



Politechnika
Wrocławska

AUTONOMICZNY TRACKER SOLARNY

Ignacy Rogatty



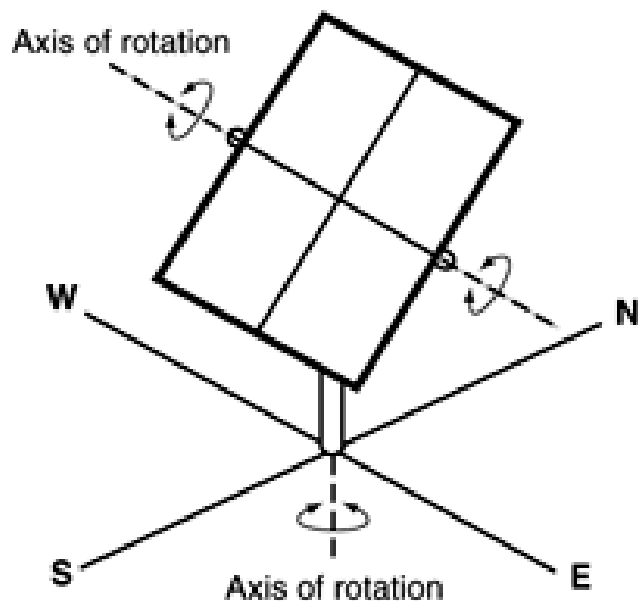
HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Promotor : dr hab. inż. Jacek Rezmer

CEL I ZAKRES PRACY

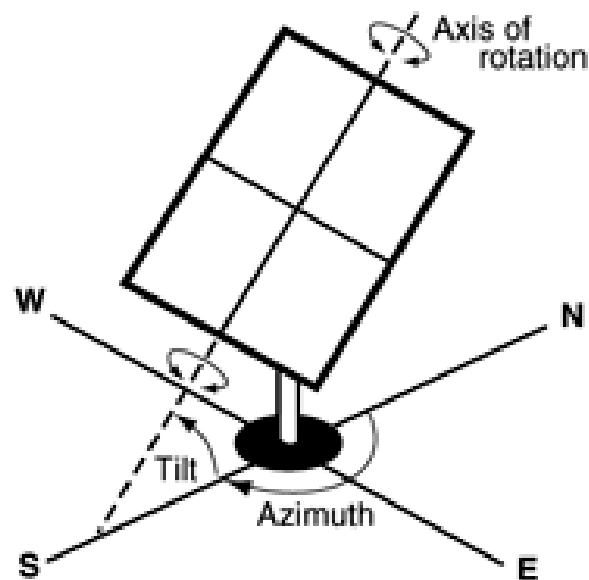
- Celem pracy było wykonanie systemu podążającego za słońcem (trackera solarne) na mikrokontrolerze i silnikach elektrycznych.
- Zakres pracy obejmował opracowanie koncepcji urządzenia, wykonanie części mechanicznej i elektronicznej urządzenia, utworzenie programu sterującego i komunikacyjnego oraz prowadzenie testów i analizę działania systemu.

