

# Praćenje i analiza rada FN elektrane na Sveučilištu Sjever

---

Pozder, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:746263>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 433/EL/2018**

**Praćenje i analiza rada FN elektrane na Sveučilištu Sjever**

**Dominik Pozder, 0871/336**

Varaždin, rujan 2018. godine





# Sveučilište Sjever

**Odjel za Elektrotehniku**  
**Završni rad br. 433/EL/2018**

## **Praćenje i analiza rada FN elektrane na Sveučilištu Sjever**

### **Student**

Dominik Pozder, 0871/336

### **Mentor**

dr.sc. Dunja Srpak

Varaždin, rujan 2018. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za elektrotehniku		
PRISTUPNIK	Dominik Pozder	MATIČNI BROJ	0871/336
DATUM	27.08.2018.	KOLEGIJ	Uređaji energetske elektronike
NASLOV RADA	Praćenje i analiza rada FN elektrane na Sveučilištu Sjever		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Monitoring and operation analysis of PV plant at University North		
MENTOR	Dunja Srpak	ZVANJE	predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Miroslav Horvatić, dipl.ing., predavač		
	2. dr. sc. Dunja Srpak, dipl.ing., predavač		
	3. mr. sc. Ivan Šumiga, viši predavač		
	4. Josip Srpak, dipl.ing., predavač - rezervni član		
	5. _____		

## Zadatak završnog rada

BROJ	433/EL/2018
OPIS	

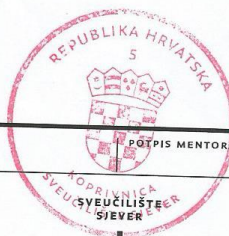
U završnom radu je potrebno kratko opisati FN otočni sustav ugrađen u zgradi 1 Sveučilišta Sjever. Koristeći napredne mogućnosti komunikacije i prijenosa podataka koje sustav nudi, pratiti i analizirati rad tijekom vedrog i oblačnog vremena, u različitim uvjetima, s naglaskom na usporedbu efikasnosti monokristalnih i polikristalnih fotonaponskih panela.

U radu je potrebno:

- objasniti rad fotonaponskih sustava na mreži i otočnih sustava
- opisati i objasniti princip rada monokristalnih i polikristalnih fotonaponskih panela na Sveučilištu Sjever,
- navesti i opisati komponente sustava ugrađene u opisanu FN elektranu,
- izvršiti i opisati praćenje rada sustava pri različitim vremenskim uvjetima putem sustava daljinskog nadzora,
- izraditi usporedbu isplativosti većih ulaganja u skupije panele, obzirom na njihovu efikasnost,
- komentirati i analizirati dobivene rezultate.

ZADATAK URUČEN

28.8.2018.



*[Signature]*

# **Predgovor**

Zahvaljujem se svojoj mentorici, dr.sc. Dunji Srpak na strpljenju, pomoći i susretljivosti prilikom izrade završnog rada. Ujedno zahvaljujem svim profesorima koji su me pratili kroz moje školovanje na Sveučilištu Sjever. Posebno želim zahvaliti svojim roditeljima što su mi omogućili školovanje i što su mi uvijek bili potpora.

## Sažetak

U ovom radu opisano je praćenje FN elektrane Sveučilišta Sjever u različitim vremenskim uvjetima. U uvodnom dijelu kratko je opisan otočni FN sustav općenito i spomenut je otočni FN sustav Sveučilišta Sjever. U drugom poglavlju opisane su tri vrste otočnih FN sustava. U trećem poglavlju kratko je opisan laboratorij za obnovljive izvore energije Sveučilišta Sjever i neke od njegovih komponenata: FN generator, FN regulator punjenja, Inverter/punjač i baterijski sustav te su spomenute komponente za praćenje i kontrolu stanja sustava. U četvrtom poglavlju je kratko opisan sustav daljinskog praćenja ili daljinske kontrole. Naglasak je na praćenje preko interneta. Na kraju je napravljeno testiranje za vrijeme sunčanog i oblačnog dana. Obrađeni su podaci i napravljena usporedba cijene monokristalnih i polikristalnih panela, kod ulaganja u veća postrojenja.

## Abstract:

This graduate work describes monitoring of the Photovoltaic Power Plant, installed on roof of University North, at various weather conditions. The introductory part briefly describes the island's PV system in general and mentioned the island PV system at the University North. The second chapter describes three types of island PV systems. Third chapter briefly describes University North laboratory of renewable energy and some of its components like: PV generator, PV Charge Controller, Inverter / Charger, Battery System and System for monitoring and controlling power plant states. Fourth chapter shows the system of remote monitoring and control with focus on tracking over the internet. For the end, testing was done during sunny and cloudy days. Data were collect, analyzed and processed with prices added for full comparison of the monocrystalline and polycrystalline panels. That's all data needed in case of investing in larger PV power plants.

**KLJUČNE RIJEČI:** otočni sustavi, fotonaponski moduli, VRLA tehnologija, regulator punjenja, inverter/punjač, sustav daljinskog nadzora, VRM, CCGX

**KEY WORDS:** island systems, photovoltaic module, VRLA (valve-regulated lead-acid) technology, charge regulator, charge controller, Inverter/chargers, remote monitoring systems, VRM (Voltage Regulator Module), CCGX module

## Popis korištenih kratica

<b>FN</b>	Fotonaponski
<b>OIE</b>	Obnovljivi izvori energije
<b>MPPT</b>	Maximum Power Point Tracker Praćenje točke maksimalne snage
<b>DMC</b>	Digital Multi Control Digitalna višestruka kontrola
<b>AGM</b>	Absorbent Glass Mat
<b>VRLA</b>	Valve Regulated Lead Acid
<b>CCGX</b>	Color Control GX
<b>VRM</b>	Victron Remote Menagment
<b>DC</b>	Istosmjerna struja
<b>AC</b>	Izmjenična struja
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>LAN</b>	Local Area Network



# Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Podjela fotonaponskih sustava.....	3
2.1. Otočni sustavi bez pohrane energije.....	3
2.2. Otočni sustavi sa pohranom energije .....	3
2.3. Hibridni otočni sustav s spremnikom energije.....	4
3. Opis laboratorija za obnovljive izvore energije (OIE) na Sveučilištu Sjever.....	5
3.1. Fotonaponski generator .....	5
3.1.1. Princip rada fotonaponskih modula.....	6
3.2. Fotonaponski regulator punjenja Victron Energy BlueSolar 100/50 .....	7
3.3. Inverter/punjač Victron Energy MultiPlus 24/3000/70.....	7
3.4. Baterijski sustav Victron Energy AGM 12 VDC/220Ah.....	8
4. Sustav nadzora i upravljanje na daljinu .....	10
4.1. Victron Remote Menagment (VRM) portal .....	10
5. Praćenje sustava u različitim vremenskim uvjetima .....	13
5.1. Praćenje sustava za vrijeme sunčanog dana .....	13
5.2. Praćenje sustava za vrijeme oblačnog dana .....	24
5.3. Isplativost većih ulaganja u skuplje panele .....	36
7. Zaključak.....	38
8. Literatura.....	39





# 1. Uvod

Fotonaponski sustav napravljen na Sveučilištu Sjever trenutno se koristi za izradu završnih radova studenata, njihovu edukaciju u tom području te može poslužiti kao rezervno napajanje za pojedine uređaje, servere i ostale komponente u slučaju nestanka struje ili kvara na elektroenergetskom sustavu.

Razlikuju se otočni ili samostalne sustavi i mrežni sustavi. Glavna razlika je u tome da samostalni sustavi pohranjuju proizvedenu energiju najčešće u akumulatoru ili baterije, dok mrežni sustavi, koji su danas sve češći, proizvedenu energiju šalju u mrežu tj. u elektroenergetski sustav.

Ovakav sustav se najčešće koristi na mjestima gdje je nije moguće priključiti solarni sistem na gradsku mrežu ili na mjestima gdje gradske mreže ili elektrodistribucijskog sustava uopće nema. Otočni sustav je potpuno neovisan o gradskoj mreži i služi isključivo za napajanje vlastitih trošila i za namirivanje vlastite potrošnje. Sustav daje trajni napon zbog akumulirane energije u akumulatorima i baterijama. Tu se uvelike dobiva na korisnosti zbog toga jer cijelu godinu nije sunčano vrijeme, ima tu oblaka, kiše i naravno noći kad paneli uopće ne proizvode ili proizvode zanemarivo malo energije. Ovakva vrsta sustava je jeftinija od klasičnog gradskog priključka, ovisno o potrošnji naravno i ako se uračuna da gradski priključak košta do 20.000,00 kn i s tim da tu ima još kopanja za polaganje kabela u zemlju i ishod raznih dozvola, što u krajnjoj liniji i produžuje tijekom izvedbe. Za otočne sustave nisu potrebne nikakve posebne dozvole i dokumenti.

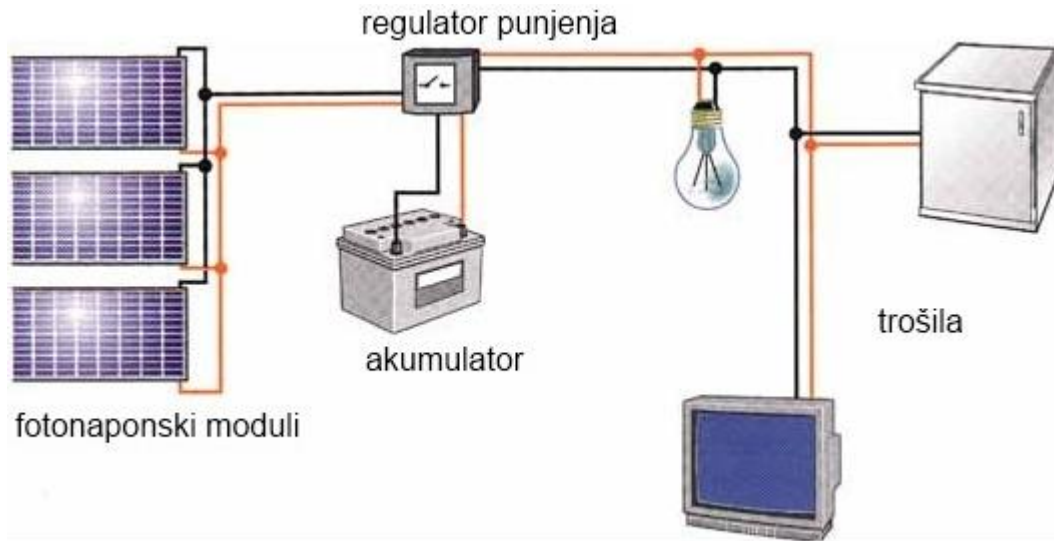
[1] U današnje vrijeme imaju široku primjenu gotovo svugdje kao na primjer :

- prometna signalizacija
- napajanje vikend kuća i kuća za odmor
- dekorativna rasvjeta u vrtu i oko kuće
- napajanje alarmni uređaja itd.

Glavni dijelovi ovog sustava su:

- montažni profili i prihvatnici za pričvršćivanje solarnih panela
- solarni paneli
- regulator za punjenje baterije
- inverter
- akumulatorske baterije

Postoji još mogućnost dodavanja agregata u sustav. Ako se primijeti da nema događanja na sustavu duže vrijeme ( dogodi se kvar ili je oblačno vrijeme duži period) automatski se pokreće agregat i dalje snabdijeva trošila. [2]



*Slika 1.1 Dijelovi otočnog sustava [3]*

## 2. Podjela fotonaponskih sustava

Fotonaponski sustavi se dijele na samostalne (otočne) i na priključene na mrežu. (Slika 2.1)

Otočni sustavi se mogu podijeliti na 3 osnovne skupine:

- otočni sustavi bez pohrane energije
- otočni sustavi sa pohranom energije
- hibridni otočni sustavi sa spremnikom energije

### 2.1. Otočni sustavi bez pohrane energije

To su sustavi koji su direktno spojeni na trošila, preko odgovarajućih pretvarača i ostalih sigurnosnih elemenata i komponenti. Imaju vrlo mali stupanj pouzdanosti. Uvelike su ovisni o godišnjim dobima i vremenskim uvjetima. Fotonapon ima velike razlike u proizvodnji tj. u nekim razdobljima je proizvodnja velika, a u nekima mala. Nemogućnost da se izjednači proizvodnja jer sustav nema spremnik energije koji bi „pomagao“ kad je proizvodnja mala i koji bi akumulirao kad je proizvodnja velika.

### 2.2. Otočni sustavi sa pohranom energije

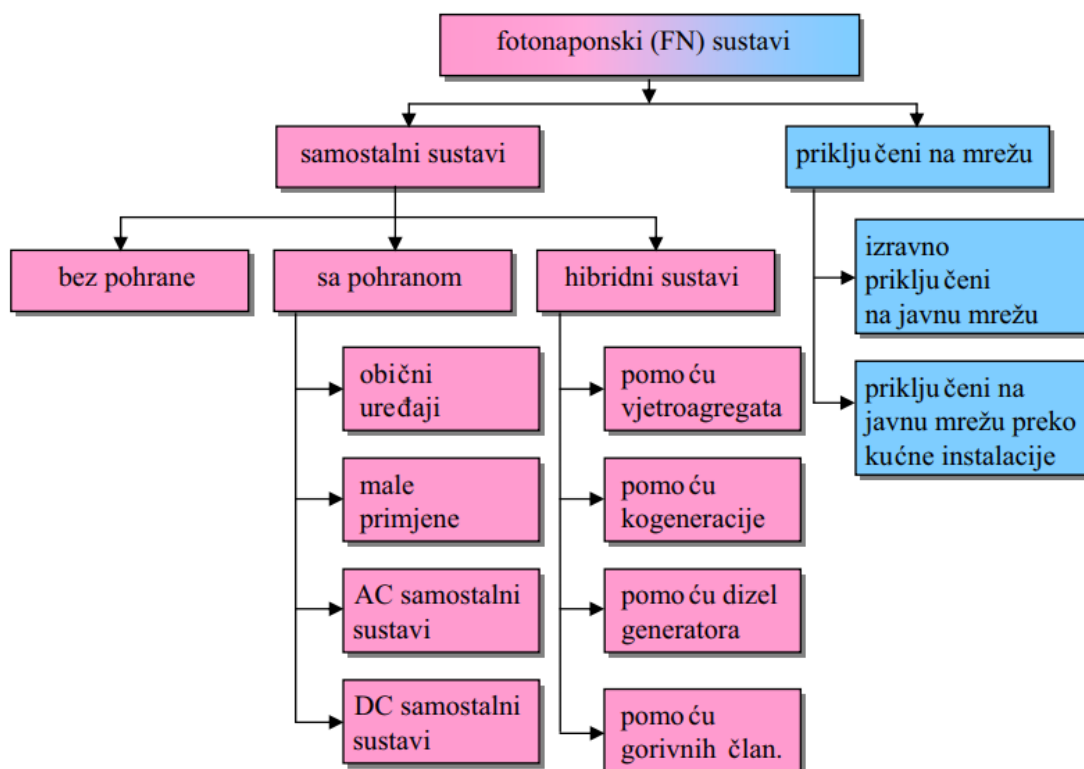
Ova skupina otočnih sustava je danas među najpopularnijim i najčešće izvedenim sustavima. Može se sastojati od nekoliko baterija pa sve do „banke“ baterija, koja može zauzimati prostor veći od jedne klasične kuće za stanovanje. Tu su karakteristične dvije pretvorbe energije :

- pretvorba svjetlosne energije u električnu energiju
- pretvorba električne energije u kemijsku i zatim opet kemijske u električnu

Prva pretvorba se odvija na samom solarnom panelu, dok pretvorba električne u kemijsku i obrnuto u samom akumulatoru. Tu naravno postoji mogućnost nadogradnje baterijske pohrane i povećanje same površine solarnih panela. [4]

### 2.3. Hibridni otočni sustav s spremnikom energije

Takvi sustavi danas također postaju sve popularniji jer imaju visoki postotak korisnosti i pouzdanosti. Oni imaju uz fotonaponske panele još neki izvor energije npr. vjetrogenerator ili hidrogenerator a najčešće se radi u izvedbi s električnim generatorom pogonjenim dizelom. Glavni proizvođači energije su fotonaponski paneli ili vjetrogenerator. Ukoliko se dogodi da nema uvjeta za proizvodnju energije npr. nema vjetra ili nema sunca duže vrijeme, akumulator, koji je napunjen za vrijeme uvjeta za proizvodnju energije, napaja trošila. Kad se i akumulator isprazni, a uvjeta za proizvodnju i dalje nema onda se uključuje dizelski generator. [5]



Slika 2.1 Podjela fotonaponskih (FN) sustava [5]

### **3. Opis laboratorija za obnovljive izvore energije (OIE) na Sveučilištu Sjever**

Fotonaponski sustav na objektu Sveučilišta Sjever još uvijek nije u cijelosti dovršen. Plan je bio da uz fotonaponski sustav (FN) bude još dobivanje energije iz vjetroturbine male snage. Na Sveučilištu Sjever izgrađen je hibridni otočni sustav. Sastoji se od ukupno 8 FN modula postavljenih na vrhu zgrade. Sustav ima elemente za nadzor i prikaz parametara. Valja napomenuti da svaki od elemenata ima svoje dodatne uređaje za kontrolu i sigurnost. Tako regulator punjenja ima MPPT Control uređaj, Inverter/pretvarač ima Digital Multi Control (DMC) ploču, baterijski sustav ima Victron Energy Battery Monitor BMV-702.

