

**III LUBELSKIE FORUM DROGOWE  
POLSKI KONGRES DROGOWY**

*„Puławski węzeł drogowy”*

*Puławy, 5 – 6 kwietnia 2018 r.*

**„Wpływ wahań ruchu drogowego na drogach o  
charakterze rekreacyjnym na poziom hałasu”**

***mgr inż. Marcin Dębiński, dr inż. Janusz Bohatkiewicz, mgr inż. Michał Jukowski***

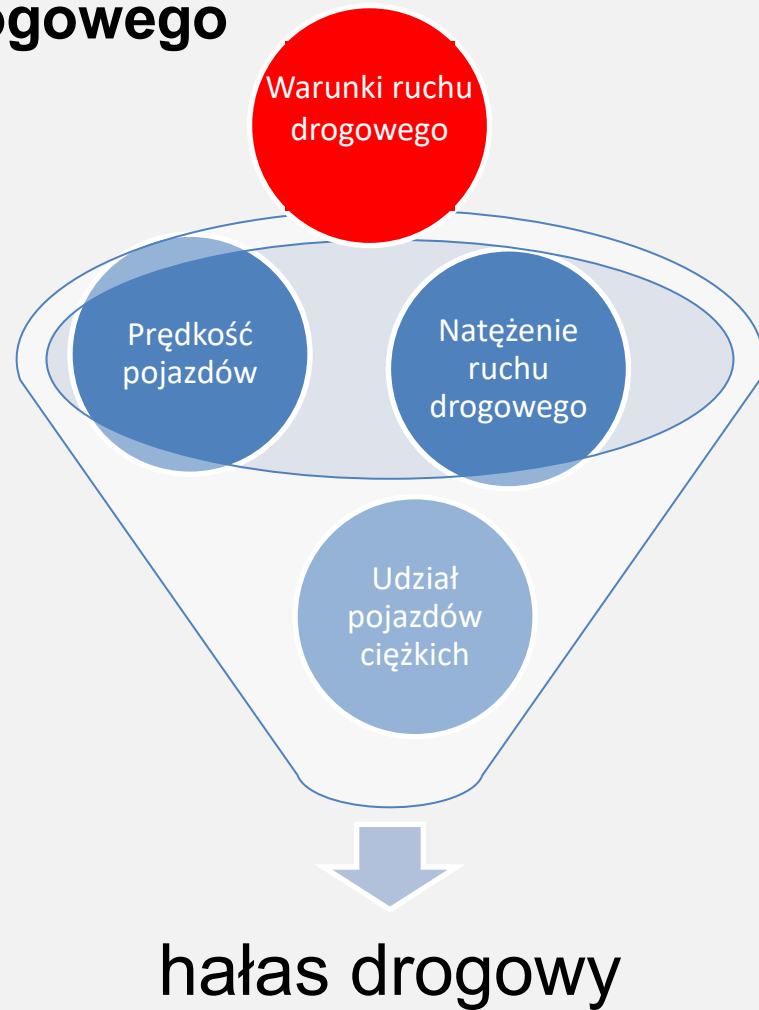
*Katedra Dróg i Mostów  
Wydział Budownictwa i Architektury  
Politechnika Lubelska*

*EKKOM Sp. z o.o.*

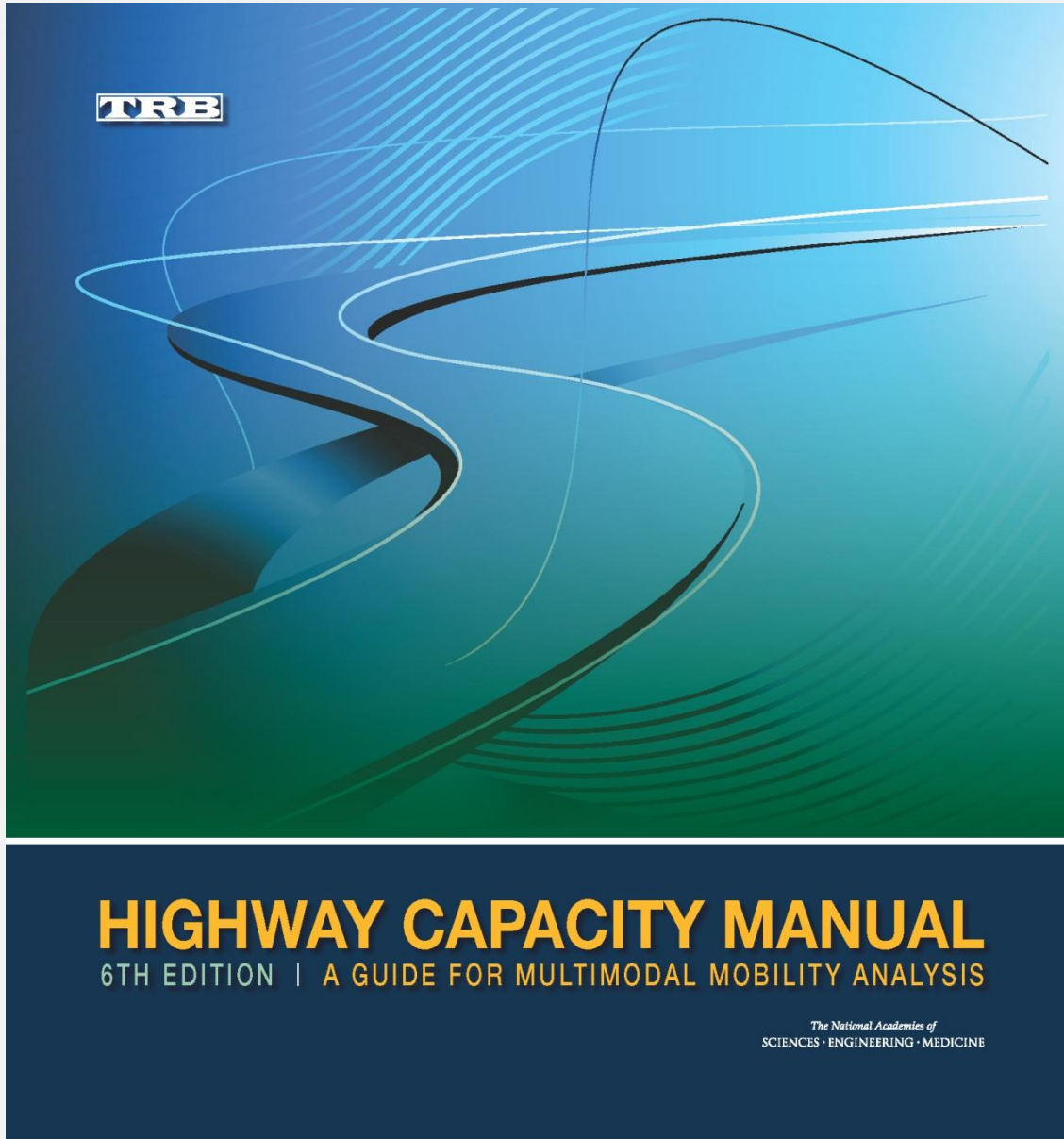


# Podstawowe parametry ruchu wpływające na poziom hałasu drogowego

1. Natężenie ruchu drogowego
2. Prędkość pojazdów
3. Udział pojazdów ciężkich
4. *Warunki ruchu drogowego*



# Warunki ruchu drogowego



## TRB

# HIGHWAY CAPACITY MANUAL

6TH EDITION | A GUIDE FOR MULTIMODAL MOBILITY ANALYSIS

*The National Academies of*  
SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE

# Metoda HCM – kategorie dróg

## Grupa 1:

- Grupa dróg, na których kierowcy oczekują dużych prędkości podróży i dużej swobody ruchu. Drogi o znaczeniu tranzytowym. **Warunki charakteryzujące poziomy swobody ruchu to: średnia prędkość podróży i procent czasu jazdy w kolumnie.**

## Grupa 2:

- Grupa dróg, na których kierowcy oczekują dużej swobody manewrów. Nie wymaga się dla nich takich prędkości jak dla grupy 1. Drogi pełnią funkcję dojazdów do dróg grupy 1. **Warunkiem charakteryzującym poziomy swobody ruchu jest procent czasu jazdy w kolumnie.**

## Grupa 3:

- Grupa dróg o charakterze lokalnym i krajobrazowym. Drogi przebiegające przez miejscowości. Niskie prędkości duże zakłócenia związane z ruchem lokalnym. **Warunkiem charakteryzującym poziomy swobody ruchu jest procent podróży w ruchu swobodnym.**

# Metoda HCM – podstawowe pojęcia

Poziomy swobody ruchu:

A - ruch swobodny, duża swoboda wyboru prędkości i manewrowania;

B - ruch równomierny, kierowca zaczyna odczuwać obecność innych pojazdów;

C - ruch równomierny, na sposób jazdy istotny wpływ wywierają inne pojazdy;

D - ruch równomierny, przy dużej gęstości wybór prędkości i manewrowanie znacznie ograniczone;

E - natężenia bliskie lub równe przepustowości, prędkość ustabilizowana skrajnie utrudnione manewrowanie;

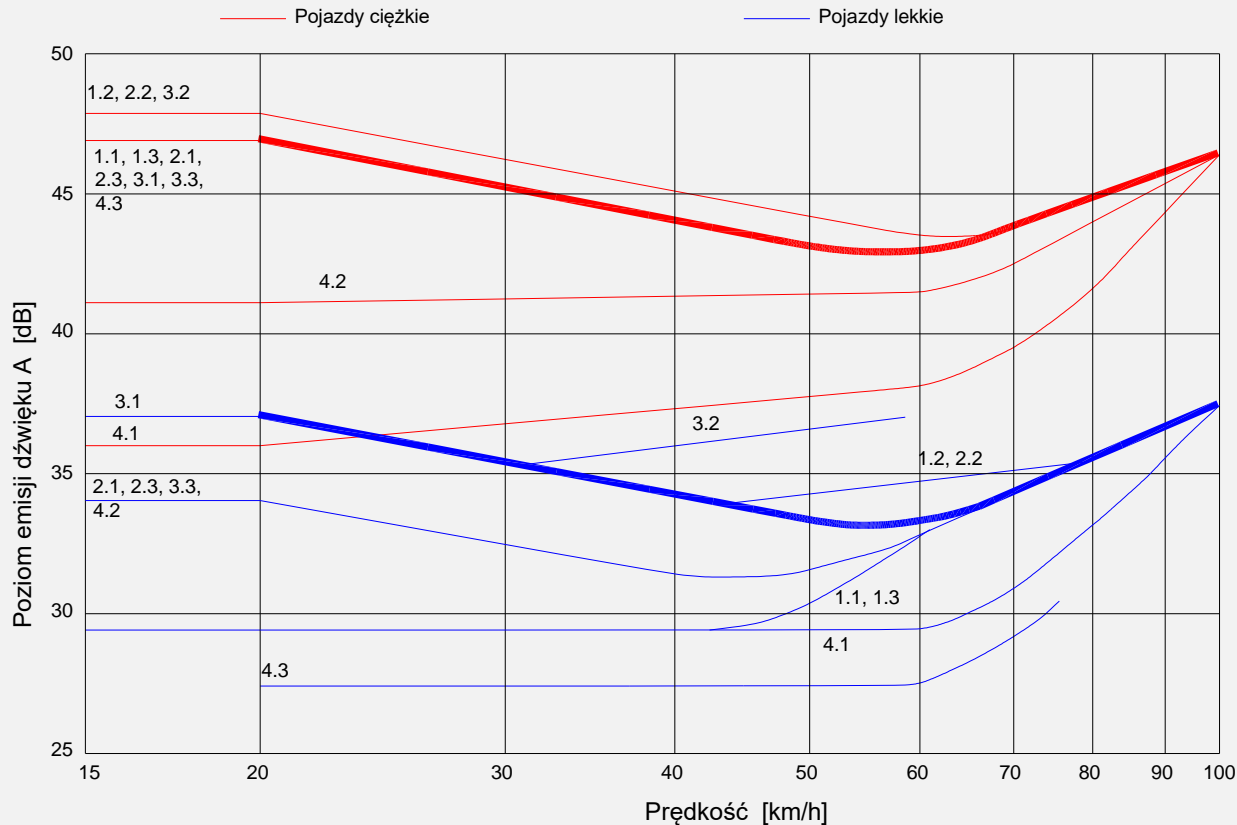
F - stan załamania przepływu ruchu z przejściem do stanu ruchu wymuszonego.

Natężenie krytyczne to wielkość, dla którego następuje pogorszenie warunków ruchu drogowego powodujące zmianę poziomu swobody ruchu. Wartości natężeń krytycznych są to wielkości graniczne w poszczególnych poziomach swobody ruchu.

## **Metoda francuska NMPB-Routes-96**

- Metoda stosowana do analiz hałasu zgodnie z Dyrektywą 2002/49/WE Załącznik II. Metoda wykorzystuje wartości emisji uwzględniające różne stany ruchu. W NMPB-Routes-96 opisany jest szczegółowy proces stosowany do obliczeń poziomu hałasu w sąsiedztwie drogi z uwzględnieniem czynników mających wpływ na propagację dźwięku

# Emisja poziomu dźwięku od pojazdów lekkich i ciężkich dla różnych sposobów jazdy na odcinkach płaskich i pochyłych



## Oznaczenia:

	Jazda po odcinku płaskim	Jazda pod górę	Jazda w dół
Ruch przyspieszony	1.1	1.2	1.3
Ruch wymuszony	2.1	2.2	2.3
Przyspieszenie	3.1	3.2	3.3
Hamowanie	4.1	4.2	4.3

Źródło: Praca doktorska „Wpływ geometrii, warunków i organizacji ruchu na klimat akustyczny w otoczeniu skrzyżowań” J. Bohatkiewicz

# Metoda Politechniki Krakowskiej

$$L_{Aeq}^p = 9,7 \log Q + 4,2 \log v + 0,11 u_c + 33,4 + \sum \Delta L_{Aeq}^i \text{ [dB]}$$

$L_{Aeq}^p$  – podstawowy poziom hałasu drogowego w punkcie odniesienia

$Q$  – natężenie ruchu w obu kierunkach

$v$  – chwilowa prędkość średnia

$u_c$  – udział pojazdów ciężkich

$\sum \Delta L_{Aeq}^i$  – poprawki wynikające z innych czynników



# Fundamentalny diagram teorii ruchu drogowego

- W 1933 roku Greenshields opublikował pierwszy raz fundamentalny diagram w Annual Meeting of the Highway Research Board. Wykres ten wskazuje nierozzerwalną zależność pomiędzy warunkami ruchu

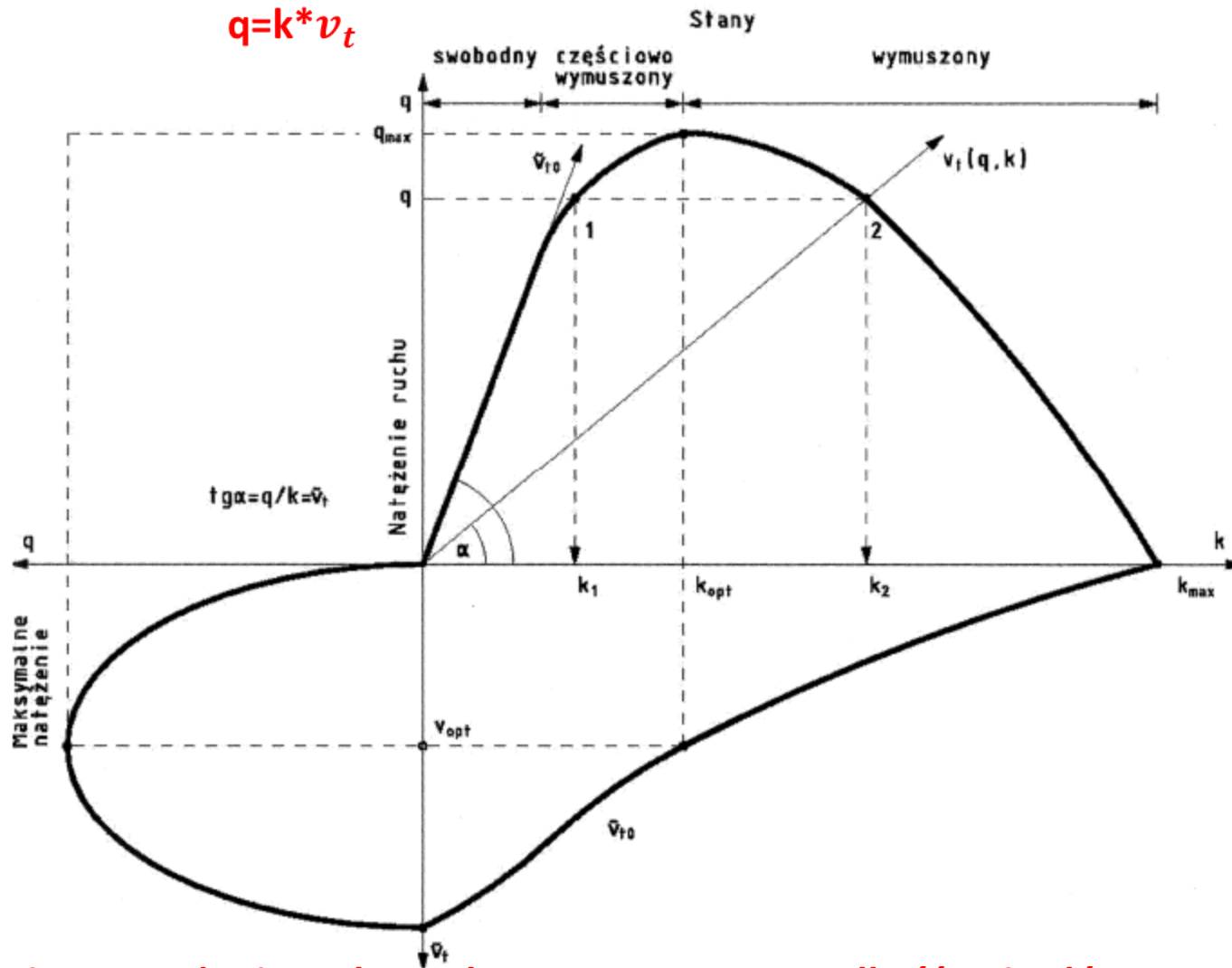


Źródło: *Foundations of traffic flow theory: the fundamental diagram*  
*Greenshields' Legacy Highway Traffic* REINHART D. KÜHNE

# Fundamentalny diagram teorii ruchu drogowego

Równanie stanu strumienia pojazdów:

$$q = k \cdot v_t$$



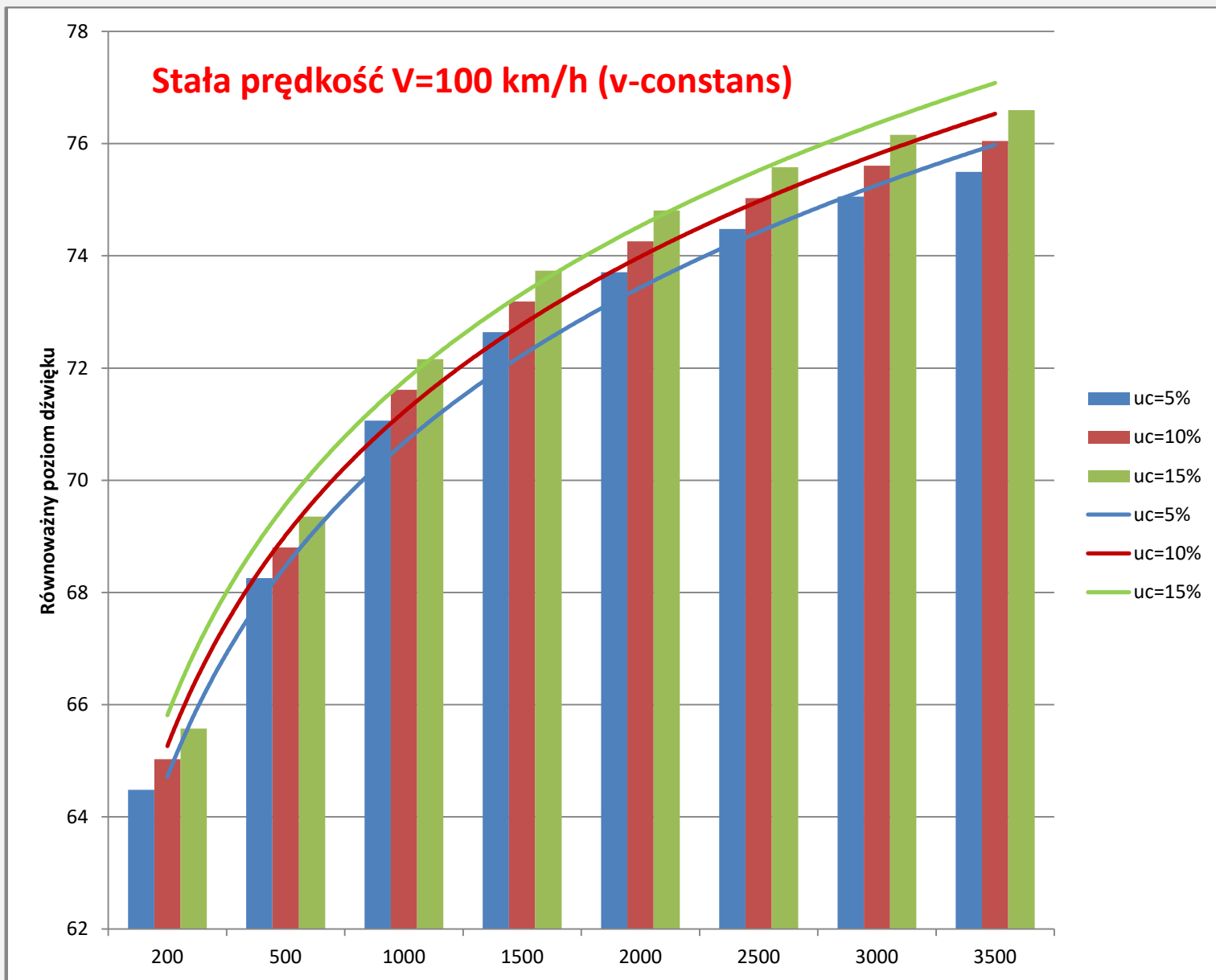
Zmiana napięcia ruchu wpływa znacząco na prędkość pojazdów

# Przykład analizy zależności pomiędzy warunkami ruchu a poziomem hałasu drogowego

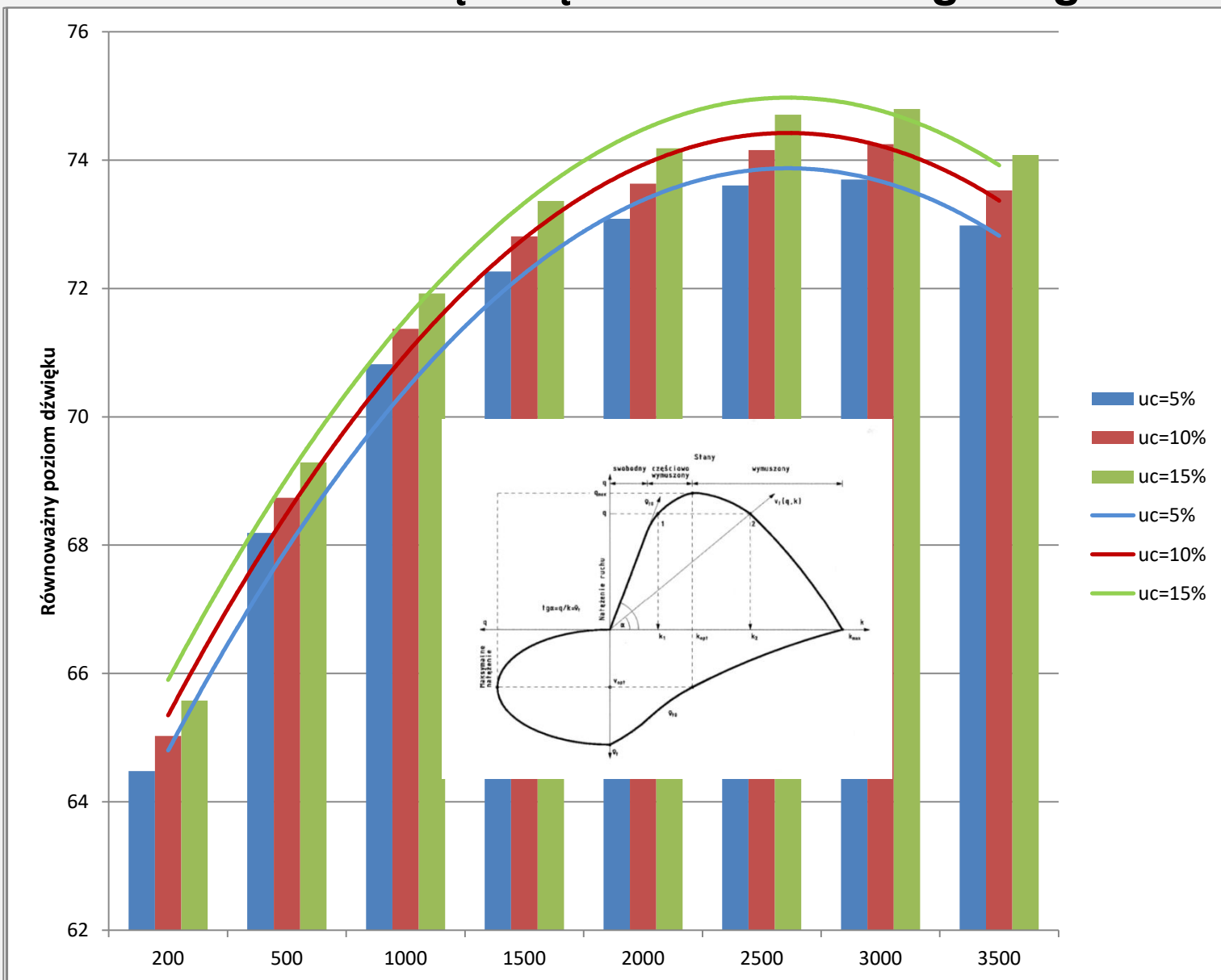
## Założenia do analizy:

- Teren płaski
- Stałe parametry geometryczne drogi: 3,5 m szerokość pasa ruchu i 1,5 m szerokość pobocza
- Brak zjazdów publicznych i indywidualnych
- Zmienny udział pojazdów ciężkich
- Zmienne natężenia ruchu
- Rozkład natężenia 50/50

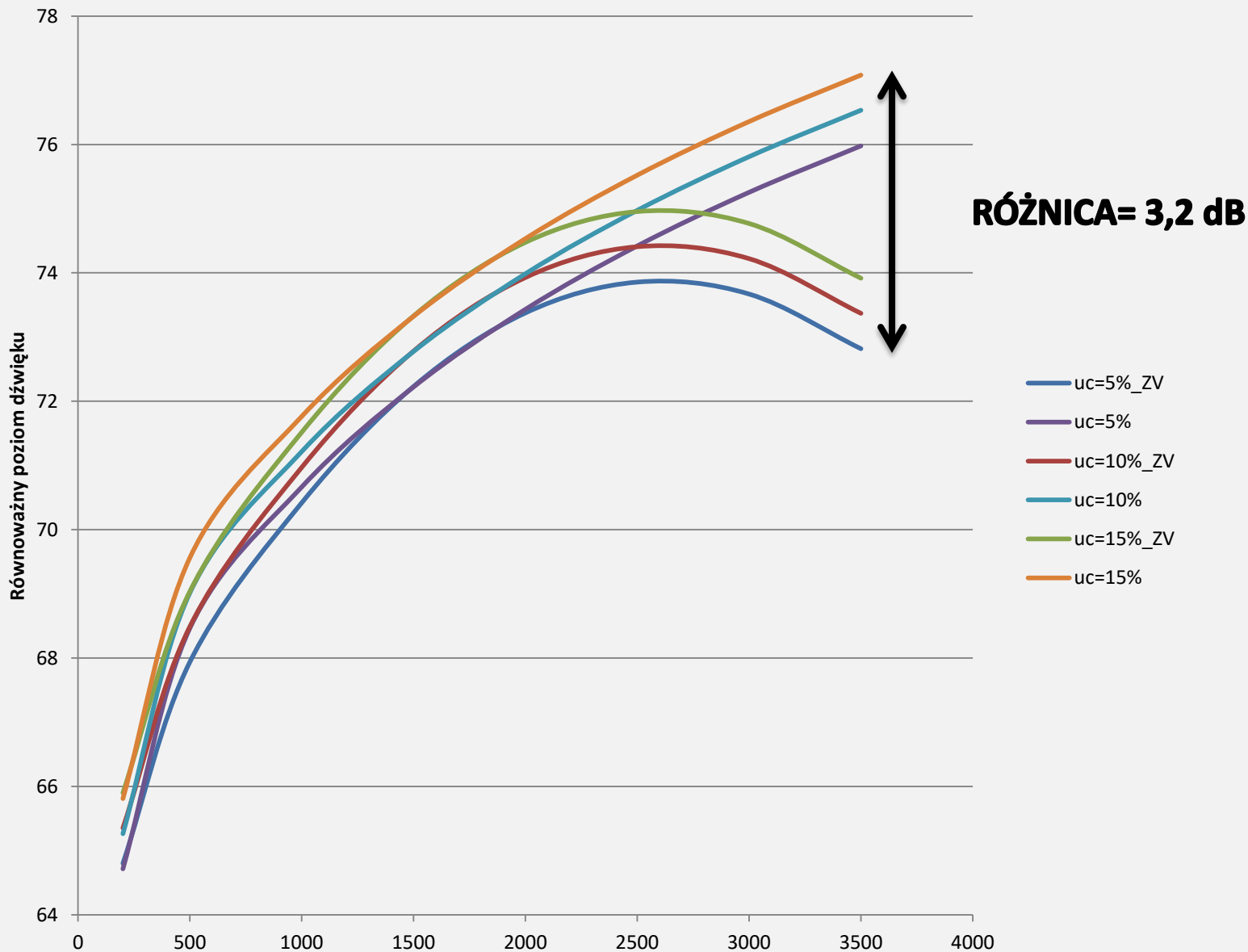
# Wpływ zmiany natężenia ruchu i udziału pojazdów ciężkich na hałas drogowy - podejście klasyczne



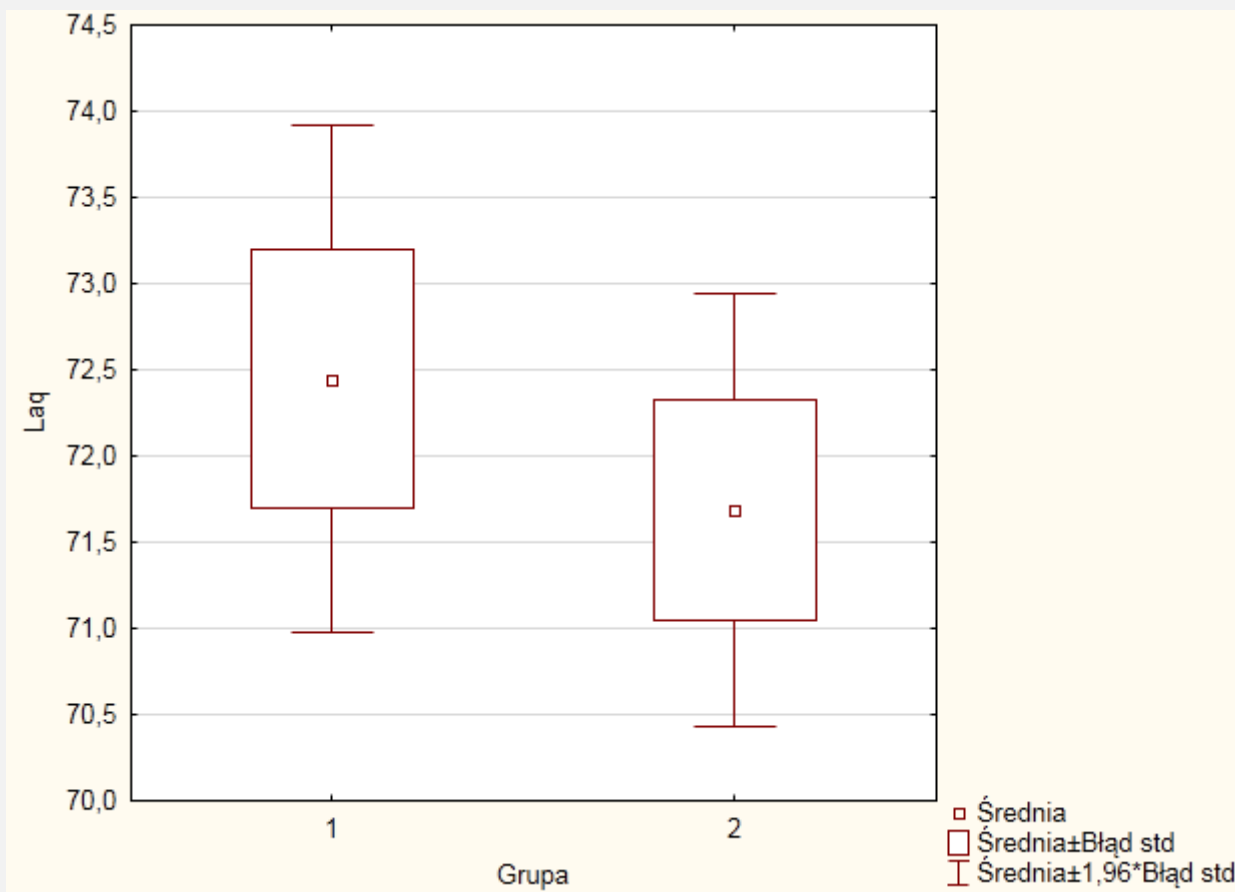
# Wpływ zmiany natężenia ruchu i udziału pojazdów ciężkich na hałas drogowy - podejście z uwzględnieniem zmiany prędkości wraz ze zmianą natężenia ruchu drogowego



# Wpływ zmiany natężenia ruchu i udziału pojazdów ciężkich na hałas drogowy - porównanie dwóch podejść



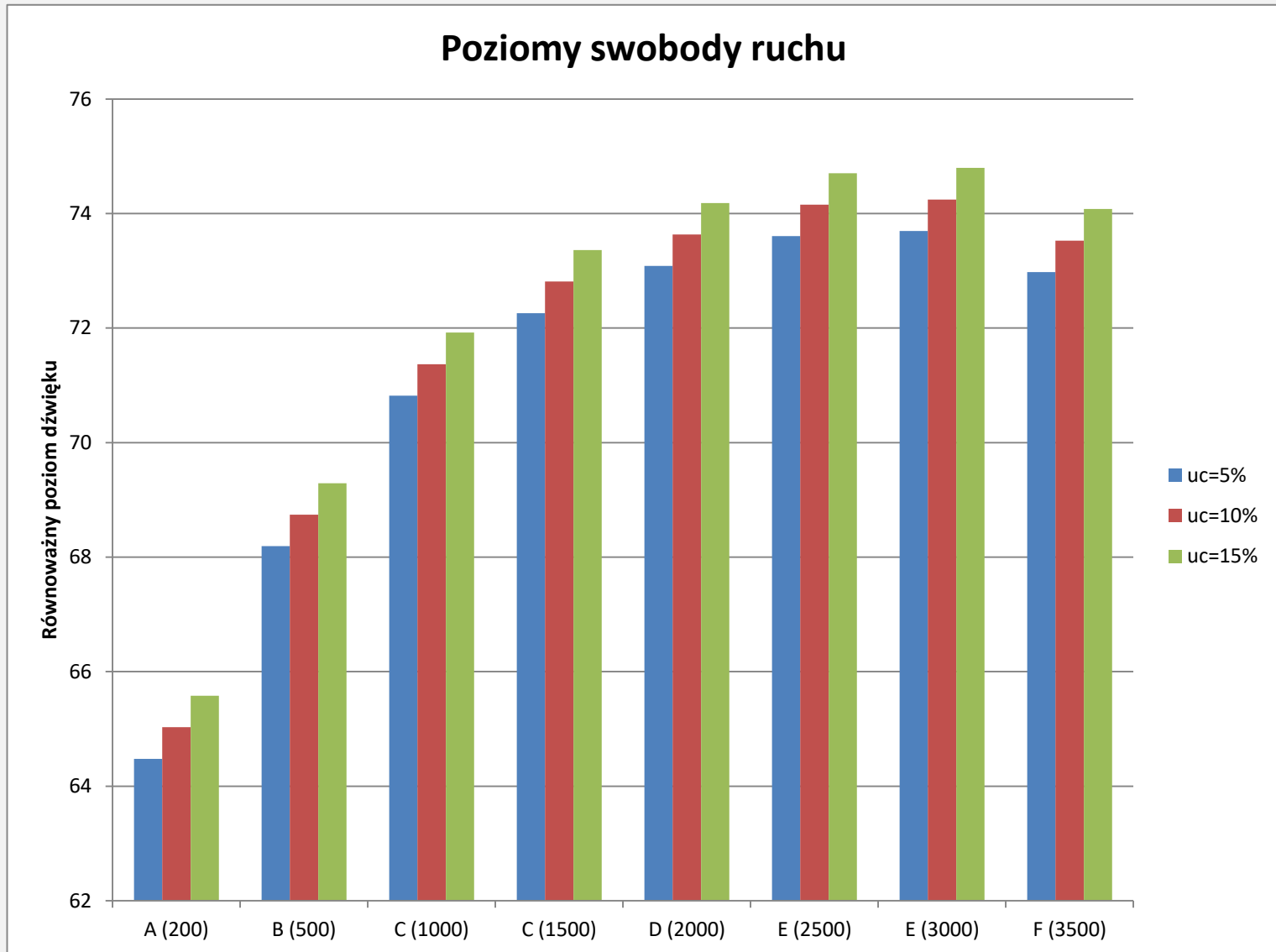
# Wpływ zmiany natężenia ruchu i udziału pojazdów ciężkich na hałas drogowy - porównanie rozrzutu wyników w dwóch podejściach



**Nie uwzględniając  
zmiany prędkości**

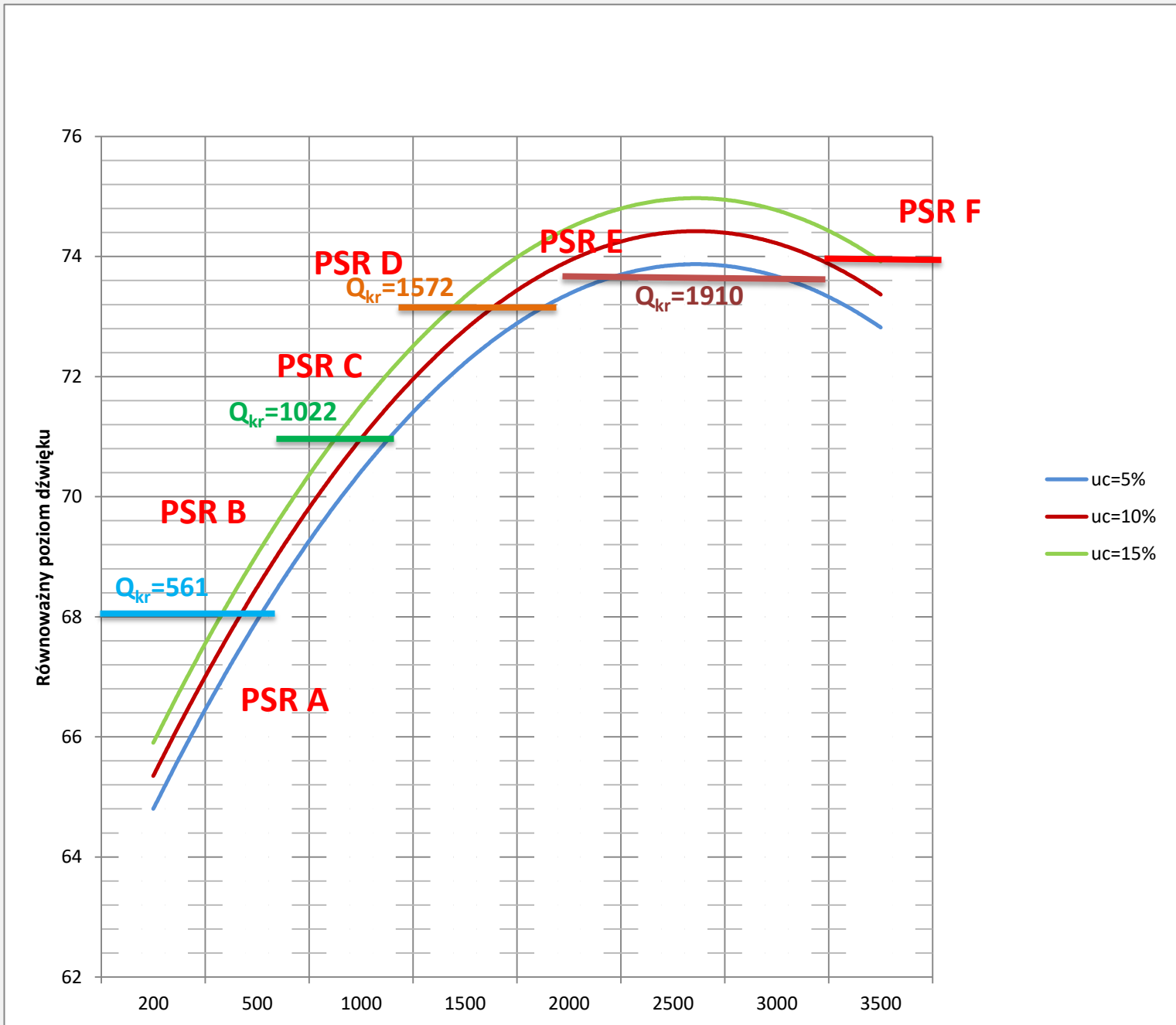
**Uwzględniając  
zmianę prędkości**

# Przykład analizy zależności pomiędzy warunkami ruchu drogowego, a poziomem hałasu drogowego





# Poziom swobody ruchu



# Poziom swobody ruchu - przykładowe obliczenia

## 1. Punkt pomiarowy numer 1 DK 47

Natężenie ruchu:	1120	P/h
Średnia prędkość	70	km/h
Udział pojazdów ciężkich	3	%
Pomierzony poziom hałasu drogowego	70,5	dB
Obliczony poziom hałasu drogowego	71,1	dB

C

## 2. Punkt pomiarowy numer 2 DW 964

Natężenie ruchu	566	P/h
Średnia prędkość	60	km/h
Udział pojazdów ciężkich	7	%
Pomierzony poziom hałasu drogowego	68,8	dB
Obliczony poziom hałasu drogowego	68,5	dB

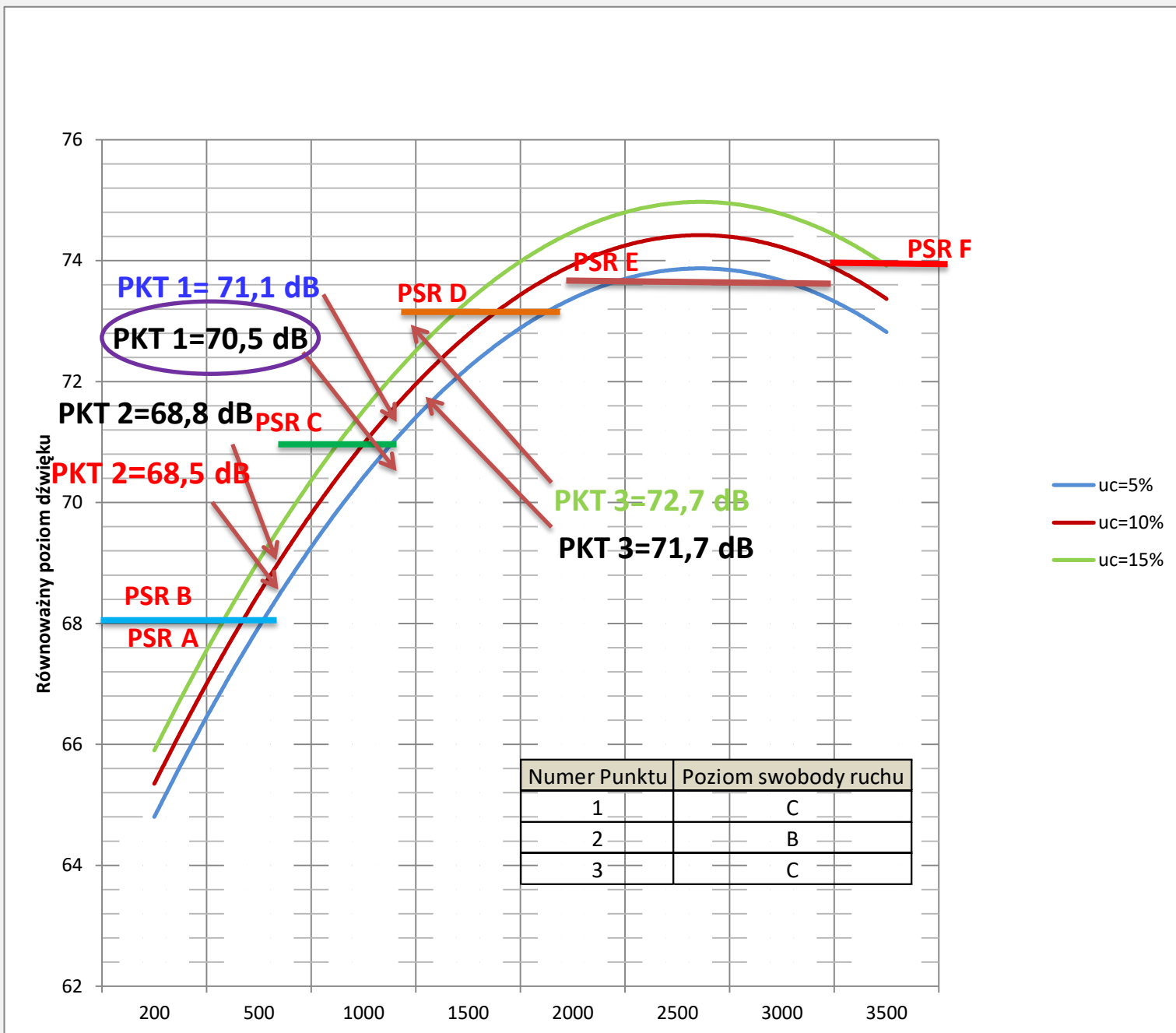
B

## 3. Punkt pomiarowy numer 3 DW 780

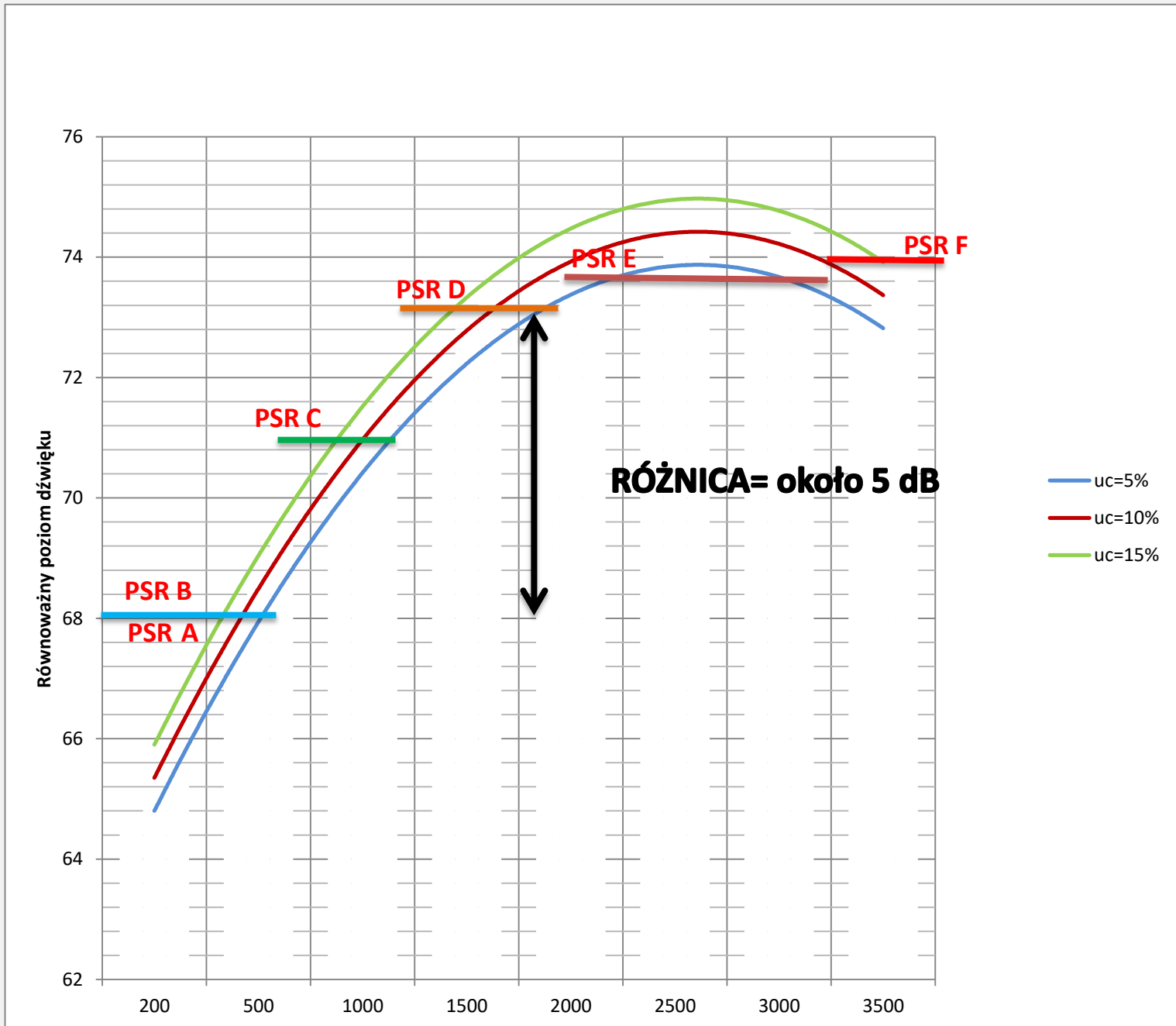
Natężenie ruchu	1476	P/h
Średnia prędkość	64,5	km/h
Udział pojazdów ciężkich	9	%
Pomierzony poziom hałasu drogowego	71,7	dB
Obliczony poziom hałasu drogowego	72,7	dB

C

# Poziom swobody ruchu - przykładowe obliczenia



# Poziom swobody ruchu-przykładowe obliczenia



# WNIOSKI

1. Wpływ zmienności natężenia ruchu drogowego ma znaczący wpływ na wielkość poziomu hałasu drogowego.
2. Obliczając poziom hałasu drogowego przy zmiennym natężeniu ruchu drogowego należy uwzględniać zmianę prędkości wywołaną zwiększoną liczbą pojazdów przejeżdżających przez przekrój oraz zmianą udziału pojazdów ciężkich.
3. Pominięcie zależności pomiędzy natężeniem ruchu a prędkością i jej zmianą wraz wzrostem natężenia ruchu przy prognozowaniu poziomu hałasu drogowego może powodować znaczące błędy w obliczeniach.
4. W ramach zalecanych poziomów swobody ruchu w projektowaniu nowych dróg występuje znacząca różnica poziomów hałasu drogowego około 5 dB (w analizowanym przykładzie).

**Dziękuję za uwagę**