

X Międzynarodowa Konferencja



Śląskie Forum
Drogownictwa

Szczyrk, 12-14.06.2024

**Metoda oceny ryzyka wystąpienia wypadków oraz
kategorii bezpieczeństwa ruchu drogowego**

**Wdrożenie nowej dyrektywy w sprawie zarządzania
bezpieczeństwem infrastruktury drogowej**

dr hab. inż. Mariusz Kieć, prof.

PK



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki

Zmiany Dyrektywy 2008/96WE wprowadzone Dyrektywą 2019/1936

Dzienniki UE

Dz.U.UE.L.2019.305.1 | Akt oczekujący

Wersja od: 26 listopada 2019 r.

DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2019/1936

z dnia 23 października 2019 r.

**zmieniająca dyrektywę 2008/96/WE w sprawie zarządzania
bezpieczeństwem infrastruktury drogowej**

Zmiany/uzupełnienia:

1. Rozszerzenie zakresu obowiązywania Dyrektywy na drogi sieci TENT, autostrady i inne drogi główne
2. Objęcie także innych dróg poza obszarami miejskimi nie obsługujących przylegających do nich nieruchomości
3. **Oceny bezpieczeństwa na całej sieci dróg (co najmniej raz na 5 lat)**
4. Wprowadzenie tzw. „ukierunkowanych kontroli bezpieczeństwa ruchu”, których efektem ma być wdrażanie środków poprawy – *„Działania następcze w związku z procedurami dotyczącymi dróg w użytkowaniu”*
5. Ochrona niechronionych użytkowników dróg
6. Oznakowanie poziome i pionowe - wykrywalności takiego oznakowania dla kierowców i zautomatyzowanych systemów wspomaganie kierowcy
7. Zmiany treści załączników

Zarządzanie bezpieczeństwem dróg obejmuje:

1) Przeprowadzanie:

a) oceny wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego,

b) audytu bezpieczeństwa ruchu drogowego,

c) oceny ryzyka wystąpienia wypadków i dotkliwości ich skutków, zwaną „oceną ryzyka”

2) Sporządzanie oceny bezpieczeństwa ruchu drogowego obejmującej całą sieć dróg, zwanej „oceną bezpieczeństwa” (na podstawie „oceny ryzyka” w celu klasyfikacji sieci dróg pod względem brd)

3) Prowadzenie ukierunkowanych kontroli bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Ustawa z dnia 5 sierpnia 2022 r. „o zmianie ustawy o drogach publicznych oraz niektórych innych ustaw
(Dz. U. z 2022 r. poz. 1783)

- Art. 24ma.** 1. Zarządca drogi na drogach lub ich odcinkach, o których mowa w art. 24ga ust. 1 i 2, będących w użytkowaniu od co najmniej 3 lat, przeprowadza ocenę ryzyka, w ramach której ocenia parametry użytkowe i techniczne oraz stan techniczny dróg lub ich odcinków, a także ich wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego.
2. Ocenę ryzyka przeprowadza się co 5 lat na podstawie wizji lokalnej w terenie lub na podstawie nagrania wizualnego.
3. Z oceny ryzyka zarządca drogi sporządza sprawozdanie, na które składają się w szczególności wyniki oceny ryzyka oraz syntetyczny opis przyjętych założeń do dokonanej oceny ryzyka wraz z ich uzasadnieniem.
4. Zarządca drogi przekazuje sprawozdanie z oceny ryzyka, o którym mowa w ust. 3, do ministra właściwego do spraw transportu co 5 lat, w terminie do dnia 31 lipca danego roku kalendarzowego

Art. 24ga. 1. Przepisy niniejszego rozdziału stosuje się do:

- 1) dróg lub ich odcinków w transeuropejskiej sieci drogowej;
- 2) autostrad i dróg ekspresowych lub ich odcinków poza transeuropejską siecią drogową;
- 3) dróg krajowych lub ich odcinków, które łącznie spełniają następujące przesłanki:
 - a) przebiegają poza granicami administracyjnymi miast oraz
 - b) są budowane lub przebudowywane albo zostały wybudowane lub przebudowane, z udziałem środków pochodzących z budżetu UE;
- 4) dróg wojewódzkich lub ich odcinków, które łącznie spełniają przesłanki, o których mowa w pkt 3, oraz nie zapewniają dostępu do nieruchomości przylegających do nich za pośrednictwem zjazdu.