#### **3.1. Fotonaponski generator**

Sastavljen je od jednog ili više fotonaponskih modula. Oni pretvaraju energiju sunčevog zračenja u istosmjernu električnu energiju pomoću fotonaponskog efekta. FN generator na Sveučilištu Sjever sastoji se ukupno od dva fotonaponska polja. U prvom polju nalaze se četiri FN modula polikristalne građe, a pojedinačne snage 190Wp. Povezani su u dvije paralelne grane, a svaka od njih se sastoji od dva serijski povezana FN modula. U drugom polju nalaze se isto četiri FN modula ali monokristalne građe. Također je snaga ista kao i u prvom polju 190Wp i isto su povezani u dvije paralelne grane, gdje su u svakoj dva serijski povezana FN modula. Svako FN polje je samostalno povezano na regulatore punjenja baterije i na taj način se može zasebno pratiti proizvodnja monokristalnih i polikristalnih modula. Ukupna instalirana snaga iznosi 1520 Wp (1,52 kWp). [6]



### 3.1.1. Princip rada fotonaponskih modula

Električna energija dobivena izravnom pretvorbom energije sunčevog zračenja naziva se solarna energija. Drugi naziv za ovakvu vrste pretvorbe je fotoelektrični učinak. To je fizikalna pojava kod koje se izbijaju elektroni iz osvijetljenog metala pod djelovanje elektromagnetskog zračenja kratke valne duljine. Elektroni mogu biti valentni i slobodni. Kad valentni elektron dobije energiju koja je veća ili jednaka energiji veze, on postaje slobodni elektron. Da bi se elektron oslobodio utjecaja atoma za koji je vezen, potrebno je potrošiti dio energije fotona, a ostali dio energije fotona pretvara se u kinetičku.

$$h\nu = W_i + E_k$$

$h\nu$  – energija fotona

$W_i$  – izlazni rad

$E_k$  – kinetička energija elektrona

Iz gornje jednadžbe vidljivo je da se ne može osloboditi ako je energija fotona manja od izlaznog rada. Izlazni rad ovisi o vrsti materijala u kojem se dogodio fotoelektrični učinak.[7]

U silicijevoj solarnoj ćeliji nalaze se na površini pločice P-tipa silicija rasprostranjene primjese, tako da se na površinskom sloju pojavi N-tip. Kad je ćelija osvijetljena, na njezinim krajevima se pojavljuje napon. Zbog toga solarna ćelija postaje PN- spoj i ponaša se kao dioda koja propušta struju u jednom smjeru. Kad se osvijetle ćelije u solarnom panelu, fotoni apsorbirani u PN – spoju proizvode parove elektron – šupljina. Elektroni se skupljaju na N – strani a šupljine na P – strani. Radi njihova skupljanja javlja se napon na krajevima ćelije, i kad se ćelija osvijetli dobivamo pozitivni kontakt na P – strani i negativni na N – strani. [8]

### 3.2. Fotonaponski regulator punjenja Victron Energy BlueSolar 100/50

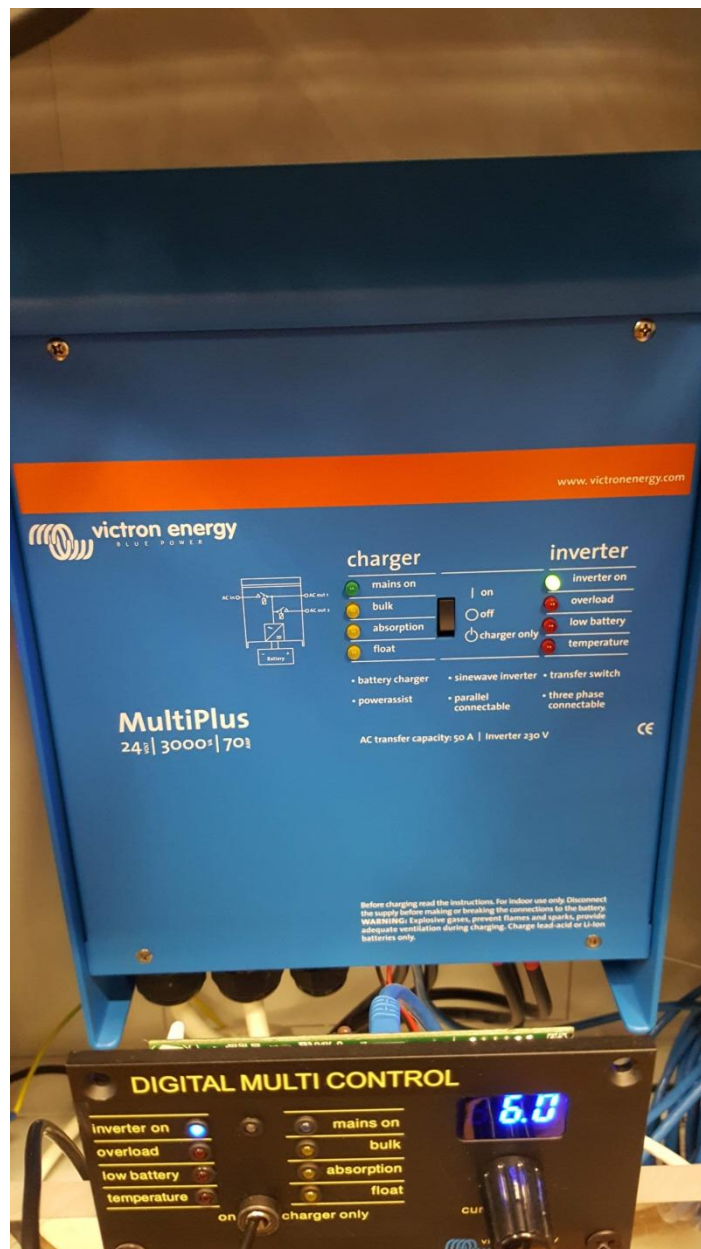
Uređaj energetske elektronike koji pretvara viši izlazni istosmjerni napon FN modula na niži napon potreban za punjenje baterija. Regulator punjenja BlueSolar 100/50 ima veliku efikasnost pretvorbe, tj. maksimalna efikasnost mu prelazi 98% te ima punu struju temperature 40°C. Sadrži zaštitu zamjene polariteta FN modula, zaštitu od kratkog spoja i zaštitu od pregrijavanja jer nema ventilator za hlađenje. [9]



*Slika 3.2 Regulator punjenja Victron Energy BlueSolar 100/50*

### 3.3. Inverter/punjač Victron Energy MultiPlus 24/3000/70

Inverter/punjač je uređaj energetske elektronike koji ima dvije uloge. Inverter služi za DC/AC pretvorbu električne energije da bi se napajala trošila, a za punjenje baterija preko agregata služi nam punjač. Za FN sustav Sveučilišta Sjever odabran je inverter/punjač MultiPlus 24/3000/70 nazivne snage 3000 kVA i nazivnog napona 24VDC. U slučaju da se dogodi kvar generatorskog sklopa, MultiPlus će se odmah prebaciti u mod invertera i napajati trošila. [9]



Slika 3.3 Inverter/punjač Victron Energy MultiPlus 24/3000/70

### 3.4. Baterijski sustav Victron Energy AGM 12 VDC/220Ah

U baterijske sustave se sprema energija proizvedena iz fotonaponskog generatora. Inverter vrši pretvorbu ovako akumulirane energije za napajanje trošila. Fotonaponski sustav Sveučilišta Sjever ima četiri baterije Victron Energy AGM 12 VDC/200Ah koje su postavljene u dvije paralelne grane. Svaka paralelna grana sastoji se od dvije serijski povezane baterije tako da je kapacitet grane 220 Ah pri naponskom nivou 24V. To su AGM baterije u kojima je elektrolit

sadržan unutar staklenih vlakna i nemaju potrebe održavanja niti ispuštanja plinova u normalnom okruženju. Baterije koriste VRLA tehnologiju što znači da imaju sigurnosne ventile kroz koje će izaći plin samo u slučaju da je baterija prepunjena ili kvara na ćeliji. [9]



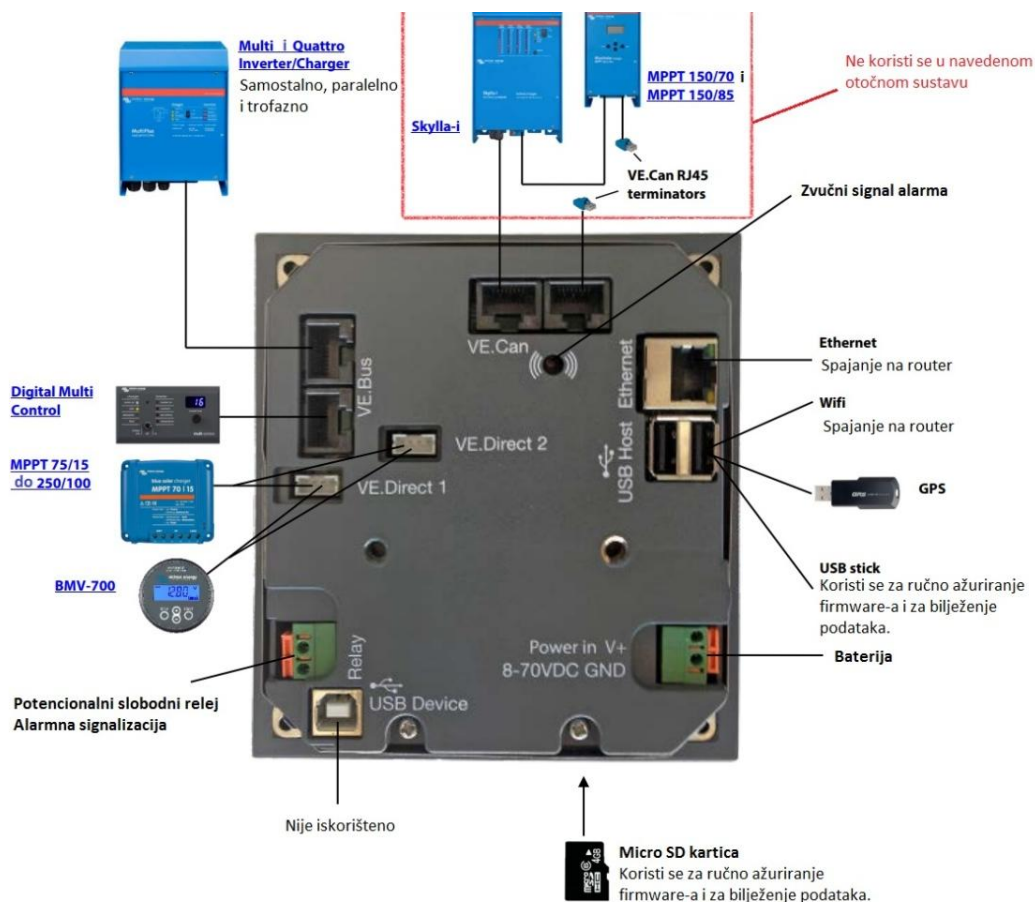
*Slika 3.4 Baterijski sustav, Baterije Victron Energy AGM 12 VDC/220Ah*

## 4. Sustav nadzora i upravljanje na daljinu

FN sustav Sveučilišta Sjever povezan je s Victron Energy Color Control GX (CCGX) kontrolnim panelom, koji omogućava neposrednu kontrolu svih uređaja povezanih na njega. Podaci s invertera se spremaju u bazu podataka. Bazi podataka se pristupa preko USB porta ili udaljeno preko VRM portala. Inverter šalje podatke u bazu podataka svake minute.

### 4.1. Victron Remote Menagment (VRM) portal

VRM portal je web stranica razvijena od strane proizvođača opreme gdje su podaci spremljeni i prema kojima se pristupa udaljeno. [10] Pohrana podataka vrši se preko Victron Energy Color Control GX uređaja. On daje uvid o svakoj komponenti koja je povezana na njega (Slika 4.1.) Može se očitati stanje baterije, provjeriti trenutna proizvodnja panela, konfigurirati alarme, očitati potrošnja AC snage, provjeriti proizvodnja panela za neko određeno razdoblje, daljinski upravljati sustavom i preuzeti podatke u formatu *xsl* za daljnju obradu.



Slika 4.1 Prikaz stražnje strane CCGX panela [10]

U slučaju Sveučilišta Sjever, sustav ima dva regulatora punjenja (za četiri monokristalna i četiri polikristalna panela odvojeno) povezanih na CCGX preko VE.Direct kabela. (Slika 4.2)



*Slika 4.2 VE.Direct kabel [11]*

Nadalje sustav je povezan s Victron Energy Battery Monitorom BMV-702 (Slika 4.3) preko VE.Direct to USB kabela na CCGX panel (Slika 4.4.)



*Slika 4.3 Victron Energy Battery Monitor BMV-702*



*Slika 4.4 VE.Direct to USB [12]*

Tu se još nalaze MultiPlus uređaj, Digital Multi Control ploča i ruter za internet povezani s VE.Bus i Ethernet kablom na CCGX panel.



