

# **OBRAZOVNI MATERIJAL ZA STRUČNO USAVRŠAVANJE NASTAVNIKA STRU KOVNIH PREDMETA**

**Modul:**

**Razvoj stručnih sadržaja i sadržaja za učenje (MI 2)**

**Autor:**

**Neven Maleš, mag. ing. mech.**

## Opis modula

<b>MI2 (S1)</b>	
<b>Naziv modula</b>	Razvoj stručnih sadržaja i sadržaja za učenje
<b>CILJ MODULA</b>	
Razvoj kompetencija potrebnih za osmišljavanje, razvoj i izradu stručnih sadržaja i sadržaja za učenje i podučavanje.	
<b>OPIS/ SADRŽAJI MODULA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kroz ovaj modul polaznici će se upoznati s osnovnim principima izrade obrazovnog sadržaja od analize potreba, korisnika i konteksta, do alata i tehničkih aspekata izrade sadržaja u digitalnom formatu.</b></li> <li>• <b>Istražit će i isprobati različite alate za izradu digitalnih sadržaja, te osmisliti i praktično izrađivati manje dijelove sadržaja.</b></li> <li>• <b>Polaznike će se prilikom osmišljavanja i izrade sadržaja poticati na primjenu suvremenih pristupa učenju i podučavanju.</b></li> <li>• <b>Mogućnosti izrade i ponovnog korištenja otvorenih obrazovnih resursa te različiti modeli licenciranja izrađenih obrazovnih materijala.</b></li> </ul>	
<b>ISHODI UČENJA ZA MODUL</b>	
<p>Nakon uspješno završenog modula polaznik će moći:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>osmisliti obrazovni sadržaj i razraditi proces njegove izrade</b></li> <li>• <b>identificirati digitalne alate i platforme za izradu sadržaja te analizirati njihove karakteristike i mogućnosti primjene</b></li> <li>• <b>izraditi vlastiti sadržaj za potrebe nastave strukovnih predmeta u skladu s pedagoškim načelima i tehničkim zahtjevima uz suvremeni pristup učenju i podučavanju.</b></li> </ul>	

## Razrada obrazovnog materijala u okviru modula

### OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

### OSNOVE SUNČEVE ENERGIJE I FOTONAPONA

Sunce je najvažniji izvor energije za sve prirodne procese na planetu Zemlji. Razvoj biljnog i životinjskog svijeta ovisi o toplini dozračenju iz Sunca, kao i mnogi procesi u prirodi, poput fotosinteze. Suvremene metode proizvodnje energije na Zemlji koriste energiju Sunčevog zračenja, bilo da se radi o izravnom ili posrednom korištenju. Neposredni načini korištenja Sunčeve energije su fosilna goriva (nafta, ugljen) stvarana milijunima godina iz ostataka biljnog i životinjskog svijeta, ali i većina energetskih oblika koji se definiraju kao obnovljivi, poput energije vjetra, energije vodotoka i energije pohranjene u obliku biomase.

Fotovoltaik (PV) ili fotonaponski sustavi služe za direktnu proizvodnju električne energije iz sunčevog zračenja, a da pri tome nema štetnih emisija u okoliš, tj. na najugodniji prirodni način. Znanost koja se time bavi zove se fotovoltaika (engl. Photovoltaics). Ovakva postrojenja za proizvodnju električne energije se grade za dugotrajno korištenje (više od 30 godina) uz najniže troškove održavanja. U PV sustav spadaju sve komponente koje pretvaraju sunčevu energiju u električnu energiju i koje stvaraju napon prilagođen potrošačima i uređajima za akumuliranje. U PV sustav su uključeni i svi uređaji za zaštitu i osiguranje. Osnova svakog fotonaponskog sustava su sunčane ćelije koje generiraju električnu struju kada se izlože izvoru svjetla. Svaka ćelija sastoji se od slojeva poluvodičkog materijala. Prilikom obasjavanja ćelije, između dvaju slojeva, stvara se električno polje, te se generira električna struja, ovisno o intenzitetu svjetlosti. Fotonaponskim sustavima za rad nije isključivo potrebna izravna komponenta Sunčevog zračenja, već oni proizvode električnu energiju i iz raspršene komponente tijekom oblačnih i kišnih dana. Cjelokupni PV sustav zovemo **sunčanom elektranom**.

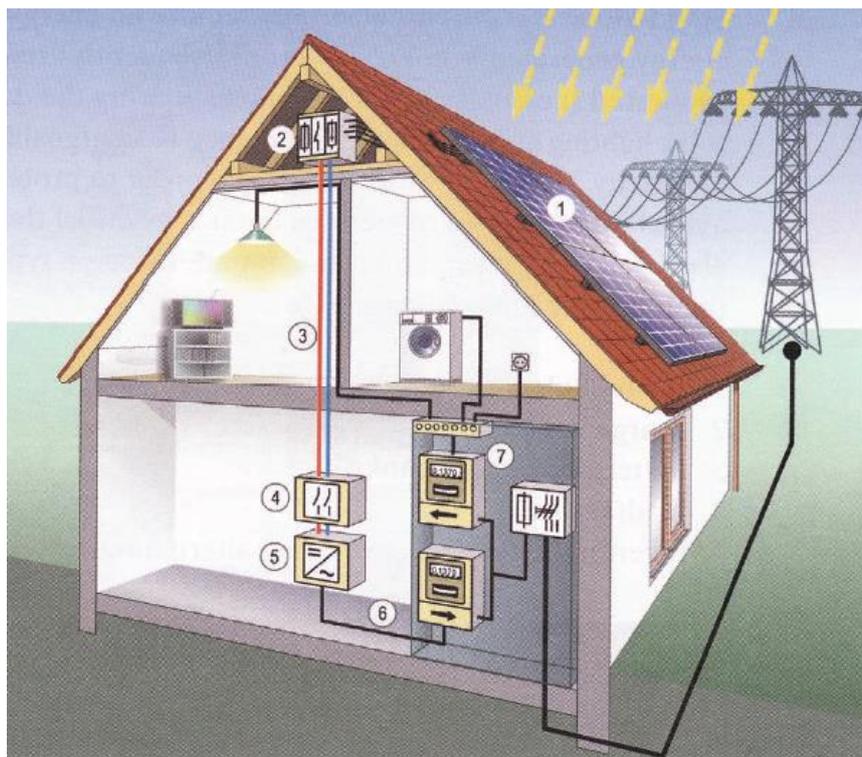
#### Solarni fotonaponski sustavi

Solarni fotonaponski sustavi (FN) mogu se podijeliti na dvije osnovne skupine:

- fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu (engl. *on-grid*)
- fotonaponski sustavi koji nisu priključeni na mrežu (engl. *off-grid*), a često se nazivaju i samostalnim sustavima (engl. *stand-alone systems*)

Fotonaponski sustavi koji nisu priključeni na mrežu, odnosno samostalni sustavi, mogu biti sa ili bez pohrane energije, što će ovisiti o vrsti primjene i načinu potrošnje energije, i hibridni

sustavi koji mogu biti s vjetroagregatom, kogeneracijom, dizelskim generatorom ili gorivnim člancima. Fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu mogu biti izravno priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu ili priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacije. Fotonaponski sustavi priključeni na javnu mrežu preko kućne instalacije pripadaju distribuiranoj proizvodnji električne energije i priključeni su uglavnom na niskonaponsku razinu elektroenergetskog sustava.



