



Optymalizacja istniejących instalacji oświetleniowych w kontekście normy CEN 13201:2015

Artura Basiura

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
abasiura@agh.edu.pl



Czy instalacje powinny zostać przeprojektowane zgodnie z nowymi normami?



norma 13201 - zmiany

- Nowe klasy oświetleniowe
 - M (modyfikacja klas ME)
 - P (modyfikacja klas S)
 - C (dawniej CE)
 - SC (dawniej ES) , EV(EV)
- Uproszczono algorytm wyznaczania klas oświetleniowych
- Pojawiają się nowe parametry przy obliczaniach
 - f_{TI} (dawniej liczono TI)
 - R_{EI} (dawniej liczono SR)



norma 13201 - zmiany

- Tolerancja przy audytach
 - Tolerancja przy inwentaryzacji
(np. odległość pomiędzy słupami musi mieć dokładność do 2m)
- Efektywność
 - LED vs SODA
 - Rtęć vs LED



norma 13201

- Część 1 – wybór klasy oświetleniowej
 - Nowy algorytm liczenia klas oświetleniowych
- Część 2 – jakie warunki ma spełnić klasa oświetleniowa
 - Nowe klasy oświetleniowe M, P , ...
- Część 3 – jak liczyć parametry (nowe parametry)
 - Nowe parametry skojarzone z klasami M
- Część 4 – jak wykonywać audyt
 - Dodatkowe wymagania do audytu ILMD, tolerancje pomiaru
- Część 5 – wskaźniki efektywności energetycznej
 - Wskaźniki PDI, AECI



»» Jak wybrać klasę oświetleniową ?



Tablica 1 – Grupy sytuacji oświetleniowych

Typowe prędkości głównych użytkowników km/h	Typy użytkowników w obrębie rozważanego obszaru			Grupy sytuacji oświetleniowych
	Główny użytkownik	Inni dopuszczeni użytkownicy	Wykluczeni użytkownicy	
> 60	Ruch motorowy		Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści Piesi	A1
			Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści Piesi	A2
			Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści Piesi	A3
> 30 i ≤ 60	Ruch motorowy Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami	Rowerzyści Piesi		B1
	Ruch motorowy Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści	Piesi		B2



Tablica A.8 – Zalecany wybór z zakresu

Strefa konfliktowa	Złożoność pola widzenia	Zaparkowane pojazdy	Luminancja otoczenia					
			Niska		Średnia		Wysoka	
			Strumień ruchu rowerzystów		Strumień ruchu rowerzystów		Strumień ruchu rowerzystów	
			Normalny	Wysoki	Normalny	Wysoki	Normalny	Wysoki
Nie	Normalna	Brak	←	o	←	o	o	o
		Istnieją	o	→	o	→	→	→
	Wysoka	Brak	o	o	o	o	o	o

Tablica A.7 – Zalecany zakres klas oświetlenia

Główny typ pogody	Środki uspokojenia ruchu	Gęstość skrzyżowań jednopoziomowych skrzyżowania/km	Trudność kierowania pojazdem	Strumień ruchu pojazdów					
				< 7 000			≥ 7 000		
				←	o	→	←	o	→
Sucho	Nie	< 3	Normalna	ME6	ME5	ME4b	ME5	ME4b	ME3c
			Wyższa niż normalna	ME5	ME4b	ME3c	ME5	ME4b	ME3c
		≥ 3	Normalna	ME5	ME4b	ME3c	ME4b	ME4b	ME3c



13201-1:2015

Table 1 — Parameters for the selection of lighting class M

Parameter	Options	Description ^a		Weighting Value V_w
Design speed or speed limit	Very high	$v \geq 100$ km/h		2
	High	$70 < v < 100$ km/h		1
	Moderate	$40 < v \leq 70$ km/h		-1
	Low	$v \leq 40$ km/h		-2
Traffic volume		Motorways, multilane routes	Two lane routes	
	High	> 65 % of maximum capacity	> 45 % of maximum capacity	1
	Moderate	35 % - 65 % of maximum capacity	15 % - 45 % of maximum capacity	0
	Low	< 35 % of maximum capacity	< 15 % of maximum capacity	-1
Traffic composition	Mixed with high percentage of non-motorised			2
	Mixed			1
	Motorised only			0
Separation of carriageway	No			1
	Yes			0
Junction density		Intersection/km	Interchanges, distance between bridges, km	
	High	> 3	< 3	1
	Moderate	≤ 3	≥ 3	0
Parked vehicles	Present			1
	Not present			0
Ambient luminosity	High	shopping windows, advertisement expressions, sport fields, station areas, storage areas		1
	Moderate	normal situation		0
	Low			-1
Navigational task	Very difficult			2
	Difficult			1
	Easy			0

^a The values stated in the column are an example. Any adaptation of the method or more appropriate weighting values can be used instead, on the national level.