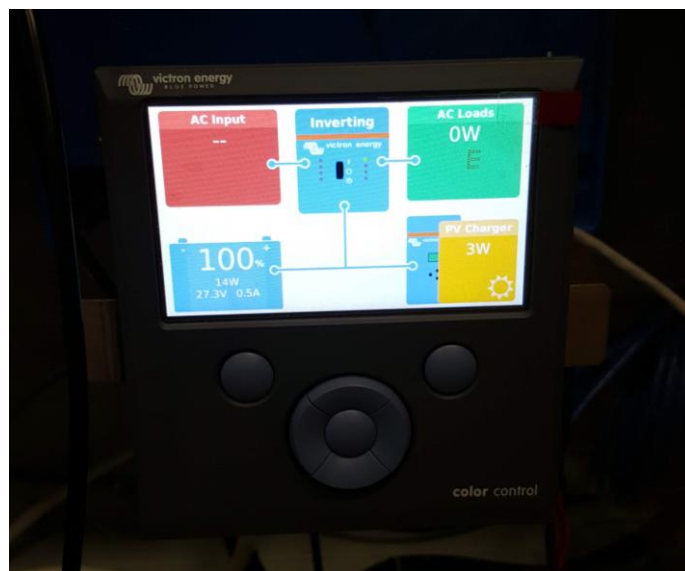
*Slika 4.5 Prikaz povezivanja MultiPlus uređaja, DMC ploče i usmjerivač za internet*

## 5. Praćenje sustava u različitim vremenskim uvjetima

Kako bi se vidjela proizvodnja i razlika u proizvodnji između monokristalnih i polikristalnih FN modula, napravljeno je praćenje sustava u različitim vremenskim uvjetima. Testiranje se vršilo najprije za vrijeme sunčanog, a zatim za vrijeme oblačnog dana. Elektrana je opterećena s trošilima ukupne snage 310W. Trošila koja su se koristila: šest klasičnih žarulja s žarnom niti snage od 25 do 40W, zatim se punila prijenosna baterija, mobitel i jedno prijenosno računalo. Ta ista trošila koristila su se za testiranje za vrijeme oblačnog dana.

### 5.1. Praćenje sustava za vrijeme sunčanog dana

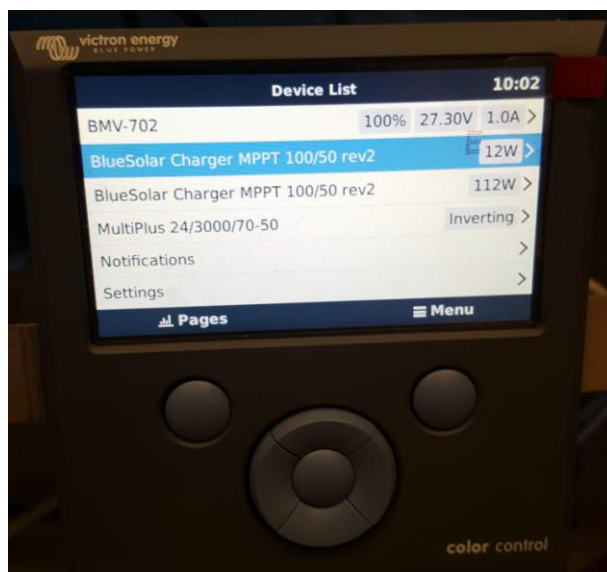
Kao što ranije gore navedeno, elektrana je opterećena trošilima ukupne snage 310W. Na početku kad je sustav bio ne opterećen, tj. kad je potrošnja bila 0W, FN generator je proizvodio snagu od 3W kako bi dopunio bateriju na 100%. (Slika 5.1)



*Slika 5.1 Neopterećen sustav*

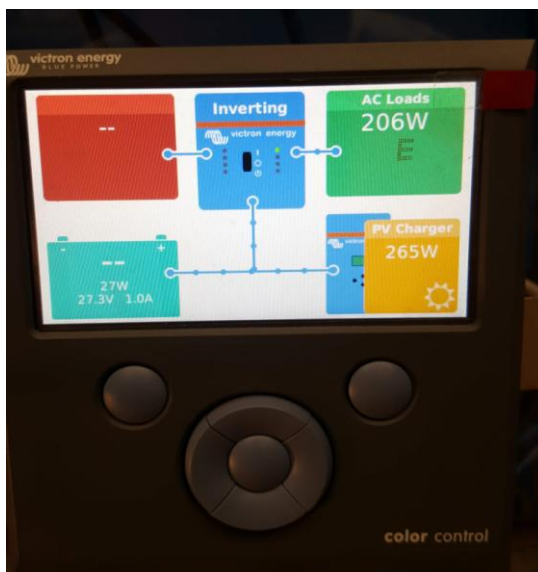


Najprije su se priključile 3 žarulje, mobitel i prijenosna baterija. Potrošnja je bila 98W a proizvodnja iz FN generatora 120W. Monokristalni FN moduli proizvodili su 112W, a polikristalni 12W. (Slika 5.2)

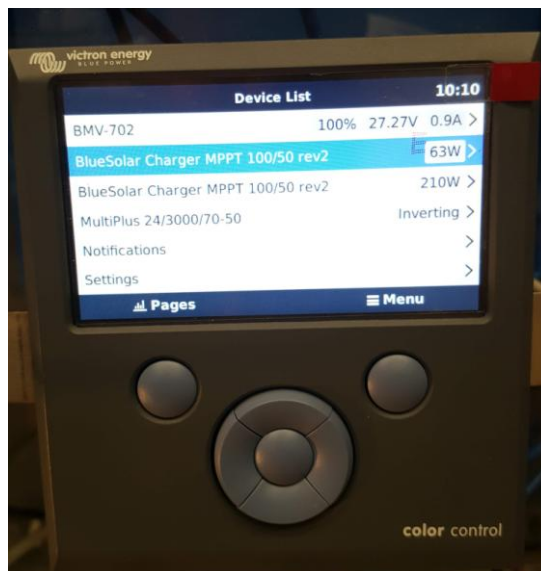


*Slika 5.2 Razlika u proizvodnji 1*

Zatim je u trošila dodano prijenosno računalo. Potrošnja je bila 206W a ukupna proizvodnja FN generatora 265W. (Slika 5.3) Monokristalni FN moduli proizvodili su 210W, a polikristalni 63W (Slika 5.4)

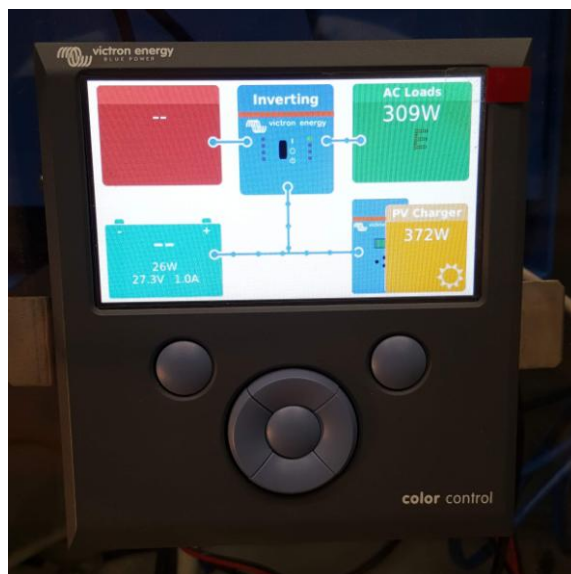


*Slika 5.3 Proizvodnja i potrošnja 2*

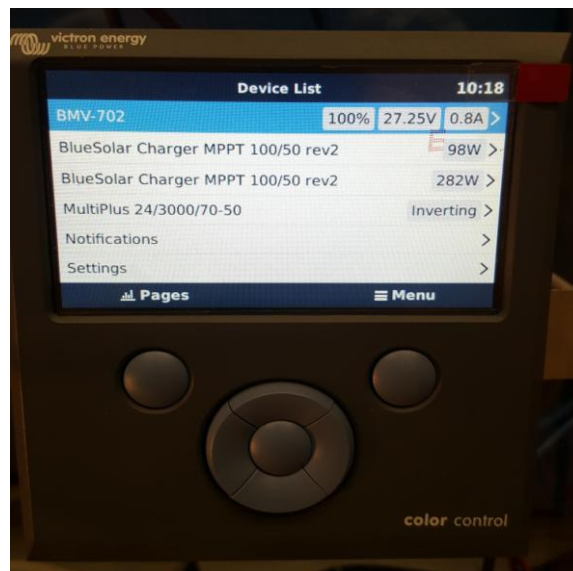


*Slika 5.4 Razlika u proizvodnji 2*

Kad se u trošila dodalo još 3 žarulje potrošnja se povećala na 309W a proizvodnja na 372W. (Slika 5.5) Monokristalni FN moduli proizvodili su 282W, a polikristalni 98W. (Slika 5.6)



*Slika 5.5 Proizvodnja i potrošnja 3*



Slika 5.6 Razlika u proizvodnji 3

Primijećeno je da što je sustav više opterećivan potrošnjom, to je više rasla proizvodnja FN generatora. Trošila su još uvijek trošila manje snage nego generator može proizvesti u tom trenutku pa se energija, pohranjena u baterijama nije trošila. Kao što je već ranije spomenuto u radu, podaci se pohranjuju u bazu podataka svake minute. U tablici 5.1 prikazani su osnovni podaci izvršenog praćenja sustava za polikristalne module, a u tablici 5.2 su prikazani osnovni podaci izvršenog praćenja sustava za monokristalne module, uzeti u vremenu od 6:00h do 13:00h u vremenskim intervalima svakih 10 minuta.

Vrijeme	Napon baterije	Struja baterije	Snaga baterije	Napon FN generatora	Struja FN generatora	Snaga FN generatora	Današnji prinos
[h]	[V]	[A]	[W]	[V]	[A]	[W]	[kWh]
6:00	25,71	0	0	25,74	0	0	0
6:10	25,72	0	0	38,36	0,1	2	0
6:20	25,72	0,1	3	30,38	0,1	3	0
6:30	25,75	0,2	5	42,39	0,2	7	0
6:40	25,78	0,4	10	44,91	0,2	11	0
6:50	26,12	1,4	37	73,08	0,5	35	0,01
7:00	26,3	1,1	29	54,63	0,6	31	0,01
7:10	26,53	1,4	37	72,23	0,5	35	0,02

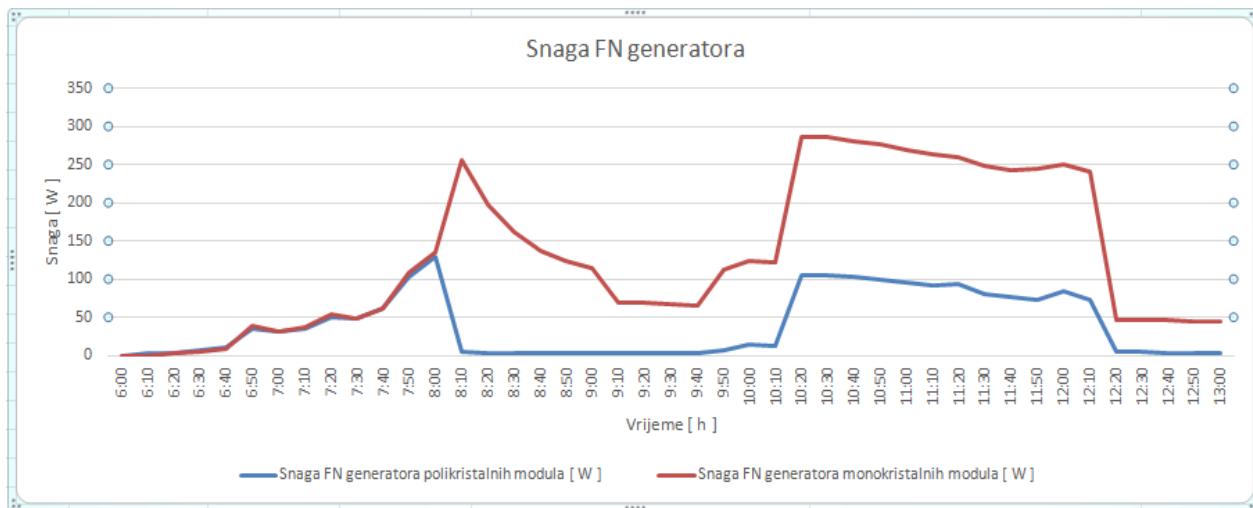
7:20	26,88	1,8	48	59,37	0,9	50	0,02
7:30	27,16	1,7	46	64,71	0,7	48	0,03
7:40	27,19	2,1	57	63,67	1	61	0,04
7:50	27,64	3,7	102	71,55	1,4	103	0,06
8:00	28,08	4,4	124	69,42	1,9	130	0,08
8:10	28,49	0,1	3	86,28	0	4	0,09
8:20	28,54	0,1	3	84,62	0	3	0,09
8:30	28,54	0,1	3	84,56	0	2	0,09
8:40	28,55	0	0	84,29	0	2	0,09
8:50	28,54	0	0	84,32	0	2	0,09
9:00	28,56	0	0	83,78	0	2	0,09
9:10	27,33	0	0	83,29	0	2	0,09
9:20	27,33	0	0	82,73	0	2	0,09
9:30	27,33	0	0	82,46	0	2	0,09
9:40	27,33	0	0	82,7	0	2	0,09
9:50	27,33	0,2	5	81,93	0,1	7	0,09
10:00	27,32	0,5	14	81,9	0,2	14	0,09
10:10	27,33	0,4	11	82,03	0,1	12	0,1
10:20	27,32	3,7	101	79,25	1,3	105	0,11
10:30	27,32	3,7	101	79,41	1,3	104	0,13
10:40	27,33	3,6	98	78,84	1,3	102	0,14
10:50	27,33	3,5	96	78,85	1,3	100	0,16
11:00	27,33	3,4	93	78,38	1,2	96	0,18
11:10	27,33	3,3	90	78,46	1,2	92	0,19
11:20	27,33	3,3	90	78,37	1,2	93	0,21
11:30	27,32	2,8	76	78,58	1	80	0,22
11:40	27,33	2,7	74	78,74	1	77	0,23
11:50	27,32	2,6	71	78,35	0,9	73	0,25
12:00	27,33	3	82	77,82	1,1	84	0,26
12:10	27,33	2,6	71	78,18	0,9	73	0,27
12:20	27,35	0,1	3	80,07	0	4	0,28
12:30	27,35	0,1	3	79,38	0,1	4	0,28
12:40	27,35	0,1	3	79,78	0	3	0,28
12:50	27,35	0,1	3	80,29	0	3	0,28
13:00	27,35	0,1	3	79,51	0	3	0,29

Tablica 5.1 Prikaz podataka testiranja polikristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena

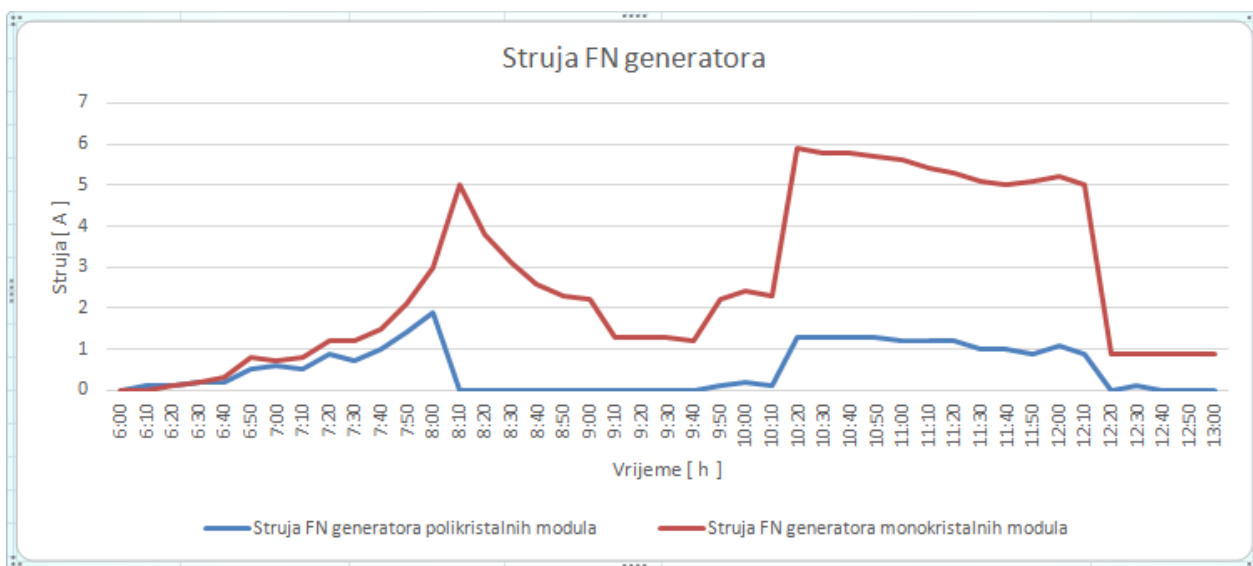
Vrijeme	Napon baterije	Struja baterije	Snaga baterije	Napon FN generatora	Struja FN generatora	Snaga FN generatora	Današnji prinos
[h]	[V]	[A]	[W]	[V]	[A]	[W]	[kWh]
6:00	25,74	0	0	25,76	0	0	0,18
6:10	25,74	0	0	29,50	0	0	0

6:20	25,74	0,1	3	30,59	0,1	2	0
6:30	25,75	0,1	3	30,51	0,2	5	0
6:40	25,82	0,3	8	31,5	0,3	9	0
6:50	26,13	1,5	39	46,76	0,8	39	0
7:00	26,32	1,2	32	46,17	0,7	31	0,01
7:10	26,53	1,3	34	47,72	0,8	37	0,01
7:20	26,9	1,9	51	46,22	1,2	54	0,02
7:30	27,17	1,8	49	43,38	1,2	49	0,03
7:40	27,22	2,1	57	40,59	1,5	62	0,04
7:50	27,64	3,8	105	45,39	2,1	108	0,06
8:00	28,07	4,7	132	44,99	3	135	0,08
8:10	28,58	8,7	249	51,27	5	256	0,12
8:20	28,6	6,7	192	51,56	3,8	197	0,15
8:30	28,61	5,5	157	52,33	3,1	161	0,18
8:40	28,6	4,7	134	52,6	2,6	137	0,21
8:50	28,6	4,1	117	52,99	2,3	123	0,23
9:00	28,6	3,9	112	52,76	2,2	114	0,25
9:10	27,38	2,5	68	53,15	1,3	69	0,26
9:20	27,38	2,4	66	52,85	1,3	69	0,27
9:30	27,39	2,4	66	52,75	1,3	67	0,28
9:40	27,38	2,3	63	52,86	1,2	66	0,29
9:50	27,38	4	110	51,77	2,2	113	0,31
10:00	27,38	4,4	120	51,76	2,4	123	0,33
10:10	27,38	4,4	120	51,9	2,3	121	0,35
10:20	27,36	10,2	279	48,69	5,9	286	0,38
10:30	27,38	10,2	279	48,92	5,8	286	0,43
10:40	27,39	9,9	271	48,51	5,8	280	0,48
10:50	27,39	9,8	268	48,72	5,7	277	0,52
11:00	27,39	9,6	263	48,4	5,6	269	0,57
11:10	27,38	9,5	260	48,56	5,4	264	0,61
11:20	27,38	9,2	252	48,68	5,3	259	0,66
11:30	27,39	8,9	244	48,66	5,1	248	0,7
11:40	27,38	8,6	235	48,76	5	242	0,74
11:50	27,38	8,7	238	48,47	5,1	245	0,78
12:00	27,38	8,9	244	48,33	5,2	250	0,82
12:10	27,39	8,6	236	48,59	5	241	0,86
12:20	27,39	1,6	44	51,67	0,9	47	0,9
12:30	27,38	1,7	47	51,17	0,9	47	0,9
12:40	27,38	1,6	44	51,28	0,9	46	0,91
12:50	27,38	1,6	44	51,57	0,9	45	0,92
13:00	27,38	1,6	44	51,17	0,9	45	0,93

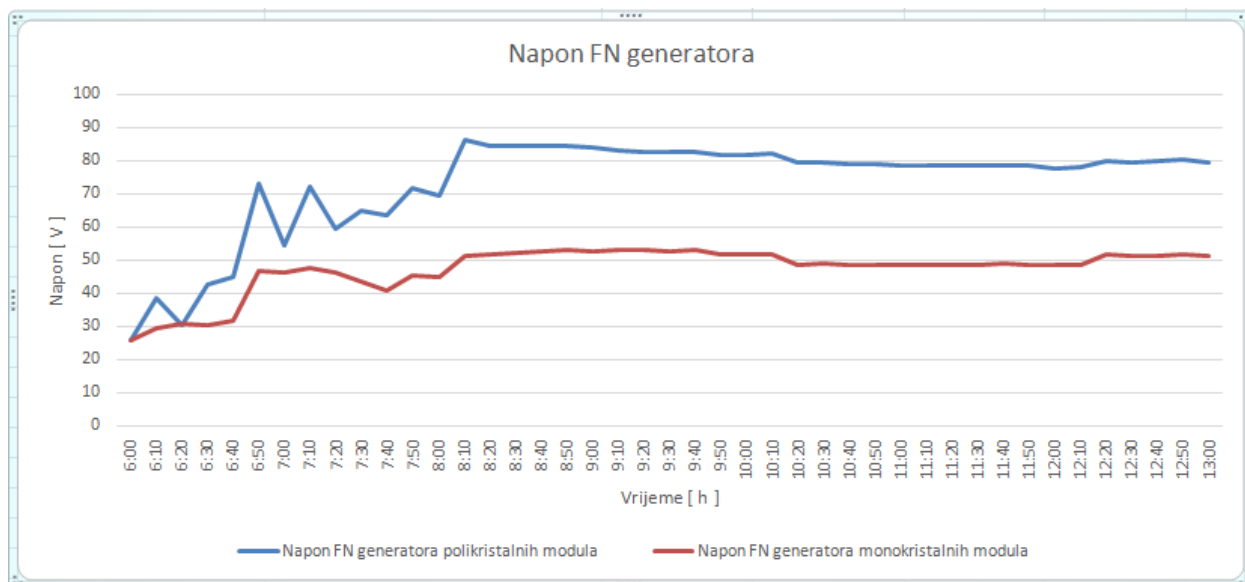
Tablica 5.2 Prikaz podataka testiranja monokristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena



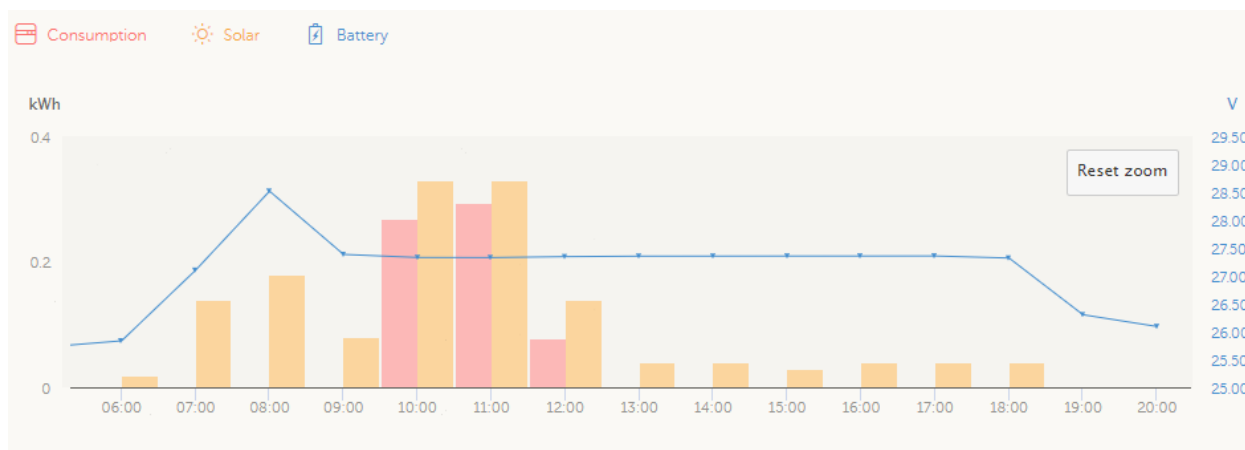
Slika 5.7 Grafički prikaz ovisnosti snage FN generatora o vremenu za vrijeme sunčanog vremena



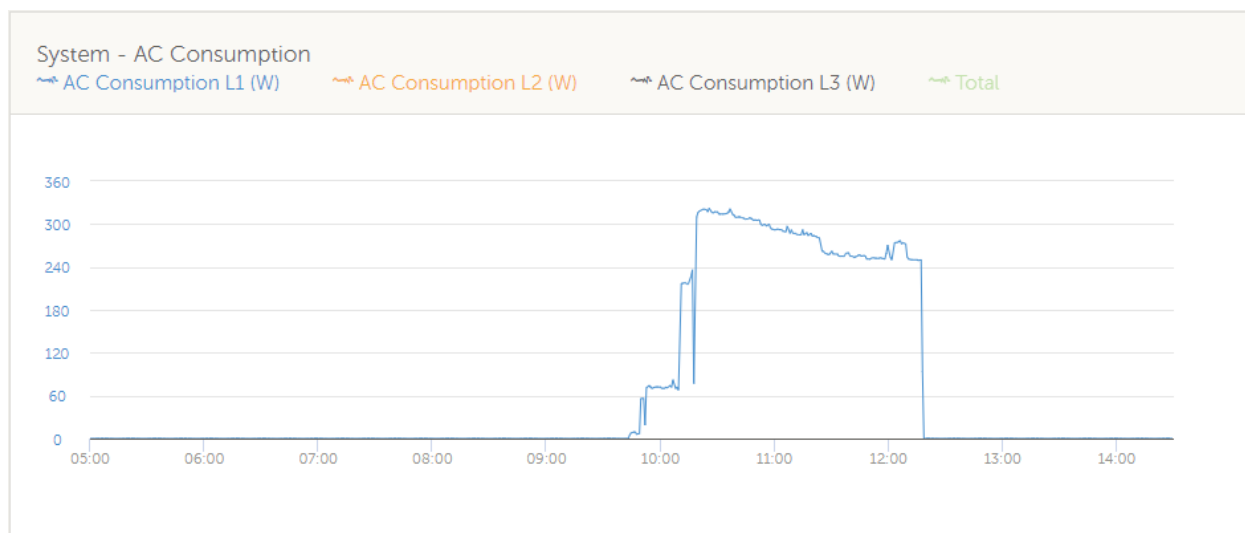
Slika 5.8 Grafički prikaz ovisnosti struje FN generatora o vremenu za vrijeme sunčanog vremena



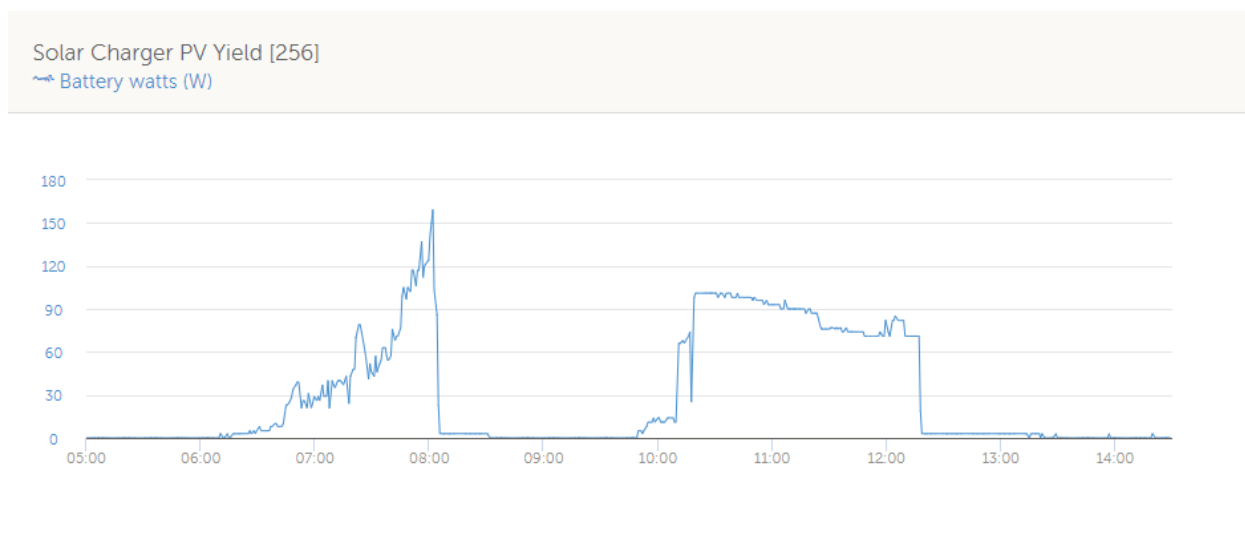
Slika 5.9 Grafički prikaz ovisnosti napona FN generatora o vremenu za vrijeme sunčanog vremena



Slika 5.10 Grafički prikaz potrošnje, proizvodnje i napona baterije za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala

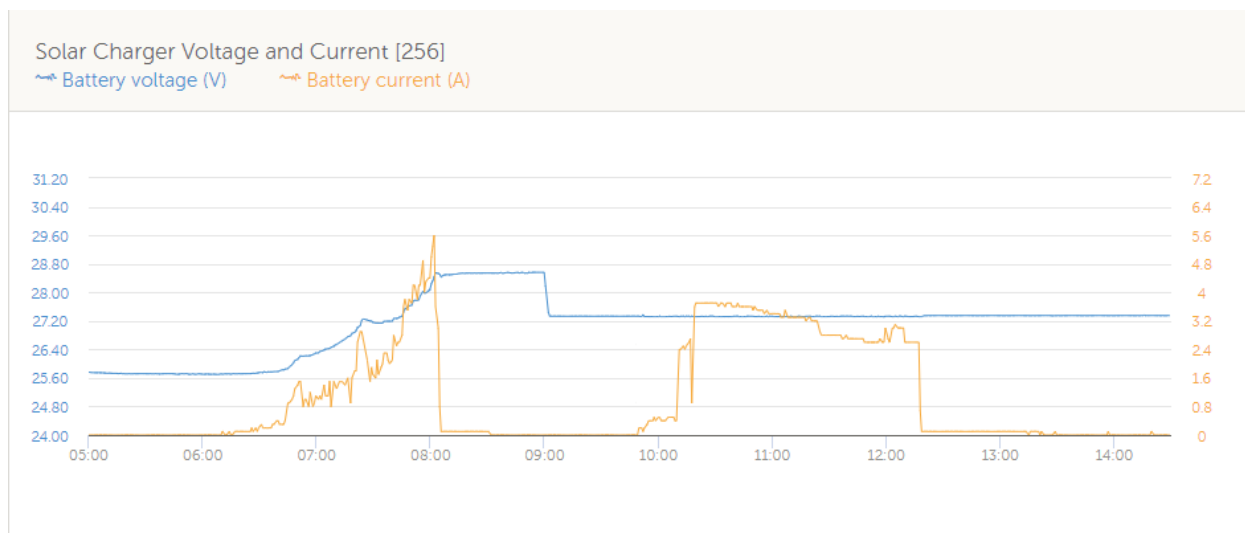


Slika 5.11 Grafički prikaz potrošnje za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala

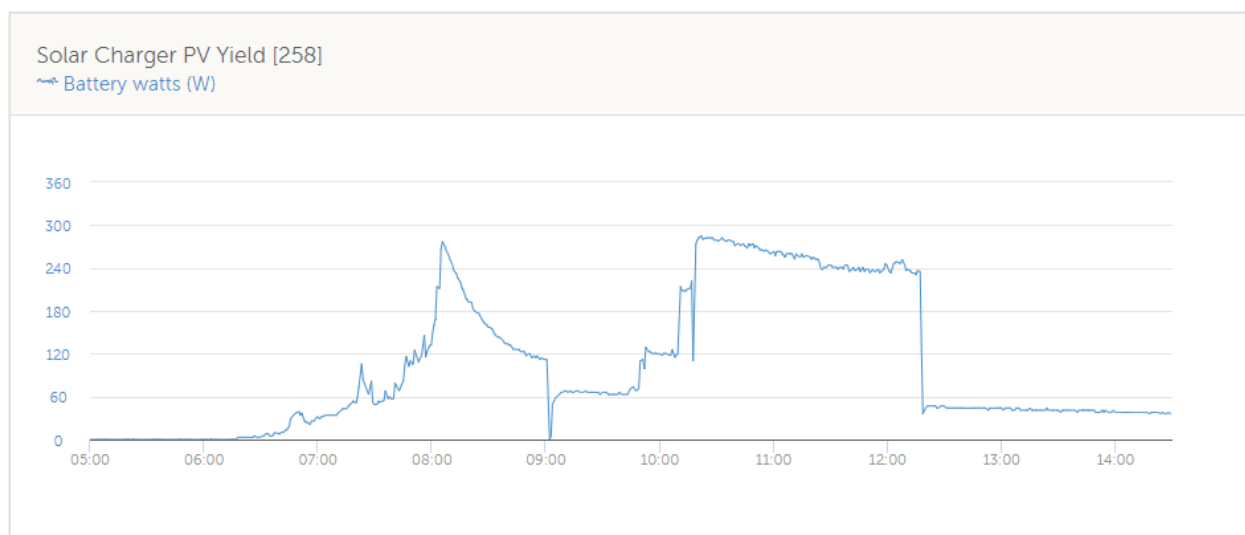


Slika 5.12 Grafički prikaz proizvodnje polikristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala

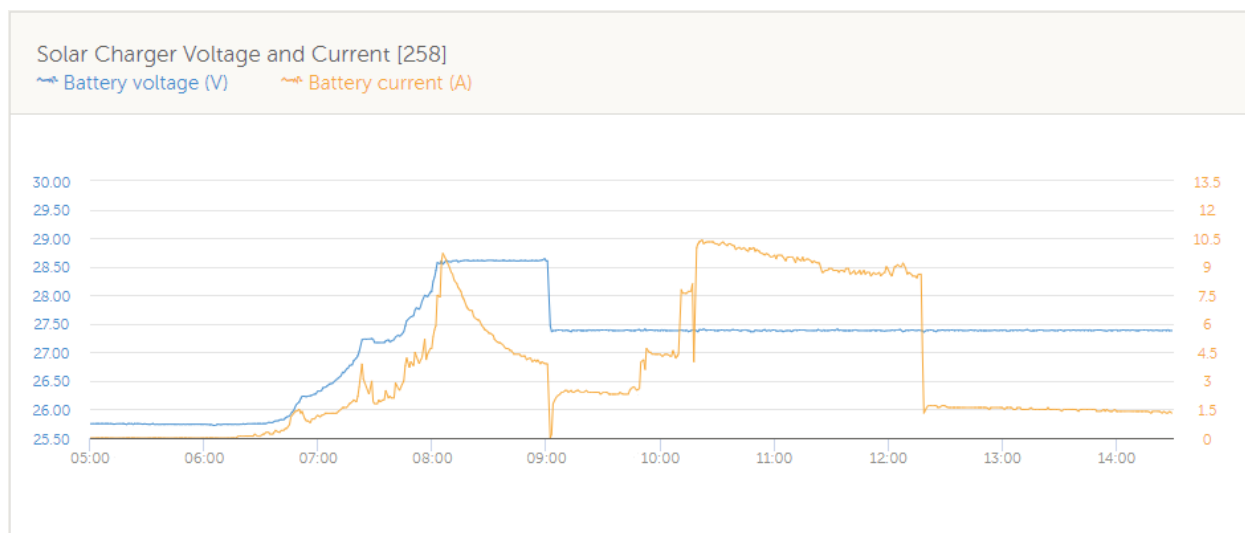




*Slika 5.13 Grafički prikaz napona i struje polikristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala*



*Slika 5.14 Grafički prikaz proizvodnje monokristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala*



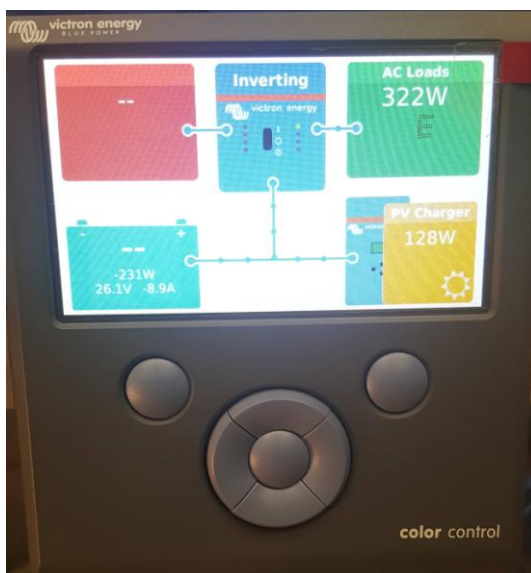
*Slika 5.15 Grafički prikaz napona i struje monokristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala*

Na slici 5.10 prikazana je potrošnja, proizvodnja i napon baterije u razdoblju od 6:00 h do 20:00 h. Iz tablica i grafova vidljivo je da noću proizvodnje nema. Ujutro oko 6:30h, kad sunce izlazi van, počinje se javljati proizvodnja električne energije. Na početku je ta proizvodnja mala, a zatim raste do 8:00h i onda se opet smanjuje. To je vrijeme koje je bilo potrebno da se baterije modula dopune do 100 %. Nadalje imamo rast oko 10:00h kad su se priključila trošila. Oko 11:00h imamo blagi pad zbog toga jer su se neka trošila isključila. Nakon 12:10h, kad su sva trošila isključena, proizvodnja se svodi na minimum. Kasnije padne na nulu, a onda opet malo poraste navečer oko 19:00h pri zalasku sunca.

Što se tiče monokristalnih panela, stanje u proizvodnji je slična, proizvodnja električne energije se javlja približno u isto vrijeme. Razlika je u tome da proizvodnja od jutra pa do kraja mjerenja nije pala niti blizu nuli za razliku od polikristalnih modula. Dnevni prinos kod polikristalnih modula bio je 0,29 kWh a kod monokristalnih 0,93 kWh (Tablica 5.1 i 5.2), što je približno 2 puta više.

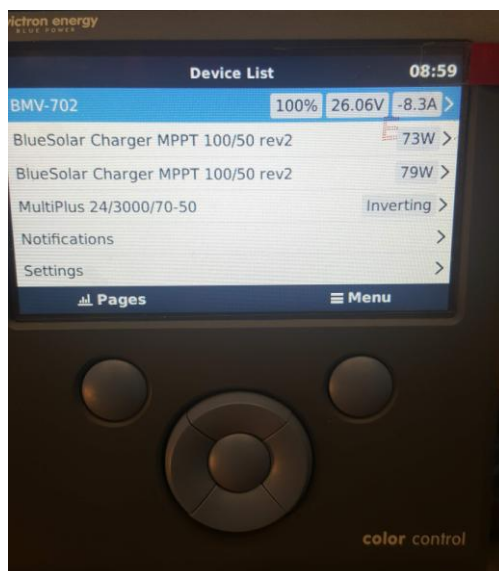
## 5.2. Praćenje sustava za vrijeme oblačnog dana

Kao i kod praćenja za vrijeme sunčanog dana, FN elektrana je opterećena istim trošilima ukupne snage 310W, ali se trošila snaga od 322W u početku. Podaci za vrijeme sunčanog dana su malo manje interesantniji, ali jednako vrijedni kao i podaci za vrijeme oblačnog dana. Bilo je više situacija koje su zabilježene slikama u nastavku. Na početku kad su priključena sva trošila, šest klasičnih žarulja s žarnom niti snage od 25 do 40W, prijenosna bateriju, mobitel i jedno prijenosno računalo, potrošnja je bila 322W. FN generator je proizvodio 128W, a 231W se trošilo iz baterije. Zbog toga je struja i snaga baterije s minus predznakom na slici 5.16.



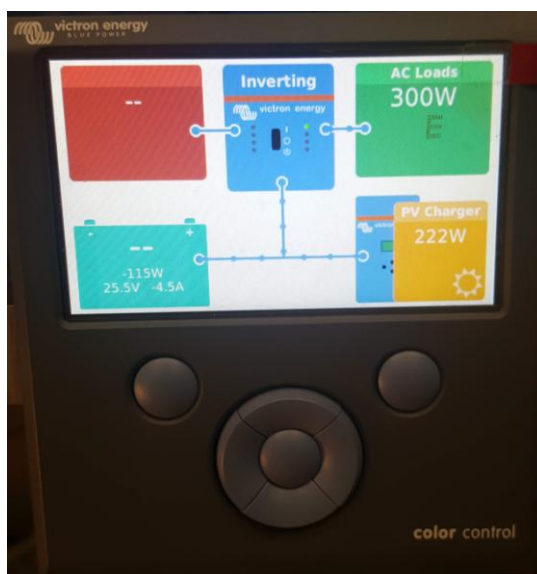
*Slika 5.16 Proizvodnja i potrošnja 4*

Polikristalni FN moduli proizvodili su snagu od 73W, a monokristalni FN moduli snagu od 79W. Struja baterije bila je -8.2A. (Slika 5.17)



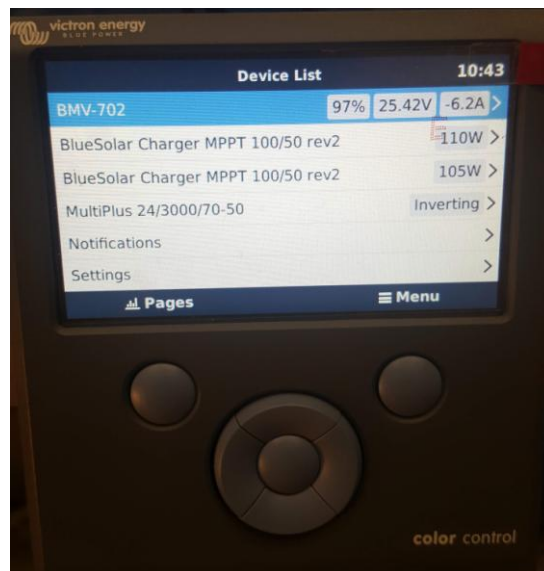
*Slika 5.17 Razlika u proizvodnji 4*

Kad se mobitel napunio, proizvodnja je bila 300W. FN generator je proizvodio 222W, a iz baterije se trošilo 115W. (Slika 5.18)



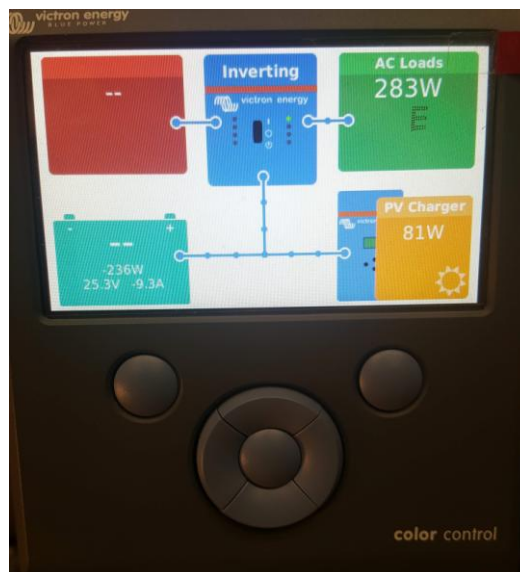
*Slika 5.18 Proizvodnja i potrošnja 5*

Polikristalni moduli proizvodili su 110W, a monokristalni 105W. Struja baterije iznosila je -6.2A, a napunjenost baterije je pala na 97%. (Slika 5.19)



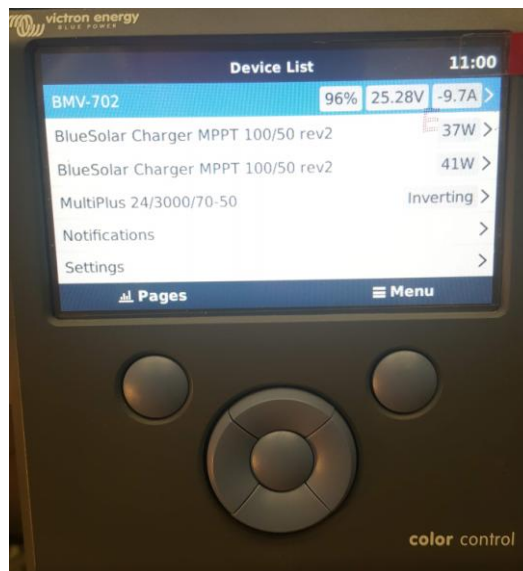
*Slika 5.19 Razlika u proizvodnji 5*

Kad je prijenosna baterija bila puna, potrošnja je pala na 283W. FN generator je proizvodio 81W, a iz baterije se trošilo 236W. (Slika 5.20)



*Slika 5.20 Proizvodnja i potrošnja 6*

Polikristalni moduli proizvodili su 37W, a monokristalni moduli 41W. Struja baterije bila je -9.7A, a napunjenost baterije je pala na 96%. (Slika 5.21)



