

Prof. dr hab. inż. Stanisław Gaca

METODY ANALIZ BRD, PROGNOZOWANIE ZDARZEŃ DROGOWYCH

Rodzaje analiz

Miejsca koncentracji wypadków

Metody prognozowania
miar brd

Studia Podyplomowe „Inżynieria Ruchu Drogowego” – 2019/2020

Badania i analizy są konieczne, aby:

- 1. Postawić diagnozę zagrożeń brd**
- 2. Określić środki prewencyjne z
uwzględnieniem ich złożonej roli w
funkcjonowaniu systemu transportowego**
- 3. Ocenić skuteczność zastosowanych
środków**
- 4. Szacować ekonomiczne i społeczne skutki
wypadków**



Przy typowym podziale pola badawcze obejmują:

- 1. uczestników ruchu**
- 2. drogi i ich otoczenie**
- 3. pojazdy**
- 4. bazy danych i metody analiz bezpieczeństwa ruchu**

WYKORZYSTYWANE METODY BADAŃ BRD:

- badania z zastosowaniem narzędzi statystyki
- badania behawioralne (*obserwacje, testy laboratoryjne, wywiady i badania ankietowe*)
- badania na modelach (*modele fizyczne, symulacyjne, analityczne*)
- badania mieszane (*łącznie różne metody*)

RODZAJE ANALIZ UKIERUNKOWANYCH NA IDENTYFIKACJĘ PROBLEMÓW BRD

- Analizy globalne – *porównania trendów i wskaźników w skali kraju i porównania międzynarodowe*
- Analizy ogólne – *badania wybranych cech w celu identyfikacji problemów brd w tym dotyczących wybranych grup użytkowników dróg, identyfikacja miejsc koncentracji wypadków*
- Analizy szczegółowe – *identyfikacja okoliczności i potencjalnych przyczyn w miejscach koncentracji wypadków, analizy w celu projektowania środków poprawy brd*
- **Audyt brd**
- **Przeglądy dróg**

METODA IDENTYFIKACJI OGÓLNYCH PROBLEMÓW BRD

(przykład ujęcia regionalnego)

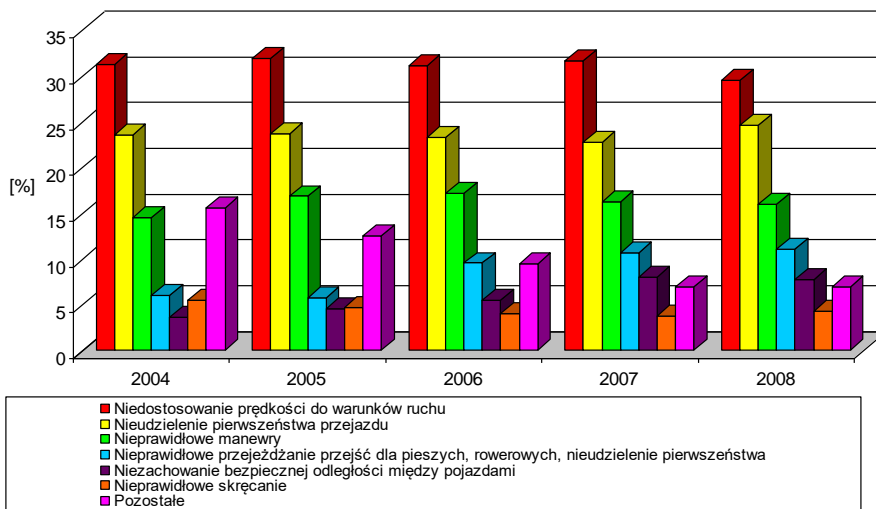
- porównania ze statystykami innych województw (regionów), najlepiej sąsiednich
- porównywanie wieloletnich trendów pod względem przyczyn, sprawców, ofiar, okoliczności
- analizy statystyczne dotyczące udziału różnych grup wiekowych wśród sprawców i ofiar
- zastosowanie metody ekspertów

PROBLEMY BRD – przykład analiz

Struktura wypadków



Analizy ogólne – identyfikacja problemów brd (przykłady)



Okoliczności wypadków zawinionych przez kierujących

PROBLEMY BRD

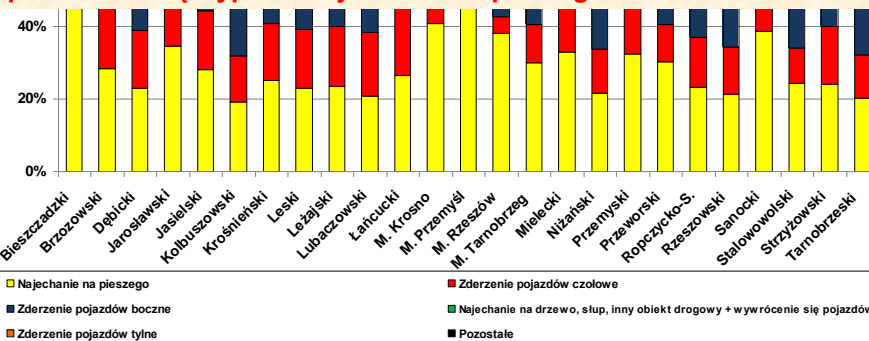
Struktura wypadków w powiatach

Rozkład wypadków według ich rodzajów



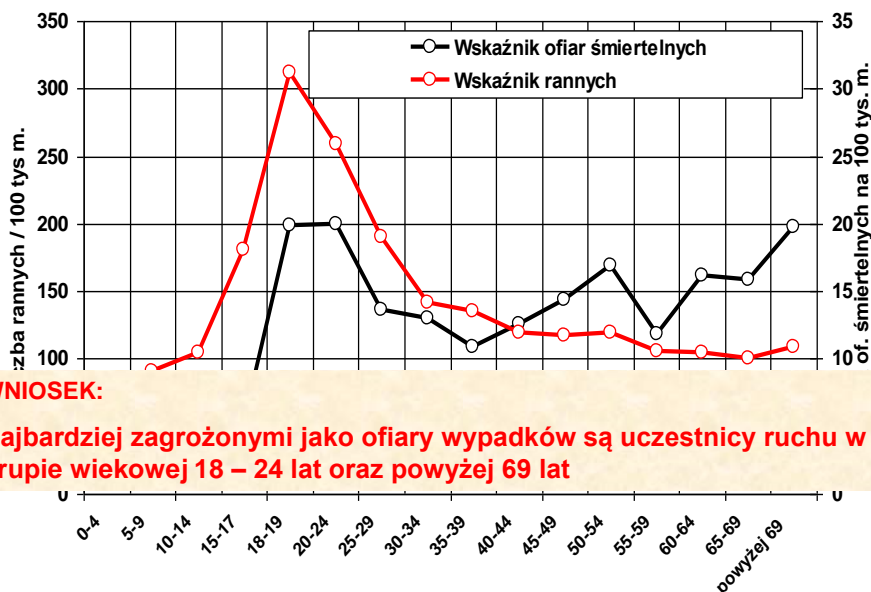
WNIOSEK:

Struktura wypadków różni się w powiatach, co wynika z charakteru sieci drogowej i natężeń ruchu, ale w większości powiatów głównym problemem są wypadki najechania na pieszego



