

„KRYTERIUM BEZPIECZEŃSTWA RUCHU W PROJEKTOWANIU DRÓG - KONFRONTACJA TEORII Z PRAKTYKĄ”

Prof. dr hab. inż. Stanisław Gaca
Katedra Budowy Dróg i Inżynierii Ruchu
Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej
Wydział Inżynierii Lądowej



„PRAKTYCZNE ZAGADNIENIA BRD – Uniwersytet Zielonogórski 09.06.2017 r.

ZDARZENIA DROGOWE SĄ ZWYKLE SKUTKIEM ZAWODNOŚCI FUNKCJONOWANIA UKŁADU „CZŁOWIEK – DROGA – POJAZD - ŚRODOWISKO”

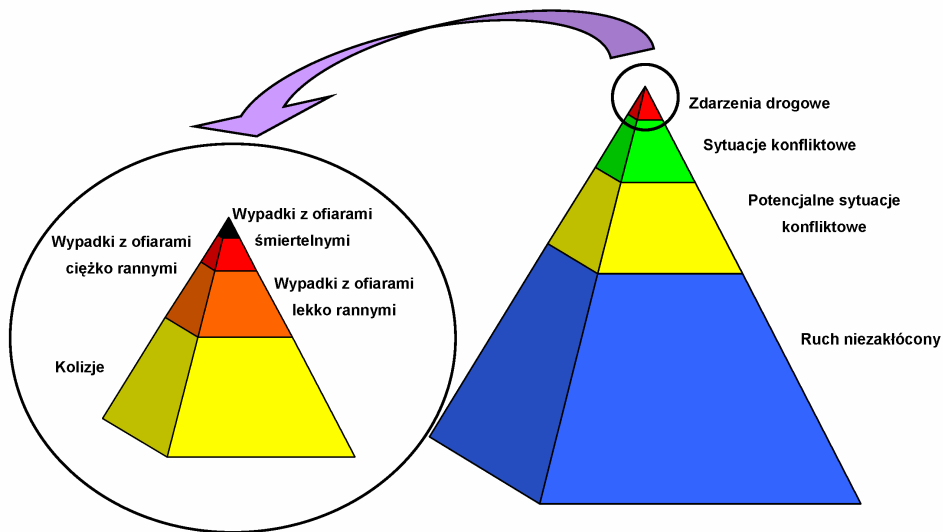
**Analizy zdarzeń drogowych wskazują na istotną rolę
infrastruktury drogowej jako okoliczności tych
zdarzeń (30 – 70%)**

FILARY NPBRD 2013 - 2020

1. bezpieczne zachowania uczestników ruchu
2. bezpieczna infrastruktura drogowa
3. bezpieczna prędkość
4. bezpieczne pojazdy
5. system ratownictwa i pomocy medycznej

ROLA DROGI JAKO CZYNNIKA BRD

„Normalny stan ruchu – incydent – konflikt – kolizja – wypadek”



Jak powinna być projektowana i utrzymywana infrastruktura drogowa spełniająca wymagania brd?

„Projekt = przepisy + wiedza + procedury”

- Czy przepisy techniczne w dostatecznym stopniu ujmują formalne kryteria i współczesne doświadczenia z zakresu bezpieczeństwa ruchu?
- Czy można projektować bardziej bezpieczne rozwiązania i jak można to osiągnąć?

OGÓLNE KRYTERIA PROJEKTOWANIA INFRASTRUKTURY DROGOWEJ

- ***Bezpieczeństwo***
- ***Sprawność ruchu***
- ***Minimalizacja oddziaływań na środowisko***
- ***Spełnianie zakładanych funkcji społeczno-gospodarczych***
- ***Koszty - minimalizacja: budowy, eksploatacji, użytkowników, ...***

Ryzyko konkurencyjności i jego skutki, granice kompromisu?