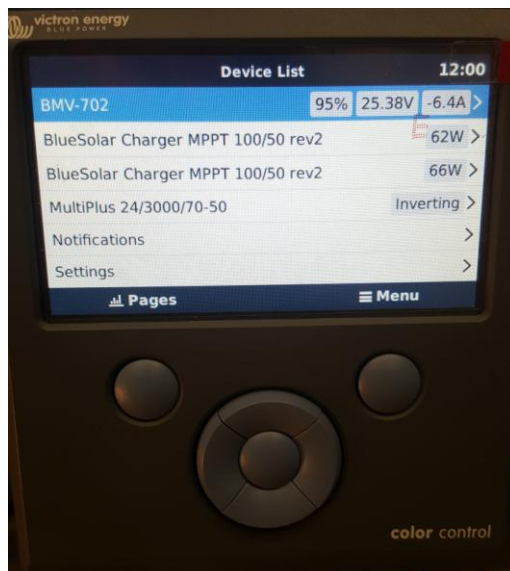
*Slika 5.21 Razlika u proizvodnji 6*

Kad je prijenosno računalo bilo napunjeno, potrošnja pada na 250W a proizvodnja FN generatora raste na 125W. Iz baterija se trošilo 158W snage. (Slika 5.22)



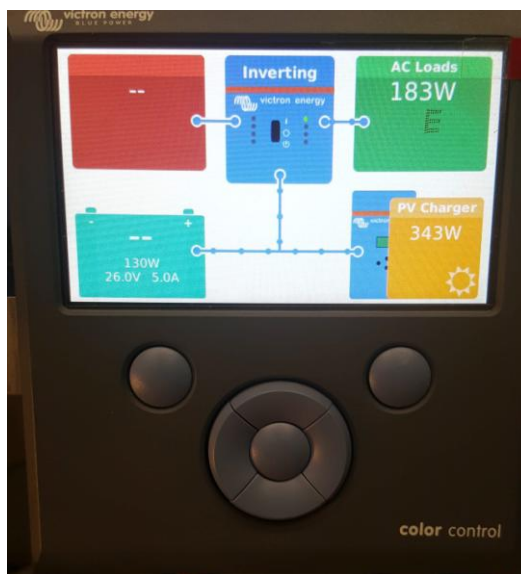
*Slika 5.22 Proizvodnja i potrošnja 7*

Polikristalni moduli su proizvodili 62W, a monokristalni moduli 66W. Struja baterije bila je -6.4A, a napunjenost baterije pada na 95%. (Slika 5.23)



*Slika 5.23 Razlika u proizvodnji 7*

Isključene su još dvije žarulje ukupne snage 50W. Potrošnja pada na 183W, a proizvodnja FN generatora raste 343W. Sad više baterija nije davala snagu već primala tj. punila se viškom proizvodnje FN generatora od 130W. (Slika 5.24)



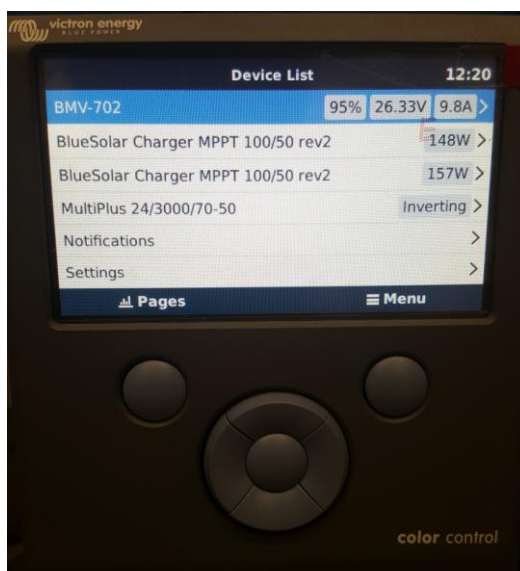
*Slika 5.24 Proizvodnja i potrošnja 8*

Kad su sva trošila bila isključena, potrošnja je bila 0W, a proizvodnja FN generatora 301W. Ujedno se i baterija punila snagom 301W. (Slika 5.25)



*Slika 5.25 Proizvodnja i potrošnja 9*

Polikristalni moduli su proizvodili 148W, a monokristalni moduli 157W za punjenje baterije. Struja baterije više nije negativnog predznaka i iznosi 9.8A. (Slika 5.26)



*Slika 5.26 Razlika u proizvodnji 9*



U slučaju praćenja FN elektrane za vrijeme oblačnog dana, bilo je više specifičnih uzoraka zabilježenih slikama iznad. Primijećeno je da FN moduli proizvode približno jednaku snagu. U tablici 5.3 prikazani su osnovni podaci izvršenog praćenja sustava za polikristalne module, a u tablici 5.4 su prikazani osnovni podaci izvršenog praćenja sustava za monokristalne module, uzeti u vremenu od 6:00 h do 13:00 h u vremenskim intervalima svakih 10 minuta.

Vrijeme	Napon baterije	Struja baterije	Snaga baterije	Napon FN generatora	Struja FN generatora	Snaga FN generatora	Današnji prinos
[h]	[V]	[A]	[W]	[V]	[A]	[W]	[kWh]
6:00	25,67	0	0	17,24	0	0	0
6:10	25,65	0	0	25,6	0	0	0
6:20	25,65	0	0	25,63	0	0	0
6:30	25,65	0	0	37,16	0	1	0
6:40	25,65	0,1	3	37,17	0,1	1	0
6:50	25,68	0,1	3	46,86	0,1	4	0
7:00	25,72	0,3	8	55,93	0,2	9	0
7:10	26,28	1,7	45	61,64	0,8	47	0,01
7:20	27,79	4,7	131	68,46	2	136	0,02
7:30	27,27	2	55	61,9	1	60	0,04
7:40	27,04	1,6	43	67,28	0,7	44	0,04
7:50	26,98	1,4	38	65,52	0,6	38	0,05
8:00	27,11	1,6	43	58,92	0,8	48	0,06
8:10	27,35	2,9	79	67,72	1,2	76	0,07
8:20	27,41	2,7	74	63,24	1,1	72	0,08
8:30	27,46	2,6	71	64,41	1,2	75	0,09
8:40	27,57	2,9	80	67,49	1,2	81	0,1
8:50	27,46	2	55	60,88	0,9	57	0,12
9:00	26,02	2,6	68	64,16	1,1	70	0,13
9:10	25,76	1,9	49	64,07	0,8	52	0,14
9:20	25,6	1,8	46	57,83	0,8	46	0,14
9:30	25,37	2,1	53	63,8	0,9	59	0,15
9:40	25,41	4	102	64,76	1,5	100	0,16
9:50	25,28	2,1	53	61,57	0,9	56	0,18
10:00	25,25	1,9	48	68,83	0,6	43	0,19
10:10	25,31	2,4	61	62,4	1	63	0,19
10:20	25,32	2,4	61	66,32	0,9	62	0,21
10:30	25,34	2,8	71	66,77	1	73	0,22
10:40	25,56	4,7	120	71,45	1,7	125	0,23
10:50	25,33	2,4	61	63,27	0,9	58	0,25
11:00	25,28	1,5	38	69,47	0,5	35	0,26
11:10	25,36	2,4	61	60,57	1	63	0,27
11:20	25,4	2,9	74	66,07	1,1	73	0,28

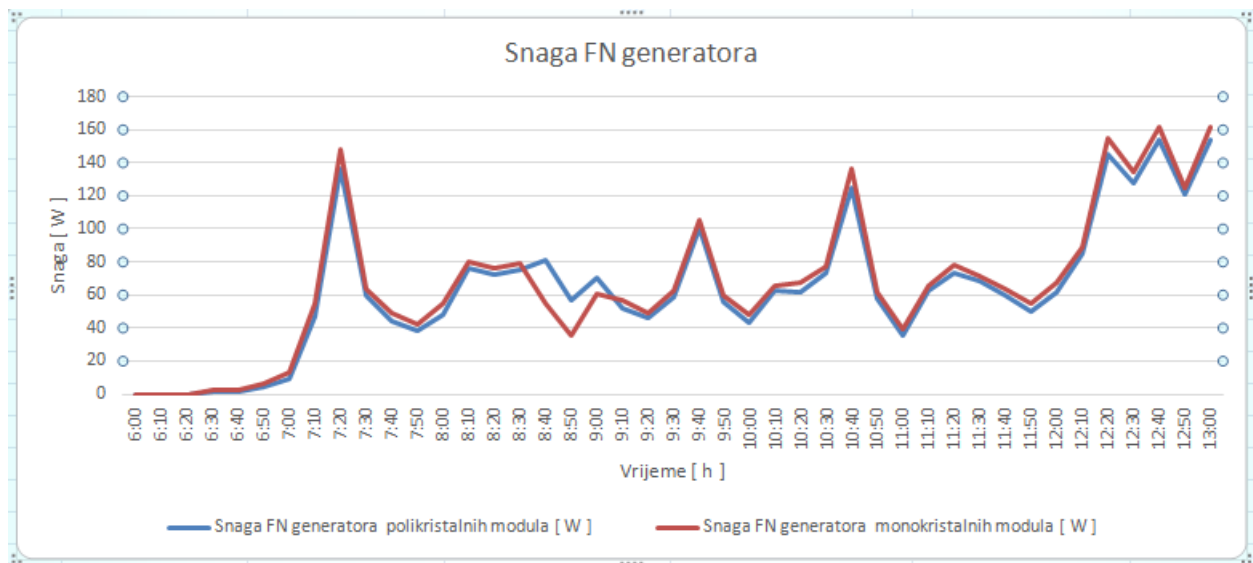
11:30	25,38	2,6	66	67,14	1	68	0,29
11:40	25,39	2,1	53	58,8	1	60	0,3
11:50	25,36	1,8	46	58,08	0,9	50	0,31
12:00	25,41	2,4	61	59,05	1,1	62	0,32
12:10	25,52	3,1	79	66,94	1,3	85	0,33
12:20	26,49	5,3	140	64,98	2,2	145	0,35
12:30	27,07	4,6	125	63,61	2	128	0,37
12:40	27,33	5,5	150	65,67	2,3	154	0,39
12:50	27,21	4,4	120	67,26	1,8	121	0,42
13:00	27,27	5,5	150	64,25	2,4	154	0,44

Tablica 5.3 Prikaz podataka testiranja polikristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena

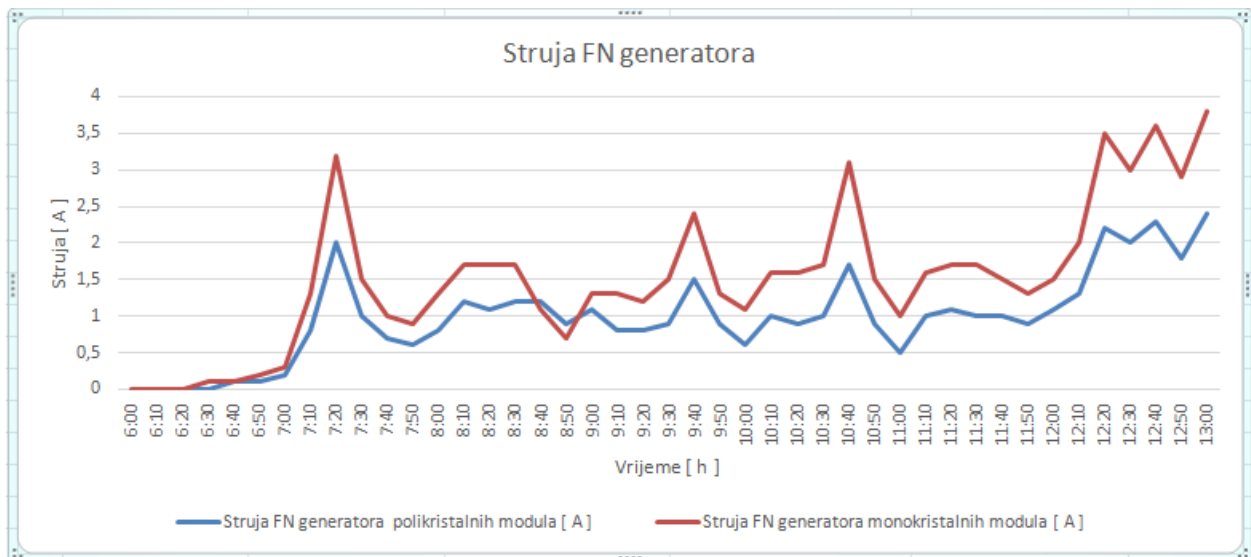
Vrijeme	Napon baterije	Struja baterije	Snaga baterije	Napon FN generatora	Struja FN generatora	Snaga FN generatora	Današnji prinos
[h]	[V]	[A]	[W]	[V]	[A]	[W]	[kWh]
6:00	25,69	0	0	14,12	0	0	0
6:10	25,69	0	0	24,43	0	0	0
6:20	25,69	0	0	25,65	0	0	0
6:30	25,68	0	0	29,86	0,1	2	0
6:40	25,68	0,1	3	29,85	0,1	2	0
6:50	25,69	0,2	5	32,76	0,2	6	0
7:00	25,75	0,5	13	39,36	0,3	13	0,01
7:10	26,29	2	53	43,51	1,3	55	0,01
7:20	27,81	5,2	145	46,17	3,2	148	0,03
7:30	27,3	2,3	63	42,08	1,5	64	0,04
7:40	27,04	1,7	46	46,71	1	49	0,05
7:50	26,98	1,4	38	43,88	0,9	42	0,06
8:00	27,1	1,9	51	41,54	1,3	55	0,07
8:10	27,36	2,8	77	47,89	1,7	80	0,08
8:20	27,43	2,7	74	44,13	1,7	76	0,09
8:30	27,49	2,8	77	45,58	1,7	79	0,1
8:40	27,55	1,8	50	51,24	1,1	55	0,12
8:50	27,49	1,3	36	50,65	0,7	35	0,13
9:00	26,03	2,3	60	48,92	1,3	61	0,14
9:10	25,77	2,2	57	44,94	1,3	57	0,15
9:20	25,61	1,8	46	42,39	1,2	49	0,16
9:30	25,39	2,4	61	41,58	1,5	63	0,17
9:40	25,4	4	102	42,45	2,4	105	0,18
9:50	25,28	2,3	58	44,87	1,3	60	0,2
10:00	25,26	1,9	48	43,32	1,1	48	0,21

10:10	25,33	2,6	66	41,46	1,6	66	0,21
10:20	25,34	2,6	66	42,3	1,6	67	0,23
10:30	25,37	2,9	74	46,02	1,7	77	0,24
10:40	25,55	5,3	135	44,46	3,1	136	0,26
10:50	25,34	2,4	61	41,05	1,5	62	0,27
11:00	25,3	1,4	35	39,13	1	39	0,28
11:10	25,38	2,5	63	42,26	1,6	66	0,29
11:20	25,4	3	76	45,09	1,7	78	0,3
11:30	25,39	2,7	69	42,99	1,7	71	0,32
11:40	25,4	2,4	61	41,98	1,5	64	0,33
11:50	25,39	2,1	53	42,98	1,3	55	0,34
12:00	25,41	2,5	64	43,41	1,5	67	0,35
12:10	25,53	3,4	87	46,19	2	89	0,36
12:20	26,47	5,7	151	44,69	3,5	155	0,38
12:30	27,07	4,8	130	44,56	3	134	0,4
12:40	27,3	5,8	158	45,01	3,6	162	0,43
12:50	27,22	4,5	122	43,16	2,9	125	0,45
13:00	27,28	5,8	158	42,88	3,8	162	0,47