- Klasa oświetleniowa

$$M = 6 - \langle \text{suma_wag} \rangle$$

- Strefa konfliktowa uzależniona od powierzchni drogi

Lighting class M			M1	M2	M3	M4	M5	M6
Lighting class C if $Q_0 \leq 0,05 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$			C0	C1	C2	C3	C4	C5
Lighting class C if $0,05 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$		C0	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Lighting class C if $Q_0 > 0,09 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C5	C5



Niejednoznaczność parametrów

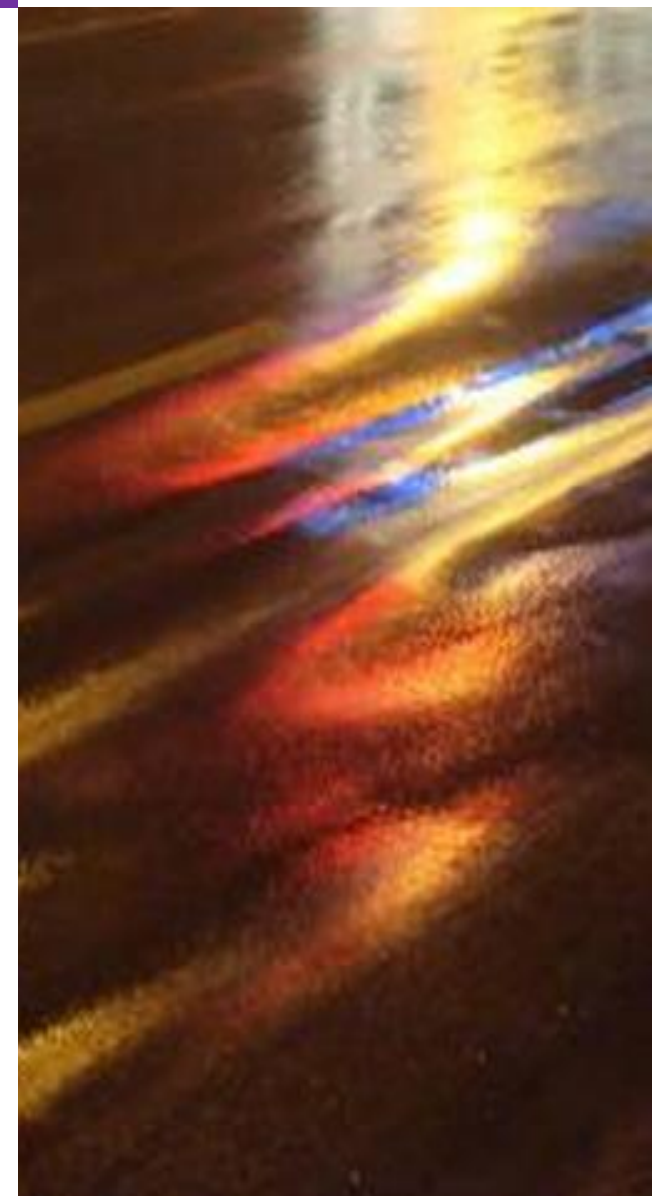
Typowe prędkości głównych użytkowników km/h	Typy użytkowników w obrębie rozważanego obszaru		
	Główny użytkownik	Inni dopuszczeni użytkownicy	Wykluczeni użytkownicy
> 60	Ruch motorowy		Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści Piesi
		Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami	Rowerzyści Piesi
		Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści Piesi	
> 30 i ≤ 60	Ruch motorowy Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami	Rowerzyści Piesi	
	Ruch motorowy Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści	Piesi	
	Rowerzyści	Piesi	Ruch motorowy Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami
> 5 i ≤ 30	Ruch motorowy Piesi		Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści
	Ruch motorowy Rowerzyści	Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści	
	Ruch motorowy Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami		
	Rowerzyści Piesi		
Bardzo niska	Piesi		Ruch motorowy Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści
		Ruch motorowy Pojazdy poruszające się z małymi prędkościami Rowerzyści	