Ramowe wymagania brd w projektowaniu:

- **spełnienie warunków dynamiki ruchu pojazdów opisywane przez modele (równowagi sił działających na pojazdy, droga hamowania, wyprzedzanie itp.)**
- **zapewnienie widoczności dla różnych sytuacji na drodze**
- **dostosowanie technicznych rozwiązań elementów dróg, skrzyżowań i węzłów do psychologicznych oraz psychofizycznych uwarunkowań użytkowników dróg, a w szczególności uwzględnienia zdolności percepcji, przetwarzania informacji i podejmowania decyzji adekwatnych do sytuacji na drodze**

Ramowe wymagania brd w projektowaniu - cd:

- **dobrze optyczne prowadzenie kierującego pojazdem i dostatecznie wczesne dostrzeganie miejsc rozdziału kierunków jazdy**
- **zrozumiałość funkcjonowania skrzyżowań i węzłów**
- **prawidłowe odwodnienie zapewniające m.in. dobrą przyczepność kół pojazdów do nawierzchni**
- **czytelne, jednoznaczne i widoczne oznakowanie**
- **eliminacja z otoczenia drogi przeszkód lub ich zabezpieczenie minimalizujące skutki ewentualnych zderzeń z pojazdami**

OCENA DOTYCHCZASOWEJ PRAKTYKI PROJEKTOWANIA I UTRZYMANIA INFRASTRUKTURY DROGOWEJ Z UWAGI NA BRD

Metody badań i analiz:

- **proste analizy danych statystycznych o zdarzeniach drogowych**
- **analizy eksperckie miejsc koncentracji wypadków**
- **przegląd opracowań audytu brd**
- **pogłębione badania naukowe**

MODELE RYZYKA W OPISIE BEZPIECZEŃSTWA INFRASTRUKTURY DROGOWEJ

$$R = E \cdot P \cdot S$$

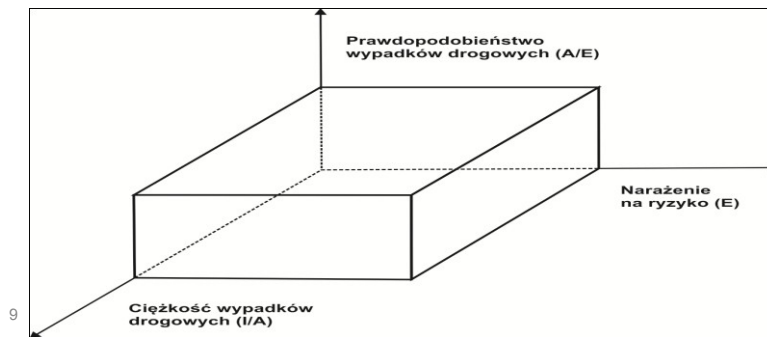
gdzie:

R – ryzyko zagrożeń na drodze (skala szkody)

E – narażenie na ryzyko

P – poziom prawdopodobieństwa wypadku drogowego

S – poziom strat w wypadku drogowym



WSPÓŁCZESNE METODY BADAŃ BRD:

A) Badania z wykorzystaniem danych o zdarzeniach drogowych

- analiza trendów
- badania „przed i po”
- analizy regresyjne
- sieci neuronowe
- modele teorii niezawodności

B) Badania behawioralne

- rejestracja miar pośrednich w rzeczywistym ruchu
- testy laboratoryjne
- symulatory jazdy
- wywiady i badania ankietowe

C) Badania z wykorzystaniem wybranych grup modeli

- fizyczne
- symulacyjne
- analityczne

D) Badania łączące metody A, B i C

Uwagi do analiz danych o wypadkach:

- **Analizy potwierdzają wpływ różnych cech dróg na brd (30 – 70%)**
- **Wśród okoliczności wypadków pojawiają się niewłaściwe rozwiązania geometrii dróg i organizacji ruchu**
- **Decydujący jest pośredni wpływ rozwiązań drogowych na brd poprzez oddziaływanie na zachowania kierujących**

Typowe błędy na przykładzie analiz regionalnej sieci dróg i ulic:

1. **Brak hierarchicznej struktury sieci dróg/ulic - nadmierna dostępność do dróg**
2. **Błędy rozwiązań skrzyżowań i ich oznakowania**
3. **Niedostateczne zabezpieczenie ruchu pieszego i rowerowego wzdłuż dróg**
4. **Niewłaściwe lokalizacje przejść dla pieszych i przystanków autobusowych**
5. **Ograniczenia widoczności na drogach (w tym brak możliwości wyprzedzania)**
6. **Przekroje dróg i ulic niedostosowane do pełnionej funkcji (nadmierna prędkość, zagrożenia dla pieszych)**
7. **Zła lokalizacja miejsc postojowych**