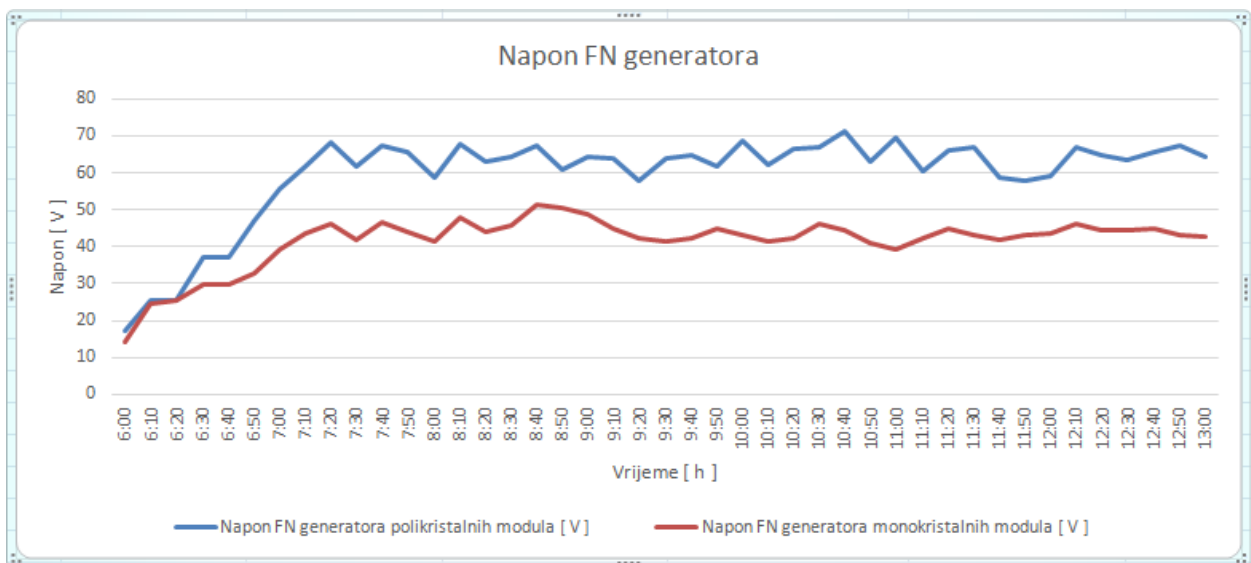
Tablica 5.4 Prikaz podataka testiranja monokristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena



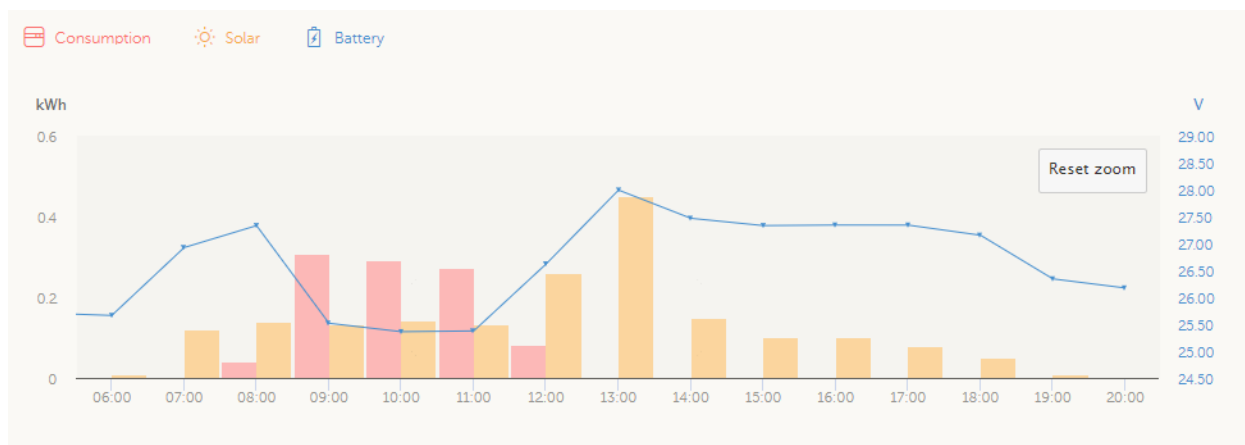
Slika 5.27 Grafički prikaz ovisnosti snage FN generatora o vremenu za vrijeme oblačnog vremena



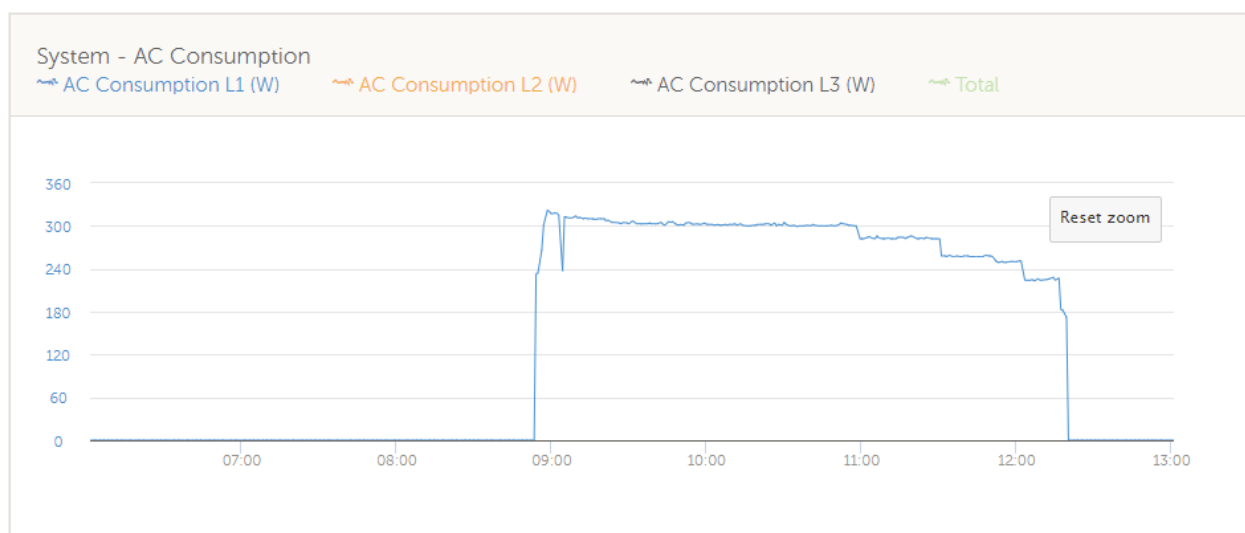
Slika 5.28 Grafički prikaz ovisnosti struje FN generatora o vremenu za vrijeme oblačnog vremena



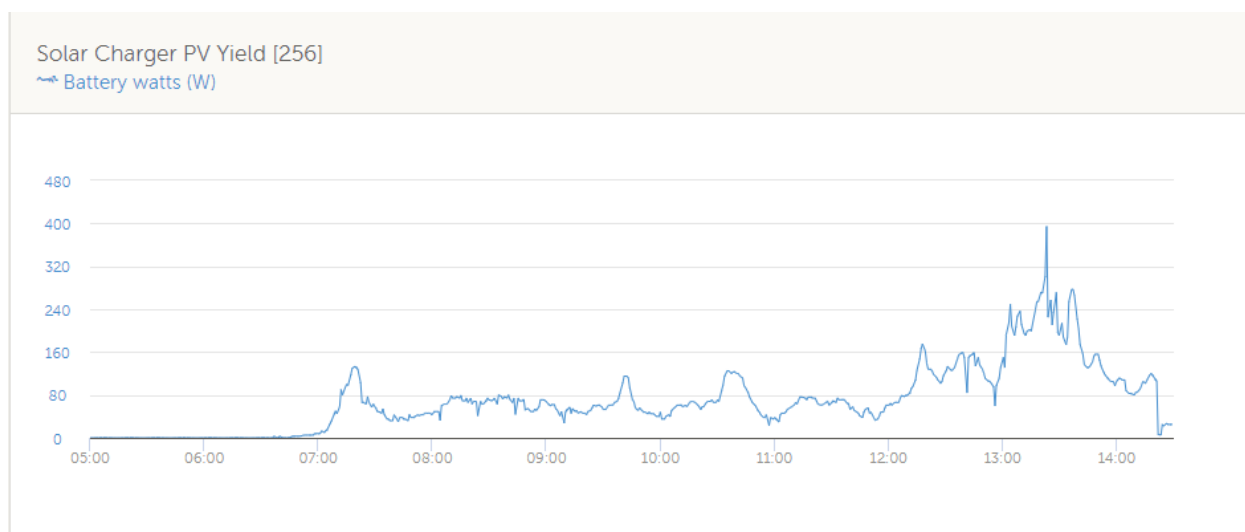
Slika 5.29 Grafički prikaz ovisnosti napona FN generatora o vremenu za vrijeme oblačnog vremena



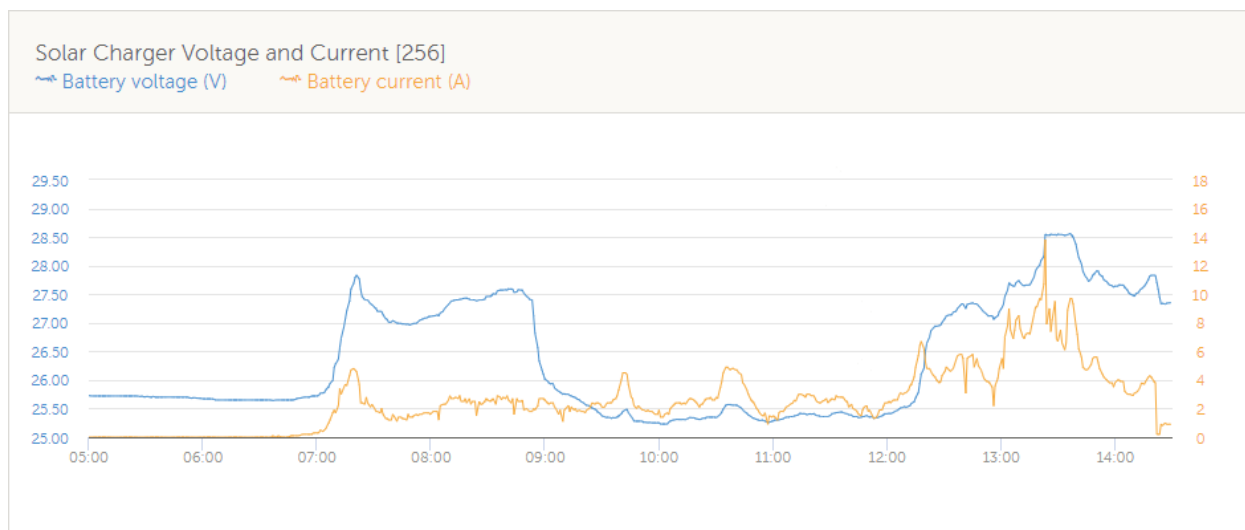
Slika 5.30 Grafički prikaz potrošnje, proizvodnje i napona baterije za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala



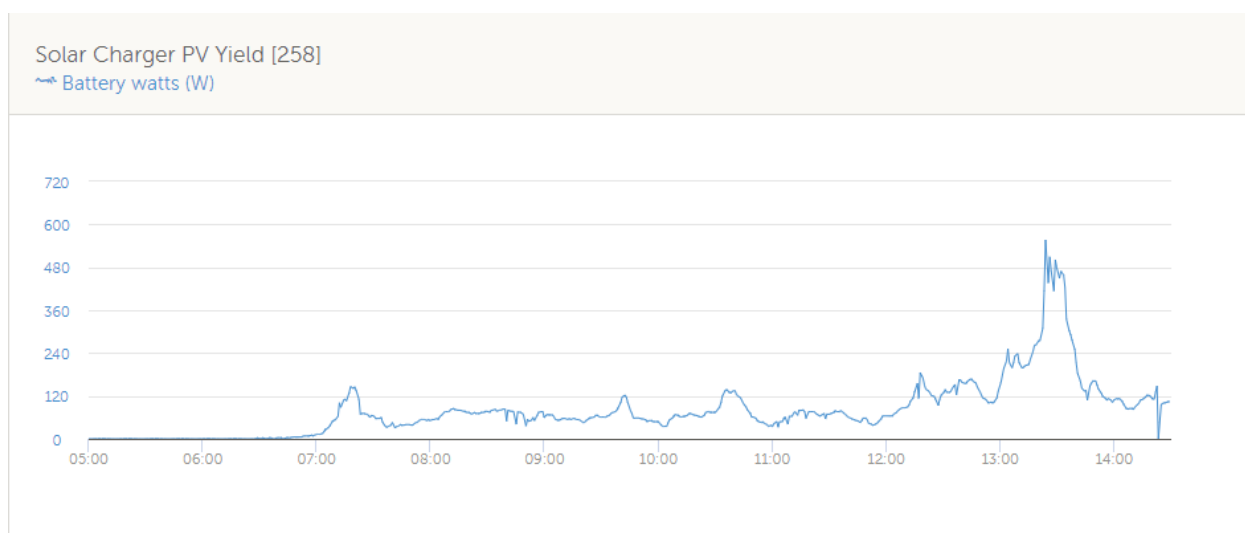
Slika 5.31 Grafički prikaz potrošnje, za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala



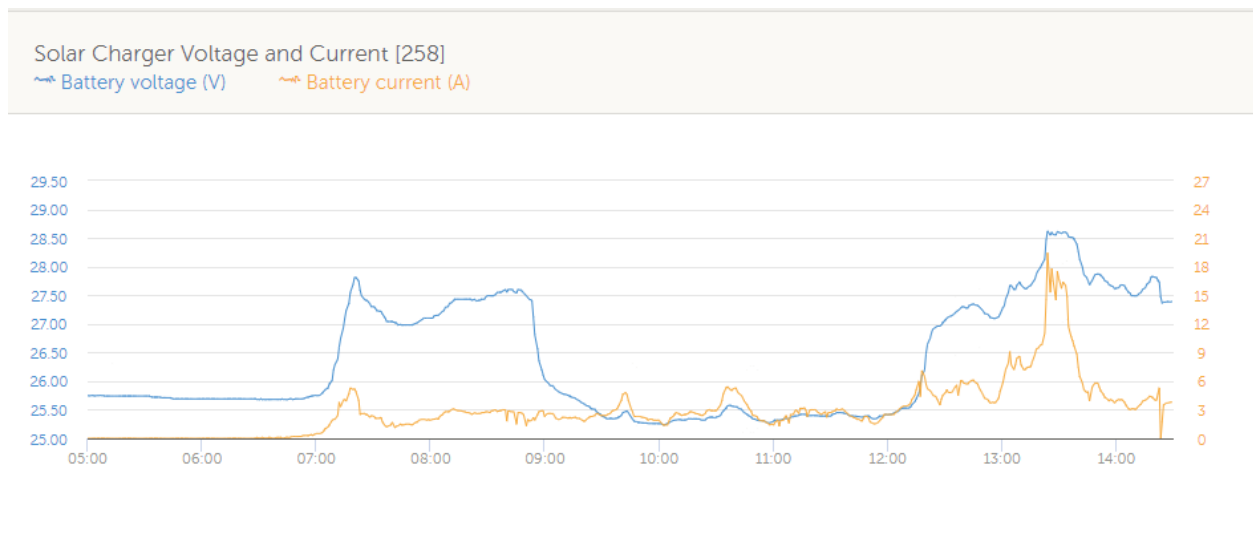
Slika 5.32 Grafički prikaz proizvodnje polikristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala



*Slika 5.33 Grafički prikaz napona i struje polikristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala*



*Slika 5.34 Grafički prikaz proizvodnje monokristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala*



*Slika 5.35 Grafički prikaz napona i struje monokristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala*

Iz tablica i grafova iznad vidljivo je da noću proizvodnje nema. Proizvodnja električne energije javlja se od 6:30h pri izlasku sunca i raste do 7:20h. Zatim se smanjuje i tako varira iznosima 38W – 125W kod polikristalnih modula i iznosima 42W – 136W kod monokristalnih modula. Proizvodnja električne energije raste opet od 12:20 pa do kraja mjerenja, tj. do 13:30h, što je vidljivo iz grafova iznad. To je razdoblje kad više nije bilo priključenih trošila i sva proizvedena električna energija punila je baterije.

