

# Niska średnia prędkość tramwajów w Warszawie

Kapibara Tramwajara



# Nasz zespół

**Piotr Szkoda**  
Dusza Zespołu

**Clara Chami**  
Dyrektor  
Kreatywny

**Kornelia  
Błaszczuk**  
Implementator

**Anton Basan**  
Poszukiwacz  
Źródeł

**Paweł  
Spirydowicz**  
Ewaluator





# Niska średnia prędkość tramwajów w Warszawie

Tramwaje często zatrzymując się na przystankach nie mogą z nich odjechać od razu po wejściu pasażerów, bo właśnie wtedy sygnały świetlne zmieniają się na zakaz wjazdu...



# Wprowadzenie do problemu

## Z czym jest związany?

---

- Długie postoje na światłach
- Awaryjne zatrzymania przez wymuszenia pierwszeństwa opóźniające czas przejazdu tramwaju
- Narastające opóźnienia w trasie

Prędkość maksymalna tramwaju – 70km/h

Prędkość średnia w Warszawie – ok. 15km/h





# Główne przyczyny problemu

---

- Konflikt dużej ilości pojazdów na skrzyżowaniach
- Infrastruktura łącząca ruch pojazdów kołowych z tramwajami, co skutkuje obecnością wielu faz ruchu drogowego
- Czynniki ludzkie – nieuwaga (w tym wymuszenia pierwszeństwa)

# Skutki problemu

---

- Opóźnienia w codziennych podróżach
- Zanieczyszczenia powietrza, m.in. wybór auta zamiast komunikacji miejskiej w związku z niedogodnościami
- Wzrost liczby wypadków drogowych





# Analiza źródeł

Przedstawione wyniki wskazują, że bardzo korzystny dla płynności ruchu tramwajów oraz czasu oczekiwania przed skrzyżowaniem, jest krótki cykl sygnalizacyjny.

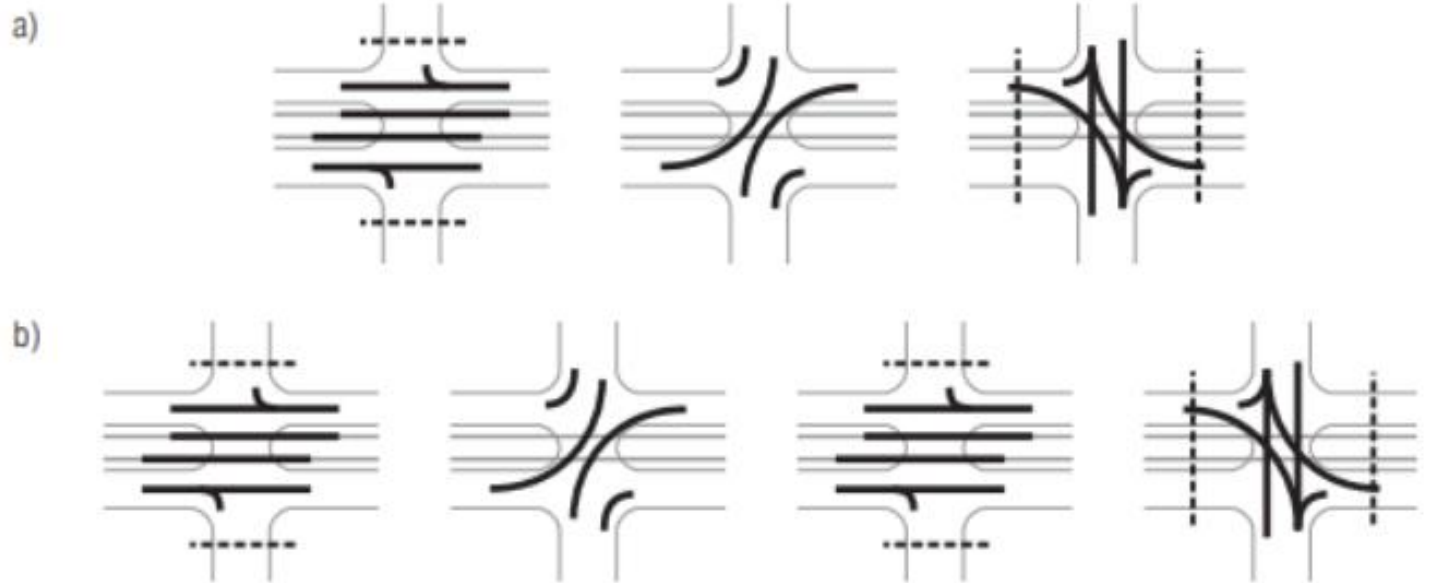
Wybrane wyniki analizy czasu oczekiwania i przejazdu przez skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną

Parametr	Cykl sygnalizacji [s]									
	50			70			90			
	udział sygnału dopuszczającego przejazd tramwaju [%]									
	30	50	70	30	50	70	30	50	70	
Średni czas oczekiwania przed skrzyżowaniem przy małym natężeniu ruchu tramwajów (10 poc./h)	[s]	11	6	2	17	9	3	22	11	4
Odchylenie standardowe czasu oczekiwania przed skrzyżowaniem przy małym natężeniu ruchu tramwajów (10 poc./h)	[s]	11	8	4	16	11	6	21	14	7
Przepustowość skrzyżowania w jednym kierunku	[poc./h]	210	280	360	160	250	350	150	230	310
Interwał międzykursowy odpowiadający przepustowości	[s]	18	13	10	23	15	11	24	16	12

# Układ faz sygnalizacji wielofazowej:

---

- a) Typowej
- b) Z rozdzieloną fazą –  
korzystniejsza dla  
tramwaju





# Szybkie tramwaje w Poznaniu

---

Poznański szybki tramwaj to odcinek bezkolizyjnej, ułożonej w przekopie oraz na estakadzie trasy tramwajowej. Rozwiązanie to pozwala na jazdę z prędkością 70 km/h.

Powstała jako alternatywa dla droższego metra.