PROBLEMY BRD

Ofiary wypadków

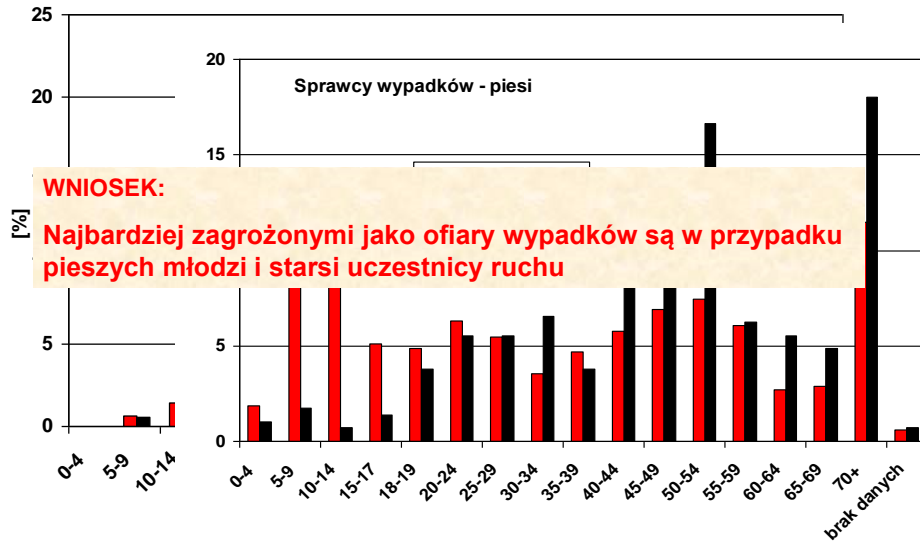


WNIOSEK:

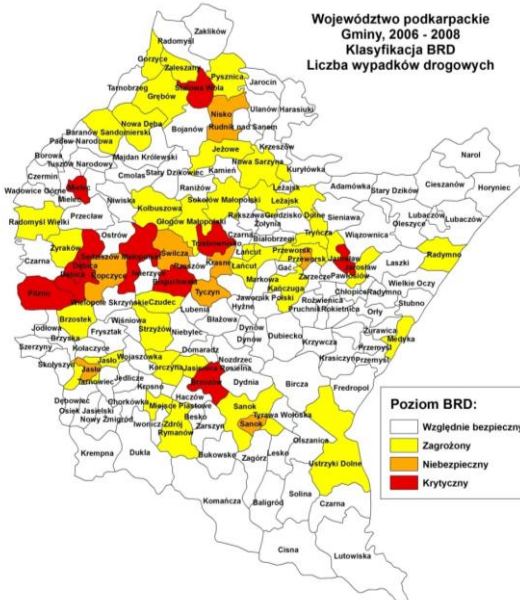
Najbardziej zagrożonymi jako ofiary wypadków są uczestnicy ruchu w grupie wiekowej 18 – 24 lat oraz powyżej 69 lat

PROBLEMY BRD

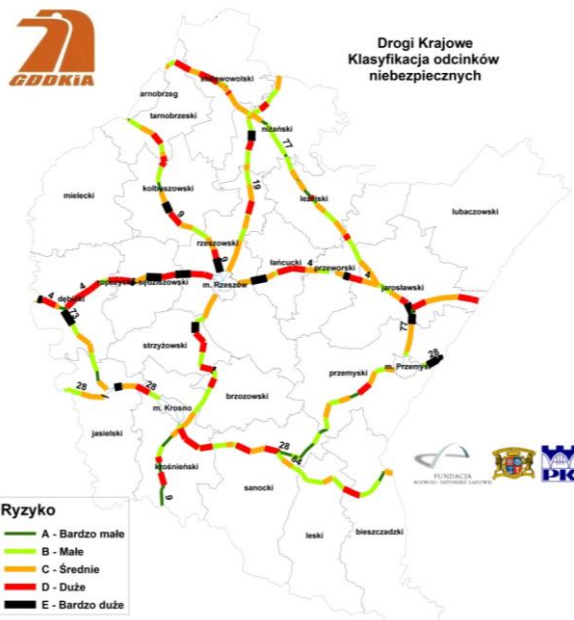
Sprawcy i ofiary wypadków w grupach wiekowych



Analizy ogólne – identyfikacja problemów brd (przykłady)



Analizy ogólne – identyfikacja problemów brd (przykłady)



MIEJSCA WYSOKIEGO RYZYKA

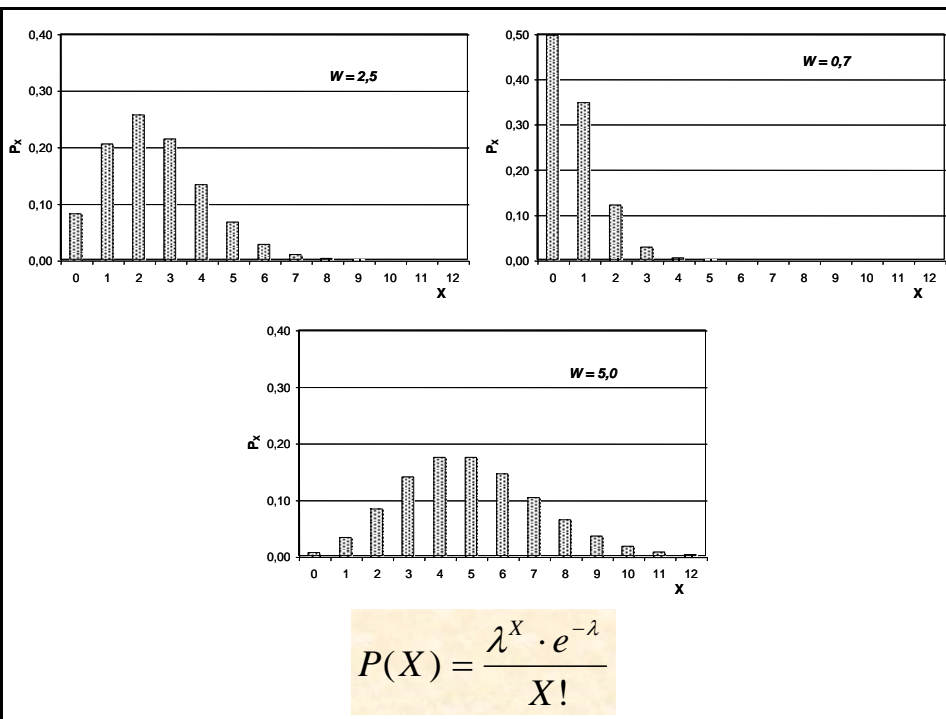
CELE IDENTYFIKACJI I ANALIZY TYCH MIEJSC :

- Ogólny opis sytuacji i zlokalizowanie miejsc zagrożeń w sieci dróg i ulic
- Określenie potencjalnych przyczyn wypadków w miejscach zagrożeń
- Dobór i efektywne wdrożenie środków poprawy bezpieczeństwa ruchu

Miejsce wysokiego ryzyka – odcinek o ustalonej długości, na którym:

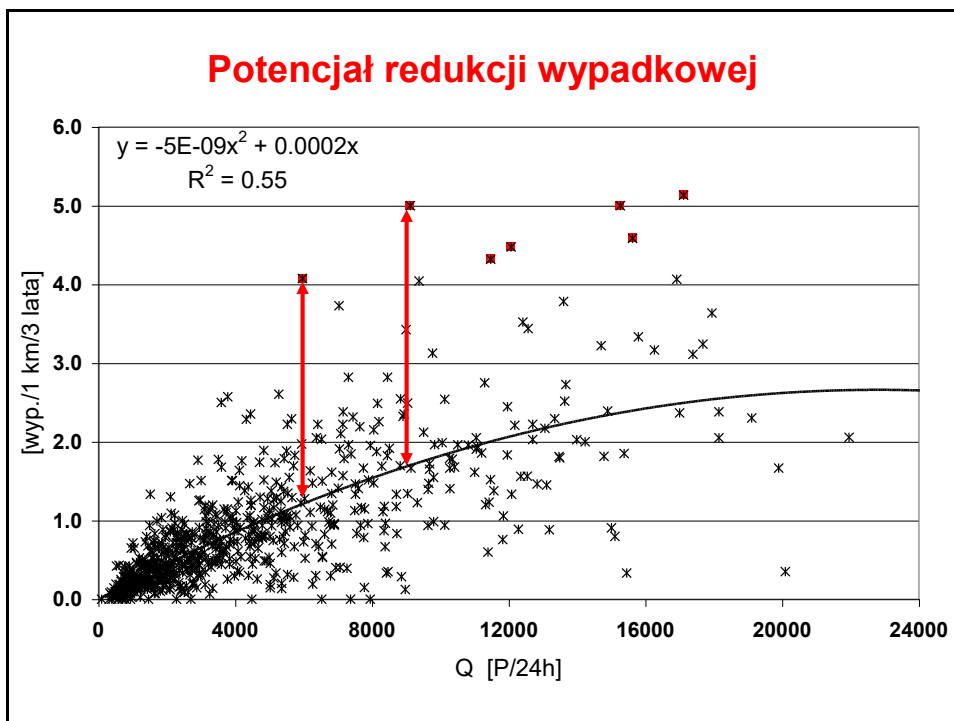
a) zagrożenie brd *różni się istotnie* od zagrożenia na pozostałych odcinkach

b) koncentracja wypadków jest tak duża, że nie można jej przypisać tylko czynnikom losowym



Miary brd stosowane w identyfikacji miejsc wysokiego ryzyka:

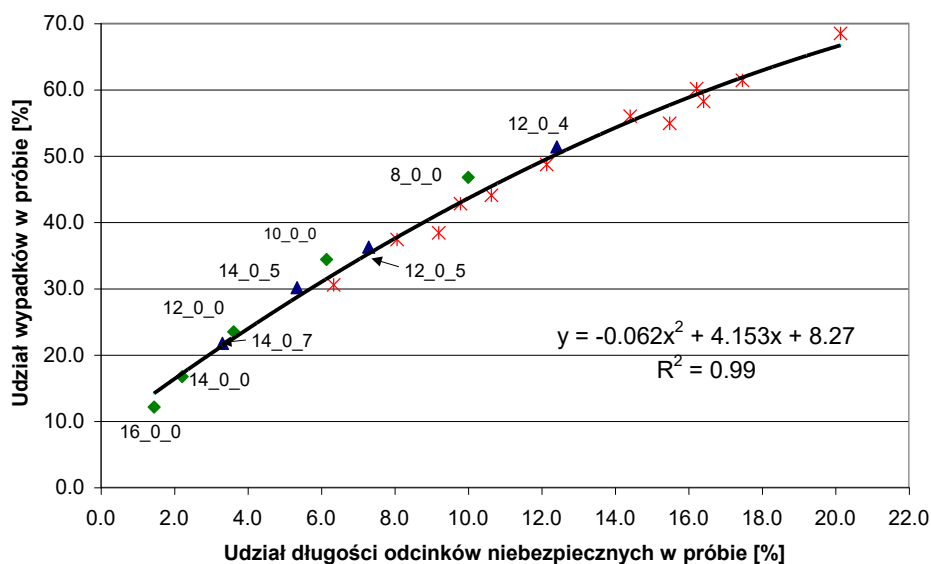
1. Gęstość wypadków [wyp./1km]
2. Względny wskaźnik wypadkowy [wyp./mln.poj.km]
3. Wskaźnik zagrożenia
4. Wskaźniki uwzględniające ciężkość wypadku
5. Potencjał redukcji wypadkowej



DETERMINANTY WYBORU MIAR BRD DO IDENTYFIKACJI MIEJSC WYSOKIEGO RYZKA

1. Dostępne bazy danych i ich jakość
(wypadki, ruch, droga)
2. Koszt analiz
3. Obiektywizm wyboru
4. Możliwość stosowania efektywnych
środków poprawy brd

Udział wypadków na odcinkach niebezpiecznych w
zależności od ich długości wynikającej z przyjętych wartości
granicznych miar brd



WNIOSKI Z ANALIZ WERYFIKACYJNYCH

- a) metoda identyfikacji miejsc niebezpiecznych powinna bazować na wykorzystywaniu kilku kryteriów identyfikacji zamiast pojedynczych, prostych wskaźników
- b) w pewnym zakresie dopuszczalne jest arbitralne ustalanie granicznych wartości kryteriów, skutkiem czego będzie większa lub mniejsza liczba identyfikowanych miejsc krytycznych

SZCZEGÓŁOWE ANALIZY W MIEJSCACH NIEBEZPIECZNYCH

Zalecenia techniczne

- **Zgromadzenie danych o wypadkach i kolizjach wraz z charakterystyką miejsc ich występowania:**
 - naniesienie na plan sytuacyjny z oznakowaniem typu i okoliczności wypadku
 - uzupełnienie na planie sytuacyjnym istotnych elementów otoczenia drogi (źródła i cele ruchu pieszego, obiekty generujące ruch, zjazdy publiczne, przystanki itp.)
 - wprowadzenie danych o stanie jezdni (szorstkość, koleiny)
 - stworzenie mapy kolizji jako uzupełniającej dane o wypadkach
- **Zebranie danych o ruchu** (natężenie ruchu, struktura rodzajowa i kierunkowa, prędkość z jej charakterystykami)

Zalecenia techniczne - cd

- **Określenie głównego problemu zagrożeń brd**

wstępna ocena zagrożeń na podstawie danych statystycznych o zdarzeniach drogowych

sformułowanie hipotez o źródłach zagrożeń poprzez połączenie danych o zdarzeniach drogowych, miejscu ich rejestracji i danych o ruchu (powtarzalność wypadków danego typu, czynniki sprzyjające ich powstawaniu, rozwiązania i typowe uwarunkowania sprzyjające zdarzeniom drogowym – niezgodność z wymaganiami technicznymi, doświadczenia z innych analiz itp.)

