



Silesian  
University  
of Technology



RESEARCH  
UNIVERSITY  
EXCELLENCE INITIATIVE  
Ministry of Science  
and Higher Education

# ANALIZA STRAT FINANSOWYCH I METODY ZAPOBIEGANIA PRZESTOJOM INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH

Krzysztof Hanzel,  
zebranie KTIT 16.04.2024

---

# Agenda

01

## Geneza

„Kup Pan PV, będzie dobrze”

02

## Analiza

Przyczyny występowania problemu

03

## Pomiary

Metodologia, narzędzia, dane

04

## Próby rozwiązania

Zaproponowany model

05

## Rezultaty

Jak wyszło i czy to w ogóle ma sens?

06

## Rozwój

Czy da się to jakoś poprawić?



---

INSTALACJA PV

## Geneza

- Instalacja fotowoltaiczna 10kWp
- Początkowo „poprawna” praca
- Rozwój instalacji PV w obszarze zamieszkania
- Nieustanne wyłączenia



Image: Tereza Baska, Flickr

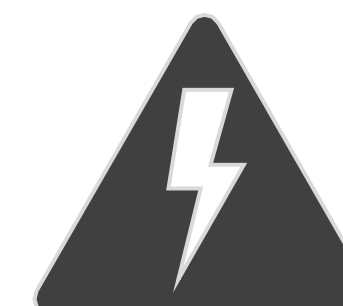
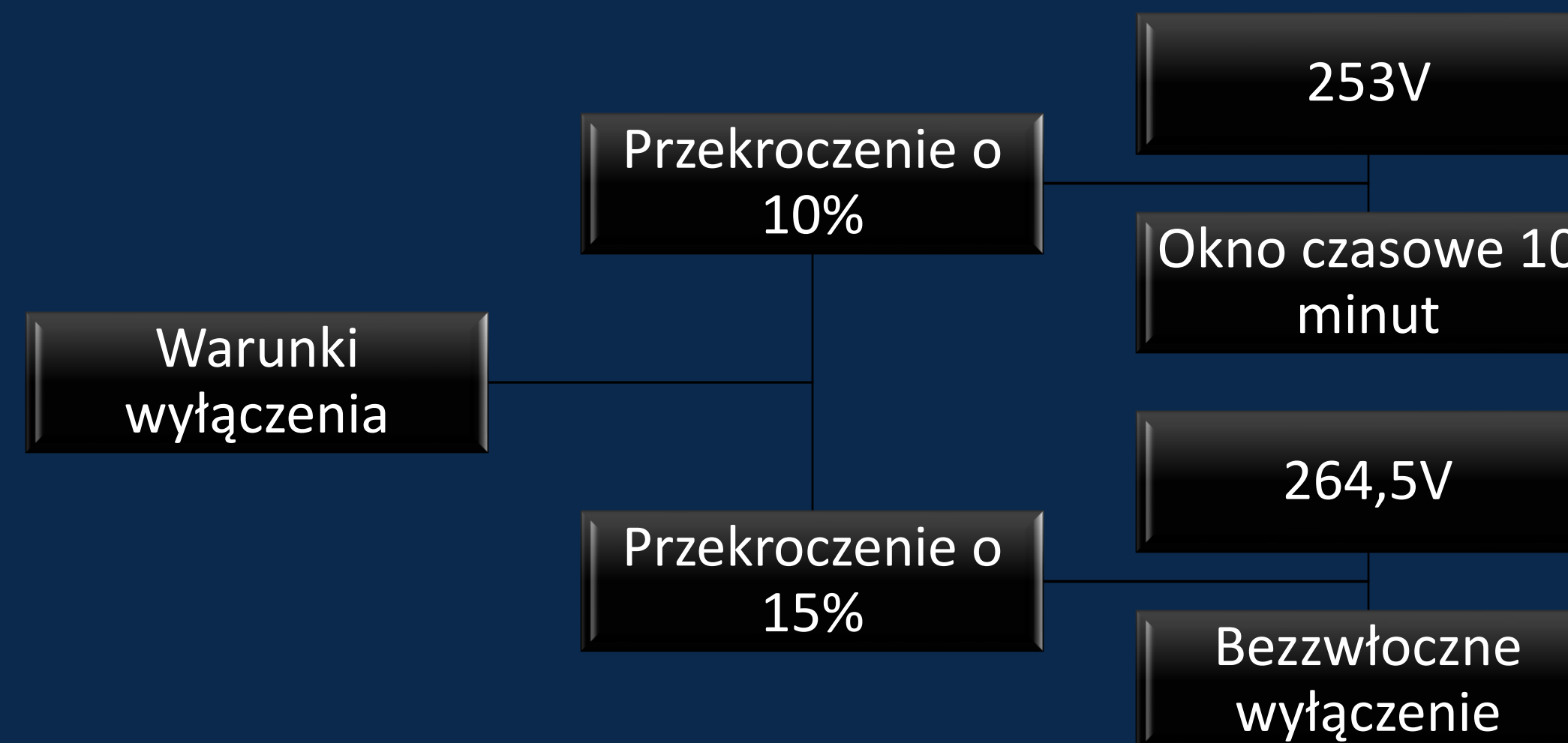


Image: mjmonty, Flickr

DLACZEGO PROBLEM WYSTĘPUJE?

