



ZMNIEJSZENIE CIĘŻKOŚCI WYPADKÓW WYZWANIEM DLA SŁUŻB DROGOWYCH I RATOWNICZYCH

Dr hab. inż. Kazimierz Jamroz, prof. PG

Dr inż. Marcin Budzyński

Dr inż. Jacek Oskarbski

Mgr inż. Łukasz Jeliński

Mgr Izabela Oskarbska

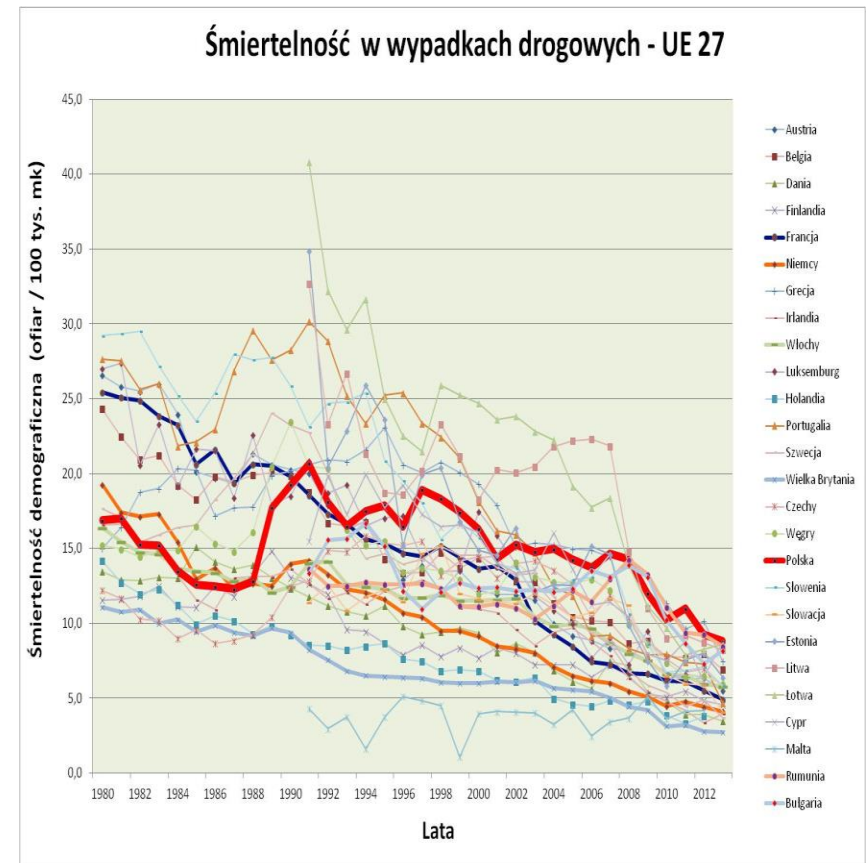
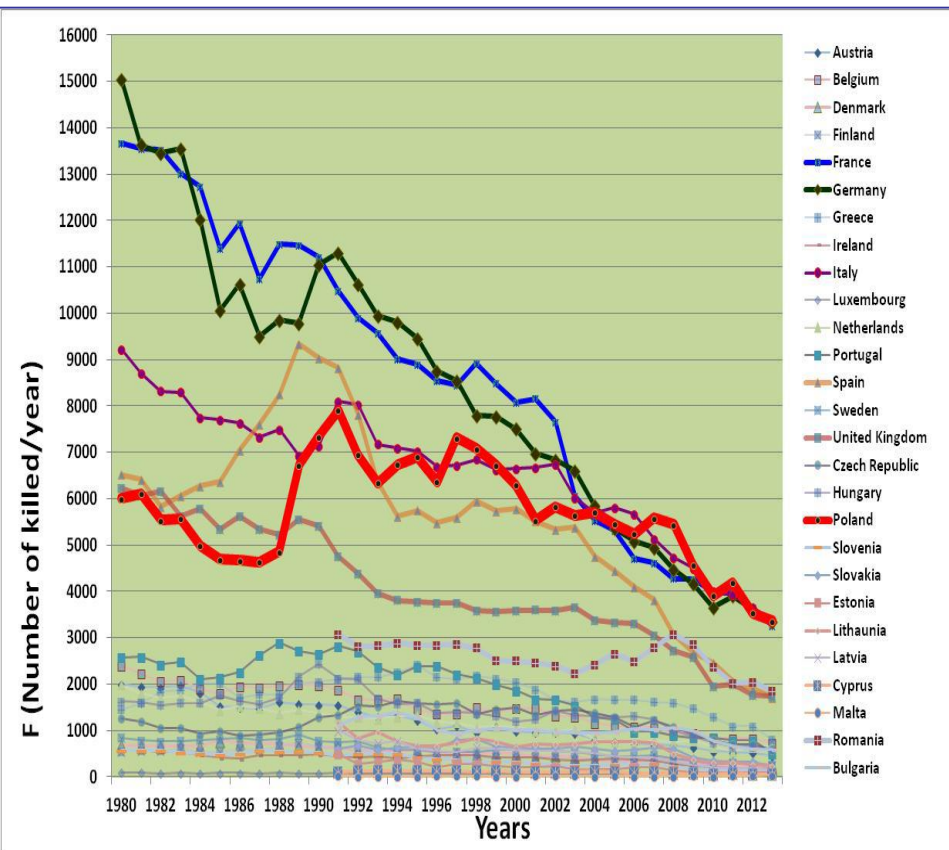
Inż. Barbara Strzebrakowska

**Kazimierz Dolny n/Wisłą
29.01.2016**



Wprowadzenie

- **Ryzyko bycia ofiarą śmiertelną w Polsce w przeliczeniu na mieszkańca:**
 - 2-krotnie większe niż średnia UE
 - 3-krotnie większe niż w W. Brytanii, Szwecji, Holandii





Wprowadzenie

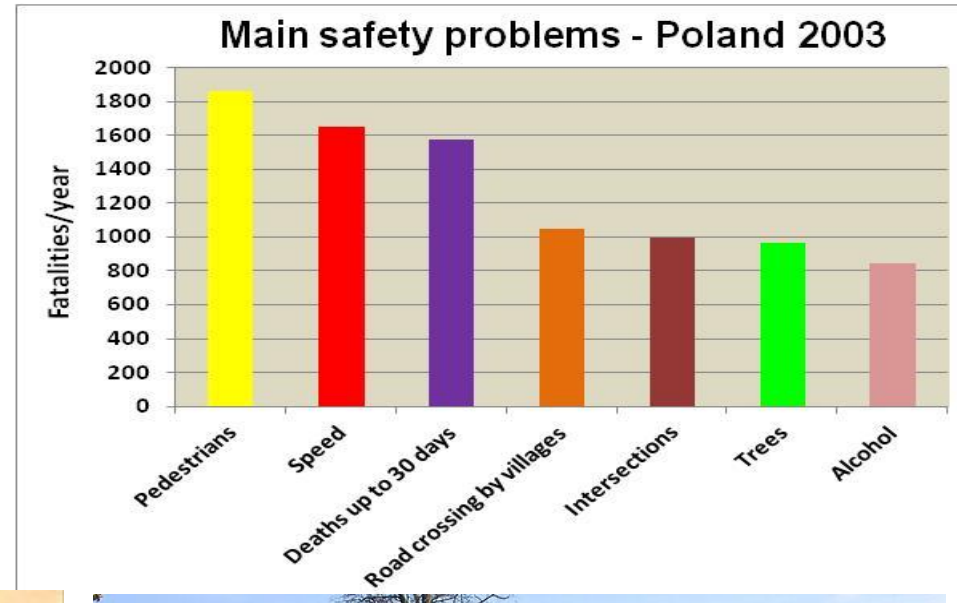
- **Przyjęcie WIZJI ZERO tj. zmierzanie do całkowitego zredukowania ofiar śmiertelnych i ciężko rannych do 2050 r., wymusza podejmowanie działań na poziomie: strategicznym, taktycznym i operacyjnym**
- **Bazując na metodach wykorzystujących procedury zarządzania ryzykiem możemy rozpoznać zagrożenia i źródła zagrożeń wypadkami i racjonalnie stosować działania eliminujące lub redukujące zidentyfikowane zagrożenia**
- **Wybór skutecznych i efektywnych działań wymaga wsparcia naukowego**

Wypadek w Gdańsku: Jak osiągnąć Wizję Zero kiedy jedno drzewo może doprowadzić do tragedii???

W 2003 roku w Polsce, najechania na drzewo były jednym z **głównych problemów brd:**

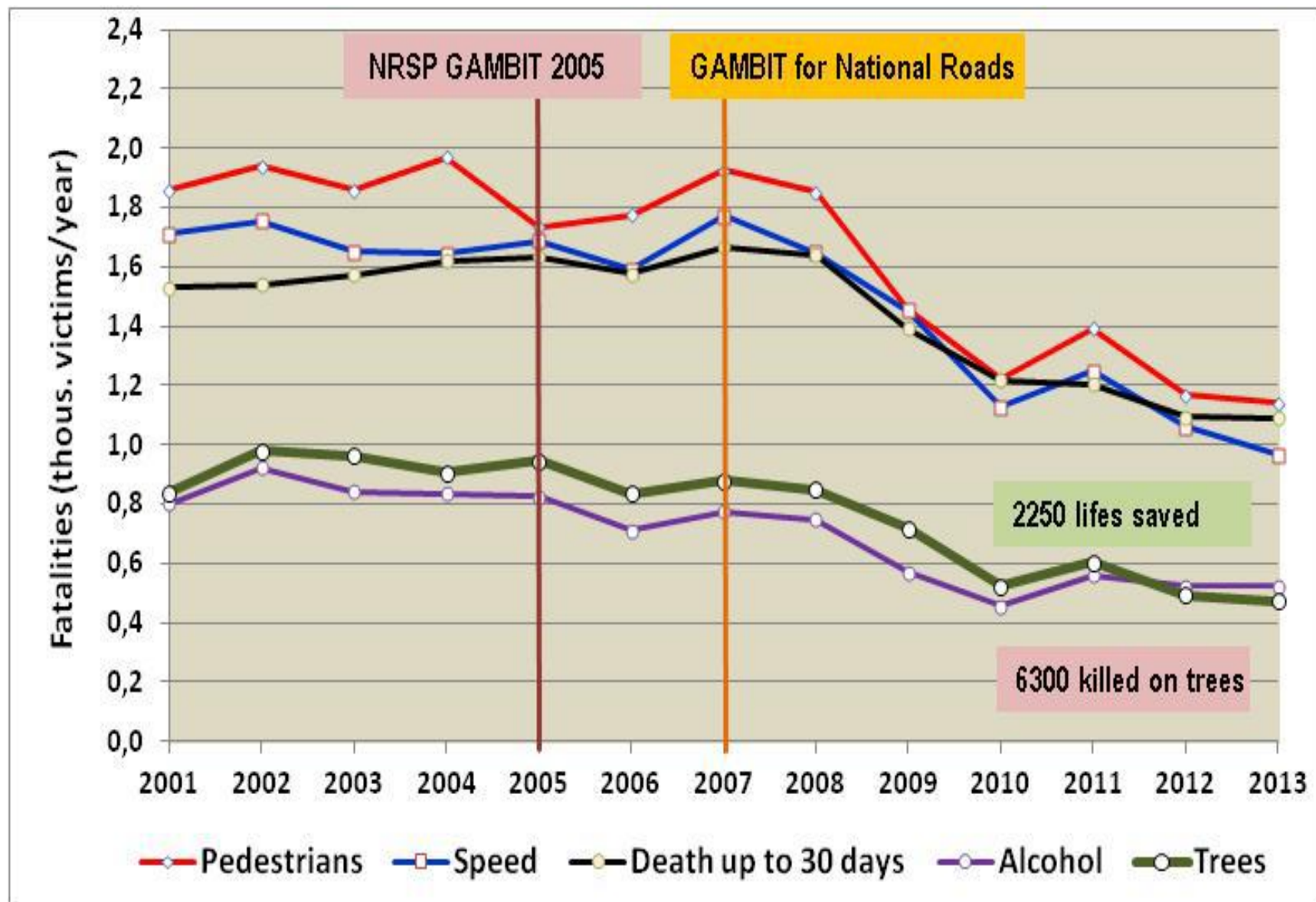
- 11 % wypadków,
- 17 % zabitych (963 ofiar śmiertelnych)

2 Maj 1994 - autobus uderzył w drzewo przy ul. Kartuskiej: 30 zabitych, 33 rannych





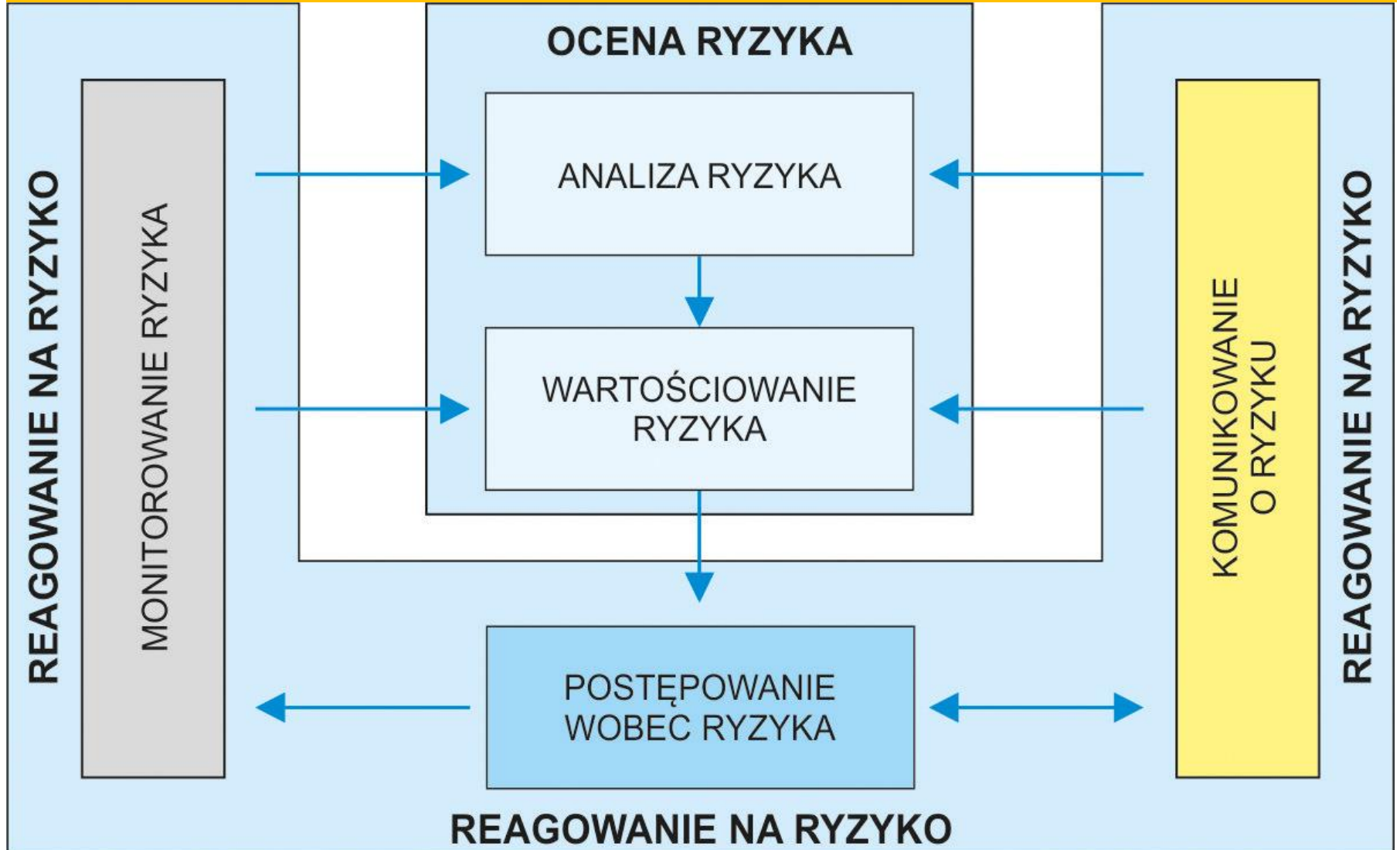
Efekty działań programowych





Metoda zarządzania ryzykiem

ROAD - RISK





Modele ryzyka

Ryzyko indywidualne

$$RI = P * K$$

Ryzyko społeczne

$$RS = E * P * K$$

Gdzie:

RI – ryzyko indywidualne uwikłania w wypadek drogowy,

RS – ryzyko społeczne wypadków drogowych,

E – *narażenie* - reprezentuje ilościową miarę narażenia uczestników ruchu na potencjalne niebezpieczeństwo

P – prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia niebezpiecznego w ruchu drogowym,

K – konsekwencje zdarzenia niebezpiecznego (wypadku) w ruchu drogowym,

Lp.	Nazwy zdarzeń				Transport drogowy			Transport kolejowy	Transport lotniczy	Transport wodny		
1.	Incydent	Zachowania przed konfliktowe		Zachowanie przed konfliktowe*			Incydent	Incydent lotniczy	Awaria techniczna			
2.		Konflikt		Konflikt ruchowy*				Poważny incydent lotniczy	Incydent			
3.	Zdarzenie niepożądane	Zdarzenie niebezpieczne	Zdarzenie ze stratami materialnymi		Kolizja drogowa			Wypadek	Poważny wypadek	Wypadek lotniczy	Wypadek lekki	
4.			Zdarzenie z ofiarami rannymi		Wypadek drogowy z ofiarami rannymi*		Wypadek drogowy					Zdarzenie drogowe
5.			Zdarzenie z ofiarami śmiertelnymi		Wypadek drogowy z ofiarami śmiertelnymi*						Katastrofa drogowa*	
6.			Zdarzenie z wieloma ofiarami śmiertelnymi									
1	2	3	4	5	6	7	8					