Zalecenia techniczne - cd

- **Sformułowanie wniosków o głównych przyczynach zagrożeń brd**

końcowa weryfikacja hipotez o źródłach zagrożeń brd
wyodrębnienie zagrożeń związanych z infrastrukturą drogową, zagospodarowaniem otoczenia, organizacją ruchu, zachowaniami uczestników ruchu

- **Zalecenia i koncepcja środków poprawy brd**

eliminacja zidentyfikowanych przyczyn zdarzeń drogowych, uzyskanie standardu rozwiązań zgodnego z podstawowymi wymaganiami, ewentualne stosowanie rozwiązań niekonwencjonalnych

uzupełniające działania nie związane z infrastrukturą drogową

Ważniejsze kryteria oceny w czasie wizji lokalnej

- 1. Prędkość pojazdów i jej porównanie z założeniami projektowymi**
- 2. Czytelność i zrozumiałość rozwiązań w różnych uwarunkowaniach ruchu i oświetlenia**
- 3. Zachowania użytkowników dróg w obrębie skrzyżowań**
- 4. Poprawność doboru organizacji ruchu na odcinkach i skrzyżowaniach, zgodność parametrów wydzielonych pasów ruchu z obserwowanymi potrzebami**
- 5. Konflikty przy korzystaniu z urządzeń komunikacji zbiorowej**

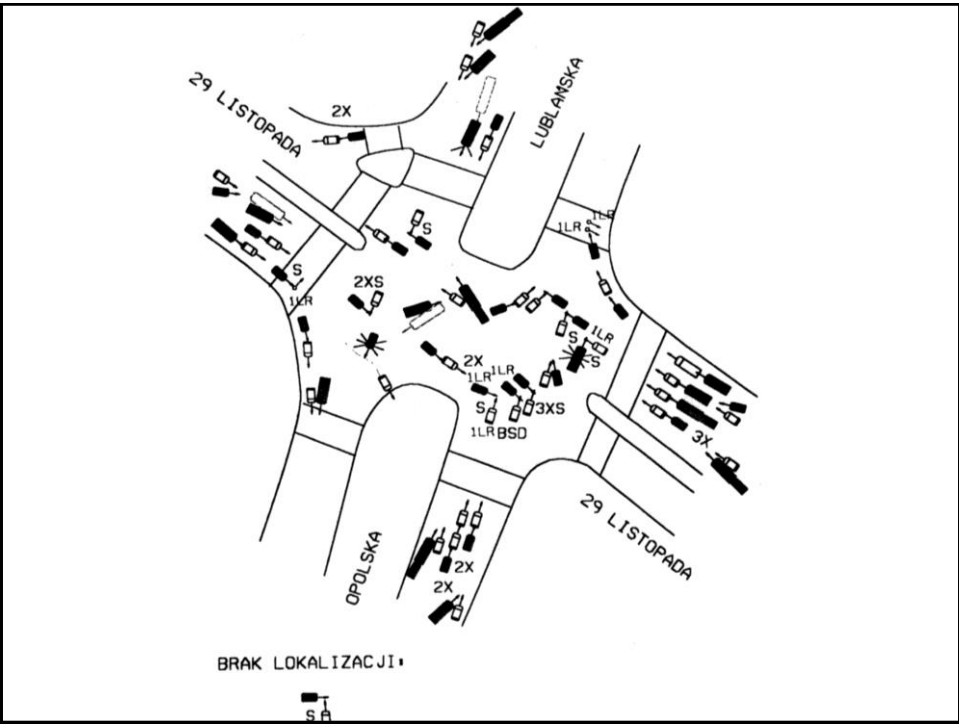
- 8. Konflikty w rejonie przejść dla pieszych i przejazdów rowerowych, dostosowanie urządzeń do potrzeb pieszych i rowerzystów**
- 9. Konflikty związane z dostępnością do drogi, zagospodarowanie w otoczeniu drogi i jego wpływ na przebieg ruchu**
- 10. Ograniczenia widoczności powodowane różnymi czynnikami**
- 11. Czytelność oznakowania pionowego i poziomego oceniana w różnych warunkach oświetlenia i z pozycji uczestników ruchu**
- 12. Sprawność urządzeń odwodnienia jezdni i poboczy**
- 13. Stan jezdni – cechy istotne z uwagi na brd**





**DOBÓR ŚRODKÓW POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA
RUCHU DROGOWEGO JAKO WYNIK ANALIZ
SZCZEGÓŁOWYCH**

- A) ZWIĄZANY Z ROZPATRYWANIEM DROGI I JEJ
OTOCZENIA JAKO MIEJSCA WYPADKU
(osiągnięcie zgodności z podstawowymi
wymaganiami bezpieczeństwa ruchu)**
- B) DETERMINOWANY DOMINUJĄCYMI
RODZAJAMI I PRZYCZYNAMI WYPADKÓW
(rodzaj wypadku ⇒ domniemane przyczyny
⇒ środki poprawy)**
- C) ŁĄCZĄCY SPOSÓB A i B**



Mapa wypadków na skrzyżowaniu



Przykład – skrzyżowanie miejskie



Mapa zdarzeń drogowych



GRUPY ŚRODKÓW POPRAWY BRD W MIEJSCACH KONCENTRACJI WYPADKÓW

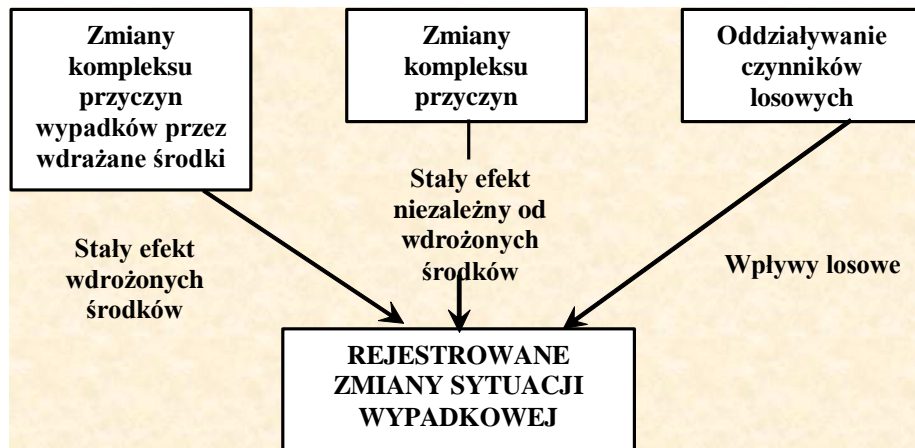
- drogowe środki eliminujące wskazane w analizach szczegółowych błędy rozwiązań infrastrukturalnych
- poprawa sytuacji na miejscu zdarzeń przez lepsze ostrzeganie uczestników ruchu o zagrożeniach
- redukcja prędkości w celu zmniejszenia ryzyka wypadków lub ich ciężkości
- oddziaływanie na zmianę ryzykownych zachowań uczestników ruchu poprzez środki edukacji i nadzoru

BADANIA SKUTECZNOŚCI WDRAŻANYCH ŚRODKÓW POPRAWY BRD

Założenia:

- jasne sprecyzowanie problemu - ustalenie grup środków poddawanych ocenie i sformułowanie oczekiwań z tytułu ich stosowania
- przyjęcie kryteriów oceny skuteczności - za pomocą jakich mierników oceniany będzie efekt zastosowania określonych środków
- selekcja dodatkowych parametrów i cech do rejestracji w czasie
- ustalenie wielkości wymaganej próby danych o zdarzeniach drogowych (wypadkach)

Schemat uwarunkowań w ocenie skuteczności wdrażanych środków poprawy brd



Najczęściej wykorzystywane metody badań:

- technika konfliktów ruchowych
- porównania "przed i po" (przed zastosowaniem środka i po jego zastosowaniu),
- porównania "przed i po" z obiektem lub grupą kontrolną
- porównania „z” i „bez”

W porównaniach „przed i po” oraz „z” i „bez” stawiane są dwa pytania:

- czy istnieją różnice pomiędzy porównywanymi zbiorami danych ?
- czy różnice te są istotne ?