Parametry	Opcje	
Powierzchnia (geometria)	Rozdzielenie jezdni	Tak Nie
	Typy połączenia dróg	Skrzyżowania bezkolizyjne Skrzyżowania jednopoziomowe
	Odległość między skrzyżowaniami bezkolizyjnymi lub między wiaduktami	> 3km ≤ 3 km
	Gęstość skrzyżowań jednopoziomowych	< 3 skrzyżowania/km ≥ 3 skrzyżowania/km
	Strefa konfliktowa	Nie Tak
	Środki uspokojenia ruchu	Nie Tak
Występujący rodzaj ruchu	Dzienny strumień ruchu pojazdów	< 4 000 od 4 000 do 7 000 od 7 000 do 15 000 od 15 000 do 25 000 od 25 000 do 40 000 > 40 000
	Strumień ruchu rowerzystów	Normalny Wysoki
	Strumień ruchu pieszych	Normalny Wysoki
	Trudność kierowania pojazdem	Normalna Wyższa niż normalna
	Zaparkowane pojazdy	Brak Istnieją
	Rozpoznawalność twarzy	Niekonieczna Konieczna
	Ryzyko zagrożenia przestępczością	Normalne Wyższe niż normalne
Wpływ środowiska i otoczenia	Złożoność pola widzenia	Normalna Wysoka
	Luminancja otoczenia	Wieś Miasto Centrum miasta
	Główny typ pogody	Sucho Wilgotno



Niejednoznaczność parametrów

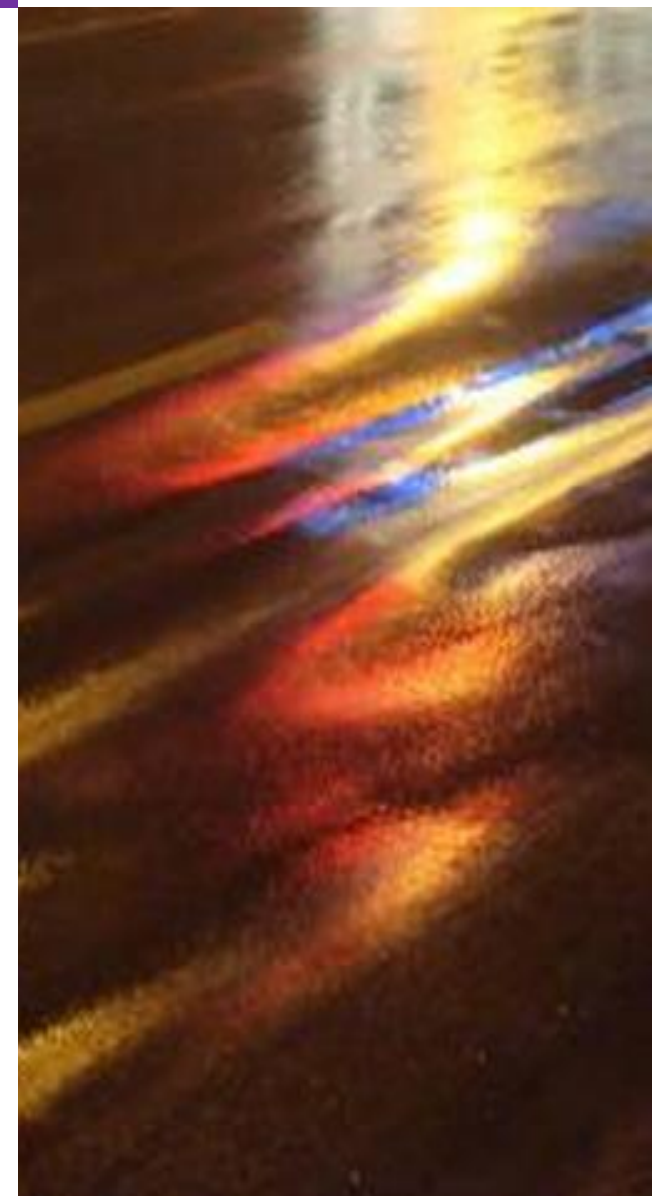
PARAMETR	WARTOŚCI	OPIS
Dopuszczalna prędkość	Bardzo duża	$v \geq 100$ km/h
	Duża	$70 < v < 100$ km/h
	Średnia	$40 < v \leq 70$ km/h
	Mała	$v \leq 40$ km/h
Strumień pojazdów (Trafic volume)	Duża	> 65% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) > 45% całkowitej przepustowości (dwupasmowe drogi)
	Średnie	35%-65% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) 15%- 45% całkowitej przepustowości (dwujezdniowa)
	Małe	< 35% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) < 15% całkowitej przepustowości (dwujezdniowa)
Użytkownicy ruchu	Różni użytkownicy z przewagą niezmotoryzowanych	
	Różni	
	Zmotoryzowani	
Rozdzielenie jezdni	Nie	
	Tak	
Intenswność węzłów	Wysoka	> 3 skrzyżowania na km, < 3 km - odelgłość pomiędzy mostami i przecięciami
	Średnia	≤ 3 skrzyżowania na km > 3 km odelgłości pomiędzy mostami i przecięciami
Zaparkowane samochody	Obecne	
	Brak	
Oświetlenie otoczenia	Duże	wystawy sklepowe, reklamy, boiska, stadiony, centra habdłowe
	Średnie	normalna sytuacja
	Małe	
Trudność w poruszaniu się	Bardzo trudne	
	Trudne	
	Łatwe	