Slika 1. Fotonaponski sustavi priključeni na javnu mrežu preko kućne instalacije

Glavni dijelovi fotonaponskog sustava su:

1. fotonaponski moduli
2. spojna kutija sa zaštitnom opremom
3. kablovi istosmjernog razvoda
4. glavna sklopka za odvajanje
5. izmjenjivač dc/ac
6. kablovi izmjeničnog razvoda
7. brojlara predane i preuzete električne energije

Prednosti fotonaponskih sustava spojenih na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacije su sljedeće:

- proizvodi se ekološki čista električna energija bez onečišćenja okoliša
- sva se pretvorba energije obavlja u blizini mjesta potrošnje
- nema gubitaka energije u prijenosu i distribuciji
- pouzdanost i sigurnost opskrbe
- troškovi održavanja znatno su niži od održavanja centraliziranih proizvodnih objekata
- lokacije za instalaciju fotonaponskih sustava u odnosu na velike centralizirane proizvodne
- sustave, jednostavnije je, lakše i brže pronaći
- jednostavna i brza instalacija te puštanje u pogon

Najvažniji sastavni dio solarne elektrane je dobro dimenzionirani **sunčani (solarni) generator** koji ispunjava zahtjeve klijenata. Kod PV sustava u paralelnom pogonu s električnom mrežom, električna energija proizvedena u sunčanoj elektrani isporučuje se direktno u javnu električnu mrežu. Jednofazno se može priključiti elektrana snage do 5 kW, a elektrane viših snaga se priključuju trofazno. Do 100 kW priključuju se trofazno na niskonaponsku mrežu. Snage više od 100 kW i sve do 500 kW priključuju se trofazno u trafostanici.

### **Samostalni fotonaponski sustavi**

Kao što je već rečeno, solarni fotonaponski (FN) sustavi koji nisu priključeni na mrežu (engl. *offgrid*) često se nazivaju i samostalnim sustavima (engl. *stand-alone systems*). Otočne sunčane elektrane su elektrane koje nisu povezane sa elektroenergetskim sustavom već rade potpuno samostalno, te proizvedenu energiju akumuliraju i/ili predaju potrošačima za koje osiguravaju energiju. Zbog raznolikosti potrošača i same sunčane elektrane se razlikuju, u jednu ruku po veličini što je povezano sa snagom potrošača, a u drugu ruku razlikuju se po zahtjevima potrošača kao na primjer autonomija, sigurnost sustava, vijek trajanja pojedinih komponenata sustava. Pristup projektiranju otočne elektrane povezan je sa zahtjevima korisnika elektrane što uvelike utječe na izbor komponenata i cijenu elektrane. Drugim riječima iste zahtjeve neće imati vlasnik kuće kao korisnik elektrane i odašiljač za vojne potrebe. Zbog navedenih činjenica pristupi projektiranju otočnih elektrana se razlikuju do te mjere da za svaku navedenu primjenu možemo upotrijebiti drugačiji pristup projektiranju. Postoje gotovi programi koji proračunavaju otočne elektrane i bazirani su isključivo na lokaciju elektrane i potrebnoj snazi potrošača, odnosno na potrebnoj energiji koju elektrana mora osigurati.

Takav pristup ne daje potpuni uvid u proračun i u zraku ostavlja mnoga pitanja na koje ćemo odgovoriti jednim detaljnijim proračunom, koji osim lokacije i potrebne energije uzima u obzir dubine pražnjenja akumulatora, vrstu pretvarača i trošila, gubitke sustava, te punjače akumulatora.

Po veličini sustava otočne elektrane dijelimo na:

### **Male elektrane**

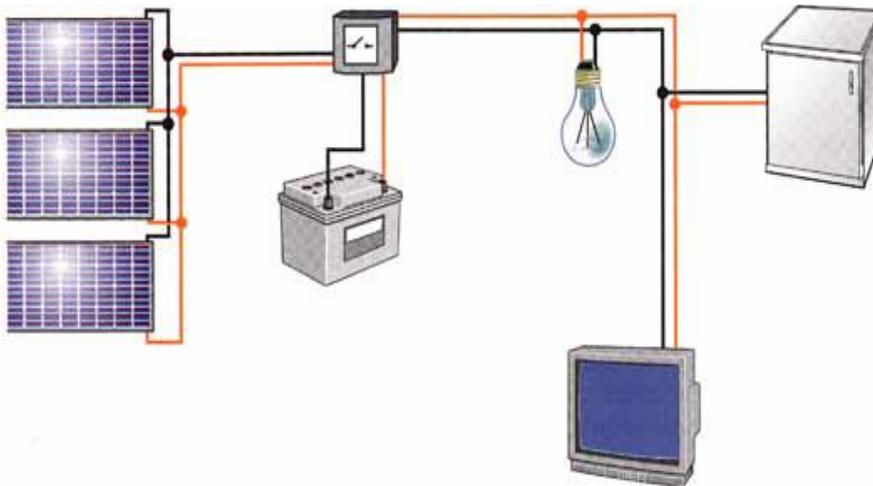
- Parkirališni automati
- Prometna signalizacija
- Manje kuće za odmor
- Kućice za kampiranje

### **Srednje elektrane**

- Kuće za stalni boravak
- Odašiljači za telefoniju
- Odašiljači za potrebe policije i vojske
- Isturena poljoprivredna dobra

### **Velike elektrane**

- Vojni istureni objekti
- Tvornice koje se bave sklapanjem i troše manje količine energije



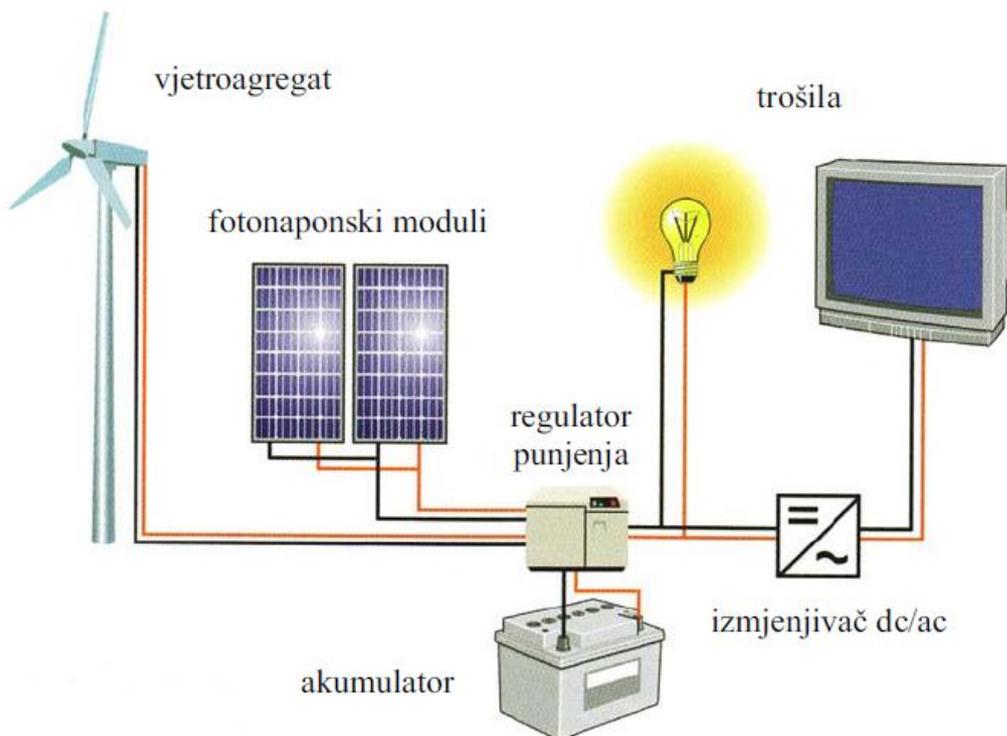
Osnovni dijelovi  
fotonaponskog otočnog  
sustava:

- o fotonaponski moduli,
- o punjač baterija,
- o izmjenjivač,
- o baterija,
- o AC-izlaz na koji su  
priključena trošila

Slika 2. Osnovni dijelovi fotonaponskog otočnog sustava

### Samostalni fotonaponski sustav

Solarni fotonaponski sustavi mogu biti izvedeni i kao hibridni sustavi s vjetroagregatom, kogeneracijom, gorivnim člancima ili, najčešće, generatorom na dizel ili biodizel gorivo.



Samostalni fotonaponski sustav za trošila na izmjeničnu struju

Na slici je prikazana shema samostalnog hibridnog fotonaponskog sustava s generatorom za napajanje trošila na istosmjernu (DC) ili izmjeničnu struju (AC). Kod takvih sustava se električnom energijom proizvedenom solarnim modulima ili vjetroagregatom, prvotno napajaju

trošila, a višak energije se pohranjuje u tzv. solarne akumulatore. U slučaju da ne postoje uvjeti za proizvodnju električne energije solarnim modulima ili vjetroagregatom, izvor za napajanje istosmjernih ili izmjeničnih trošila bit će akumulator. U slučaju da ni akumulator više nema energije za napajanje trošila, uključuje se generator na dizel ili biodizel gorivo.

Kada prikazujemo usporedbu troškova izgradnje otočnog sustava od 5 kW u odnosu na sustav koji možemo spojiti na električnu mrežu te postavljanje kabela ili nadzemnih vodova do odabrane lokacije. Prema današnjim cijenama i tarifama, u koje valja uključiti i sve nevolje s papirologijom, regionalnim i lokalnim planovima, polaganje kabela od najbližeg javnog priključka nije isplativo ako je udaljenost veća od 600 m. Postavljanje zračnog voda na stupovima, neisplativo je čim udaljenost premaši 900 metara.

## PRIMJER IZRADE IDEJNOG PROJEKTA FOTONAPONSKOG SUSTAVA

**IME:** FOTONAPONSKI SUSTAV \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**INVENSTITOR:** \_\_\_\_\_

**GRAĐEVINA:** Poslovna zgrada - ravni krov

**LOKACIJA:** \_\_\_\_\_

**VRSTA PROJEKTA:** IDEJNI PROJEKT  
za nadogradnju solarnog fotonaponskog  
sustava na poslovnu zgradu \_\_\_\_\_  
instalirane snage \_\_\_\_\_

**PROJEKTANT:** \_\_\_\_\_

## 1. PODACI O OBJEKTU

Na lokaciji nove poslovne zgrade za lokaciju: 45°50'2" North, 15°58'42" East, predviđa se izgradnja Solarne elektrane (SE) na ravnom krovu površine cca. 1500 m<sup>2</sup>. Na osnovu površine definirati će se instalirana snaga SE.



Na lokaciji buduće elektrane napravljena je snimka. Tu smo snimku obradili programskim alatom Horicatcher i dobili sljedeće podatke o mogućim sjenama na lokaciji elektrane.

Na slici se vidi crvenom bojom putanja sunca, u jutarnjim i poslijepodnevnim satima doći će do sjenčenja SE i umanjene proizvodnje električne energije. U daljnjoj analizi kroz obradu podataka uzeti ćemo te činjenice u obzir.

Current Original Image: c:\documents and settings\neven\desktop\dsc00706.jpg

Load image Original image Find image center



Site Information

Site Name: IM1  
Date: 07/03/2012  
Time: 11:57  
Latitude [\*]: 45.8340  
Longitude [\*]: 15.9780

Image orientation

Circle radius [pixel]: 756  
Image center X [pixel]: 2020  
Image center Y [pixel]: 1508

Image processing

Azimuth Horicatcher: [\*] 0.000000  
 X-position sun [pixel]: 1273  
Elevation below 0 [\*]: 0

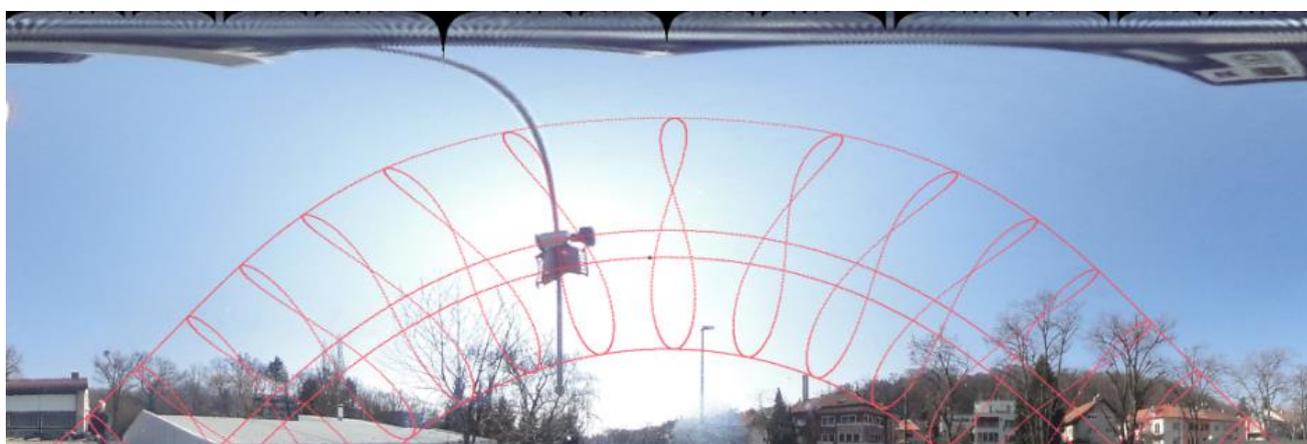
Horizon line (Azimuth, Elevation [\*])  
176.4, 40.1

Reset Settings Redraw Circle

Process image  Draw Solar Paths Processed image Enter Digitize Mode Find sun azimuth



IMAGE PROCESSING MODE



## Slika sjenčanja solarne elektrane

### ANALIZA LOKACIJE

EUROPA > EC > JRC > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe

Cursor position: 45.835, 15.981  
Selected position: 45.834, 15.978

Search: Zagreb

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Classic PVGIS  
PV technology: Crystalline silicon

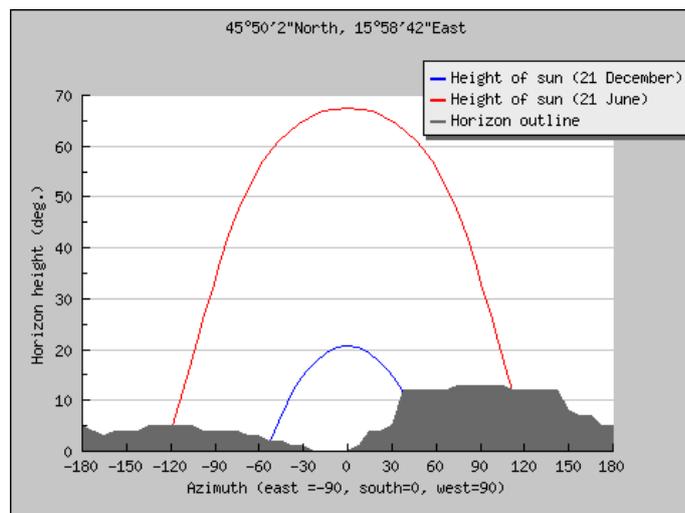
Installed peak PV power: 1 kWp  
Estimated system losses [0;100]: 14 %

Fixed mounting options:  
Mounting position: Free-standing  
Slope [0;90]: 35 °  
Azimuth: 0 °

Tracking options:  
 Vertical axis  
 Inclined axis  
 2-axis tracking

Horizon file:  Browse...