RODZAJE TRACKERÓW SOLARNYCH



Two-axis tracking PV array

Rys. 1. Tracker dwuosiowy



**One axis tracking PV array
with axis oriented south.**

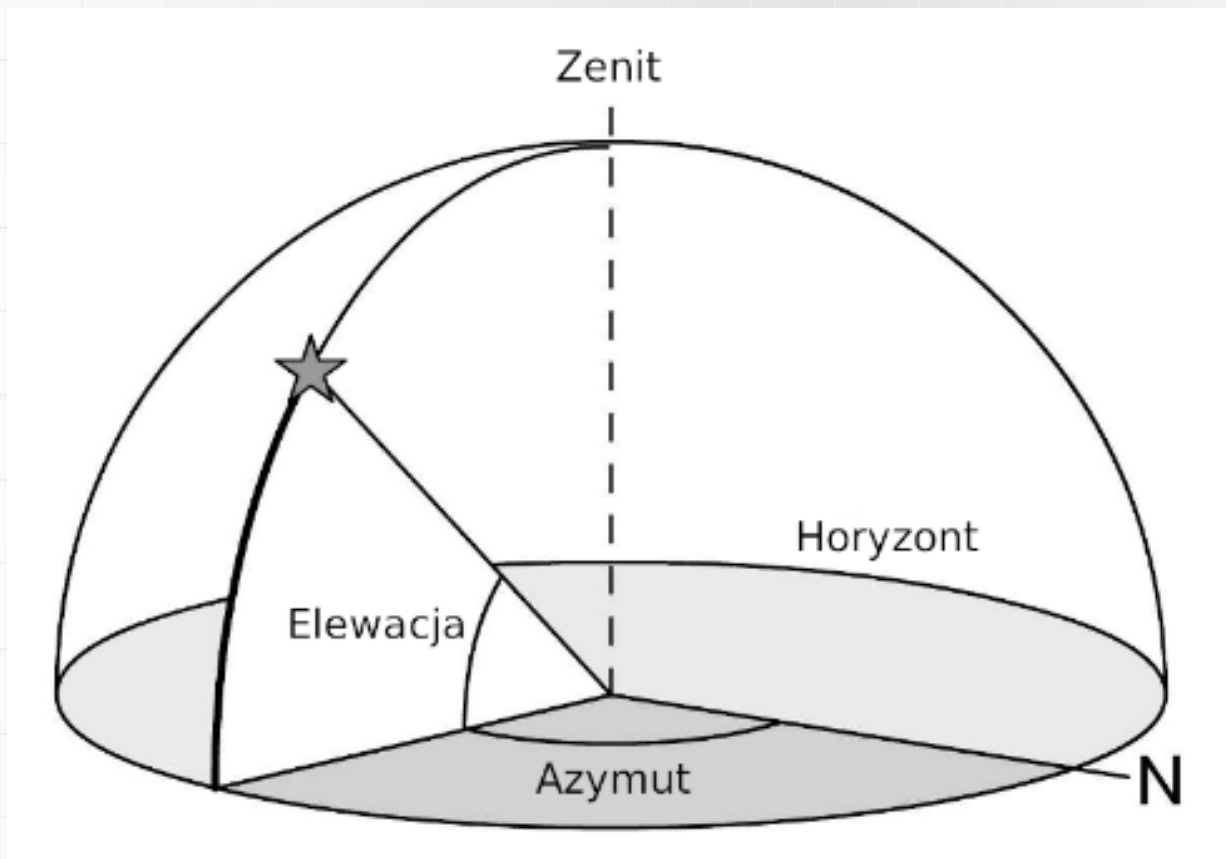
Rys. 2. Tracker jednoosiowy

TRACKER SOLARNY JEDNOOSIOWY POCHYLONY



Rys. 3. Chiński tracker jednoosiowy pochylony

KĄT AZYMUTU I ELEWACJI

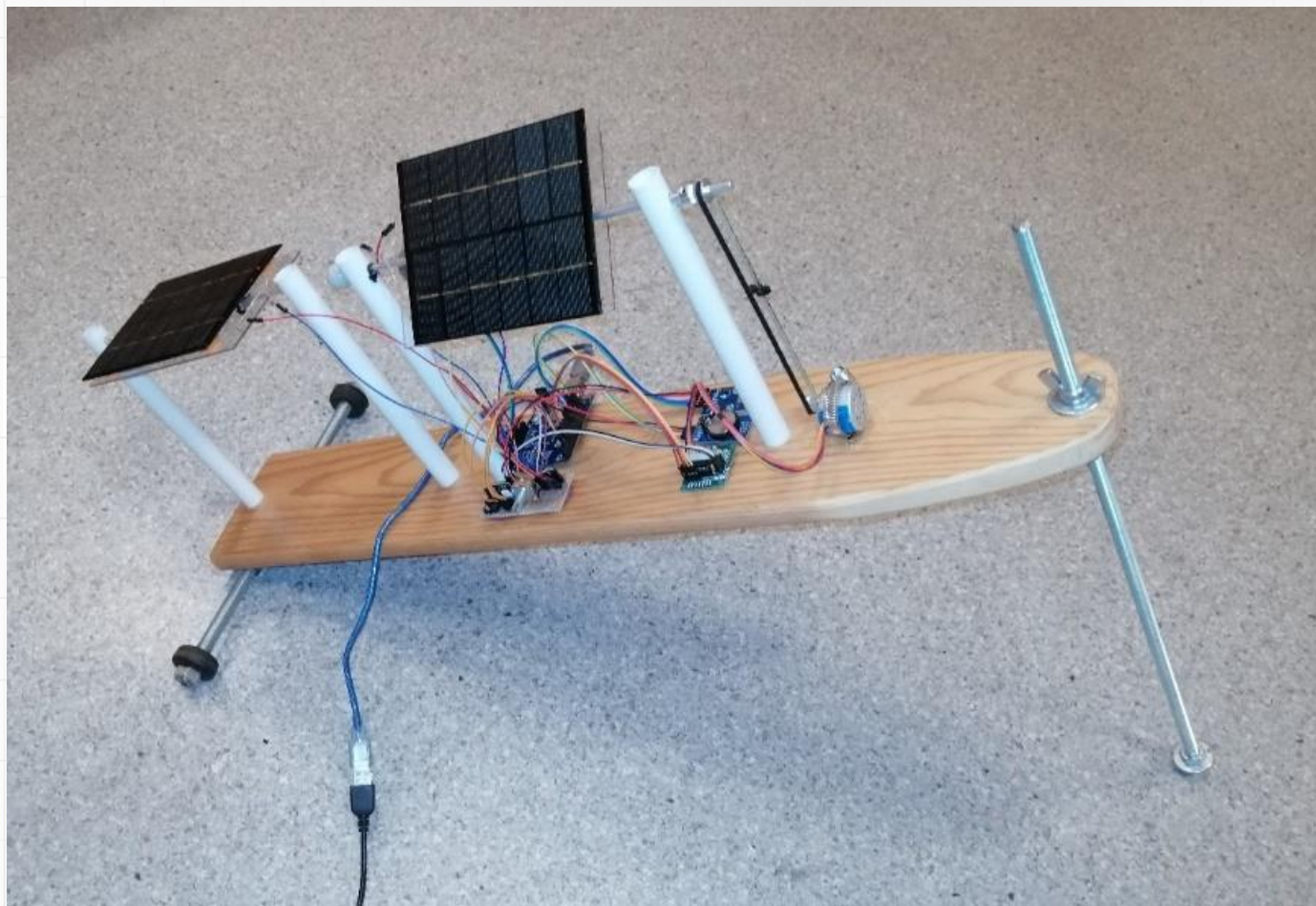


Rys. 4. Wizualizacja kątów azymutu i elewacji, oraz horyzontu i zenitu

ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

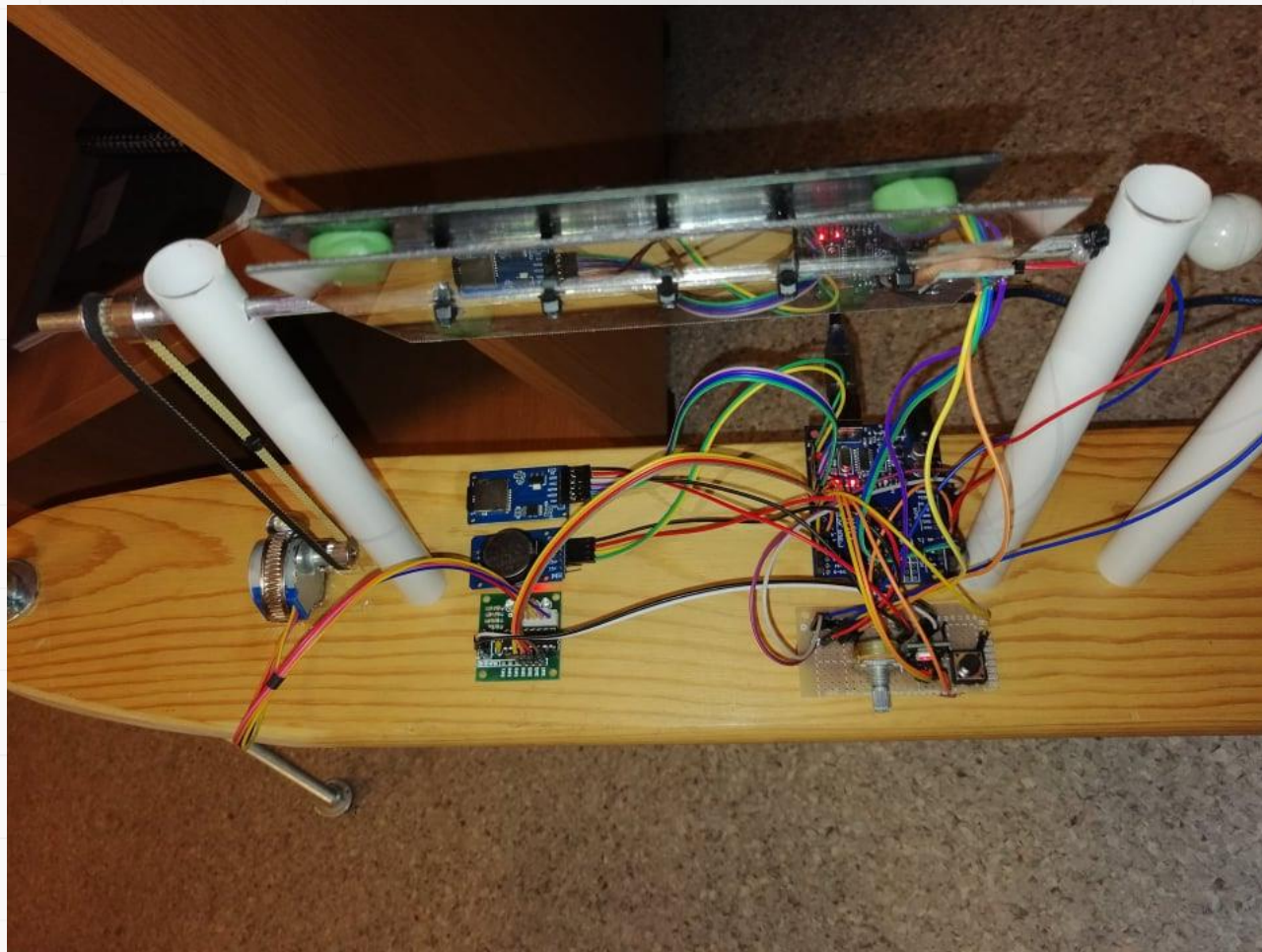
