

Bezpieczeństwo niechronionych uczestników ruchu istotnym kryterium w społecznej i ekonomicznej ocenie dróg wojewódzkich

Dr inż. Anna Gobis

Dr hab. Kazimierz Jamroz, prof. PG

KONGRES BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2026

Kraków, 25-27 marca 2026 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl



- 1) Wprowadzenie.**
- 2) Poligon badawczy oraz baza danych.**
- 3) Wyniki badań:**
 - ocena reaktywna bezpieczeństwa pieszych,
 - ocena proaktywna i modelowanie strat.
- 4) Wnioski i rekomendacje.**

WYZWANIA STAWIANE INFRASTRUKTURZE DROGOWEJ

- Spełnianie wymagań zrównoważonego rozwoju
- Rosnące potrzeby użytkowników



INFRASTRUKTURA UŻYTECZNA

- **Bezpieczeństwo,**
- **Niezawodność,**
- **Wydajność,**
- **Utrzymanie i wyprowadzenie pojazdu,**
- **Sprawność,**
- **Zdolność do odtwarzania,**
- **Efektywność ekonomiczną,**
- **Wpływ na środowisko.**



Konsekwencje wypadków drogowych

STRATY SPOŁECZNE



1,35 mln
ofiar śmiertelnych
rocznie na świecie



1 651

W Polsce w 2025 r.



360

niechronieni użytkownicy

STRATY EKONOMICZNE



1-3% PKB

Utrata produktu krajowego
brutto w większości państw

KONGRES BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2026

Kraków, 25-27 marca 2026 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Charakterystyka badanego poligonu badawczego

1

Skala infrastruktury

Ponad 1 800 km dróg wojewódzkich, podzielonych precyzyjnie na 180 jednorodnych odcinków badawczych (od 0,4 do 46,4 km długości).

2

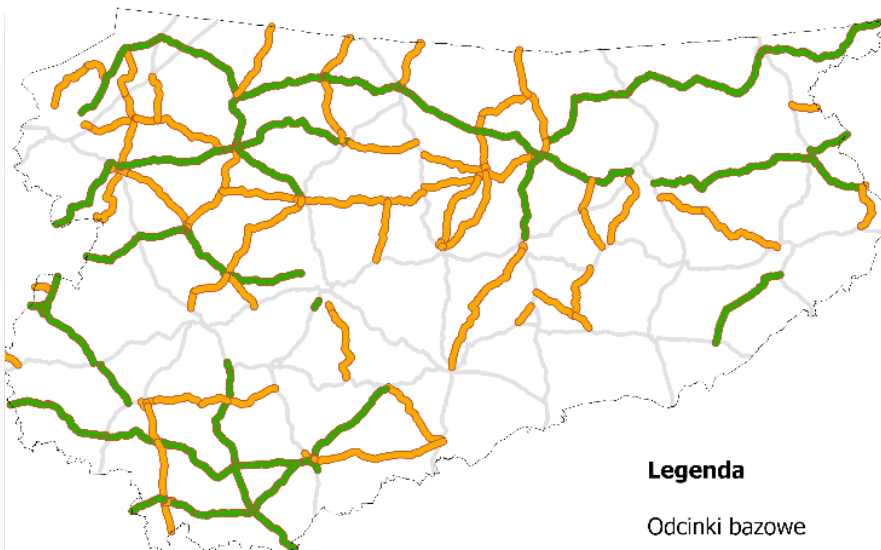
Próba statystyczna

Analiza ponad 7 800 zdarzeń, w tym 705 wypadków drogowych. Zarejestrowano 876 osób rannych oraz 89 ofiar śmiertelnych.