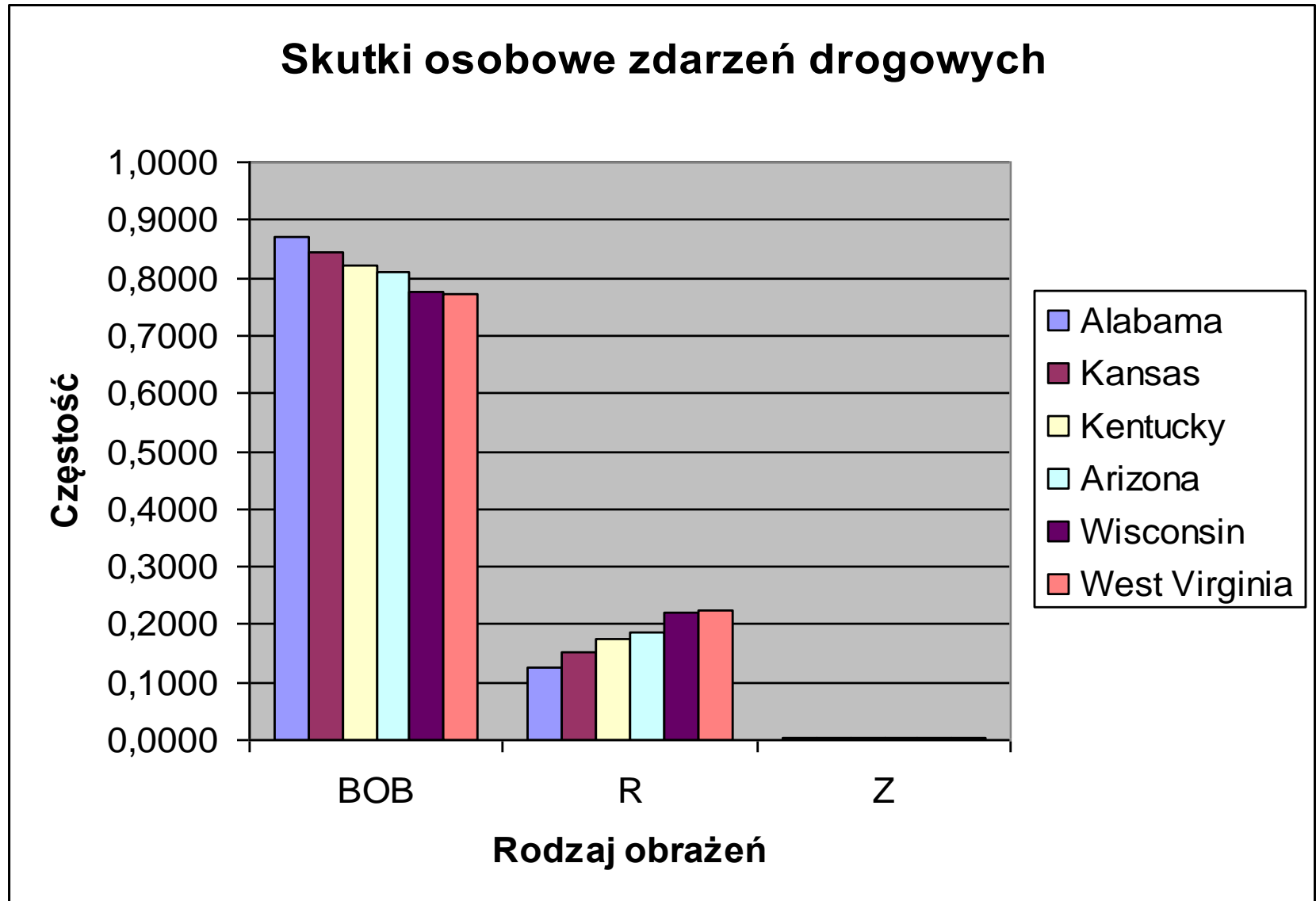


Straty w ruchu drogowym

- **Straty osobowe:**
 - **Ofiary śmiertelne**
 - **Ofiary lekko ranne**
 - **Ofiary średnio ranne**
 - **Ofiary ciężko ranne**
- **Straty materialne**
- **Straty ekonomiczne**
- **Straty środowiskowe**



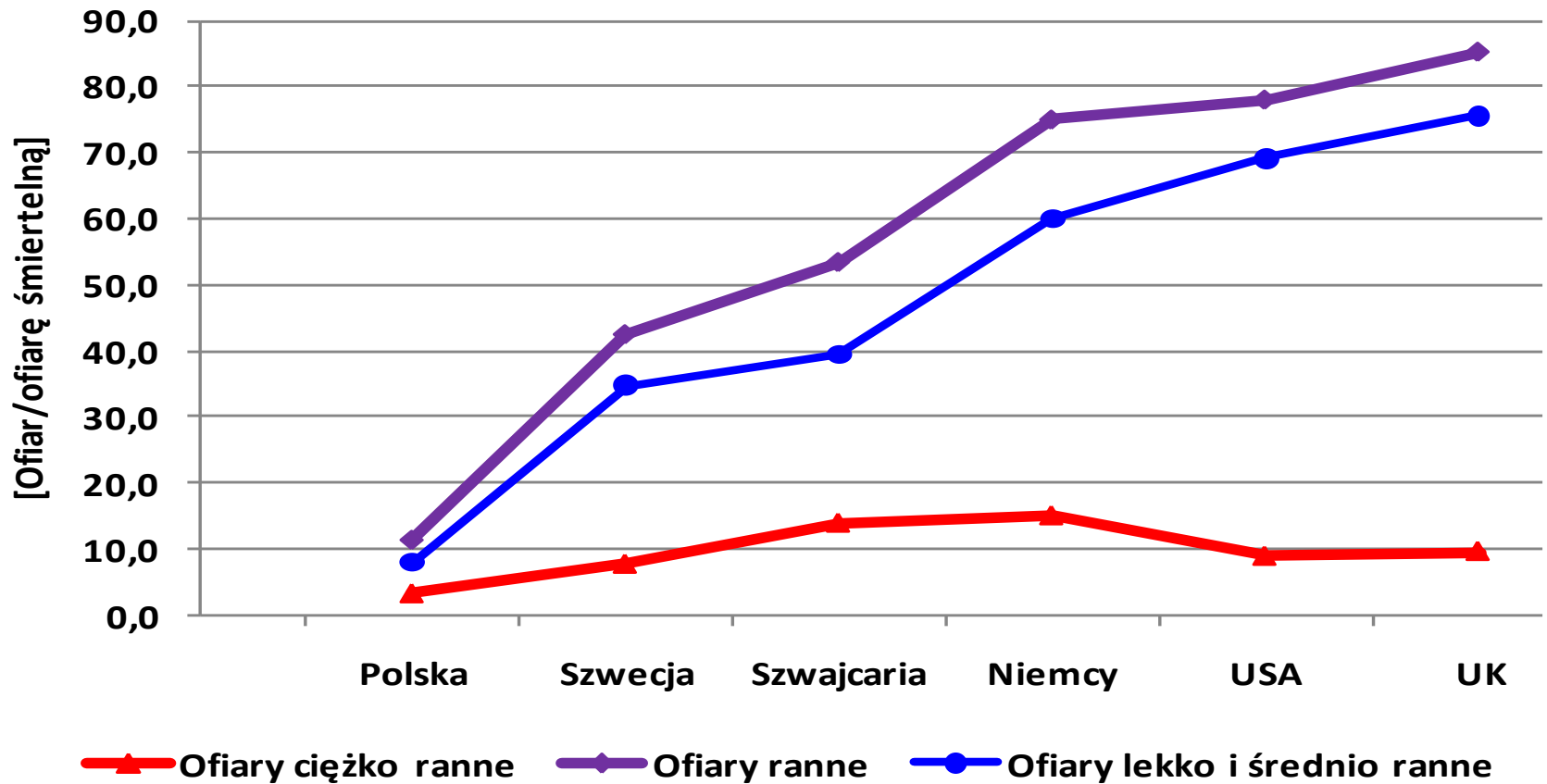
Straty osobowe





Straty osobowe

Liczba ofiar na ofiarę śmiertelną



1

2

3

4

5

6

7

8



Planowanie i projektowanie dróg

Ryzyko indywidualne =

Prawdopodobieństwo

x

Konsekwencje

Miary ryzyka

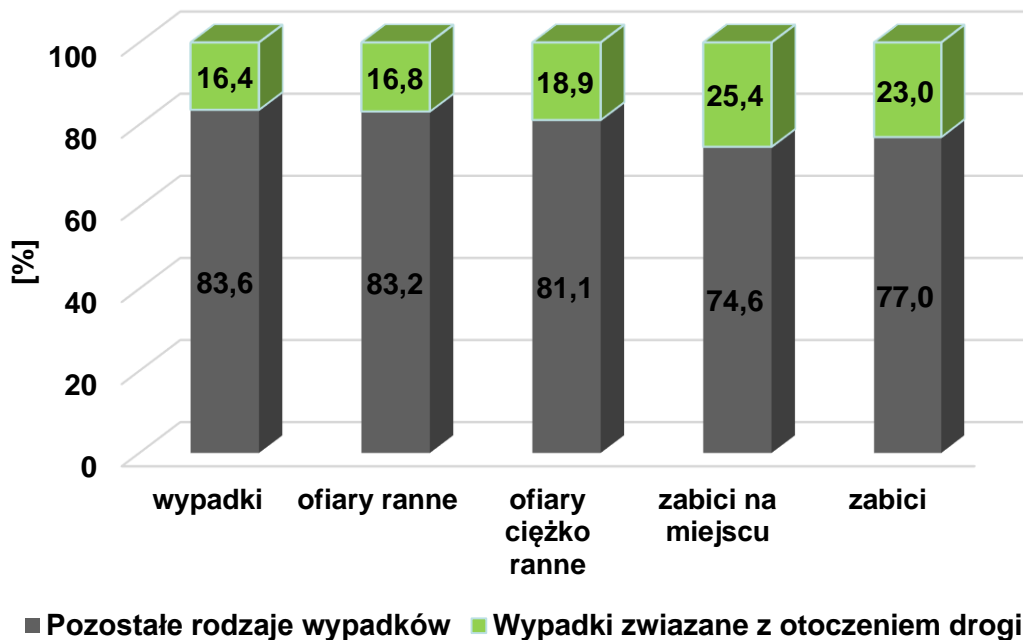
- **Prawdopodobieństwo zaistnienia wypadku**
- **Liczba wypadków**

- **Prawdopodobieństwo wypadków różnego rodzaju,**
- **Liczba wypadków różnego rodzaju (najechanie na pieszego, zderzenie: boczne, czołowe, wypadnięcie z drogi),**
- **Ofiary zabite na miejscu i zmarłe w ciągu 30 dni**
- **Koszty wypadków**



Wypadki związane bezpośrednio z otoczeniem drogi

- najechanie na drzewo ,
- najechanie na barierę,
- najechanie na słup, znak,
- wywrócenie pojazdu na poboczu,
- wywrócenie pojazdu na skarpie, w rowie.



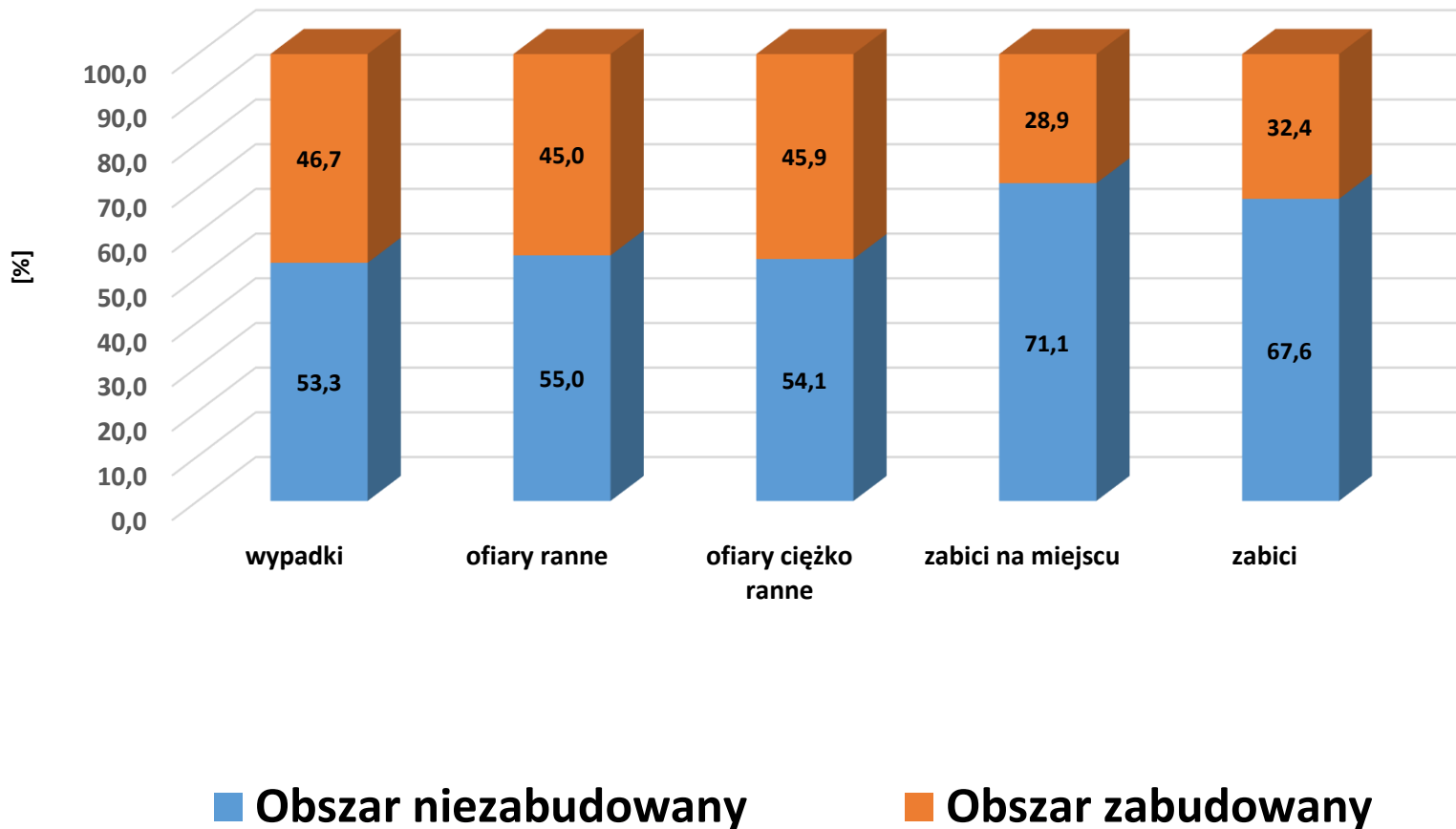
Dane 2012 – 2014:

- Wypadki – 17678 (16,4%)
- Ofiary ranne – 22262 (16,8%)
- Ofiary c. ranne – 6682 (18,9%)
- Zabici na miejscu – 1758 (25,4%)
- Zabici – 2333 (23%)



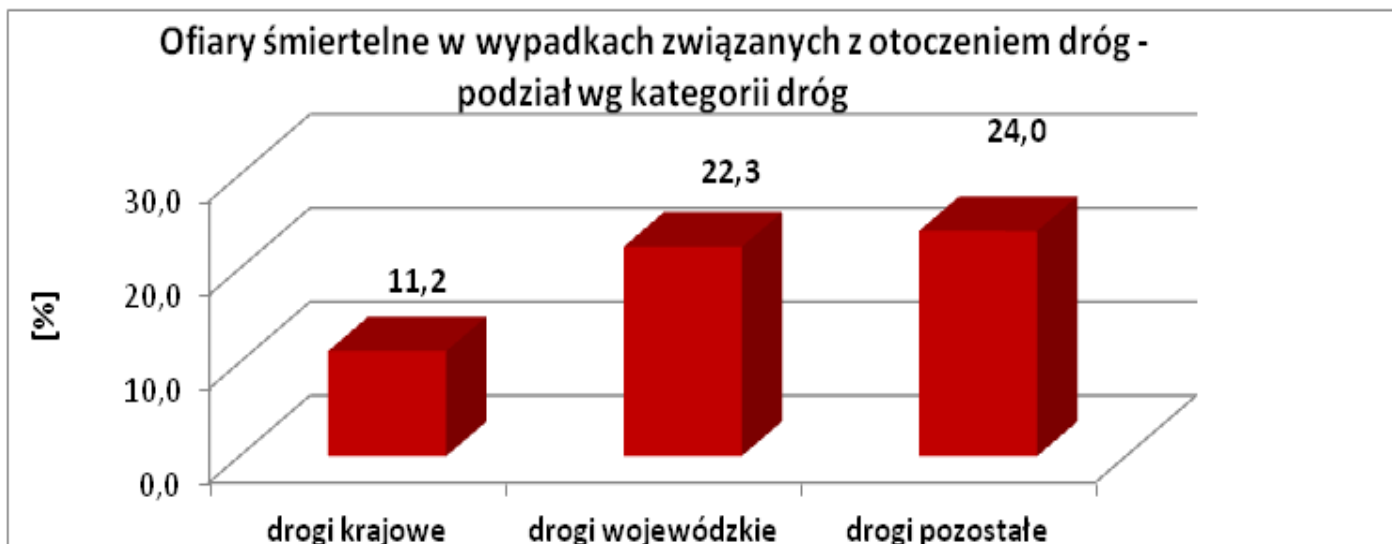
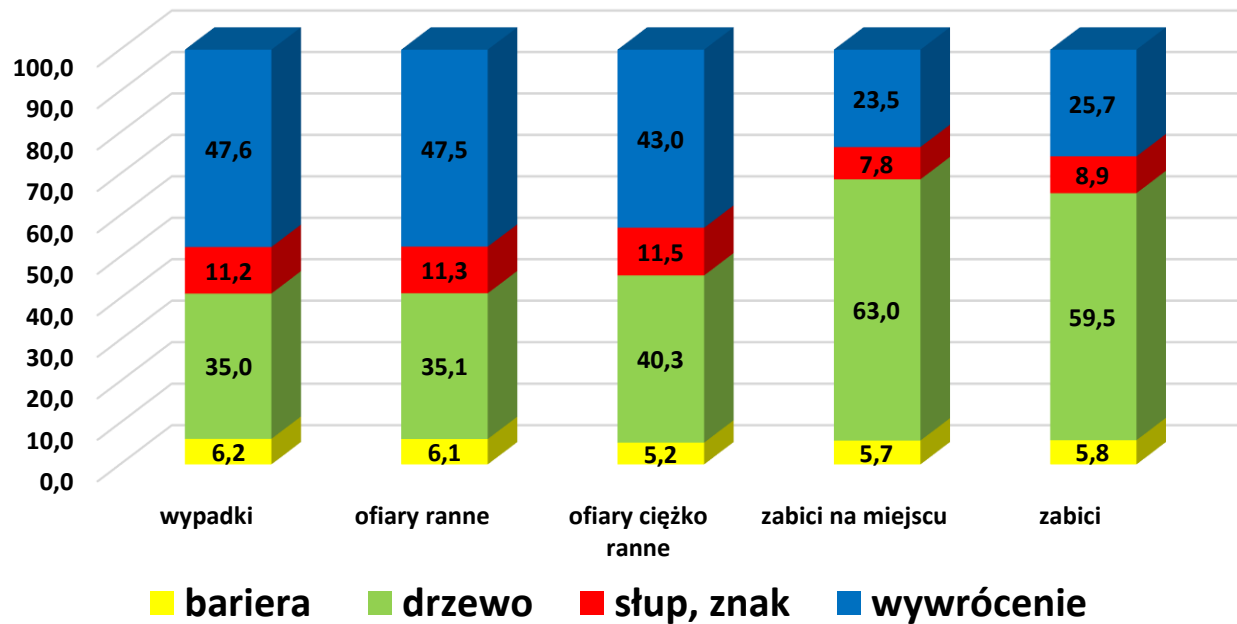
Wypadki związane z otoczeniem drogi z podziałem na obszar