- Budowa prototypu trackera solarnego jednoosiowego pochylonego wraz z panelem stałym jako punkt odniesienia.
- Możliwość manualnej regulacji kąta nachylenia trackera na przestrzeni roku.
- Przeprowadzenie badań prototypu, które udowodnią tezę, że tracker jednoosiowy pochylony jest w stanie wyprodukować zbliżoną ilość energii do trackera dwuosiowego przy zmniejszonych kosztach inwestycji.

KONSTRUKCJA



Rys. 5. Konstrukcja prototypu trackera jednoosiowego pochylonego

ELEKTRONIKA



Rys. 6. Elementy elektroniczne prototypu trackera jednoosiowego pochylonego

PROGRAM ARDUINO

- Pomiar napięcia na zaciskach paneli fotowoltaicznych.
- Pomiar kątów nachylenia trackera w dwóch osiach, przeliczanie ich na kąty azymutu i elewacji.
- Obliczanie pozycji Słońca na niebie na podstawie lokalizacji trackera i czasu UTC.
- Przesyłanie tych danych do komputera PC poprzez port szeregowy oraz zapis na kartę MicroSD.
- 3 tryby wybierane przyciskiem (manualny, automatyczny, testowy).
- Regulacja dwupołożeniowa kąta azymutu i elewacji trackera za pomocą silnika krokowego.