Grupy błędów identyfikowanych w audycie brd:

- błędy o charakterze planistycznym
- błędy dotyczące założeń projektowych
- błędy doboru typu przekroju poprzecznego
- błędy w zakresie ustalania trasy i profilu podłużnego drogi
- błędy skrzyżowań i węzłów
- błędy urządzeń dla niechronionych uczestników ruchu oraz urządzeń transportu zbiorowego
- błędy organizacji ruchu

Przykłady modeli regresyjnych

Model EURO – odcinki poza zabudową

$$LW = 5,663 \cdot Q^{0,748} \cdot L^{0,847} \cdot V^{-2,492} \cdot PV^{0,114} \cdot e^{0,038LS - 0,056B + 0,023Vd}$$

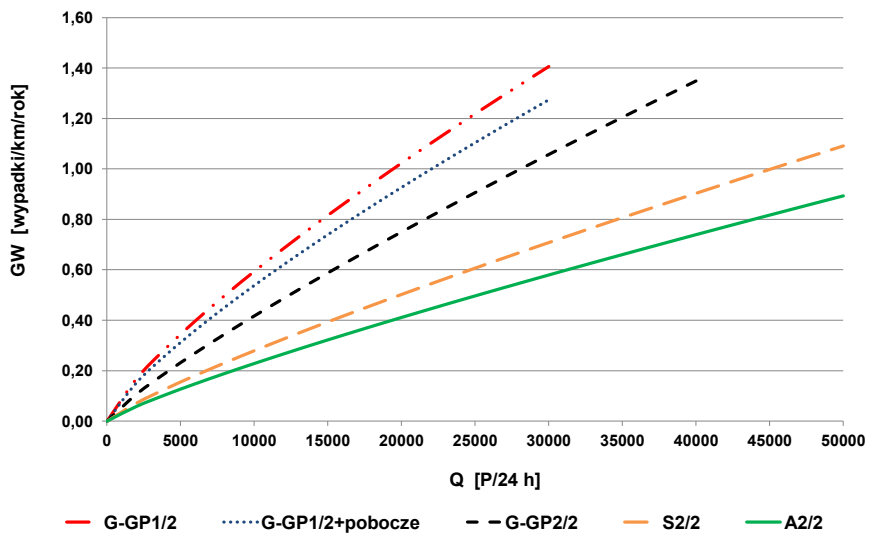
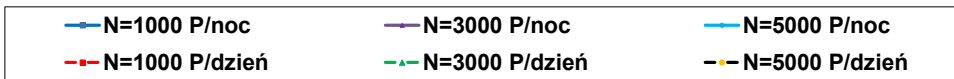
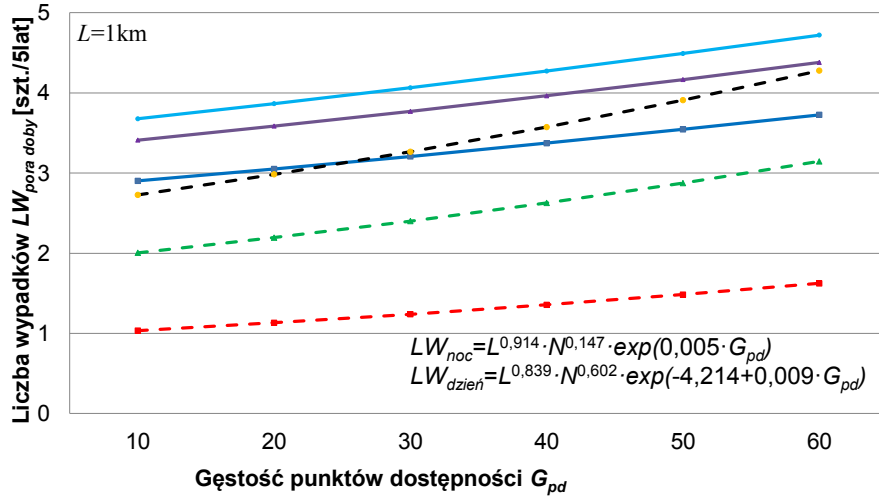
Model - miasta

$$LW = 0,00137 \cdot Q^{0,972} \cdot L^{1,215} \cdot U_C^{-0,213} \cdot U_{Vdop}^{0,452} \cdot V_{dop}^{2,547} \cdot V_{85}^{-2,768}$$