3

Okres referencyjny

Wybór 3-letniego okresu analizy w celu eliminacji zakłóceń i anomalii losowych



Legenda

Odcinki bazowe

G

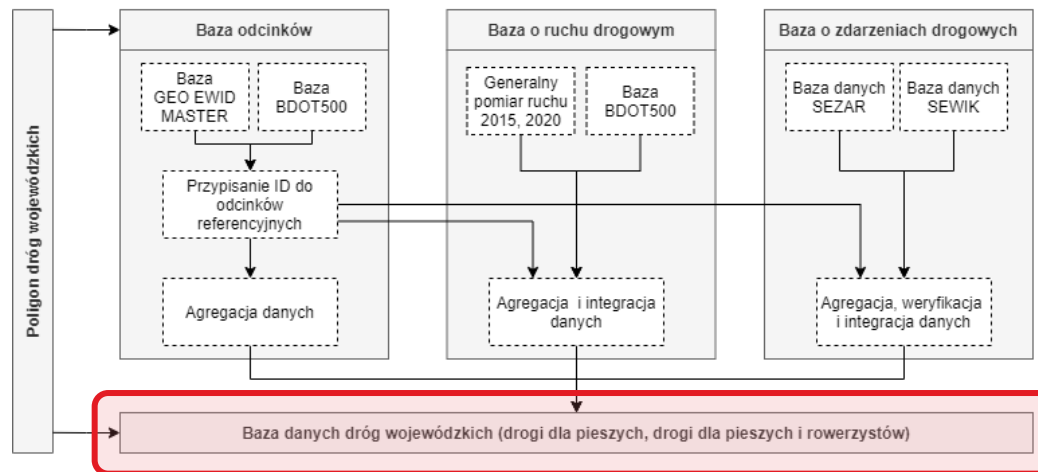
Z

0 5 10 20 30 40 Km



Klasa Drogi [km]	
G	Z
933,1	947,4
1880,4	

Badania funkcjonowania wybranych elementów – warunki rzeczywiste Drogi wojewódzkie



WIZUALIZACJA BAZY

LEGENDA

- 28025 ID odcinka
- Jezdnia główna
- Droga dla pieszych
- Droga dla rowerów
- Tarcza oznakowania pionowego
- Oznakowanie poziome

WIDOK STREETVIEW

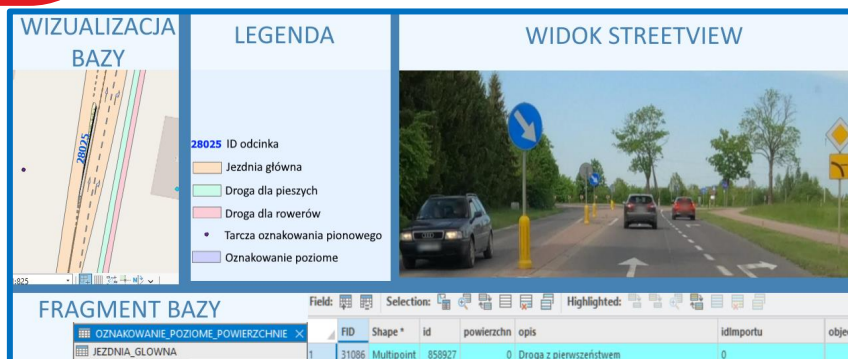
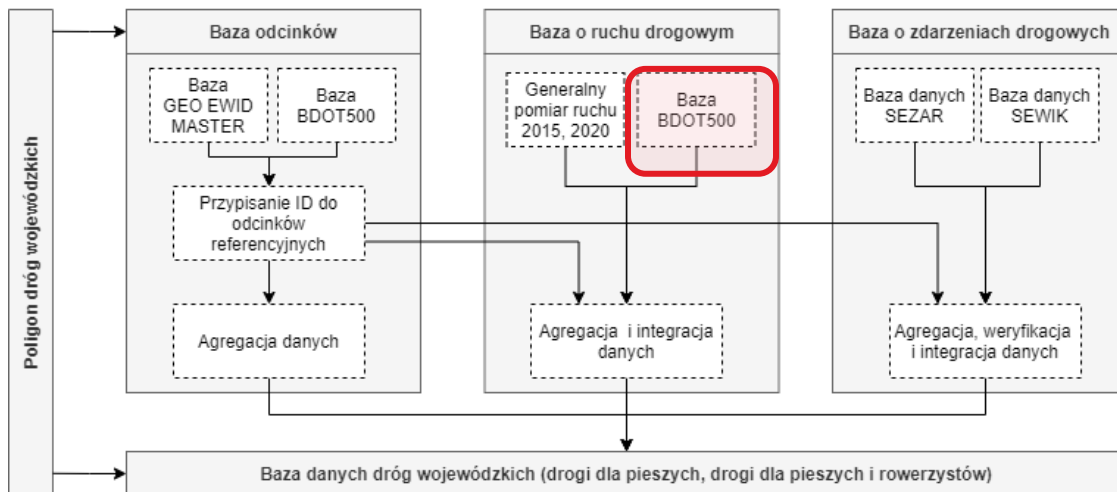
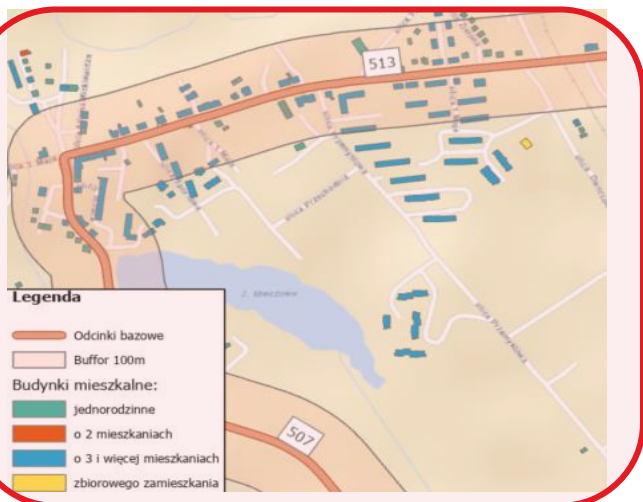
FRAGMENT BAZY