2. Przepisy art. 24ma–24mc stosuje się ponadto do dróg krajowych lub ich odcinków zarządzanych przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad, które:

- 1) przebiegają w granicach administracyjnych miast lub
- 2) zostały wybudowane lub przebudowane bez udziału środków pochodzących z budżetu Unii Europejskiej.

Podstawa prowadzenia „oceny ryzyka”



Network Wide Road Safety Assessment

Methodology and Implementation Handbook

October – 2023

National Technical University of Athens, University of Zagreb,
FRED Engineering s.r.l.,

Network Wide Road Safety Assessment

Methodology and Implementation Handbook

Written by
National Technical University of Athens, University of Zagreb, FRED Engineering s.r.l.
October – 2023



Metodyka przeprowadzania „oceny ryzyka”

Metody prowadzenia analiz:

- **Reaktywna** – na podstawie obserwowanych wypadków (z okresu ≥ 3 lat, ocena na podstawie wskaźników wypadkowych)
- **Proaktywna** – na podstawie charakterystyki parametrów drogi (ocena punktowa na podstawie CMF)

Wyróżnione odcinki sieci drogowej:

- Autostrady i drogi ekspresowe
- Pozostałe drogi (jedno i dwujezdniowe)

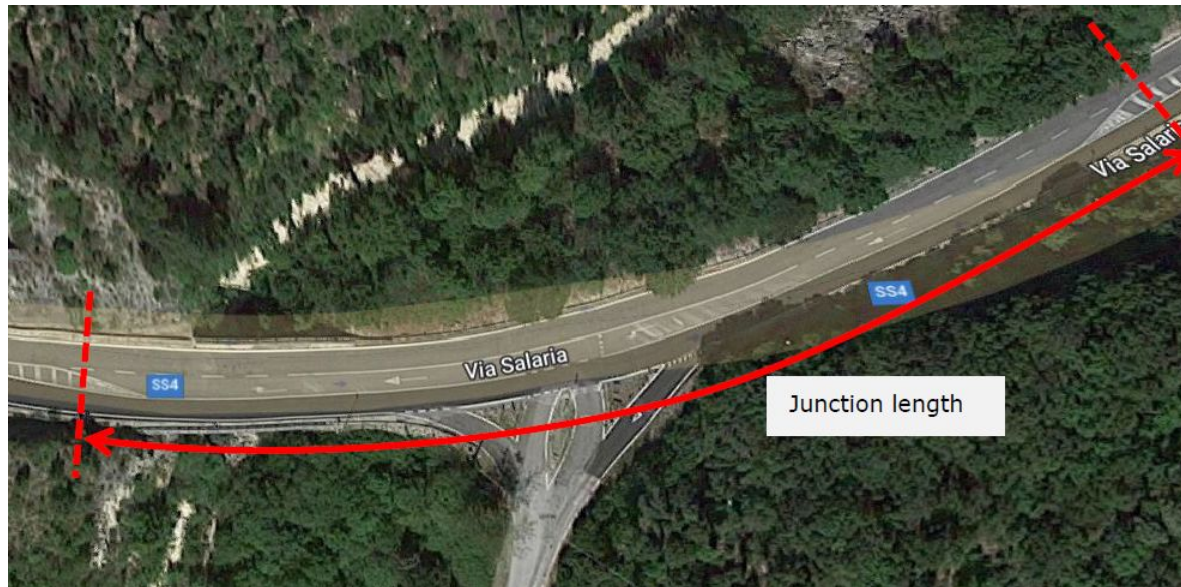
Segmentacja odcinków dróg

DROGI	OCENA REAKTYWNA (MR) (drogi zamiejskie i w obszarze zabudowanym)	OCENA PROAKTYWNA (MP) (drogi poza obszarem zabudowanym)
