

KONFERENCJA „OŚWIETLENIE PRZESTRZENI PUBLICZNEJ”

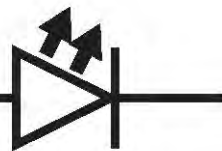


Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

dr hab. inż. Krzysztof Tomczuk, prof. SGGW, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

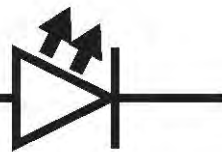
dr inż. Marcin Chrzanowicz, Wydział Elektryczny, Politechnika Warszawska

dr hab. inż. Piotr Tomczuk, prof. PW, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska



Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

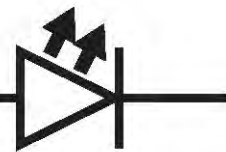
- Problem wypadkowości na przejściach dla pieszych.
- Omówienie analizowanych przypadków oświetlenia przejść dla pieszych.
- Przegląd technologii magazynowania energii elektrycznej.
- Opis modelu symulacyjnego w programie Matlab-Simulink.
- Przedstawienie analizowanych scenariuszy oświetleniowych.
- Wyniki badań.
- Wnioski.



Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

Komenda Główna Policji w raporcie pt.: „Wypadki drogowe w Polsce w 2023 roku” podaje główne czynniki sprzyjające wypadkom na przejeściach dla pieszych:

- **Najwięcej wypadków śmiertelnych** jest poza obszarem zabudowanym,
- w miesiącach **Listopad i Grudzień**,
- w godzinach **16:00 – 19:00**,
- w **piątki** występuje najwięcej **potrąceń**,
- w **poniedziałki** jest najwięcej **wypadków śmiertelnych**,
- najwięcej wypadków powodują **samochody osobowe**,
- główny powód wypadku – **nieustąpienie pierwszeństwa**.



Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych



Typowy system autonomicznego oświetlenia przejścia dla pieszych

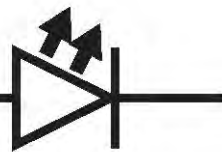
Zalety:

- LED o wysokiej skuteczności świetlnej,
- Panele PV,
- Akumulatory,
- Brak sieci elektroenergetycznej.

Wady:

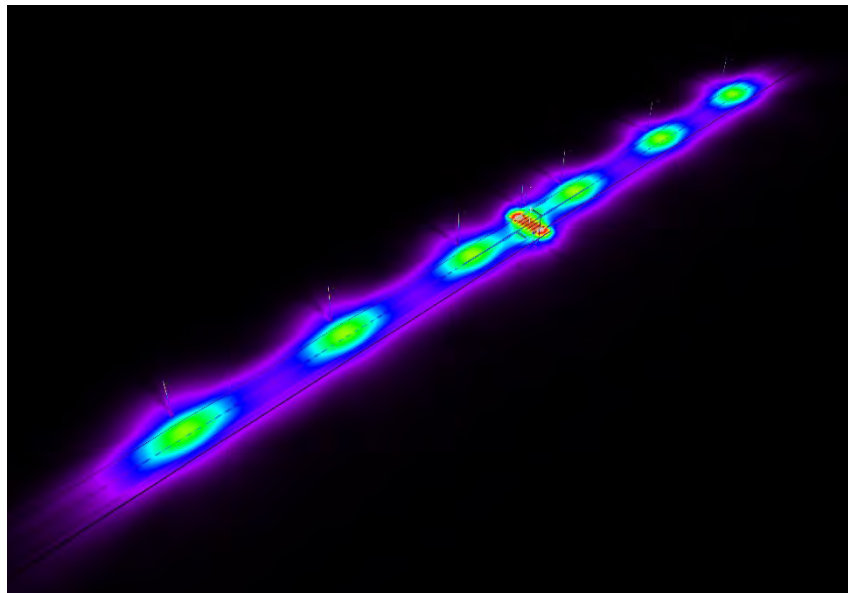
- Problemy z poprawną pracą w okresie jesienno-zimowym,
- Brak oświetlonej strefy przejściowej.

Rys.1. Przejście dla pieszych z systemem oświetleniowym zasilanym panelami PV z akumulatorami (Zdjęcie własne)



Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

Scenariusz oświetleniowy nr 1



Rys 2. Widok z programu DIALUX
(Opracowanie własne)

Chodniki przed przejściem - Klasa P1 (15 lx)

Strefa przejściowa 100m przed - Klasa C3 (15 lx)

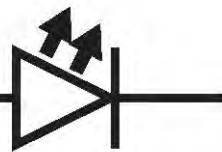
Przejście dla pieszych - Klasa PC4 (25 lx)

Strefa przejściowa 100m za - Klasa C3 (15 lx)

Chodniki za przejściem - Klasa P1 (15 lx)