FID	Shape *	id	powierzchn	opis	IdImportu	object
1	31086	Multipoint	858927	0	Droga z pierwszeństwem	0

KONGRES BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2026

Kraków, 25-27 marca 2026 r.

Badania funkcjonowania wybranych elementów – warunki rzeczywiste Drogi wojewódzkie



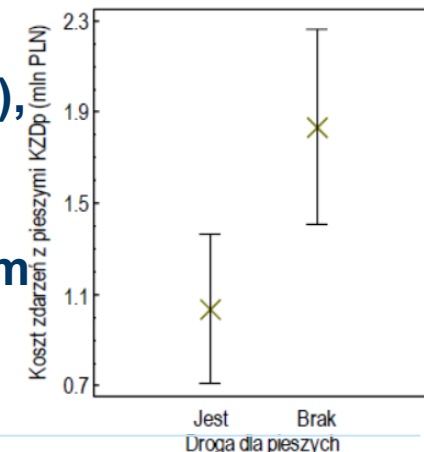
Konsekwencje zdarzeń z pieszymi na drogach wojewódzkich w 3-letnim okresie:

- Zarejestrowano ponad 80 wypadków z pieszymi (12% ogółu),
- W tym 42 ofiary ciężko ranne i śmiertelne,
- Wskaźnik ofiar śmiertelnych ok. 20 of. / 100 wyp. (z udziałem pieszych),

- Koszt zdarzeń z pieszymi ponad 105 mln zł
- ### Infrastruktura dla pieszych

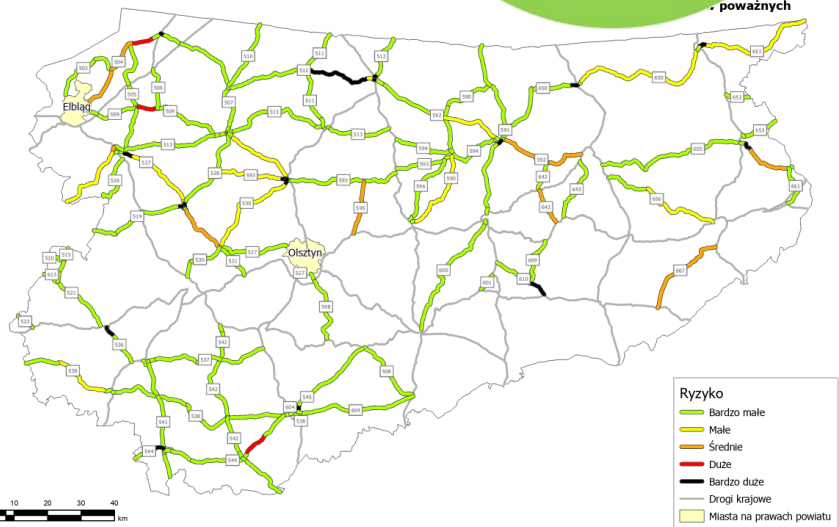
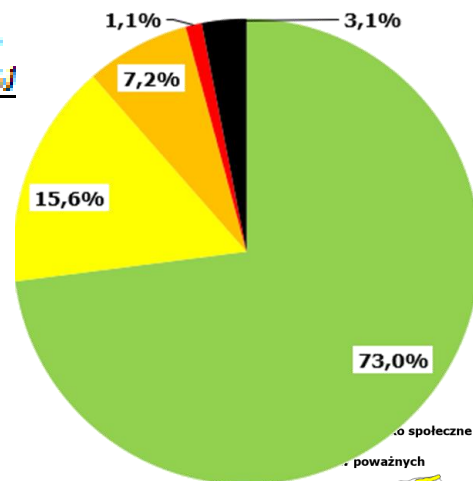
- Pokrycie niecałe 20% sieci dróg,
- Średni koszt zdarzenia 1.8 mln zł (brak infrastruktury liniowej dla pieszych),
- Średni koszt zdarzenia z infrastrukturą ok 1 mln zł

