



**Wydział  
Transportu**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



**Wydział  
Elektryczny**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

# Oświetlenie infrastruktury transportu miejskiego na przykładzie wybranych pętli autobusowych i tramwajowych w Warszawie

[Marcin Chrzanowicz](#)

Wydział Elektryczny Politechnika Warszawska

**Piotr Tomczuk**

Wydział Transportu Politechnika Warszawska

**Marek Nosek**

Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

**Krzysztof Ostrowski**

Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

**KONGRES  
BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2024**

Kraków, 13-15 marca 2024 r.

[www.konferencjespecjalistyczne.pl](http://www.konferencjespecjalistyczne.pl)

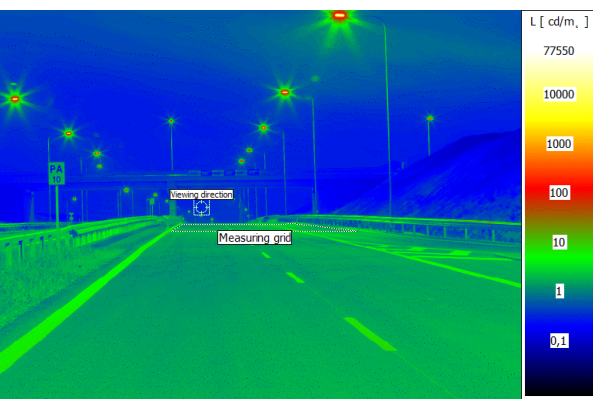
# Wstęp, uzasadnienie podjęcia działań

Cel nadrzędny:

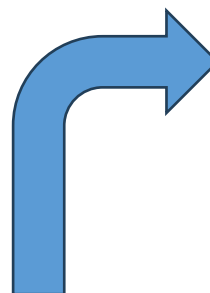
**poprawa BRD** (*audyt 15 pętli, wyniki dla 5*)

Szczególna uwaga:

**niechronieni uczestnicy ruchu drogowego**



Ulice



**Pętle „A” i „T” oraz przystanki komunikacji miejskiej**



**Oświetlenie infrastruktury miejskiej (pomiar oświetleniowe)**

Przejścia dla pieszych oraz przejazdy dla rowerów



# Wymagania funkcjonalne stawiane oświetleniu na pętlach

**Oświetlenie** na pętlach autobusowych i tramwajowych odgrywa ważną rolę w zapewnieniu **bezpieczeństwa** oraz **komfortu** pasażerów i pracowników.

Wymagania funkcjonalne:

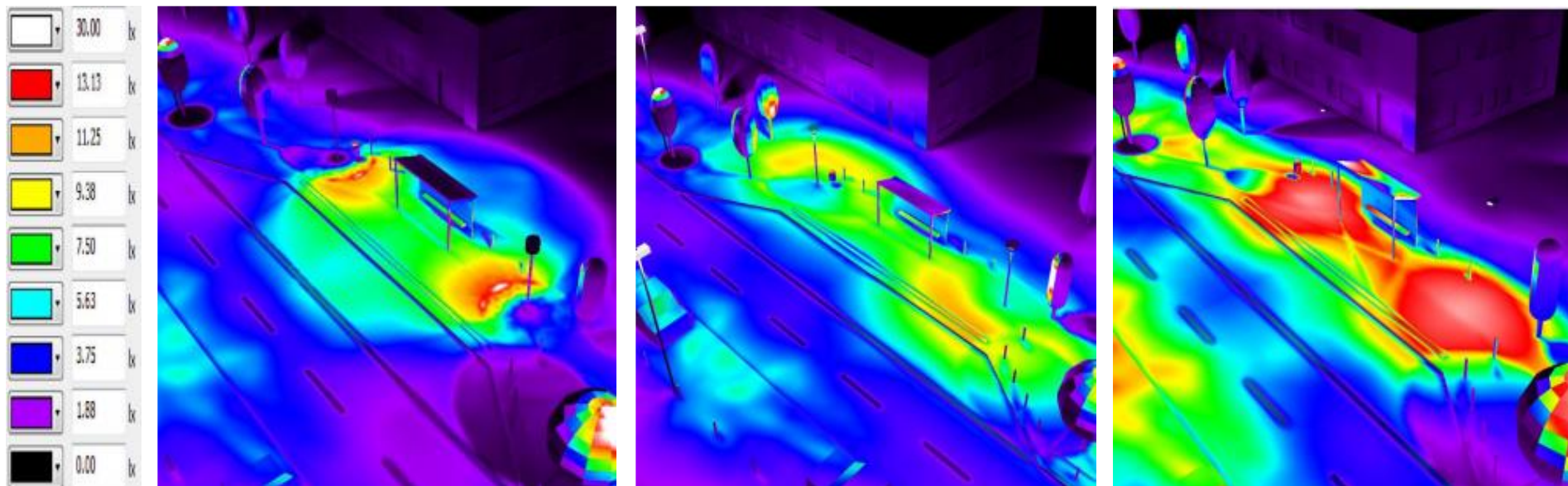
- Zapewnienie widoczności** w porze ciemnej - wypadki
- Wzrost poziomu bezpieczeństwa osobistego – rozboje
- Oświetlenie tablic informacyjnych – *rozkłady jazdy*, nawigacja terenowa
- Oszczędność energii elektrycznej – nowoczesne rozwiązania LED
- Wsparcie systemów monitoringu
- Ogólne tworzenie klimatu i przyjaznej atmosfery



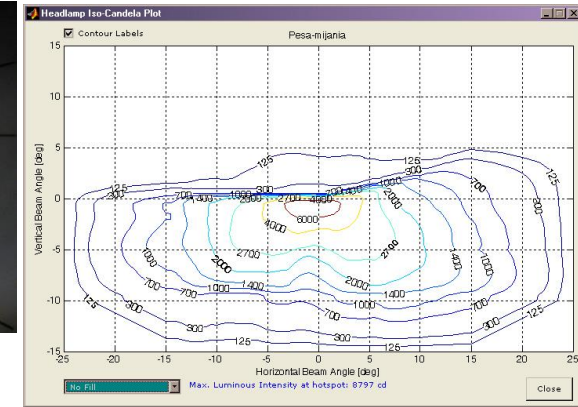
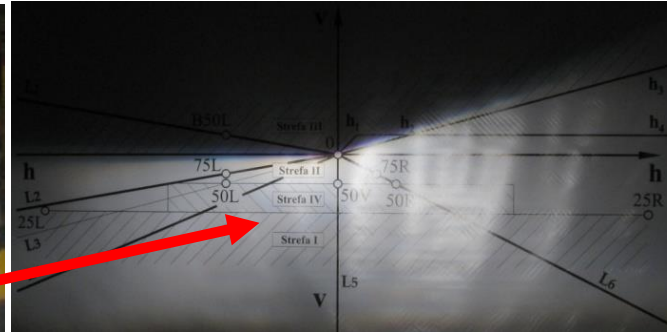
# Różne sposoby oświetlenia przystanków

- **Projekt** – wszystko się zaczyna od koncepcji i projektu
- **Optymalizacja** pod kątem: wymagań, energochłonności, kosztów

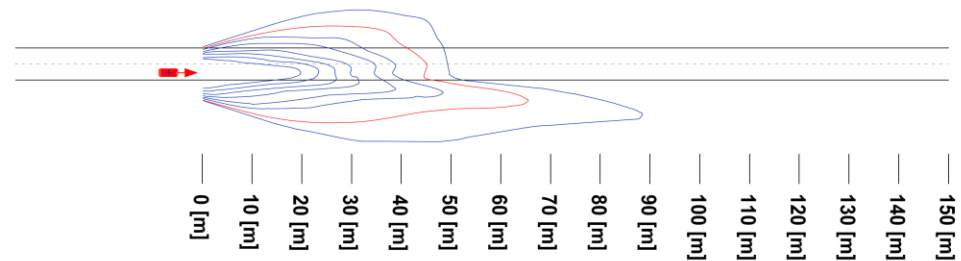
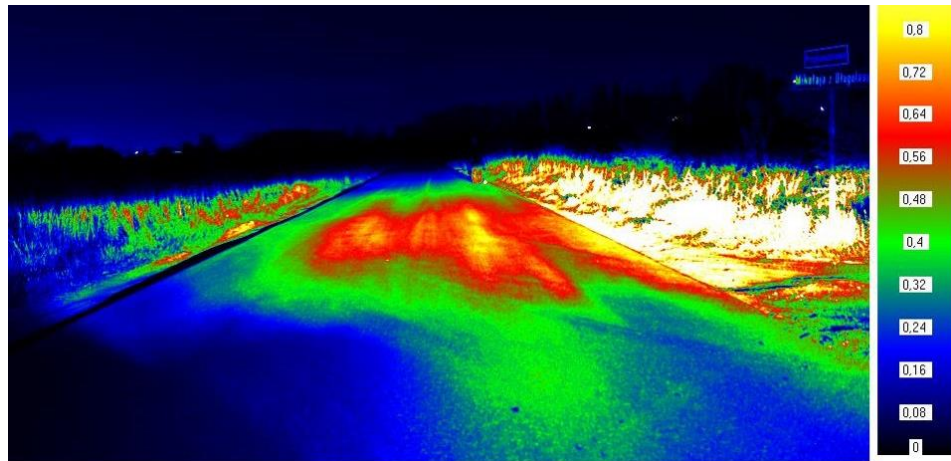
Samo zastosowanie **opraw o różnym rozsyśle światła** i innych parametrach zmienia efekt oświetleniowy – a to tylko jeden z czynników