# Analiza

- Norma PN-EN 50549-1:2019



253V

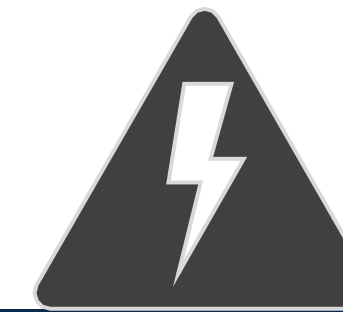


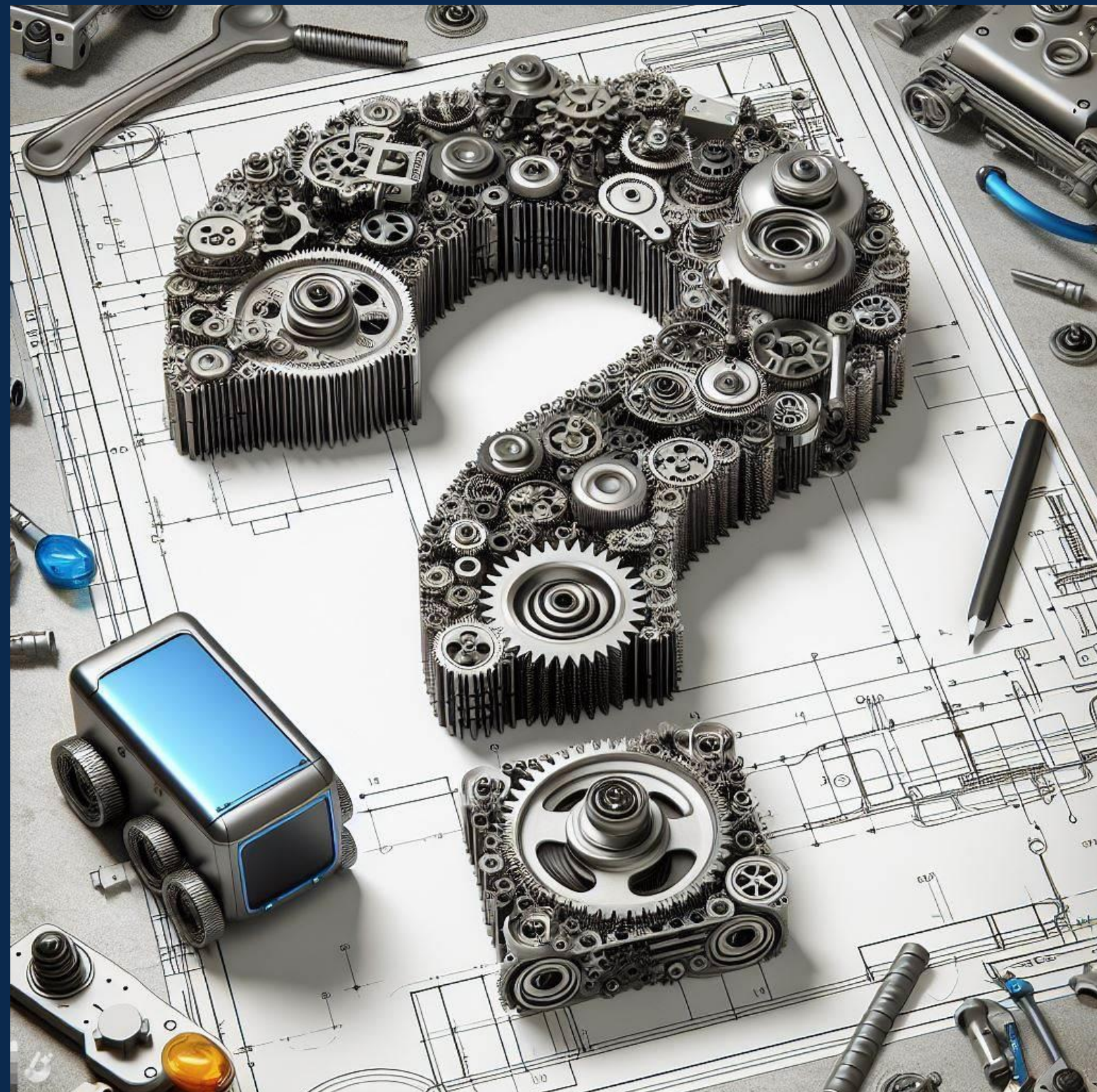
Image: allegro.pl

DLACZEGO PROBLEM WYSTĘPUJE?

## Analiza

- Archaiczna infrastruktura
- Jednokierunkowe transformatory
- Statyczne odczepy
- Zbyt wielu prosumentów (na koniec marca 2023 było to 966 350 osób)



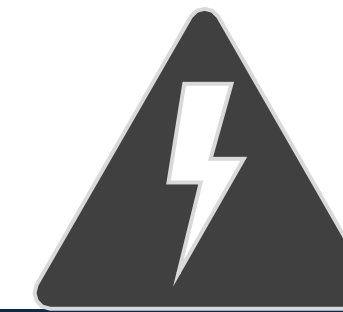


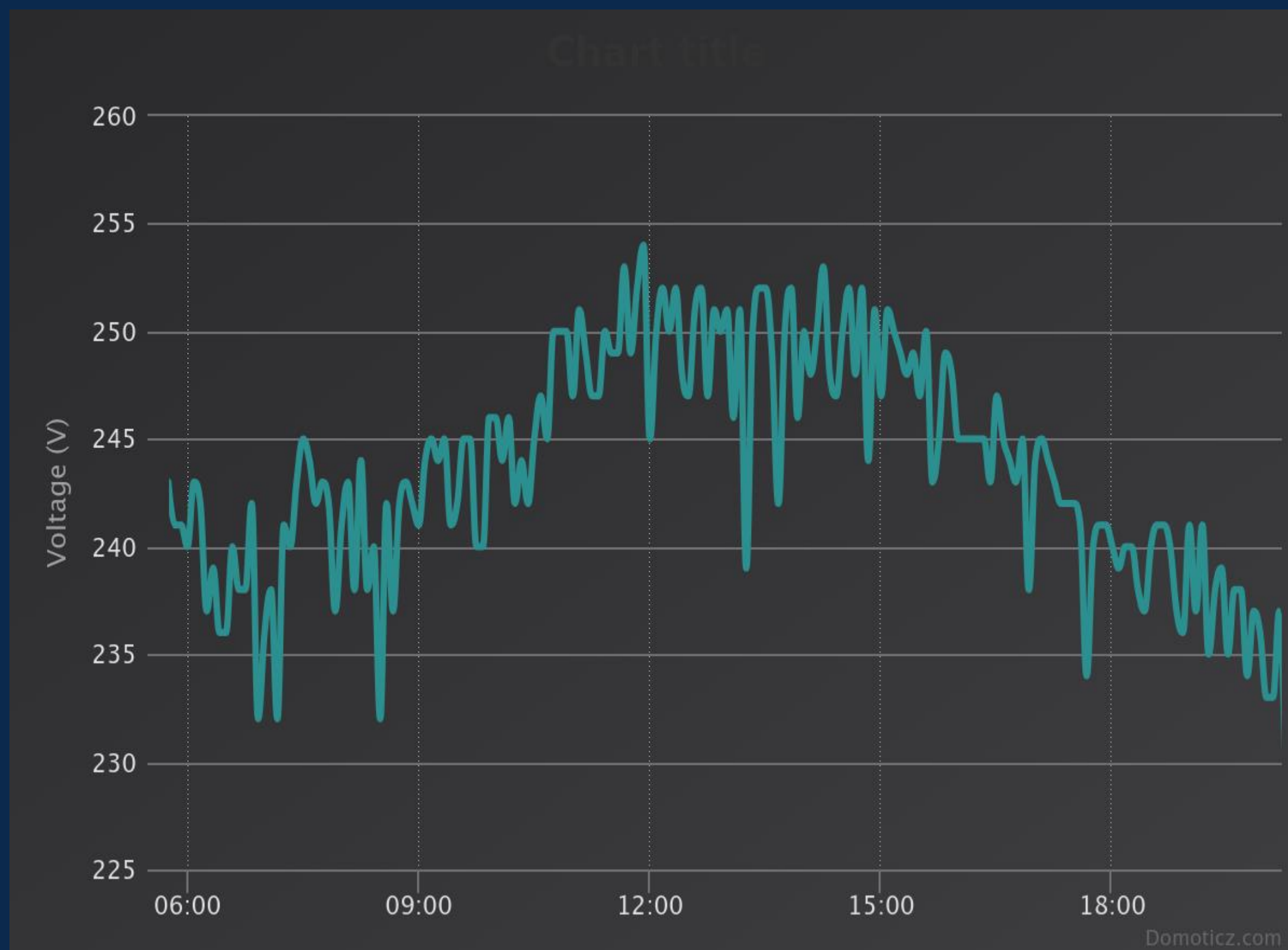
question mark with agv by Microsoft Bing Image

I TO PROWADZI DO

# Pytania

- Jakie są rzeczywiste straty związane z wyłączeniami dla zastanych warunków funkcjonowania instalacji?
- Czy da się im zapobiec?
- Jaka będzie efektywność ekonomiczna takiego rozwiązania?





