



POLITECHNIKA  
GDAŃSKA

# WPŁYW RÓWNOŚCI NAWIERZCHNI I DYNAMICZNEGO ODDZIAŁYWANIA POJAZDÓW CIĘŻKICH NA TRWAŁOŚĆ ZMĘCZENIOWĄ NAWIERZCHNI PODATNYCH

**Dawid Ryś**, Józef Judycki, Piotr Jaskuła

*Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska*

*Katedra Inżynierii Drogowej*

- Zarys problemu – cel analizy
- Stan równości dróg w Polsce
- Dynamiczne oddziaływanie pojazdów na nawierzchnie
- Wpływ równości nawierzchni na oddziaływania dynamiczne i na trwałość nawierzchni
- Wnioski

Większe obciążenia dynamiczne pojazdów powodują większe wyteżenie nawierzchni i spadek jej trwałości

Dynamiczne obciążenia pojazdów istotnie zależą od:

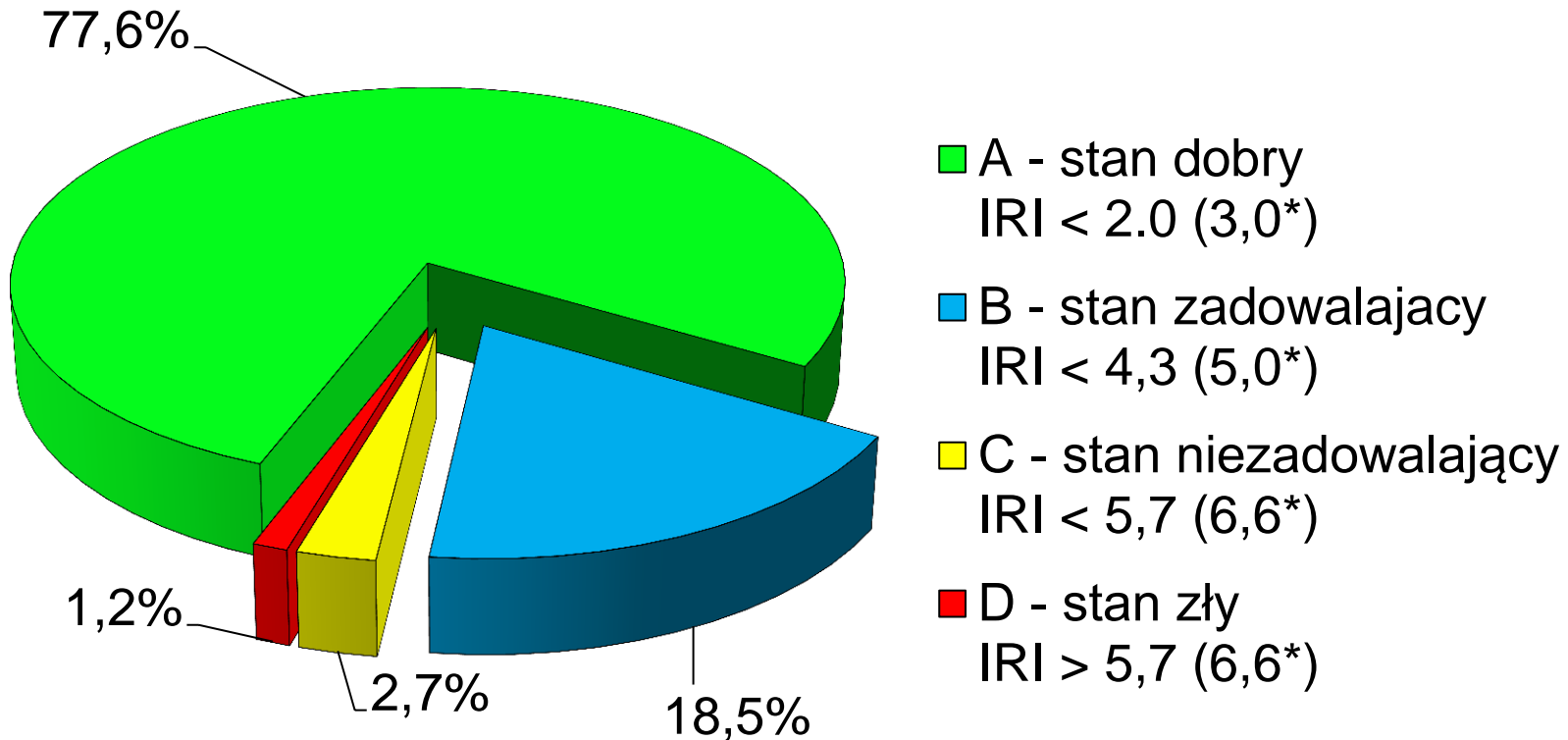
- Parametrów zawieszenia
- Prędkości pojazdu
- Równości nawierzchni (wskaźnika IRI)

**Ocena wpływu równości nawierzchni, mierzonej wskaźnikiem IRI, na oddziaływania dynamiczne pojazdów ciężkich i trwałość nawierzchni**

- Profil nawierzchni mierzony w dowolny sposób
- Po zadanym profilu porusza się wirtualny pojazd – „quater car”
- Parametry zawieszenia wirtualnego pojazdu są standardowe
- Wirtualny pojazd jedzie z prędkością 60 km/h
- Program komputerowy analizuje dynamikę ruchu pojazdu

# Wskaźnik równości nawierzchni IRI

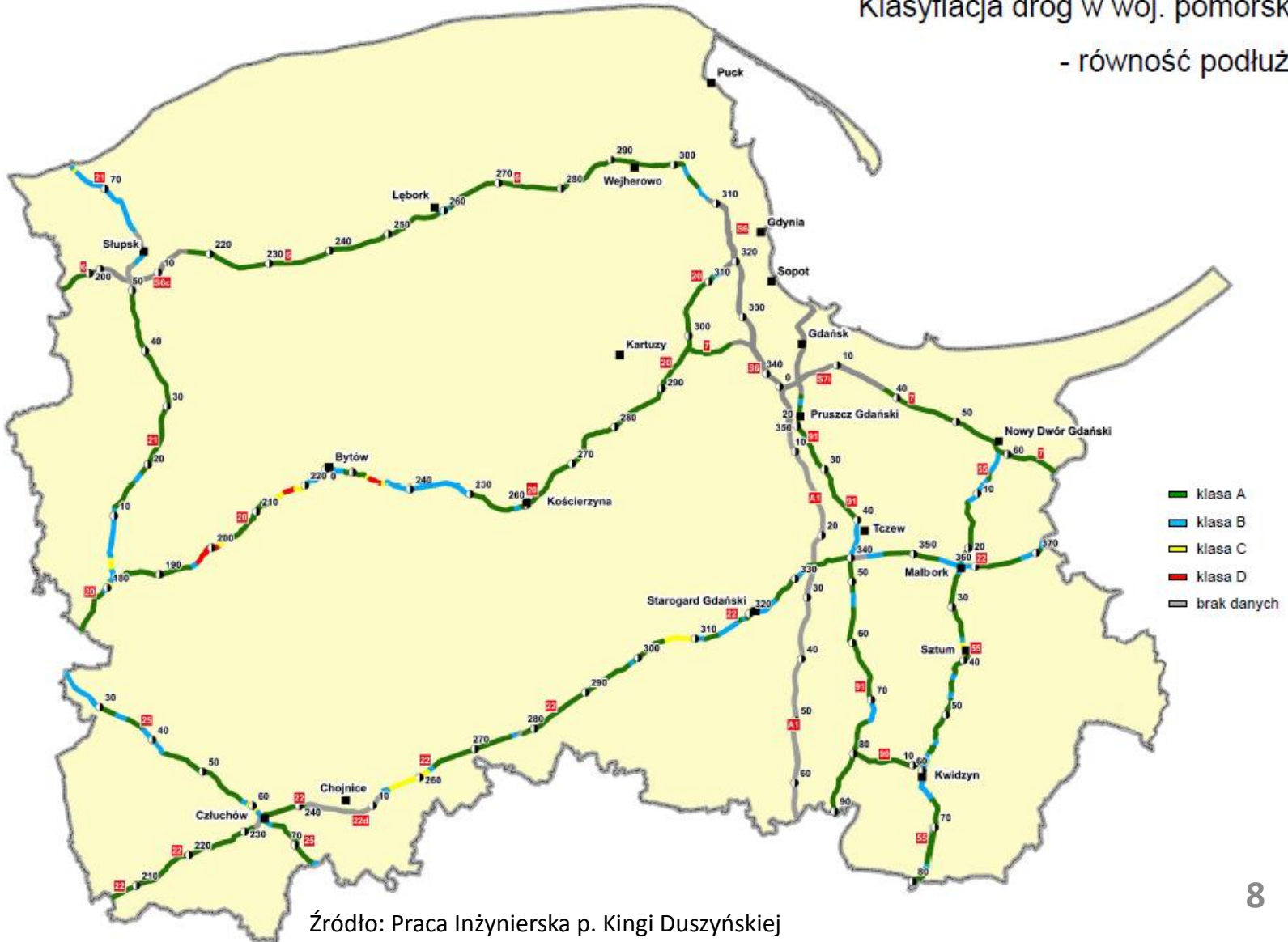
# STAN RÓWNOŚCI DRÓG KRAJOWYCH



\* - drogi klasy G

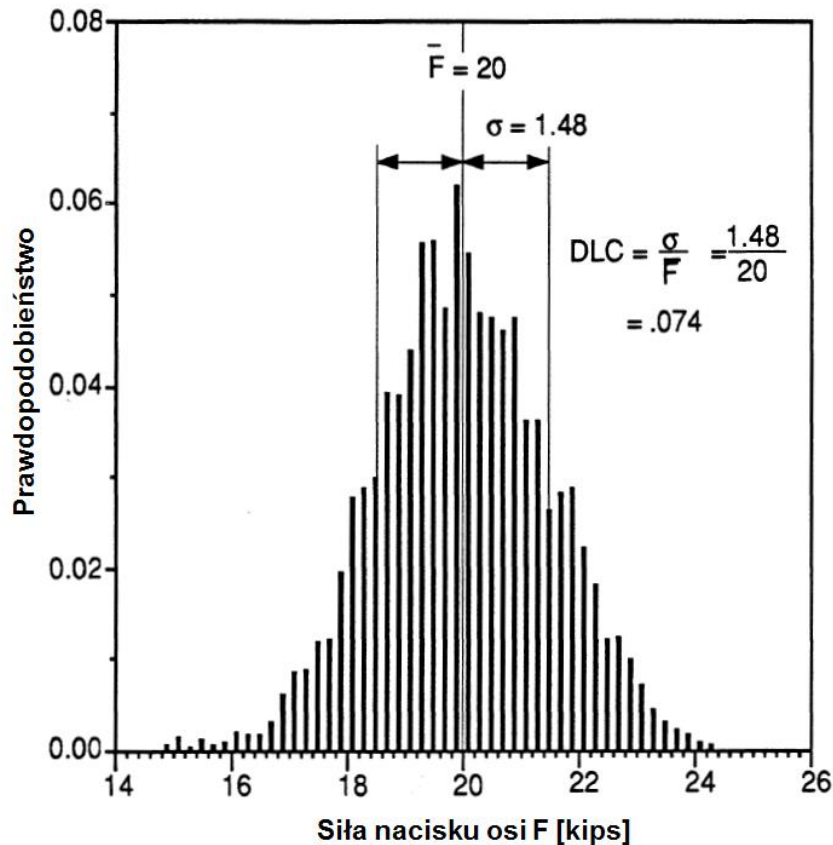
# STAN RÓWNOŚCI DRÓG KRAJOWYCH

Klasyfikacja dróg w woj. pomorskim  
- równość podłużna





## Przykładowy pomiar dynamicznych nacisków osi



### WSKAŹNIKI NACISKÓW DYNAMICZNYCH:

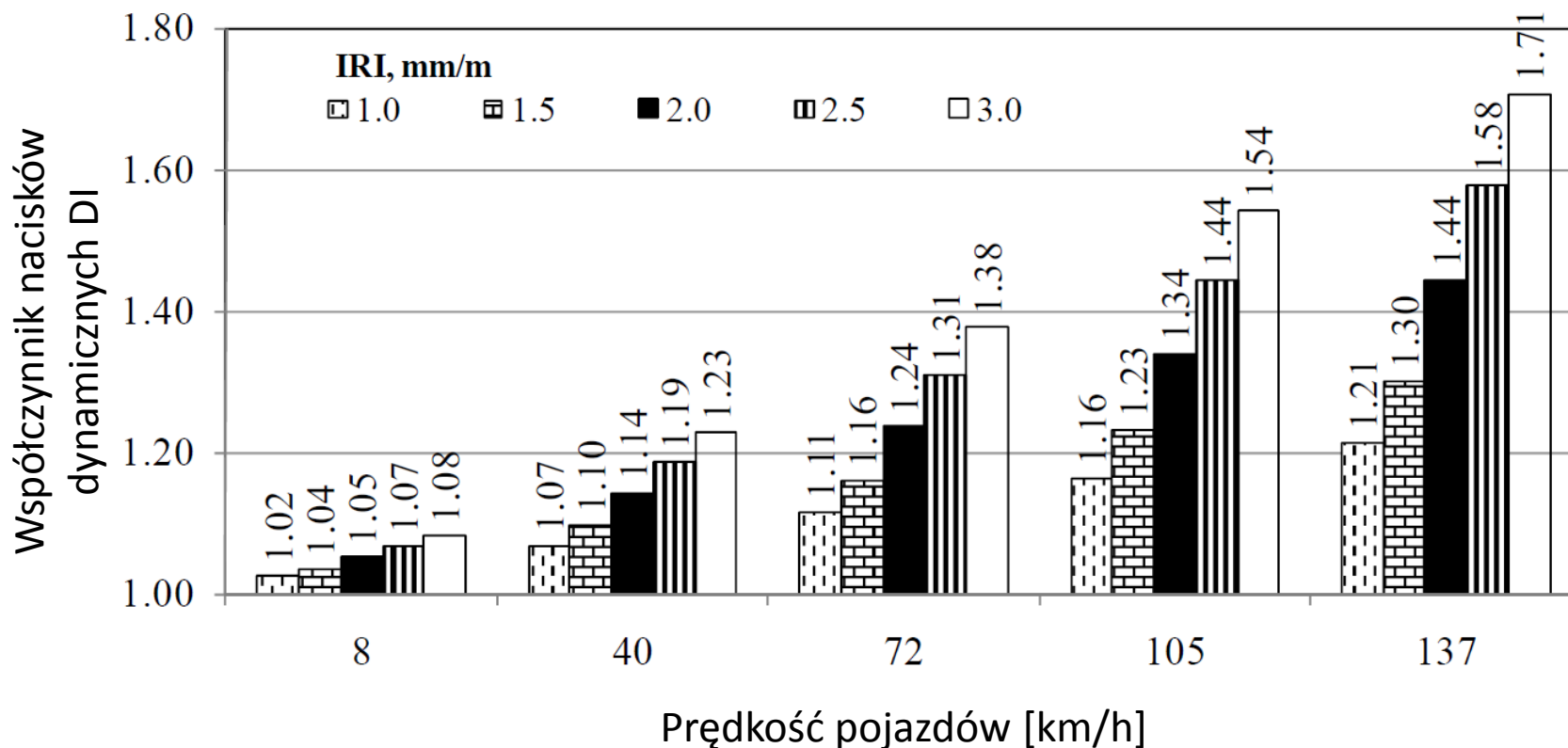
„Dynamic Load Coefficient”

$$DLC = \frac{\sigma}{\bar{F}}$$

„Dynamic Impact Factor”

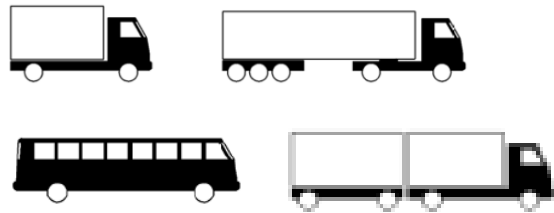
$$DI = 1 + Z_r DLC$$

# RÓWNOŚĆ NAWIERZCHNI I PRĘDKOŚĆ POJAZDÓW A OBCIĄŻENIA DYNAMICZNE



Przyjęty model:  $DI = 1 + \alpha \cdot V \cdot IRI$

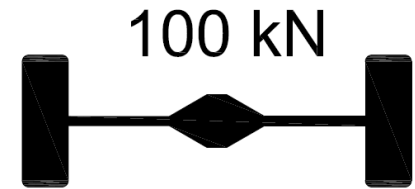
# WSPÓŁCZYNNIK RÓWNOWAŻNOŚCI OBCIĄŻENIA OSI



Liczba pojazdów  
lub osi      x

Współczynnik  
równoważności  
obciążenia      =

Liczba równoważnych  
osi standardowych



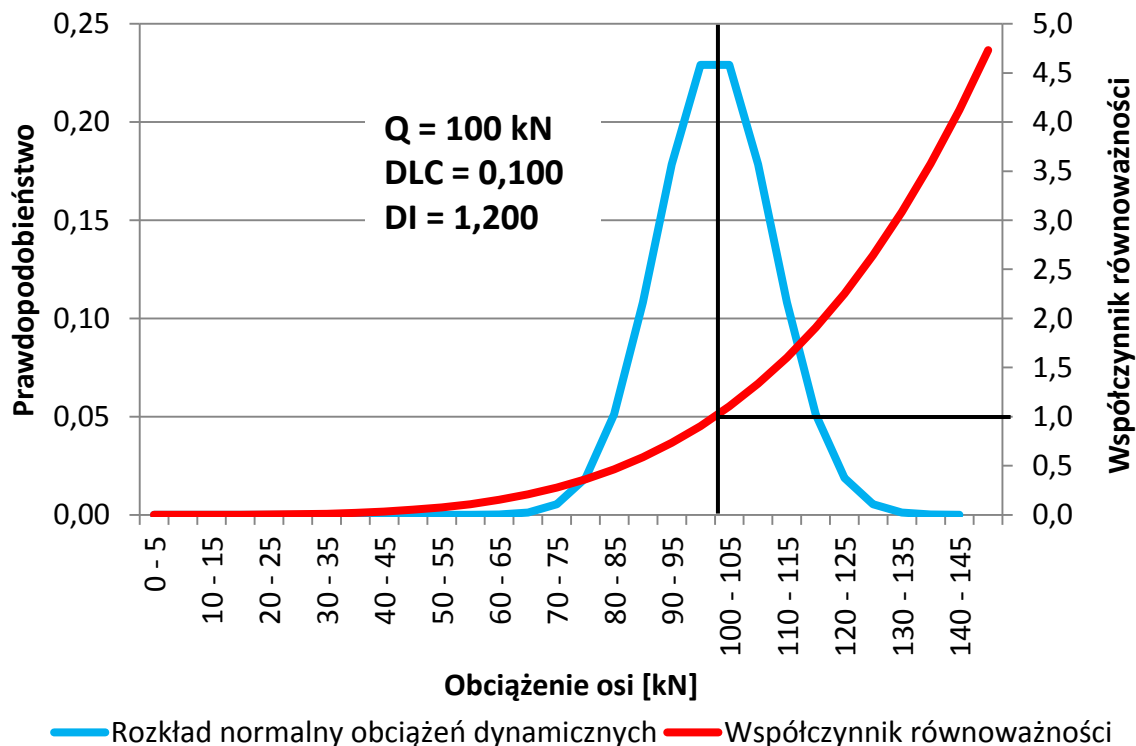
$Q_j$  - zmienne

$$F_j = \left( \frac{Q_j}{Q_s} \right)^n$$

$Q_s = 100 \text{ kN}$

# OBCIĄŻENIE DYNAMICZNE A WSPÓŁCZYNNIK RÓWNOWAŻNOŚCI

- Przyjęto rozkład normalny obciążeń dynamicznych
- Współczynnik równoważności obliczono na podstawie wzoru czwartej potęgi



Wykonano następujące przekształcenie:

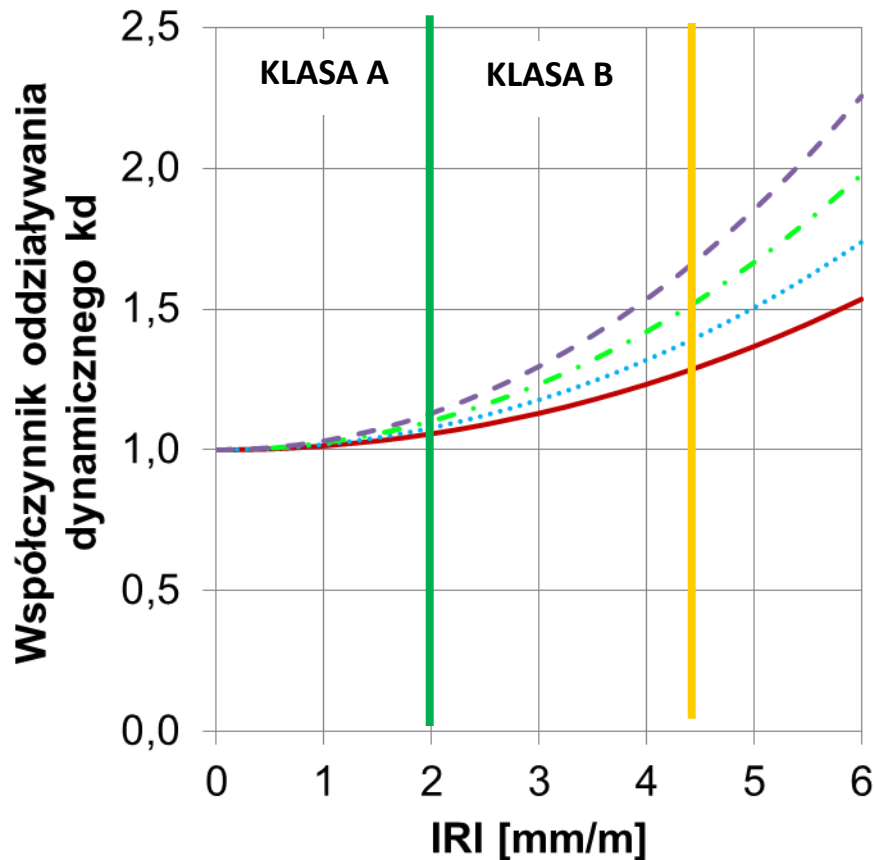
$$F_{dyn} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Q_{dyn_i}}{Q_s} \right)^4 p_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Q_{stat} + \mu_i \cdot DLC \cdot Q_{stat}}{Q_s} \right)^4 p_i$$

$$F_{dyn} = \left( \frac{Q_{stat}}{Q_s} \right)^4 \cdot \sum_{i=1}^n (1 + \mu_i \cdot DLC)^4 p_i = k_d \left( \frac{Q_{stat}}{Q_s} \right)^4$$

$$F_{dyn} = k_d F_{stat}$$

$$k_d = \sum_{i=1}^n (1 + \mu_i \cdot DLC)^4 p_i$$

# WPŁYW RÓWNOŚCI NAWIERZCHNI NA WSPÓŁCZYNNIK DYNAMICZNEGO ODDZIAŁYWANIA POJAZDÓW



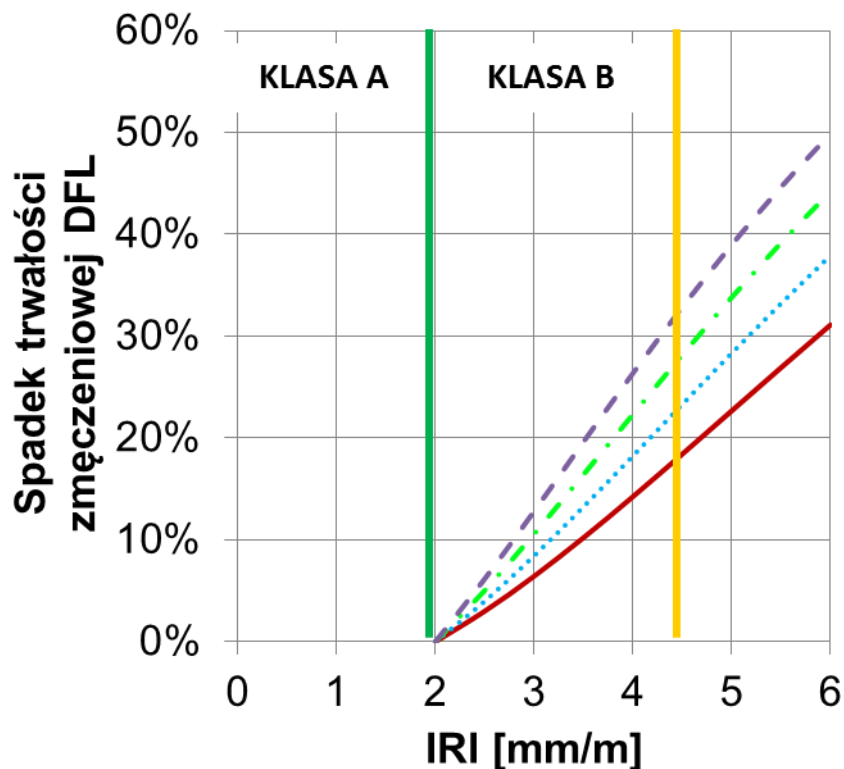
**Wzrost IRI – pogorszenie  
równości oznacza wzrost  
współczynnika  
równoważności  
obciążenia pojazdów**

Średnia prędkość

<span style="color: red;">—</span> 60 km/h	<span style="color: blue;">·····</span> 70 km/h
<span style="color: green;">- · - · -</span> 80 km/h	<span style="color: purple;">- - - - -</span> 90 km/h

# WPŁYW RÓWNOŚCI NAWIERZCHNI NA TRWAŁOŚĆ NAWIERZCHNI

$$DFL (\%) = \left( 1 - \frac{F_{dyn,IRIp}}{F_{dyn,IRI}} \right) = \left( 1 - \frac{k_{d,IRIp} \cdot F_{stat}}{k_{d,IRI} \cdot F_{stat}} \right) = \left( 1 - \frac{k_{d,IRIp}}{k_{d,IRI}} \right)$$



**Pogorszenie równości do granicy klasy B skutkuje spadkiem trwałości o 30%**

Średnia prędkość

- 60 km/h
- 70 km/h
- · - 80 km/h
- - - 90 km/h

- **Stworzono praktyczne narzędzie do oceny wpływu równości nawierzchni na jej trwałość**

**Trwałość zmęczeniową nawierzchni można istotnie zwiększyć poprzez:**

- **Zapewnienie dobrej równości początkowej nawierzchni – staranność wykonywania robót**
- **Utrzymanie równości w trakcie eksploatacji nawierzchni**



**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**