Wypadki związane z otoczeniem z podziałem na obszar





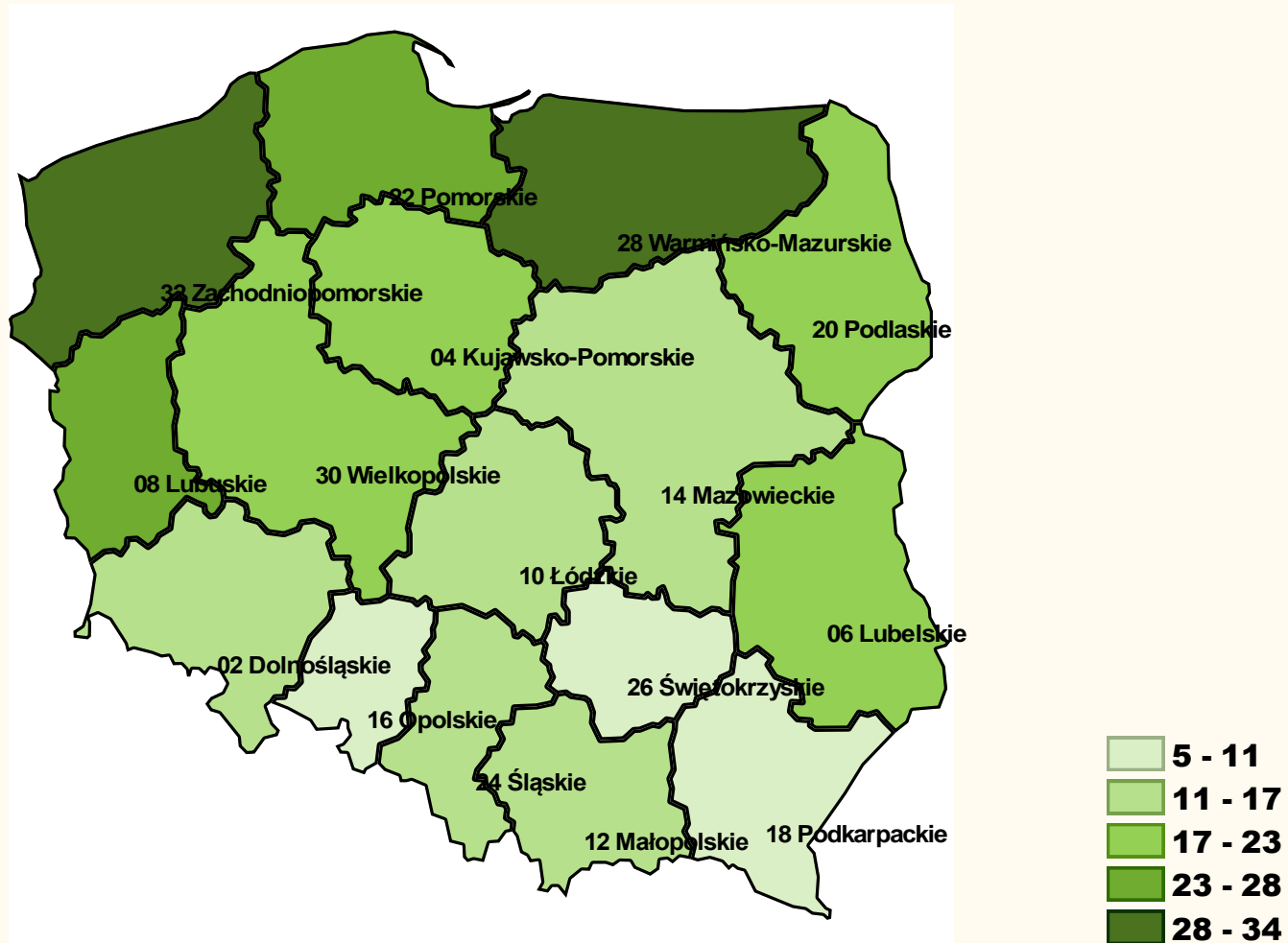
Rodzaje wypadków związanych z otoczeniem drogi





Lokalizacja

Udział procentowy ofiar śmiertelnych w wypadkach związanych z wypadnięciem z jezdni wg województw

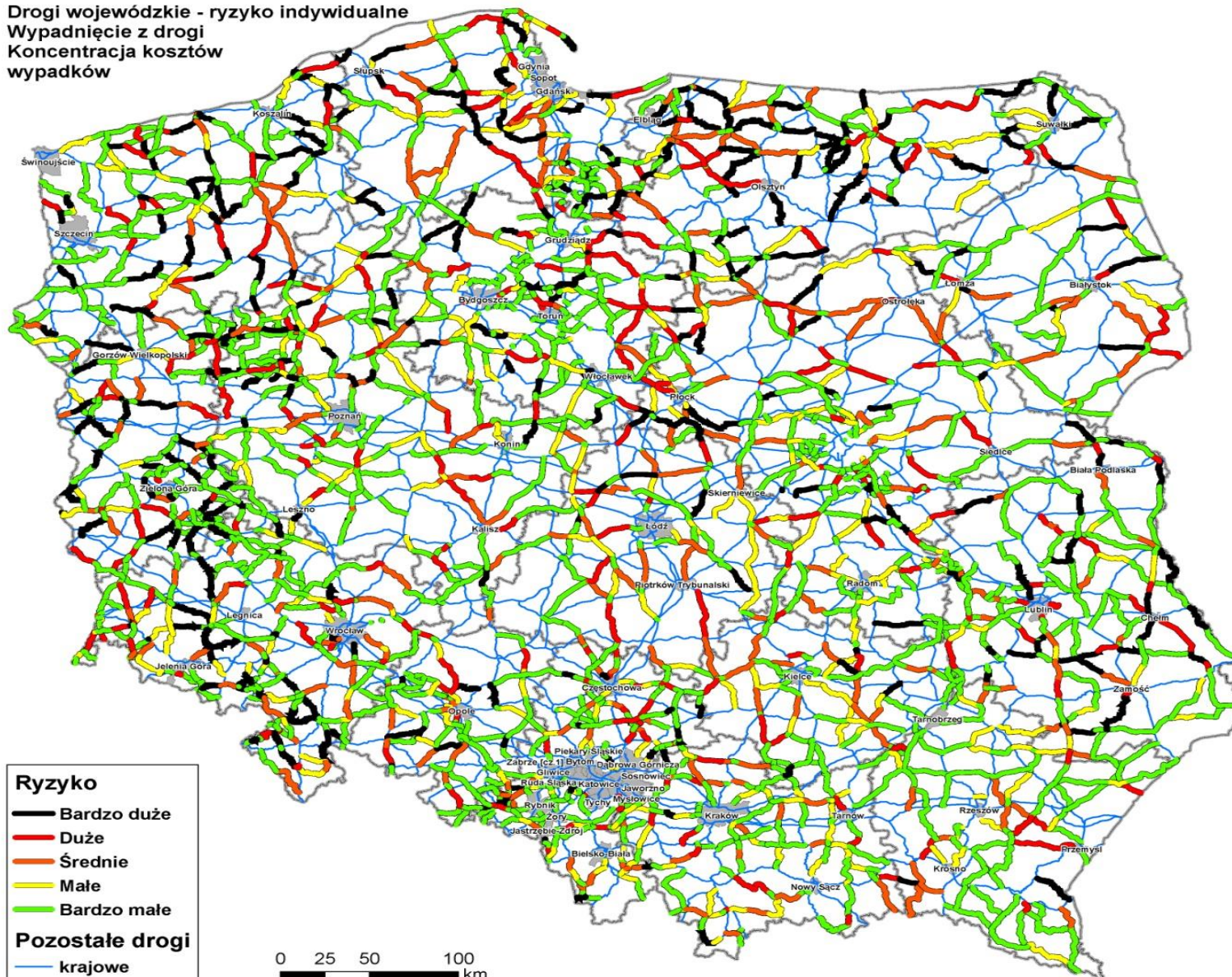




Drogi wojewódzkie

Wypadnięcie pojazdu z drogi – ryzyko indywidualne

Drogi wojewódzkie - ryzyko indywidualne
Wypadnięcie z drogi
Koncentracja kosztów wypadków

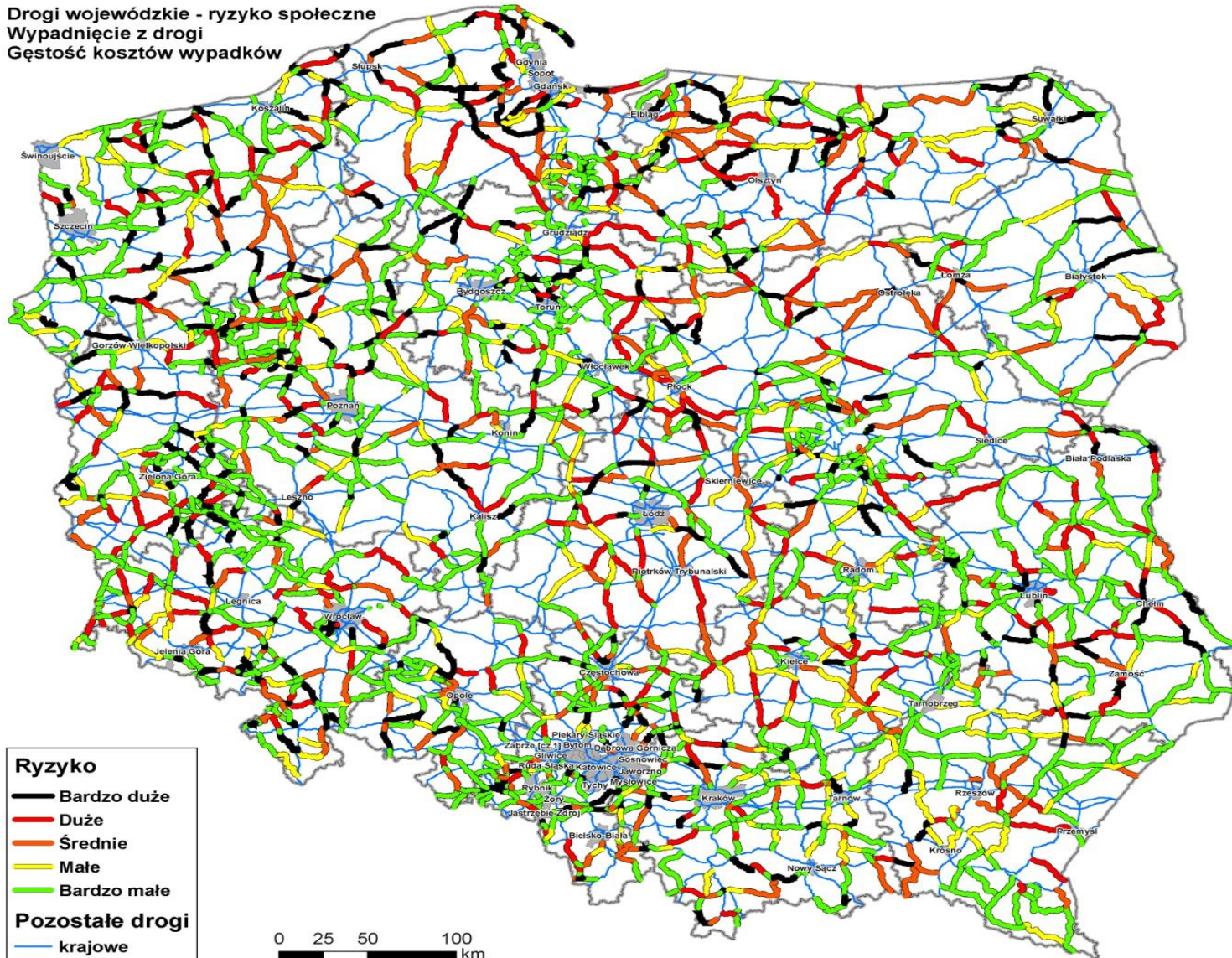




Drogi wojewódzkie

Wypadnięcie pojazdu z drogi – ryzyko społeczne

Drogi wojewódzkie - ryzyko społeczne
Wypadnięcie z drogi
Gęstość kosztów wypadków





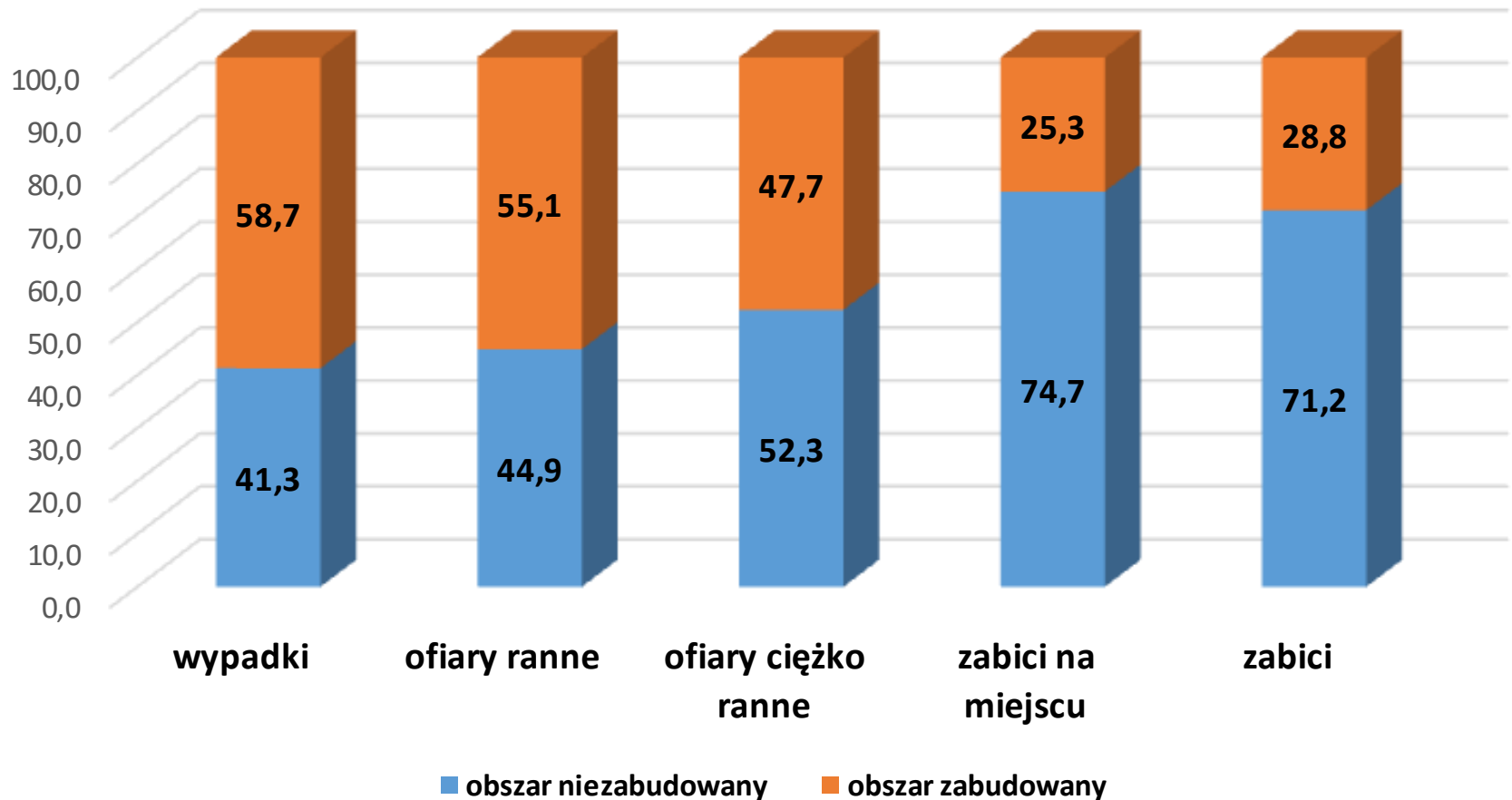
Zderzenia czołowe - charakterystyka

- Do zderzeń czołowych dochodzi w wyniku zbyt ryzykownych zachowań kierowców, którzy podejmują manewr wyprzedzania, przy braku zapewnienia odpowiedniej odległości widoczności i przy wykorzystywaniu zbyt małej luki czasowej w potoku przeciwnym
- Do takich manewrów dochodzi kiedy zapotrzebowanie na wyprzedzanie jest znacznie większe niż możliwość jego realizacji, tj. w potokach o dość dużych natężeniach ruchu.
- Na odcinkach dróg z utwardzonymi poboczami udział ofiar śmiertelnych w zderzeniach czołowych sięga nawet do 50%.
- Dość częstym zjawiskiem jest wówczas wyprzedzanie się nawzajem trzech pojazdów, a nawet i czterech pojazdów, gdyż przez wielu kierowców utwardzone pobocza są traktowane jako dodatkowe pasy ruchu



