Wpływ eliminacji z ruchu pojazdów przeciążonych na trwałość zmęczeniową nawierzchni

Piotr Zieliński[1], Malwina Spławińska[1], Piotr Burnos[2], Janusz Gajda[2]

[1] Politechnika Krakowska, [2] AGH

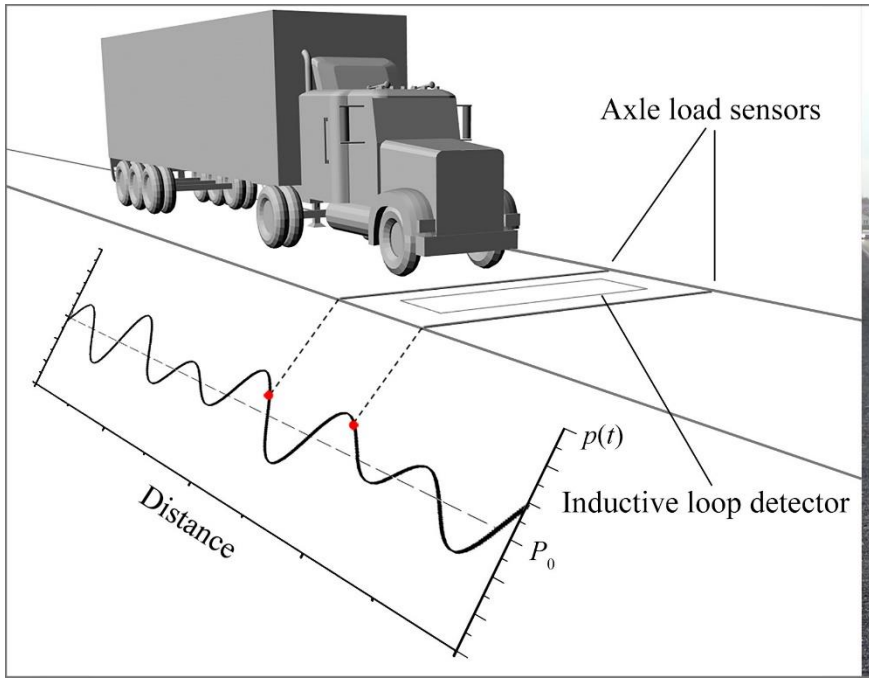
V KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2018 Kraków, 14-16 listopada 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Plan prezentacji