# Czy światła pojazdów komunikacji miejskiej nie wystarczą?



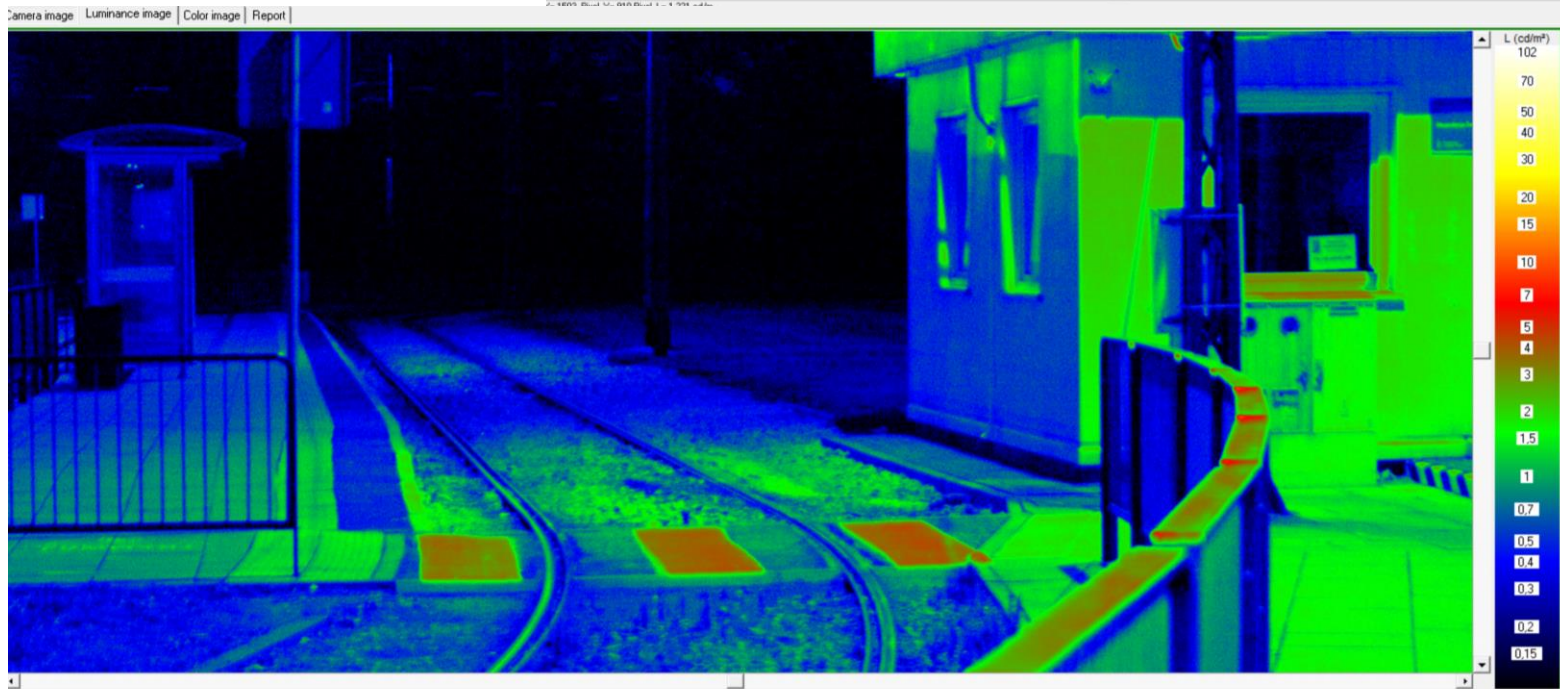
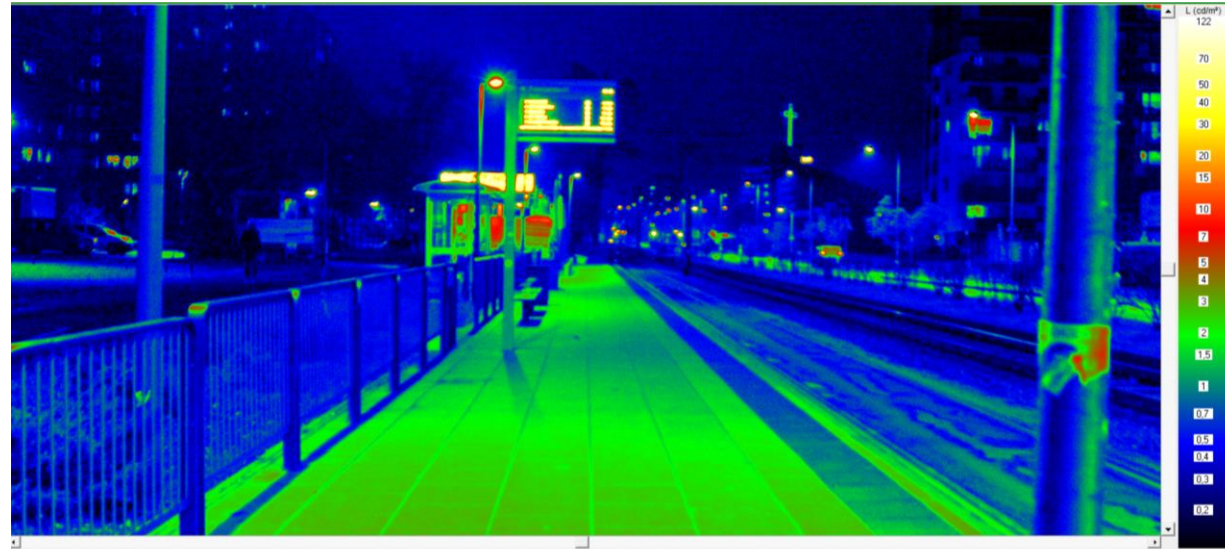
- Rozsył w wąskim kącie bryłowym
- **Ograniczony zasięg** – olśnienie
- Piesi nie mają świateł



# Procedura pomiaru oświetlenia – kryteria oceny

Kryteria oparte o:

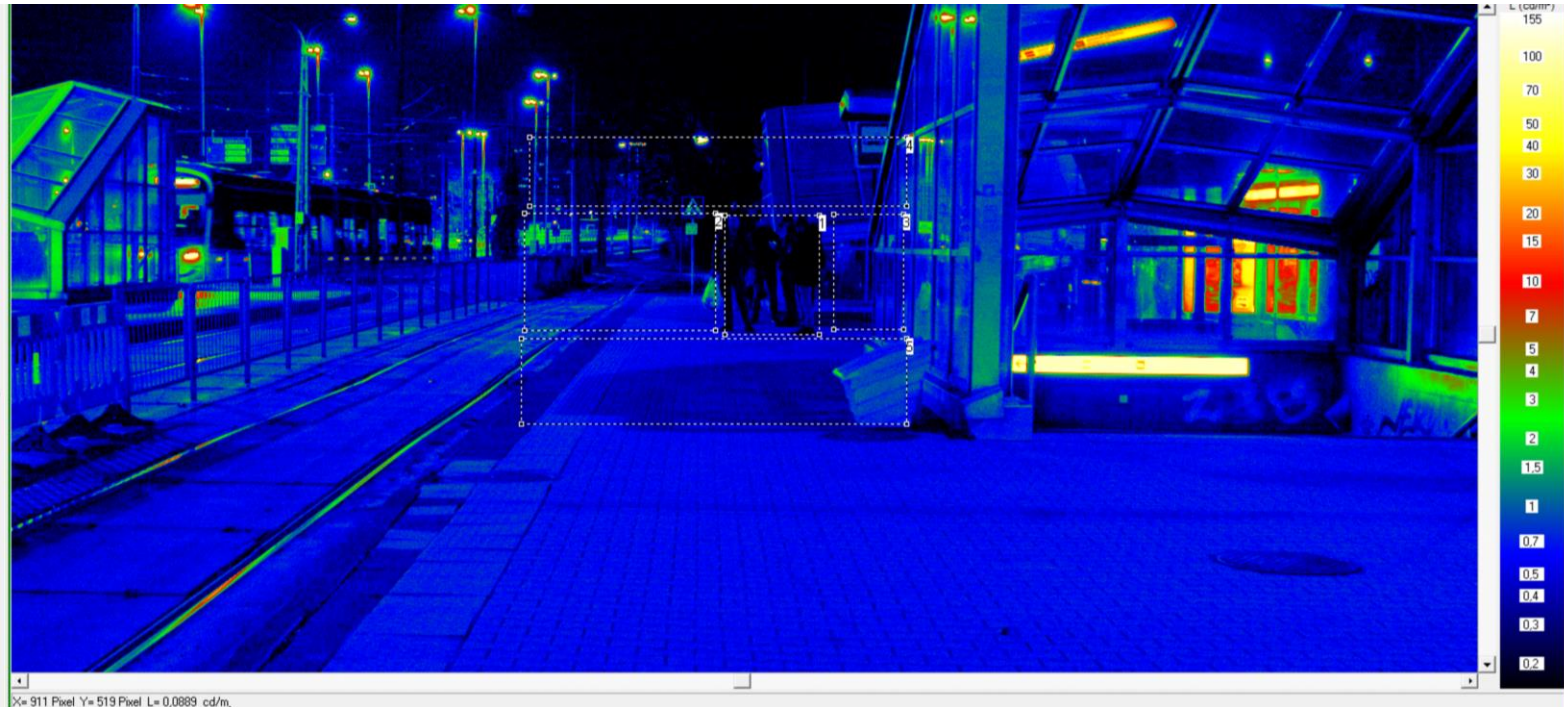
- Luminancje ?
- Kontrast luminancji?
- Natężenie oświetlenia?