Przykład 1 – Aleje Mickiewicza



sytuacja oświetleniowa z grupy A



Przykład 1 – Aleje (A)

Road Wizard V1.1.1.0 ©

Classification according CEN 13201-1 & 13201-2

Set: A3
Class: ME2

...

Based upon the following criteria:

Speed of the main user?	> 60
Main user?	Motorised traffic
Secondary user?	Slow moving vehicles, cyclists, pedestrians
Excluded user?	No excluded users
Main weather type?	Dry
Separation of carriageways?	Yes
Intersection density?	≥ 3 intersections/km
Traffic flow of vehicles per day?	> 25000
Conflict area?	No
Complexity of visual field?	Normal
Parked vehicles?	Not present
Difficulty of navigational task?	Higher than normal
Ambient luminance?	Medium

- **Klasa ME2**
- **$L > 2 \text{ cd/m}^2$**

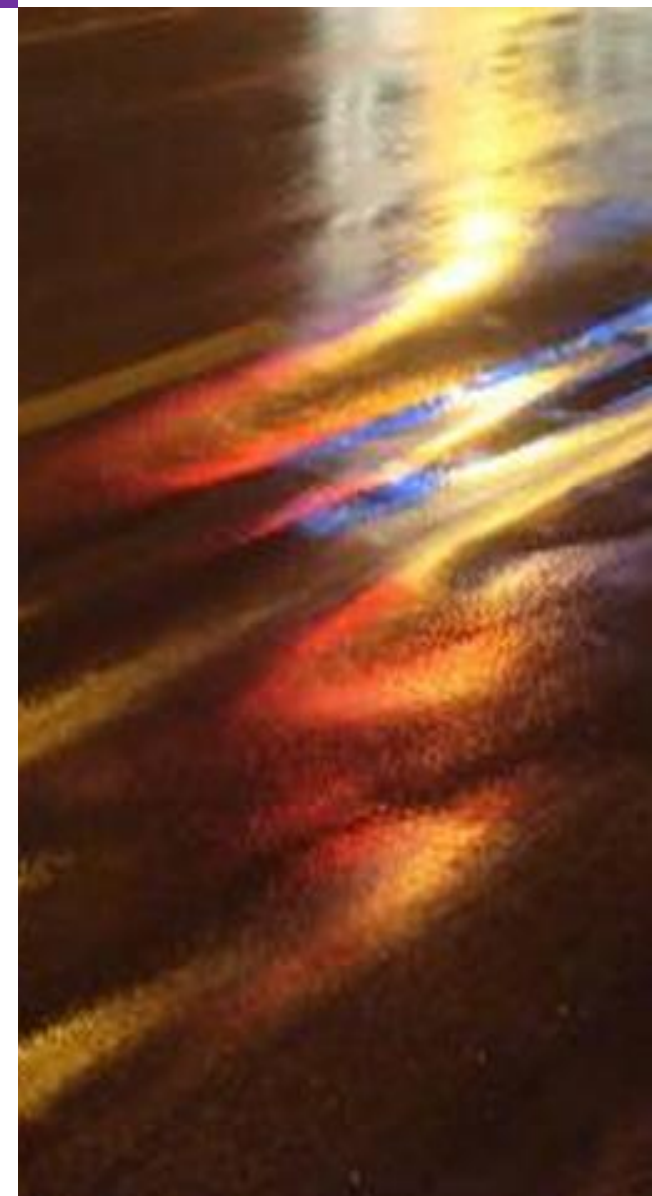


Przykład 1 – Aleje (A)