Model – przejścia drogowe

$$LW = 0,0433 \cdot Q^{0,486} \cdot L_p^{0,731} \cdot e^{0,136B_j + 0,115KL_A - 0,130KL_B}$$

Wpływ gęstości punktów dostępności (G_{pd}) na estymowaną liczbę wypadków w różnych porach doby na drogach krajowych



Oszacowanie wpływu typu przekroju poprzecznego na gęstość wypadków

Oceny wpływu różnych środków zarządzania prędkością na brd na podstawie badań „przed” i „po”

Rodzaj środka	Redukcja liczby wypadków - średnio	Redukcja liczby ofiar śmiertelnych i ciężko rannych
lokalne ograniczenia prędkości 7% do 14%	22% (26% dla związanych z V)	15% (18% dla związanych z V)
intensywny nadzór nad ruchem drogowym ok. 15%	45% (52% dla związanych z V)	48% (56% dla związanych z V)
uspokojenie ruchu na drogach w małych miejsc. < 10%	Brak statystycznie istotnego wpływu	Brak statystycznie istotnego wpływu
uspokojenie ruchu na odcinkach ulic w miastach --	17% (25% dla związanych z V)	14%
strefy Tempo 20 i Tempo 30 14% do 16%	Brak statystycznie istotnego wpływu	12% (30% dla związanych z V)

Potencjalne przyczyny błędów rozwiązań projektowych:

- niewłaściwa interpretacja istniejących przepisów i braki wiedzy projektantów
- nieaktualne sformułowania w przepisach projektowania
- braki w przepisach projektowania istotnych uwarunkowań ze względu na brd
- świadome stosowanie odstępstw od przepisów projektowania
- koncentracja uwagi projektantów na uwarunkowaniach ekonomicznych i ochrony środowiska z przypisywaniem mniejszej wagi brd
- brak lub niewłaściwe stosowanie procedur kontrolnych w fazie projektowania i eksploatacji dróg

GRUPY DZIAŁAŃ POPRAWY BRD ODNOSZĄCYCH SIĘ DO INFRASTRUKTURY DROGOWEJ

1. Doskonalenie przepisów projektowania i związanych z nimi szczegółowych instrukcji, przewodników oraz katalogów
2. „Nowe” rozwiązania drogowe i organizacji ruchu
3. Identyfikacja miejsc koncentracji wypadków i ich eliminacja
4. Doskonalenie narzędzi zarządzania brd, zwłaszcza metod oceny oddziaływania dróg na bezpieczeństwo ruchu, audytu bezpieczeństwa ruchu, inspekcji dróg

POTENCJAŁ ZWIĘKSZENIA BRD POPRZEZ „LEPSZE PROJEKTOWANIE”

1. Rozwiązania dostosowane do rzeczywistych prędkości
2. Skuteczne środki zarządzania prędkością
3. Poprawa percepcji przestrzeni drogi i sytuacji w ruchu drogowym
4. Uproszczenie rozwiązań (bardziej przewidywalne podejmowanie decyzji)
5. Rozwiązania ograniczające skutki incydentów w ruchu drogowym i ograniczające powstawanie sytuacji konfliktowych

Efekty praktyczne badań - zmiany przepisów projektowania dróg

- formalne podstaw do budowy dróg określanych jako „samo-objaśniające”
- zintegrowanie projektowania geometrycznego z projektowaniem organizacji ruchu
- wprowadzenie nowego pojęcia prędkości projektowania nawiązującej do funkcji drogi i oczekiwań jej użytkowników
- standaryzacja przekrojów poprzecznych dróg
- dostosowanie wartości granicznych parametrów dróg, skrzyżowań i węzłów oraz widoczności do współczesnych modeli ruchu
- określenie wymagań w stosunku do wyposażenia drogi i jej otoczenia zapewniających uzyskanie rozwiązań bezpiecznych, w tym „wybaczących” błędy kierowców
- uwzględnienie w projektowaniu geometrycznym i organizacji ruchu wyposażenia w środki inteligentnych systemów transportowych (ITS)



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

W prezentacji wykorzystano materiały z projektu POIG „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju” zadanie T. 6.5 „Kształtowanie infrastruktury drogowej spełniającej standardy bezpieczeństwa ruchu”

sgaca@pk.edu.pl