# Procedura pomiaru oświetlenia – kryteria oceny

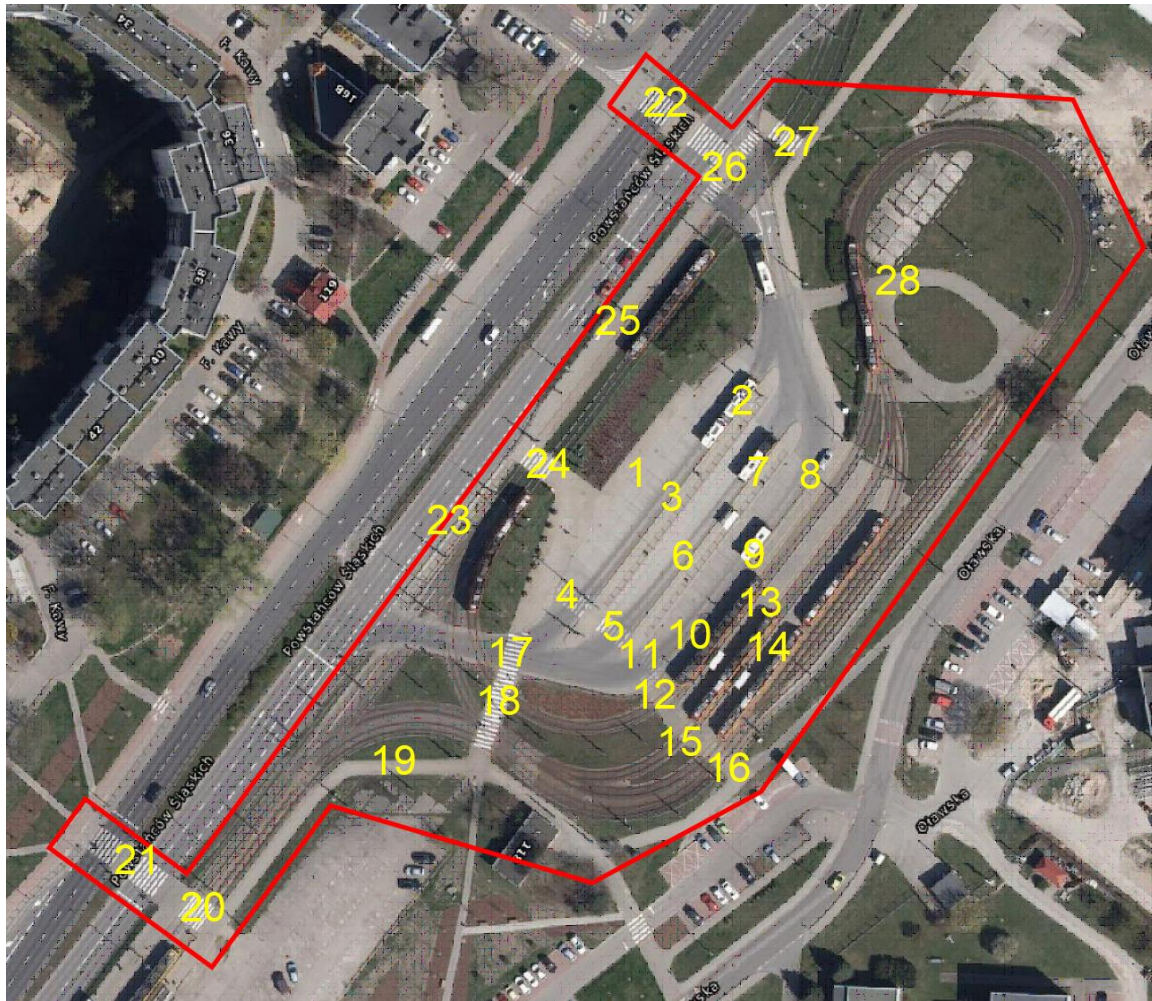
Kryteria oparte o:

- Luminancje ?
- Kontrast luminancji?
- Natężenie oświetlenia?

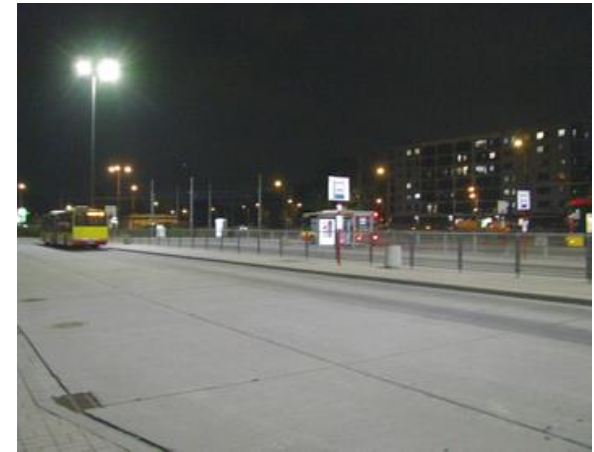


# Podział pętli na strefy

- Pętle jako obszar infrastruktury transportowej są rozległe i składają się z miejsc o różnym **przeznaczeniu funkcjonalnym**
- Należy dokonać **podziału i zdefiniować kryteria** oceny dla każdego z nich



*Pętla „A” i „T” Bemowo*





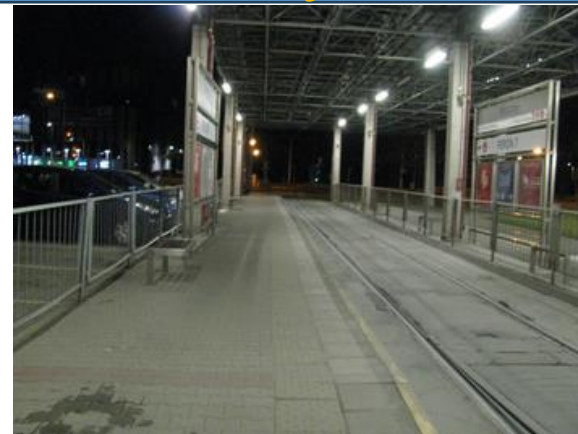
# Podział pętli na strefy

Obszary w rejonie pętli oraz w bezpośrednim otoczeniu - ważne

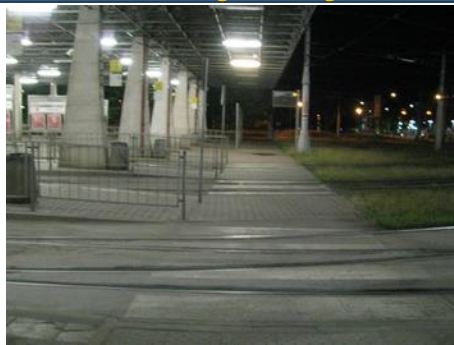
Przejścia\* między peronami autobusowymi



Perony\*\* autobusowe / tramwajowe

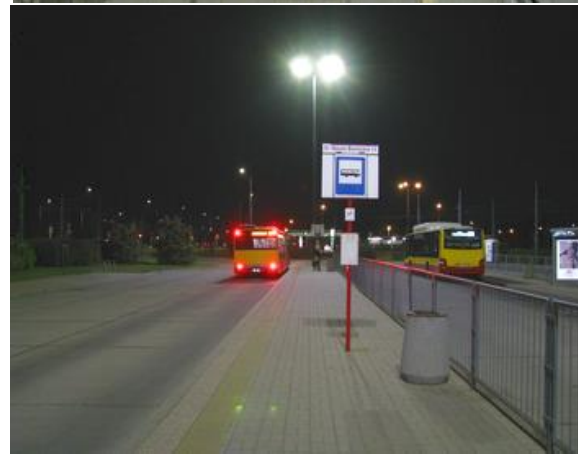


Przejścia\* między peronami tramwajowymi



\* przejścia dla pieszych lub urządzenia alternatywne

\*\* odkryte / zadaszone



# Podział pętli na strefy

## Obszary w rejonie pętli oraz w bezpośrednim otoczeniu

❑ **Dojścia do pętli** (przejścia, urządzenia alternatywne) **prowadzące bezpośrednio na pętle tramwajowe / autobusowe**