Ocena istotności różnic:

W BADANIACH „PRZED I PO”:

$$\chi^2 = \frac{(n_1 \cdot t_2 - n_2 \cdot t_1)^2}{t_1 \cdot t_2 \cdot (n_1 + n_2)}$$

W BADANIACH „PRZED I PO” Z OBIEKTEM KONTROLNYM:

	"przed"	"po"	Suma
Obiekt badany	n_{11} bez środków poprawy	n_{12} ze środkami poprawy	$n_{1.}$
Obiekt kontrolny	n_{21} bez środków poprawy	n_{22} bez środków poprawy	$n_{2.}$
Suma	$n_{.1}$	$n_{.2}$	n

$$\chi^2 = \frac{n \cdot (n_{11} \cdot n_{22} - n_{12} \cdot n_{21})^2}{(n_{11} + n_{21}) \cdot (n_{12} + n_{22}) \cdot (n_{11} + n_{12}) \cdot (n_{21} + n_{22})}$$

Przykłady statystycznie istotnych zmian

Przed	Po	Przed	Po
5	1	14	6
6	1	15	7
7	2	16	8 (9)
8	2 (3)	17	8
9	3	18	9
10	3 (4)	19	10
11	4	20	10 (11)
12	5	21	11 (12)
13	6	22	12

Dane dla kryterium istotności 0,10

Kwantyfikacji skuteczności zastosowanych środków - WS

$$C = 0,25 \cdot (\ln n'_{11} - \ln n'_{12} - \ln n'_{21} + \ln n'_{22}) \quad (4)$$

$$S = 0,25 \cdot \sqrt{\frac{1}{n'_{11}} + \frac{1}{n'_{12}} + \frac{1}{n'_{21}} + \frac{1}{n'_{22}}} \quad (5)$$

$n'_{ij} = n_{ij} + 0,5$ (wartości z czteropolowej tablicy zwiększone o 0,5)

$$WS = e^{-4C}$$

$$e^{-4(C+1,96 \cdot S)} \leq WS \leq e^{-4(C-1,96 \cdot S)}$$

Przykład oceny 1

	"Przed"	"Po"	Suma
Odcinek badany	28 bez środków poprawy	19 ze środkami poprawy	47
Odcinek kontrolny	21 bez środków poprawy	23 bez środków poprawy	44
Suma	49	42	91

$$\chi^2 = \frac{91 \cdot (28 \cdot 23 - 19 \cdot 21)^2}{(28 + 21) \cdot (19 + 23) \cdot (28 + 19) \cdot (21 + 23)} = 1,28$$

Dla $p = 0,10$ graniczna wartość statystyki wynosi 2,71, wniosek: **brak statystycznie istotnej różnicy w okresie „przed” i „po”**

Przykład oceny 2

	"Przed"	"Po"	Suma
Odcinek badany	32 bez środków poprawy	18 ze środkami poprawy	50
Odcinek kontrolny	26 bez środków poprawy	31 bez środków poprawy	57
Suma	58	49	107

$$\chi^2 = \frac{107 \cdot (32 \cdot 31 - 18 \cdot 26)^2}{(32 + 26) \cdot (18 + 31) \cdot (32 + 18) \cdot (26 + 31)} = 3,62$$

Dla $p = 0,10$ graniczna wartość statystyki wynosi 2,71, wniosek: **statystycznie istotna różnica w okresie „przed” i „po”**

Krótkoterminowa ocena skutków wdrażanych środków poprawy brd – miary pośrednie – prędkość i wystawienie na ryzyko

- prowadzenie badań w porównywalnych warunkach – natężenie i struktura rodzajowa ruchu, pogoda, występowanie lub brak nadzoru
- unikanie grupowania kilku środków, gdyż wówczas może być badany tylko ich łączny efekt bez możliwości oceny skutków każdego ze środka oddzielnie
- możliwość porównań różnych parametrów prędkości – średnia, kwantyle, rozrzut, rozkład
- kontrola statystycznej istotności stwierdzonych różnic



Metody prognozowania miar bezpieczeństwa ruchu drogowego (modele predykcji wypadków)

PROGNOZOWANIE WARTOŚCI MIAR BRD

- ***L. wypadków (λ) = wystawienie na ryzyko (N) x poz. ryzyka (p)***
- ***Analizy trendów***
- ***Badania „przed i po”***
- ***Metoda wskaźników***
 - Sieci neuronowe
 - Modele teorii niezawodności
 - Modele symulacyjne
 - Modele fizyczne

GRUPY MODELI PROGNOZOWANIA (szacowania) MIAR BRD

- **Makromodele** (zmienne: demograficzne, socjoekonomiczne, obszarowe, transportowe)
- **Mezomodele** (miasto, gmina, grupa uczestników ruchu, środki transportu, charakterystyki transportowe)
- **Mikromodele** (prognozowanie liczby i konsekwencji wypadków na poszczególnych elementach infrastruktury)

Wg. ujęcia problemu:

- Modele wystawienia na ryzyko
- Modele ryzyka zdarzenia
- Modele konsekwencji zdarzeń

PRZYKŁADY

- Makromodel Smeed'a (1948)

$$ZAB = 0,000099 \cdot POJ^{0,3377} \cdot LUD^{0,7323}$$

Wskaźnik ofiar śmiertelnych (ofiary/100 mln poj.km)

$$WZAB = a \cdot WPOJ^b$$

USA $a=73092$, $b=-1,648$

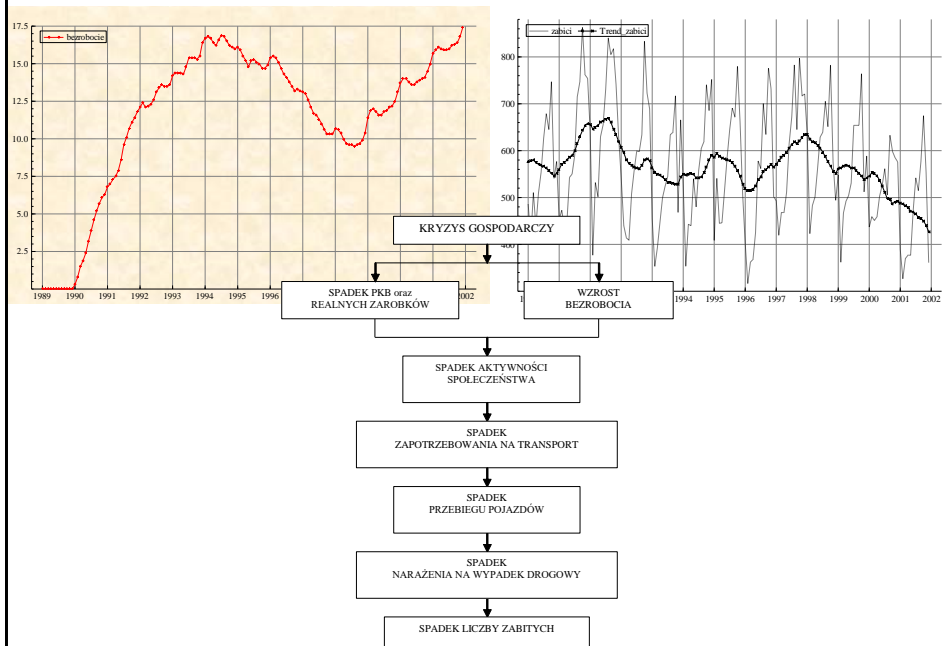
Finlandia: $a=30337$, $b=-1,744$

Np. Dla 500 poj/1000 osób

USA – **2,606** zab./100 mln poj. km

Finlandia – 0,988 zab./100 mln poj. km

Przykład modelu szacowania wpływu aktywności gospodarczej na liczbę ofiar śmiertelnych – dr J. Żukowska PG