TESTY PROGRAMU

Tryb automatyczny

18.12.2021 -- 16:34:19

Napięcie na panelu 1: 2.64

Napięcie na panelu 2: 3.05

Wartość zadana azymutu trackera: -30.18

Kąt azymutu Słońca: -57.81

Kąt azymutu trackera: 3.84

Kąt elewacji Słońca: -3.66

Kąt elewacji trackera: 51.51

Kąt elewacji panelu stałego: 51.67

Tryb automatyczny

18.12.2021 -- 16:34:20

Napięcie na panelu 1: 2.65

Napięcie na panelu 2: 3.10

Wartość zadana azymutu trackera: -30.18

Kąt azymutu Słońca: -57.81

Kąt azymutu trackera: 3.77

Kąt elewacji Słońca: -3.66

Kąt elewacji trackera: 52.28

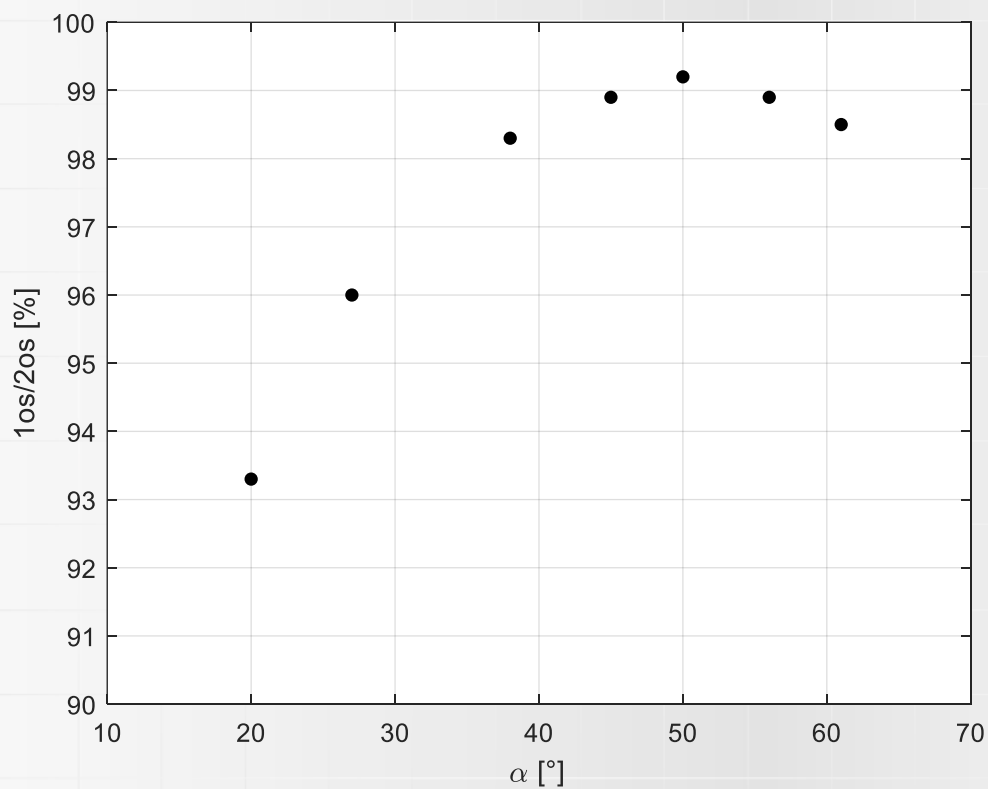
Kąt elewacji panelu stałego: 52.44

21.09.2022	11:03:00	2.23	1.41	-5.67	39.23	39.46	-5.85	39.35	3
21.09.2022	11:04:00	2.21	1.41	-5.27	39.44	39.64	-6.17	39.33	3
21.09.2022	11:05:00	2.23	1.40	-5.46	39.37	39.59	-6.50	39.32	3