❑ *Ciągi komunikacyjne pieszych*

❑ *Obszary w otoczeniu infrastruktury technicznej na pętlach*

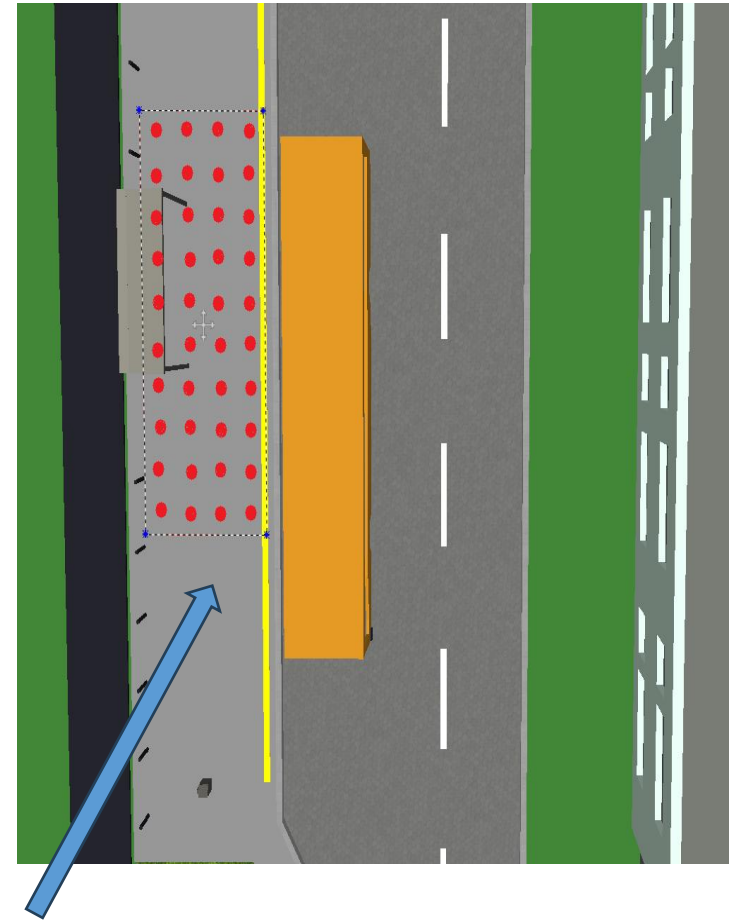
❑ *Przejścia podziemne*

❑ *Wjazdy i wyjazdy z pętli*



# Procedura pomiaru oświetlenia

- ❑ Wyodrębnione obszary należy **zlokalizować na mapach** i odpowiednio oznaczyć
- ❑ Należy wykonać **dokumentację fotograficzną** (minimum 2 zdjęcia) dla każdego badanego obszaru
- ❑ Należy syntetycznie **opisać system oświetleniowy** wpływający na dany obszar oraz podać odległości słupów od środka geometrycznego obszaru (źródło światła, system oświetleniowy)
- ❑ Dla każdego wyodrębnionego obszaru należy **wykonać pomiary rozkładu natężenia oświetlenia** (luksomierzem) w minimum 10 punktach.



# Procedura pomiaru oświetlenia – kryteria oceny

*Wyniki należy opracować w oparciu o kryteria:*

| wymagań norm oświetleniowych                                      | wytycznych Ministerstwa Infrastruktury  |
|---|---|
| ➤ <b>PN-EN 12464-2-2014</b> Oświetlenie miejsc pracy na zewnątrz” | ➤ <b>WR-D-72-1</b> Wytyczne projektowania urządzeń do oświetlenia dróg zamiejskich i ulic. Część 1: Wymagania podstawowe i szczegółowe, (w zakresie rozwiązań podstawowych dotyczących wszystkich części drogi i urządzeń alternatywnych do przekraczania jezdni)   |
| ➤ <b>PN-EN 13201:2016</b> „oświetlenie drogowe”                   | ➤ <b>WR-D-72-2</b> Wytyczne projektowania urządzeń do oświetlenia dróg zamiejskich i ulic. Część 2: Katalog typowych rozwiązań.<br><br>➤ <b>WR-D-41-4</b> Wytyczne projektowania infrastruktury dla pieszych. Część 4: Projektowanie oświetlenia przejść dla pieszych (procedura kontrolna dla przejść dla pieszych). |

# Procedura pomiaru oświetlenia – kryteria oceny

## Wymagania oświetleniowe:

| Poziom w klasie C | Poziome natężenie oświetlenia |                    |
|-------------------|-------------------------------|--------------------|
|                   | E <sub>śr</sub> [lx]          | U <sub>o</sub> [-] |
|                   | (utrzymywane minimum)         | (minimum)          |
| C0                | 50                            | 0,4                |
| C1                | 30                            |                    |
| <b>C2</b>         | <b>20</b>                     |                    |
| C3                | 15                            |                    |
| C4                | 10                            |                    |
| C5                | 7,5                           |                    |

## PN-EN 12464-2:2014 Oświetlenie miejsc pracy na zewnątrz”

| Część drogi   | E <sub>śr</sub> [lx] | U <sub>o</sub> |
|---|----------------------|----------------|
| Peron otwarty z bardzo małą liczbą pasażerów  | 5                    | 0,2            |
| Peron otwarty z małą liczbą pasażerów   | 10                   | 0,25           |
| <b>Peron otwarty ze średnią liczbą pasażerów</b>                                      | <b>20</b>            | <b>0,3</b>     |
| Peron otwarty z dużą liczbą pasażerów   | 50                   | 0,4            |
| Peron zadaszony z małą liczbą pasażerów   | 50                   | 0,4            |
| Peron zadaszony z dużą liczbą pasażerów   | 100                  | 0,5            |
| <b>Droga dla pieszych, droga dla pieszych i rowerów, otwarty wiadukt dla pieszych</b> | <b>10</b>            | <b>0,25</b>    |
| Schody otwarte  | 50                   | 0,4            |
| <b>Schody zadaszone</b>   | <b>100</b>           | <b>0,5</b>     |
| Wydzielone przejście dla pieszych przez torowisko                                     | 50                   | 0.40           |

## PN-EN 13201:2016 „oświetlenie drogowe”



Wjazd na pętlę

# Procedura pomiaru oświetlenia - raport

## Raport z pomiarów dla każdej z pętli:

- **Mapy** z zaznaczonymi obszarami reprezentatywnymi.
- **Audytorzy, data i godzina pomiarów.**
- **Tabelaryczne zestawienie pomiarów dla każdego pola pomiarowego:**
  - odniesienie poziomu do wymagania normatywnego / branżowego
  - potwierdzeniem spełnienia wymagań.
- **Opis sytuacji oświetleniowej.**
- Dokumentacja **fotograficzna.**
- **Uwagi i zalecenia pokontrolne**
- **Zestawienie łączne** dla wszystkich pól pomiarowych ze wskazaniem obszarów niespełniających wymagań oświetleniowych.

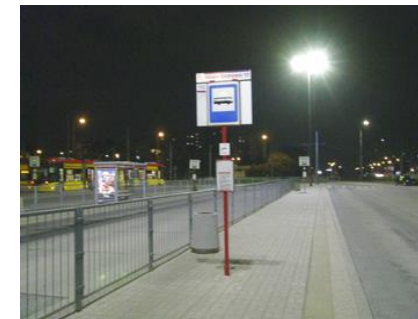
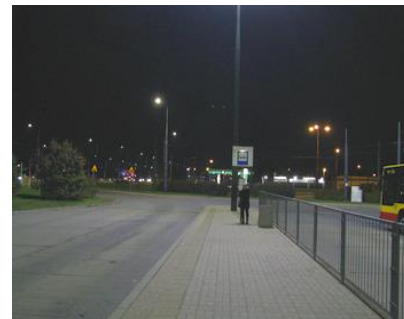
Numer obszaru: 2

Nazwa obszaru: Przystanek autobusowy Nowe Bemowo 10

Wyniki pomiarów poziomego natężenia oświetlenia:

| Nr. Pom.   | 1                | 2                | 3              | 4    | 5    | 6                     | 7                        | 8                  | 9    | 10   |
|--|------------------|------------------|----------------|------|------|-----------------------|--------------------------|--------------------|------|------|
| E [lx]   | 41,4             | 40,8             | 42,1           | 41,7 | 38,1 | 34,5                  | 29,2                     | 25,8               | 24,6 | 23,7 |
| Obliczenia parametrów poziomego natężenia oświetlenia: |                  |                  |                |      |      |                       | Spełnienie wymagań normy |                    |      |      |
| E <sub>sr</sub>  | E <sub>min</sub> | E <sub>max</sub> | U <sub>o</sub> |      |      | Norma E <sub>sr</sub> | Norma U <sub>o</sub>     | Spełnienie wymagań |      |      |
| [lx]   | [lx]             | [lx]             | [-]            |      |      | [lx]                  | [-]                      | <b>TAK</b>         |      |      |
| 34,19  | 23,70            | 42,10            | 0,69           |      |      | 20                    | 0,3                      |                    |      |      |

Zdjęcia obszaru:



**Uwagi:** Oświetlenie obszarowe z systemem masztowym. Poziom oświetlenia jest wystarczający. Lokalizacja masztu prawidłowa. Spełnione wymagania normy.