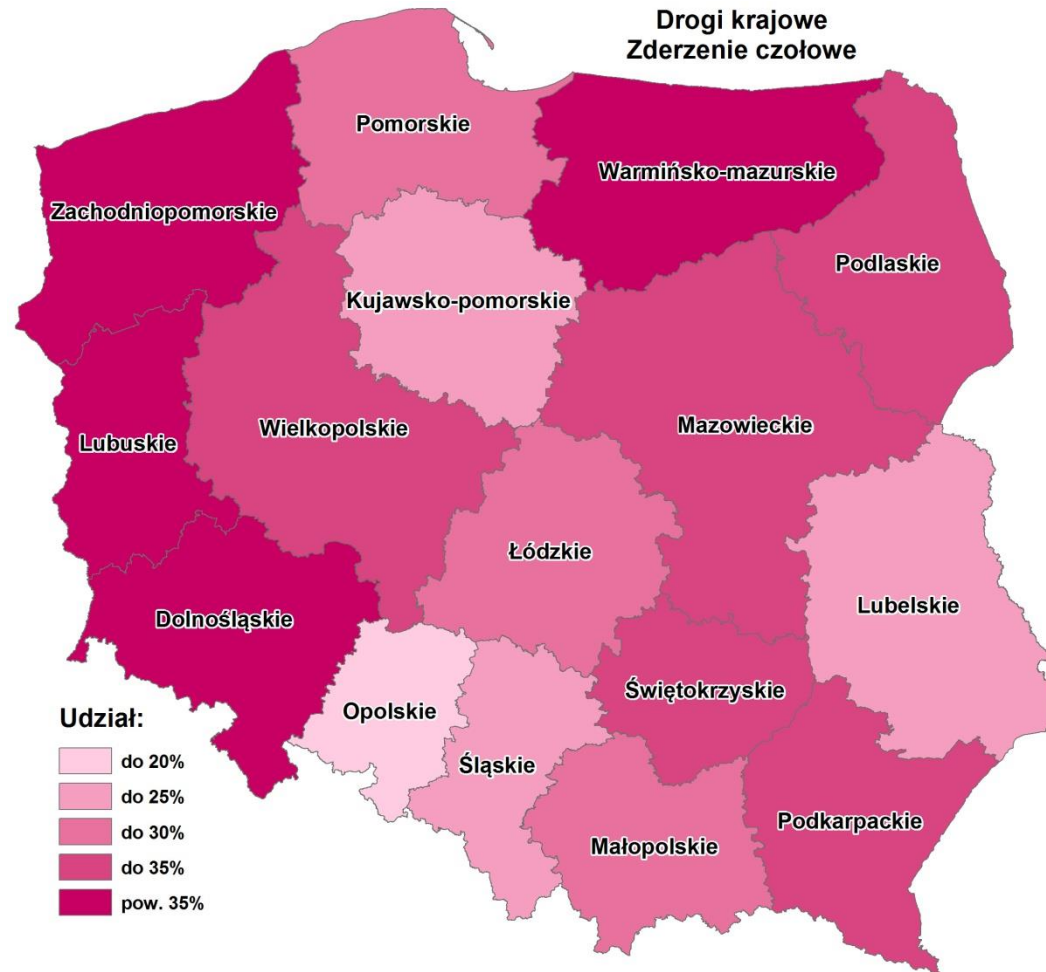
Wypadki związane ze zderzeniami czołowymi

Zdarzenia czołowe z podziałem na obszar





Udział procentowy ofiar śmiertelnych w zderzeniach czołowych wg województw

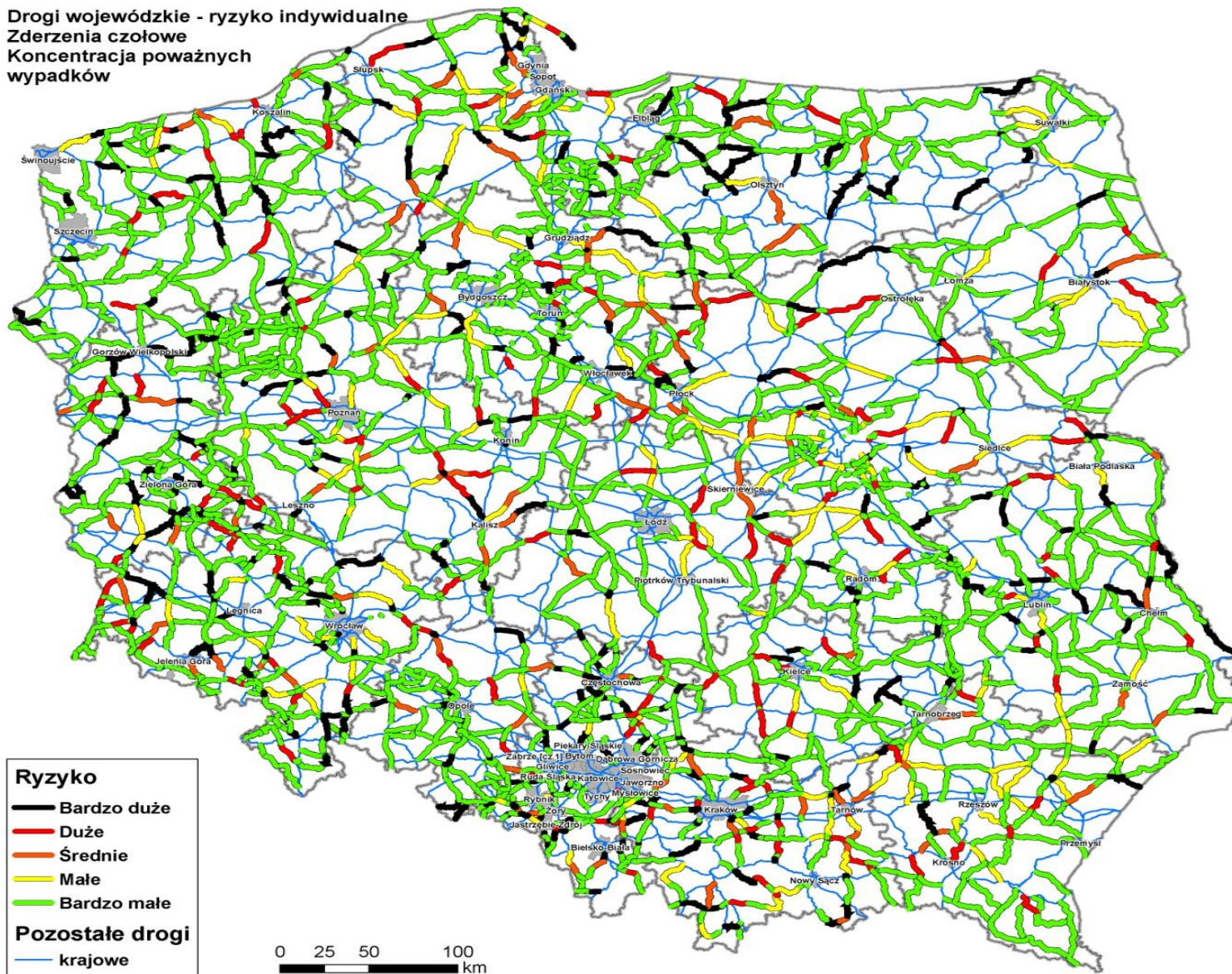




Drogi wojewódzkie

Zderzenia czołowe – ryzyko indywidualne

Drogi wojewódzkie - ryzyko indywidualne
Zderzenia czołowe
Koncentracja poważnych wypadków

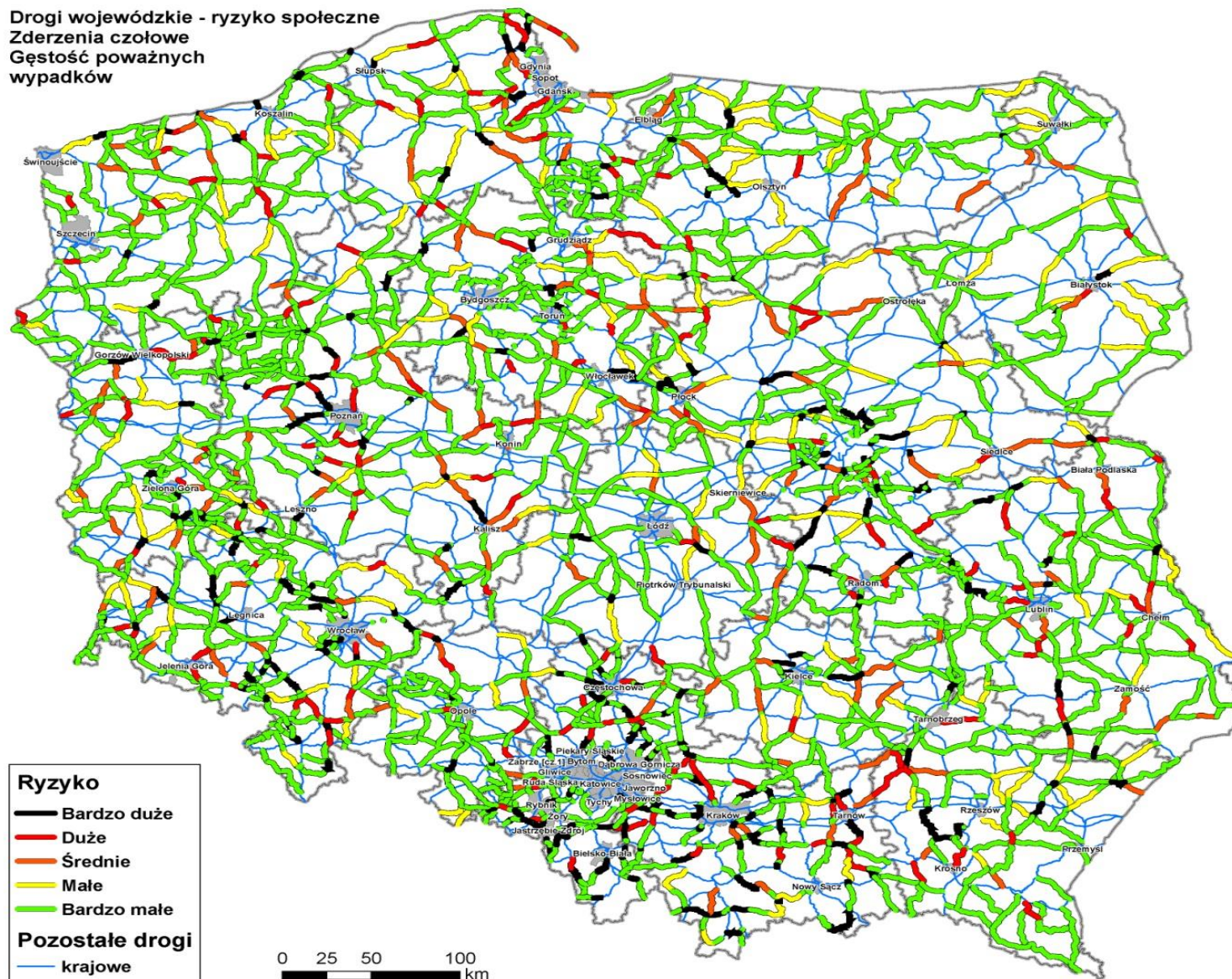




Drogi wojewódzkie

Zderzenia czołowe – ryzyko społeczne

Drogi wojewódzkie - ryzyko społeczne
Zderzenia czołowe
Gęstość poważnych wypadków





Wyzwania

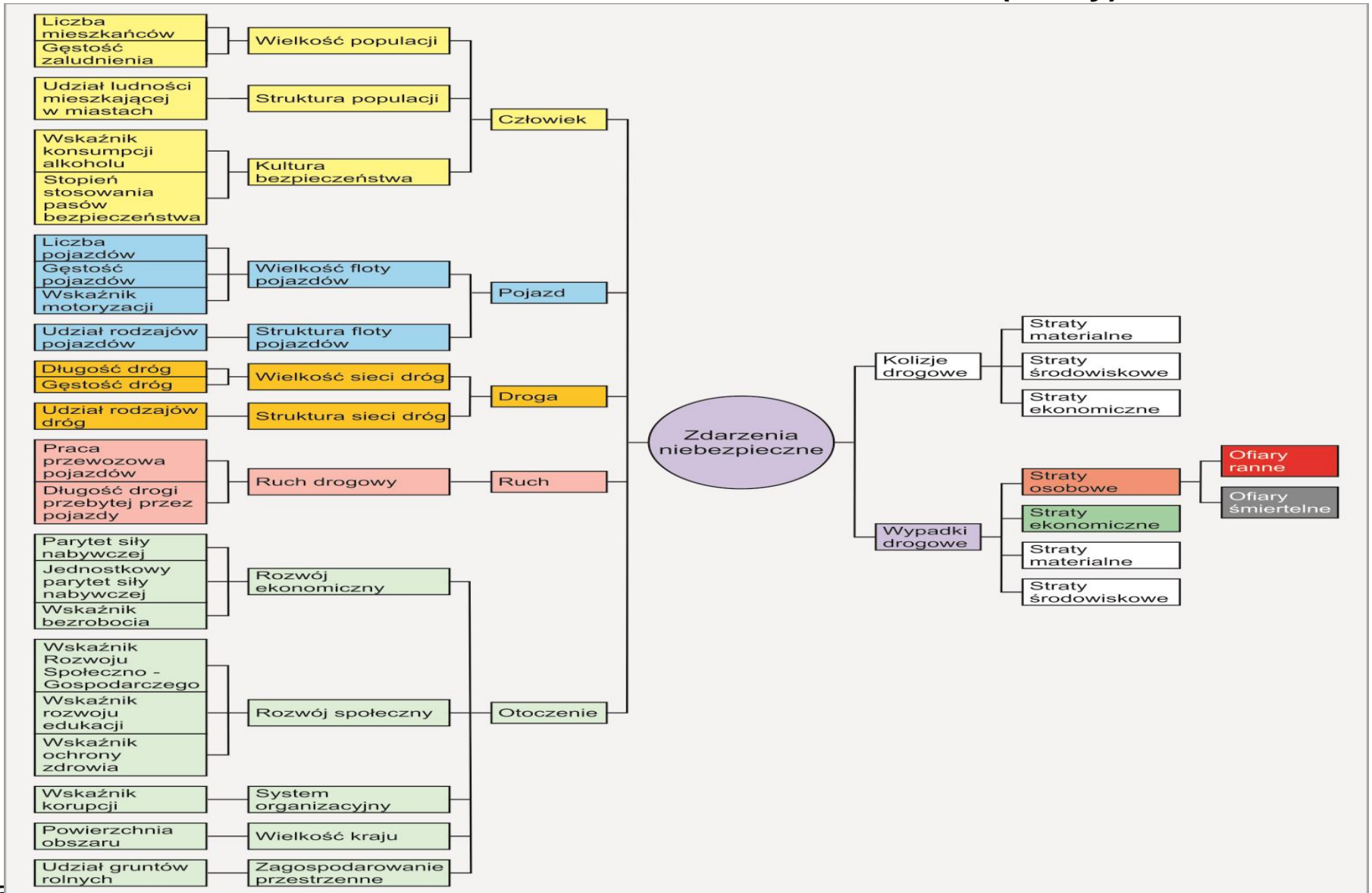
- **Istniejąca sieć drogowa w wielu przypadkach nie odpowiada wymaganym standardom bezpieczeństwa**
- **Wysoka ciężkość wypadków drogowych, głównie związanych z wypadnięciami z jezdni (16% wszystkich wypadków i 23% wszystkich ofiar śmiertelnych) oraz zderzeniami czołowymi (10% wszystkich wypadków i 17% wszystkich ofiar śmiertelnych)**
- **Otoczenie dróg, szczególnie na drogach samorządowych z licznymi źródłami zagrożeń – ciężkość wypadków związanych z wypadnięciem**
- **Odcinki dróg z ograniczoną widocznością i brakiem możliwości bezpiecznego wyprzedzania oraz niebezpieczne przekroje z szerokimi poboczami utwardzonymi – ciężkość wypadków związanych ze zderzeniami czołowymi**



METODA ZARZĄDZANIA RYZYKIEM

Przyczyny (źródła zagrożeń)

Skutki (straty)



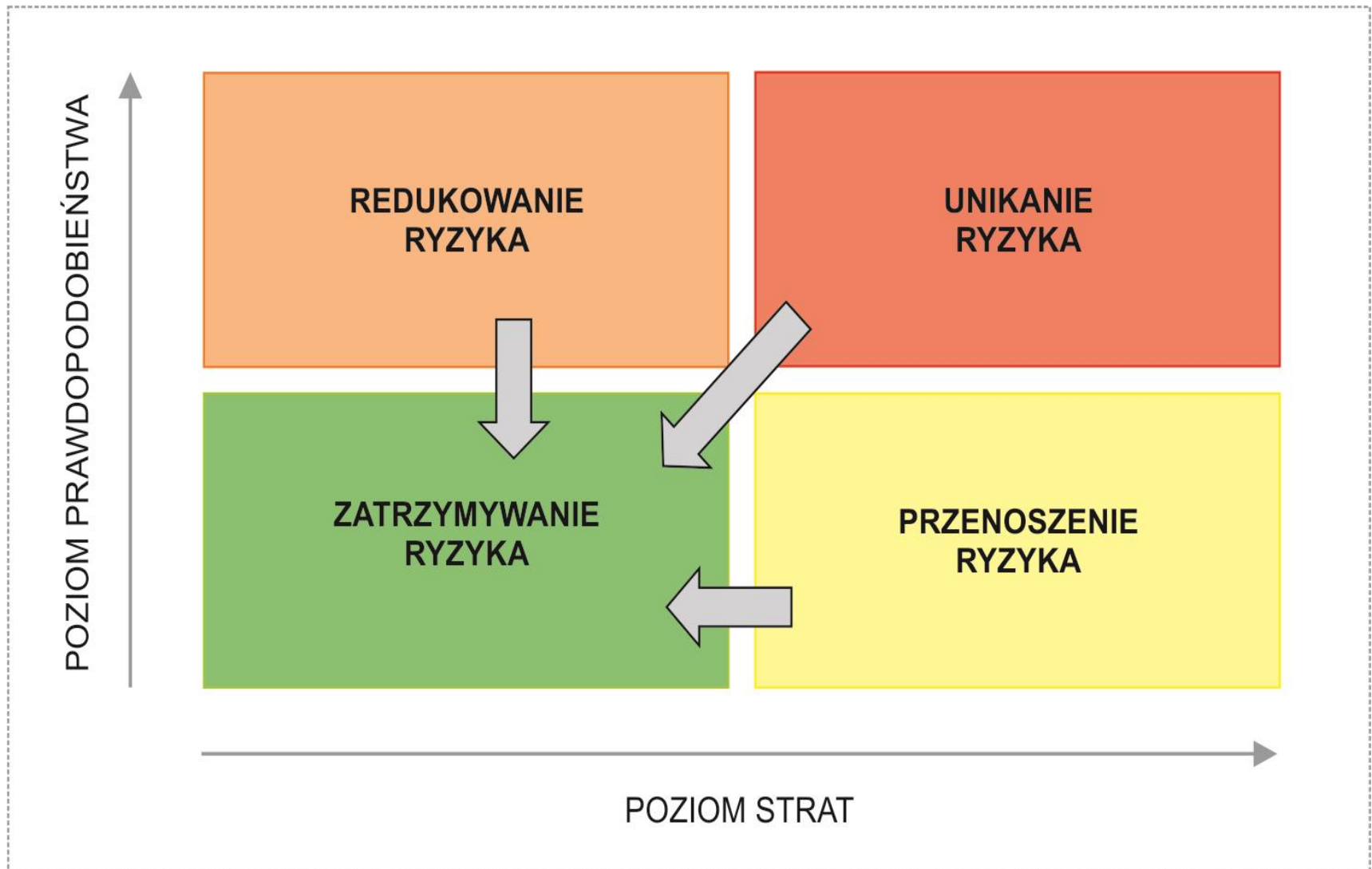


Przykłady zagrożeń - otoczenie





Postępowanie wobec ryzyka





Planowanie i projektowanie dróg

Ryzyko społeczne =

Narażenie

x

Częstość wypadków

x

Konsekwencje

Czynniki ryzyka

- Ludność
- Ruchliwość
- Praca przewozowa

- Natężenie
- Zachowania uczestników ruchu
- Pojazd
- Droga i otoczenie

- Prędkość
- Twarde otoczenie drogi
- Działanie służb ratowniczych

Tunele

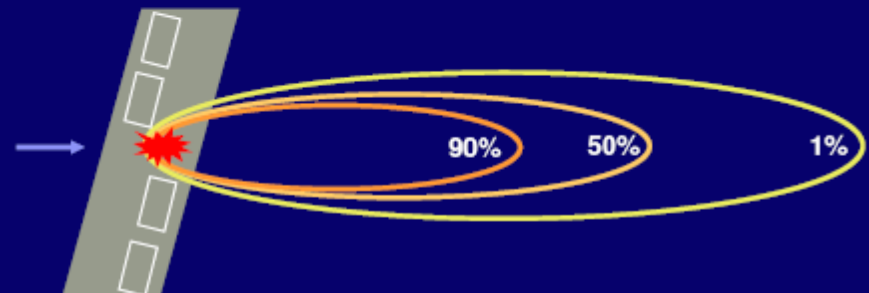


anges

- Tunnels



- Open air





Proponowane działania w tunelach

Zmniejszenie prawdopodobieństwo wypadku:

- projektowanie i eksploatacja tunelu: przekrój poprzeczny, widoczność, parametry geometryczne, oświetlenie, nawierzchnia drogi (czepność),
- pojazdy i ruch drogowy: limit prędkości, zakaz wyprzedzania, konwoje (odległość między pojazdami), kontrola pojazdów,



Proponowane działania w tunelach

Zmniejszenie konsekwencje wypadku:

- przekazywanie informacji do operatora i system ratownictwa: telewizja wewnętrzna, automatyczne wykrywanie wypadków, automatyczne wykrywanie pożarów, radio lokalne (obsługa), automatyczna identyfikacja pojazdów, telefony ratownicze,
- informacja dla użytkowników tunelu: telefony ratownicze, radio lokalne (użytkownicy tunelu), alarmy i sygnały, spikerzy,
- ewakuacja i ochrona użytkowników: wyjścia bezpieczeństwa, kontrola dymowa, oświetlenie (ratownicze), sprzęt ratowniczy, zarządzanie błędami,
- zmniejszenie ciężkości wypadków: sprzęt przeciwpożarowy, zespół ratowniczy, odprowadzenie wody, nawierzchnia drogowa, plan ratowniczy, eskortowanie,
- zmniejszenie konsekwencji w tunelu: struktura straży pożarnej, struktura służby przeciw wybuchowej.



Metody rozwiązywania problemu

Zarządzanie ryzykiem:

- Identyfikacja ryzyka
- Oszacowanie akceptowalnego poziomu
- Wybór środków zapobiegawczych
- Monitoring i nadzór

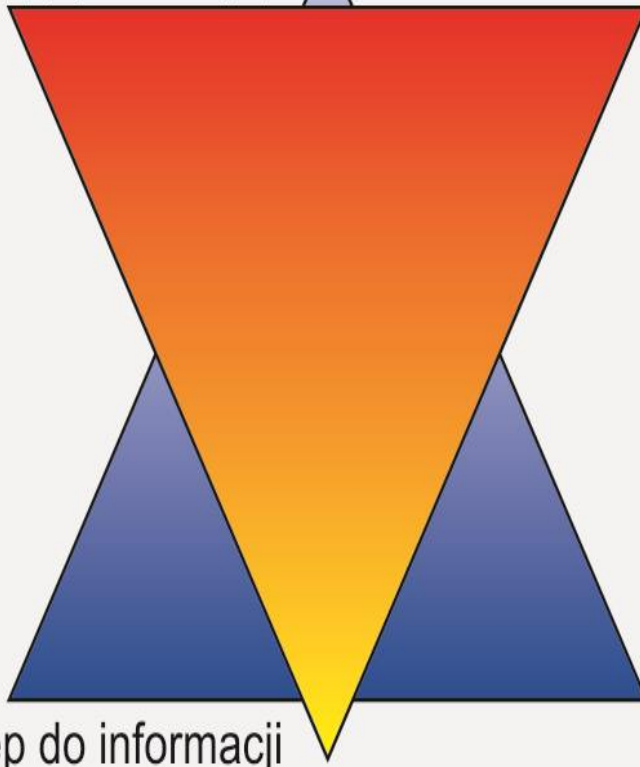
3 poziomy zarządzania:

- Strategiczny
- Taktyczny
- Operacyjny



Poziomy zarządzania ryzykiem

Wpływ podjętych decyzji



Dostęp do informacji

Poziom podejmowania decyzji

Poziom strategiczny

Poziom taktyczny

Poziom operacyjny



Poziom strategiczny

Programy bezpieczeństwa:

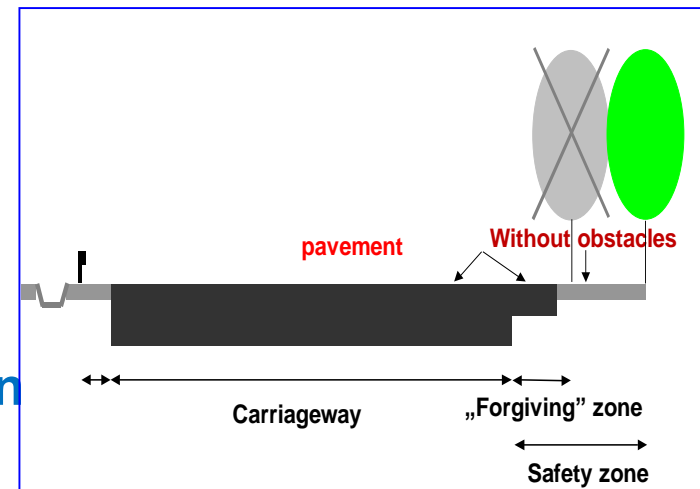
- Narodowy Program BRD 2013-2020
- Wyzwania dla służb drogowych zapisane w Programie

Filar - bezpieczne drogi

- Priorytet – wdrożenie standardów brd
- Działanie – modernizacja wynikająca z potrzeb brd

- Wyzwania dla służb ratowniczych zapisane w Programie

- Filar - ratownictwo i opieka powypadkowa
- Priorytet – integracja i rozwój Krajowego Systemu Ratownictwa
- Działanie – rozwój nowoczesnych systemów łączności i lokalizacji usprawniających system ratownictwa, **wdrażanie środków ITS** w systemie zarządzanie ruchem drogowym





Poziom taktyczny

- ▶ Utrzymanie pojazdów na pasie ruchu
- ▶ Poprawa widoczności, czytelności i jednolitości dróg
- ▶ Redukcja wypadków związanych z wypadnięciem pojazdu z pasa ruchu lub z drogi
- ▶ Kształtowanie bezpiecznego otoczenia
- ▶ Eliminacja lub zabezpieczenie niebezpiecznych obiektów





Względne wskaźniki ryzyka WWR dla wybranych środków zmniejszających ryzyko zderzeń czołowych

Środki	Prędkość [km/h]					
	120	110	100	90	80	70
Bariery	1	1	1	1	1	1
Pas dzielący: 10,0 m	1	1	1	1	1	1
Pas dzielący: 4,0 -	3	3	3	3	2	1
Pas dzielący: 1,0 - 4,0 m	19	15	10	7	4	1
Pas dzielący - z przeszkodami	34	25	16	7	5	1
Pas dzielący: - malowany	41	30	19	8	6	1
Podwójna ciągła linia	46	33	21	8	6	1
Pojedyncza ciągła linia	48	35	22	9	7	1



Poziom operacyjny

Interwencje i działania:

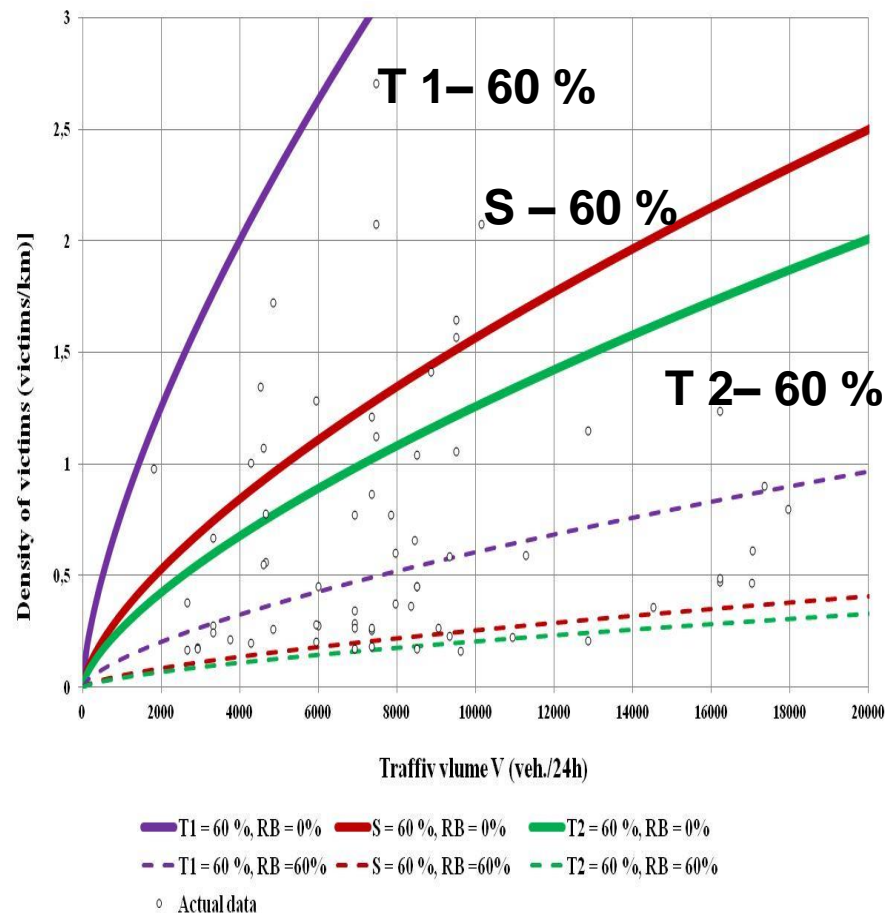
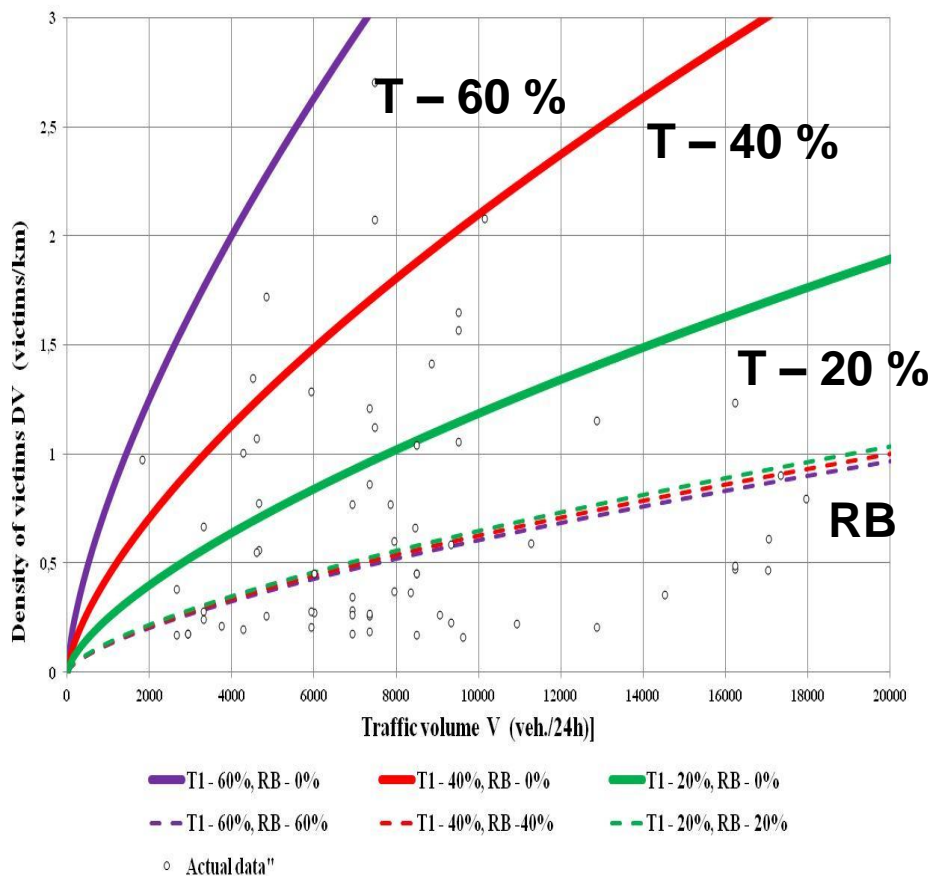
- Inspekcja brd – systematyczne wykrywanie mankamentów
- Poprawa widoczności
- Zarządzanie prędkością – limity, uspokojenie ruchu
- Specjalne oznakowanie
- Urządzenia ochronne
- Nowe przekroje





Badania naukowe

Otoczenie drogi – gęstość ofiar wypadków



T1 – drzewa < 3,5 m

T2 – drzewa > 3,5 m

S - skarpy

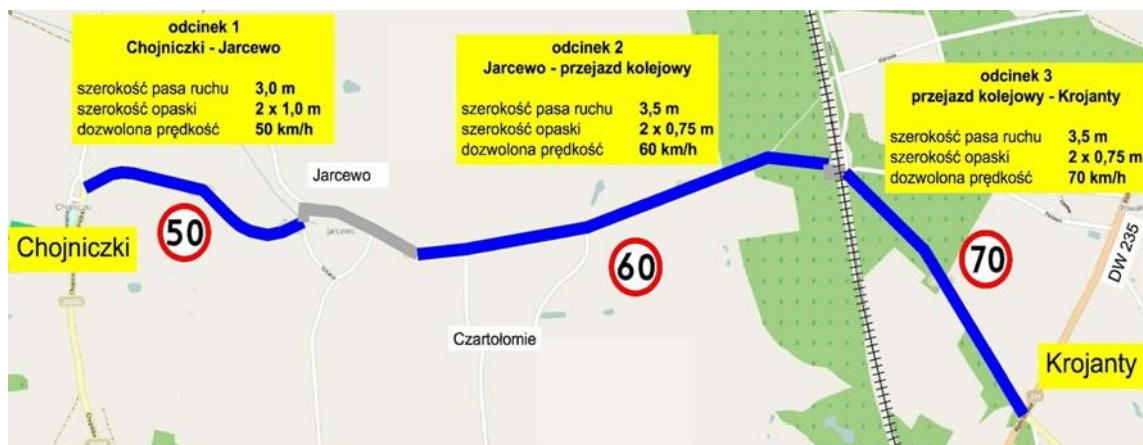
RB – bariery drogowe



BADANIA NAUKOWE

Projekt pilotażowy

Przekrój „2 – 1”



Długość – 5,3 km
Natężenie ruchu 600 – 700 poj./24h
Natężenie rowerów 70 – 90 rowerów /24h
Średnia prędkość 61 – 74 km/h
Szerokość jezdni – 5,0 m
Szerokość pasa – 3,5 m

Wpływ czasu i warunków eksploatacyjnych na trwałość i funkcjonalność elementów bezpieczeństwa ruchu drogowego; Projekt RID – 3B

Celem projektu: Głównym celem praktycznym projektu jest opracowanie innowacyjnej i kompleksowej metodyki zarządzania drogowymi środkami brd (obejmujących urządzenia brd i środki organizacji ruchu) z uwzględnieniem wpływu czasu i warunków eksploatacyjnych.

Jedną z części projektu jest: **określenie wpływu rodzaju zdarzenia niebezpiecznego i czasu usuwania szkód (akcji ratowniczej) na straty ponoszone przez użytkowników drogi.**

W tym celu na podstawie obserwacji terenowych i eksploracji baz danych będą określone rozkłady intensywności i wielkości szkód spowodowanych uderzeniami pojazdów w urządzenia brd różnych rodzajów.

Następnie dla wybranych (typowych) scenariuszy zakłóceń w ruchu (brak przejezdności, ograniczenia przepustowości) przeprowadzone będą badania symulacyjne pozwalające na określenie strat ponoszonych przez uczestników ruchu drogowego w czasie usuwania szkód związanych z tym zdarzeniem. Wykorzystane do tego zostaną pakiety programów VISUM, SATURN, VISSIM.