Napięcie dla jednej z faz – system monitorowania w oparciu o Domoticz

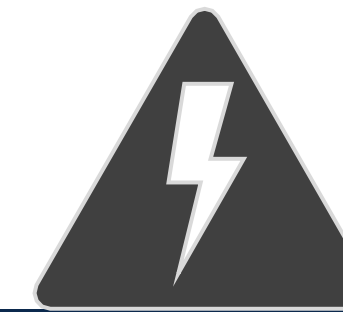
CO I DLACZEGO ZBIERAŁEM

## Pomiary

- Napięcie (R, S, T / formalnie L1, L2, L3)
- Produkcja energii
- Pobór energii

----- Ponadto -----

- Zużycie energii przez poszczególne grzałki
- Dodatkowe parametry (sieć, warunki pogodowe...)



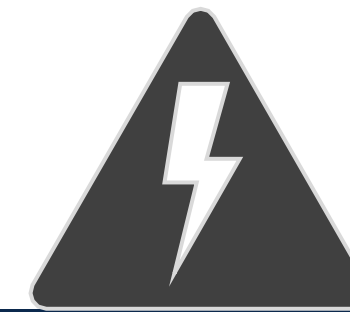


Fronius - [sklepsoltech.pl](http://sklepsoltech.pl) | Gosund – [x-kom.pl](http://x-kom.pl) | RPI - [botland.com.pl](http://botland.com.pl)

NARZĘDZIA WSPOMAGAJĄCE

# Pomiary

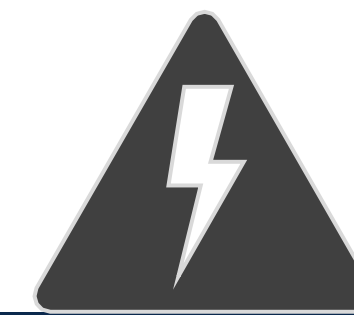
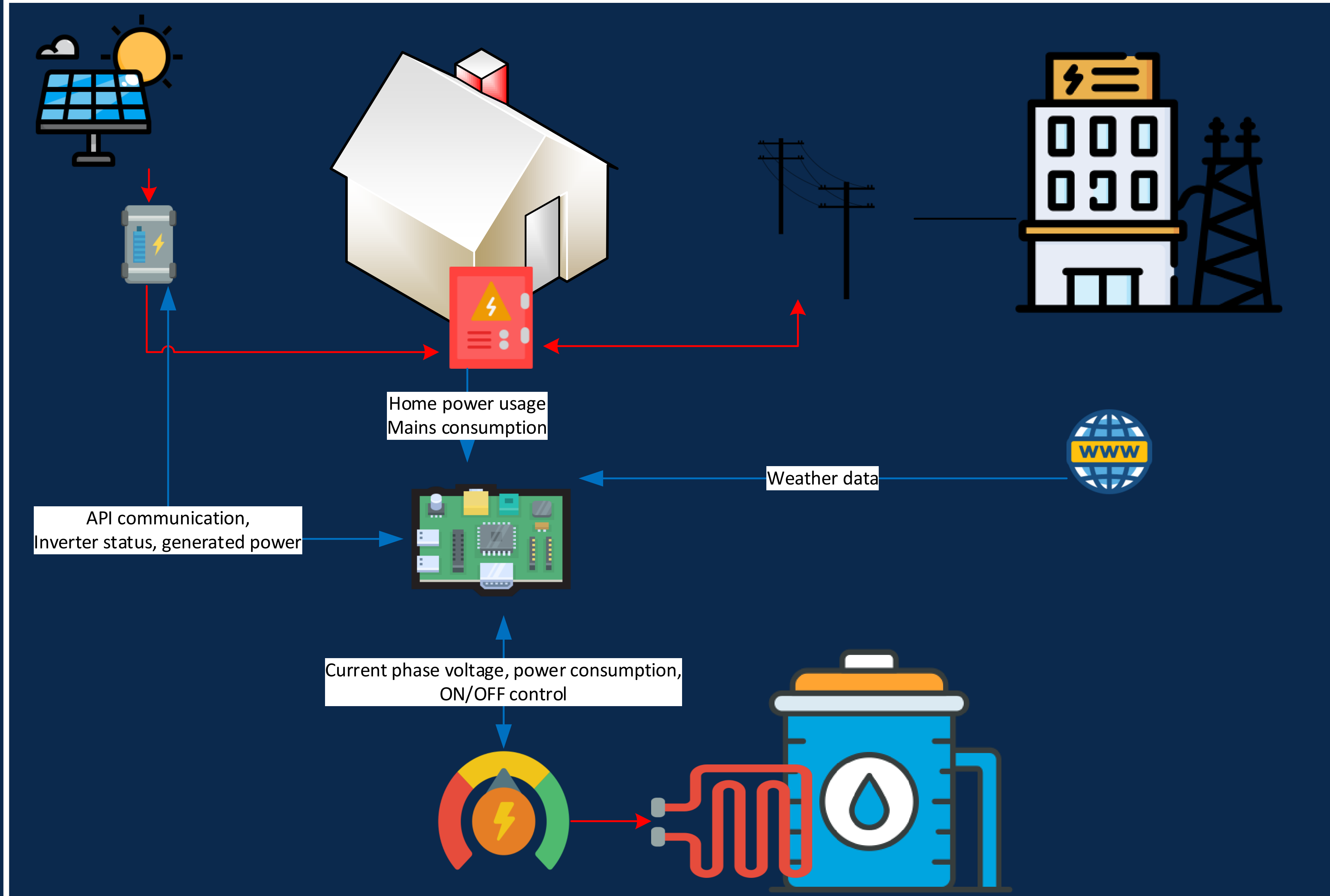
- Falownik – Fronius Symo 10.0-3-M
  - Z wykorzystaniem Fronius Solar API – dostarcza dane przez http (w formacie JSON)
  - Dodatkowy pomiar zużycia energii przez budynek
- Zdalnie sterowane gniazda z pomiarem parametrów elektrycznych – Gosund SP 111
  - Ponadto sterowanie 3 grzałkami 500W
- Infrastruktura obliczeniowa – Raspberry Pi 3B





# Pomiary

S C H E M A T



i	P [Wh]	P_recov	P_loos [Wh]	W_loos [W]
1	6311	-2		
2	6305	-6		
3	6314	9		
4	6318	4		
5	6329	11		
6	6340	11		
7	6335	-5		
8	0	-6335	6335	17.72
9	0	0	6335	17.72
10	0	0	6335	17.72
11	0	0	6335	17.72
12	0	0	6335	17.72
13	0	0	6335	17.72
14	0	0	6335	17.72
15	0	0	6335	17.72
16	0	0	6335	17.72
17	0	0	6335	17.72
18	136	136	6199	17.34
19	236	100	6099	17.07
20	402	166	5933	16.60
21	570	168	5775	16.14
22	769	199	5576	15.58
23	901	132	5444	15.22
24	1068	167	5277	14.75
...	...	...	...	...