Straty ekonomiczne



Gęstość poważnych wypadków z pieszymi (GPW)

$$GPW_{kj}^p = \frac{LPW_{kj}^p}{L_j}$$



A
Bardzo małe i małe ryzyko
Pożądaný stan infrastruktury. Średnie straty. Spełnia kryteria zrównoważonego rozwoju.

B
Średnie ryzyko
Poziom tolerowany. Wymaga stałego monitorowania.

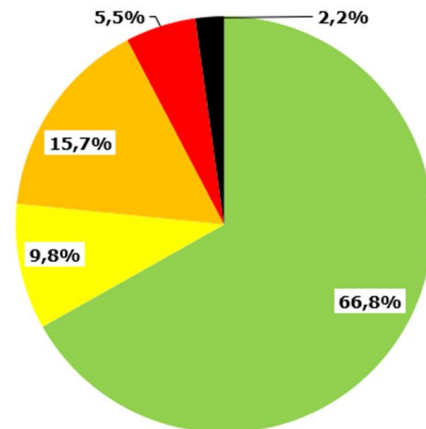
C
Wysokie i bardzo wysokie ryzyko
Odcinki CZARNE i CZERWONE.
Niedopuszczalny poziom ryzyka. Bardzo wysokie prawdopodobieństwo katastrofalnych strat. Infrastruktura wymaga natychmiastowej interwencji redukującej ryzyko o min. 2 klasy.

KONGRES BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2026

Kraków, 25-27 marca 2026 r.

Gęstość kosztów wypadków (GKW)

$$GKW_{kj}^p = \frac{KW_{kj}^p}{L_j}$$



A
Bardzo małe i małe ryzyko
Pożądaný stan infrastruktury. Średnie straty. Spełnia kryteria zrównoważonego rozwoju.

B
Średnie ryzyko
Poziom tolerowany. Wymaga stałego monitorowania.

C
Wysokie i bardzo wysokie ryzyko
Odcinki CZARNE I CZERWONE.
Niedopuszczalny poziom ryzyka. Bardzo wysokie prawdopodobieństwo katastrofalnych strat. Infrastruktura wymaga natychmiastowej interwencji redukującej ryzyko o min. 2 klasy.

KONGRES BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2026

Kraków, 25-27 marca 2026 r.

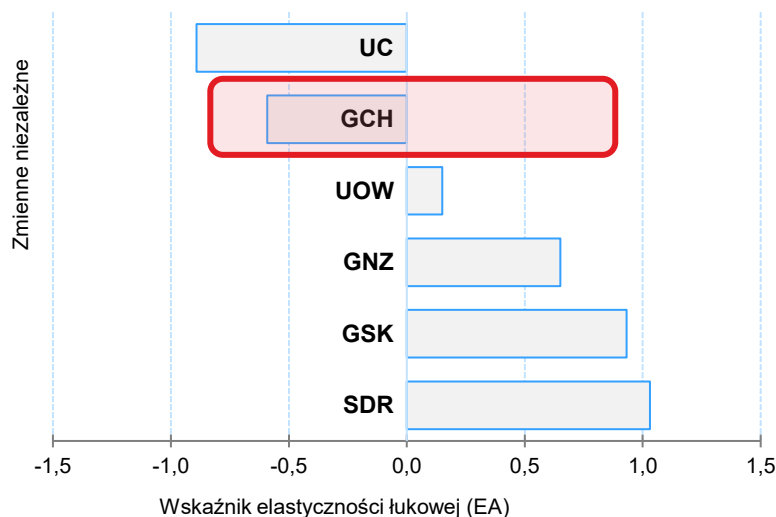
Infrastruktura dla niechronionych uczestników ruchu