Output options:  
 Show graphs  
 Show horizon



Na osnovu ulaznih podataka za lokaciju: 45°50'2" North, 15°58'42" East, Elevation:

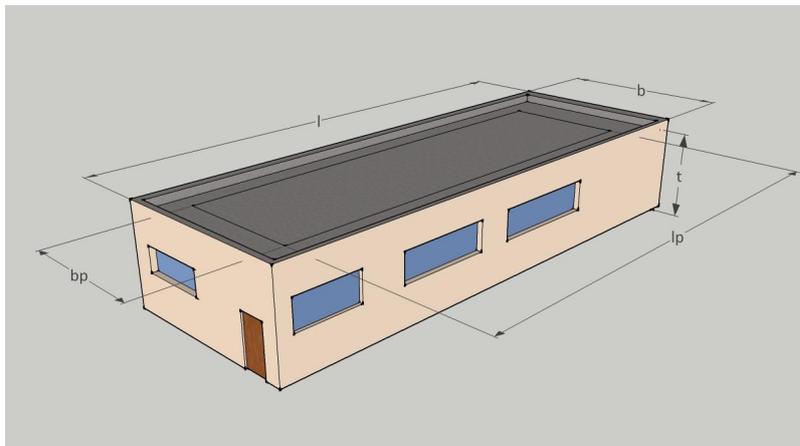
Nadmorske visine 162 m Location: 45°50'1" North, 15°58'42" East, Elevation:  
Solar radiation database used: PVGIS-classic

Podatci koje nam program izbacilo nakon analize lokacije

**Nominal power of the PV system: 50.3 kW** (crystalline silicon)  
Estimated losses due to temperature: 8.8% (using local ambient temperature)  
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.8%  
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%  
Combined PV system losses: 23.8%

<b>Fixed system: inclination=33°, orientation=0° (Optimum at given orientation)</b>				
<b>Month</b>	<b>E<sub>d</sub></b>	<b>E<sub>m</sub></b>	<b>H<sub>d</sub></b>	<b>H<sub>m</sub></b>
Jan	73.30	2270	1.79	55.4
Feb	109.00	3050	2.66	74.6
Mar	137.00	4240	3.47	107
Apr	168.00	5040	4.36	131
May	189.00	5860	5.06	157
Jun	191.00	5720	5.17	155
Jul	208.00	6450	5.65	175
Aug	192.00	5960	5.23	162
Sep	169.00	5080	4.46	134
Oct	118.00	3650	3.02	93.5
Nov	69.30	2080	1.69	50.8
Dec	50.20	1560	1.20	37.3
<b>Yearly average</b>	<b>140</b>	<b>4250</b>	<b>3.65</b>	<b>111</b>
<b>Total for year</b>		<b>51000</b>		<b>1330</b>

## PODACI O KROVU

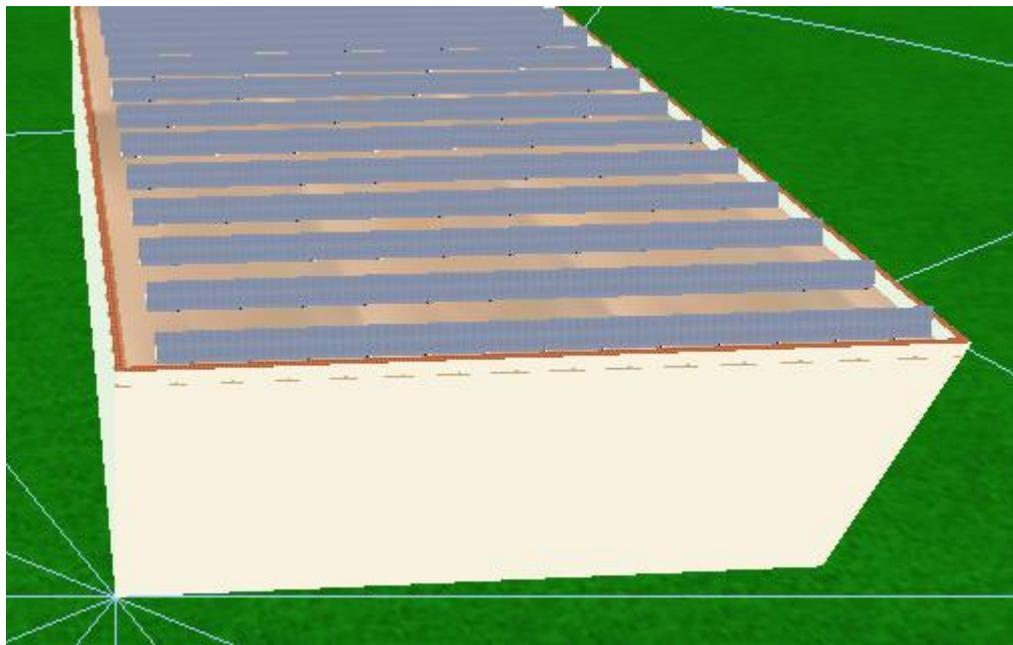


Podaci o krovu - RAVNI KROV					1500 m <sup>2</sup>
oblik i parametri krova				azimut krova	176,4°
ravni krov	t = 10 m	l = 50 m	lp = 48 m	bp = 28 m	b = 30 m
konstrukcija krova	<input type="checkbox"/> drvena		<input checked="" type="checkbox"/> <b>betonska</b>	<input type="checkbox"/> metalna	
razmak potpornja	m		Toplinska izolacija	<input checked="" type="checkbox"/> <b>DA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>NE</b>
statički proračun	<input checked="" type="checkbox"/> <b>da</b>		<input type="checkbox"/> ne	<input type="checkbox"/> nije potreban	
polaganje vodova	<input type="checkbox"/> kroz odzrake		<input checked="" type="checkbox"/> <b>po kanalici na krovu</b>	<input type="checkbox"/> ispod krova	
	<input type="checkbox"/> probijanjem krova		<input type="checkbox"/> probijanjem zida	<input type="checkbox"/> po tlu	
zasjenjenje	<input checked="" type="checkbox"/> <b>da</b>		<input type="checkbox"/> ne	<input type="checkbox"/> malo, povremeno	
sjena od (skica, fotografija)	<input type="checkbox"/> dimnjaka		<input type="checkbox"/> antene	<input type="checkbox"/> krovnog prozora	
	<input type="checkbox"/> gromobrana		<input type="checkbox"/> odzračnika	<input checked="" type="checkbox"/> <b>brda (zgrada)</b>	

## DIMENZIONIRANJE FN SUSTAVA

Odabir i veličina najprikladnije površine	
odabrana površina krova	28x48=1344 m <sup>2</sup>
ravan krov	0 °

## Raspored fotonaponskih modula na krovu na krovu



## 3 D modeliran sustav



Za postavljanje elektrane od 50,320 kW<sub>p</sub> potrebna 272 FN modula nazivne snage 185 W<sub>p</sub>.  
Predviđeni prostor raspodijeliti na 16 redova po 17 FN modula.