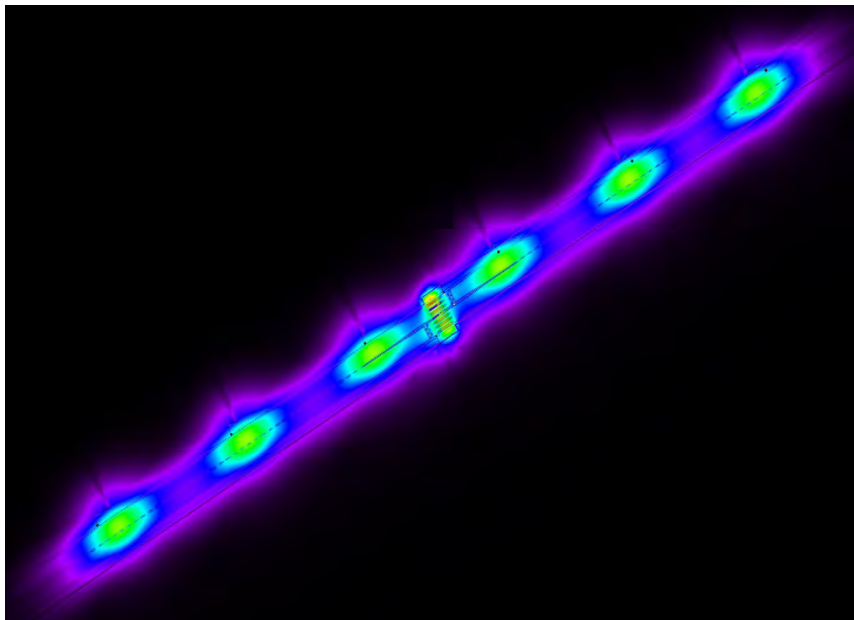
Wymagana moc LED

483.6 W



Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych

Scenariusz oświetleniowy nr 2



Rys 3. Widok z programu DIALUX
(Opracowanie własne)

Chodniki przed przejściem - Klasa P1 (15 lx)

Strefa przejściowa 100m przed - Klasa C3 (15 lx)

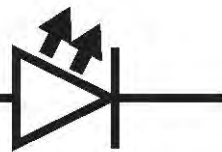
Przejście dla pieszych - Klasa PC5 (15 lx)

Strefa przejściowa 100m za - Klasa C3 (15 lx)

Chodniki za przejściem - Klasa P1 (15 lx)

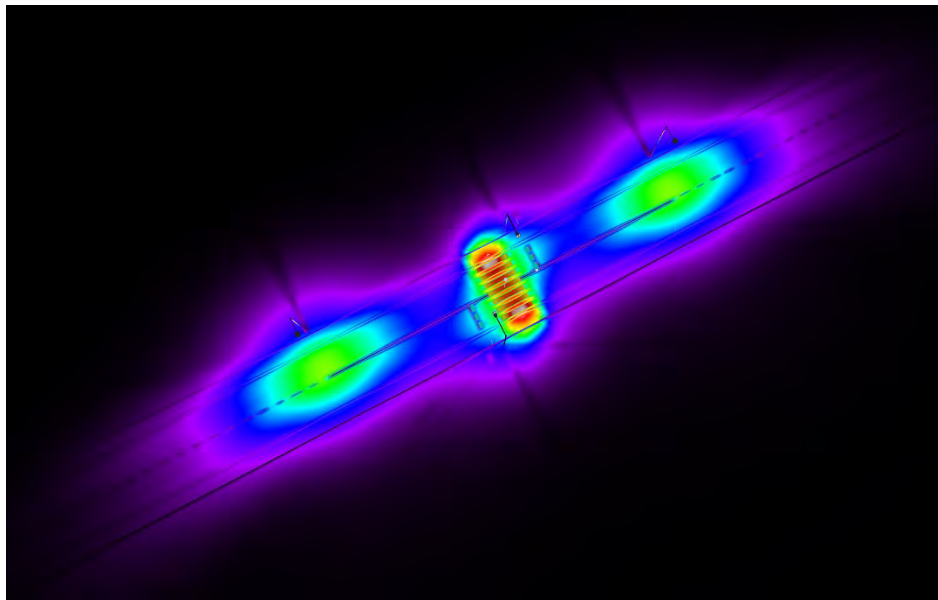
Wymagana moc LED

459.8 W



Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych

Scenariusz oświetleniowy nr 3



Rys 4. Widok z programu DIALUX
(Opracowanie własne)

Chodniki przed przejściem - Klasa P1 (15 lx)

Strefa przejściowa 35 m- Klasa C3 (15 lx)

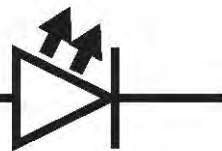
Przejście dla pieszych - Klasa PC4 (25 lx)

Strefa przejściowa 35 m- Klasa C3 (15 lx)

Chodniki za przejściem - Klasa P1 (15 lx)