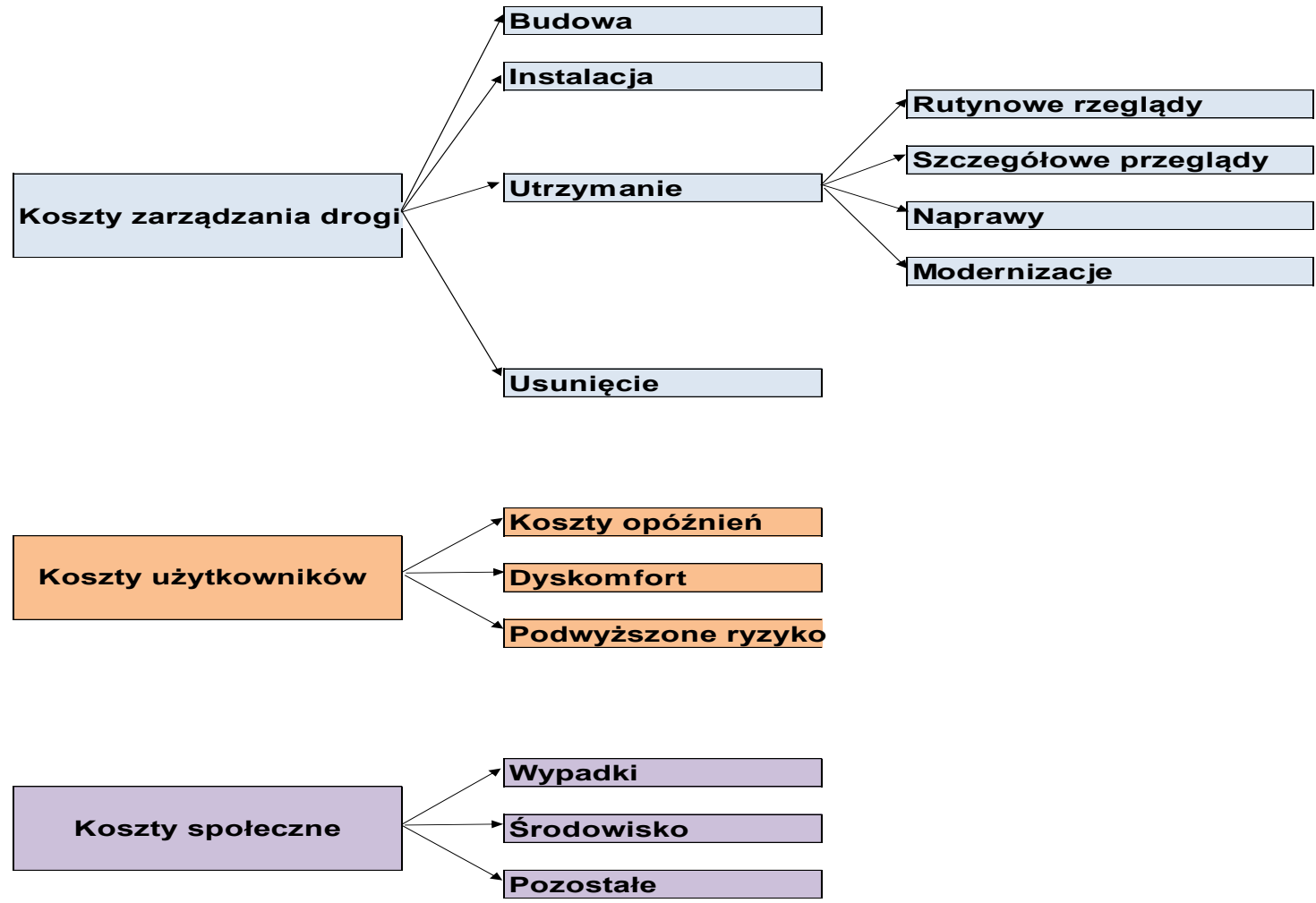


Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju



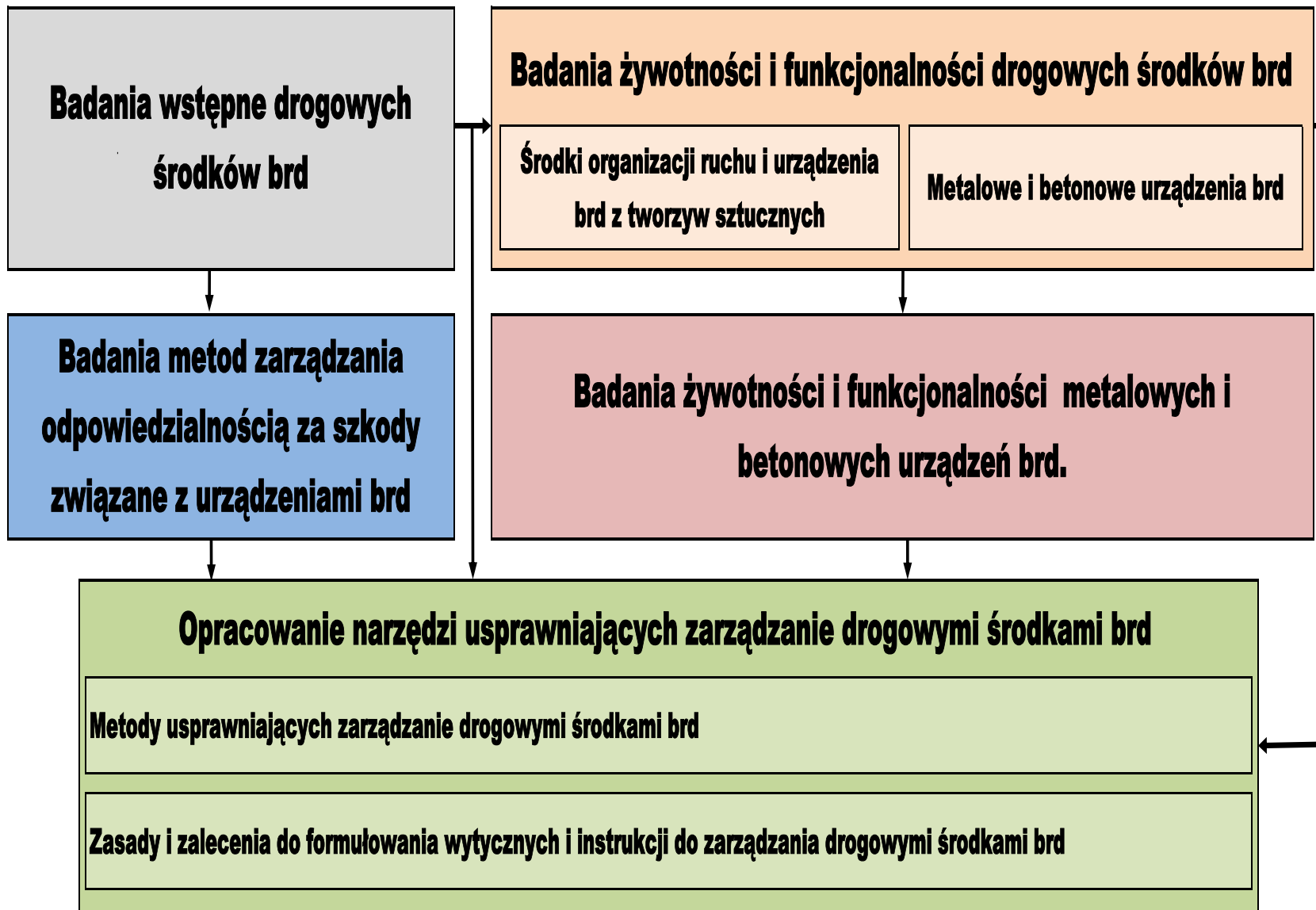


Składowe kosztów życia obiektu (urządzenia brd)



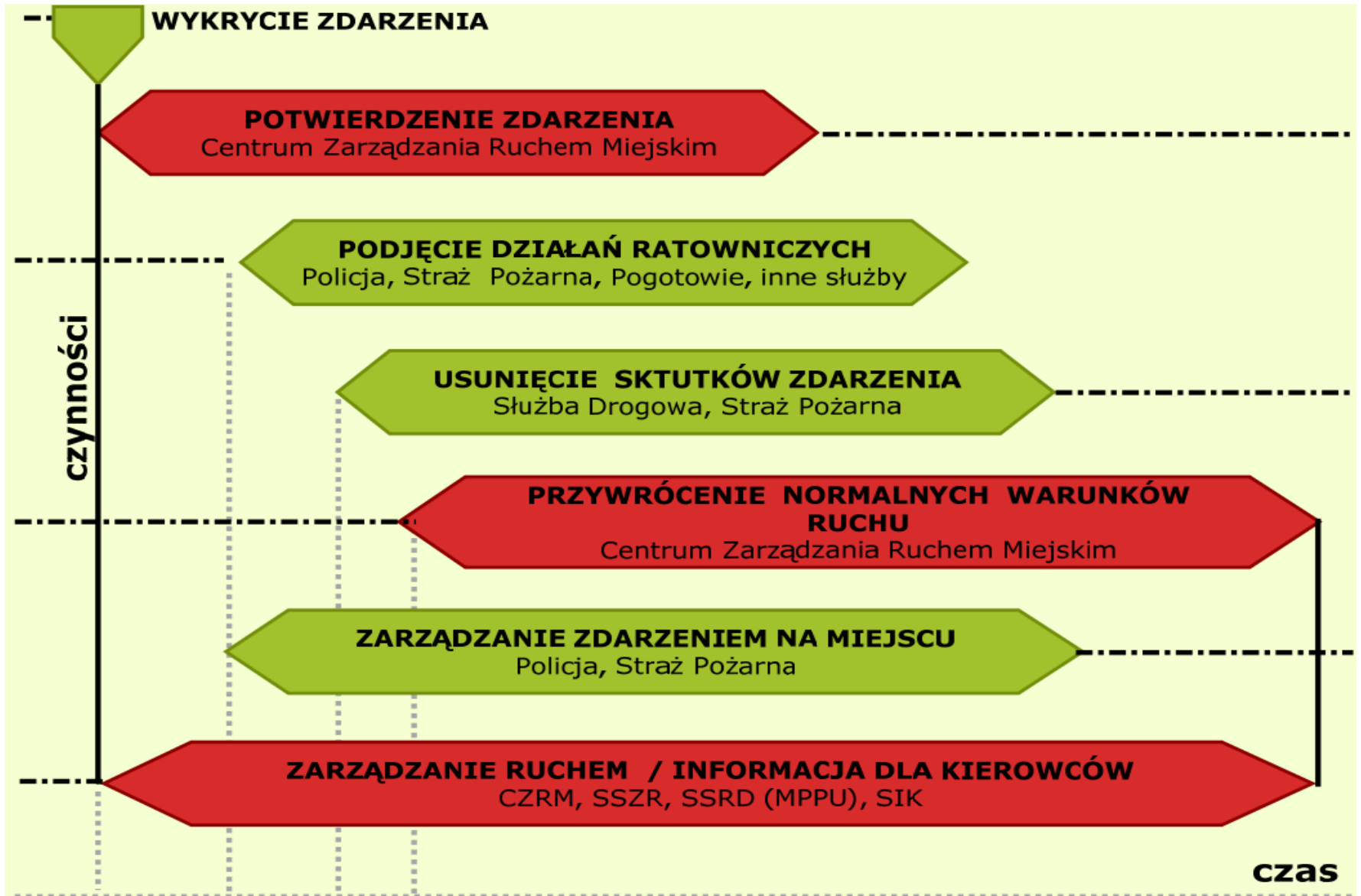


Schemat realizacji projektów RID – 3B





Schemat przewidywanych działań w ramach systemu zarządzania zdarzeniami drogowymi



Wpływ stosowania usług Inteligentnych Systemów Transportowych na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego; Projekt RID - 4D

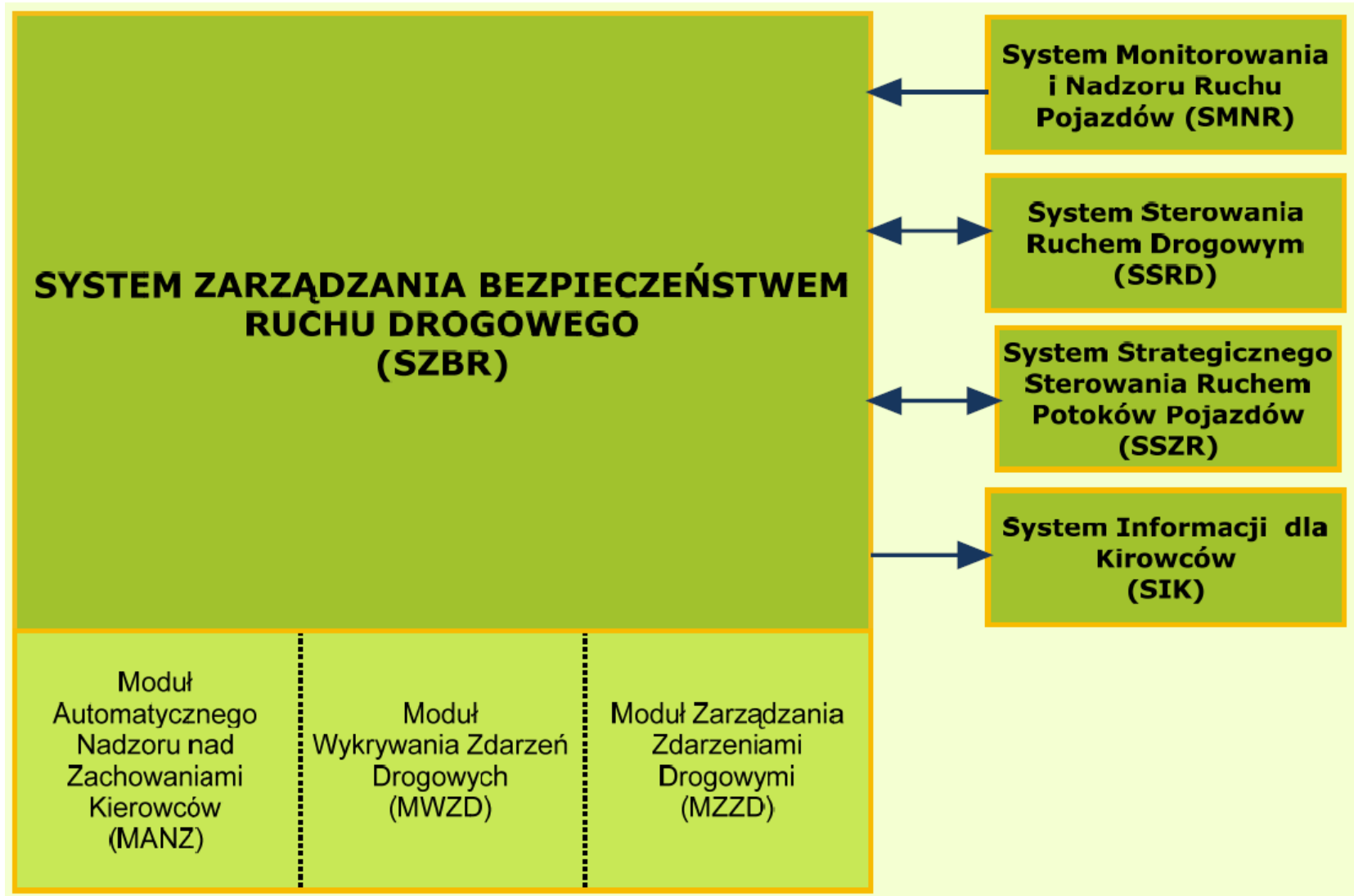
Głównym celem projektu jest ocena wpływu projektowanych rozwiązań Inteligentnych Systemów Transportowych na bezpieczeństwo ruchu drogowego, w szczególności w kontekście realizacji Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem

Na podstawie opracowanej wzorcowej systematyki usług ITS oraz katalogu usług o największym znaczeniu dla BRD i efektywności ruchu, zostaną określone wskaźniki umożliwiające ocenę wpływu projektowanych rozwiązań ITS na BRD. Wpływ usług będzie określany przy użyciu wysokiej klasy symulatorów jazdy i oprogramowania symulacyjnego Visum/Saturn/Vissim z uwzględnieniem modeli BRD.

Jednym z modułów badawczych będzie struktura (funkcjonalna, logiczna i fizyczna) będzie Systemu Zarządzania Zdarzeniami Drogowymi (współpraca zarządcy drogi i służb ratowniczych, integracja proceduralna i sprzętowa).