OCENA WPŁYWU PRĘDKOŚCI NA BRD NA PODSTAWIE DANYCH O ZDARZENIACH DROGOWYCH - PRZYKŁADY

Model VTI

$$W_1 = (V_1/V_0)^n \cdot W_0$$

POZA TERENAMI ZURBANIZOWANYMI (meta analiza *Elvik, 2009*):

$n = 4,1; 2,6; 1,6$

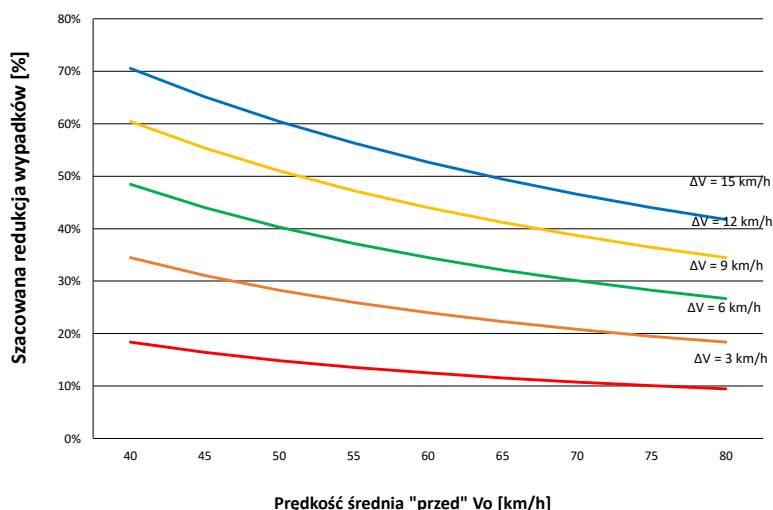
W MIASTACH (meta analiza *Elvik, 2009*):

a) $n = 2,6$ (95% przedział ufności: 0,3 – 4,9)

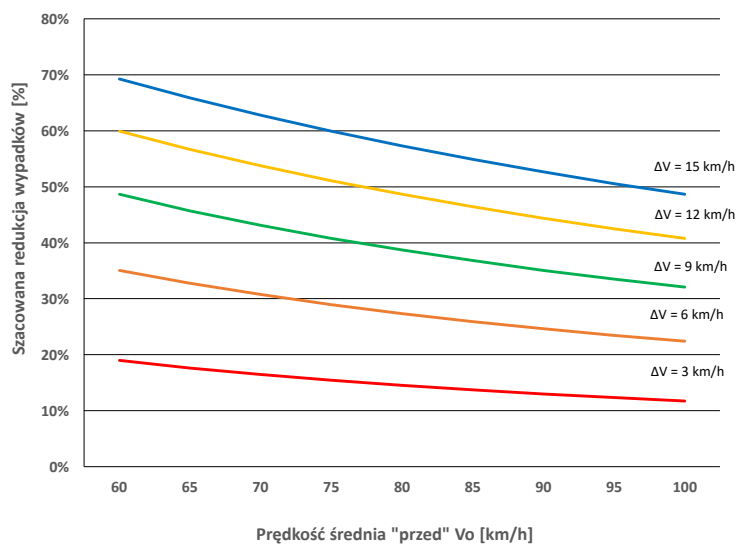
b) $n = 1,5$ (95% przedział ufności: 0,9 – 2,1)

c) $n = 1,2$ (95% przedział ufności: 0,7 – 1,7)

Kierunki rozwoju „power model” – wyróżnienie typu drogi i grup wypadków

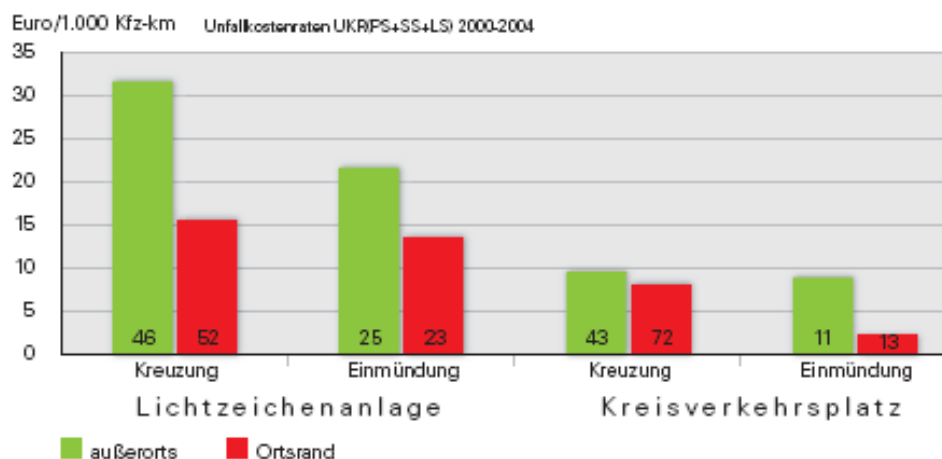


Rys. 2.2. Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) możliwej redukcji liczby wypadków z ofiarami śmiertelnymi w zależności od wyjściowej prędkości średniej i wartości redukcji prędkości ΔV – drogi na obszarach zabudowanych



Rys. 2.5. Oszacowanie na podstawie wzoru (1.1) możliwej redukcji liczby wypadków z ofiarami śmiertelnymi w zależności od wyjściowej prędkości średniej i wartości redukcji prędkości ΔV – drogi poza obszarami zabudowanymi

Wykorzystanie miar brd do prognozowania liczby wypadków i porównań różnych rozwiązań - przykłady



Wykorzystanie miar brd do prognozowania liczby wypadków i porównań różnych rozwiązań - przykłady

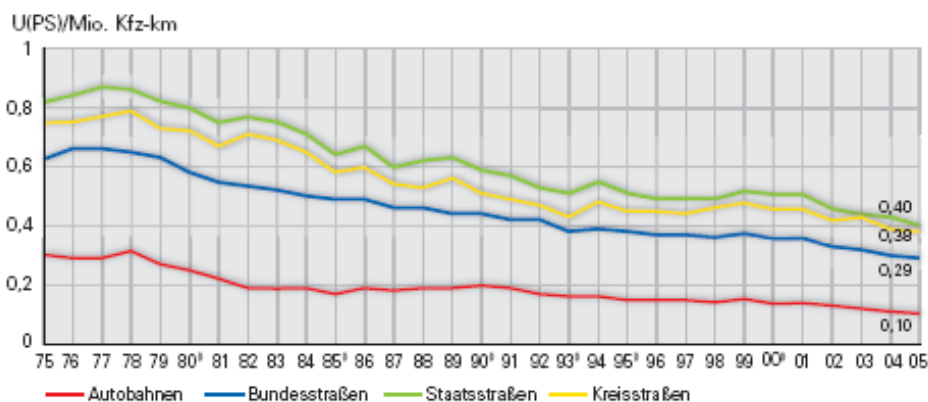


Tabela 5. Wskaźnik RAI dla ciągów drogowych jednojezdniowych z uwzględnieniem średniego $f_{LDW}^{(1)}$ (wypadki / 10^6 poj-km/dobę)