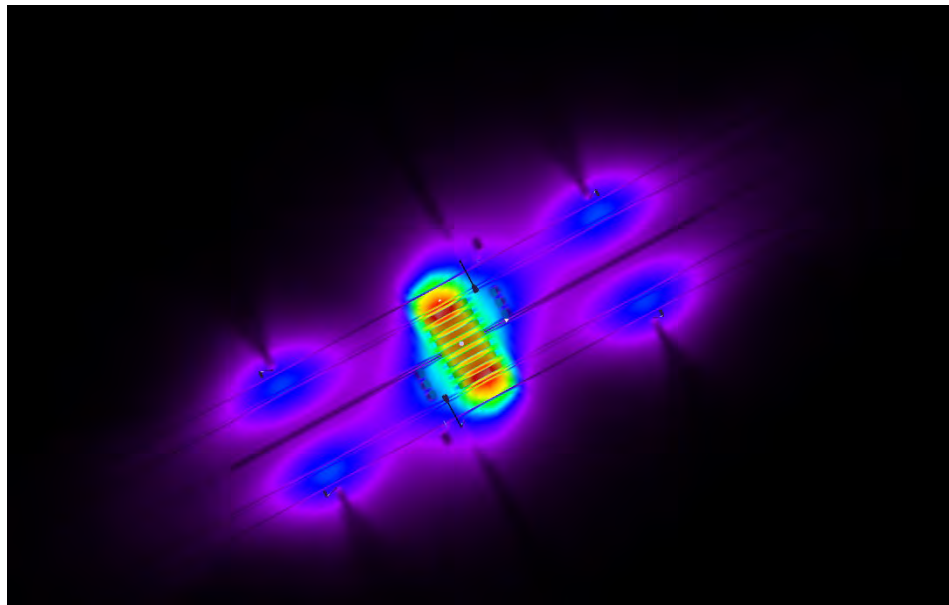
Wymagana moc LED

191.6 W



Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

Scenariusz oświetleniowy nr 4



Rys 5. Widok z programu DIALUX
(Opracowanie własne)

Chodniki 25m przed przejściem - Klasa P1 (15 lx)

Strefa przejściowa - BRAK

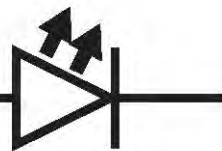
Przejście dla pieszych - Klasa PC4 (25 lx)

Strefa przejściowa - BRAK

Chodniki 25m za przejściem - Klasa P1 (15 lx)

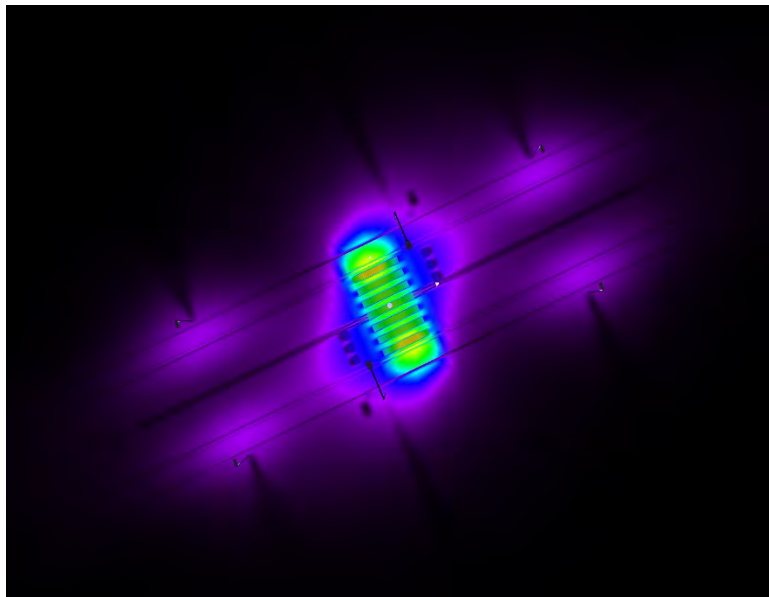
Wymagana moc opraw LED

83.6 W



Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

Scenariusz oświetleniowy nr 5



Rys 6. Widok z programu DIALUX
(Opracowanie własne)

Chodniki 25 m przed przejściem - Klasa P3 (7.5 lx)

Strefa przejściowa - BRAK

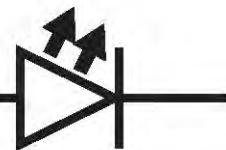
Przejście dla pieszych - Klasa PC5 (15 lx)

Strefa przejściowa - BRAK

Chodniki 25 m za przejściem - Klasa P3 (7.5 lx)