A i S	1) lokalizacja odcinka (miejski, zamiejski), 2) węzły, 3) liczba pasów ruchu, 4) ukształtowanie drogi w planie (odc. kręte, odc. proste lub łagodne łuki) , 5) zalecane długości segmentów: 3-7km (miejski), 5-15km (zamiejski)	1) lokalizacja odcinka (miejski, zamiejski), 2) natężenie ruchu, 3) liczba pasów ruchu, 4) dopuszczalna prędkość (z wyłączeniem odc. <200m), 5) ukształtowanie terenu (teren płaski, falisty, górzysty) , 6) zalecane długości segmentów: odc. zamiejski od 0,5 do 5 km; odc. miejski: od 0,5 do 3 km.
Pozostałe drogi 1 i 2 jezdniowe	1) lokalizacja węzłów lub skrzyżowań, 2) liczba pasów ruchu, 3) ukształtowanie drogi w planie (odc. kręte, odc. proste lub łagodne łuki) , 4) natężenie ruchu, 5) zalecane długości segmentów: 3-7km (skrzyżowania), 5-15km (węzły)	1) natężenie ruchu, 2) liczbę pasów ruchu, 3) dopuszczalną prędkość, 4) ukształtowanie terenu, 5) zalecane długości segmentów od 0,5 do 2km

Wymagania podziału na segmenty – metoda reaktywna (MR)

Podejście A: segmenty obejmują odcinki dróg wraz z węzłami lub skrzyżowaniami (punkt początkowy i końcowy odpowiada punktom środkowym sąsiednich węzłów z uwzględnieniem jednorodności pod względem pozostałych kryteriów),

Podejście B: segmenty obejmują wyłącznie odcinki dróg bądź obejmujące węzły lub skrzyżowania o rzeczywistych długościach wg obszaru skrzyżowani/węzła. Węzły lub skrzyżowania stanowią wyodrębnione segmenty z uwzględnieniem jednorodności pod względem pozostałych kryteriów).



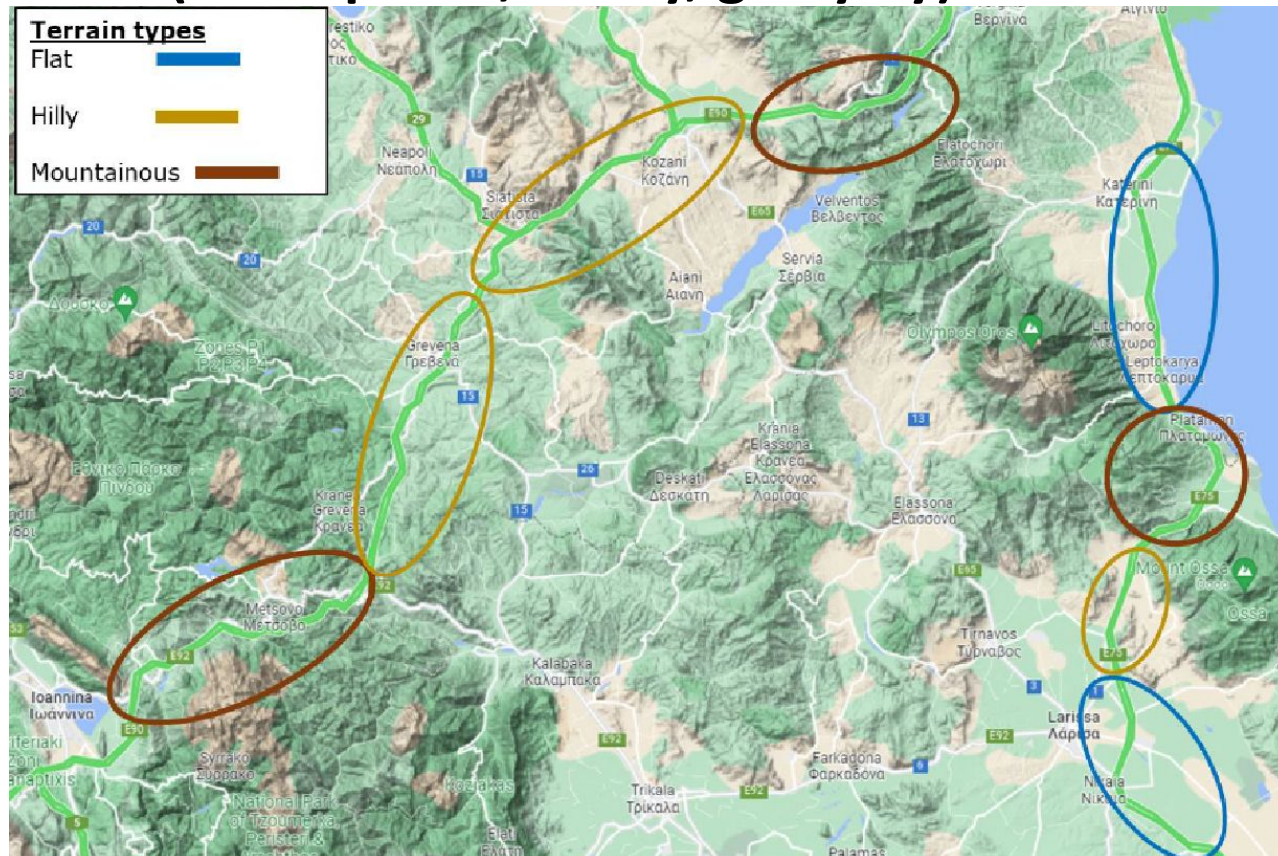
Junction type	Sketch representation	Predefined dimension
At-grade intersection		100 m
Single ramp		200 m
Trumpet		400 m
Diamond		500 m
U-turn*		700 m
Cloverleaf		800 m
Cloverstack		900 m
T-Bone		900 m