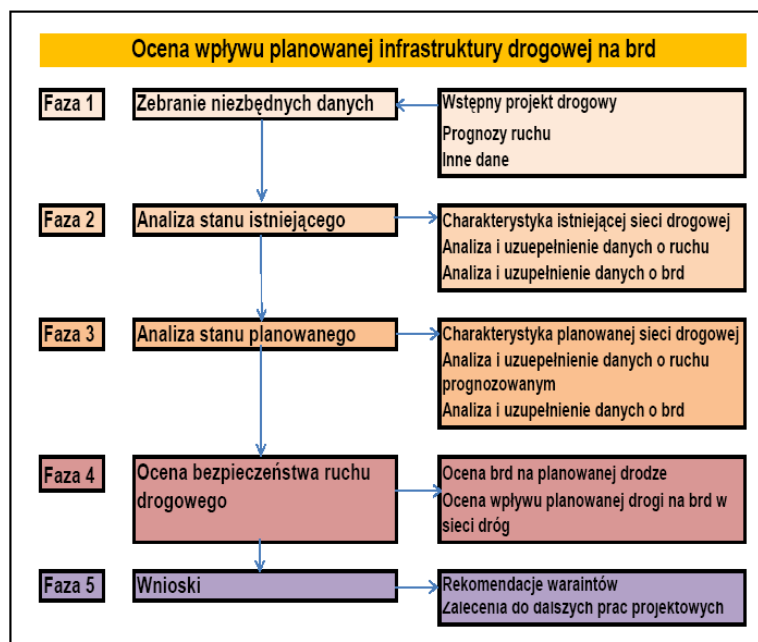
RAI(LDW)/ SDR	S1x2n	S1x2z	GP1x2n	GP1x2n	G1x2n	G1x2z
0 - 5 000	0,194	0,192	0,268	0,397	0,219	0,336
5000 - 10 000	0,124	0,160	0,223	0,331	0,182	0,282
10 000 - 20 000	0,108	0,142	0,198	0,295	0,162	0,250
20000 - 30 000	0,099	0,131	0,180	0,268	0,149	0,228
30000 - 40 000	0,095	0,122	0,169	0,252	0,140	0,212
above 40 000	0,090	0,113	0,158	0,225	0,135	0,203

Źródło: Opracowanie własne na podstawie metody wskaźników BRD

Tabela 1. Współczynnik wpływu horyzontu czasowego prognozy f_{HP}

Rok prognozy	f_{HP}	Rok prognozy	f_{HP}
2009 - 2010	1,0	2030 - 2033	0,5
2011 - 2016	0,9	2034 - 2039	0,4
2017 - 2021	0,8	2040 - 2045	0,3
2022 - 2025	0,7	2046 - 2050	0,2
2026 - 2029	0,6		

Idea metody prognozowania wg. GDDKiA



$$LW_k = \sum_{i=1}^n LWp_{i,k}$$

Przykład szacowania liczby wypadków
(Instrukcja GDDKiA)

$$LWp_{i,k} = PPp_i \cdot KWp_{i,k}$$

$$GW_i = \frac{LWp_i}{L}$$

$$KWp_{i,k} = KWb_k \cdot WKW_{i,k}$$

- $LWp_{i,k}$ – liczba wypadków dla stanu planowanego w roku i dla k -tego rodzaju przekroju poprzecznego
- PPp_i – praca przewozowa dla stanu planowanego w roku i
- KWb_k – bazowa wielkość liczbowa wskaźnika koncentracji wypadków, dla k -tego rodzaju przekroju poprzecznego
- $WKW_{i,k}$ – współczynnik korekcyjny wskaźnika koncentracji wypadków, dla k -tego rodzaju przekroju poprzecznego
- L – długość odcinka drogi

REGRESYJNE MODELE MIAR BRD – UWARUNKOWANIA BUDOWY

**Modele miar brd – ilościowy opis wpływu
czynników determinujących wypadki**

Uwarunkowania budowy modeli

Przykłady modeli dla odcinków dróg i ulic

**Modele szacowania oczekiwanych wartości
liczby wypadków lub ich wskaźników:**

$$\lambda(z, t) = E[y(z, t) | X(z, t)] = f\{X(z, t)\}$$

gdzie $y(z, t)$ oznacza rejestrowaną liczbę
wypadków w miejscu z i w czasie t .

REGRESJA WIELOKROTNA

1) Badane zjawisko opisuje funkcja:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_p)$$

**2) W praktyce występują realizacje procesu i możliwe jest
poszukiwanie zależności pomiędzy wartością oczekiwaną
 Y a zadanymi wartościami $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ zmiennych
losowych $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$**

$$E(Y |_{X_1=x_1, X_2=x_2, \dots}) = \mu_y = f(x_1, x_2, \dots, x_p)$$

Wyznaczenie oczekiwanej liczby wypadków w miejscu „z” i w czasie „t” wymaga:

- 1) określenia postaci funkcji $f\{X(z,t)\}$**
- 2) ustalenia zbioru zmiennych niezależnych $X(z,t)$**
- 3) wyznaczenia parametrów występujących w funkcji $f\{X(z,t)\}$**
- 4) poznania natury losowego zjawiska występowania wypadków – typ rozkładu zmiennej losowej**

Modele regresyjne – ogólna postać funkcji

$$y_i = \sum_j \beta_j \cdot x_{ji} + e_i$$

$$y_i = \sum_j \beta_j \cdot g(x_{ji}) + e_i$$

$$h(y_i) = \sum_j \beta_j \cdot x_{ji} + e_i$$

$$E(\lambda) = \alpha \cdot Q^\beta \cdot e^{\sum \gamma_i \cdot x_i}$$

$$E(\lambda) = \alpha \cdot Q_N^\beta \cdot Q_P^\beta \cdot e^{\sum \gamma_i \cdot x_i}$$

Wybór zmiennych niezależnych:

- a) metoda prób i błędów wg. kryterium dopasowania modelu do danych empirycznych
- b) hipotetyczny model zdarzeń oraz pytania, na które poszukuje się odpowiedzi
- c) interpretacja fizyczna modelu
- d) zmienne określające bezpośrednio wystawienie na ryzyko
- e) zmienne określające pośrednio wystawienie na ryzyko

Procedura budowy modeli:

- a) Przygotowanie danych empirycznych
- b) Zdefiniowanie zmiennych zależnych i niezależnych
- c) Odrzucenie zmiennych o małym współczynniku zmienności
- d) Określenie zmiennych zależnych silnie skorelowanych
- e) Eliminacja zmiennych o małej korelacji ze zmienną zależną
- f) Wstępne określenie modelu
- g) Ocena stopnia dopasowania modelu

Ocena jakości modelu:

1) Analiza reszt

$$SS_E = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$DF_E = n - p - 1$$

$$SEE = \sqrt{\frac{SS_E}{DF_E}}$$

2. Współczynnik korelacji

$$r^2 = 1 - \frac{SS_E}{SS_T}$$

$$SS_T = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

3. Skorygowany współczynnik korelacji

$$\tilde{r}^2 = 1 - \frac{MS_E}{MS_T}$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{DF_E}$$

$$MS_T = \frac{SS_T}{DF_T}$$

$$DF_T = n - 1$$

PRZYKŁADY MODELI REGRESYJNYCH

Model EURO – odcinki poza zabudową

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

Model U1 - ulice

$$W = k_1 \cdot V^\alpha \cdot e^{\beta \cdot Cv}$$

Modele szacowania liczby wypadków (PL)

Przykłady dla baz danych:

- 66 odcinków przejść drogowych przez małe miejscowości
- 51 odcinków ulic w miastach
- analiza przy założeniu rozkładu *Poissona* i rozkładu *normalnego*

Ogólna postać modelu:

$$\ln(LW) = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + \dots + a_n \cdot x_n$$