Wymagana moc opraw LED

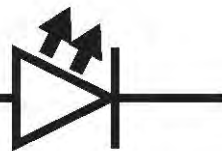
83.6 W <---> 47.7 W



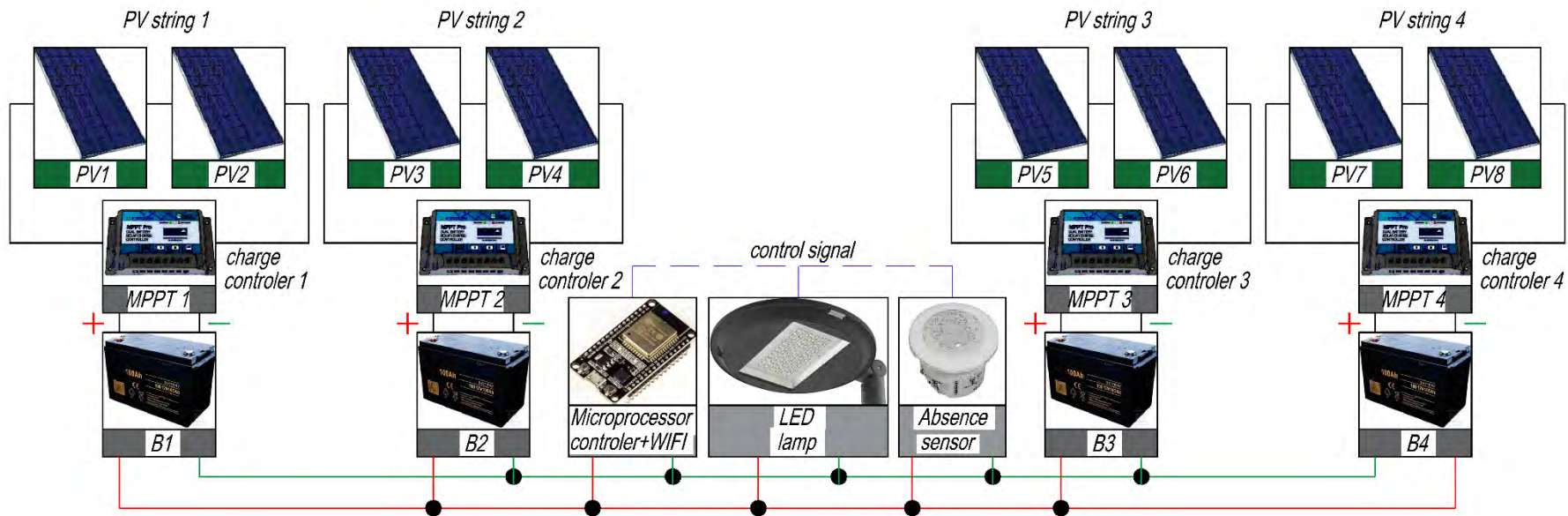
Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

Numer scenariusza	Opis działania systemu w przyjętym scenariuszu oświetleniowym
1	Oświetlenie załącza się zgodnie ze wschodem i zachodem słońca. Podczas pracy oprawa pracuje ciągle ze stałą mocą o wartości 483.6 W.
2	Oświetlenie załącza się zgodnie ze wschodem i zachodem słońca. Podczas pracy oprawa pracuje ciągle ze stałą mocą o wartości 459.84 W.
3	Oświetlenie załącza się zgodnie ze wschodem i zachodem słońca. Podczas pracy oprawa pracuje ciągle ze stałą mocą o wartości 191.56 W.
4	Oświetlenie załącza się zgodnie ze wschodem i zachodem słońca. Podczas pracy oprawa pracuje ciągle ze stałą mocą o wartości 83.56 W.
5	Oświetlenie załącza się zgodnie ze wschodem i zachodem słońca. Podczas rozpoznania pieszego na przejściu moc zwiększa się z 47.68, W do 83.56 W na czas 45 s. Zasymulowano 200 przekroczeń ulicy, czas działania pełną mocą to 2.5h dziennie.

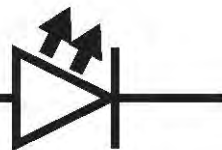
Tabela 1. Czasy pracy analizowanych systemów oświetleniowych



Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych



Rys. 7. Schemat ideowy autonomicznego systemu oświetleniowego



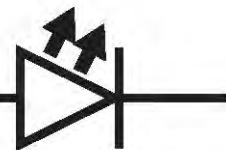
Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych

Główne parametry

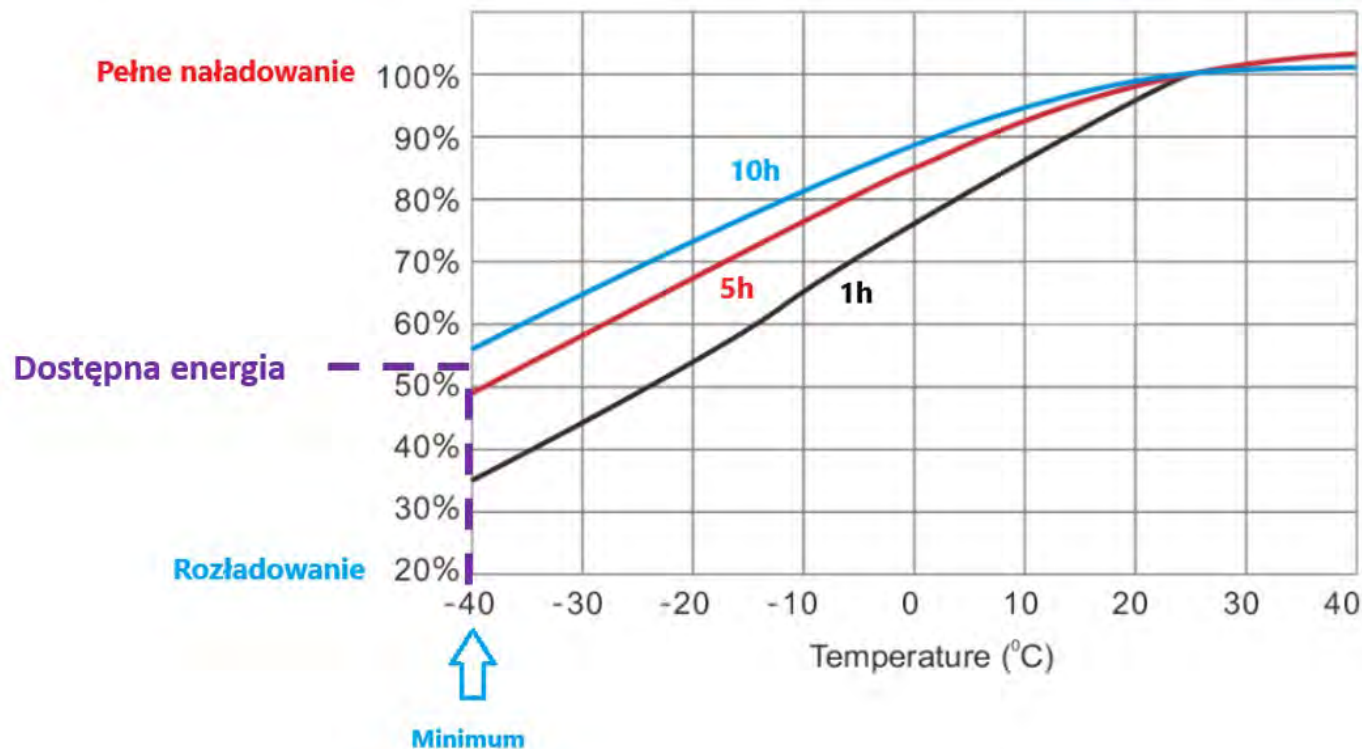
Typ akumulatora	Zakres temperatur ładowania	Zakres temperatur rozładowania	Liczba cykli pracy	Gęstość energii	Szybkość ładowania
	[°C]	[°C]	[-]	[Wh/kg]	[C]
Li-ion (LFP)	0 ÷ 45	-20 ÷ 60	≥ 2000 @ 100 % DOD	90 ÷ 160	0.5 ÷ 1.3
Li-ion (NMC)	0 ÷ 45	-20 ÷ 55	≥ 3000 @ 75% DOD	180 ÷ 240	0.3 ÷ 1.0
NiMH	0 ÷ 45	-20 ÷ 50	≥ 1000 @ 50% DOD	60 - 120	0.1 ÷ 1.0
GEL Deep-cycle	0 ÷ 50	-20 ÷ 60	≥ 600 @ 50 % DOD	30 ÷ 50	0.1 ÷ 0.3
AGM	0 ÷ 50	-20 ÷ 60	≥ 600 @ 50 % DOD	30 ÷ 50	0.1 ÷ 0.3
Ni-Cd (negatywny efekt pamięci)	-20 ÷ 50	-20 ÷ 50	≥ 1000 @ 20 % DOD	12 ÷ 30	0.2 ÷ 0.4
Lead-Carbon (ołowiowo-węglowe)	-40 ÷ 65	-40 ÷ 65	≥ 2000 @ 50 % DOD	30 ÷ 50	0.1 ÷ 0.3

Tabela 2. Parametry akumulatorów wykonanych w różnych technologiach

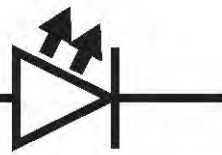
Li-ion (LFP) - lithium ferrophosphate battery, **NiMH** - nickel-metal hydrate, **NiCD** - nickiel-cadium battery, **Li-ion (NMC)** - nikiel-mangan-cobalt battery, **GEL** - gel battery battery, **AGM** - absorbent glass mat battery, **Lead Carbon** - lead-carbon battery.



Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych



Rys. 8. Zależność pojemności od temperatury w akumulatorach ołowiowo-węglowych (Lead-Carbon)



Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych

$$E_{pv} = \int P_{pv}(t) dt$$

$$E_{led} = \int P_{led}(t) dt$$

$$E_{batt} = \int P_{pv}(t) - P_{led}(t) dt$$

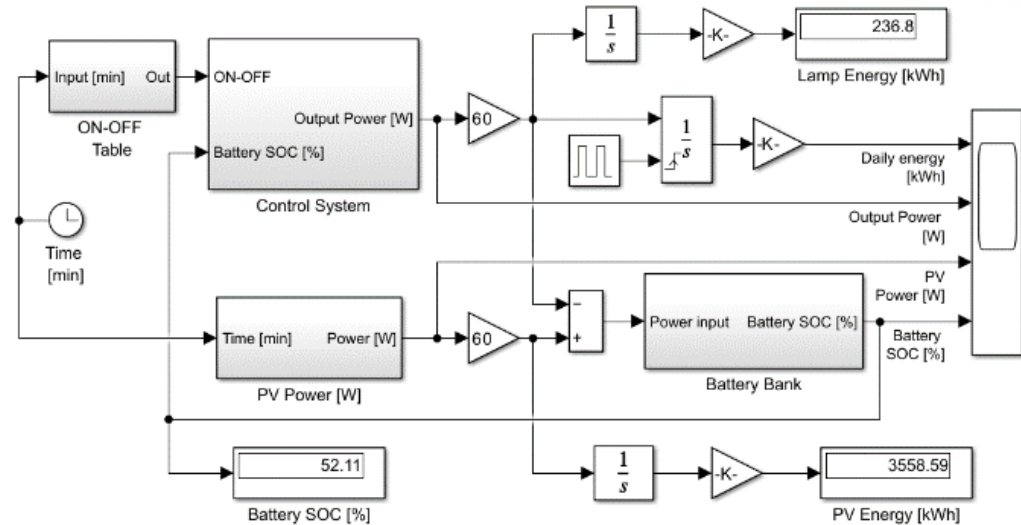
gdzie:

E_{pv} - energia produkowana przez instalację PV [J],

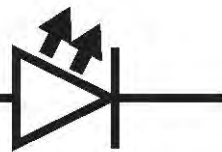
E_{led} - energia pobrana przez oprawę LED [J],

E_{batt} - energia zgromadzona w akumulatorze [J].

Rys. 7. Model matematyczny



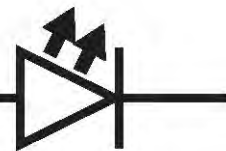
Rys. 8. Widok modelu symulacyjnego w programie
Matlab – Simulink 2022b



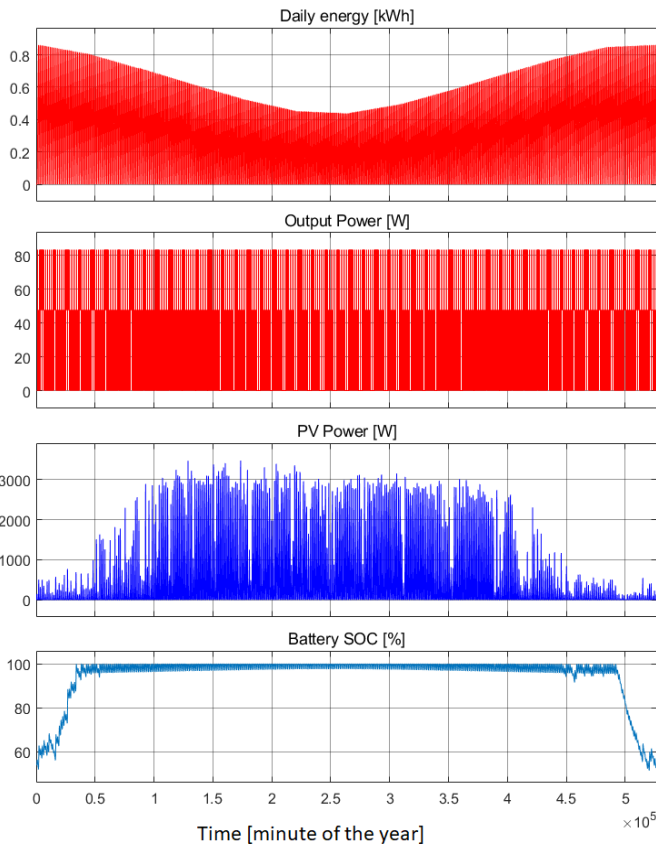
Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

Podzespół	Parametry	Sztuk	Wartość
Panele PV	Panel PV 450 Wp	8	3,6 kWp
Akumulator	Akumulator Lead - Carbon 12V, 200Ah	8	19.2 kWh
Oprawa LED	Moc zgodna z symulowanym scenariuszem oświetleniowym	1	-
Regulator ładowania MPPT	Max Uoc=150V, Uout = 12V, Iout = 35A, P=500W	4	2,0 kW