# Otrzymane wyniki

---

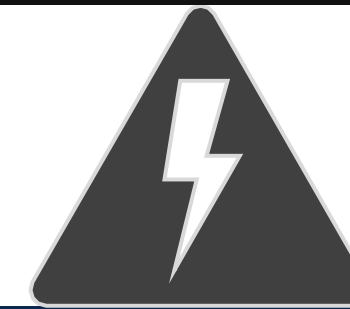
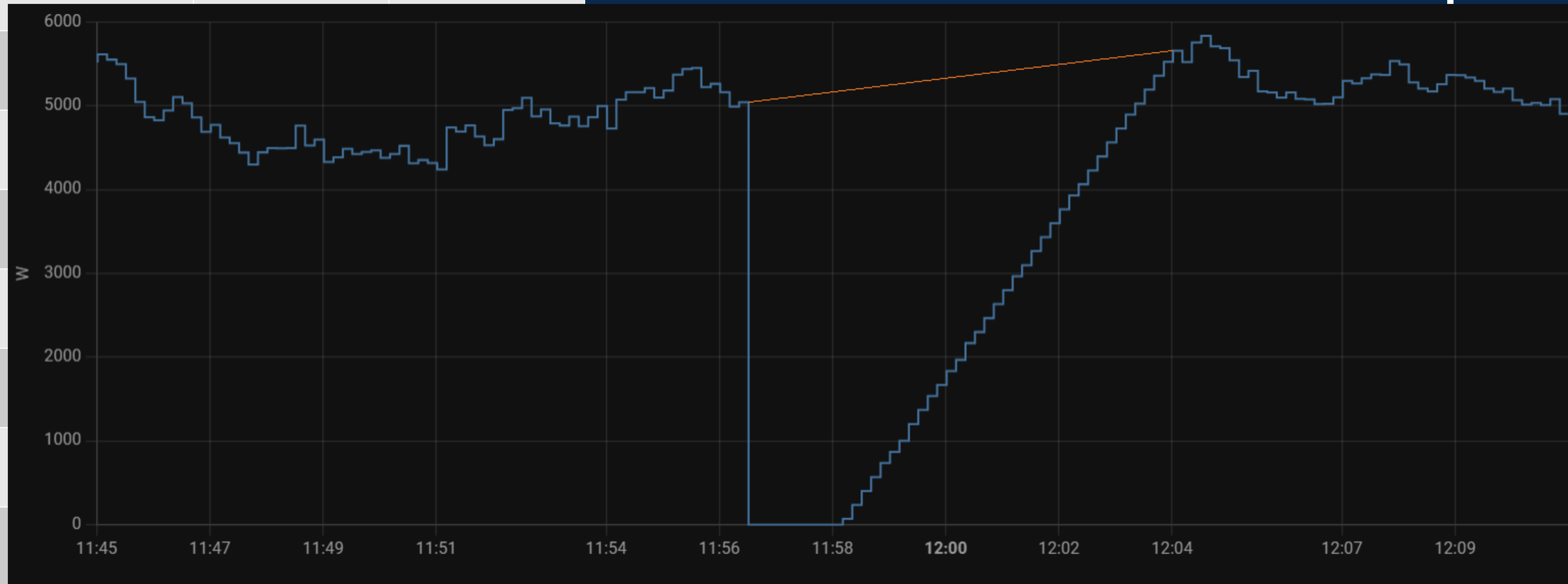
CZYLI  
JAK  
OBLICZONO  
STRATĘ



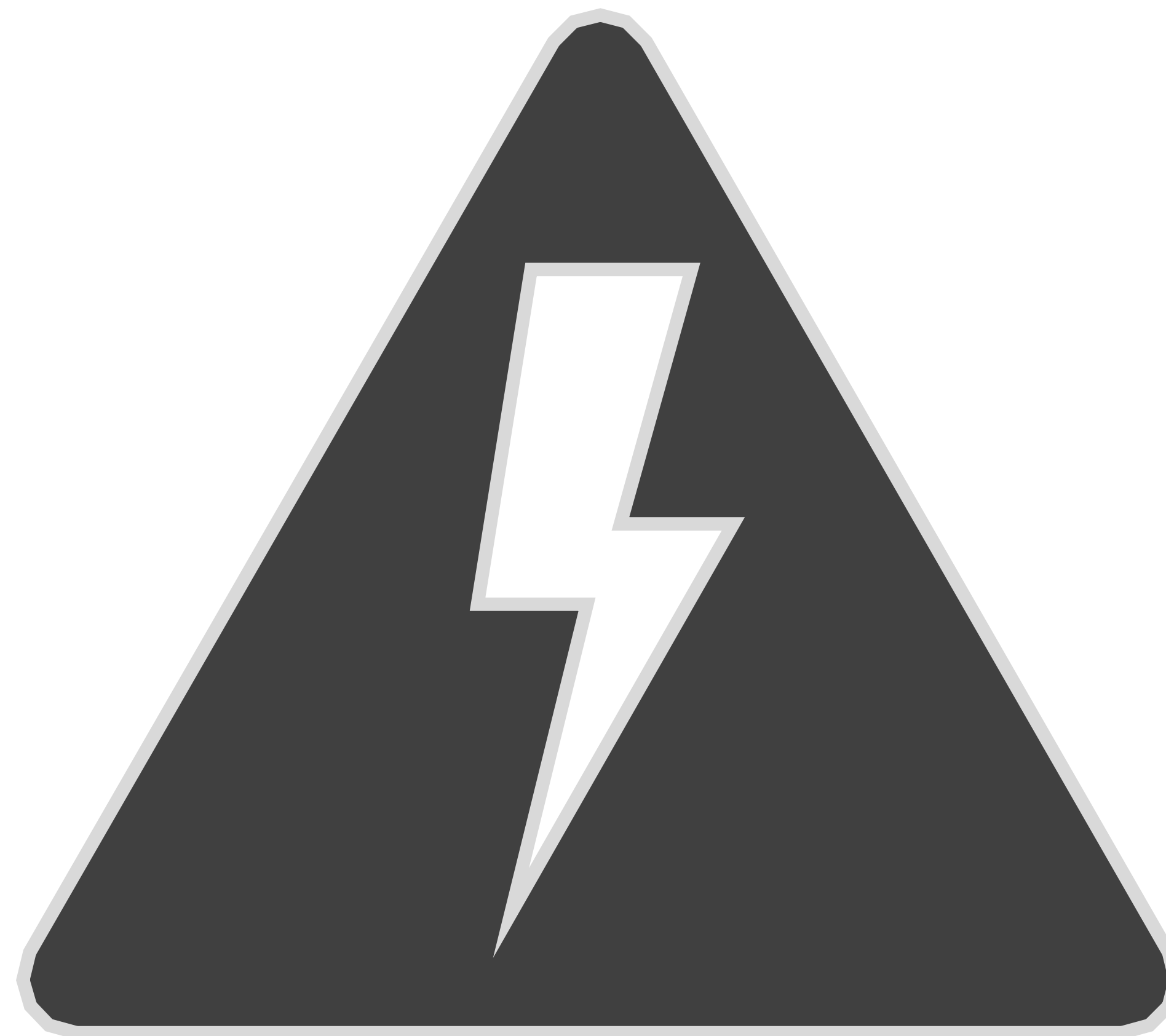
i	P [Wh]	P_recov	P_loos [Wh]	W_loos [W]
...	...	...	...	...
51	5395	168	984.5	2.73
52	5562	167	817.5	2.27
53	5762	200	617.5	1.72
54	5895			
55	5995			
56	6155			
57	6329			
58	6425			
59	6424			
60	6431			