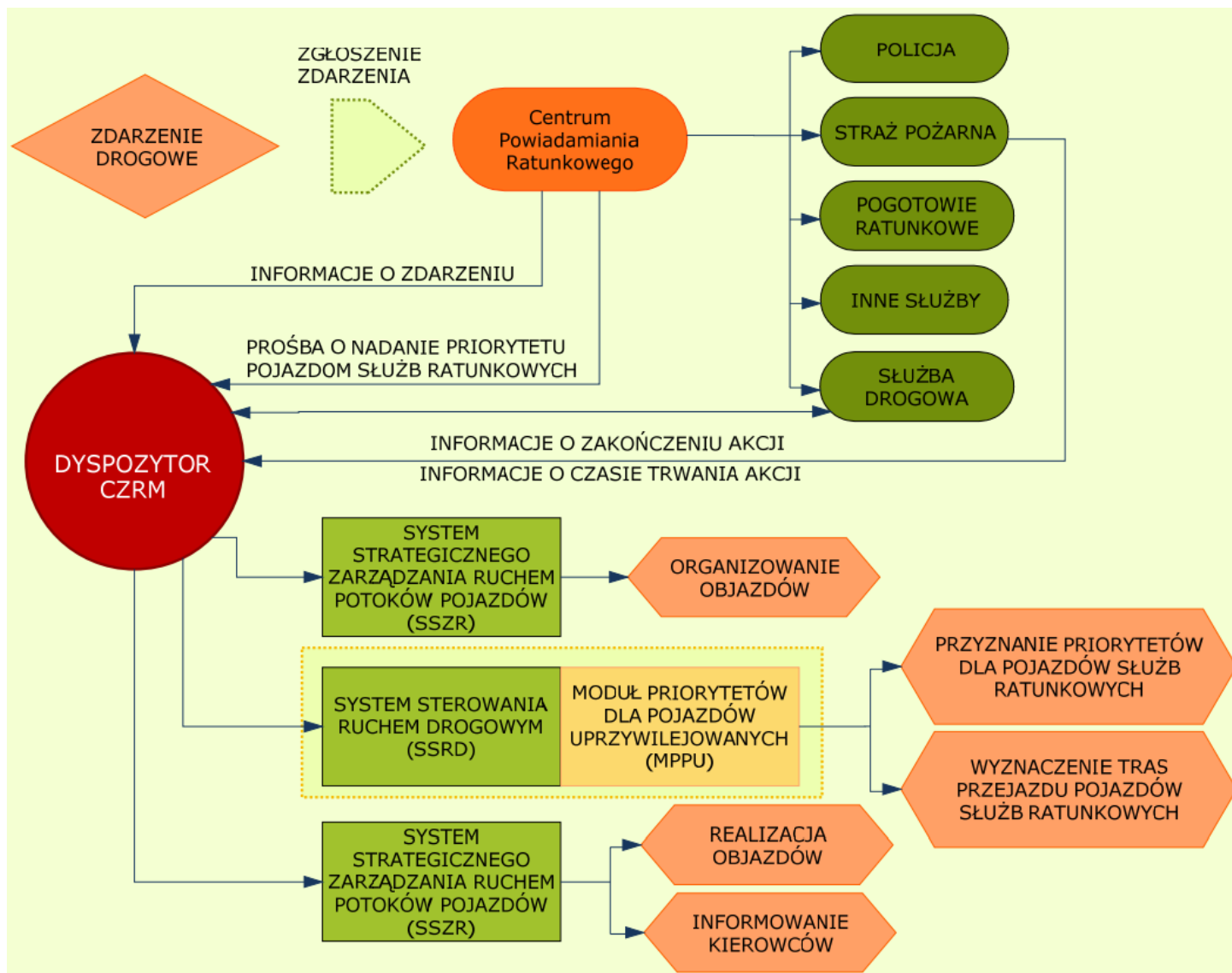


Moduł Systemu TRISTAR



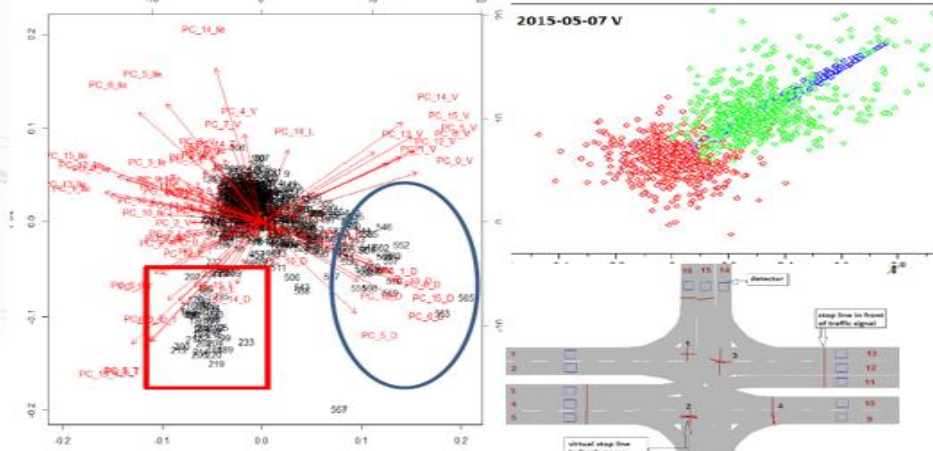
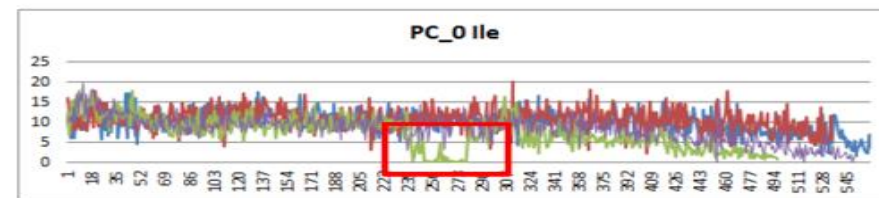
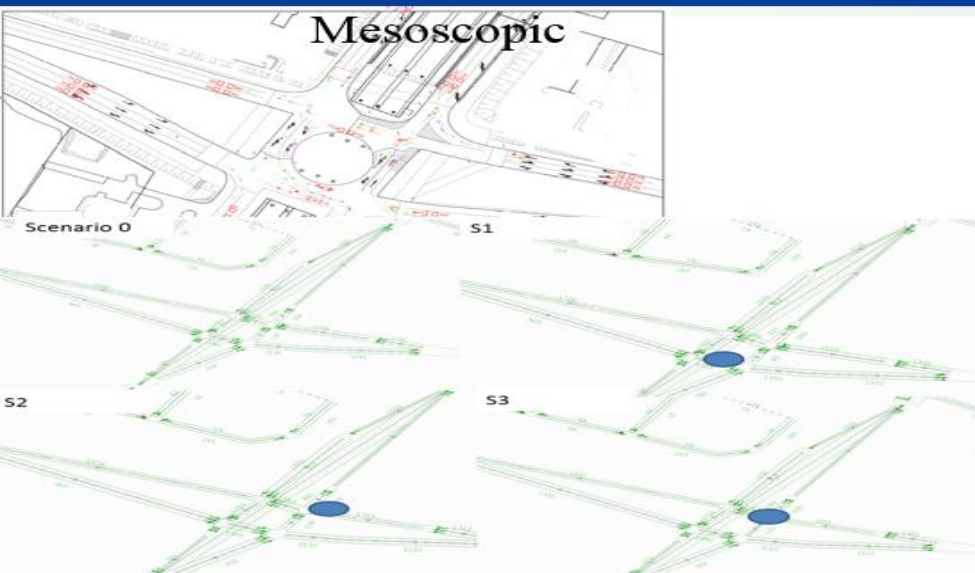


Schemat struktury logicznej Modułu Zarządzania Zdarzeniami Drogowymi w systemie TRISTAR





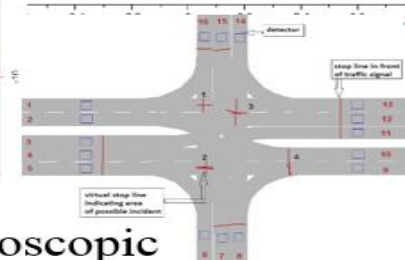
Automatic Incident Detection



Populudniowy - Kwiatkowskiego-Morska	WARIANT 0	WARIANT 1s1	WARIANT 1s2	WARIANT 1s3	WARIANT 2s1	WARIANT 2s2	WARIANT 2s3
Sumaryczny czas podróży w sieć	6267,6	6964,3	6723,6	6117	6051,8	5975,1	6282,1
Praca przewozowa	240353,2	237671,2	236521,4	261910	241132	241987,3	239395,9
Srednia prędkość	38,3	35,7	35,7	39,4	39,8	40,5	38,1
Liczba zatrzymań	226373,9	202603,9	230590,4	222081,9	223235,2	221407,5	223935,7
Zużycie paliwa	22163,5	22425,5	22648,7	22059,6	21981,7	21915	22226,4
Emisja tlenku węgla (CO)	2093,87	2154,59	2186,39	2070,83	2051,93	2034,64	2099,79
Emisja dwutlenku węgla (CO2)	22172,8	22439,11	22662,21	22064,32	21989,26	21921,28	22234,6
Emisja tlenków azotu (Nox)	532,71	527,47	530,36	532,9	529,94	529,5	529,6
Emisja węglowodorów (HC)	379,96	389,72	395,13	376,13	372,82	369,93	380,73

Wariant 0 – brak zdarzenia drogowego
 Wariant 1 – wystąpienie zdarzenia (wg. scenariusza), brak modułu zarządzania incydentami
 Wariant 2 – wystąpienie zdarzenia (wg. scenariusza), istnieje moduł wykrywania zdarzeń i informacji

Microscopic





Niezbędne dane wejściowe do modeli ruchu

- **Czas dojazdu do miejsca zdarzenia**
- **Czas likwidacji zdarzenia (do przywrócenia płynności ruchu)**
- **Rodzaj zdarzenia (w tym liczba ofiar)**
- **Lokalizacja zdarzenia (droga / kilometrąż)**
- **Uszkodzenia urządzeń BRD**

- Uzyskane dane:
 - **Komenda Wojewódzka PSP w Gdańsku**

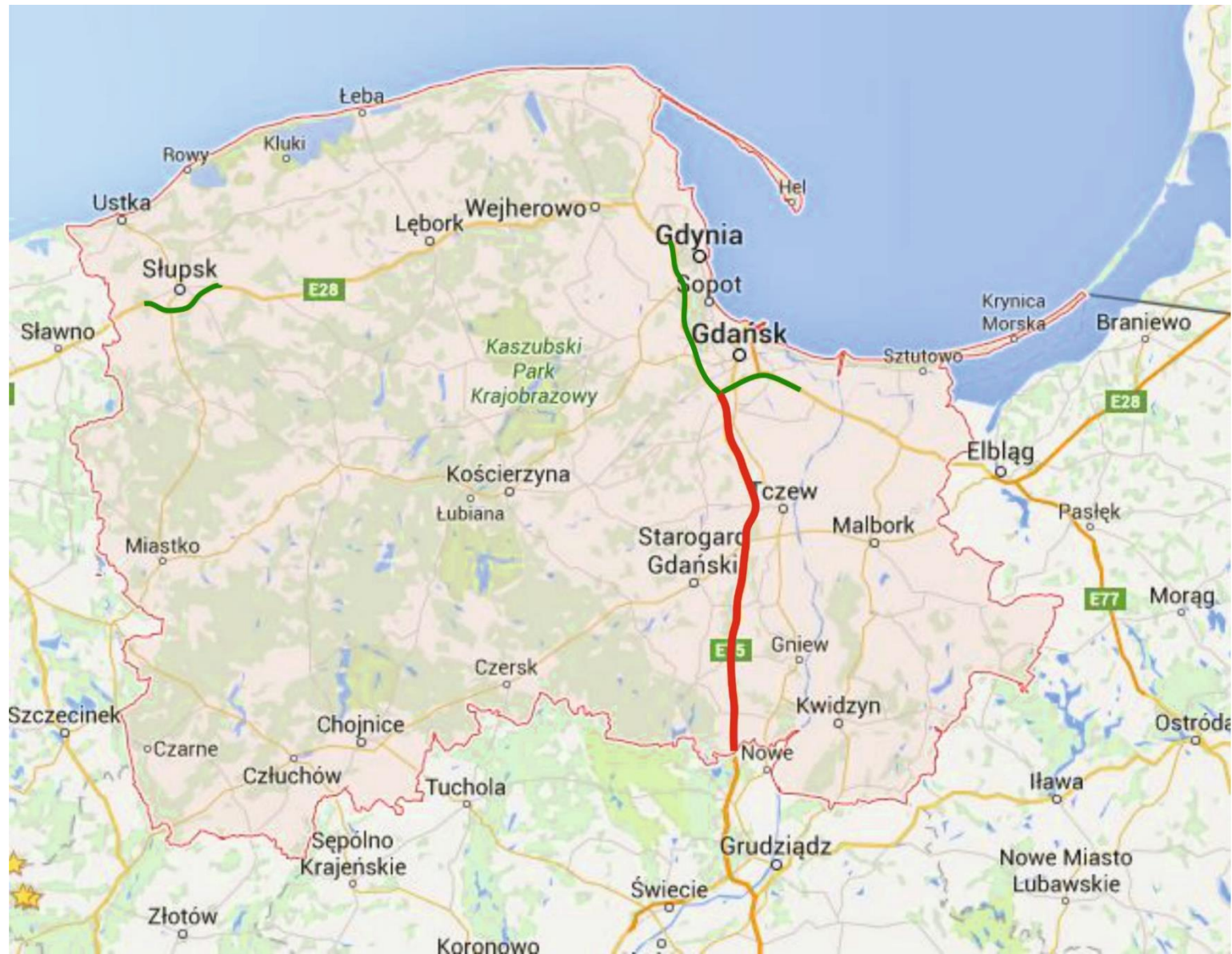


Koszty zdarzenia

- **Ofiary ranne, ciężko ranne, śmiertelne**
- **Straty materialne**
 - **Zniszczone urządzenia brd**
 - **Zniszczone elementy infrastruktury**
 - **Zniszczone pojazdy**
- **Straty czasu**
 - **Zablokowany lub zwężony przejazd**
 - **Straty związane z objazdem**
 - **Czasochłonne przywracanie płynności ruchu**

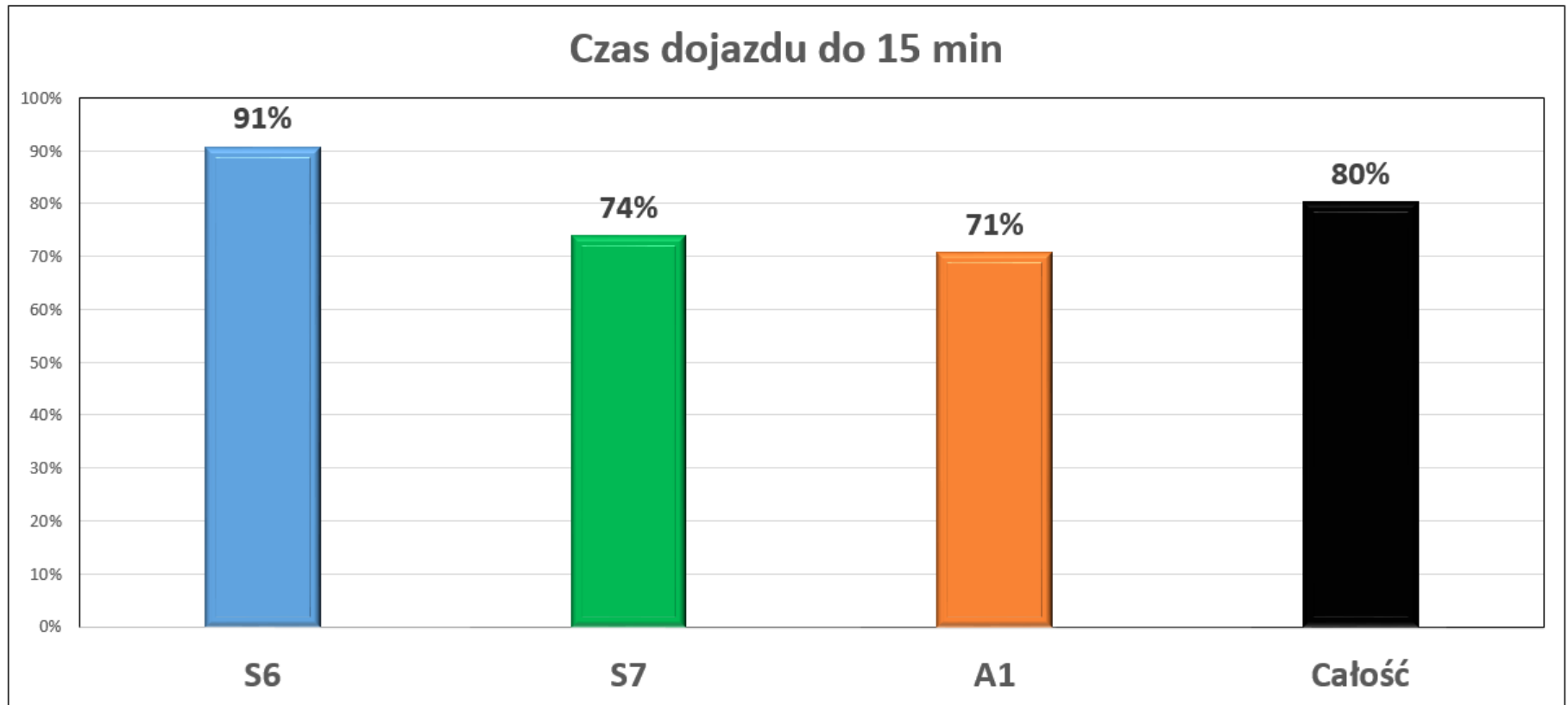


Zakres obszarowy analizowanych danych





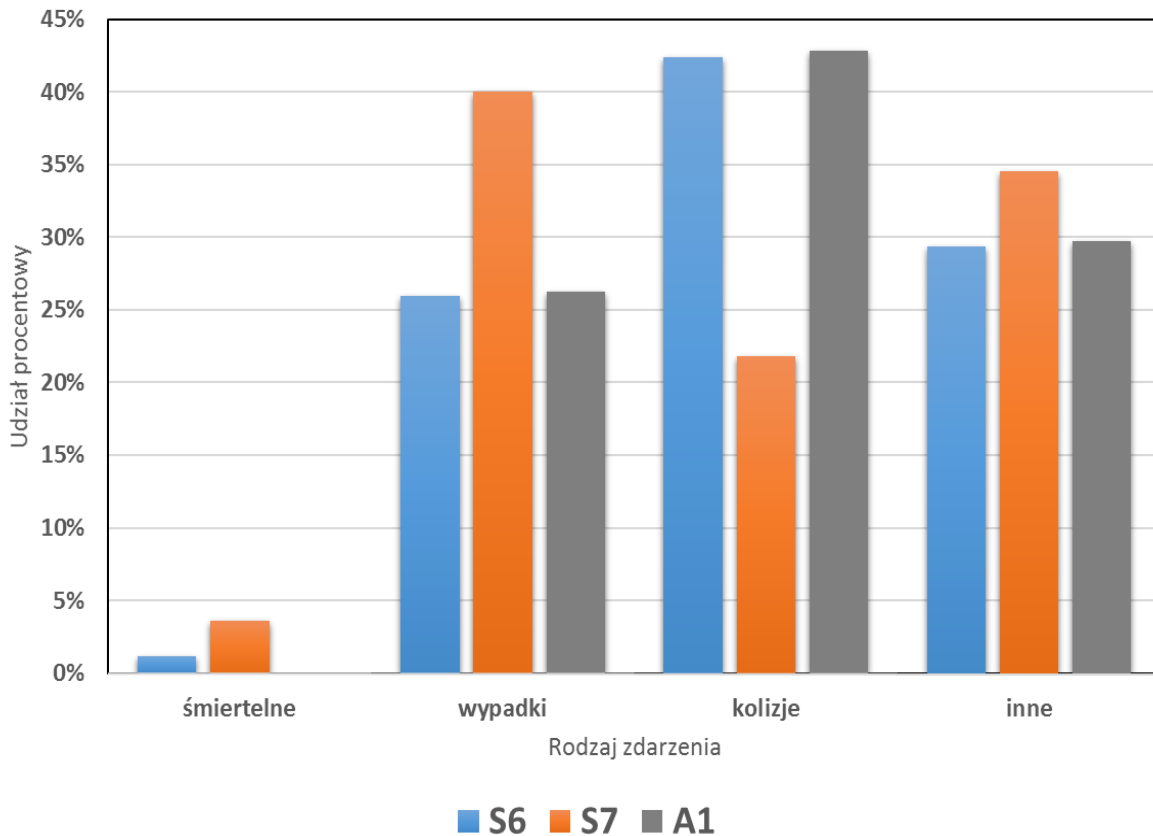
Czas dojazdu do miejsca zdarzenia krótszy niż 15 minut od otrzymania zgłoszenia