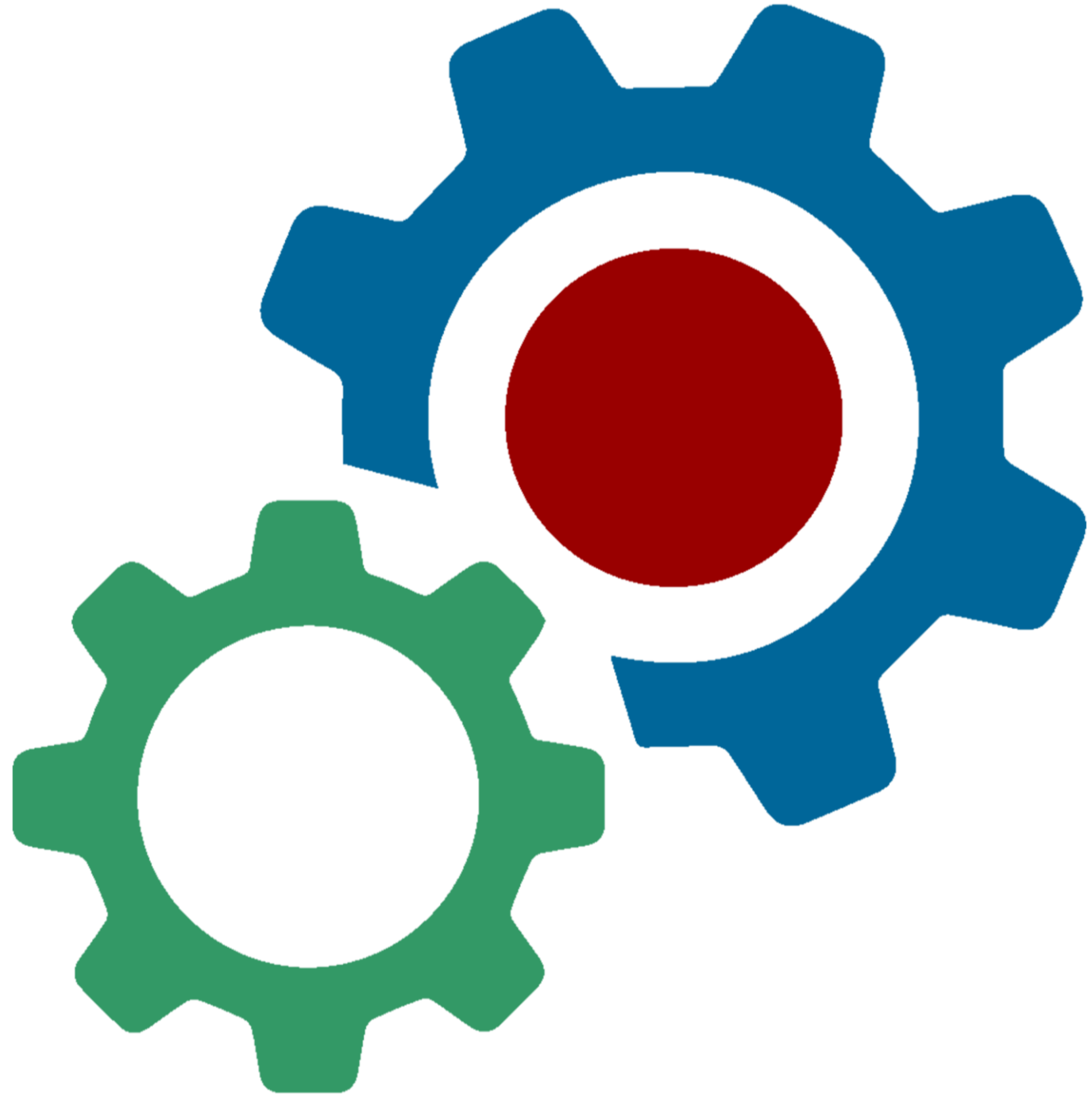
# Komunikacja tramwajowa w Krakowie

Wyświetlany sygnał w postaci litery „D” oznacza, że motorniczy zamyka w danym momencie drzwi, a następnie **bezzwłocznie** rusza z przystanku.

# Nasz cel

---

- Upłynnić ruch na skrzyżowaniach
- Zautomatyzować stare odcinki
- Rozbudować system sygnalizacji





# Persony



**Sebastian**  
30 lat  
Obywatel m. st. Warszawa

Sebastian codziennie wstaje dwie godziny przed pracą, gdyż jest zestresowany, że straci bonus za punktualność.

#### Dane:

- mieszka na Białołęce, dojeżdża na Śródmieście tramwajem nr 17.
- Buduje doświadczenie w rozwijającej się firmie IT
- Spłaca kredyt

#### Problemy:

- Stres związany z niepewnością wywołaną przez funkcjonowanie ZTM

All rights reserved



**Pamela**  
20 lat  
Studentka w Warszawie

Studiuje medycynę na WUW. Przeprowadziła się na studia i przeżyła zawód związany ze skutecznością komunikacji miejskiej.

#### Dane:

- Codziennie dojeżdża z Annapola na uniwersytet tramwajem numer 4.
- Jest eko-świadoma, zatem zależy jej na używaniu komunikacji miejskiej.

#### Problemy:

- Zmęczona studiami medycznymi i długimi dojazdami, nie znajduje czasu na naukę.

All rights reserved



**Bogusia**  
70 lat  
Emerytka

Bogusia ma problemy zdrowotne. Przez swój wiek jest zmuszona korzystać z komunikacji miejskiej.

#### Dane:

- Jej mąż zmarł cztery lata temu. Bogusia często odwiedza jego grób.
- Regularnie musi dojeżdżać do lekarza.
- Nie posiada samochodu, nie ma krewnych w mieście.

#### Problemy:

- Zmęczona wydłużającymi się podróżami tramwajem.