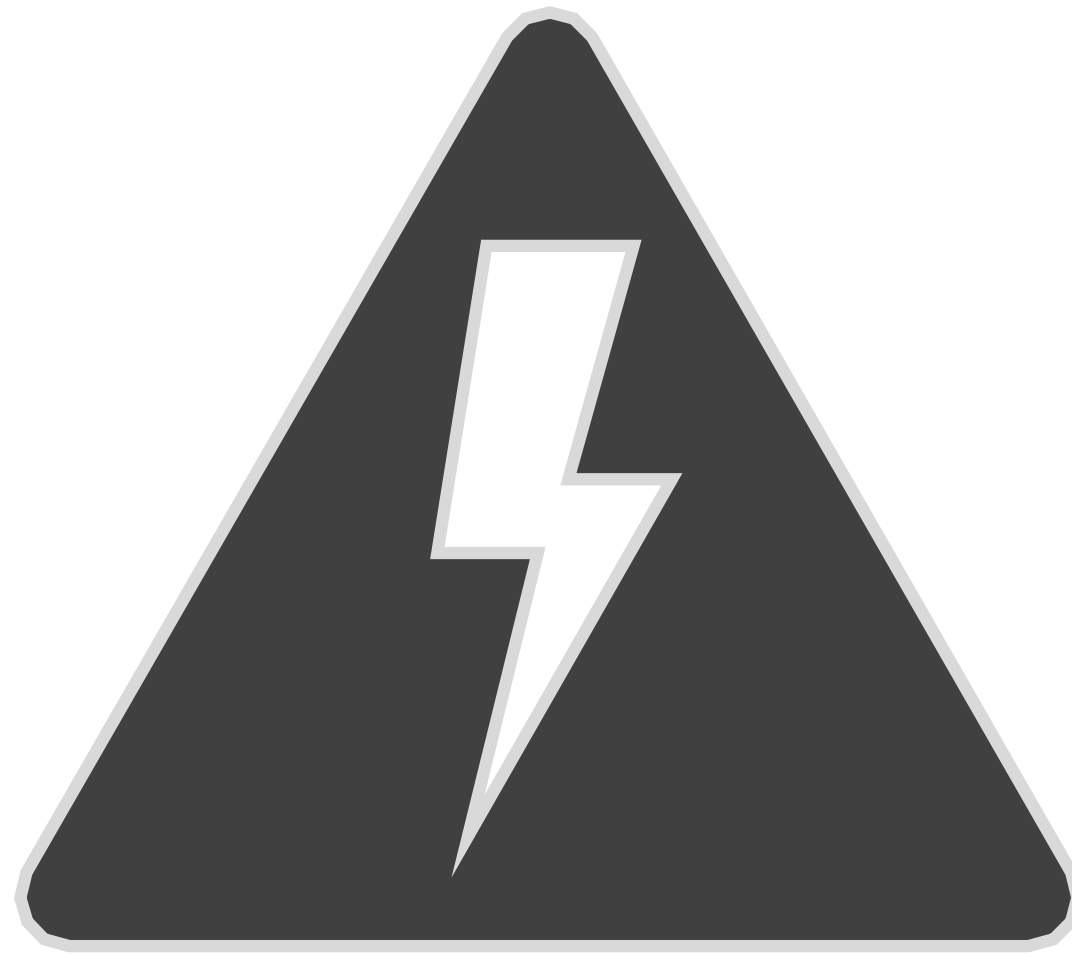
# Otrzymane wyniki

CZYLI JAK OBLICZONO STRATĘ



Ile energii  
tracimy?



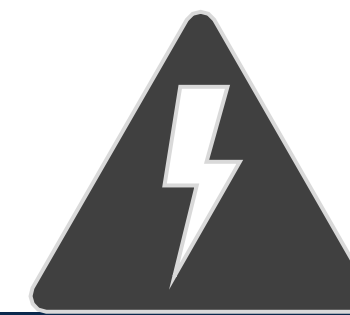
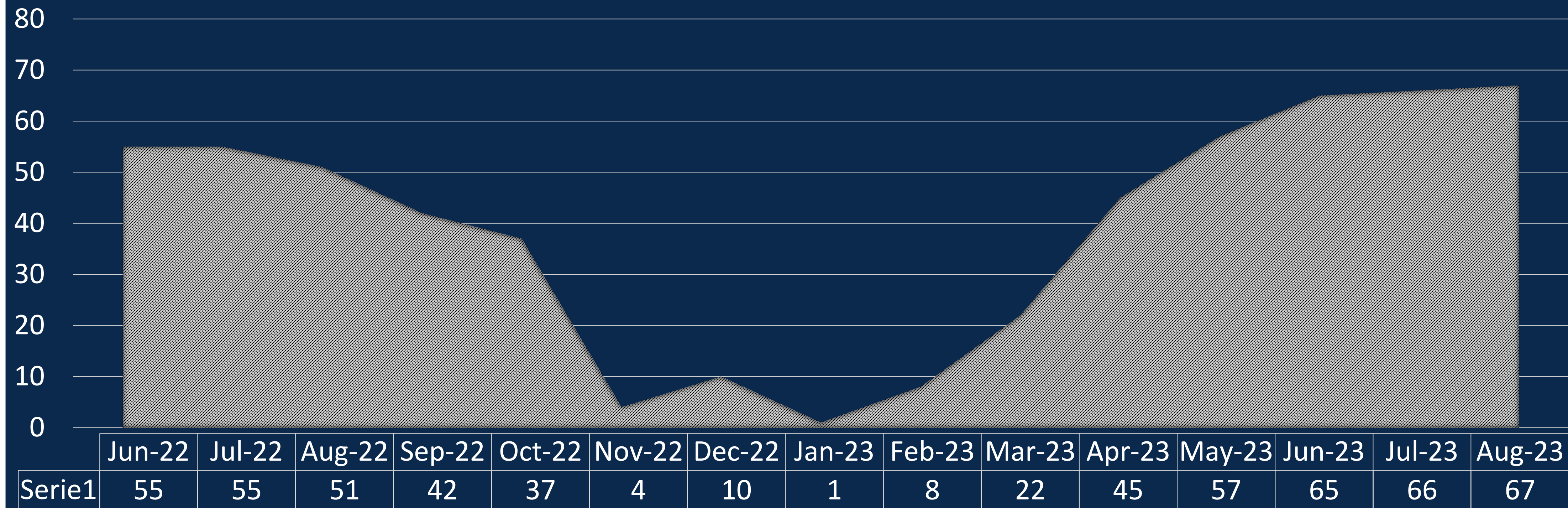