PARAMETR	WARTOŚĆ	OPIS	WAGA		
DOPUSZCZALNA PRĘDKOŚĆ	Bardzo duża	$v > 100$ km/h	2		
	Duża	$70 < v < 100$ km/h	1		
	ŚREDNIA	$40 < v \leq 70$ km/h	-1	X	-1
	Mała	$v \leq 40$ km/h	-2		
RUCH UŻYTKOWNIKÓW RUCHU (TRAFIC VOLUME)	DUŻA	> 65% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) > 45% całkowitej przepustowości (dwu pasmowe drogi)	1	X	1
	Średnie	35%-65% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) 15%- 45% całkowitej przepustowości (dwujezdniowa)	0		
	Małe	< 35% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) < 15% całkowitej przepustowości (dwujezdniowa)	-1		
UŻYTKOWNICY RUCHU	Różni użytkownicy z przewagą nie-zmotoryzowanych		2		
	RÓŻNI		1	X	1
	Zmotoryzowani		0		
ROZDZIELENIE JEZDNI	Nie		1		
	TAK		0	X	0
INTENSYWNOŚĆ WĘZŁÓW	WYSOKA	> 3 skrzyżowania na km, < 3 km - odległość pomiędzy mostami i przecięciami	1	X	1
	Średnia	≤ 3 skrzyżowania na km > 3 km odległość pomiędzy mostami i przecięciami	0		
ZAPARKOWANE SAMOCHODY	Obecne		1		
	BRAK		0	X	0
OŚWIETLENIE OTOCZENIA	Duże	wystawy sklepowe, reklamy, boiska, stadiony, centra handlowe	1		
	ŚREDNIE	normalna sytuacja	0	X	0
	Małe		-1		
TRUDNOŚĆ W PORUSZANIU SIĘ	Bardzo trudne		2		
	TRUDNE		1	X	1
	Łatwe		0		
SUMA				-	3
6 - SUMA				-	3
KLASA OŚWIETLENIOWA				-	M3

- Klasa M3
- $L > 1$ cd/m²

- o 33% mniejsze wymagania !)



Przykład 2 – Reymonta



sytuacja oświetleniowa z grupy B



Przykład 2 – Reymonta (B)

Road Wizard V1.1.1.0 ©

Classification according CEN 13201-1 & 13201-2

Set: B2
Class: ME3c (d)

...

Based upon the following criteria:

Speed of the main user?	> 30 and <= 60
Main user?	Motorised traffic, slow moving vehicles, cyclists
Secondary user?	Pedestrians
Excluded user?	No excluded users
Main weather type?	Dry
Geometric measures for traffic calming?	No
Intersection density?	>= 3 intersections/km
Difficulty of navigational task?	Normal
Traffic flow of vehicles per day?	> 7000
Conflict area?	No
Complexity of visual field?	Normal
Parked vehicles?	Present
Ambient luminance?	Medium
Traffic flow of cyclists?	Normal

- **Klasa ME3c**
- **$L > 1 \text{ cd/m}^2$**



Przykład 2 – Reymonta (B)

PARAMETR	WARTOŚĆ	OPIS	WAGA		
DOPUSZCZALNA PRĘDKOŚĆ	Bardzo duża	$v \geq 100$ km/h	2		
	Duża	$70 < v < 100$ km/h	1		
	ŚREDNIA	$40 < v \leq 70$ km/h	-1	X	-1
	Mała	$v \leq 40$ km/h	-2		
RUCH UŻYTKOWNIKÓW RUCHU (TRAFIC VOLUME)	DUŻA	> 65% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) > 45% całkowitej przepustowości (dwu pasmowe drogi)	1	X	1
	Średnie	35%-65% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) 15%- 45% całkowitej przepustowości (dwujezdniowa)	0		
	Małe	< 35% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) < 15% całkowitej przepustowości (dwujezdniowa)	-1		
UŻYTKOWNICY RUCHU	Różni użytkownicy z przewagą nie-zmotoryzowanych		2		
	RÓŻNI		1	X	1
	Zmotoryzowani		0		
ROZDZIELENIE JEZDNI	Nie		1		
	TAK		0	X	0
INTENSYWNOŚĆ WĘZŁÓW	WYSOKA	> 3 skrzyżowania na km, < 3 km - odległość pomiędzy mostami i przecięciami	1	X	1
	Średnia	≤ 3 skrzyżowania na km > 3 km odległość pomiędzy mostami i przecięciami	0		
ZAPARKOWANE SAMOCHODY	OBECNE		1	X	1
	Brak		0		
OŚWIETLENIE OTOCZENIA	Duże	wystawy sklepowe, reklamy, boiska, stadiony, centra handlowe	1		
	ŚREDNIE	normalna sytuacja	0	X	0
	Małe		-1		
TRUDNOŚĆ W PORUSZANIU SIĘ	Bardzo trudne		2		
	Trudne		1		
	ŁATWE		0	X	0
SUMA				-	3
6 - SUMA				-	3
KLASA OŚWIETLENIOWA				-	M3

- Klasa M3
- $L > 1$ cd/m²



Przykład 3 – Ks. Józefa (D)



sytuacja oświetleniowa z grupy D



Przykład 3 – Ks. Józefa (D)