Važno je primijetiti da su u razdoblju od 8:40h do 9:00h polikristalni moduli proizvodili više električne energije nego monokristalni moduli

### **5.3. Isplativost većih ulaganja u skuplje panele**

Monokristalni paneli proizvode približno 2 puta više električne energije u sunčanim uvjetima od polikristalnih. U oblačnim uvjetima proizvodnja monokristalnih je malo viša od proizvodnje polikristalnih, ali dolazi i do trenutaka kad polikristalni moduli proizvode više. Jedan od glavnih čimbenika planiranja ulaganja veće količine novaca u FN elektrane jest položaj. Varaždin ima takav položaj da prosječna godina ima više sunca nego oblačnog vremena. Ako se uzme u obzir da su studeni, prosinac, siječanj i veljača mjeseci s manjom osunčanosti, tu bi bila proizvodnja

monokristalnih približno jednaka proizvodnji polikristalnih i taj period je manje produktivan ako se ulaže u monokristalne panele, a ako se uzme u obzir da su ožujak, travanj, svibanj, lipanj, srpanj, kolovoz, rujan i listopad mjeseci s većom osunčanosti, naročito lipanj, srpanj i kolovoz, tu su dakle monokristalni moduli itekako isplativi jer proizvode 2 puta više nego polikristalni. Dakle, na kraju se ipak isplate više monokristalni. Razlika je u cijeni. Konkretno za FN sustav Sveučilišta Sjever, cijena četiri FN modula polikristalne građe, snage 190W, dimenzije 1324x989x35 mm je 6050,00 kn, a cijena četiri FN modula monokristalne građe, snage 190W, dimenzije 1580x808x35 mm je 8568,00 kn. Razlika u cijeni je 29.4%. Monokristalni moduli su nešto manje površine, pa je ujedno i to jedna prednost kod većih ulaganja. Ukoliko je sustav planiran na mjestu gdje ima više sunčanih dana, isplati se uložiti u monokristalne panele.



## 7. Zaključak

Zbog sve manje fosilnih goriva, čovječanstvo prelazi na obnovljive izvore energije. Moderne tehnologije omogućuju povećanje učinkovitosti i daju svijetlu budućnost ekonomiji. Ovaj rad je napravljen s ciljem da studentima a i ostalim zainteresiranim ljudima van Sveučilišta Sjever, približi vrste otočnih sustava, dijelove potrebni za izgradnju i da lakše biraju komponente potrebne za vlastite sustave.

U ovom je radu težište stavljeno na analizu i praćenje rada FN sustava Sveučilišta Sjever. Napravljena su testiranja iz kojih se vidi razlika u efikasnosti monokristalnih i polikristalnih modula. Vidljivo je da monokristalni moduli, proizvode više električne energije za vrijeme sunčanog vremena, a približno isto za vrijeme oblačnog vremena, u usporedbi s polikristalnim modulima. Opisana je moderna tehnologija za daljinsko upravljanje i komunikaciju. VRM portal je jako koristan, jer daje sve informacije, bez obzira na kojem se mjestu nalazili, bitan je samo pristup internetu. Rad je popraćen s puno slika komunikacijskog panela ugrađenog u priključni ormar i slikama s VRM portala, koji za korisnike sam crta grafove. Ova testiranja mogu biti dobar temelj ostalim studentima pri izradi završnih radova. Ujedno Sveučilištu Sjever preporučam daljnja ulaganja u skuplje FN module i obnovljive izvore energije.

---

*(vlastoručni potpis)*

Varaždin, 14.09.2018.

## 8. Literatura

- [1]Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima, Narodne novine, br. 153/2013,
- [2] <http://www.elektro-pozaic.hr/fotonaponski-sustav/>, dostupno 4.9.2018.
- [3] <http://flamtron.hr/solar/index.php/hr/fotonaponski-sustavi/autonomni-ili-samostalni-fotonaponski-sustavi>, dostupno 4.9.2018.
- [4] [https://www.schrack.hr/fileadmin/f/hr/Bilder/pdf\\_dokumenti/Schrack\\_Majstor\\_07-08-2013.pdf](https://www.schrack.hr/fileadmin/f/hr/Bilder/pdf_dokumenti/Schrack_Majstor_07-08-2013.pdf), dostupno 4.9.2018.
- [5] [http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01\\_handbook\\_fotonapon.pdf](http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf), dostupno 4.9.2018.
- [6] Glavni projekt fotonaponskog sustava (tehnički opis), Sveučilište Sjever
- [7] <http://grejanje.com/strana.php?pID=172>, dostupno 4.9.2018.
- [8] I. Debelec, M. Vraničar, „Paneli sunčanih ćelija“, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2013.
- [9] D. Kornet: „Opis rada laboratorija za obnovljive izvore energije (OIE) na Sveučilištu Sjever“, Sveučilište Sjever, Završni rad br.410 Varaždin, 2017.
- [10] D. Srpak, L. Havaš, T. Horvat: „Razvoj i korištenje laboratorija za obnovljive izvore energije na Sveučilištu Sjever“, 10. Posavetovanje o informatiki v energetiki Slovenije, ZBORNIK / 10. PIES. Portorož, Slovenija, str. 4-11, 2017.
- [11] <https://www.victronenergy.com/cables/ve.direct.cable>, dostupno 4.9.2018.
- [12] <https://www.victronenergy.com/accessories/ve-direct-to-usb-interface>, dostupno 4.9.2018.

## Popis slika

<i>Slika 1.1</i> Dijelovi otočnog sustava [3].....	2
<i>Slika 2.1</i> Podjela fotonaponskih (FN) sustava [5].....	4
<i>Slika 3.2</i> Regulator punjenja Victron Energy BlueSolar 100/50.....	7
<i>Slika 3.3</i> Inverter/punjač Victron Energy MultiPlus 24/3000/70.....	8
<i>Slika 3.4</i> Baterijski sustav, Baterije Victron Energy AGM 12 VDC/220Ah.....	9
<i>Slika 4.1</i> Prikaz stražnje strane CCGX panela[7].....	10
<i>Slika 4.2.</i> VE.Direct kabel[8].....	11
<i>Slika 4.3.</i> Victron Energy Battery Monitor BMV-702.....	11
<i>Slika 4.4.</i> VE.Direct to USB[9].....	12
<i>Slika 4.5</i> Prikaz povezivanja MultiPlus uređaja, DMC ploče i usmjerivač za Internet.....	12
<i>Slika 5.1</i> Neopterećen sustav.....	13
<i>Slika 5.2</i> Razlika u proizvodnji 1.....	14
<i>Slika 5.3</i> Proizvodnja i potrošnja 2.....	14
<i>Slika 5.4</i> Razlika u proizvodnji 2.....	15
<i>Slika 5.5</i> Proizvodnja i potrošnja 3.....	15
<i>Slika 5.6</i> Razlika u proizvodnji 3.....	16
<i>Slika 5.7</i> Grafički prikaz ovisnosti snage FN generatora o vremenu za vrijeme sunčanog vremena.....	19
<i>Slika 5.8</i> Grafički prikaz ovisnosti struje FN generatora o vremenu za vrijeme sunčanog vremena.....	19
<i>Slika 5.9</i> Grafički prikaz ovisnosti napona FN generatora o vremenu za vrijeme sunčanog vremena.....	20
<i>Slika 5.10</i> Grafički prikaz potrošnje, proizvodnje i napona baterije za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala.....	20
<i>Slika 5.11</i> Grafički prikaz potrošnje za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala.....	21
<i>Slika 5.12</i> Grafički prikaz proizvodnje polikristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala.....	21
<i>Slika 5.13</i> Grafički prikaz napona i struje polikristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala.....	22
<i>Slika 5.14</i> Grafički prikaz proizvodnje monokristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala.....	22

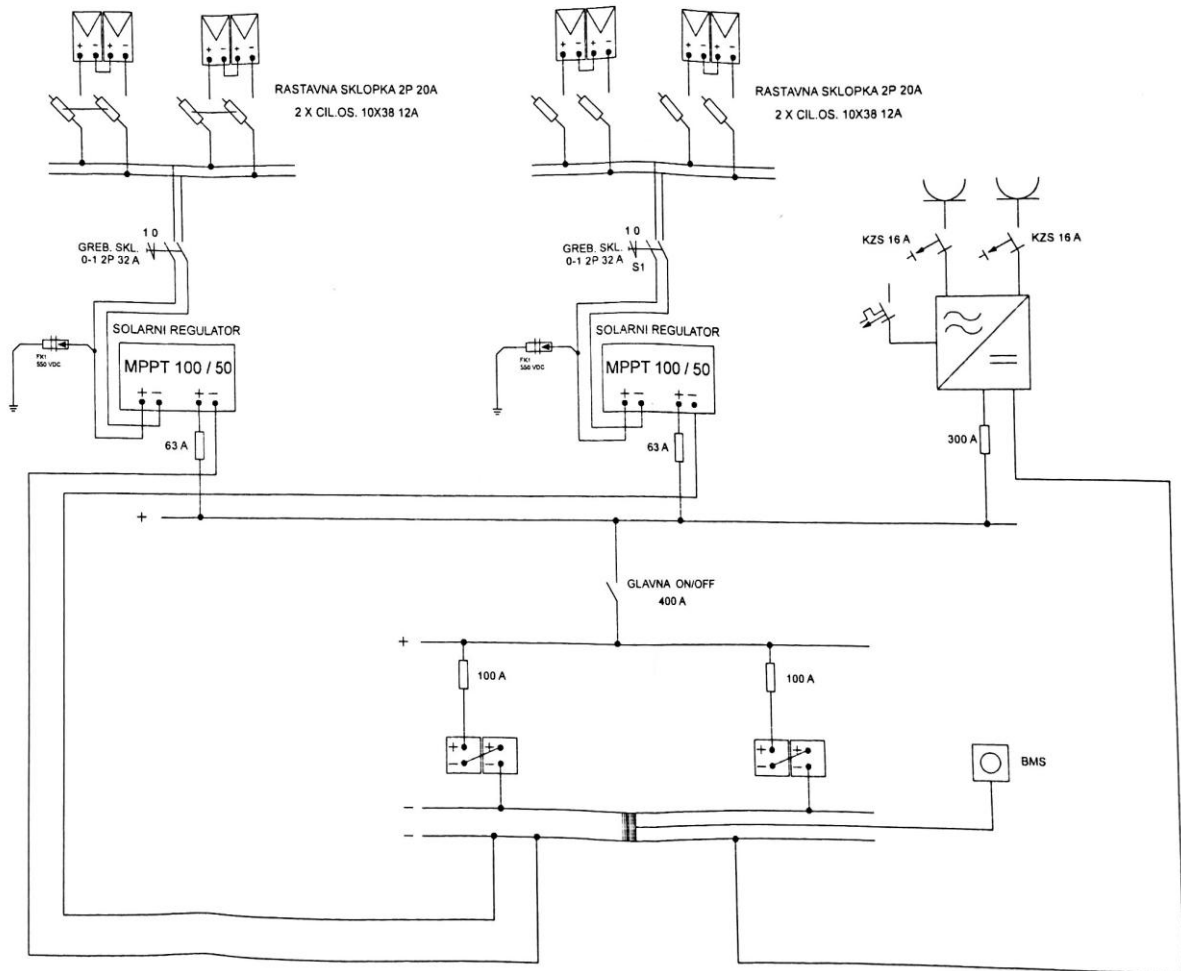
<i>Slika 5.15 Grafički prikaz napona i struje monokristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena preko VRM portala.....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 5.16 Proizvodnja i potrošnja 4.....</i>	<i>24</i>
<i>Slika 5.17 Razlika u proizvodnji 4.....</i>	<i>25</i>
<i>Slika 5.18 Proizvodnja i potrošnja 5.....</i>	<i>25</i>
<i>Slika 5.19 Razlika u proizvodnji 5.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 5.20 Proizvodnja i potrošnja 6.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 5.21 Razlika u proizvodnji 6.....</i>	<i>27</i>
<i>Slika 5.22 Proizvodnja i potrošnja 7.....</i>	<i>27</i>
<i>Slika 5.23 Razlika u proizvodnji 7.....</i>	<i>28</i>
<i>Slika 5.24 Proizvodnja i potrošnja 8.....</i>	<i>28</i>
<i>Slika 5.25 Proizvodnja i potrošnja 9.....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 5.26 Razlika u proizvodnji 9.....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 5.27 Grafički prikaz ovisnosti snage FN generatora o vremenu za vrijeme oblačnog vremena.....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 5.28 Grafički prikaz ovisnosti struje FN generatora o vremenu za vrijeme oblačnog vremena.....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 5.29 Grafički prikaz ovisnosti napona FN generatora o vremenu za vrijeme oblačnog vremena.....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 5.30 Grafički prikaz potrošnje, proizvodnje i napona baterije za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala.....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 5.31 Grafički prikaz potrošnje, za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 5.32 Grafički prikaz proizvodnje polikristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala.....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 5.33 Grafički prikaz napona i struje polikristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 5.34 Grafički prikaz proizvodnje monokristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 5.35 Grafički prikaz napona i struje monokristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena preko VRM portala.....</i>	<i>36</i>

## Popis tablica

<i>Tablica 5.1 Prikaz podataka testiranja polikristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena.....</i>	<i>17</i>
<i>Tablica 5.2 Prikaz podataka testiranja monokristalnih modula za vrijeme sunčanog vremena.....</i>	<i>18</i>
<i>Tablica 5.3 Prikaz podataka testiranja polikristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena.....</i>	<i>31</i>
<i>Tablica 5.4 Prikaz podataka testiranja monokristalnih modula za vrijeme oblačnog vremena.....</i>	<i>32</i>

# Prilog

## Prilog 1: Jednopolna shema FN elektrane Sveučilišta Sjever



UNIVERSITET  
NORWICH

Sveučilište  
Sjever

MMI

SVEUČILIŠTE  
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Dominik Pozder (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Praćenje i analiza rada FN elektrane Sveučilišta Sjever (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Pozder

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Dominik Pozder (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Praćenje i analiza rada FN elektrane Sveučilišta Sjever (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Pozder

(vlastoručni potpis)