**Dużo!**

- Dziennie – nawet kilkanaście wyłączeń
- Rocznie – Udokumentowane 515 kWh strat
- W 15-letnim cyklu życia instalacji, daje to niespełna 1 dodatkowy rok

# Wyłączenia

06.2022 – 08.2023



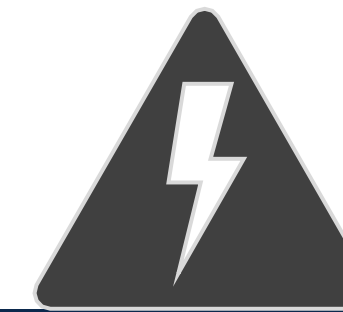


[www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)

SYSTEM ZAPOBIEGAJĄCY WYŁĄCZENIOM

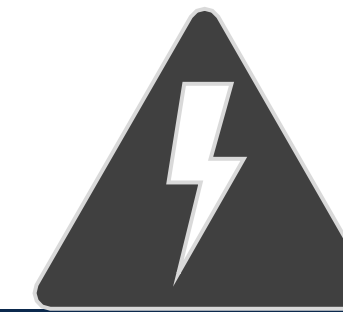
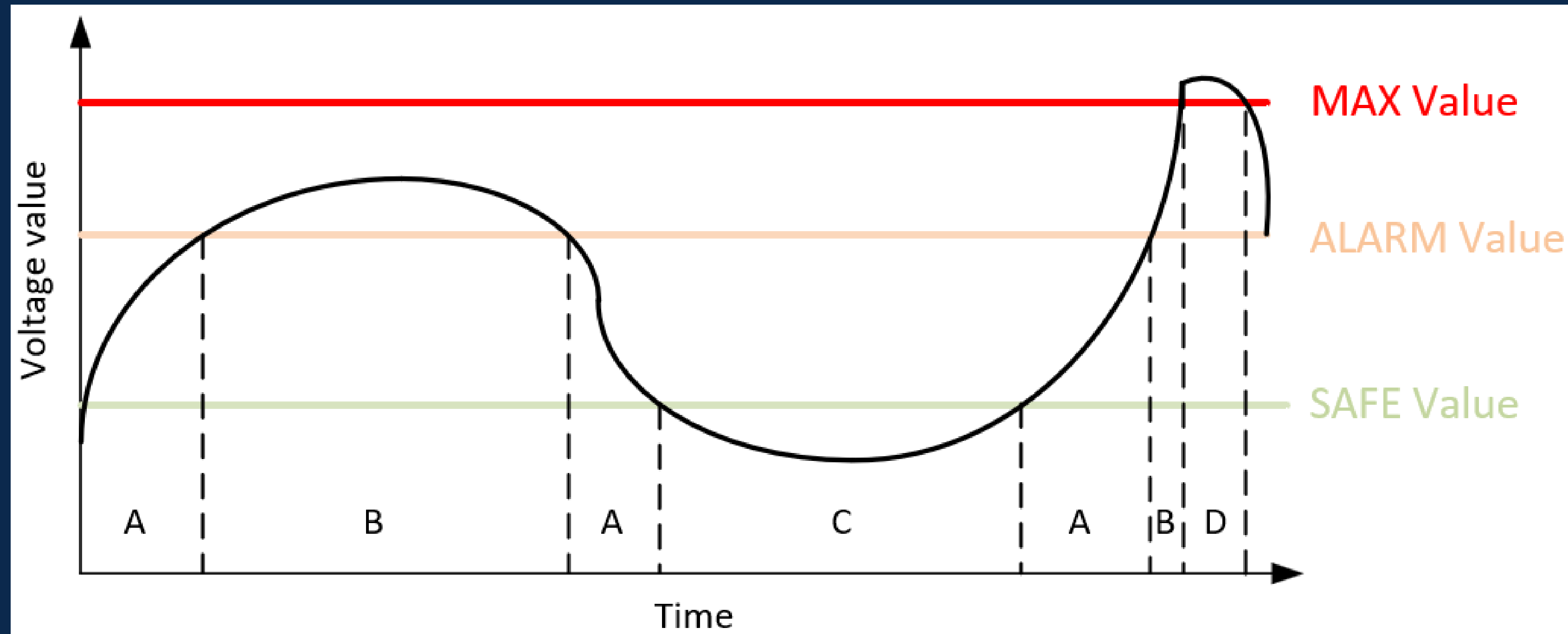
## Cel

1. Nie pobierać niechcianej energii
2. Jak najwięcej energii wypchnąć do sieci
3. Zapobiec wyłączeniu instalacji PV



# Próby rozwiązania

## PROBLEMU WYŁĄCZEŃ

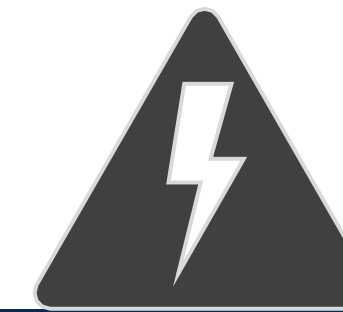




# Próby rozwiązania

## PROBLEMU WYŁĄCZEŃ

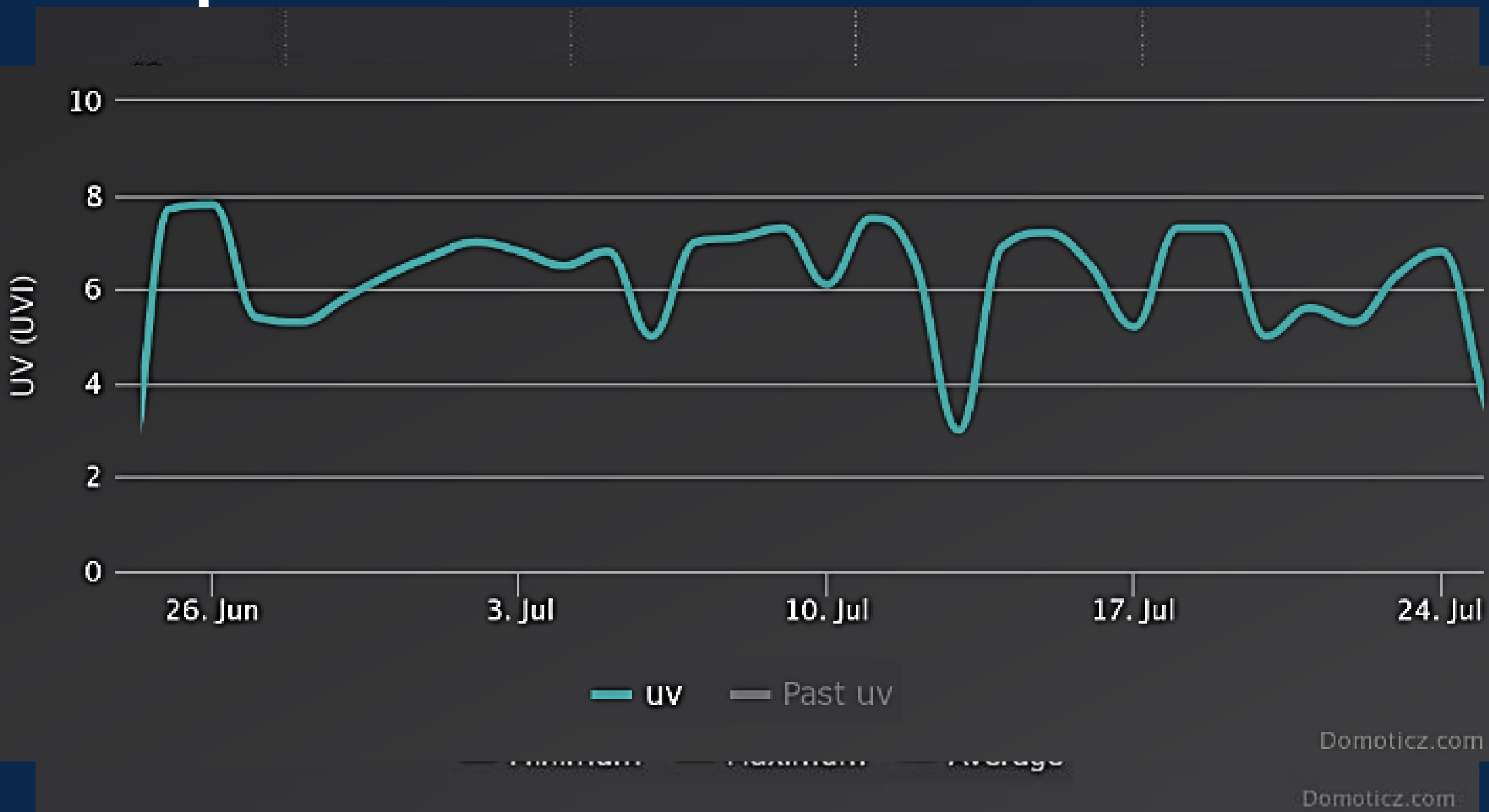
```
13 execute = function(domoticz, device)
14     local voltageR = domoticz.devices(318).voltage -- P1 used Today
15     local production = domoticz.devices(78).usage -- P1 used Today
16     local temperaure = tonumber(domoticz.devices(142).temperature)
17     local currentCounter = domoticz.variables('flagR').value
18     local maxvolt = 260
19     local timevolt = 252
20     local panicVolt = 254
21     local panicVolt2 = 256
22     local safevolt = 248
23     local ontime = 25
24     local offtime = 10
25     local minimumProduction = 5000
26     local cutOffProduction = 2000
27     -- domoticz.log(voltageR)
28     if (voltageR > maxvolt) then
29         domoticz.devices(312).switchOn()
30     elseif (voltageR > panicVolt2 and production > minimumProduction) then
31         domoticz.variables('flagR').set(currentCounter + 5)
32     elseif (voltageR > panicVolt and production > minimumProduction) then
33         domoticz.variables('flagR').set(currentCounter + 2)
34     elseif (voltageR > timevolt and production > minimumProduction) then
35         domoticz.variables('flagR').set(currentCounter + 1)
36     elseif (voltageR < safevolt and currentCounter > 1) then
37         domoticz.variables('flagR').set(currentCounter - 1)
38     elseif (voltageR < safevolt and domoticz.devices(312).active == true and currentCounter > ((offtime + 1) * -1)) then
39         domoticz.variables('flagR').set(currentCounter - 1)
40     end
41
42     if (currentCounter > ontime and temperaure < 70) then
43         domoticz.devices(312).switchOn()
44         domoticz.variables('flagR').set(0)
45     elseif (currentCounter < (offtime * -1)) then
46         if (domoticz.devices(312).active == true) then
47             domoticz.devices(312).switchOff()
48         end
49         domoticz.variables('flagR').set(0)
50     end
```



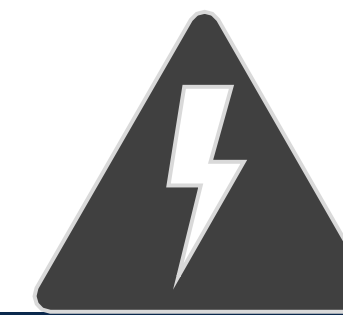
## BADANIE SKUTECZNOŚCI

# Okresy referencyjne

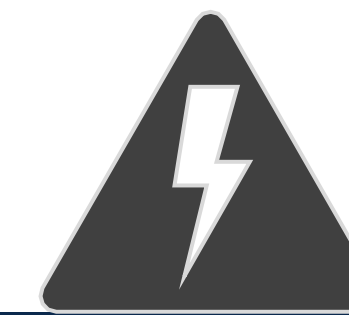
- System badano w dwutygodniowych okresach referencyjnych, zbliżonych co do produkcji
- Uwzględniono wymaganie podobnego poziomu:
  - Opadów
  - Widoczności
  - Poziomu UV