Przejścia drogowe przez miejscowości

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

$$LW = 0,1827 \cdot Q^{0,483} \cdot L_p^{0,646} \cdot e^{0,106B_j - 0,016V_{sr}}$$

$$Y = a_0 \cdot Q^{a_1} \cdot L^{a_2} \cdot \exp(a_3 \cdot GW + a_4 \cdot LP)$$

ULICE – odcinki ze skrzyżowaniami

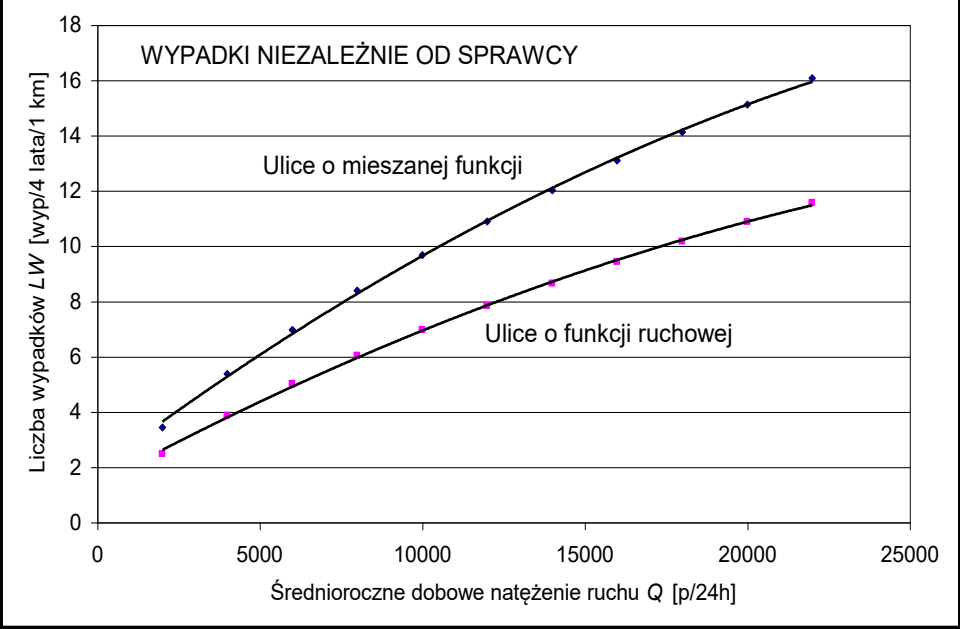
$$LW = 0,0181 \cdot Q^{0,7446} \cdot L \cdot e^{-0,012LSK - 0,131F_Z + 0,241F_{ZR} - 0,111F_R}$$

$$LW = 0,0056 \cdot Q^{0,8235} \cdot L^{0,98} \cdot e^{1,521CV}$$

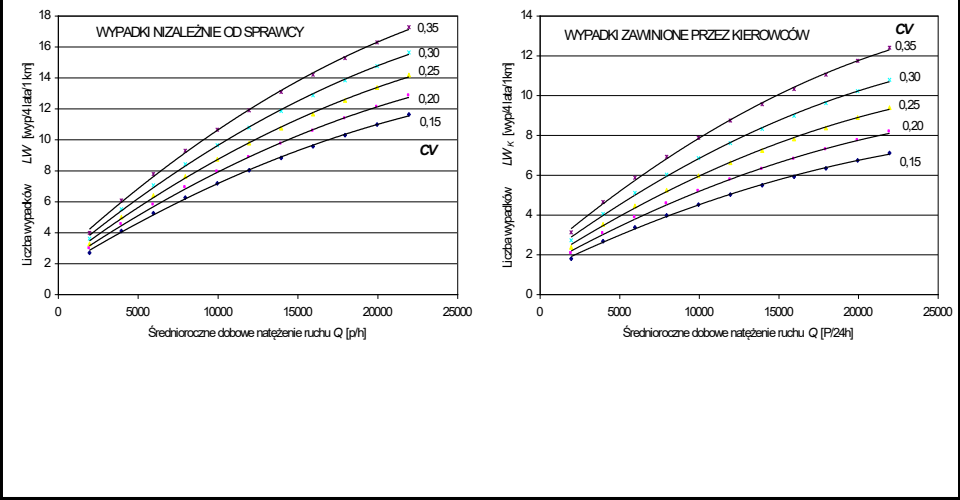
ULICE - odcinki

$$LW = 0,0183 \cdot Q^{0,6155} \cdot L \cdot e^{1,98CV}$$

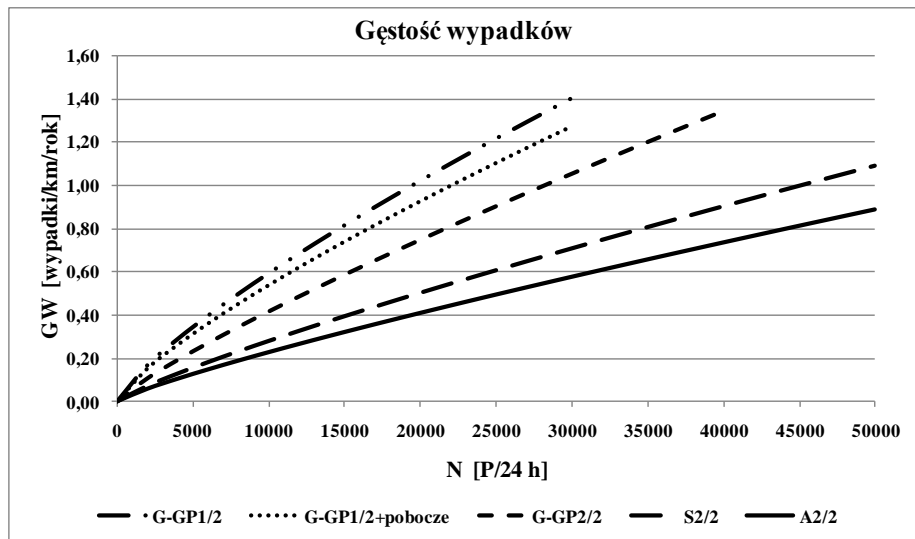
Wpływ funkcji ulicy na wypadki - odcinki



ULICE – wpływ CV na wypadki na odcinkach



Przykłady ocen wpływu typu przekroju na brd (Politechnika Gdańska)



Modele regresyjne - problemy

- Dostępność danych i ich jakość
- Ryzyko dużego wpływu doboru próby losowej, wpływ czynników lokalnych
- Z reguły małe próby dostępnych danych
- Duża liczba skorelowanych zmiennych niezależnych
- Wykorzystywanie do prognoz wymaga założenia stacjonarności zidentyfikowanych zależności
- Krótkie horyzonty czasu prognozowania
- Brak makromodeli uwzględniających różne formy środków poprawy brd z ich interakcjami

Uwagi końcowe

- Narzędzia opisu stanu brd są dobrze rozpoznane, ale ich zastosowania wymagają odpowiednich baz danych, których zakres i jakość budzą zastrzeżenia
- Modele prognozowania koncentrują się głównie na opisie wpływu różnych zmiennych na miary brd (wskaźniki wypadkowe) przy wykorzystaniu danych historycznych
- Wpływ interakcji „człowiek-droga” na wypadki jest uwzględniany w modelach regresyjnych tylko w sposób pośredni
- W zastosowaniach inżynierskich dominują oceny wskaźnikowe i modele regresyjne zawierające głównie zmienne wystawienia na ryzyko