Wymagania podziału na segmenty – metoda proaktywna (MP)

Podejście A: segmenty wydzielone pod kątem kryteriów jednorodności,

Podejście B: segmenty o założonej długości wynoszącej około 500 metrów.

Ukształtowanie terenu (teren płaski, falisty, górzysty):



Ocena bezpieczeństwa ruchu drogowego – miary (MR)

- Gęstość wypadków: $GW_i = LW_i / L_i$
- Względny wskaźnik wypadkowy: $UW_i = \frac{LW_i * 10^8}{365.25 * SDRR_i * T_i * L_i}$
- Wyznaczenie granic przedziału ufności przy poziomie 0,05 (rekomendowana wartość)

Klasa bezpieczeństwa (ocena ryzyka):

- Jeżeli miara stanu bezpieczeństwa dla populacji referencyjnej jest niższa niż dolna granica przedziału ufności to odcinek/węzeł jest klasyfikowany jako „wysokiego ryzyka” (klasa niebezpieczna).
- Jeżeli miara stanu bezpieczeństwa dla populacji referencyjnej jest wyższa niż górna granica przedziału ufności to odcinek/węzeł jest klasyfikowany jako „niskiego ryzyka” (klasa niebezpieczna).
- Jeżeli miara stanu bezpieczeństwa dla populacji referencyjnej mieści się pomiędzy dolnym a górnym progiem lub jest równy jednemu z progów, odpowiedni odcinek/skrzyżowanie klasyfikuje się jako „wzrost bezpieczeństwa” (klasa średnio bezpieczna)

Miary bezpieczeństwa ruchu drogowego (MR)

	OCENA REAKTYWNA (MR) (drogi zamiejskie i w obszarze zabudowanym)	OCENA PROAKTYWNA (MP) (drogi poza obszarem zabudowanym)	
Mi ara BR D	1) gęstość wypadków 2) koncentracja wypadków (względny wskaźnik wypadkowy, SDR)	LICZBA PUNKTÓW (A i S) a) szerokość pasów ruchu, b) otoczenie drogi, c) ukształtowanie drogi w planie (krętość) R<750m (miejskie) R<1500m (zamiejskie) d) odległości między węzłami, e) potencjalne konflikty z ruchem pieszych i rowerzystów (nie powinno ich być) , f) funkcjonowanie systemu zarządzania ruchem lub ITS;	LICZBA PUNKTÓW (pozostałe drogi) a) szerokość pasów ruchu, b) otoczenie drogi, c) ukształtowanie drogi w planie (krętość) R<1000m, z uwzględnieniem Vdop i nadzoru, d) gęstość zjazdów, e) parametry skrzyżowań (wg typów uwzględniając ronda oraz 3 i 4 wlotowe skrzyżowania, z i bez sygnalizacji, z i bez dodatkowych pasów dla relacji skrętnych), f) potencjalne konflikty z ruchem pieszych i rowerów (ruch wzdłuż i w poprzek, dedykowana infrastruktura), g) szerokość i rodzaj pobocza (uśrednione wartości dla segmentu), h) występowanie dodatkowych pasów do wyprzedzania (z uwzględnieniem pochylenia podłużnego), i) oznakowanie pionowe i poziome (kompletne, niekompletne, jakość).