## IZBOR FN MODULA

### Crystalline module with MONO cells



#### SCHOTT MONO® 180/185/190

##### At a glance

- Monocrystalline high efficiency cells >17.6 %
- High annual energy yield
- Positive power tolerance
- Elegant design
- Thorough SCHOTT quality control with German engineering

### Technical Data

#### Data at standard test conditions (STC)

Module type		SCHOTT MONO® 180	SCHOTT MONO® 185	SCHOTT MONO® 190
Nominal power [Wp]	$P_{mpp}$	≥ 180	≥ 185	≥ 190
Voltage at nominal power [V]	$U_{mpp}$	36.2	36.3	36.4
Current at nominal power [A]	$I_{mpp}$	4.97	5.10	5.22
Open-circuit voltage [V]	$U_{oc}$	44.8	45.0	45.2
Short-circuit current [A]	$I_{sc}$	5.40	5.43	5.46
Module efficiency (%)	$\eta$	13.7	14.1	14.5

STC (1000W/m<sup>2</sup>; AM 1.5; cell temperature 25°C)

Power tolerance (as measured by flasher): -0 W / +4.99 W

#### Data at normal operating cell temperature (NOCT)

Module type		SCHOTT MONO® 180	SCHOTT MONO® 185	SCHOTT MONO® 190
Nominal power [Wp]	$P_{mpp}$	130	134	137
Voltage at nominal power [V]	$U_{mpp}$	32.9	32.8	32.9
Open-circuit voltage [V]	$U_{oc}$	39.3	40.2	41.0
Short-circuit current [A]	$I_{sc}$	4.30	4.32	4.35
Temperature [°C]	$T_{NOCT}$	46.0	46.0	46.0

NOCT (800 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5, windspeed 1 m/s, ambient temperature 20°C)

#### Data at low irradiation

At a low irradiation intensity of 200 W/m<sup>2</sup> (AM 1.5 and cell temperature 25°C) 96 % of the STC module efficiency (1000 W/m<sup>2</sup>) will be achieved.

#### Module Characteristic Values

Basic Data
U/I Char. - STC
U/I Char. - Part Load
Other Data

Manufacturer:

Type:

Lower Output Tolerance [%]:

Upper Output Tolerance [%]:

Cell Type:

Only Suitable for Transformer Inverters

Number of Cells:       Number of Bypass Diodes:

Cell Strings Perpendicular to Short Side     
  Cell Strings Parallel to Short Side

Dimensions:

Width [mm]: <input type="text" value="810"/>	Depth [mm]: <input type="text" value="50"/>
Height [mm]: <input type="text" value="1.620"/>	Frame Width [mm]: <input type="text" value="14"/>
Gross Surface Area [m <sup>2</sup> ]: <input type="text" value="1,31"/>	

Load

Save As...

Save

Print

Close

## IZBOR IZMJENJIVAČA DC/AC

SUNNY TRIPOWER  
8000TL / 10000TL / 12000TL / 15000TL / 17000TL

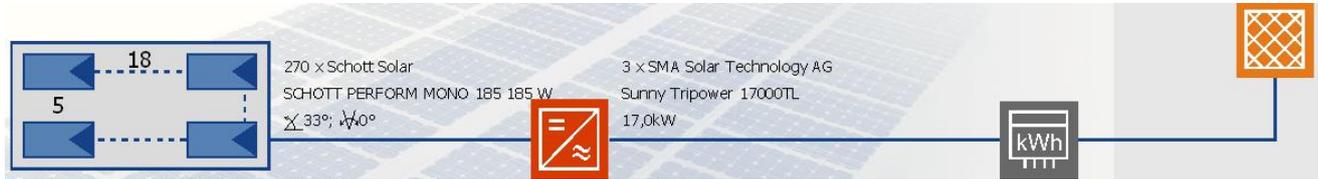


Inverter Characteristics	
Manufacturer	SMA Solar Technology AG
Type	Sunny Tripower 17000TL
DC Power Rating [kW]	17,41
AC Power Rating [kW]	17,00
Stand-By Consumption [W]	12,50
Night Consumption [W]	1,00
Max. Input Voltage [V]	1000,00
Grid Connection	3- phase
No. of MPP Trackers	1
Max. Power Input per MPP Tracker [kW]	17,41
Voltage Limits for MPP Range [V]	
Lower Threshold	150,00
Upper Threshold	800,00
MPP Matching Efficiency [%]	
Output Range < 20% of Power Rating	95,00
Output Range > 20% of Power Rating	100,00
Change inverter efficiency when input voltage deviates from rated voltage [%/100V]	0,50
Nom. DC Voltage [V]	600,00
<input type="radio"/> With Transformer <input checked="" type="radio"/> Without Transformer	Rated Voltage Characteristic Curve Efficiency

Karakteristika izmjenjivača

**Potrebna 3 izmjenjivača !**

## PROGRAMSKA SIMULACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA – PROGRAM PV\*SOL



IMI 1500 m 50kw.pdf - Adobe Reader

File Edit View Document Tools Window Help

133% Find

Location:	ZAGREB
Climate Data Record:	ZAGREB
PV Output:	49,95 kWp
Gross/Active PV Surface Area:	354,29 / 354,50 m <sup>2</sup>

---

PV Array Irradiation:	466.167 kWh
Energy Produced by PV Array (AC):	53.623 kWh
Grid Feed-in:	53.623 kWh

---

System Efficiency:	11,5 %
Performance Ratio:	81,6 %
Inverter Efficiency:	96,4 %
PV Array Efficiency:	11,9 %
Specific Annual Yield:	1.073 kWh/kWp
CO2 Emissions Avoided:	47.474 kg/a

The results are determined by a mathematical model calculation. The actual yields of the photovoltaic system can deviate from these values due to fluctuations in the weather, the efficiency of modules and inverters, and other factors. The System Diagram above does not represent and cannot replace a full technical drawing of the solar system..

start | 4 Microsof... | Fotonapon ... | Google Prev... | nostiva konst... | 2 Microsoft... | 2 Firefox | 2 Adobe R... | Intel(R) PRO... | PV\*SOL Exp... | 1:00