Road Wizard V1.1.1.0 ©

Classification according CEN 13201-1 & 13201-2

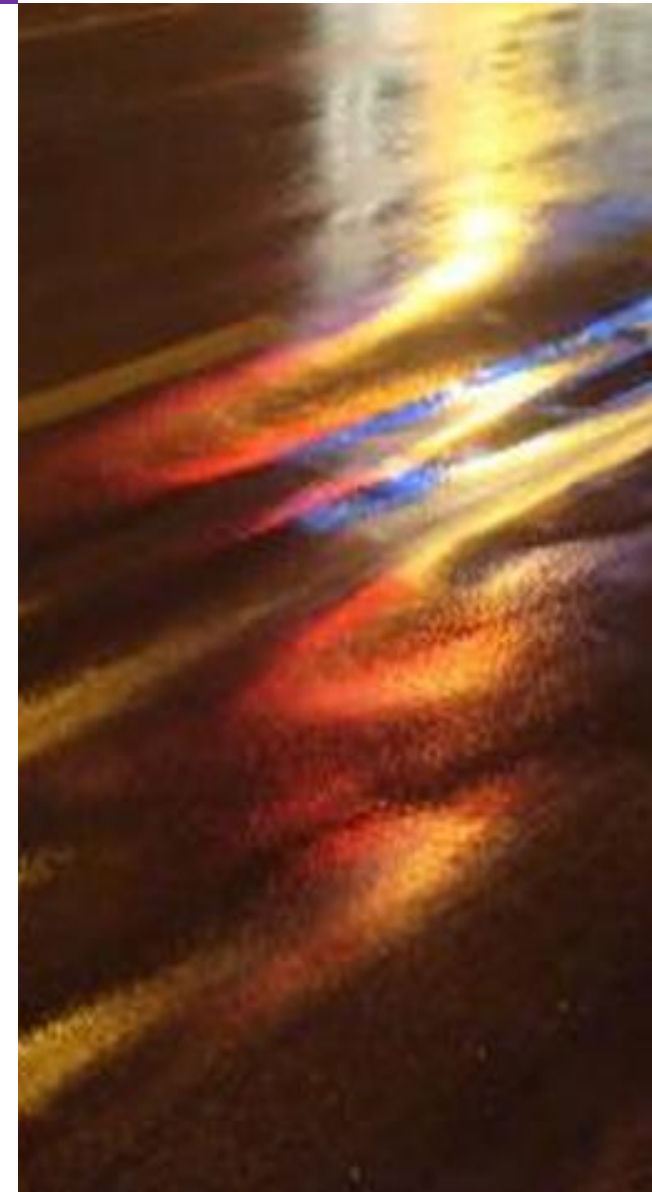
Set: D4
Class: S3 (b)

...

Based upon the following criteria:

Speed of the main user?	> 5 and <= 30
Main user?	Motorised traffic, slow moving vehicles, cyclists, pedestria
Geometric measures for traffic calming?	No
Parked vehicles?	Present
Difficulty of navigational task?	Normal
Traffic flow pedestrians and cyclists?	High
Complexity of visual field?	Normal
Crime risk?	Normal
Facial recognition?	Unnecessary
Ambient luminance?	Medium