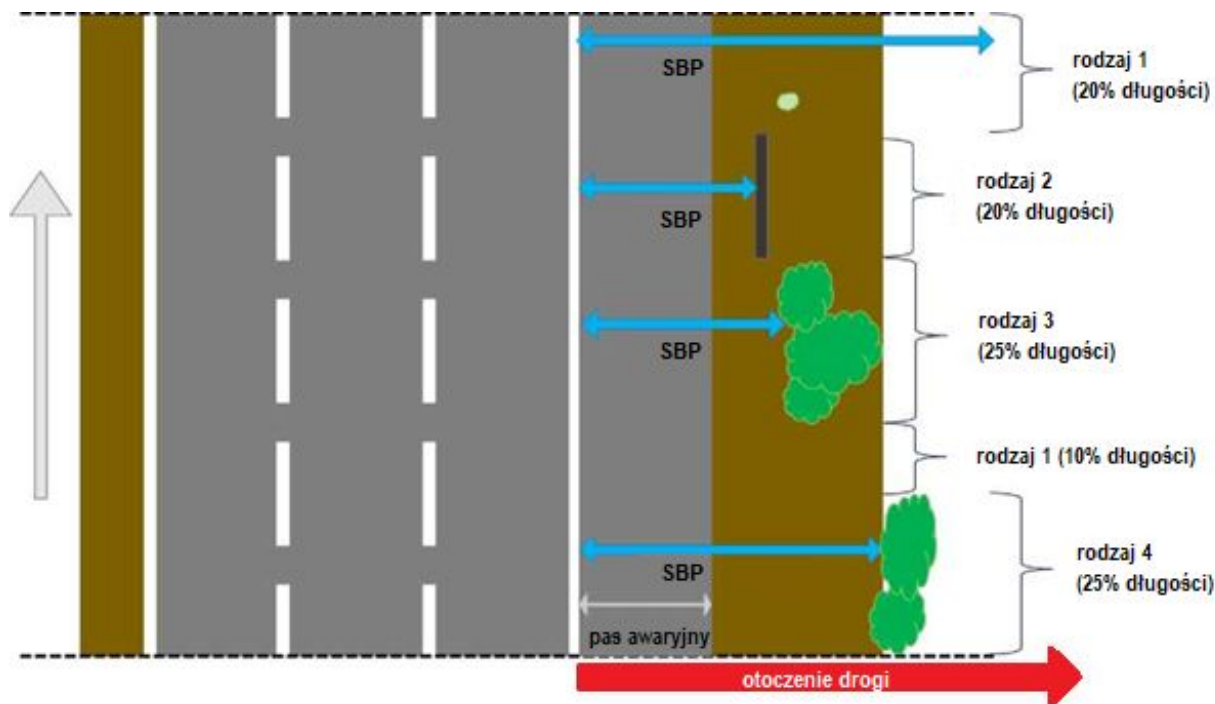
Miary bezpieczeństwa ruchu drogowego (MP)

	OCENA REAKTYWNA (MR) (drogi zamiejskie i w obszarze zabudowanym)	OCENA PROAKTYWNA (MP) (drogi poza obszarem zabudowanym)	
Miara BRD	1) gęstość wypadków 2) koncentracja wypadków (względny wskaźnik wypadkowy, SDR)	LICZBA PUNKTÓW (A i S) a) szerokość pasów ruchu, b) otoczenie drogi, c) ukształtowanie drogi w planie (krętość) R<750m (miejskie) R<1500m (zamiejskie) d) odległości między węzłami, e) potencjalne konflikty z ruchem pieszych i rowerzystów (nie powinno ich być) , f) funkcjonowanie systemu zarządzania ruchem lub ITS;	LICZBA PUNKTÓW (pozostałe drogi) a) szerokość pasów ruchu, b) otoczenie drogi, c) ukształtowanie drogi w planie (krętość) R<1000m, z uwzględnieniem Vdop i nadzoru, d) gęstość zjazdów, e) parametry skrzyżowań (wg typów uwzględniając ronda oraz 3 i 4 wlotowe skrzyżowania, z i bez sygnalizacji, z i bez dodatkowych pasów dla relacji skrętnych), f) potencjalne konflikty z ruchem pieszych i rowerów (ruch wzdłuż i w poprzek, dedykowana infrastruktura), g) szerokość i rodzaj pobocza (uśrednione wartości dla segmentu), h) występowanie dodatkowych pasów do wyprzedzania (z uwzględnieniem pochylenia podłużnego), i) oznakowanie pionowe i poziome (kompletne, niekompletne, jakość).