21.09.2022	11:06:00	2.24	1.39	-6.64	39.11	39.42	-6.82	39.30	3
21.09.2022	11:07:00	2.23	1.40	-6.47	39.14	39.44	-7.14	39.28	3
21.09.2022	11:08:00	2.26	1.41	-6.55	38.96	39.26	-7.46	39.26	3
21.09.2022	11:09:00	2.24	1.42	-6.18	38.94	39.21	-7.78	39.24	3
21.09.2022	11:10:00	2.20	1.41	-7.17	39.15	39.52	-8.11	39.21	3
21.09.2022	11:11:00	2.21	1.41	-7.66	38.47	38.88	-8.43	39.19	3
21.09.2022	11:12:00	2.22	1.41	-7.55	39.47	39.88	-8.75	39.17	3
21.09.2022	11:13:00	2.20	1.41	-7.88	38.81	39.25	-9.07	39.14	3
21.09.2022	11:14:00	2.23	1.39	-9.45	38.54	39.17	-9.39	39.12	3

Rys. 8. Ramki danych zapisane na karcie SD

Rys. 7. Ramki danych przesyłane przez port szeregowy

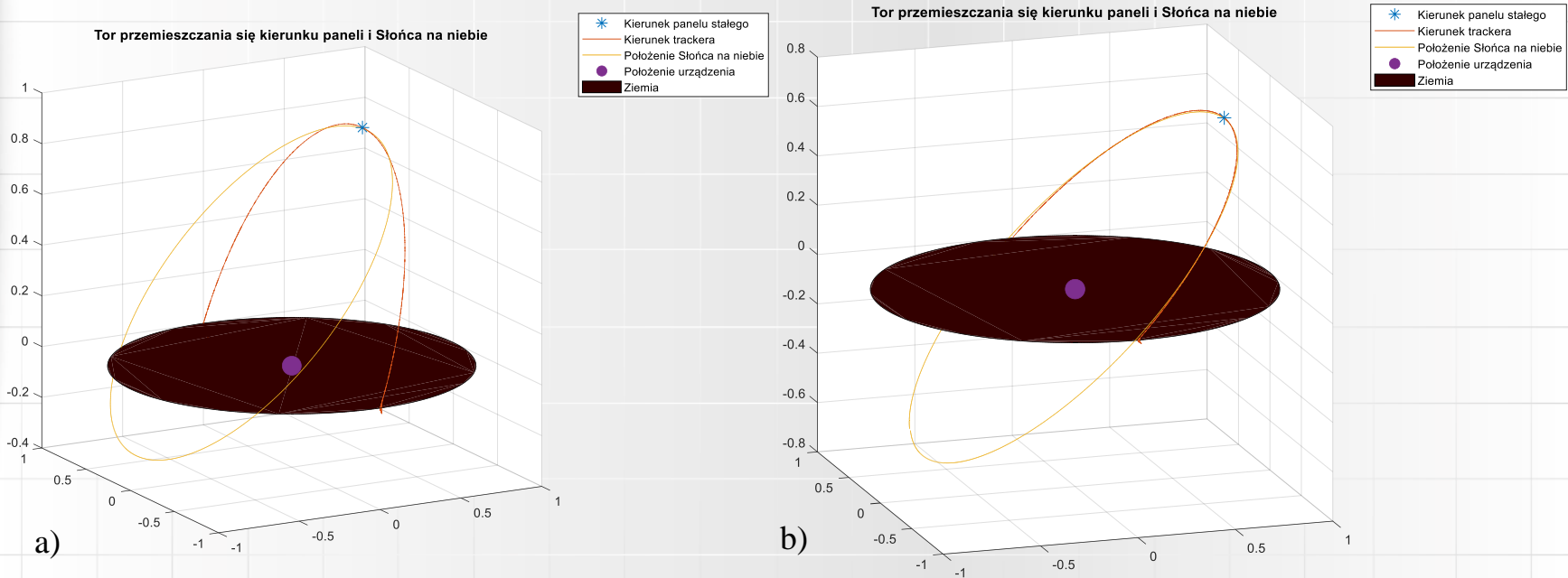
BADANIE OPTYMALNEGO KĄTA NACHYLENIA



Rys. 9. Zależność wyprodukowanej energii przez tracker dwuosiowy od kąta nachylenia trackera dla dnia 21 września 2022