# Wyniki dla wybranej pętli

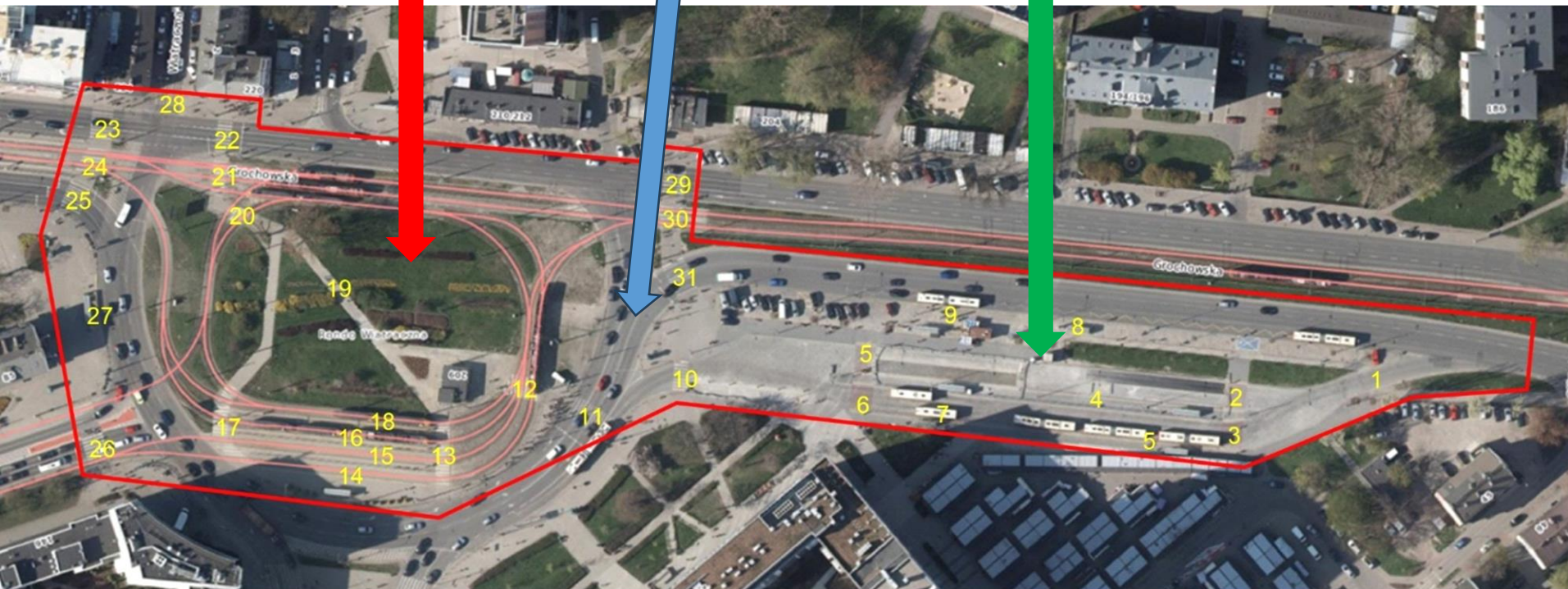
## Raport z pomiarów dla pętli wiatraczna:

- Pętla składa się z dwóch obszarów (rozdzielonych ulicą):

obszar pętli **tramwajowej**

ulica

obszar pętli **autobusowej**



# Wyniki dla wybranej pętli

## pętla **tramwajowa**

- **oświetlenie LED** głównie z ciągów ulicznych – **oświetlone pośrednie**
- Ogólnie *wiele pól nie spełnia wymagań*
- Przystanki zlokalizowane przy drogach lepiej oświetlone, te w głębi pętli niewłaściwie
- Teren wewnątrz oświetlony na niskim poziomie – oprawy parkowe



## pętla **autobusowa**

- **oprawy LED** na wysokich słupach (dwie, wysięgnik „T”) – **oświetlone obszarowo**
- ogólnie *oświetlenie prawidłowe* spełniające wymagania,
- duża *równomierność* rozkładu natężenia oświetlenia





# Wyniki dla wybranej pętli

## Oświetlenie przejść dla pieszych na dojeździe do pętli

- oświetlenie na różnym poziomie
- oświetlenie w tak ważnych lokalizacjach na **zbyt niskim poziomie (10 – 40 lx)**
- zalecane działania naprawcze



# Wyniki dla wybranej pętli

## Statystyka i działania naprawcze

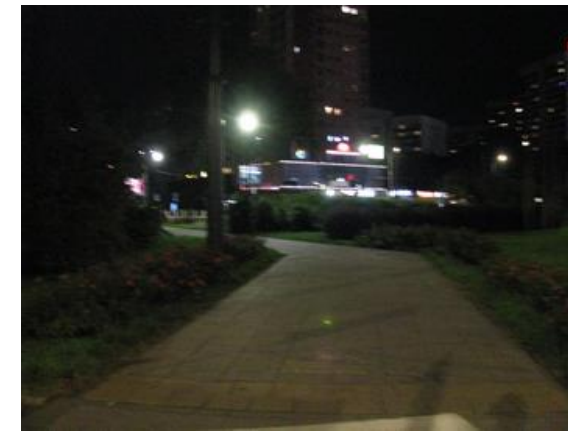
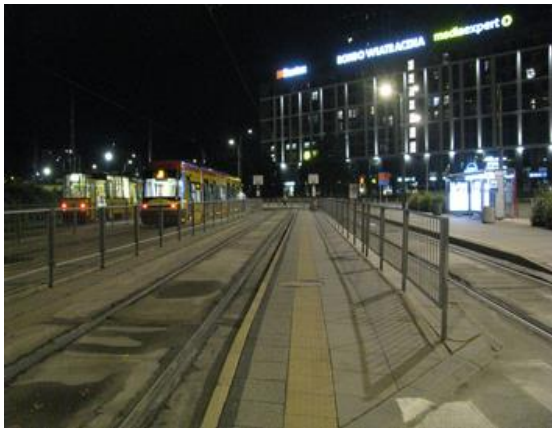
Liczba obszarów pomiarowych: 31

spełniające wymagania: 11

niepełniające wymagań: 20 (10 na samych pętlach)

Zalecenia:

- każde rozwiązanie naprawcze oparte na **projekcie**
- **wymiana** źródeł / opraw - nowoczesne **LED**
- montaż **dodatkowych opraw** na istniejących słupach - np. od trakcji elektrycznej
- montaż **dodatkowych słupów** z oprawami
- **kompleksowe** oświetlenie całego obszaru pętli - obszarowe



**Problem** – reklama bardzo jaskrawa – rozkład jazdy nie podświetlony

# Wyniki dla wybranej pętli

## Optymalizacja poziomów oświetlenia

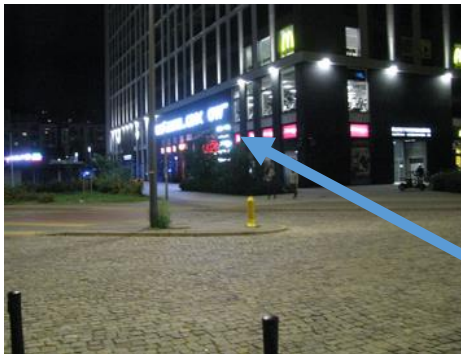
- Zdarzają się miejsca „**prześwietlone**” – dostosowanie poziomu
- Stosowanie elementów „**Smart City**” – dostosowanie poziomów do zajętości
- **Redukcja poziomu oświetlenia poza godzinami kursowania komunikacji**



Poziom oświetlenia  $E_{sr} = 48 \text{ lx}$   
przy wymaganych 20 lx



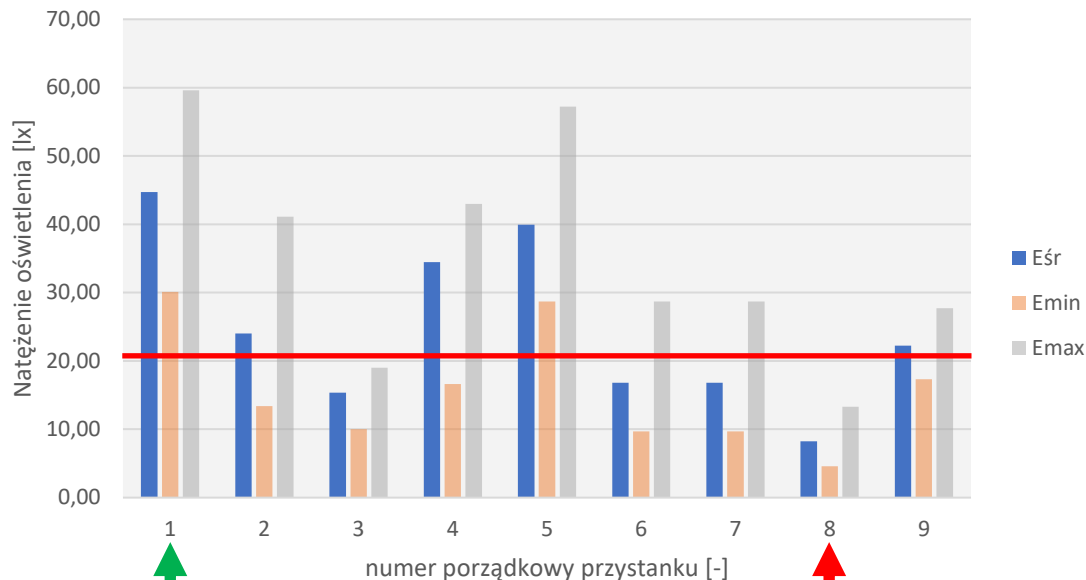
**Brak pasażerów i pojazdów** – po co tak mocno oświetlać ?