Koszty zdarzeń drogowych: $KZDW_{i,k} = GKZDP_{i,k} \cdot DL$

$$GKZDP_{i,j} = GWP_{i,j} \cdot JKK + (GOP_{i,j} - GCRZP_{i,j}) \cdot JKL R + GCRZP_{i,j} \cdot JKCRZ$$

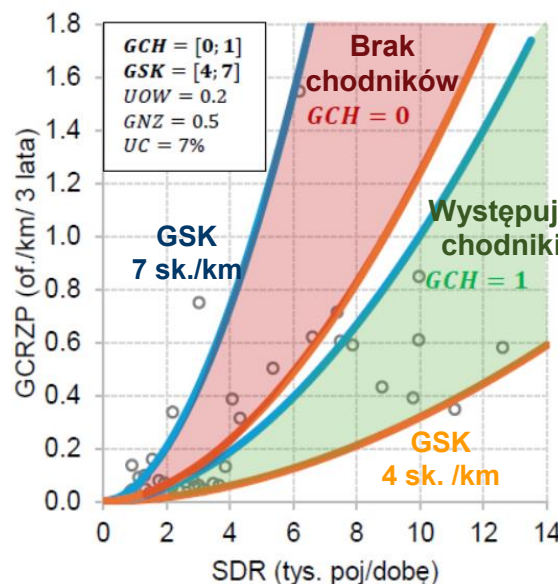
$$GCRZP_{i,j} = GCRZP_{b,j} \cdot WRP_{z,i}$$

Model gęstości bazowej ofiar ciężko rannych i śmiertelnych z pieszymi



$$GCRZP_{b,j} = GOP_{b,j}^{1,045} \cdot \exp(-0.089 \cdot UC_j - 1.360 \cdot GCH_j)$$

$R_{sk}^2 = 0.761$



UC_j – udział pojazdów ciężarowych
 GCH_j – gęstość chodników na j -tym odcinku drogi (km/km),
 GNZ_j – udział obszaru niezabudowanego na j -tym odcinku drogi (–),
 GSK_j – gęstość skrzyżowań na j -tym odcinku drogi (skrzyż./km),
 UOW_j – udział odcinków o ograniczonej widoczności na j -tym odcinku drogi (–),
 GB_j – gęstość zabudowy mieszkalnej na j -tym odcinku drogi (bud/ha).

Bezpieczeństwo a koncepcja metody szacowania kosztów cyklu życia

Struktura metody LCC

$$LCC = KSN + \sum_{i=1}^T \frac{KZN_i}{(1+a)^x}$$

KSN – koszty stałe

KZN – koszty zmienne

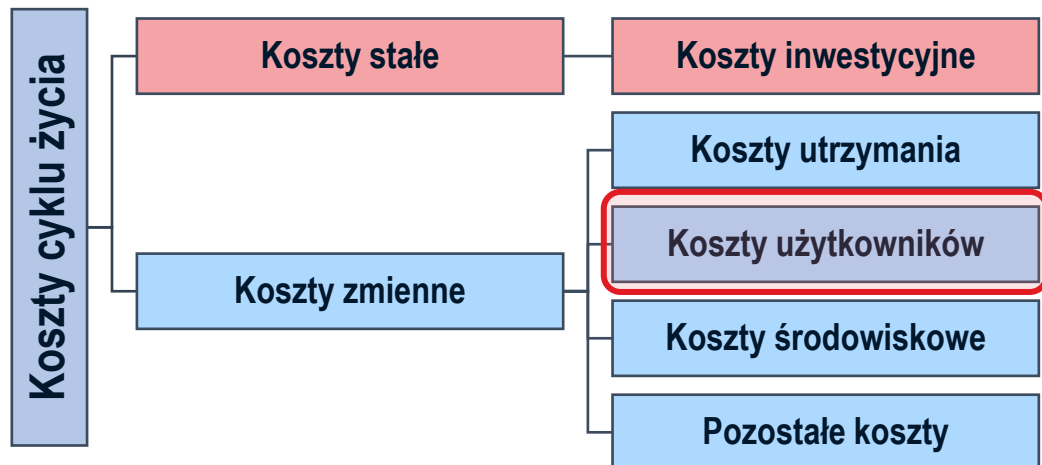
a – stopa dyskontowa

T – przyjęty okres analizy

i – rok w analizowanym cyklu życia

Metoda zgodna z:

- Koncepcją myślenia w cyklu życia
- Normą PN-EN 60300-3:3-2017



Etapy cyklu życia	Drogi wojewódzkie
	Infrastruktura dla niechronionych uczestników ruchu
Planowanie i projektowanie	X
Budowa	X
Eksploatacja	X
Likwidacja	

KONGRES BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2026

Kraków, 25-27 marca 2026 r.