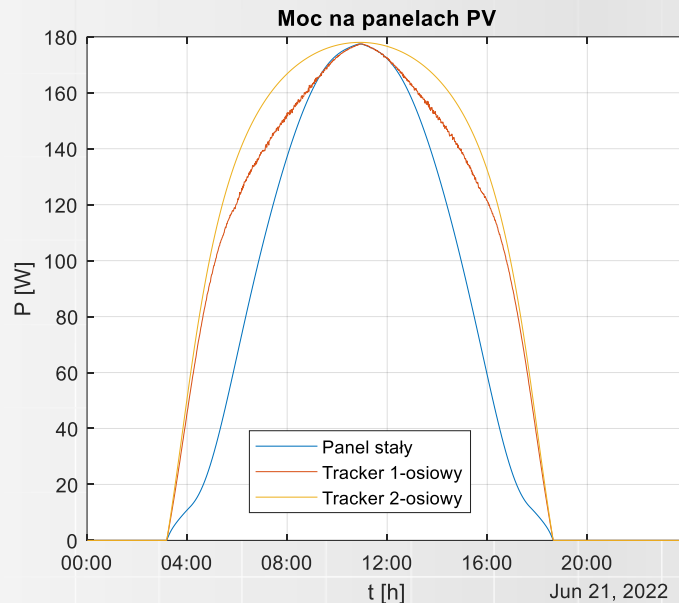
BADANIA PRODUKCJI ENERGII

- Napisano skrypt Matlab'a obliczający teoretyczną produkcję energii.
- Dane wczytywane są z pliku tekstowego zapisanego w trakcie badań na karcie SD.



Rys. 10. Tor ruchu Słońca i kierunku trackera na niebie dla: a) 21 czerwca, b) 21 września

BADANIE PRODUKCJI – LATO

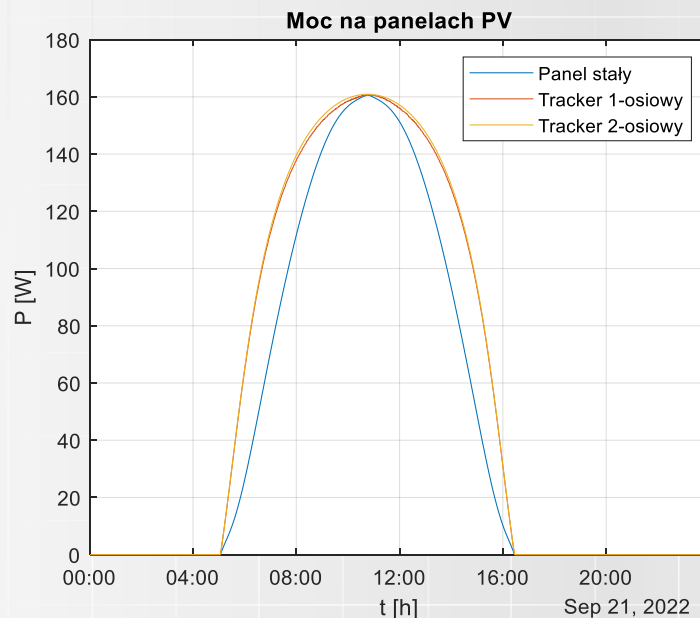


Rys. 11. Teoretyczna moc produkowana przez panel stały, na trackerze jednoosiowym i na trackerze dwuosiowym dla dnia 21 czerwca 2022

Energia wyprodukowana przez panel stały: 1.512kWh
 Energia wyprodukowana przez tracker 1-osiowy: 1.936kWh
 Energia wyprodukowana przez tracker 2-osiowy: 2.077kWh
 Zysk energii trackera 1-osiowego w stosunku do panelu stałego: 28.1%
 Zysk energii trackera 2-osiowego w stosunku do panelu stałego: 37.4%
 Stosunek energii z trackera 1-os. do energii z trackera 2-os.: 93.2%

Rys. 12. Teoretyczna energia wyprodukowana przez wszystkie 3 panele fotowoltaiczne dla dnia 21 czerwca 2022

BADANIE PRODUKCJI – JESIEŃ

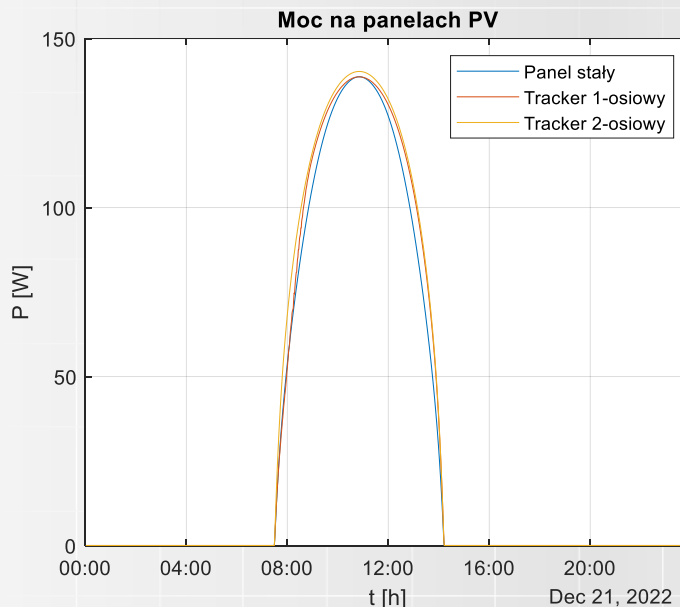


Rys. 13. Teoretyczna moc produkowana przez panel stały, na trackerze jednoosiowym i na trackerze dwuosiowym dla dnia 21 września 2022

```
Energia wyprodukowana przez panel stały: 1.1kWh
Energia wyprodukowana przez tracker 1-osiowy: 1.34kWh
Energia wyprodukowana przez tracker 2-osiowy: 1.351kWh
Zysk energii trackera 1-osiowego w stosunku do panelu stałego: 21.9%
Zysk energii trackera 2-osiowego w stosunku do panelu stałego: 22.9%
Stosunek energii z trackera 1-os. do energii z trackera 2-os.: 99.2%
```

Rys. 14. Teoretyczna energia wyprodukowana przez wszystkie 3 panele fotowoltaiczne dla dnia 21 września 2022

BADANIE PRODUKCJI – ZIMA



Rys. 11. Teoretyczna moc produkowana przez panel stały, na trackerze jednoosiowym i na trackerze dwuosiowym dla dnia 21 grudnia 2022

```
Energia wyprodukowana przez panel stały: 0.6715kWh
Energia wyprodukowana przez tracker 1-osiowy: 0.7043kWh
Energia wyprodukowana przez tracker 2-osiowy: 0.7253kWh
Zysk energii trackera 1-osiowego w stosunku do panelu stałego: 4.88%
Zysk energii trackera 2-osiowego w stosunku do panelu stałego: 8.01%
Stosunek energii z trackera 1-os. do energii z trackera 2-os.: 97.1%
```

Rys. 12. Teoretyczna energia wyprodukowana przez wszystkie 3 panele fotowoltaiczne dla dnia 21 grudnia 2022

PODSUMOWANIE

- Z badań wynika, że dla wszystkich trackerów solarnych okres, w którym zysk produkcji energii elektrycznej w stosunku do paneli stałych jest największy to okres letni. Najniższy zysk energii jest w okresie zimowym.
- W przypadku badanego trackera jednoosiowego pochylonego największą skuteczność śledzenia ruchu Słońca na niebie uzyskuje się w okolicach przesilenia wiosennego i jesiennego.
- Cel i zakres pracy zostały zrealizowane, a badania dowiodły, że przy zastosowaniu trackera jednoosiowego pochylonego jest możliwe uzyskanie produkcji energii na bardzo zbliżonym poziomie do trackera dwuosiowego przy zmniejszonych kosztach inwestycji.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