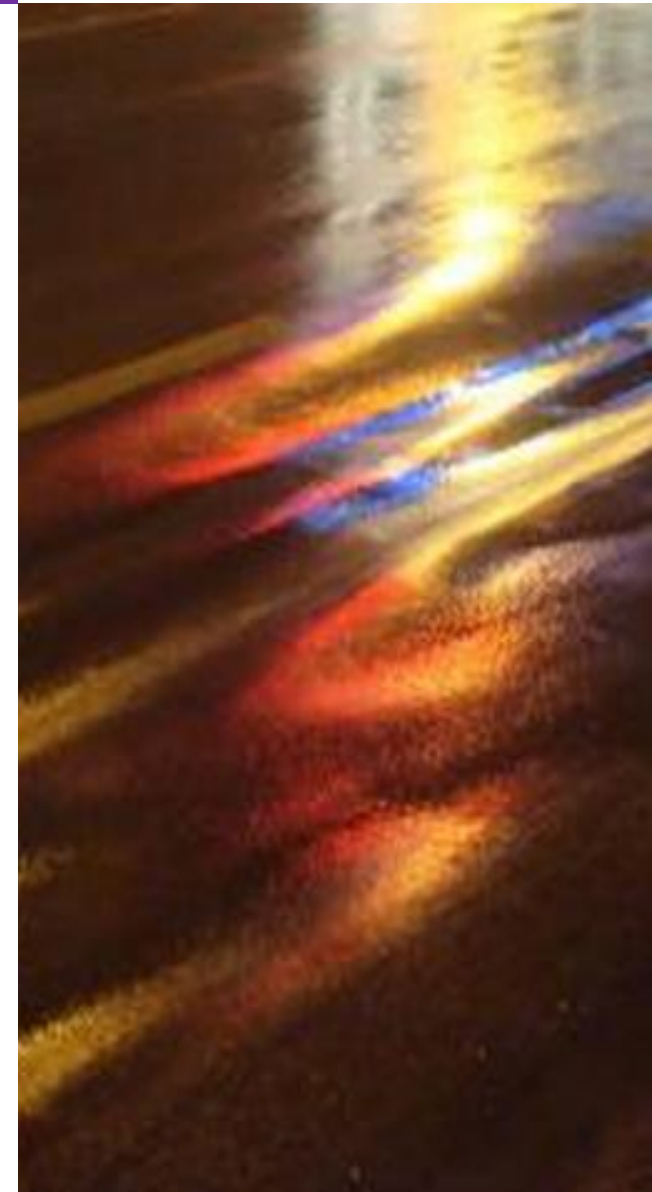
- **Klasa S3**
- **E_{sr} > 7 lx**



Przykład 3 – Ks. Józefa (D)

PARAMETR	WARTOŚĆ	OPIS	WAGA		
DOPUSZCZALNA PRĘDKOŚĆ	Bardzo duża	$v \geq 100$ km/h	2		
	Duża	$70 < v < 100$ km/h	1		
	Średnia	$40 < v \leq 70$ km/h	-1		
	MAŁA	$v \leq 40$ km/h	-2	X	-2
RUCH UŻYTKOWNIKÓW RUCHU (TRAFIC VOLUME)	DUŻA	> 65% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) > 45% całkowitej przepustowości (dwu pasmowe drogi)	1	X	1
	Średnie	35%-65% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) 15%- 45% całkowitej przepustowości (dwujezdniowa)	0		
	Małe	< 35% całkowitej przepustowości (autostrady, drogi wielopasmowe) < 15% całkowitej przepustowości (dwujezdniowa)	-1		
UŻYTKOWNICY RUCHU	Różni użytkownicy z przewagą nie-zmotoryzowanych		2		
	RÓŻNI		1	X	1
	Zmotoryzowani		0		
ROZDZIELENIE JEZDNI	NIE		1	X	1
	Tak		0		
INTENSYWNOŚĆ WĘZŁÓW	Wysoka	> 3 skrzyżowania na km, < 3 km - odległość pomiędzy mostami i przecięciami	1		
	ŚREDNIA	≤ 3 skrzyżowania na km > 3 km odległość pomiędzy mostami i przecięciami	0	X	0
ZAPARKOWANE SAMOCHODY	Obecne		1	X	1
	Brak		0		
OŚWIETLENIE OTOCZENIA	Duże	wystawy sklepowe, reklamy, boiska, stadiony, centra handlowe	1		
	ŚREDNIE	normalna sytuacja	0	X	0
	Małe		-1		
TRUDNOŚĆ W PORUSZANIU SIĘ	Bardzo trudne		2		
	Trudne		1		
	ŁATWE		0	X	0
SUMA			-		2
6 - SUMA			-		4
KLASA OŚWIETLENIOWA			-		M4

- Klasa M4
- $L > 0.75$ cd/m² (około 10 lx)
- o 30% większe wymagania
- przejście na klasę z rodziny M (dodatkowe parametry)



Podsumowanie

- Duża szansa na redukcję dla klas ME1, ME2, ME3
- W przypadku ścieżek może okazać się konieczne zwiększenie parametrów świecenia
- W przypadku ścieżek (klasy S i P) ważniejsza jest równomierność (mniejsza wartość minimalnego natężenia) – możliwość redukcji mocy





Czy M2 jest równa ME2 ?