All rights reserved

# Nasze pierwsze pomysły

Automatyczne dobieranie trasy do przystanku

Separacja torów od jezdni

Wykorzystanie sztucznej inteligencji do usprawnienia ruchu

Latające tramwaje

Zmiany tras tramwajów

Synchronizacja świateł z rozkładami jazdy tramwajów

Szlabany blokujące przejazd samochodom

# Ogólna koncepcja rozwiązania

1

Czujnik umieszczony  
w szynie, po której  
porusza się tramwaj

2A

Nie ma tramwaju =  
faza dla niego  
zostaje pominięta

2B

Obecność tramwaju  
= faza dla niego  
odbywa się



# Jak chcemy to osiągnąć?



---

## Funkcjonalności krytyczne

Wykrywanie tramwaju

Sterowanie światłami

Zwiększenie częstotliwości fazy tramwaju

## Funkcjonalności dodatkowe

Rogatki

Sygnał dla kierowców

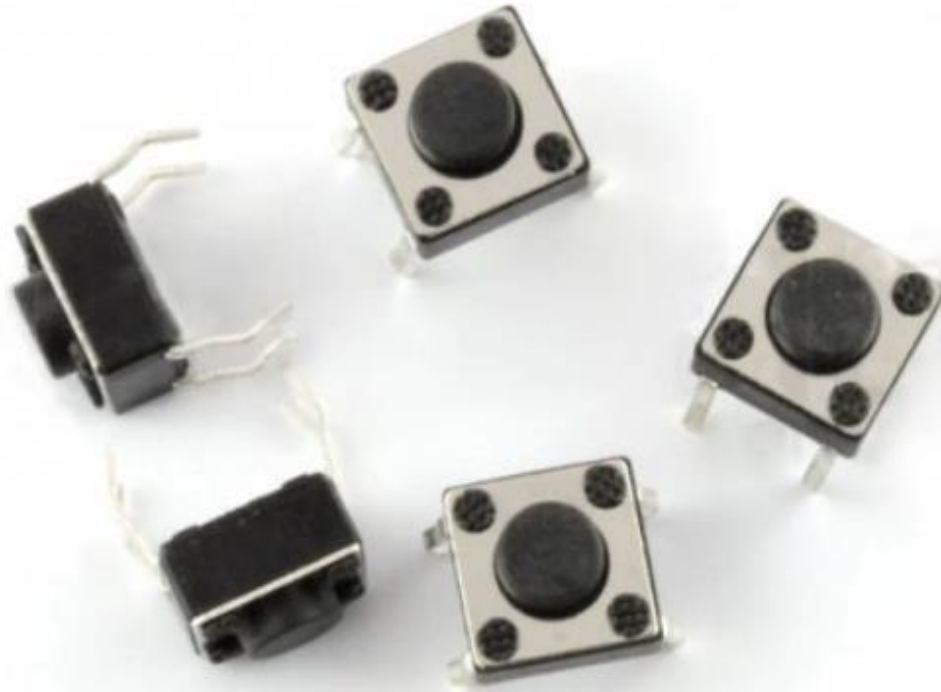
# Wykrywanie tramwaju

---

Wykorzystamy przycisk Tact Switch podłączony pod ESP32.

Umieszczony w szynach zmniejsza ryzyko wykrycia obiektu innego niż tramwaj.

W rzeczywistym systemie można wykorzystać, m.in.. czujnik niezajętości toru, detektor indukcyjny czy podczerwony.



# Sygnalizacja światlna

---

- Algorytm zarządzający fazami ruchu, związany z danymi pozyskiwanymi przy pomocy systemu wykrywania pojazdu szynowego

Naszym celem jest minimalizacja czasu postoju tramwaju przy jednoczesnej maksymalizacji przepustowości ruchu na skrzyżowaniu.