## PROVJERA PODATAKA

**System Check** ✖

<b>Output Check</b>		<b>Currents Check</b>	
PV Output per Inverter:	16,7 kW	Current through Cabling under STC:	25 A
Inverter AC Power Rating:	17,0 kW	Max. Capacity of Insulated Copper Wiring, Group C:	225 A
Sizing Factor: (PV Output (STC) AC Power Rating)	98 %	Rel. Cabling Losses under STC:	0,068 %
Permissible Sizing Factor:	79 % - 109 %	max. Current through Inverter at 25 °C and 1000 W/m2	25,5 A
		Max. Inverter Input Current:	33,0 A
<b>MPP Voltage Check</b>		<b>Upper Voltage Threshold Check</b>	
Inverter MPP Tracking Range:	150 - 800 V	Inverter Max. System Voltage:	1000 V
PV Array MPP Voltage at 70 °C + 1000 W/m2 or 15 °C + 1000 W/m2:	536 - 680 V	Module Max. System Voltage:	1000 V
		PV Array Open Circuit Voltage at -10 °C and 1000 W/m2	904 V
<b>Unbalanced Load Check</b>			
Current Unbalanced Load:	0,0 kVA	Maximum Permissible Unbalanced Load:	4,6 kVA
<b>No discrepancies found!</b> Please observe any design recommendations made by the manufacturer.			
<span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">Total System</span> <span style="float: right;">⏪ ⏩</span>			
Calculations with set extremes (see Options->Settings) <span style="margin-left: 50px;"><span style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">Continue</span></span> <span style="float: right;"><span style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">Help</span></span>			

**PV Annual Energy Balance** ✖

Array Gross Surface:	354,29 m <sup>2</sup>	Array Output:	49,95 kW
Array Solar Surface:	354,50 m <sup>2</sup>		
PV Array Irradiation			
		437.752,3 kWh	
Energy Produced by PV Array (AC)		50.358,6 kWh	
Grid, Feed-in		50.358,6 kWh	
Energy from Grid		41,6 kWh	
System Efficiency		11,5 %	
Performance Ratio		81,6 %	
Specific Annual Yield		1.007,3 kWh/kWp	
PV Array Efficiency		12,0 %	
Inverter Efficiency		96,2 %	
<span style="border: 1px solid gray; padding: 5px 20px;">Close</span> <span style="float: right;">⏪ ⏩</span>			

Dobivena el. energija iz fotonaponskog sustava na bazi 50,3 kW<sub>p</sub> instalirane nazivne snage je: 50.358,6 kWh to je 50,3MWh.

## PVSOL program za projektiranje FN sustava



**PV\*SOL® Expert: 3D Vizualizacija**

**3D – Vizualizacija montaža i konfiguracije**

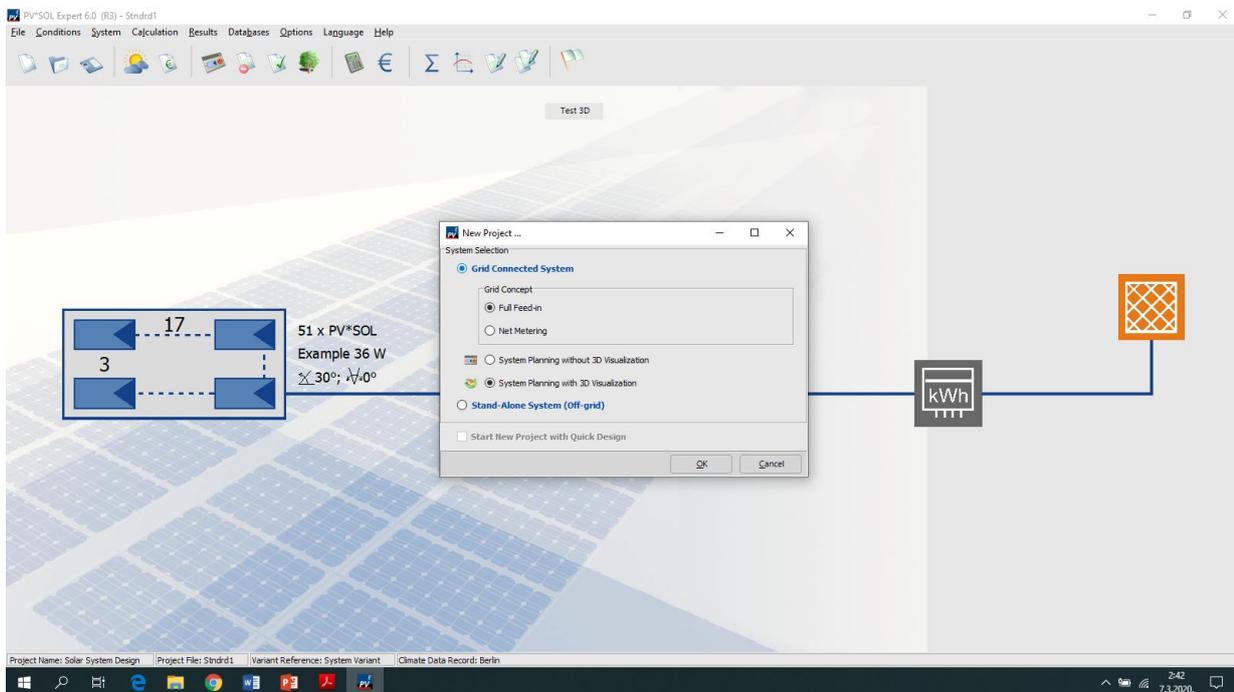
**Fotonaponskih elektrana**

## Kako koristiti program PVSOL za projektiranje fotonaponske elektrane

Pokrenemo program na ikonici

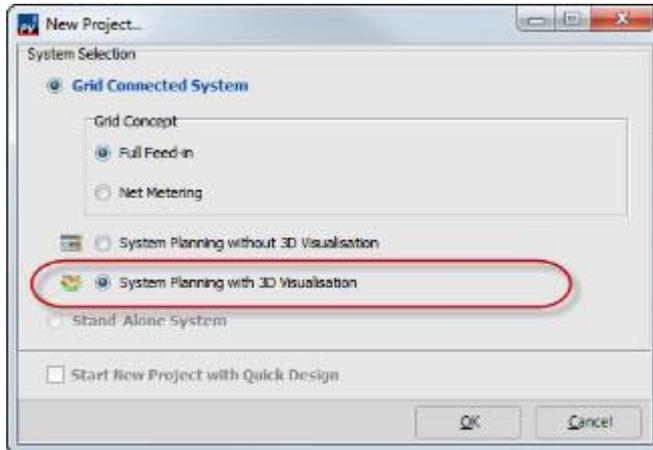


Početna stranica



## Novi projekt

1. Idi u alatnoj traci na *File > New project*.
2. Označiti opciju *System Planning with 3D Visualisation*.

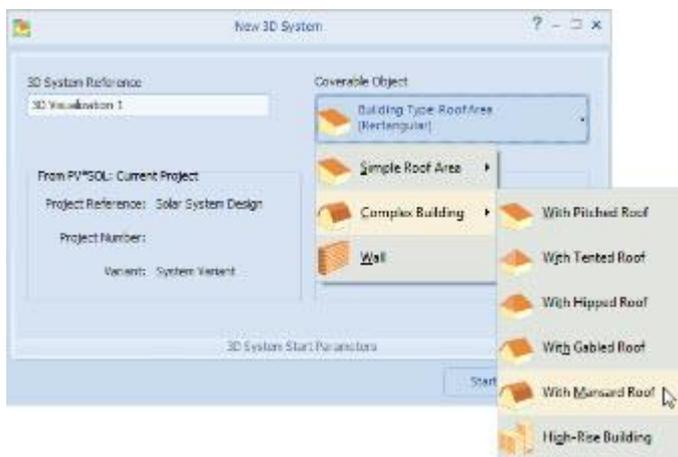


3. Potvrditi sa *OK*.  
Ili otvoriti postojeći projekt sa 3D Vizualizacijom.
4. Otvoriti 3D sustav sa gumbom u alatnoj traci *System > 3D Vizualization*



→ Kreiraj novi PV sustav iz ovog projekta:

5. Idi u meni [Project administrator](#) i odaberi temu u meniju „New 3D system“  
Otvori se novi prozor:



Sada se može definirati novi projekt:

6. Odredi se ime sustava u polju „3D System reference“.
7. Početi sa odabirom krova objekta na koji želimo staviti PV sustav. Molimo odabrati model krova koji je najbliži objektu koji će biti simuliran. Ima različitih oblika objekata na izbor, koji se mogu jednostavno skalirati, pozicionirati i orijentirati kasnije.
  - Building (simple) – (rectangular, trapezoidal)
  - Building (complex) - (with pitched roof, tented roof, hipped roof, gabled roof, mansard roof or high-rise building)
  - Wall

Odabrani objekt sada je vidljiv u Drop-Down meniju "PV System Object".