Ocena czynników wpływających na miarę BRD

(MP)

- **szerokość pasów ruchu** (wyznacza się średnioważoną szerokość pasów ruchu na odcinku jednorodnym)
- **otoczenie drogi** - szerokości strefy bez przeszkód (SBP) i rodzaj przeszkody (bariery, inne elementy o charakterze ciągłym) – **A i S**



Kod sekcji	Długość segmentu	Szerokość strefy bez przeszkód dla sekcji	Rodzaj przeszkody dla sekcji	Procentowa długość sekcji w segmencie (%)
1	4km	10 m	brak	30
2	4km	5 m	bariera betonowa	20
3	4km	6 m	inna ciągła przeszkoda	25
4	4km	8 m	inna ciągła przeszkoda	25

Ocena czynników wpływających na miarę BRD (MP)

- **szerokość pasów ruchu** (wyznacza się średnioważoną szerokość pasów ruchu na odcinku jednorodnym)
- **otoczenie drogi** - szerokości strefy bez przeszkód (SBP) i rodzaj przeszkody (bariery, inne elementy o charakterze ciągłym) – **drogi pozostałe**

Opis			
<p>Strefa wolna od przeszkód co najmniej 9m od krawędzi jezdni. Nachylenie skarpy mniejsze niż 1:4. W pełni możliwe "manewry ratunkowe"</p>		<p>Typowe warunki. Strefa wolna od przeszkód o szerokości około 3m od krawędzi jezdni. Nachylenie skarpy około 1:3 lub 1:4. Małe powodzenie "manewrów ratunkowych"</p>	
<p>Strefa wolna od przeszkód między 6 i 7.5m od krawędzi jezdni. Nachylenie skarpy około 1:4. W pełni możliwe "manewry ratunkowe"</p>		<p>Strefa wolna od przeszkód o szerokości równej lub mniejszej 1.5m. Nachylenie około 1:2. Brak barier. Szttywne/twarde, niechronione obiekty w odległości 0-2m od krawędzi jezdni. Nie ma możliwości "manewrów ratunkowych"</p>	

Ocena czynników wpływających na miarę BRD (MP)

- CMF – Crash Modification Factor – wskazuje na zmianę w udziale spodziewanych wypadków po zastosowaniu danego środka poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego. Pozwala na oszacowanie spodziewanej liczby: np. $CMF=0,7$
- Wskaźnik redukcji $RF=1/CMF$
- Przykład dla dróg A i S (szerokość pasa ruchu)

Average lane width	CMF	Reduction Factor
$LW \geq 3,40m$	1,000	1,000
$3,15m \leq LW < 3,40m$	1,025	0,976
$LW \leq 3,15m$	1,050	0,952

Ocena czynników wpływających na miarę BRD

(MP)

Przykład wpływu dostępności do dróg i typu skrzyżowań

Junction type	CMF	Reduction Factor
No junction	1,000	1,000
Grade-separated	1,000	1,000
Roundabout	1,000	1,000
3-leg signalized with turn lane	1,000	1,000
3-leg signalized without turn lane	1,044	0,958
3-leg unsignalized with turn lane	1,130	0,885
3-leg unsignalized without turn lane	1,391	0,719
4-leg signalized with turn lane	1,000	1,000
4-leg signalized without turn lane	1,420	0,704
4-leg unsignalized with turn lane	1,515	0,660
4-leg unsignalized without turn lane	2,178	0,459

Density of property access points (Points per km)	CMF	Reduction Factor
0	1,000	1,000
1	1,045	0,957
2	1,093	0,915
3	1,144	0,874
4	1,197	0,835
5	1,253	0,798
6	1,312	0,762
7	1,374	0,728
8	1,439	0,695
9	1,508	0,663
10	1,581	0,633
11	1,658	0,603
12	1,739	0,575
13	1,825	0,548
14	1,916	0,522
15 or more	2,000	0,500