# Rogatki

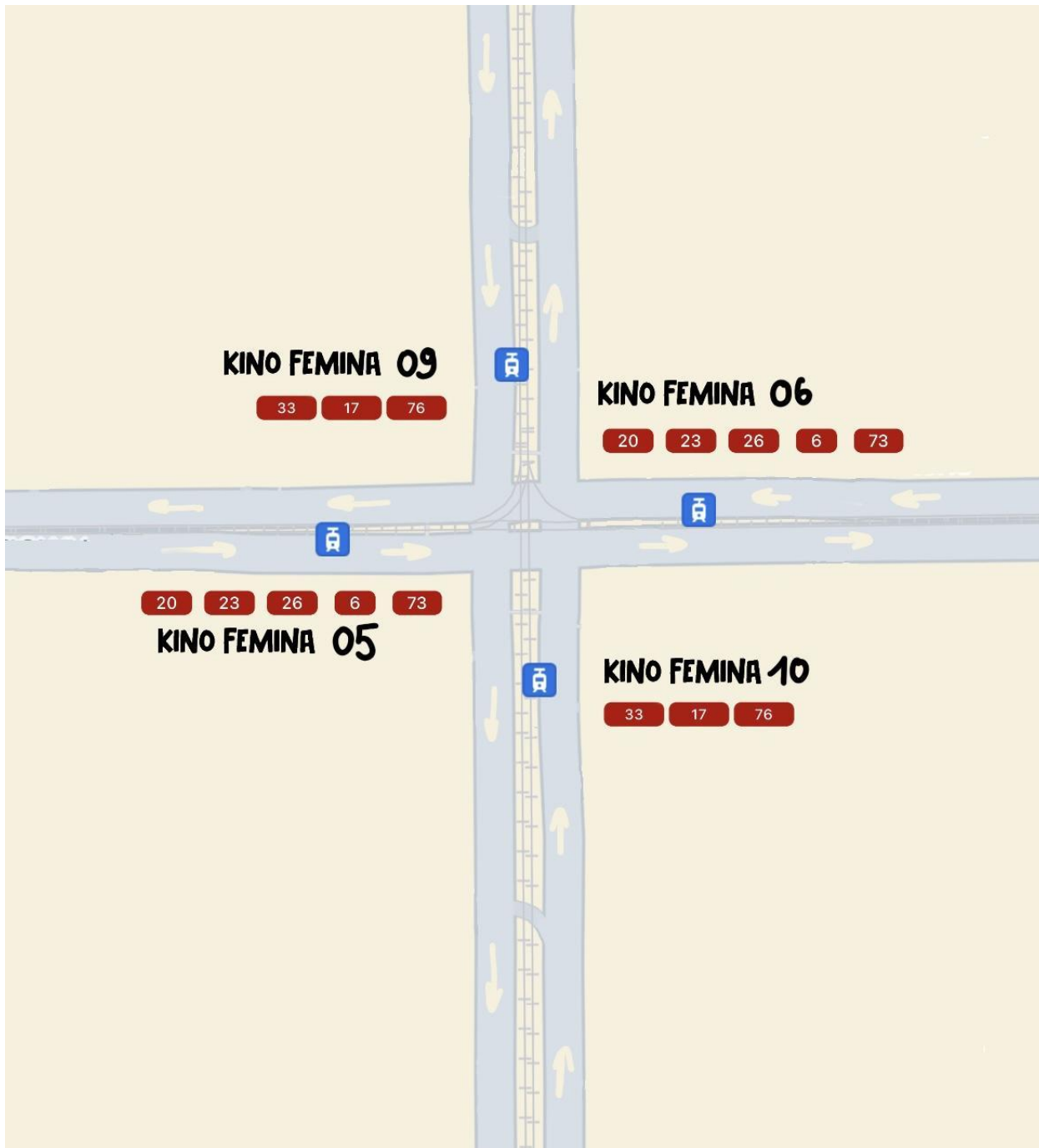
Funkcjonalność dodatkowa

- ✓ Zabezpiecza przejazd tramwaju przed wtargnięciami
- ✓ Zmniejszenie liczby wypadków
- x Nie jest to uniwersalne rozwiązanie

# Model projektu

---

Skrzyżowanie alei “Solidarności”  
i Jana Pawła II.



- 4 przystanki
- 8 linii
- tory zostaną przedstawione ich zabawkowym odpowiednikiem.

# Dalsze plany

Połączenie czujnika z ESP32

Napisanie programu obsługującego światła

Montaż czujnika w torach



# Potencjalne ryzyka i problemy naszego projektu

- Napisanie programu sterującego światłami
  - Zainstalowanie czujnika w torach
  - Uproszczenie skrzyżowanie w ramach przygotowania makiety
  - Model tramwaju nie automatyczny
- 
- Potrzeba wysokich nakładów siły roboczej w celu modernizacji dotychczasowych skrzyżowań
  - Ryzyko utrudnienia ruchu samochodowego i pieszego w ramach usprawnienia tramwajów
  - Ryzyko nieopłacalności rozwoju tramwajów w porównaniu z rozwojem metra

Dziękujemy za  
uwagę!