8. Klikom na „Start“ gumb. Terrain wiew vašeg novog 3D projekta uključujući i predselektirani objekt je vidljiv.

### **Kreiranje 3D objekta**

Kompletan proces podijeljen je u korake tako što čini rad puno lakšim.

Svi 3D objekti koji uzrokuju sjenčanje, kao što su zgrade, drveće, neaktivni prozori i zabranjena područja, vuku se na radnu površinu uz pomoć miša. Radna površina prikazuje kružni isječak hemisfere veličine 300 x 300 metara. Mjerna mreža (slobodno podesiva), koja je označena na terenu i hemisferi, koristi se za orijentaciju pri postavljanju 3D objekata. Položaj 3D objekata je naveden u odnosu na ishodište. Krovni objekti su prilagođeni u odnosu na svoju referentnu površinu.

Moguće je preurediti svaki već postavljeni 3D objekt jednostavnim klikom miša.

### **Pokrovni objekti**

3D vizualizacija počinje s postavkama pokrova objekta. Na primjer, oblik krova može se odabrati iz zbirke uobičajenih vrsta zgrada. Zgrada je smještena u 3D sceni tada može biti skalirana na temelju dimenzije originala. Moguće je prikazati pojedine dijelove krova sa milimetarskom preciznošću unosom krovne projekcije i zabranjenih područja.

### Izravno zabranjeni i objekti koji zasjenjuju na pokrovu objekta

Nakon dimenzioniranja radovi na zgradi su završeni. U sljedećem radnom koraku zabranjeni objekti poput prozora i zabranjena područja mogu biti instalirani na pokrov objekta, kao i predmeti koji uzrokuju sjenčanje, poput dimnjaka i oluka. Pan shot omogućuje kut gledanja u 3D sceni te stalno može biti usmjeren na željeni dio krova. To omogućuje da pasivne i aktivne 3D elementi budu interaktivno postavljeni i prilagođeni na svim površinama označenim kao PV područja. Kao operativnih potpora, automatsko obilježavanje i dimenzioniranje dostupni su korisniku u PV modu. Zabranjeni okviri također mogu biti definirani u bazi područja svakog objekta.

### Sjenčanje okolnog područja

Uz pomoć programa, korisnik može u bilo koje vrijeme pozicionirati i podesiti okolne objekte koji uzrokuju sjenčanje, kao što su druge zgrade, drveće i jednostavne objekte (zidovi, stupovi, itd.).

U slučaju stabala, napravljena je razlika između konstantno providnih (crnogorice) i sezonski promjenjivih (bjelogorična) drveća, dok se drugi predmeti ocjenjuju kao neprozirni.



Prikazuju virtualne pozicije sunca kroz azimut i elevaciju, pomoću kutova ili pomoću vremena slijede put sunca u slobodno odabranim vremenskim razdobljima. Osim vizualnog predstavljanja, to također služi donošenju odluka, npr. koliko objekt uzrokuje sjenčanje te

predstavlja smetnje.

### Horizont

Program omogućuje postavljanje horizonta. Kada korisnik definira planinske lance i druge značajke na dalekom horizontu samo da predstavljaju ponašanje sunca kod izlaska i zalaska. Horizont ima iste funkcije kao u bivšim PV\*Sol verzijama (tj. putem sučelja za "horizontu"). Tome se pristupa interaktivno klikom miša u poznatom *shading-dialog* iz PV\*SOL.

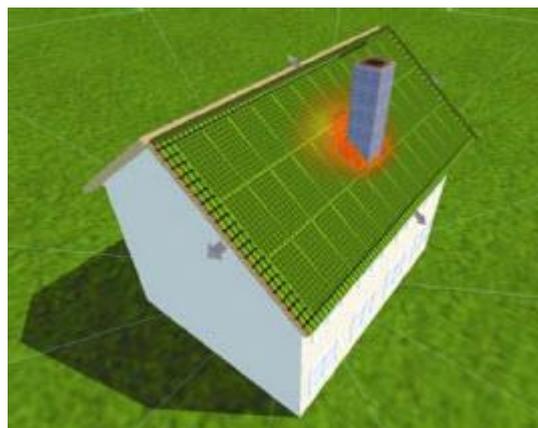
Međutim nije moguće integrirati objekte koji sjenčaju horizont. To je eliminirano kao važan izvor pogreška u smislu perspektive.

## **Planiranje sustava**

Planiranje sustava odvija se u 3 faze: analiza sjenčanja, pokrivenost modulima i ožičenje modula. Zatim se završi 3D dizajn i uvezu podatci u PV \* SOL. Simulacija se izvodi tamo.

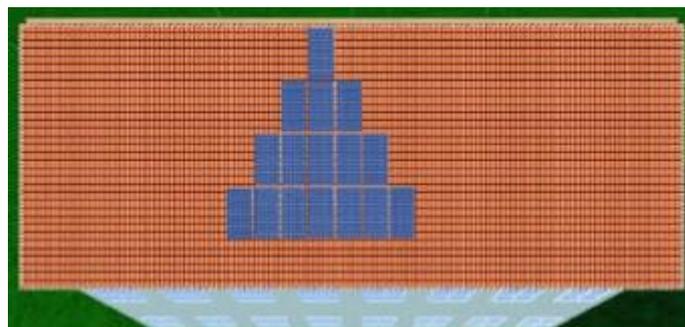
### Analiza sjenčanja

Nakon što su svi objekti koji uzrokuju sjenčanje postavljeni i naknadno skalirani, može se izvršiti analiza sjenčanja na temelju sezonskog sjenčanja na područjima pokrivenih objekata. Preko točke distribucije u posebnoj mreži, postotak sjenčanja izračunava se kao godišnji prosjek. Na taj način, frekvencijski postotak mrežne točke određuje se u dnevnim koracima i grafički prikazuje procjene korisniku.