Rodzaje zdarzeń drogowych

Rodzaje zdarzeń drogowych - udział procentowy

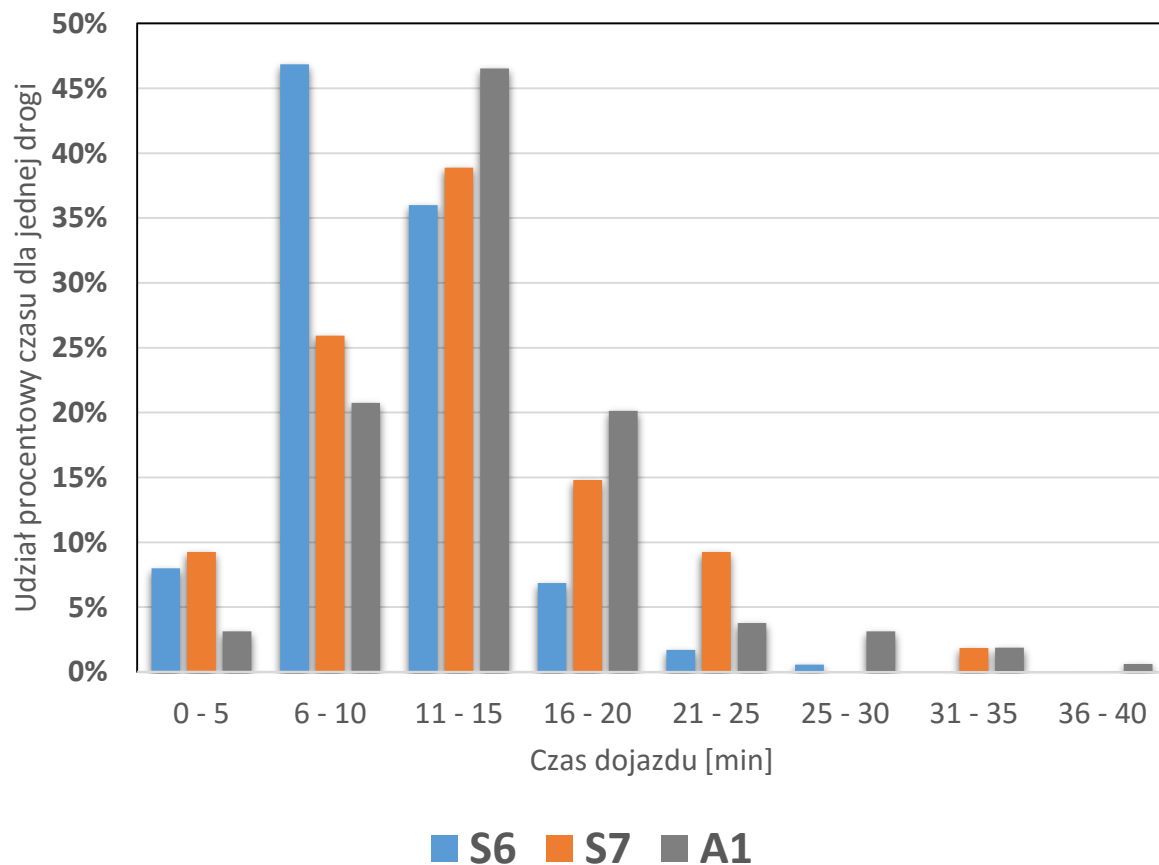


	S6	S7	A1
śmiertelne	2	2	0
wypadki	46	22	46
kolizje	75	12	75
inne	54	19	54
SUMA	177	55	175



Czas dojazdu do miejsca zdarzenia

Czas dojazdu do miejsca zdarzenia - udział procentowy

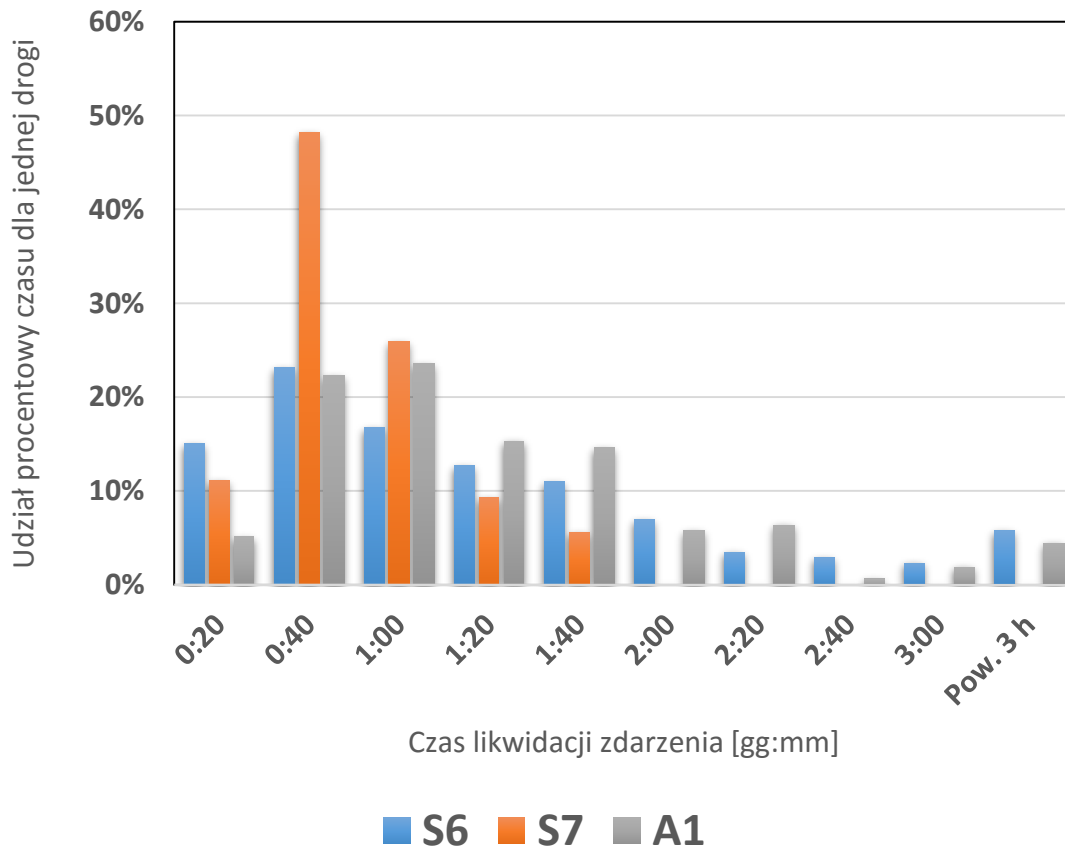


	S6	S7	A1
0 - 5	14	5	5
6 - 10	82	14	33
11 - 15	63	21	74
16 - 20	12	8	32
21 - 25	3	5	6
25 - 30	1	0	5
31 - 35	0	1	3
36 - 40	0	0	1
SUMA	175	54	159



Czas likwidacji zdarzenia

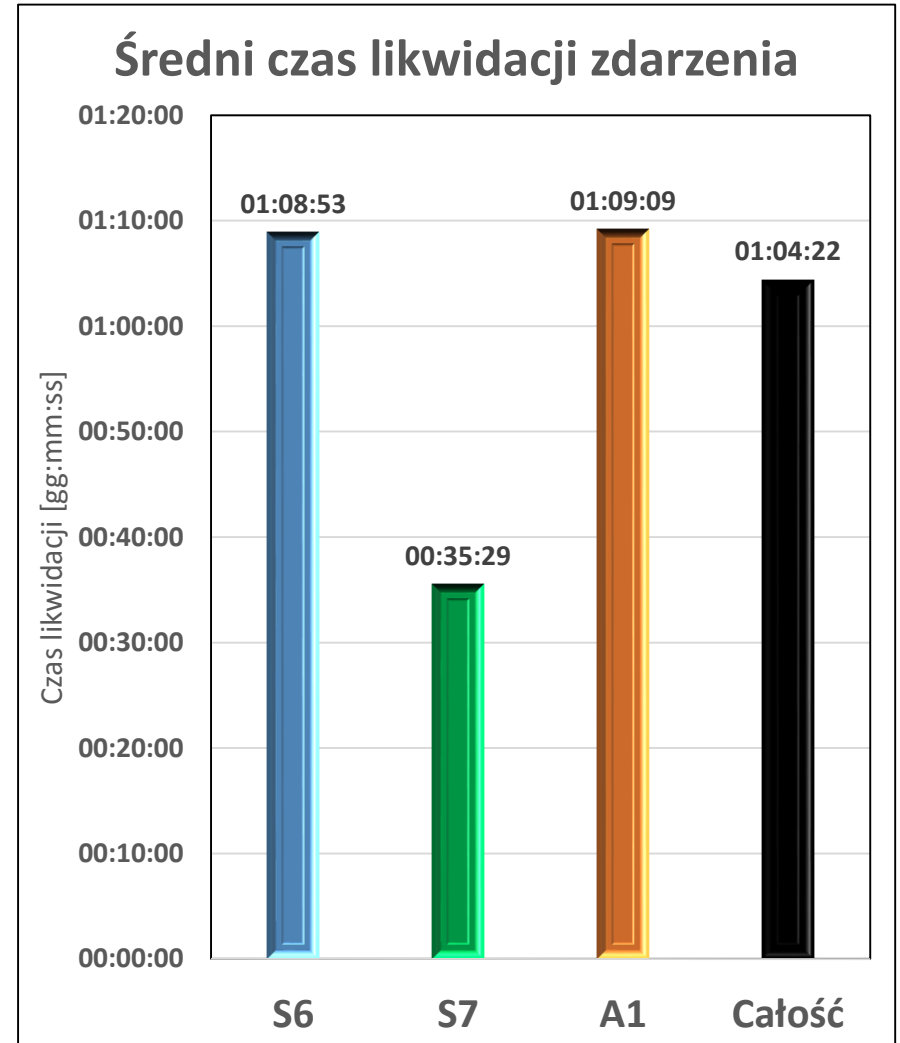
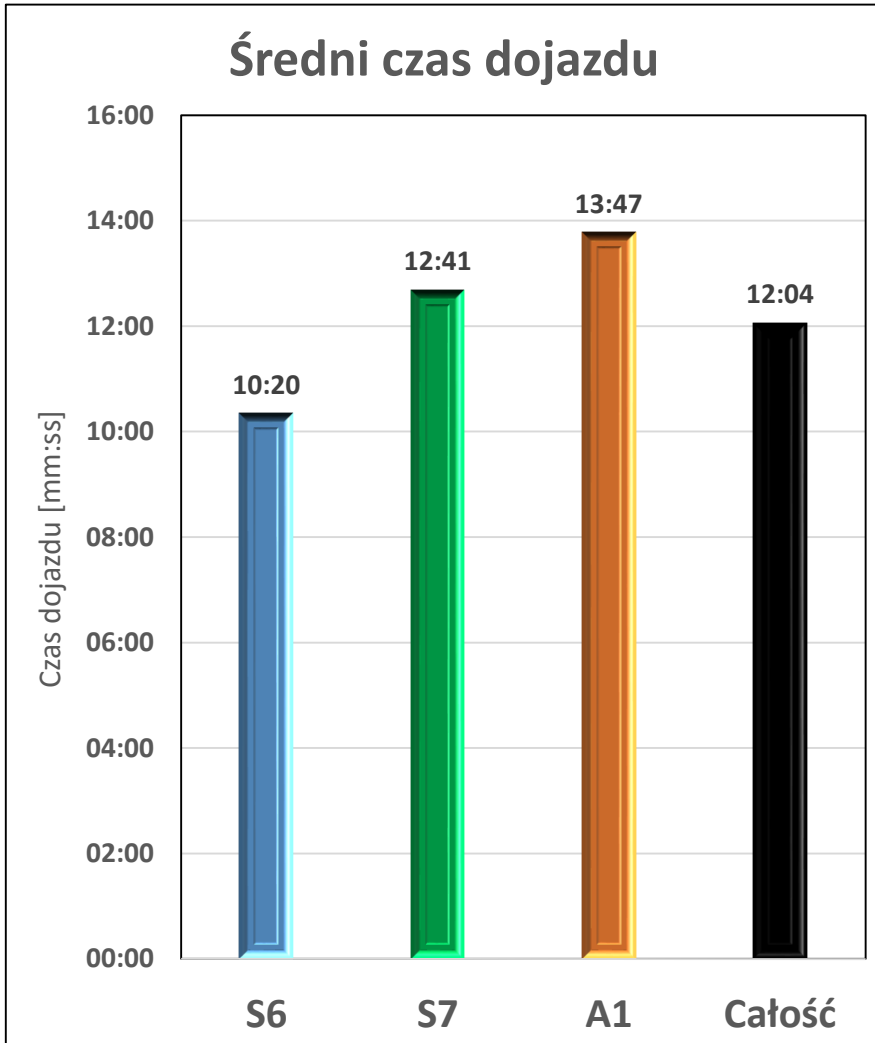
Czas likwidacji zdarzenia - udział procentowy



	S6	S7	A1
0:00 - 0:20	26	6	8
0:20 - 0:40	40	26	35
0:40 - 1:00	29	14	37
1:00 - 1:20	22	5	24
1:20 - 1:40	19	3	23
1:40 - 2:00	12	0	9
2:00 - 2:20	6	0	10
2:20 - 2:40	5	0	1
2:40 - 3:00	4	0	3
Pow. 3 h	10	0	7
SUMA	173	54	157

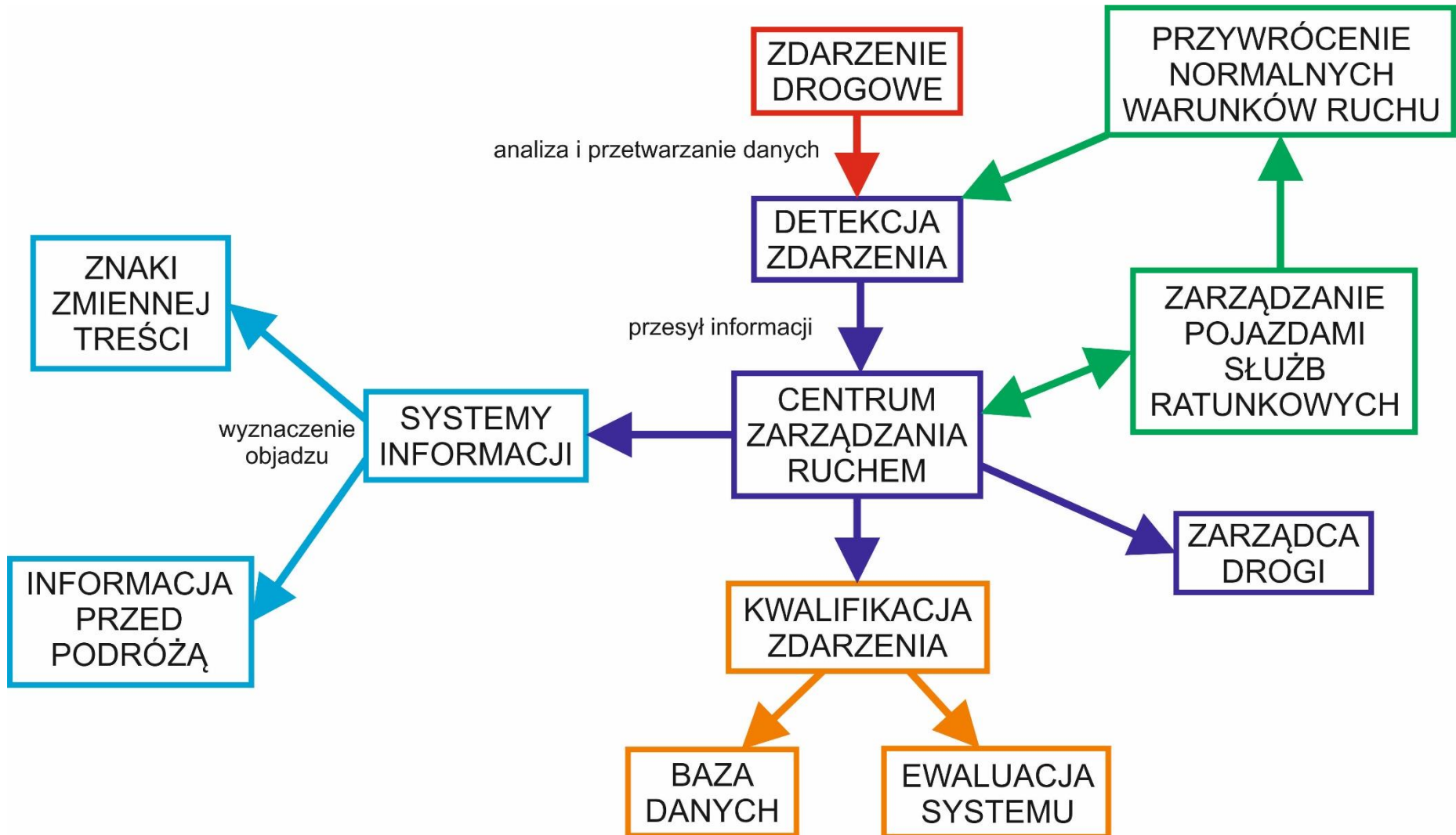


Porównanie





Architektura systemu





Wnioski

- **Środki zapobiegawcze:**
 - Poziom strategiczny: uwarunkowania prawne, programy brd, zarządzanie ryzykiem
 - Poziom taktyczny: identyfikacja miejsc niebezpiecznych, rozwój infrastruktury, nadzór nad ruchem
 - Poziom operacyjny: inspekcje drogowe, usuwanie lokalnych zagrożeń
- **Konieczność wdrażania nowoczesnych systemów ułatwiających wczesne wykrywanie zdarzeń drogowych.**
- **Zmniejszenie liczby zdarzeń:**
 - Badania naukowe (identyfikacja, modelowanie wpływu, ocena skuteczności)
 - Implementacja standardów bezpieczeństwa
 - Opracowanie zasad postępowania
 - Wdrożenie systemu nadzoru nad ruchem drogowym w strefach zagrożeń

Dziękuję za uwagę

kjamroz@pg.gda.pl