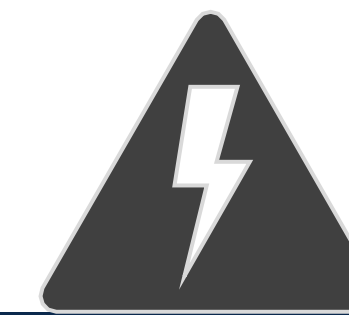
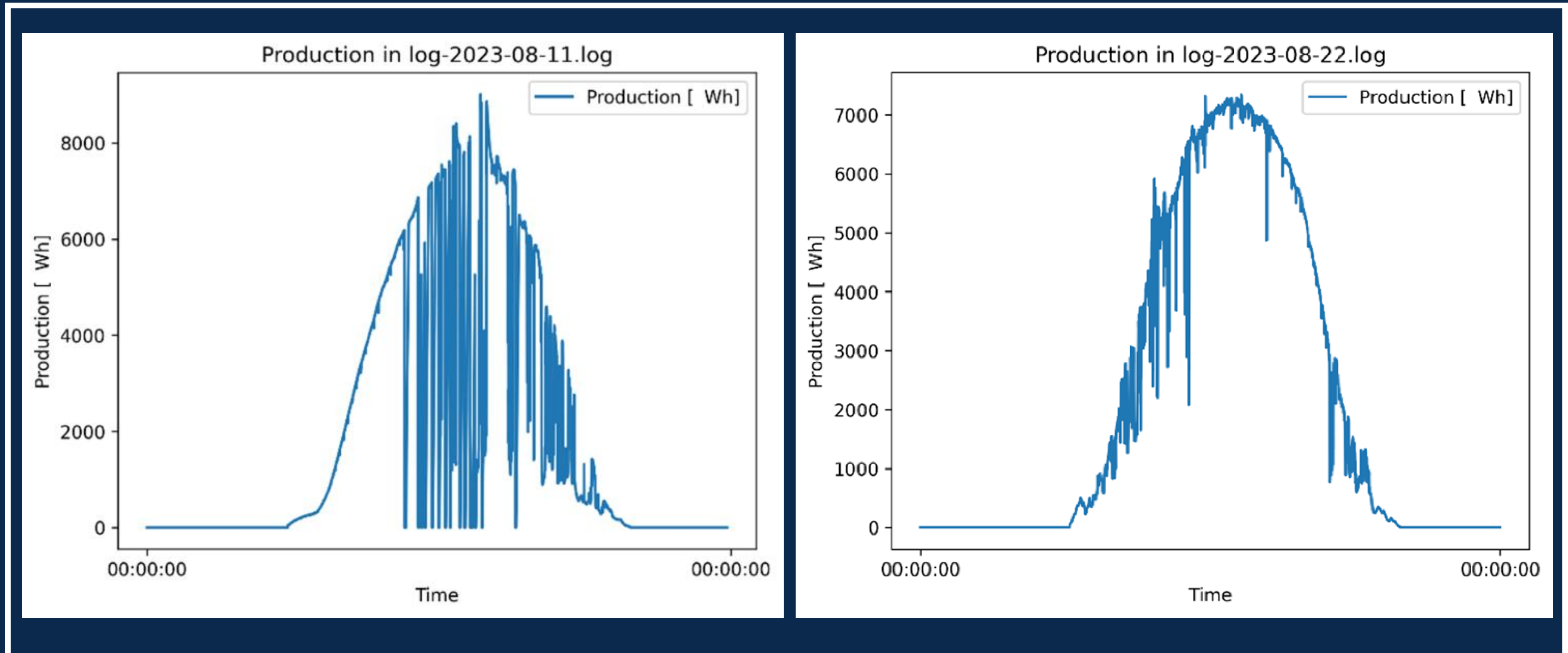


System Domoticz



Day	Number of turnoffs	System status	Production [kWh]	Energy lost [kWh]	Percent energy lost	Day	Number of turnoffs	System status	Production [kWh]	Energy lost [kWh]	Percent energy lost
1	0	0	25.58	0.00	0.00%	16	1	1	44.36	0.61	1.37%
2	0	0	6.75	0.00	0.00%	17	1	1	49.76	0.48	0.97%
3	0	0	8.59	0.00	0.00%	18	1	1	43.55	0.28	0.65%
4	0	0	20.56	0.00	0.00%	19	0	1	52.36	0.00	0.00%
5	3	0	40.41	1.80	4.46%	20	0	1	26.57	0.00	0.00%
6	0	0	24.78	0.00	0.00%	21	4	1	51.87	3.39	6.54%
7	3	0	49.41	2.03	4.12%	22	4	1	45.43	3.06	6.74%
8	16	0	43.26	8.78	20.30%	23	0	1	20.67	0.00	0.00%
9	4	0	55.43	3.21	5.78%	24	0	1	23.98	0.00	0.00%
10	8	0	48.11	5.52	11.47%	25	0	1	7.98	0.00	0.00%
11	1	0	55.23	0.42	0.77%	26	0	1	7.85	0.00	0.00%
12	5	0	52.66	3.86	7.34%	27	0	1	7.28	0.00	0.00%
13	3	0	47.14	1.98	4.21%	28	2	1	36.82	1.32	3.58%
14	2	0	29.02	1.55	5.34%	29	1	1	33.94	0.50	1.49%
15	4	0	44.65	2.81	6.29%	30	1	1	31.22	0.59	1.90%



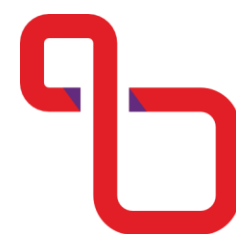


OTRZYMANE

# Rezultaty



Silesian University  
of Technology



EXCELLENCE INITIATIVE  
RESEARCH  
UNIVERSITY



Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki  
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

O T R Z Y M A N E

# Rezultaty

- Spadek liczby wyłączeń o 41%
- Redukcja zużycia energii o około 1/5
- Uzysk energetyczny na poziomie 40% (przy założeniu wykorzystania CWU)
- Po uwzględnieniu kosztów sprzętu i energii w 15-letnim cyklu okres zwrotu z ponad 300 dni spada do 100

System status	Shutdowns (per year)	Shutdowns (as percent)	Energy consumption of heaters	Energy loss	Energy balance
0	516	100%	0 kWh	515 kWh	-515 kWh
1	304	59% (-41%)	110 kWh	292 kWh	-402 kWh




OTRZYMANE

# Rezultaty



*Article*

## **Analysis of Financial Losses and Methods of Shutdowns Prevention of Photovoltaic Installations Caused by the Power Grid Failure in Poland**

Krzysztof Hanzel 

Faculty of Automation Control, Electronics and Informatics Gliwice, Silesian University of Technology,  
44-100 Gliwice, Poland; krzysztof.hanzel@polsl.pl



# KONTAKT



Dziękuję za uwagę



**Phone**

+48 669 574 295



**E-mail**

Krzysztof.Hanzel@polsl.pl



**Follow us:**

[facebook.com/polsl](https://facebook.com/polsl)

[twitter.com/polsl](https://twitter.com/polsl)