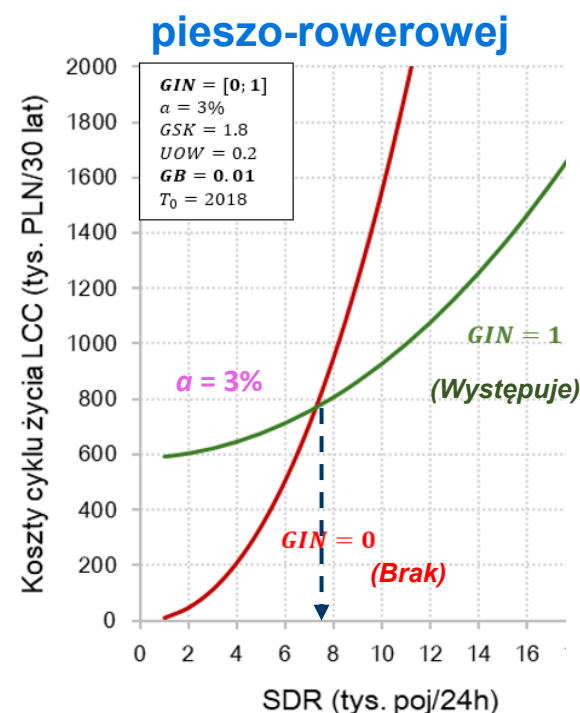
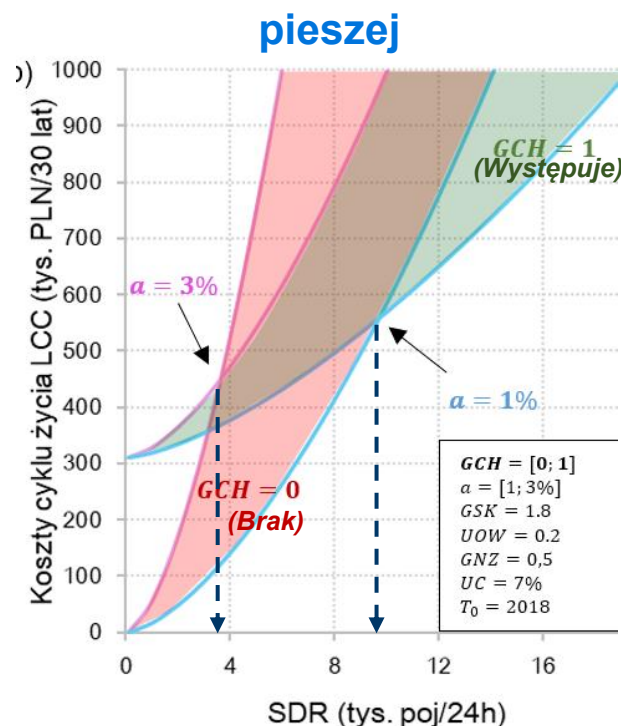
Przykład zastosowania brd w metodzie LCC infrastruktury dla niechronionych uczestników ruchu

Procedura stosowania metody



$$LCC_{j,k} = KSTN_{j,k} + \sum_{i=1}^T \frac{KZN_{i,j,k}}{(1+a)^i}$$

Występowanie infrastruktury:



1. Bezpieczeństwo ruchu drogowego jest istotnym kryterium w społecznej i ekonomicznej ocenie dróg wojewódzkich.
2. Na podstawie wyników metody reaktywnej stwierdza się, że pod względem grupy ryzyka pieszych większość sieci (76%-89%) charakteryzuje się ryzykiem bardzo małym i małym.
3. Metoda reaktywna powinna być wspierana metodą proaktywną bazującą na odpowiednich modelach matematycznych.
4. Włączenie bezpieczeństwa do metody LCC ułatwia prognozowanie przyszłych kosztów oraz podejmowanie decyzji dotyczących inwestycji związanych z infrastrukturą dla niechronionych uczestników ruchu.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ.



HISTORIA MĄDROŚCIĄ
PRZYSZŁOŚĆ WYZWANIEM

KONGRES BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2026

Kraków, 25-27 marca 2026 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl