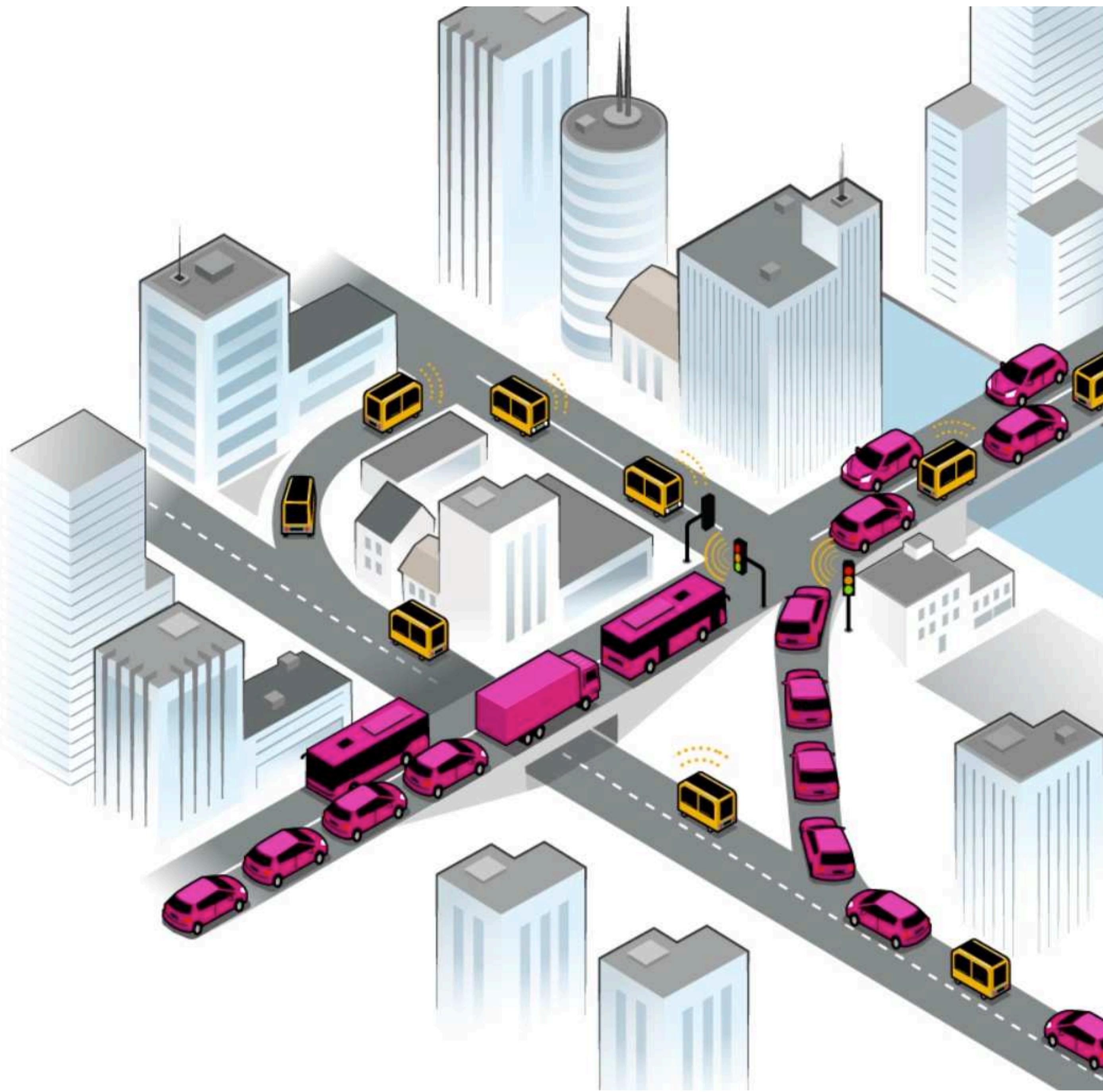


Rafał Kucharski

8. Śląski Festiwal Nauki Katowice

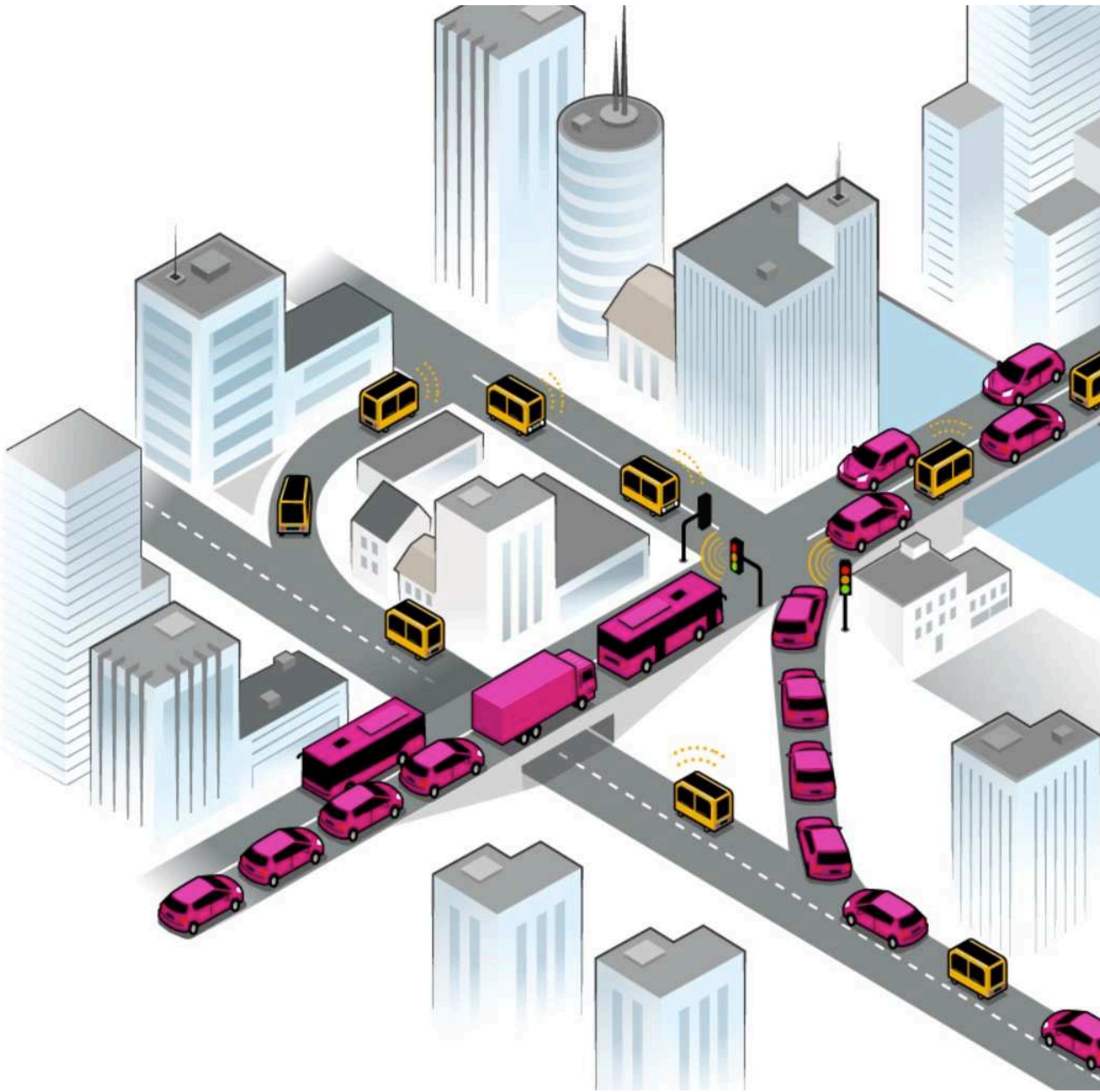
Miasto inne niż je widzimy

Agenda



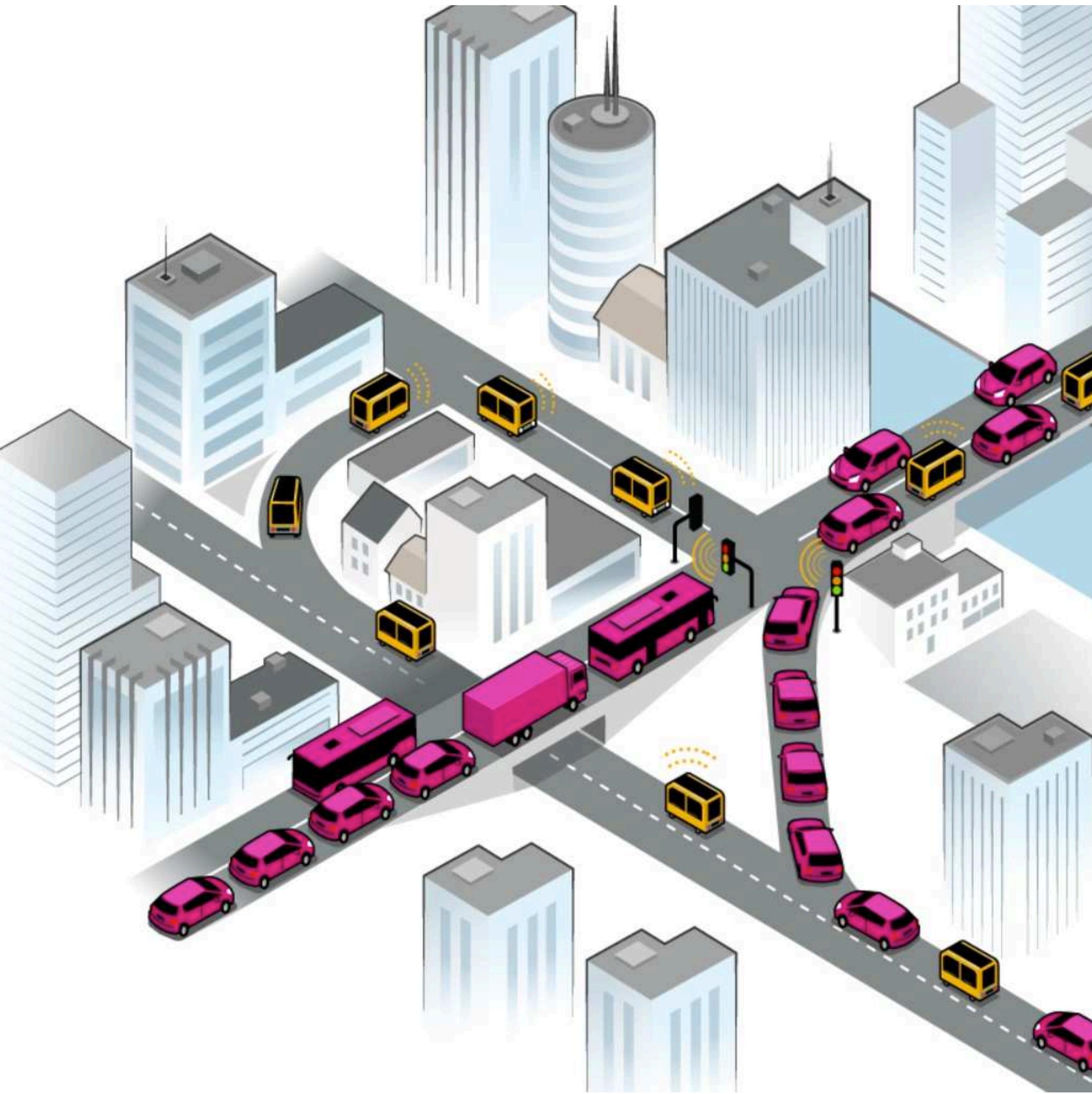
Agenda

1. miasto = inżynieria + maszyny?



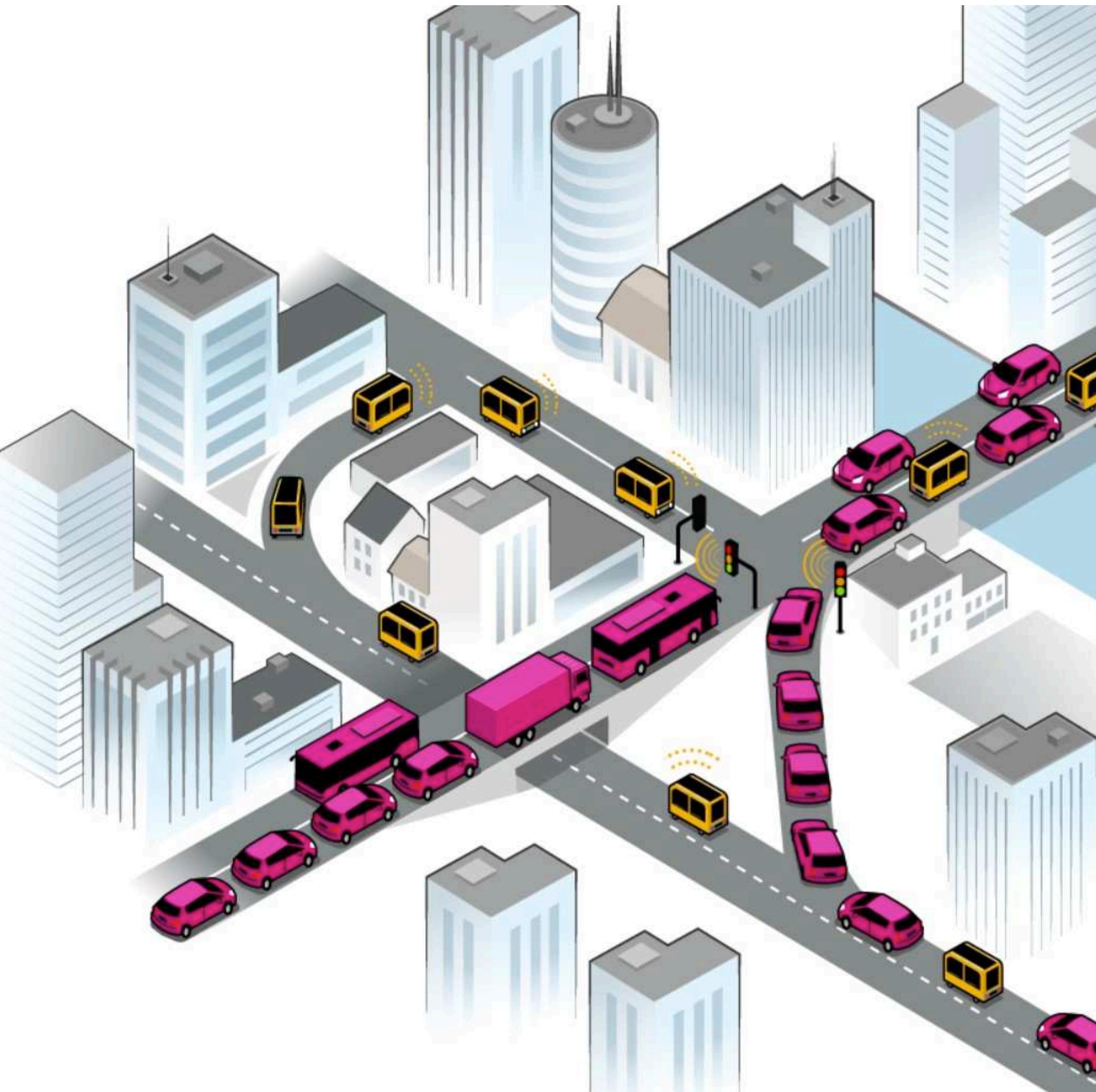
Agenda

1. miasto = inżynieria + maszyny?
2. miasto = efekt ludzkich decyzji
(pierwsza dziś nagroda Nobla)



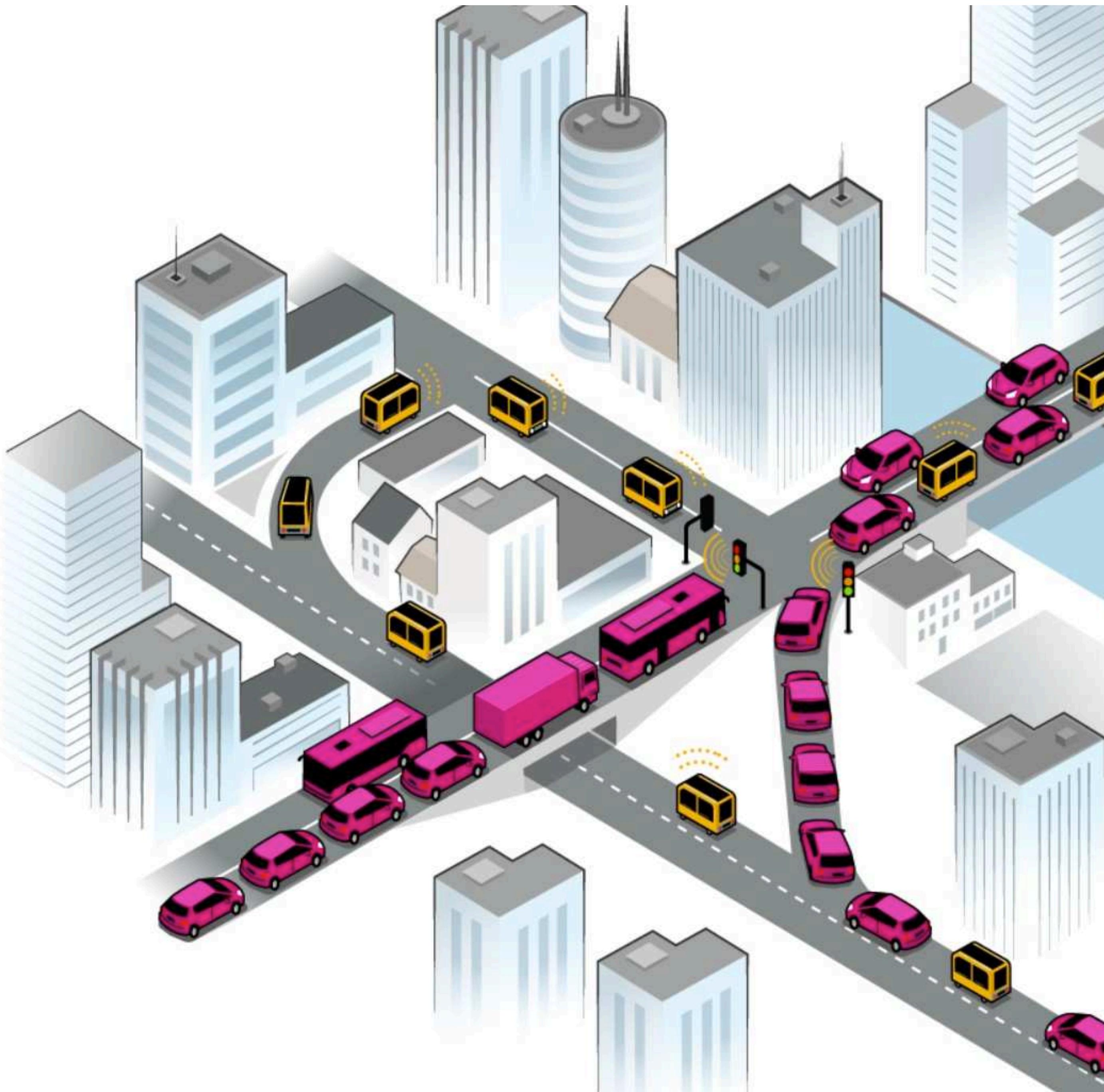
Agenda

1. miasto = inżynieria + maszyny?
2. miasto = efekt ludzkich decyzji
(pierwsza dziś nagroda Nobla)
3. człowiek + człowiek = teoria gier
(druga dziś nagroda Nobla)



Agenda

1. miasto = inżynieria + maszyny?
2. miasto = efekt ludzkich decyzji
(pierwsza dziś nagroda Nobla)
3. człowiek + człowiek = teoria gier
(druga dziś nagroda Nobla)
4. ludzie + sztuczna inteligencja = ?



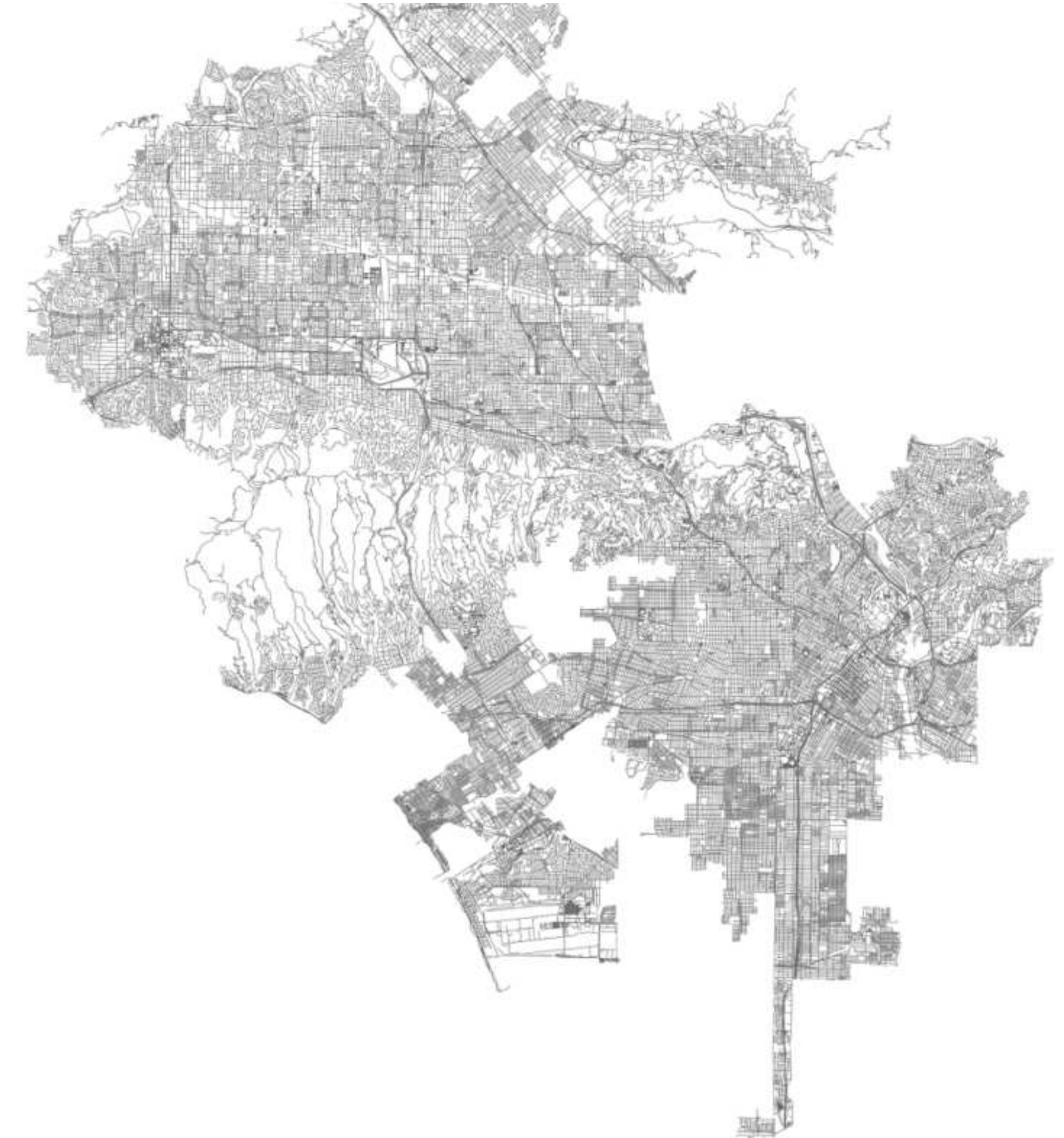
Miasto to inżynieria?



Miasto

system transportowy to:

- sieć drogowa
(złożona, gęsta, skomplikowana topologia)



Miasto system transportowy to:

- sieć drogowa
- komunikacja zbiorowa
(złożona, gęsta, skomplikowana topologia)



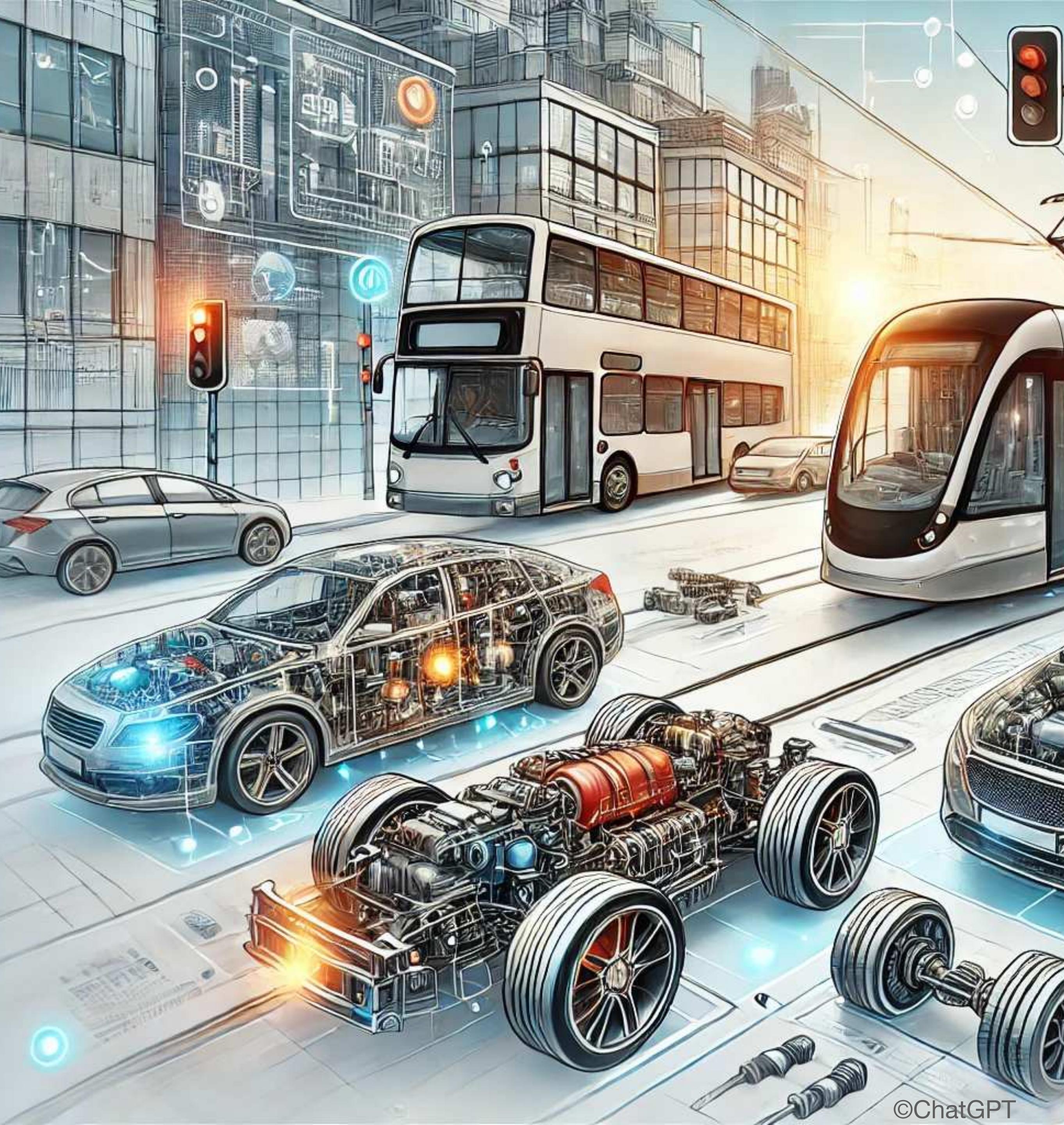
Miasto system transportowy to:

- sieć drogowa
- komunikacja zbiorowa
- sterowanie ruchem (światła, koordynacja, optymalizacja, ITS)



Miasto system transportowy to:

- sieć drogowa
- komunikacja zbiorowa
- sterowanie ruchem (światła, koordynacja, optymalizacja, ITS)
- pojazdy (silniki, systemy, układy)



Miasto system transportowy to:

- sieć drogowa
- komunikacja zbiorowa
- sterowanie ruchem (światła, koordynacja, optymalizacja, ITS)
- pojazdy (silniki, systemy, układy)

= inżynieria, technika, optymalizacja?

nie! **ludzie**



Miasto korki, tłok to nasze decyzje



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



European Research Council
Established by the European Commission



NARODOWE
CENTRUM
NAUKI

Miasto korki, tłok to nasze **decyzje**

- po co jadę? do pracy



Miasto korki, tłok to nasze **decyzje**

- po co jadę? do pracy
- gdzie jadę? do Gliwic



Miasto korki, tłok to nasze **decyzje**

- po co jadę? do pracy
- gdzie jadę? do Gliwic
- o której? na 9:00



Miasto korki, tłok to nasze **decyzje**

- po co jadę? do pracy
- gdzie jadę? do Gliwic
- o której? na 9:00
- czym jadę? samochodem



Miasto korki, tłok to nasze **decyzje**

- po co jadę? do pracy
- gdzie jadę? do Gliwic
- o której? na 9:00
- czym jadę? samochodem
- ktróedy? DTŚ



Miasto korki, tłok to nasze **decyzje**

- po co jadę? do pracy
- gdzie jadę? do Gliwic
- o której? na 9:00
- czym jadę? samochodem
- które? DTŚ

podejmowane przez miliony z nas **codziennie**



Miasto to nie inżynieria

Miasto to
złożony system społeczny

Jak to opisać?

- po co jadę? do pracy
- gdzie jadę? do Gliwic
- o której? na 9:00
- czym jadę? samochodem
- ktróredy? DTŚ

pierwszy dzisiaj **Nobel**



Nobel z Ekonomii 2000: Daniel McFadden

za badania nad analizą wyborów dyskretnych, kluczowych w modelowaniu decyzji konsumentów.

Model wyborów dyskretnych:

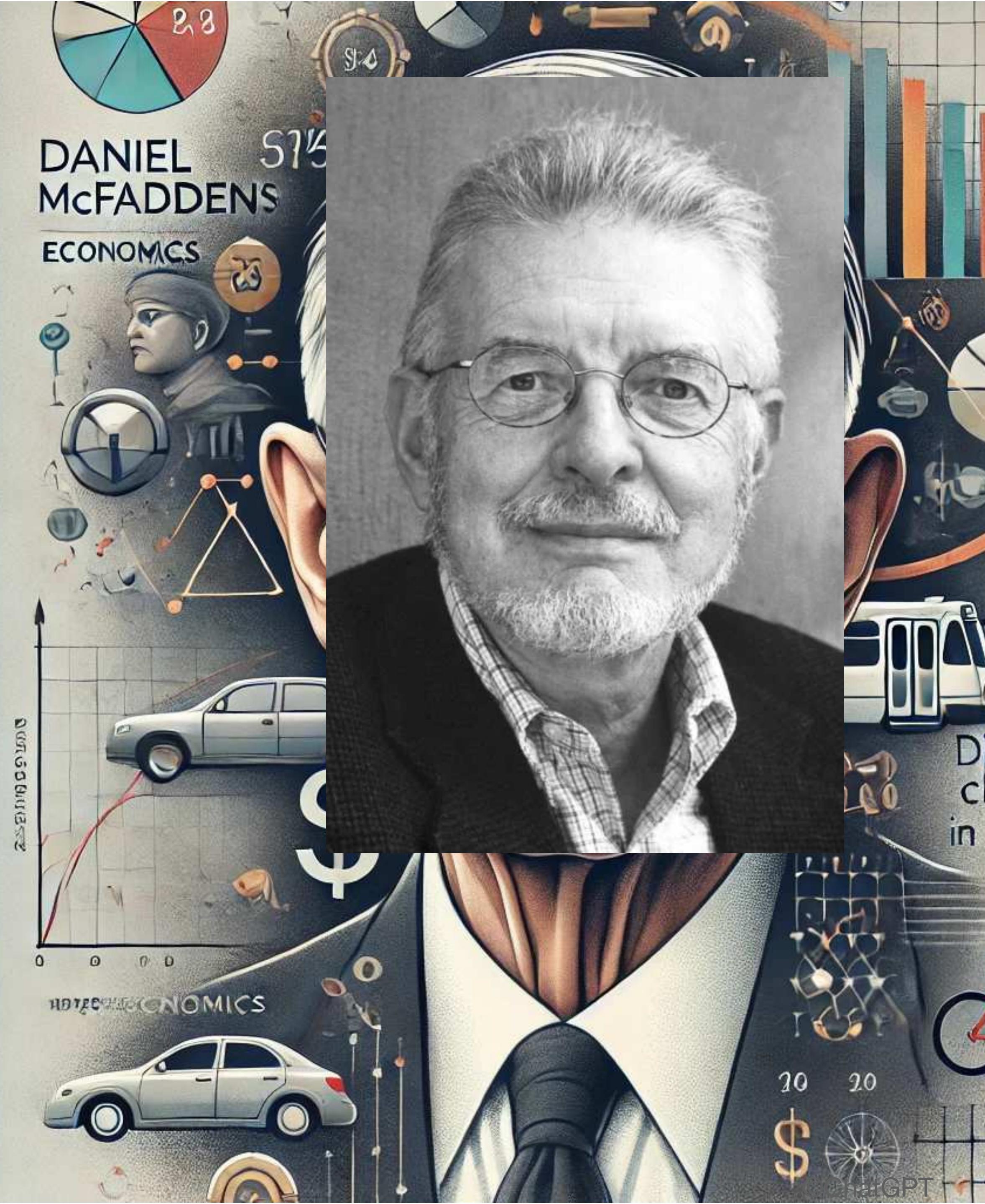
- Analiza decyzji spośród ograniczonych alternatyw (np. wybór środka transportu, produktu, miejsca zamieszkania).

Zastosowania:

- Ekonomia transportu: Wybór między samochodem, rowerem czy transportem publicznym.
- Polityka publiczna: Ocena wpływu regulacji na decyzje konsumentów.
- Marketing: Zrozumienie preferencji klientów.

Wpływ:

Zrewolucjonizował analizę danych w ekonomii, czyniąc ją bardziej precyzyjną i użyteczną w rozwiązywaniu problemów społeczno-gospodarczych.



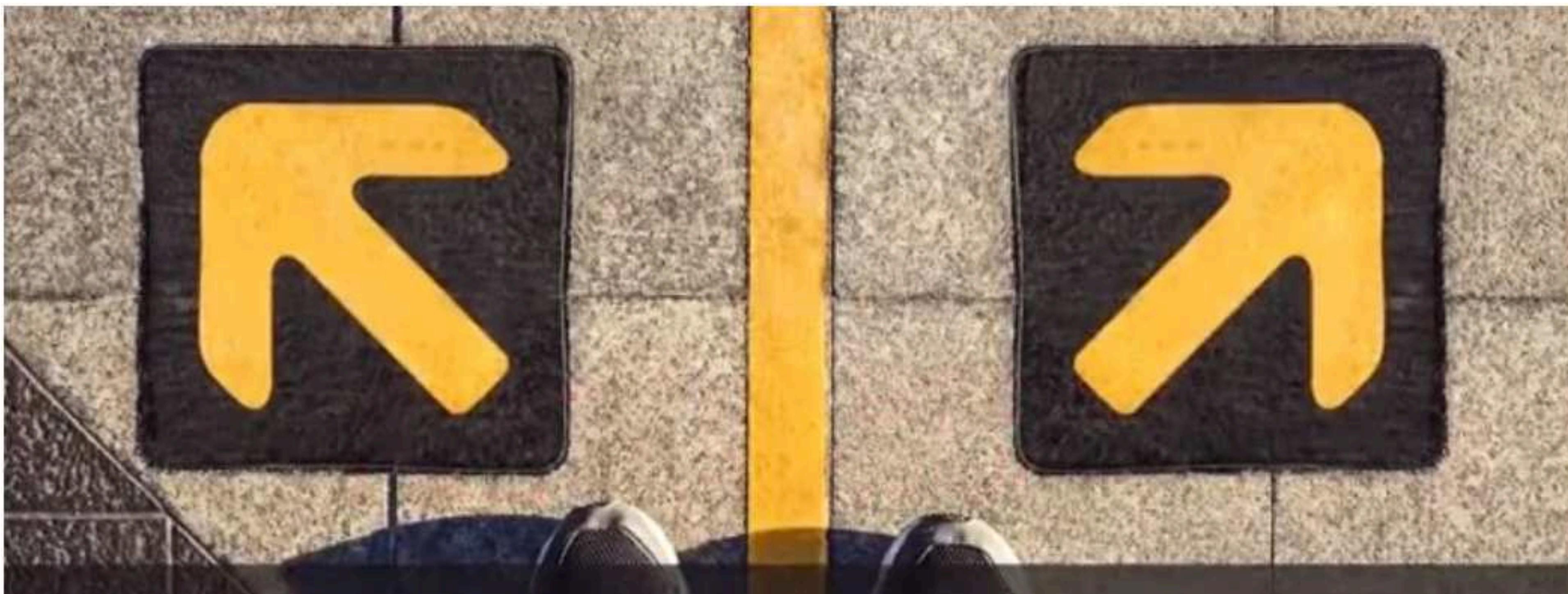
Ludzkie wybory

przykład

Mamy dwie opcje:

A. szybka i droga (pendolino/A4)

B. d<ł>uga i tania (TLK/DK94)



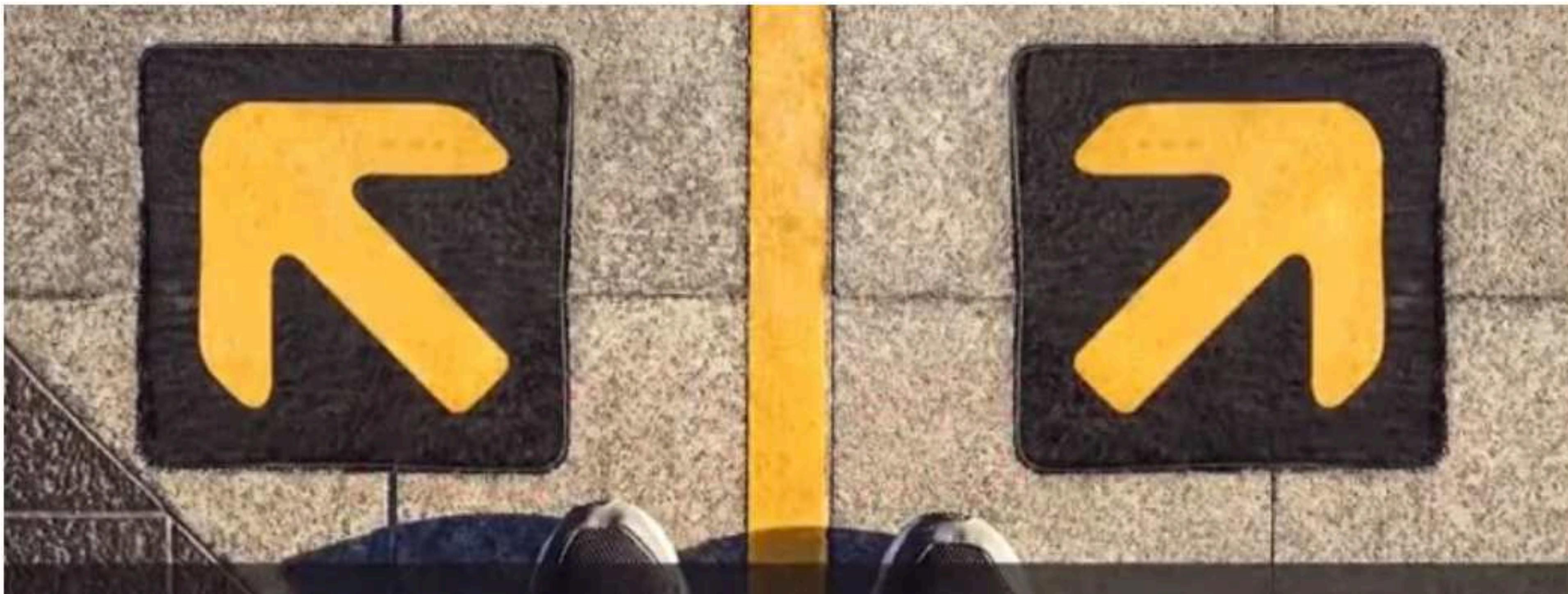
Ludzkie wybory

przykład

Mamy dwie { kawiarnie, polisy, kanapy, kanapki, bawialnie, działki, myjnie }:

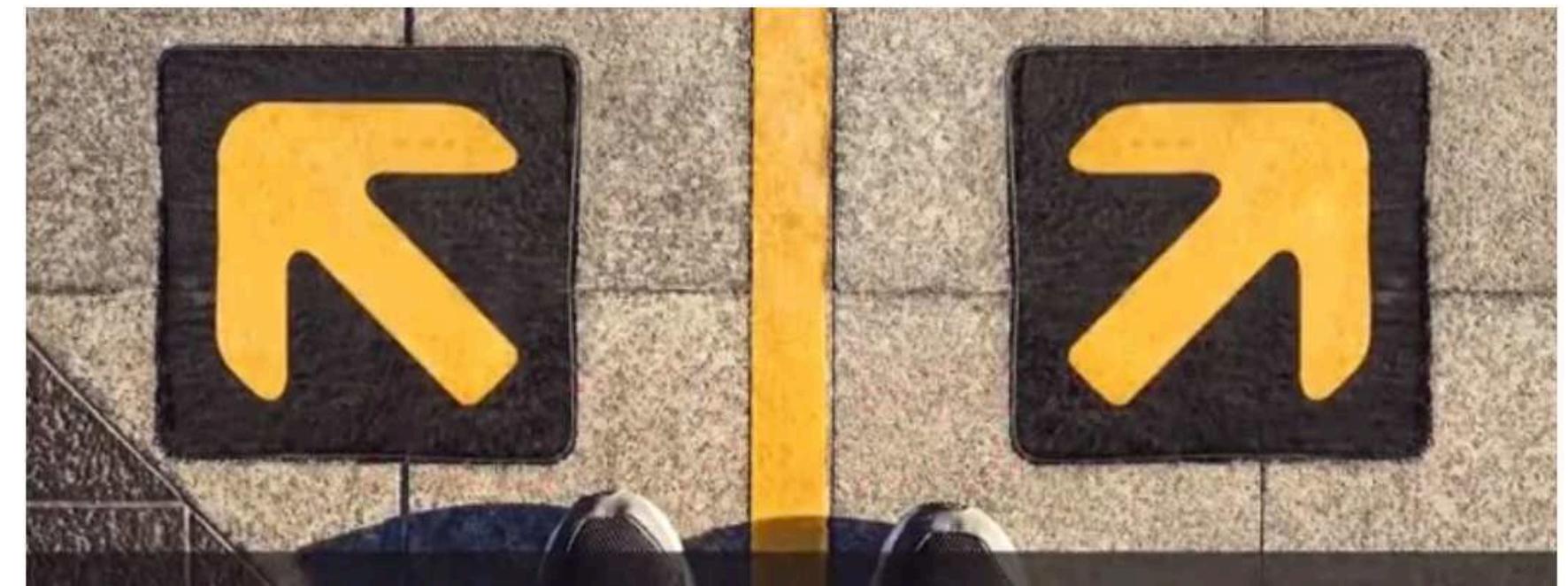
A. dobra i droga

B. tania i jako tako



Ludzkie wybory

model

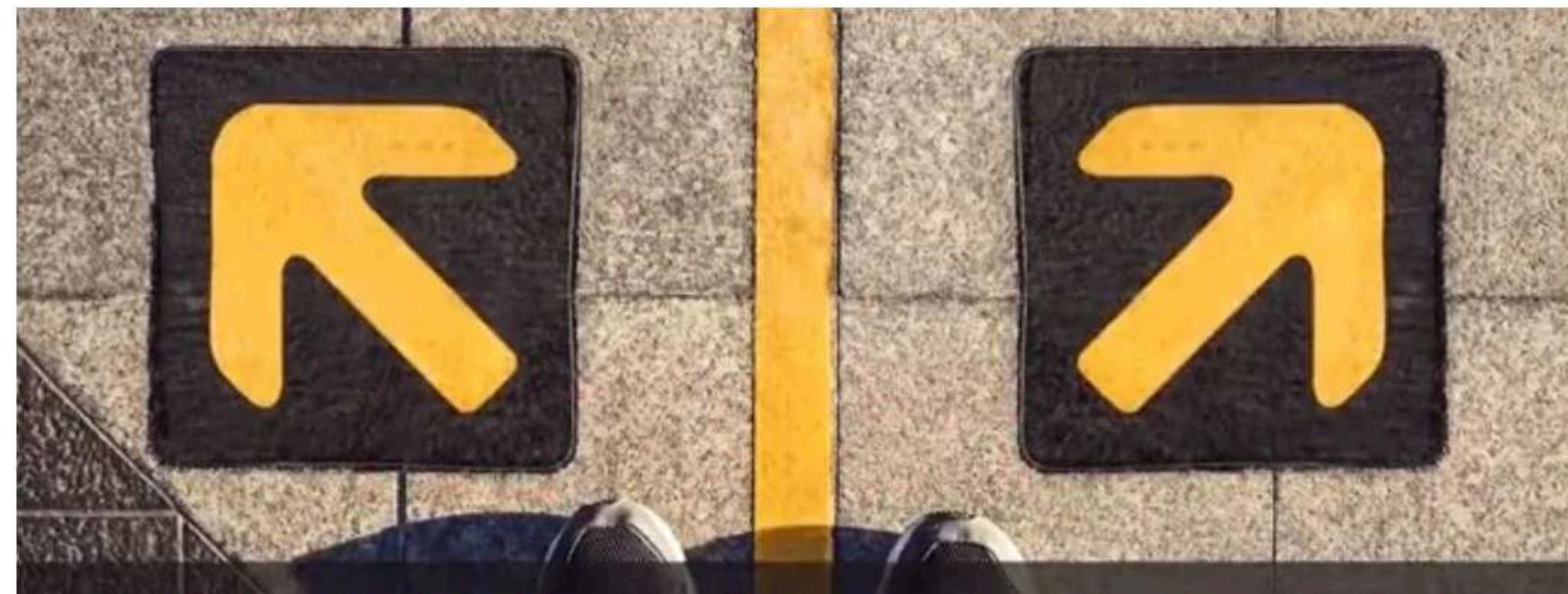


Przecież jesteśmy racjonalni,
wybieramy **optymalną** opcje!

$$a_i = \underset{a}{\operatorname{argmin}} c_i(a)$$

Ludzkie wybory

model



Przecież jesteśmy racjonalni,
wybieramy **optymalną** opcje!

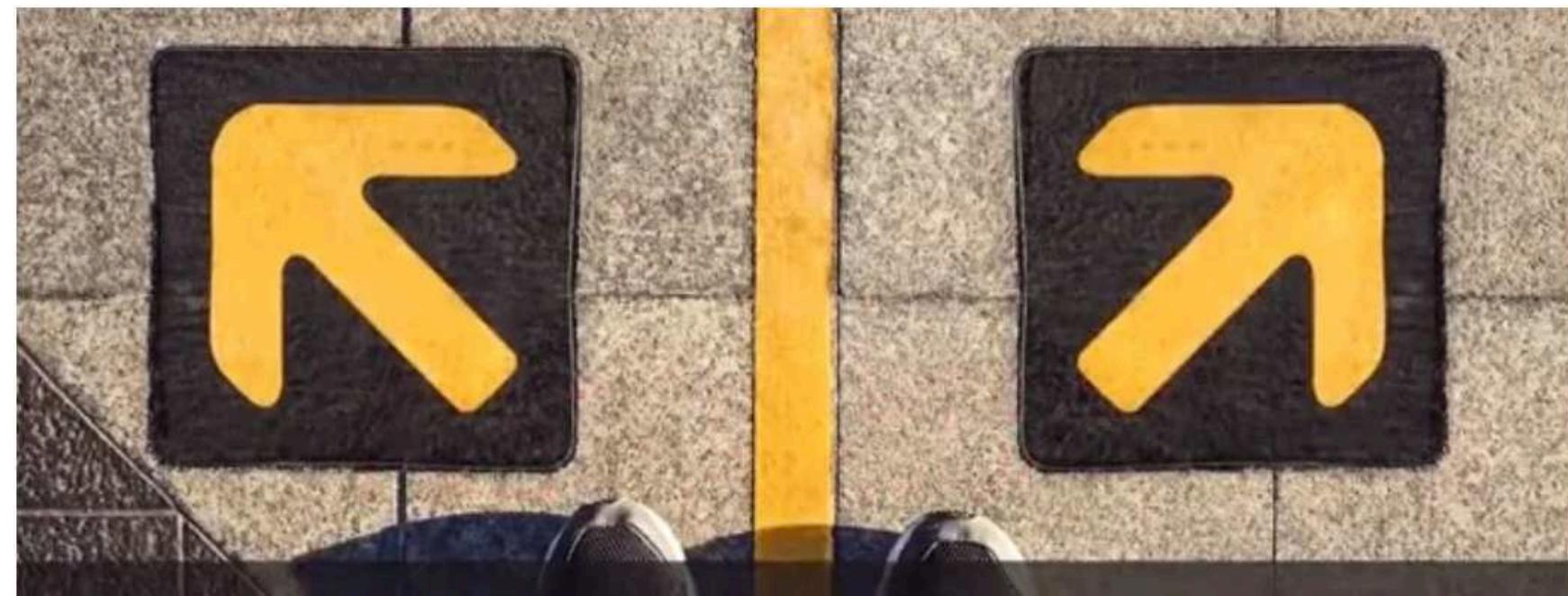
No, optymalną dla **nas**:

$$a_i = \operatorname{argmin}_a c_i(a)$$

$$c_i(a) = \beta_0 + \beta_k k_a + \beta_t t_a + \varepsilon$$

Ludzkie wybory

model



Przecież jesteśmy racjonalni,
wybieramy **optymalną** opcje!

$$a_i = \operatorname{argmin}_a c_i(a)$$

No, **optymalną dla nas**:

$$c_i(a) = \beta_0 + \beta_k k_a + \beta_t t_a + \varepsilon$$

Dla **naszych cech**:

β_t wartość czasu,

β_k wrażliwość na komfort

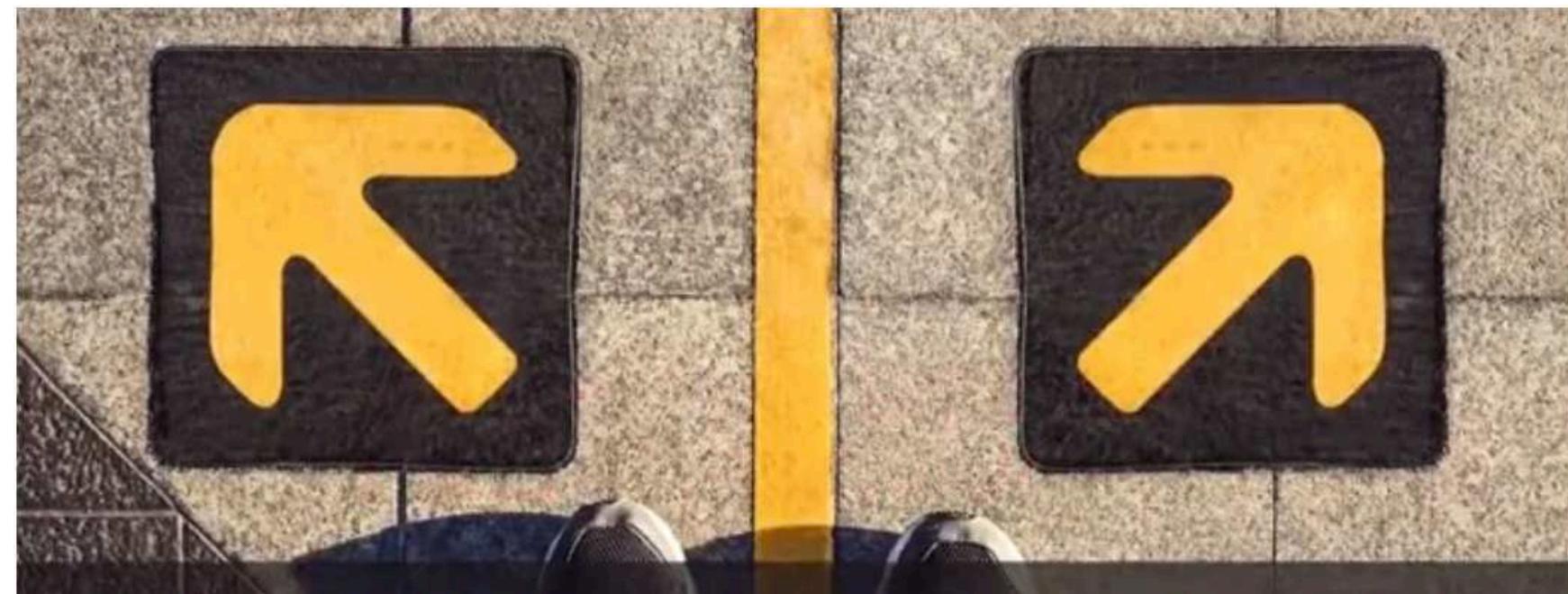
β_0 preferencje

ε inne (epsilon - szum w modelu)

$$c_i(a) = \beta_{0,i} + \beta_{k,i} k_a + \beta_{t,i} t_a + \varepsilon_i$$

Ludzkie wybory

model



Przecież jesteśmy racjonalni,
wybieramy **optymalną** opcje!

$$a_i = \operatorname{argmin}_a c_i(a)$$

No, optymalną dla **nas**:

$$c_i(a) = \beta_0 + \beta_k k_a + \beta_t t_a + \varepsilon$$

Dla **naszych** cech:

- β_t wartość czasu,
- β_k wrażliwość na komfort
- β_0 preferencje
- ε_i inne (epsilon - szum w modelu)

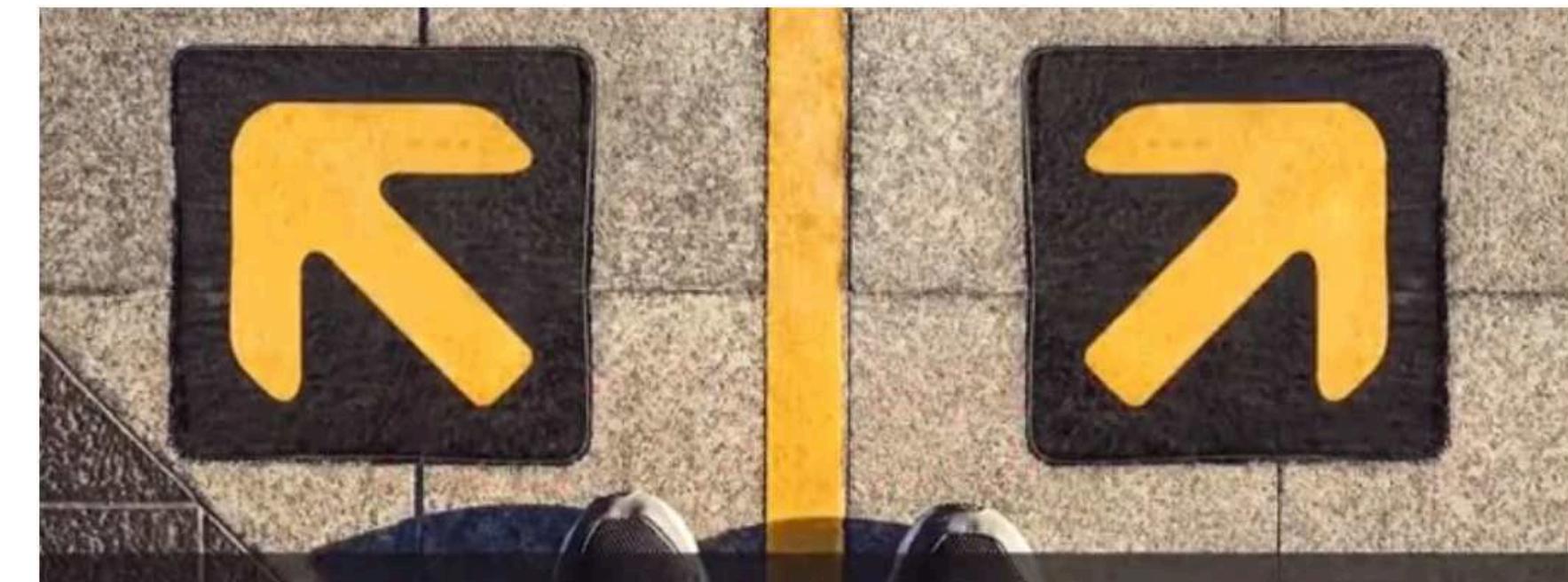
$$c_i(a) = \beta_{0,i} + \beta_{k,i} k_a + \beta_{t,i} t_a + \varepsilon_i$$

Dla zewnętrznego obserwatora

$$p_i(a) = \Pr \left(c_i(a) = \min_a c_i(a) \right)$$

Ludzkie wybory

model



Przecież jesteśmy racjonalni,
wybieramy **optymalną** opcje!

$$a_i = \underset{a}{\operatorname{argmin}} c_i(a)$$

No, optymalną dla **nas**:

$$c_i(a) = \beta_0 + \beta_k k_a + \beta_t t_a + \varepsilon$$

Dla **naszych** cech:

β_t wartość czasu,

β_k wrażliwość na komfort

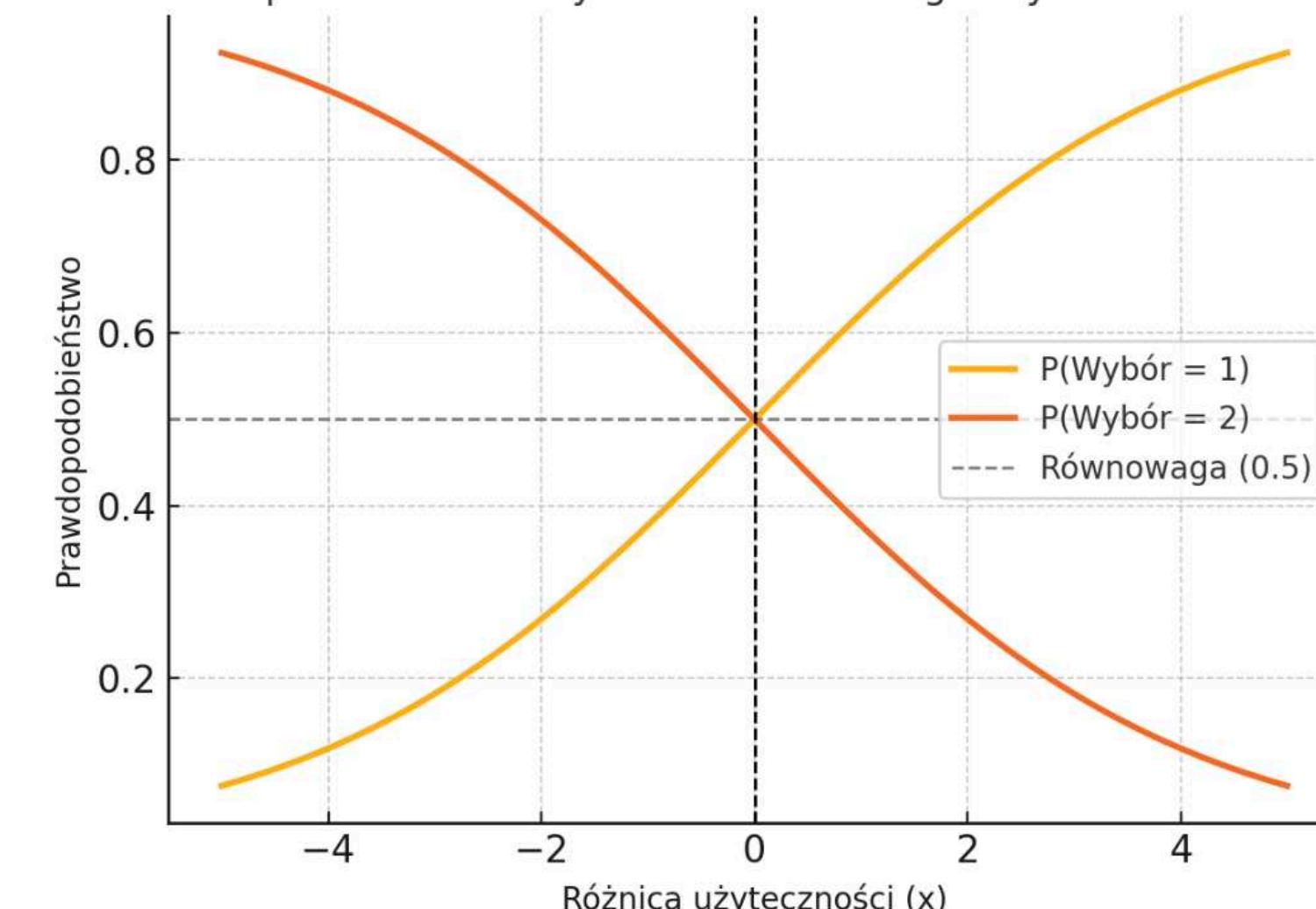
β_0 preferencje

ε inne (epsilon - szum w modelu)

Dla zewnętrznego obserwatora

$$c_i(a) = \beta_{0,i} + \beta_{k,i} k_a + \beta_{t,i} t_a + \varepsilon_i$$

Prawdopodobieństwa wyboru w modelu logitowym dwumianowym



← za to przyznano Nobla!

Miasto efekt ludzkich decyzji

jak nam idzie?



**LUDZIE PODEJMUJĄ RACJONALNE
DECYZJE, BĘDZIE DOBRZE, PRAWDA?**

PRAWDA?



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



European Research Council



Established by the European Commission

Miasto efekt ludzkich decyzji

jak nam idzie?

tak sobie



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



European Research Council



NARODOWE
CENTRUM
NAUKI

Miasto to nie inżynieria, to nawet nie człowiek i jego wybory

**Miasto to
złożony system społeczny**

Ludzkie wybory

efekt zbiorowy

wybieramy wspólnie, korkujemy wspólnie
.... ale chcemy być **sprytni**

teoria gier



Ludzkie wybory

efekt zbiorowy

$$\frac{\partial Z^0}{\partial x^i} = \sum_j p_i^{exp} - \sum_j p_i^{CMB}$$
$$\beta_0 = \sum_{j \neq i} C_j M_{ij} M_{ji}$$
$$M_{(exp)} = \sum_r \partial p_r \frac{\partial \Psi}{\partial x^r}$$

new β, μ cont. to β_0

$$\text{want } \sum S_i^2 = 1 = \sum q_i^2$$
$$\sum S_i^2 q_i = 0$$
$$\sum p_i^{exp} - q_i = \sum q_i \frac{\partial \Psi}{\partial x^i}$$



Nobel z Ekonomii 1994: John Nash

za wkład w rozwój teorii gier, w szczególności za koncepcję równowagi Nasha.

Równowaga Nasha:

- Sytuacja, w której żaden uczestnik gry nie może poprawić swojej sytuacji poprzez zmianę strategii, pod warunkiem, że inni gracze nie zmieniają swoich.

Zastosowania:

- (mikro)ekonomia
- negocjacje
- teoria aukcji
- polityka publiczna
- analiza konfliktów



Równowaga Nasha

równowaga Wardop'a

Którędy bym nie pojechał,
będzie podobnie

Mechanizm obwodnicy:



Równowaga Nasha

równowaga Wardop'a

Którędy bym nie pojechał,
będzie podobnie

Mechanizm obwodnicy:

1. otworzyli nową drogę



Równowaga Nasha

równowaga Wardop'a

Którędy bym nie pojechał,
będzie podobnie

Mechanizm obwodnicy:

1. otworzyli nową drogę
2. jadę nową drogą



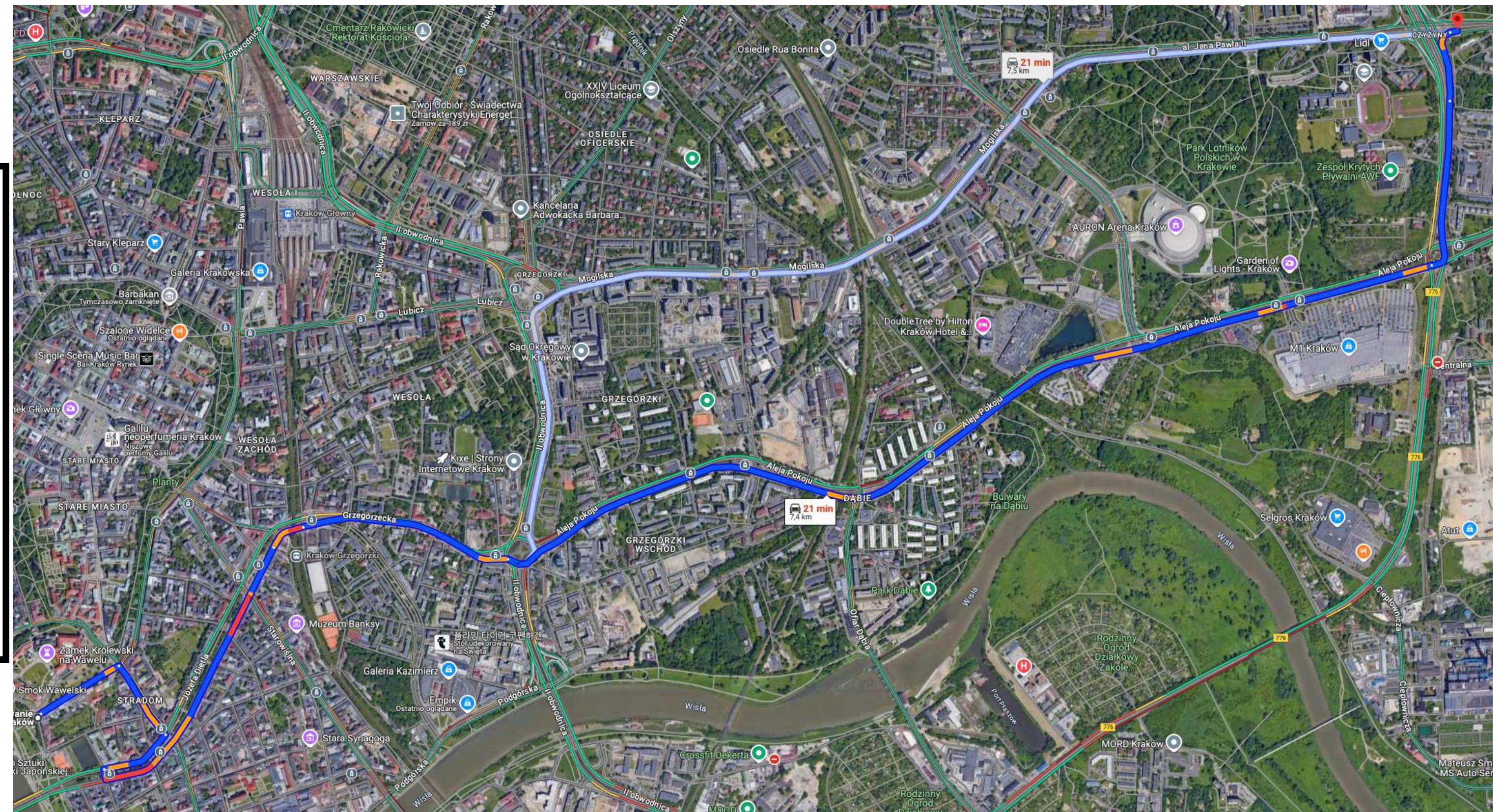
Równowaga Nasha

równowaga Wardop'a

Którędy bym nie pojechał,
będzie podobnie

Mechanizm obwodnicy:

1. otworzyli nową drogę
2. jadę nową drogą
3. wszyscy jadą nową drogą



Równowaga Nasha

równowaga Wardop'a

Którędy bym nie pojechał,
będzie podobnie

Mechanizm obwodnicy:

1. otworzyli nową drogę
2. jadę nową drogą
3. wszyscy jadą nową drogą
4. pojadę starą drogą



Równowaga Nasha

równowaga Wardop'a

Którędy bym nie pojechał,
będzie podobnie

Mechanizm obwodnicy:

1. otworzyli nową drogę
2. jadę nową drogą
3. wszyscy jadą nową drogą
4. pojadę starą drogą
5. dzielimy się tak, że czas na nowej i starej drodze jest taki sam (może krótszy, ale równy)





**Miasto to
złożony system społeczny**

Przyszłość

sztuczna inteligencja, pojazdy autonomiczne

w przyszłości decyzje transportowe
(np. ktorędy dojechać do celu)
oddamy sztucznej inteligencji
pojazdom autonomicznym:

- komunikującym się ze sobą
- z dostępem do danych
- z siecią neuronową
- potencjalnie kooperacyjne



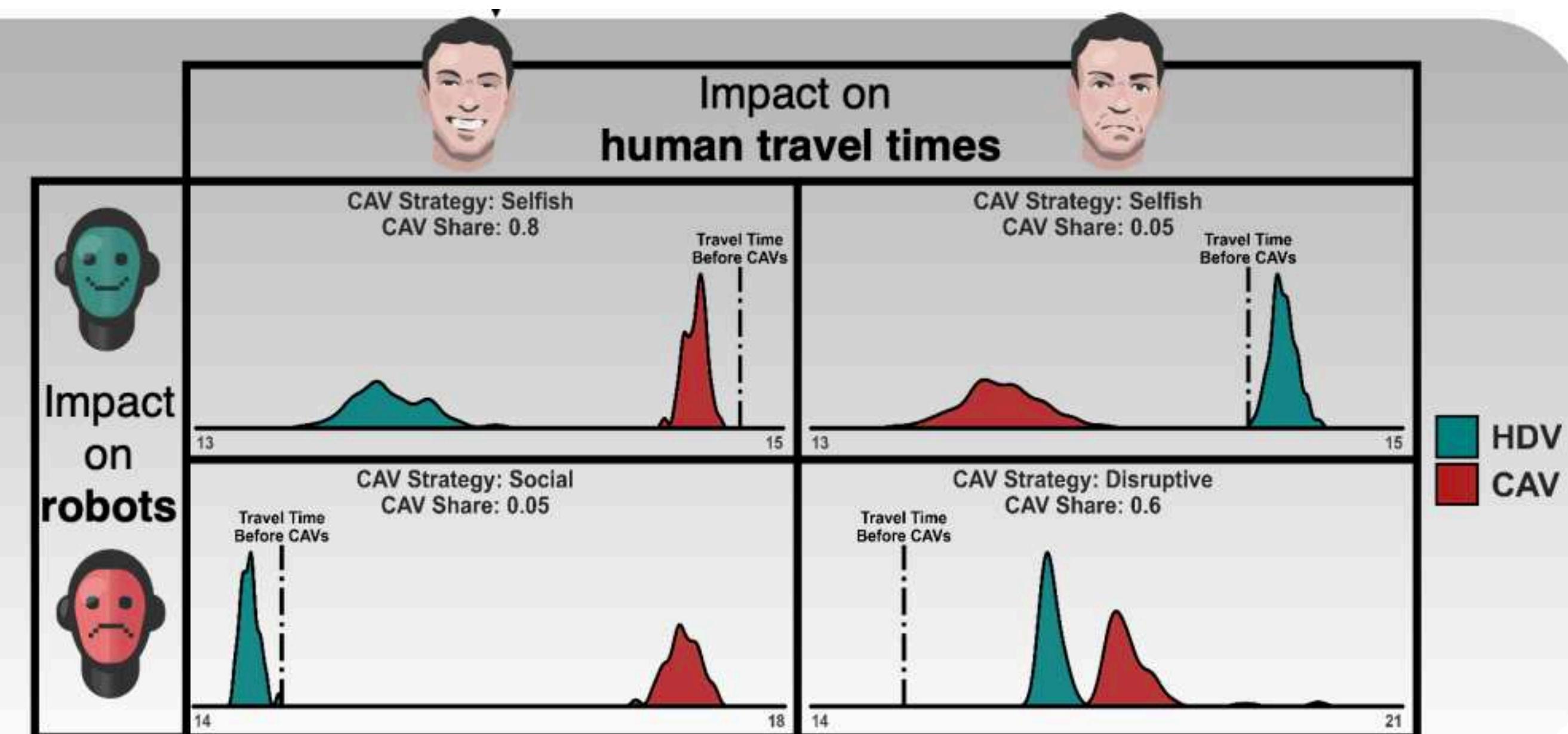
Przyszłość

co zmieni AI w ruchu miejskim?

w zależności od regulacji, pojazdy autonomiczne, wyposażone w sztuczną inteligencję,

mogą:

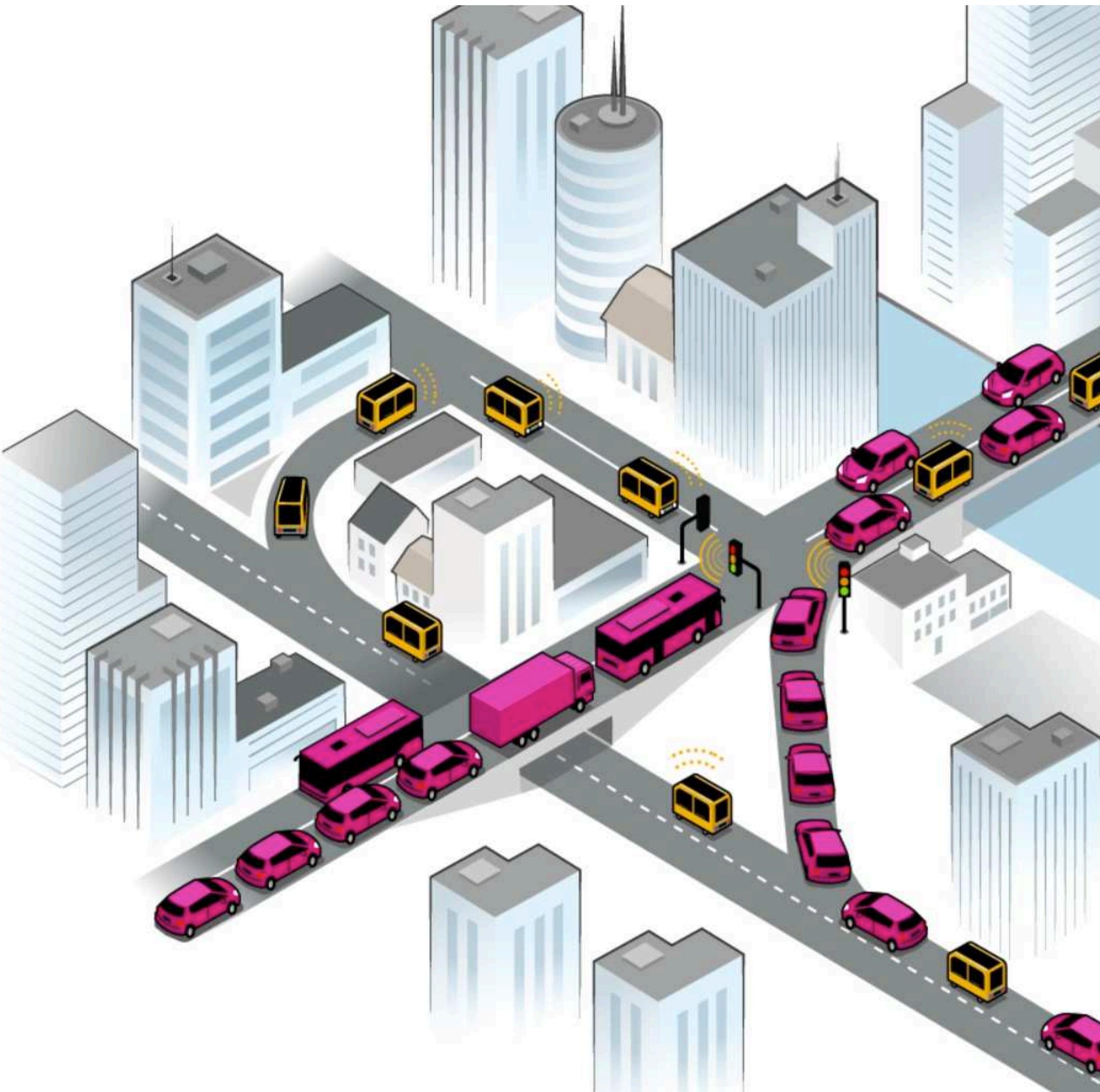
- wykiwać nas
dojechać do celu szybciej niż my
- pomóc nam
wszyscy dojedziemy szybciej
- poświęcić się dla nas
my dojedziemy szybciej
- wszystko zepsuć
wszyscy dojedziemy wolniej



Miasto inne niż je widzimy

Podsumowanie

1. miasto = inżynieria + maszyny + **Ludzie**
2. miasto = efekt ludzkich decyzji
(pierwsza dziś nagroda Nobla)
3. człowiek + człowiek = Teoria Gier
(druga dziś nagroda Nobla)
4. ludzie + sztuczna inteligencja = ?



Dziękuję za uwagę

Rafał Kucharski
rafal.kucharski@uj.edu.pl
www.rafalkucharskilab.pl



Walczmy o (dobrą) Polską naukę!



badania podstawowe





**Miasto to
złożony system społeczny**