Przykład: odc. 3km oraz wpływem na odc. 0,5km 4-wł. SBSS z dodatkowymi pasami i ronda na dł. 0,2km

- $CMF_{final} = [0,5 \times 1,515 + 0,2 \times 1,000 + (3-0,5-0,2) \times 1,000]/3 \Rightarrow CMF_{final} = 1,219$
- Reduction Factor: $RF_{final} = 1/1,219 = 0,820$

Ocena bezpieczeństwa ruchu drogowego – miara punktowa (MP)

$$\text{Ocena punktowa} = 100 \times RF_{1i} \times RF_{2i} \times \dots \times RF_{ni}$$

Klasa bezpieczeństwa	ryzyko	wynik punktowy A i S	wynik punktowy pozostałe drogi
bezpieczna	niskie	większy lub równy 85	większy lub równy 80
Średnio bezpieczna	Średnie	większy lub równy 65 i mniejszy niż 85	większy lub równy 50 i mniejszy niż 80
niebezpieczna	wysokie	mniejszy niż 65	mniejszy niż 50

Kategorie bezpieczeństwa (Klasyfikacja odcinków pod względem BRD)

ocena metodą reaktywną, klasa bezpieczeństwa (poziom ryzyka)

ocena metodą proaktywną
klasa bezpieczeństwa
(poziom ryzyka)

		niebezpieczna (wysokie ryzyko Klasa R3)	średnio bezpieczna (niepewny wynik Klasa R2)	brak danych	bezpieczna (niskie ryzyko Klasa R1)
niebezpieczna (wysokie ryzyko Klasa P3)	niebezpieczna (bardzo wysoki priorytet Klasa 5)	niebezpieczna (bardzo wysoki priorytet Klasa 5)	umiarkowanie niebezpieczna (wysoki priorytet Klasa 4)	umiarkowanie niebezpieczna (wysoki priorytet Klasa 4)	stosunkowo bezpieczna (niski priorytet Klasa 2)
średnio bezpieczna (średnie ryzyko Klasa P2)	niebezpieczna (bardzo wysoki priorytet Klasa 5)	niebezpieczna (bardzo wysoki priorytet Klasa 5)	średnio bezpieczna (średni priorytet, Klasa 3)	średnio bezpieczna (średni priorytet, Klasa 3)	stosunkowo bezpieczna (niski priorytet Klasa 2)
bezpieczna (niskie ryzyko Klasa P1)	niebezpieczna (bardzo wysoki priorytet Klasa 5)	niebezpieczna (bardzo wysoki priorytet Klasa 5)	stosunkowo bezpieczna (niski priorytet Klasa 2)	bezpieczna (bardzo niski priorytet Klasa 1)	bezpieczna (bardzo niski priorytet Klasa 1)
brak danych	umiarkowanie niebezpieczna	umiarkowanie niebezpieczna	średnio bezpieczna	brak wyników	bezpieczna

bardzo wysoki priorytet (Klasa 5)	wysoki priorytet (Klasa 4)	średni priorytet (Klasa 3)	niski priorytet (Klasa 2)	bardzo niski priorytet (Klasa 1)
--------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------------

	1	2	3	4	5	6	7								
ocena reaktywna	1		2			3		4		5		6		7	
cena proaktywna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
cena łączna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		

Uwagi do wdrażania „oceny ryzyka” w Polsce

- Przeprowadzenie segmentacji sieci drogowej jest kluczowe do prawidłowej oceny ryzyka (które podejście wybrać?),
- Wskaźniki CMF nie zostały opracowane dla polskich warunków, konieczność ich kalibracji do polskich warunków,
- Brak uwzględnienia w metodzie proaktywnej wartości natężenia ruchu,
- Niska wrażliwość metody reaktywnej na zmianę pojedynczej liczby wypadków,
- Konieczność zastosowania w ocenie ryzyka wartości parametrów geometrycznych dróg,
- Nazewnictwo segmentów powinno być „narzucone” w skali całej Polski.



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki

Dziękuję za uwagę

dr hab. inż. Mariusz Kieć, prof. PK
Politechnika Krakowska
mkiec@pk.edu.pl