- Wprowadzenie
- Cel pracy
- Metody badawcze
- Wyniki analiz
- Wnioski

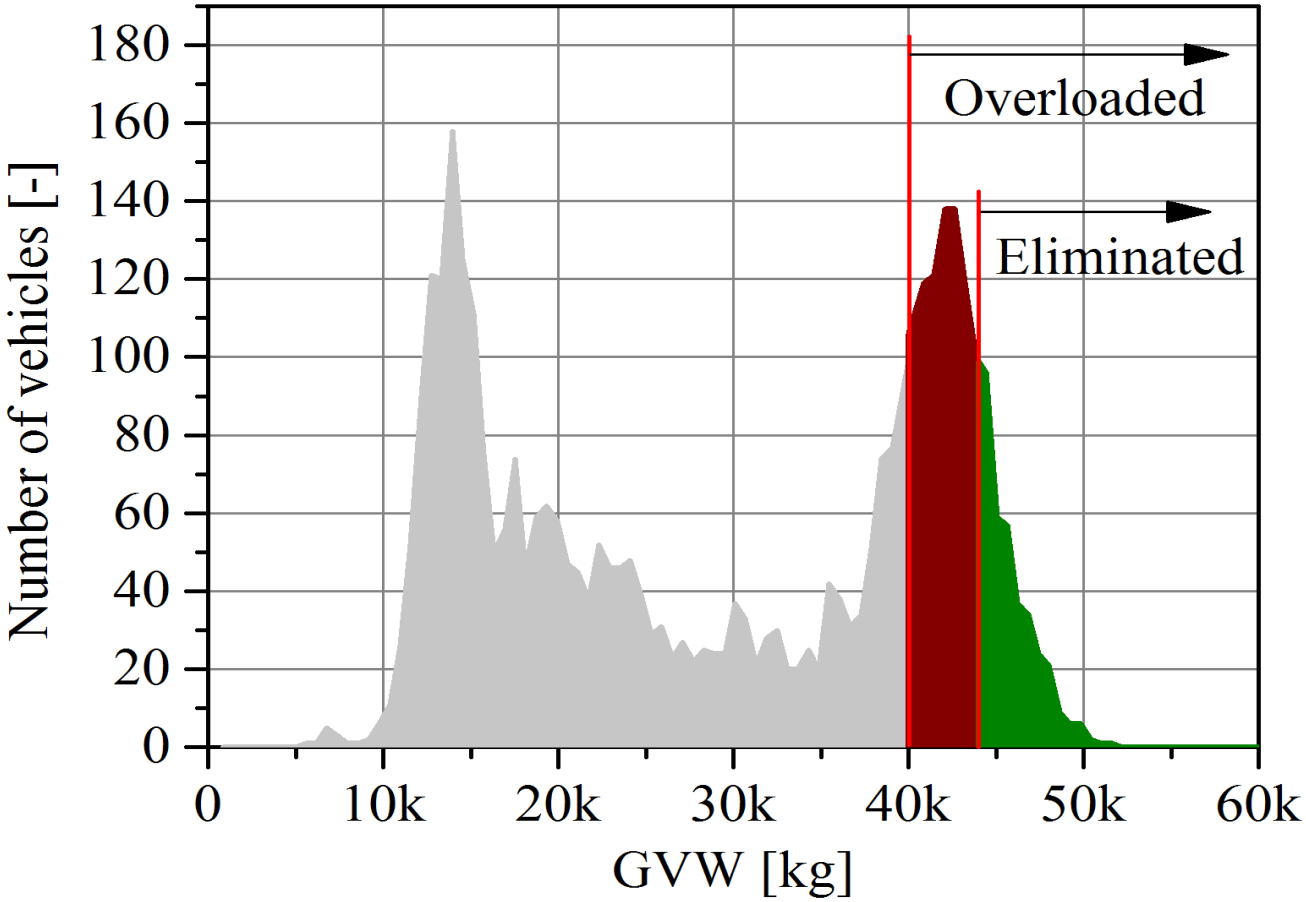
Wprowadzenie – zastosowanie WIM do bezpośredniego eliminowania pojazdów przeciążonych



Celem pracy jest odpowiedź na pytanie:

- Jak dokładność ważenia pojazdów w systemach WIM przekłada się na efektywność eliminacji z ruchu pojazdów przeciążonych, a w konsekwencji na trwałość zmęczeniową konstrukcji nawierzchni?

Idea analiz


Overloaded
Eliminated
Number of vehicles [-]
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0
10k
20k
30k
40k
50k
60k
GVW [kg]

Specyfikacja systemu WIM

- **16 czujników WIM**
- **Dokładność zależy od liczby czujników**

$$\boldsymbol{\varepsilon = \frac{u}{\sqrt{n}}}$$

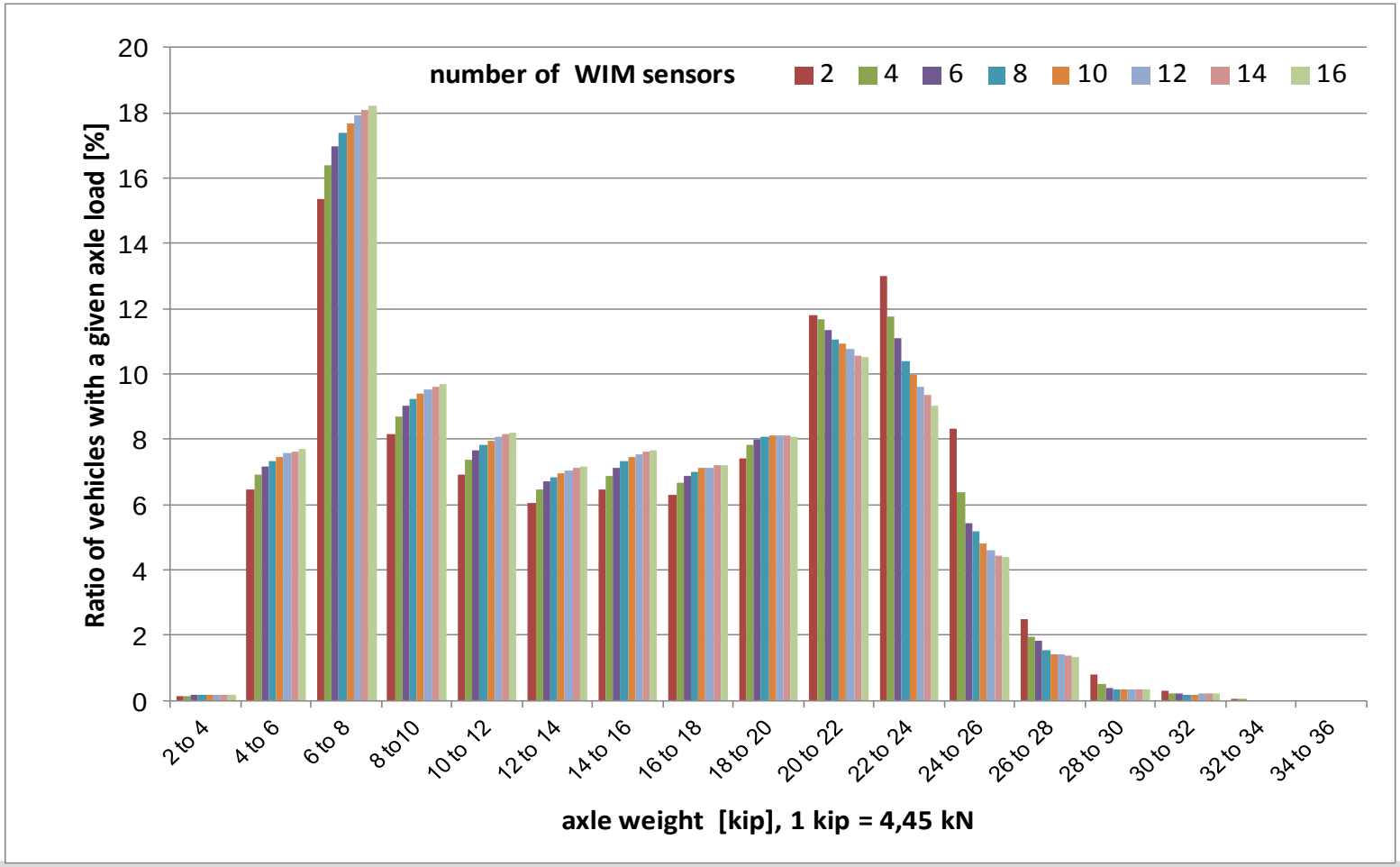
- **Obliczenie dopuszczalnego GVW z uwzględnieniem błędu pomiaru**

$$GVW^* = GVW(1 + \varepsilon)$$

Obliczanie usuniętych pojazdów przeciążonych

- Obliczenie błędu ważenia
- Obliczenie dopuszczalnej GVW z uwzględnieniem błędu pomiaru (przekroczenie maksymalnej wartości podanej w przepisach, zwiększonej o wartość dokładności ważenia)
- Klasyfikacja danych pomiarowych ważenia pojazdów w przedziałach co 2 [kip] wg metody AASHTO1993
- Obliczenie udziałów poszczególnych przedziałów obciążeń osi dla danej liczby czujników obciążeń

Histogram obciążeń osi dla danej liczby czujników WIM (przykład dla drugiej osi pojedynczej)



Obliczenie znormalizowanego współczynnika równoważnosci obciążenia dla poszczególnych przedziałów obciążeń i typów osi

$$F = \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^m \qquad (4)$$

gdzie:

F – równoważny współczynnik obciążenia osi

Q – obciążenie osi pojedynczej (w obliczeniach przyjęto wartość średnią przedziału obciążenia)

Q_0 – równoważne obciążenie osi (dla osi pojedynczej Q_0 = 100 kN, dla osi potrójnej Q_0 = 263 kN)

m – współczynnik potęgowy (dla nawierzchni podatnej m = 4, dla nawierzchni sztywnej m = 8)

Wyznaczenie współczynnika równoważności obciążenia dla osi pojazdu - Fj

- Obliczenie sumy znormalizowanych współczynników równoważności obciążenia dla wszystkich przedziałów obciążenia i każdej osi pojazdu - Fj)

$$F_j = \sum_{i=1}^{k} F_i * u_i \qquad (5)$$

gdzie:

F_j – równoważny współczynnik obciążenia j-tej osi
k – liczba przedziałów obciążeń dla j-tej osi pojazdu
F_i – równoważny współczynnik obciążenia osi dla i-tego przedziału obc.
u_i – udział i-tego przedzialu obciążenia osi dla danej liczby czujników obc.

Wyznaczenie współczynnika równoważności obciążenia dla pojazdu - Fv

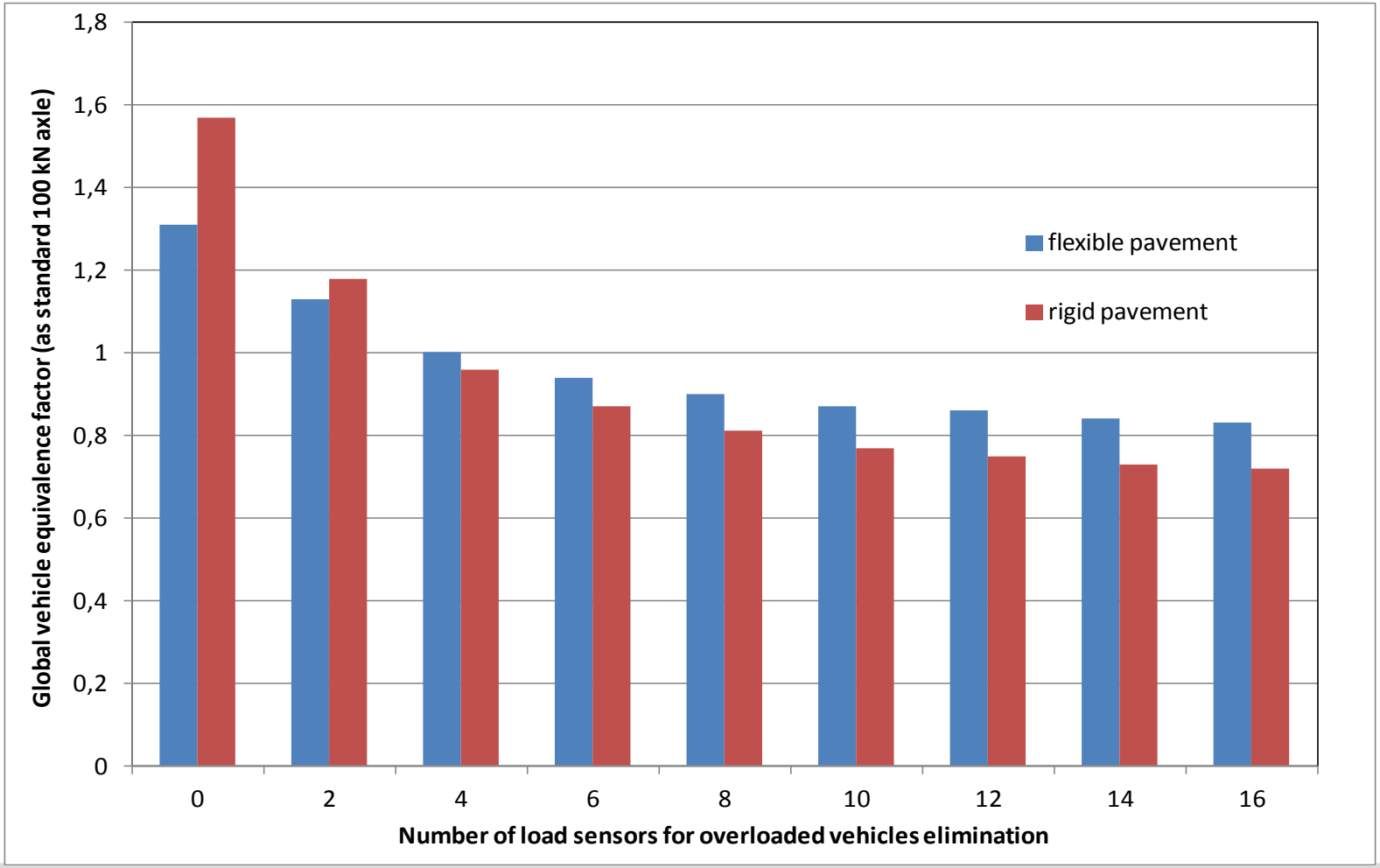
- Obliczenie globalnego współczynnika równowazności obciążenia dla analizowanych typów pojazdów - Fv

$$F_v = \sum_{i=1}^{n} F_j \qquad (6)$$

gdzie:

Fv – współczynnik równoważności obciążenia,
Fj – równoważny współczynnik obciążenia j-tej osi

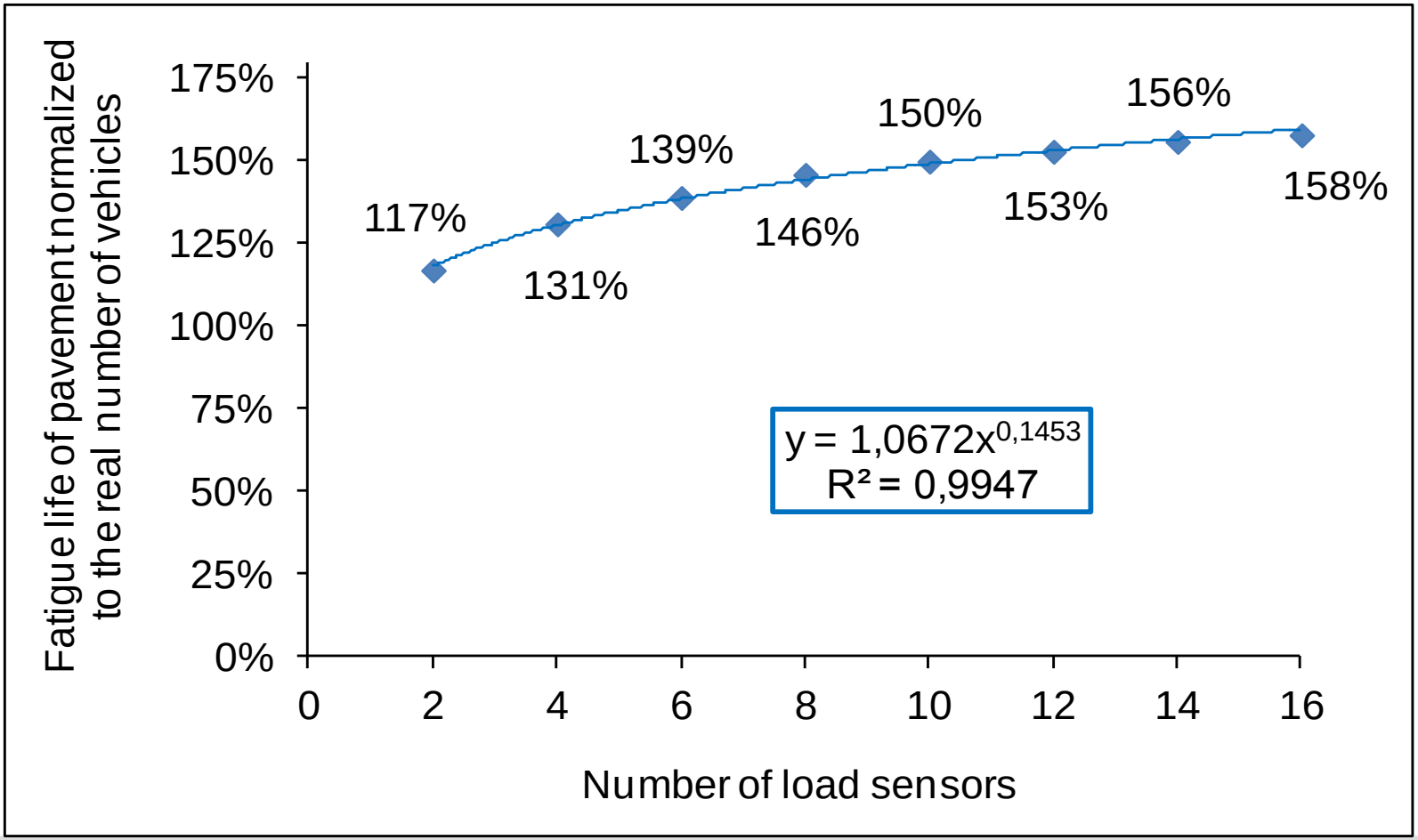
Wyniki współczynnika równoważności obciążenia dla pojazdu



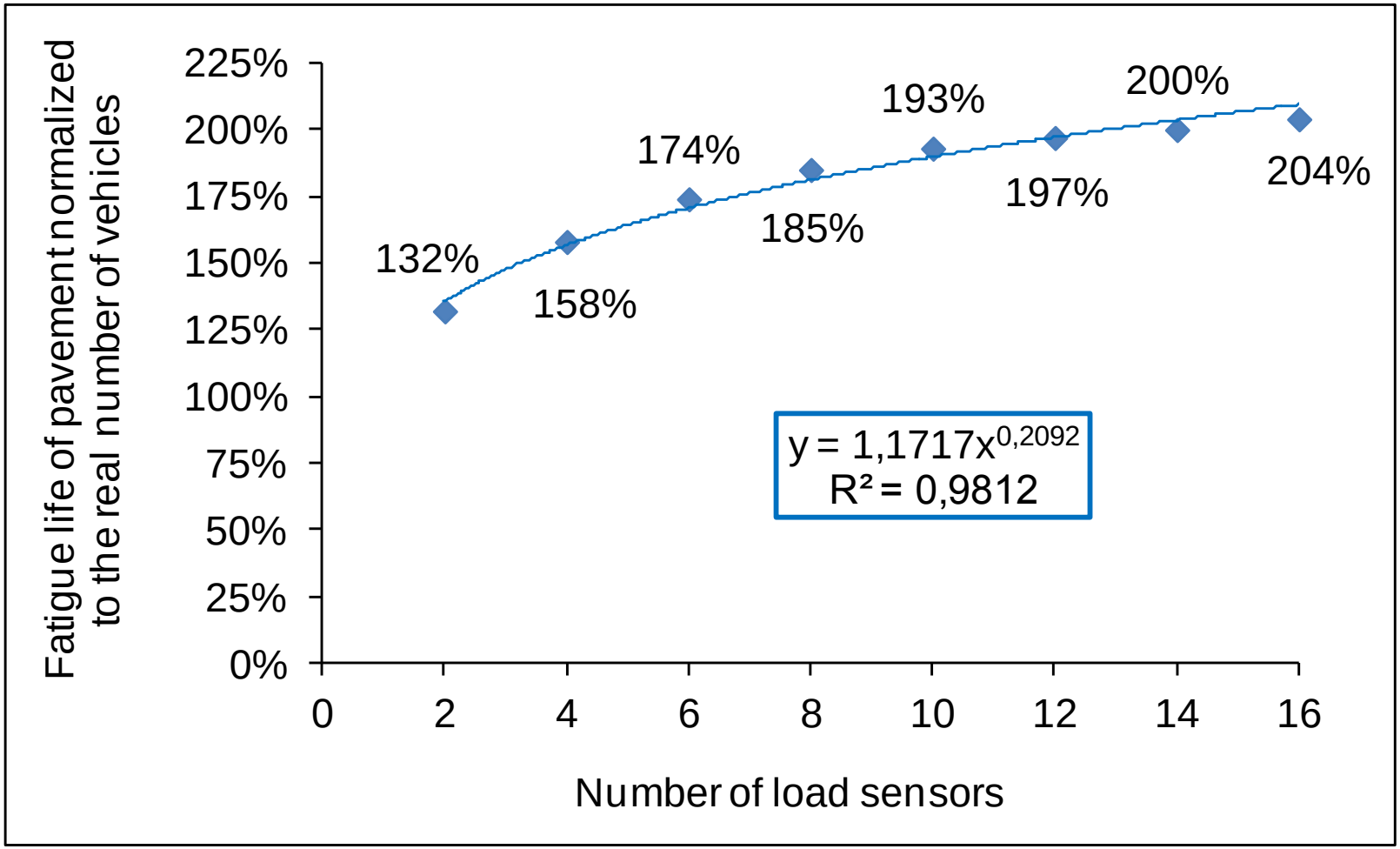
Wyznaczenie trwałości zmęczeniowej nawierzchni

- Trwałość zmęczeniowa nawierzchni jest odwrotnie proporcjonalna do współczynnika równoważności obciążenia pojazdu
- Wyniki trwałości zmęczeniowej zostały znormalizowane poprzez odniesienie współczynników równoważności obciążenia do wariantu obliczonego dla ruchu oryginalnego, bez usuwania pojazdów przeciążonych (100%)

Wyniki trwałości zmęczeniowej dla nawierzchni podatnej



Wyniki trwałości zmęczeniowej dla nawierzchni sztywnej



Wnioski (1)

- Uzyskane wyniki wslkazują, że wraz ze wzrostem dokładności ważenia w systemach WIM (poprzez wzrost liczby czujników obciążenia wzrasta efektywność eliminacji pojazdów przeciążonych z ruchu. Powoduje to wydłużenie trwałości zmeczeniowej nawierzchni.
- Obliczenia pokazują, że w przypadku nawierzchni sztywnych eliminacja części pojazdów przeciążonych będzie skutkować w jeszcze wyższym wzroście trwałości zmeczeniowej nawierzchni (w porównaniu do nawierzchni podatnej).

Wnioski (2)

- Eliminacja pojazdów przeciążonych na podstawie systemu WIM z 16 czujnikami daje wzrost trwałości zmęczeniowej nawierzchni podatnej o około 60% i ponad dwukrotny dla nawierzchni sztywnej.
- Eliminacja pojazdów przeciążonych na podstawie systemu WIM z 2 czujnikami daje wzrost trwałości zmeczeniowej nawierzchni podatnej o 17%, podczas gdy ten wzrost dla nawierzchni sztywnej wynosi 33% (porównując do sytuacji bez eliminowania pojazdów przeciążonych).

Wnioski (3)

- Wyniki analiz wskazują wiekszą wrażliwość trwałości zmęczeniowej nawierzchni przy zmianach liczby czujników nacisku w przedziale pomiędzy 2 i 6 (dokładność pomiaru odpowiednio 10% i 6%), przy dalszym wzroście liczby czujników wrażliwośc jest mniejsza.
- Wobec powyższego rekomendowana liczba czujników nacisku w administracyjnych systemach WIM powinna wynosić minimum 6.

Dziękuję za uwagę

email: pzielin@pk.edu.pl