Podsumowanie

- Zmiana parametrów oświetleniowych

Table 1 — M lighting classes

Class	Luminance of the road surface of the carriageway for the dry and wet road surface condition			Disability glare	Lighting of surroundings	
	Dry conditions		Wet	Dry conditions	Dry conditions	
	\bar{L} [minimum maintained] cd·m ²	U_0 [minimum]	U_1^a [minimum]	U_{ow}^b [minimum]	f_{Tl}^c [maximum] %	R_{El}^d [minimum]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35



Podsumowanie

Tablica 3 – Klasy oświetlenia S

Klasa	Poziome natężenie oświetlenia	
	\bar{E} w lx ^a [eksploatacyjne minimum]	E_{min} w lx [eksploatacyjne]
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6

Table 3 — P lighting classes

Class	Horizontal illuminance		Additional requirement if facial recognition is necessary	
	\bar{E}^a [minimum maintained] lx	E_{min} [maintained] lx	$E_{v,min}$ [maintained] lx	$E_{sc,min}$ [maintained] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
--	---	---	--	--



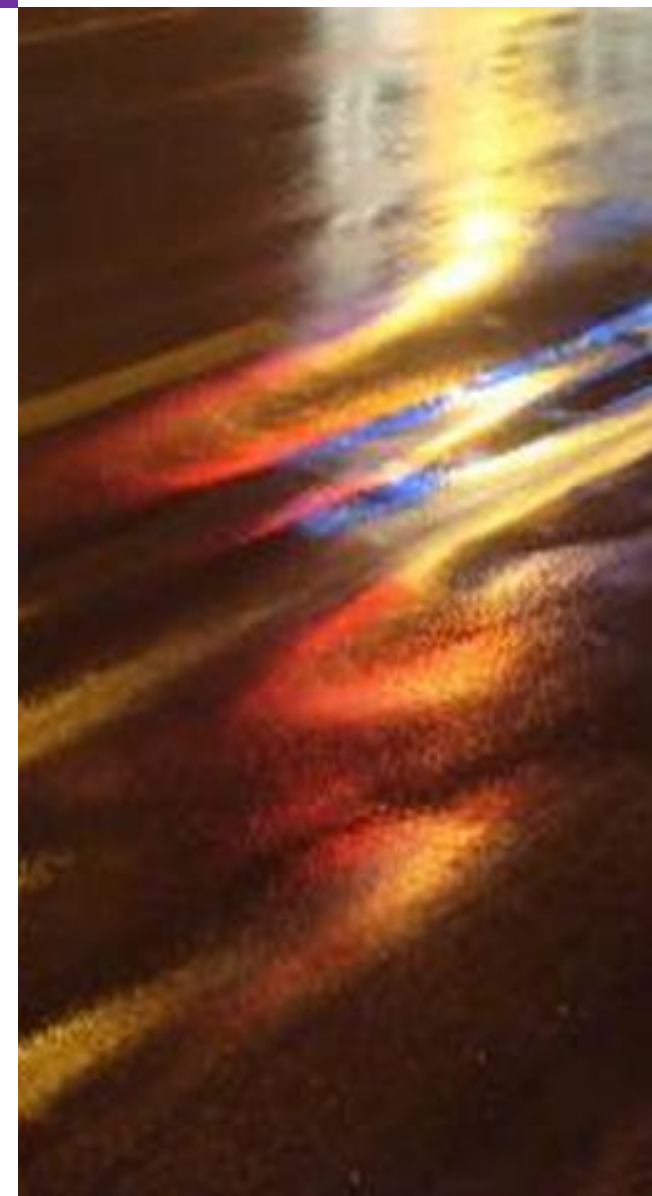
Podsumowanie

- Normy M różnią się dwoma parametrami niż ME. Głównym czynnikiem decydującym o spełnieniu normy będzie bryła fotometryczna.
- ME3b , M4b – możliwe problemy
- W przypadku ścieżek (klasy S i P) ważniejsza jest równomierność - mniejsza wartość minimalnego natężenia – możliwość redukcji mocy





Soda czy LED ?



Efektywność



	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Table A.2 — Typical values of the Annual Energy Consumption Indicator D_E in kWh·m⁻² for road profile A

Lighting class	Width of carriageway <i>m</i>	Lamp type				
		Mercury	Metal halide	Sodium elliptical	Sodium tubular	LED
M1	7		5,0		4,0 - 5,3	3,0 - 3,8
M2	7	10,8	4,6		3,2 - 4,2	2,4 - 2,5
M3	10	6,0	3,4	3,0	2,3	1,6
	8	6,0	3,4	3,0	2,2 - 2,4	1,6
	7	6,0	3,6	2,8 - 3,1	2,5 - 2,6	1,5
	6	7,0	3,9	3,2	2,7 - 2,8	1,6
M4	7	5,0	3,1	2,3 - 2,5	1,8 - 2,4	1,1
M5	7	3,2	0,9	1,7	1,1 - 1,6	0,8
	6	3,4	1,0	2,0	1,2 - 1,7	0,9
	5	3,6 - 4,0	1,2		1,5 - 1,8	1,0
	4	4,1	1,5		1,7 - 2,3	1,3
M6	7	1,9	0,6		0,2 - 1,2	0,4 - 0,5