Wysoki poziom światła  
rozproszonego z okolicy (intruzyjne)

# Wyniki dla wybranej pętli „Wiatraczna”

Parametry oświetleniowe przystanków

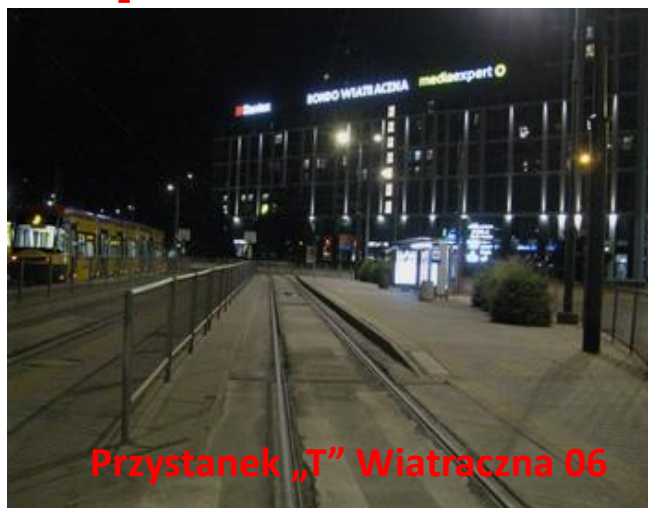


## Parametry oświetleniowe przystanków „A” i „T”

$E_{\text{sr}} = 24,73 \text{ [lx]}$

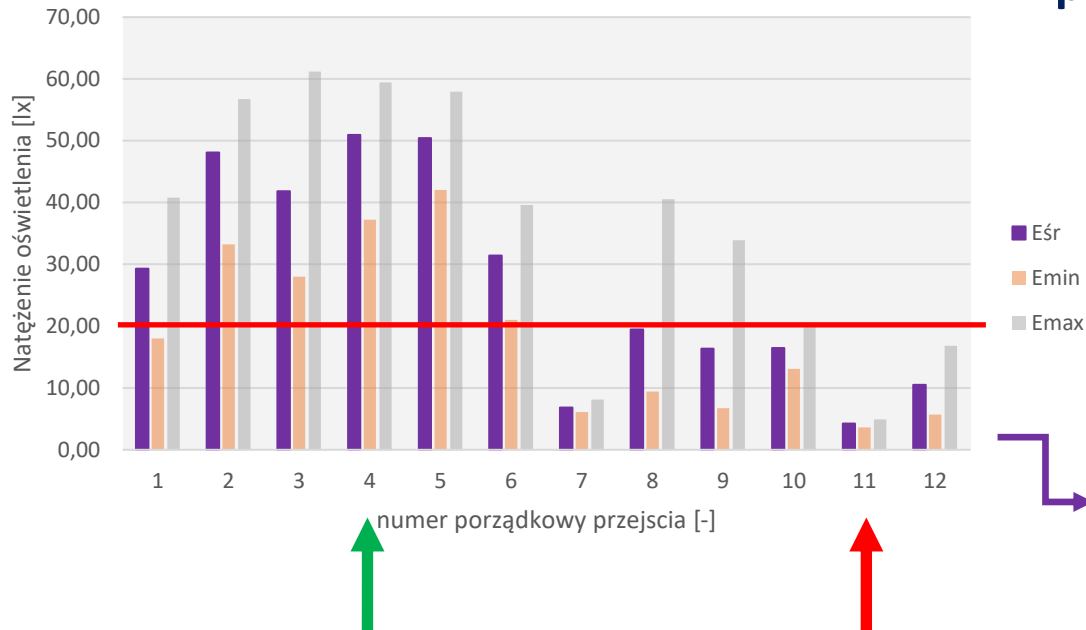
$E_{\text{min}} = 4,60 \text{ [lx]}$

$E_{\text{max}} = 59,60 \text{ [lx]}$



# Wyniki dla wybranej pętli „Wiatraczna”

Parametry oświetleniowe przejść dla pieszych i urządzeń alternatywnych w obrębie pętli



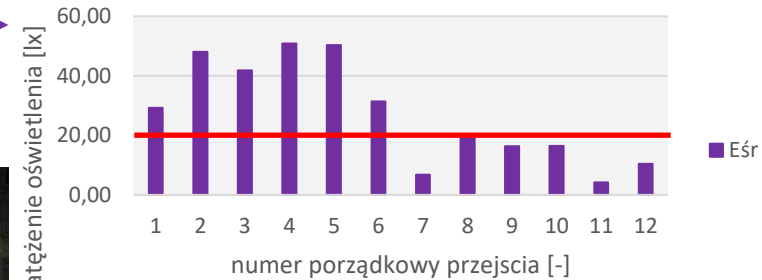
Parametry oświetleniowe przejść dla pieszych w obrębie pętli „A” i „T”

$E_{sr} = 27,14$  [lx]

$E_{min} = 3,60$  [lx]

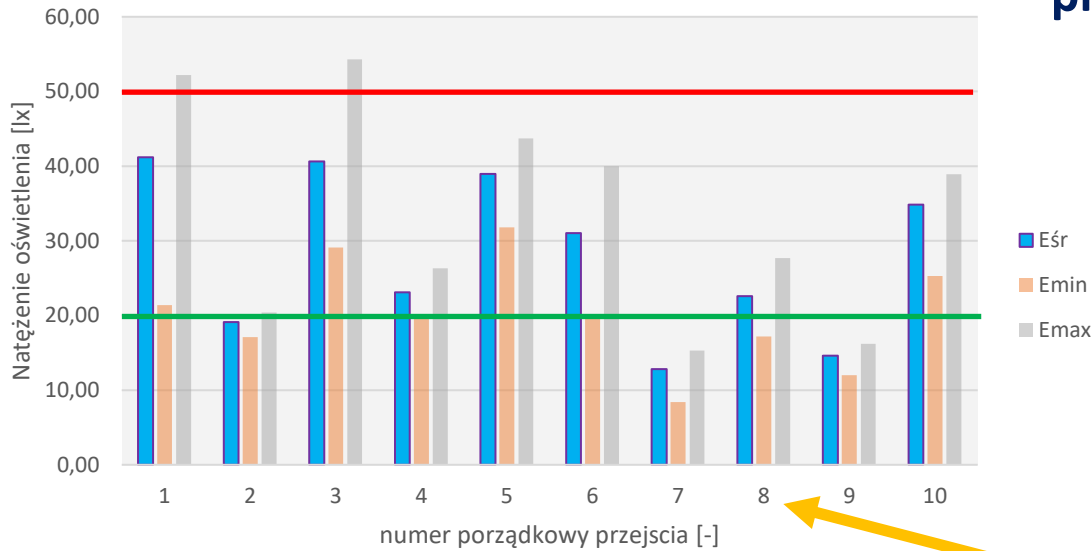
$E_{max} = 61,20$  [lx]

Parametry oświetleniowe przejść dla pieszych i urządzeń alternatywnych w obrębie pętli



# Wyniki dla wybranej pętli „Wiatraczna”

Parametry oświetleniowe przejść dla pieszych i urządzeń alternatywnych na dojściu do pętli

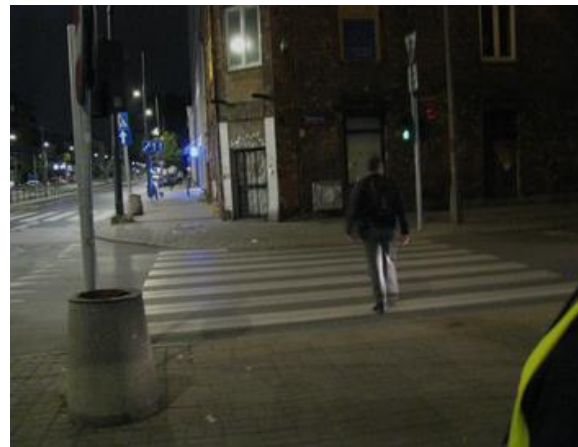


Parametry oświetleniowe przejść dla pieszych na dojściu do pętli „A” i „T”