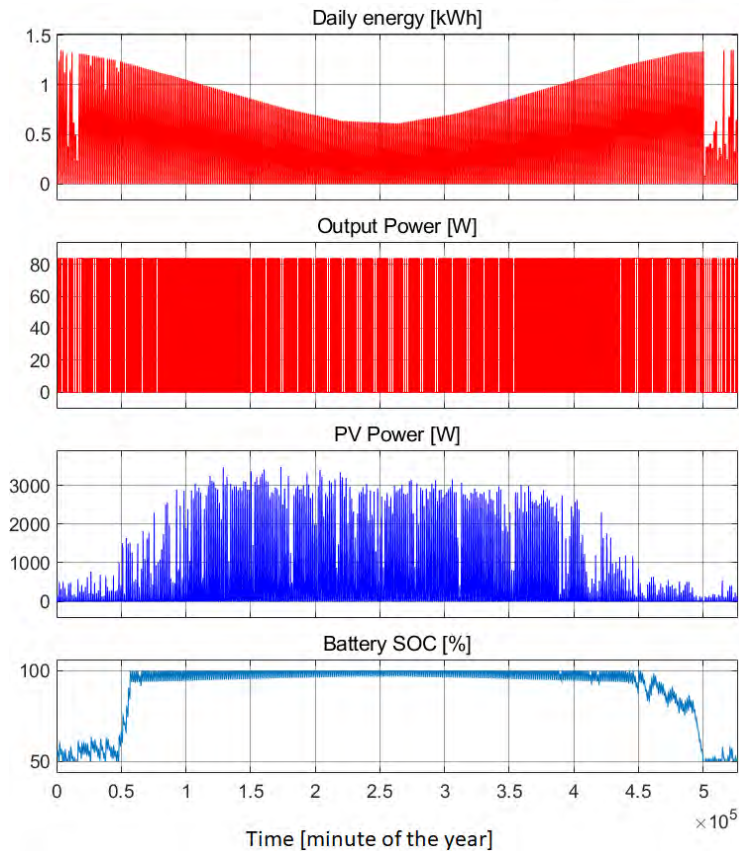
Tabela 3. Przyjęte do analizy parametry techniczne systemu oświetleniowego



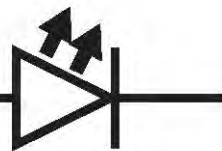
Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych



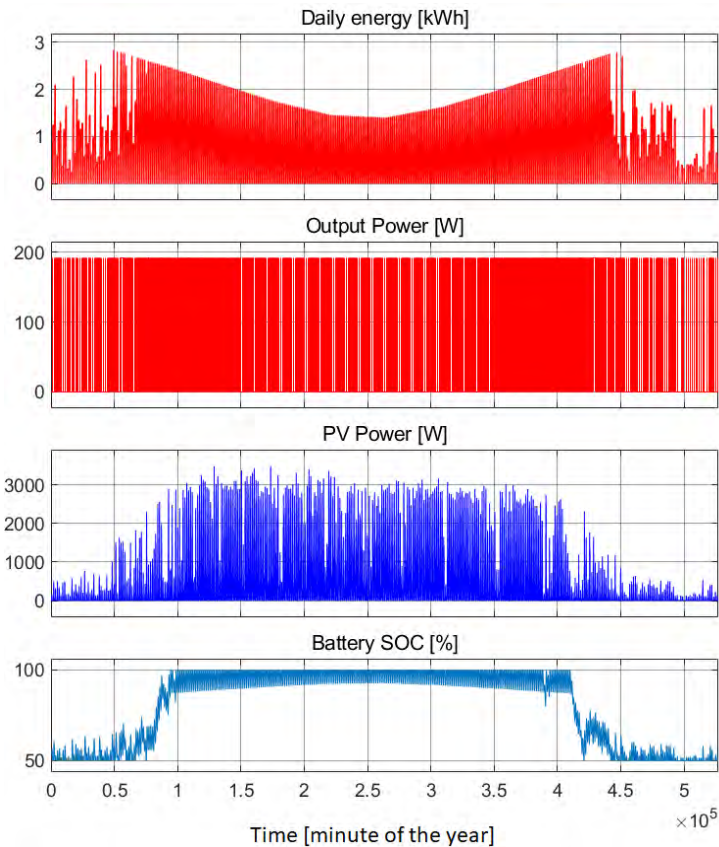
Rys. 9. Wyniki analizy dla Scenariusza 5 (47W <---> 83W)



