 – SCENARIUSZ 2

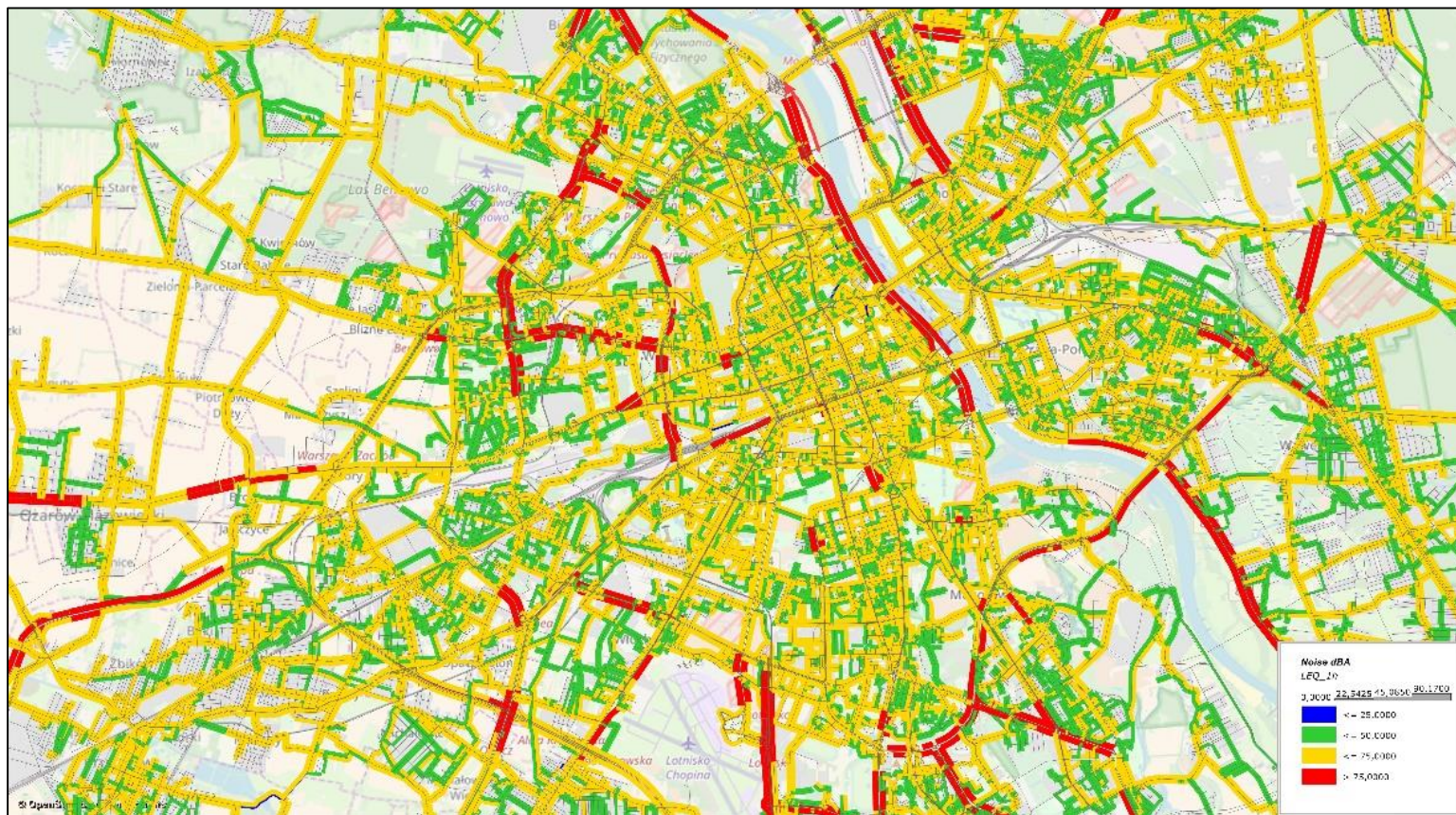


Związek	SO	SD	SC
CO ₂ [g]	321 754 869	25 329 559	53 600 135
CO [g]	540 066	26 265	105 318
HC [g]	40 124	4 172	6 543
NO _x [g]	600 366	101 103	263 722
PM [g]	10 113	5 145	3 272



PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

ROK 2016 – SCENARIUSZ 2





PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

ROK 2020 – SCENARIUSZ 3



Związek	SO	SD	SC
CO ₂ [g]	285 394 853	21 181 387	52 305 337
CO [g]	404 999	15 724	85 782
HC [g]	28 769	2 679	3 922
NO _x [g]	439 007	67 698	136 668
PM [g]	5753,075	2699,509	1504,012



PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

ROK 2020 – SCENARIUSZ 3





PRZYKŁAD – MODEL MTAW 2016

PORÓWNANIE SCENARIUSZY ROZWOJU POD KĄTEM SPALIN I HAŁASU

Porównanie r. 2016 z 2015 (SPALINY)

Związek	SO	SD	SC
CO ₂ [g]	103%	100%	101%
CO [g]	95%	88%	93%
HC [g]	93%	92%	83%
NO _x [g]	97%	96%	83%
PM [g]	93%	126%	56%

Porównanie r. 2020 z 2015 (SPALINY)

Związek	SO	SD	SC
CO ₂ [g]	92%	84%	98%
CO [g]	71%	53%	75%
HC [g]	67%	59%	50%
NO _x [g]	71%	64%	43%
PM [g]	53%	66%	26%

Udział odcinków sieci transportowej o odpowiednim poziomie hałasu

Poziom hałasu	2015	2016	2020
≤ 25 dBA	0,2%	0,3%	0,1%
≤ 50 dBA	26,4%	37,6%	34,7%
≤ 75 dBA	70,8%	59,8%	63,3%
> 75 dBA	2,7%	2,4%	1,9%



PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- Metoda analizy scenariuszowej pozwala na kompleksowe badanie proponowanych rozwiązań.**
- Wybór wariantu najlepszego powinien być realizowany z wykorzystaniem metod oceny wielokryterialnej.**
- Prowadzone inwestycje infrastrukturalne powinny być badane w zakresie zmiany oddziaływania na środowisko.**



**Wydział
Transportu**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**XII Konferencja Naukowo-Techniczna
„Zintegrowany transport publiczny
w obsłudze miast i regionów”**

PublicTrans 2017

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!

***ROLA ANALIZ SCENARIUSZOWYCH W KSZTAŁTOWANIU
PROEKOLOGICZNEGO SYSTEMU TRANSPORTOWEGO***

MARIANNA JACYNA - maja@wt.pw.edu.pl

JOLANTA ŻAK – j.zak@wt.pw.edu.pl

MARIUSZ WASIAK - mwa@wt.pw.edu.pl

PIOTR GOŁĘBIEWSKI - pgolebiowski@wt.pw.edu.pl