☐  $E_{sr} = 27,89$  [lx]

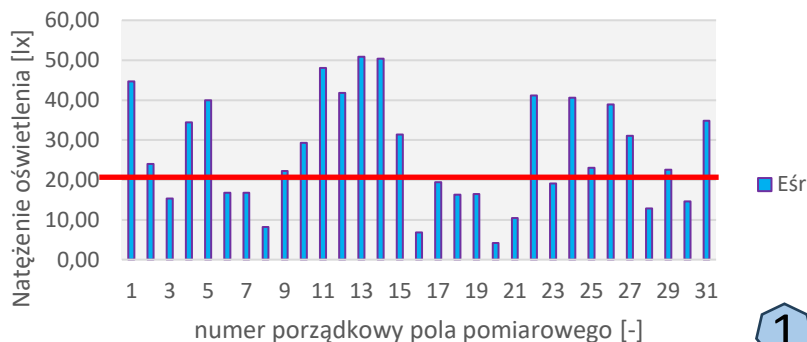
☐  $E_{min} = 8,40$  [lx]

☐  $E_{max} = 54,30$  [lx]



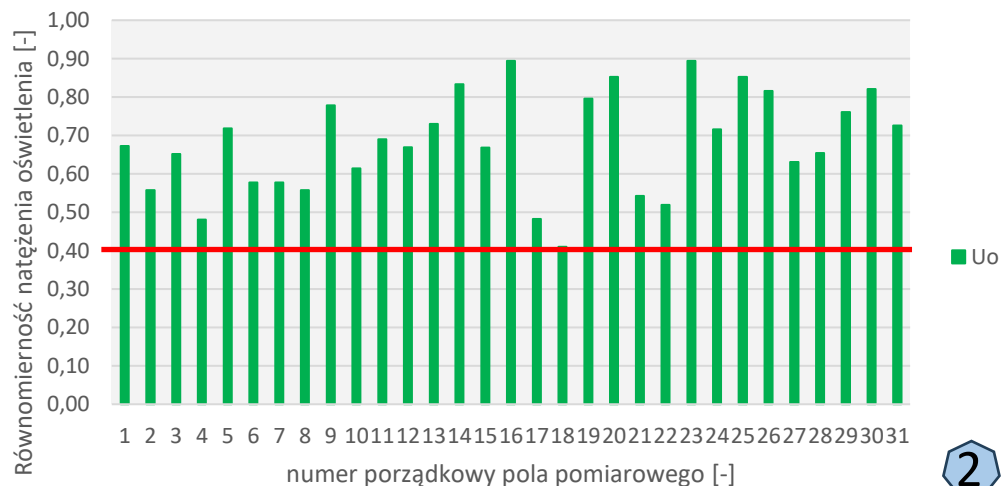
# Wyniki dla wybranej pętli „Wiatraczna”

Parametry oświetleniowe dla pól pomiarowych



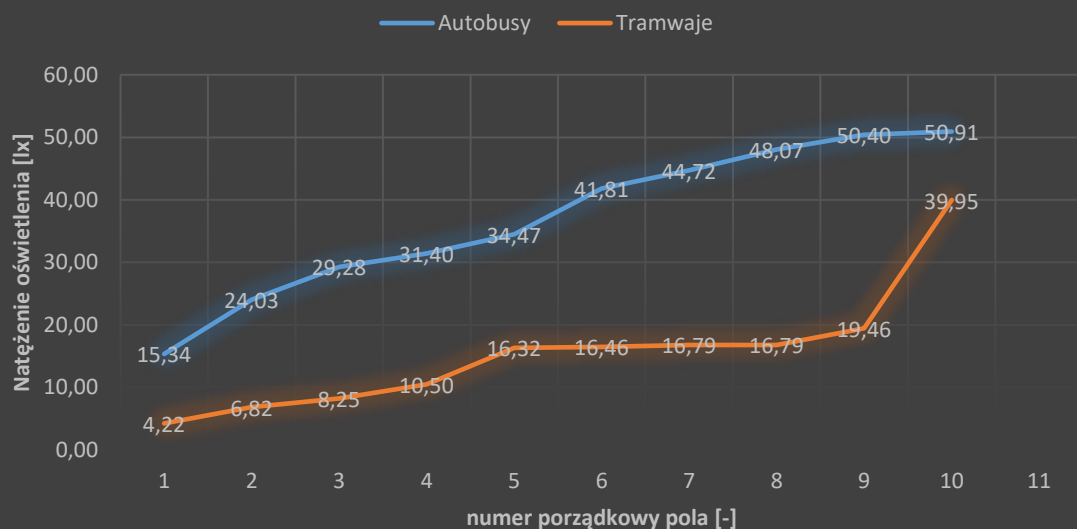
1

Równomierność rozkładu natężenia oświetleniowe dla pól pomiarowych



2

3 Parametry oświetleniowe pól pomiarowych: pętla "A" i "T"



## Wnioski:

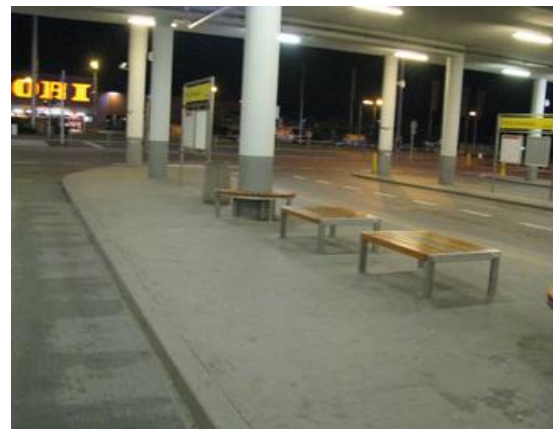
- Obszary poniżej minimum 1
- Równomierność zachowana 2
- Pętla „A” lepiej oświetlona niż „T” 3

# Wyniki dla wybranej pętli „Al. Krakowska”



## Parametry oświetleniowe:

- $E_{\text{śr}} = 53,10$  [lx] – przystanki „A” i „T”
- Spełnia wymagania – 20
- Nie spełnia wymagań – 6 (3 na pętli)



$E_{\text{śr}} = 87,38$  [lx]  
„A” - zadaszony



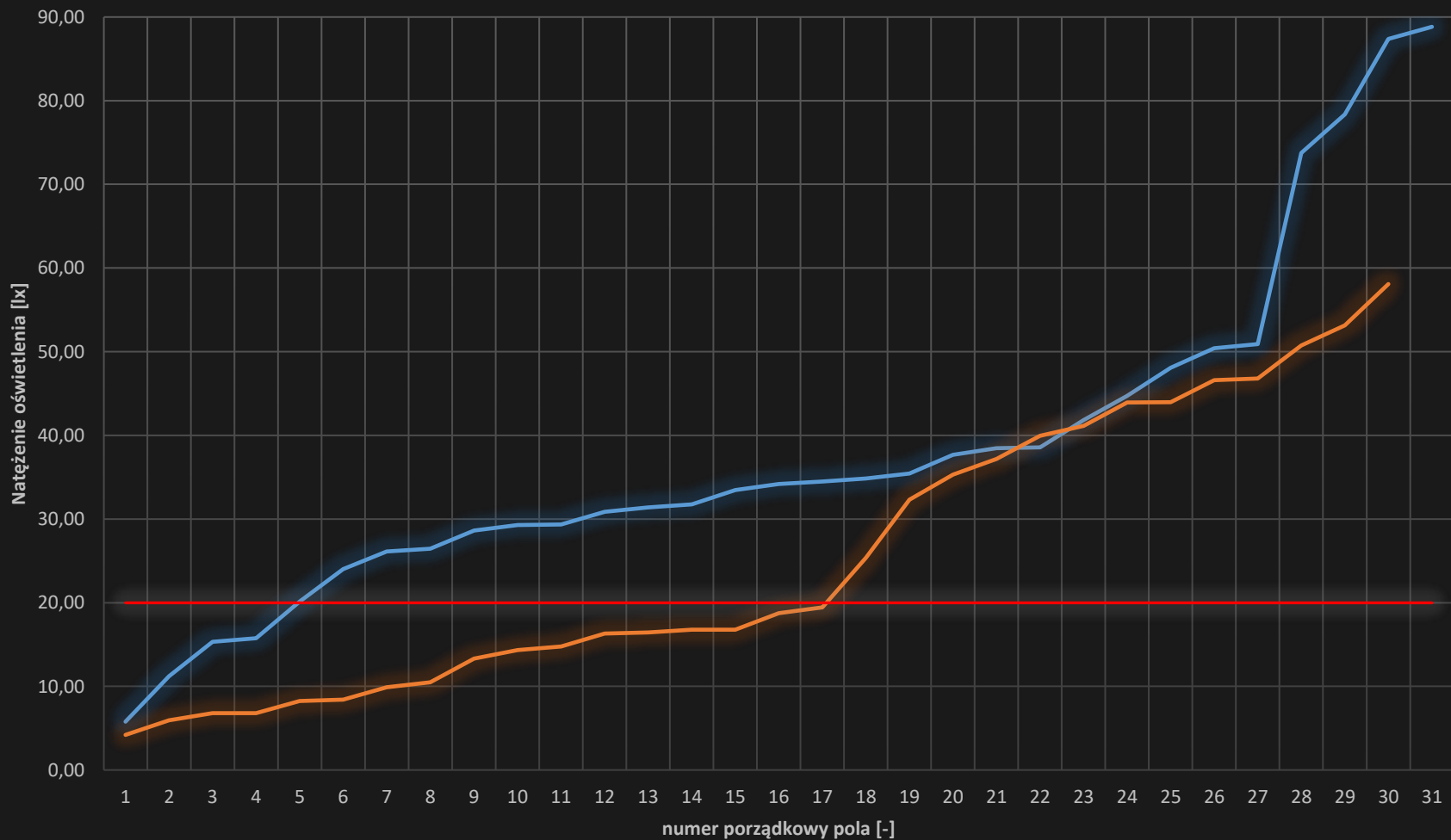
$E_{\text{śr}} = 50,76$  [lx]  
„T” - odkryty