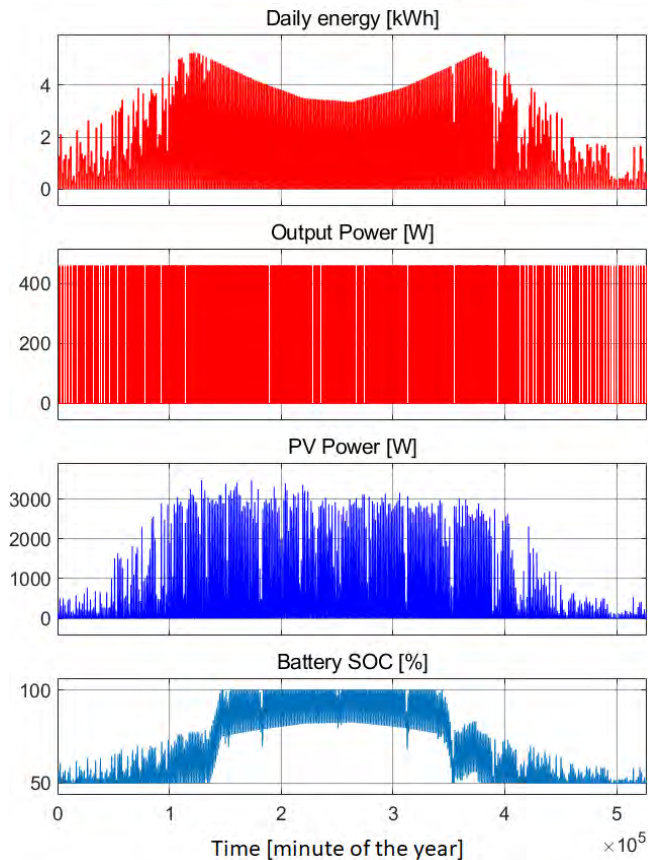
Rys. 10. Wyniki analizy dla Scenariusza 4 (83 W)



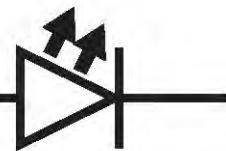
Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych



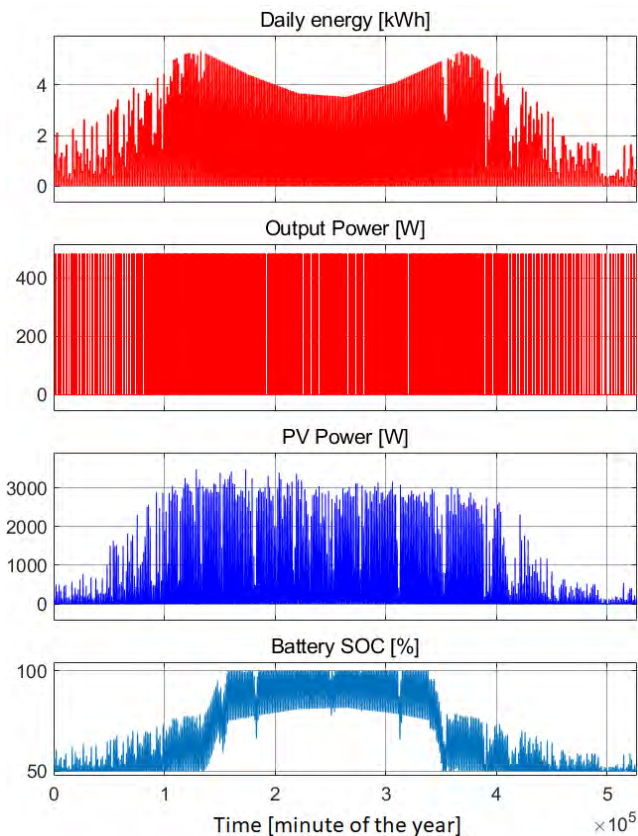
Rys. 11.
Wyniki analizy
dla
Scenariusza 3
(191 W)



Rys. 12.
Wyniki analizy
dla
Scenariusza 2
(459 W)



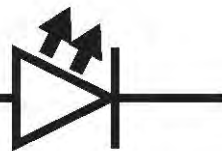
Autonomiczny system do zasilania oświetlenia przejść dla pieszych



Rys. 13. Wyniki analizy dla Scenariusza 1 (483 W)

Numer scenariusza (moc opraw)	Zakres dni w roku poprawnej pracy	Liczba dni w roku poprawnej pracy
1 (483 W)	97 ÷ 243	146 (40,0 %)
2 (459 W)	95 ÷ 267	172 (47,1 %)
3 (191 W)	48 ÷ 305	257 (70,4 %)
4 (83 W)	34 ÷ 347	313 (85,7 %)
5 (47 W <-> 83W)	1 ÷ 365	Cały rok (100 %)

Tabela 4. Czasy poprawnej pracy analizowanych systemów oświetleniowych



Autonomiczny system do zasilania oświetlania przejść dla pieszych

Wnioski

1. Scenariusze oświetleniowe 1,2,3,4 nie spełniły oczekiwań.
2. Scenariusz 5 pracujący ze zredukowaną mocą 47W i zwiększający ją do 83W przy każdym przekroczeniu ulicy umożliwia osiągnięcie zakładanych celów.
3. Przy silnym mrozie system nie powinien zużywać więcej niż 50% znamionowej energii analizowanego akumulatora ołowiowo-węglowego, co stwarza potrzebę jego przewymiarowania.
4. Nie wszystkie typy akumulatorów nadają się do stosowania na zewnątrz ze względu na **problemy z ładowaniem poniżej temperatury 0°C.**

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



LIGHTFLOW 2025

lf2025.ibdim.edu.pl

Warszawa, 20 listopada 2025 r.