# Wyniki dla pętli (zbiorcze): zestawienie przystanków „A” i „T”

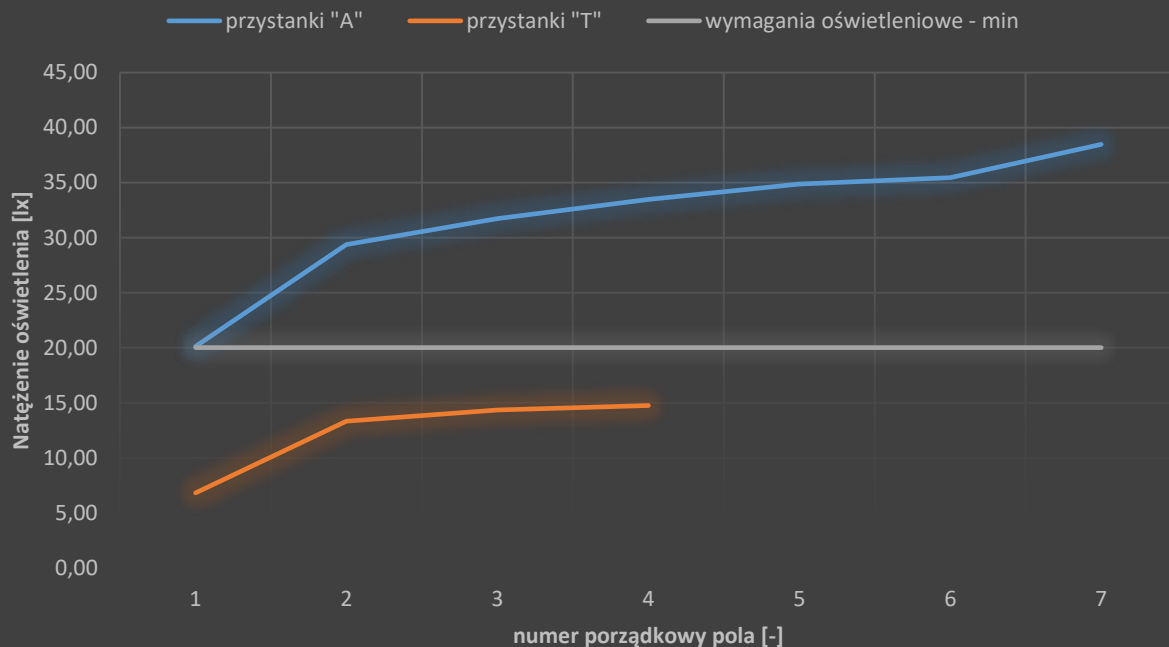
Parametry oświetleniowe pól pomiarowych (przystanki): pętla "A" i "T"

przystanki "A"    przystanki "T"    wymagany poziom - min



# Wyniki dla pętli: miejsca szczególnie niebezpieczne

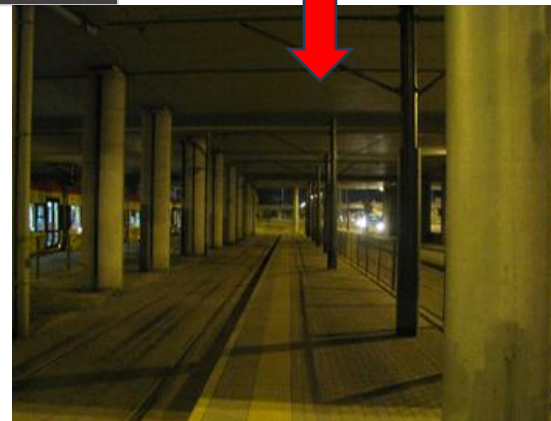
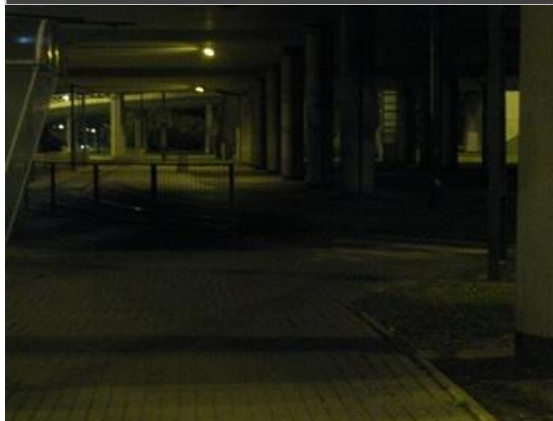
Parametry oświetleniowe pól pomiarowych (przystanki): pętla "A" i "T" Żerań



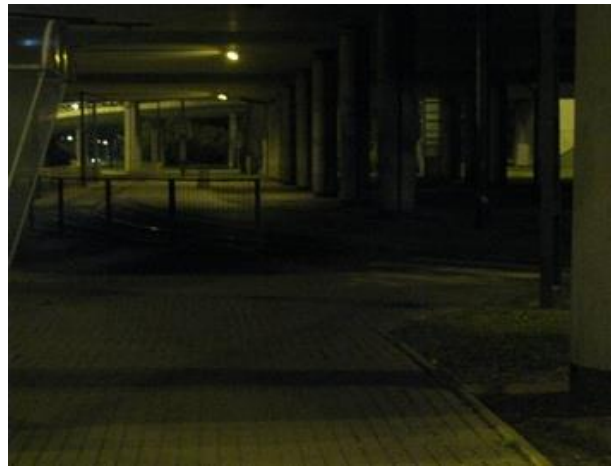
System masztowy - **sprawny**



Oprawy na stropie (pod wiaduktem) - **uszkodzone**



# Wyniki dla pętli: miejsca szczególnie niebezpieczne



$E_{\text{sr}} = 1,69 \text{ [lx]}$

„T” – przejście dla pieszych  
Żerań



$E_{\text{sr}} = 3,69 \text{ [lx]}$

„T” – obszar wewnętrzny  
Narutowicza

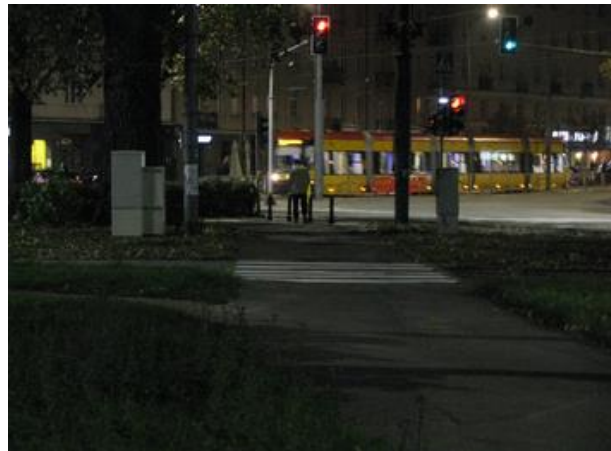
$E_{\text{sr}} = 5,96 \text{ [lx]}$

„T” – przystanek Bemowo



$E_{\text{sr}} = 7,55 \text{ [lx]}$

„T” – przejście dla pieszych  
pl. Narutowicza



Tu konieczne pilne  
działania !!!

# Podsumowanie:

## Wnioski:

- ❑ Warto **mierzyć i audytować** – aby wiedzieć
- ❑ Wiedzę należy wykorzystać do **zarządzania infrastrukturą oświetleniową**:
  - konserwacja
  - modernizacja
  - wymiana
- ❑ Należy podejmować **działania naprawcze** aby podnosić poziom bezpieczeństwa oraz komfortu niechronionych uczestników ruchu drogowego
- ❑ Pierwszym krokiem jest.....**audyt (pomiar oświetleniowy)**
- ❑ **Kontynuacja działań audytowych i naprawczych**



Dziękuję za uwagę



[marcin.chrzanowicz@pw.edu.pl](mailto:marcin.chrzanowicz@pw.edu.pl)

# KONGRES BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2024

Kraków, 13-15 marca 2024 r.

[www.konferencjespecjalistyczne.pl](http://www.konferencjespecjalistyczne.pl)