### Pokrivenost modulima

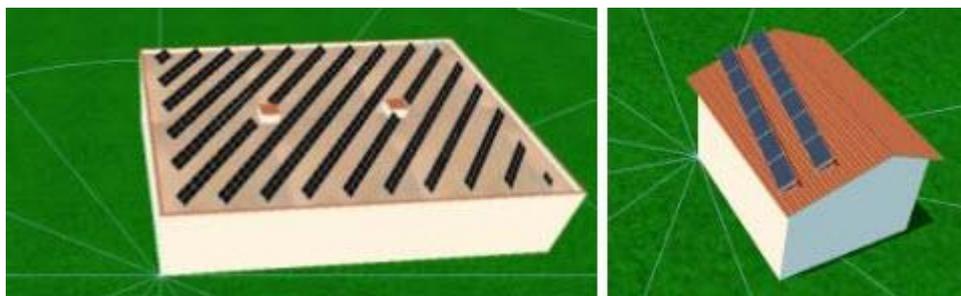
Postavite sustav pomoću krovno-integriranih pojedinačnih modula ili formacija modula.



### Definiranje formacije modula

Formiranja modula opisuje grupu modula istog tipa, koji može biti uređen samo u postojećoj mreži. Mreža se za svaku formaciju modula može pojedinačno navesti i sastoji se od kombinacije dimenzija modula i unutarnjih udaljenosti između modula (kasnije se mogu mijenjati od strane korisnika u bilo koje vrijeme).

### Moduli montirani na krov



Najviše energije se generira sa specifičnim nagibima. PV moduli smješteni su na otvorenim prostorima ili ravnim krovovima. Nadalje, montirani sustavi zahtijevaju rjeđe čišćenje (1).

### Ožičenje modula



Unaprijed određena frekvencijska raspodjela sjenčanja igra važnu ulogu u cijelom procesu modula ožičenje. Kao što je već spomenuto, ova funkcija može se prikazati i biti skrivena u svakom trenutku. Distribucija frekvencija sjenčanja može se koristiti i kako bi se utvrdio raspored modula u nizovima prilikom odlučivanja o optimalnom ožičenju modula, jer sjenčanje može bitno utjecati na karakterističnu krivulju generatora!

Ožičenje uključuje odabir grupe modula koju korisnik želi dodijeliti sustavu pretvarača. Ona mora doći iz jednog modula ili više formacija modula istog tipa i istog PV područja. Sve prikladne opcije ožičenja za odabrane module automatski se određuje za do tri tipa pretvarača, od kojih korisnik može odabrati jedan.

Moduli su zatim podijeljeni u redove na temelju ovoga ožičenja. Raspodjela se postiže geometrijskim rasporedom modula, horizontalno ili vertikalno. Nakon što su svi moduli potpuno ožičeni, korisnik može iskoristiti frekvencije distribucije i razmjene modula unutar pojedinih ožičenja, ali ne može dodati nove module ili uklanjati postojeće module. Međutim, ovisno o izgledu, moguća je razmjena pojedinih modula sve dok se slični moduli koji su sjenčani nalaze u jednom nizu.

### **Alatna traka**

#### Administracija projekta

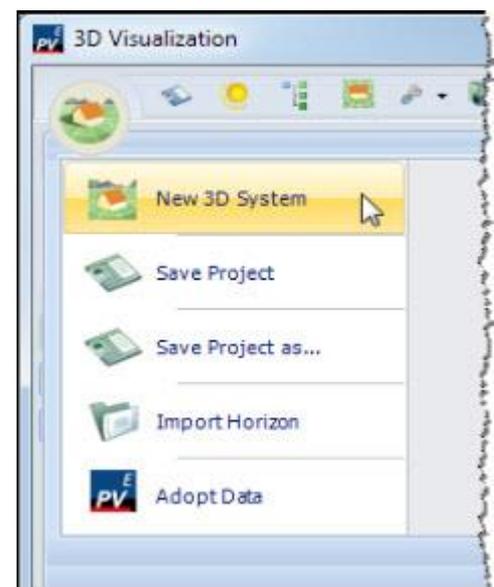
Neposredno nakon pristupanja 3D vizualizaciji iz PV\*SOL glavnog izbornika dolazite u glavni prozor. Učinite to klikom na simbol *Project Administration* u gornjem lijevom kutu. Izbornik je otvoren.

→ odaberite jednu od ponuđenih opcija za sljedeći korak:

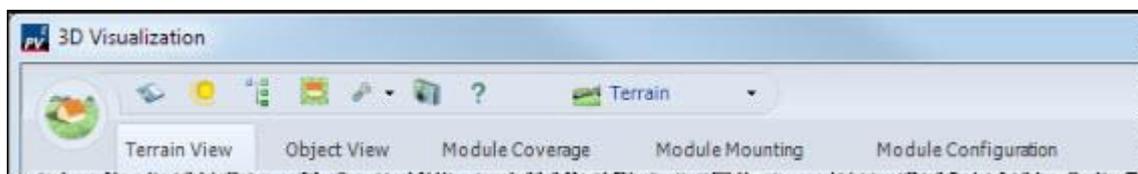
- U većini slučajeva započet ćete s novim projektom. To ćete učiniti selektirajući „New 3D System“. To  vas vodi na masku [New System](#) u kojem ćete odrediti početne parametre 3D sustava i početi 3D planiranje.
- [Save System](#): ako želite sačuvati postojeći 3D plan ili rezultate.
- [Import Horizon](#): Ako želite unijeti horizont iz postojeće datoteke (pogledati isto: [Solar Altitude and Shadows Courses](#)).



- [Adopt Data](#) : ako želite napustiti 3D vizualizaciju i vratiti se u PV\*SOL Glavni izbornik.



### Meni 3D vizualizacije



Cilj je odrediti konfiguraciju pretvarača i grafički ih ožičiti za izbor modula.

Traka s alatima, gumb *Project Administration* i glavni izbornik s četiri različita područja rada omogućuju jednostavnu navigaciju i rad u programu.

→ Kompletan operativni proces podijeljen je u radne korake. Trebali biste slijediti ove korake rada po redoslijedu:

*Terrain View*: U ovom koraku, možete postaviti i prilagoditi okolne objekte koji uzrokuju sjenčanje, kao što su druge zgrade, drveće i jednostavni objekti (zidovi, dimnjaci, uvala).

*Object View*: U ovom području pokrov objekta je prikazan sa svojim suprastrukturama, ograničenim područjima, i drugim predmetima koji uzrokuju sjene.

*Module Coverage:* Planiranje sustava počinje ovdje s izborom pokrivenosti površine zgrade s modulima.

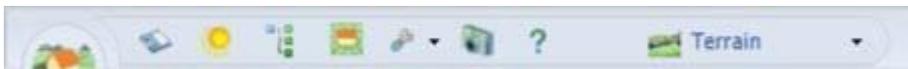
*Module mounting:* montirani sustavi se planiraju koristeći brojne funkcije u *Module mounting* odjeljku

*Module Configuration:* ovo je zadnji korak za kompletiranje plana sustava

Za jednostavno upoznavanje sa korisničkim sučeljem preporučujemo [Video tutorials](#).

Alatna traka

Alatna traka za procesiranje različitih zadataka uvijek je dostupna u 3D Vizualizaciji.



Klikom na odgovarajući simbol pristupate relevantnim dijalogima za uređivanje ili padajućim izbornicima.

- [Irradiation generator](#)   
U ovom dijelu programa može se mijenjati položaj sunca te izvoditi animacija.
- [Object administration](#)   
Ova opcija vam daje pregled svih već postavljenih 3D objekata u obliku liste.
- [Standard view](#)   
Klikom na ovaj gumb vraćate u standardni pogled (South (Južni), i standardnu veličinu).
- [Display options](#)   
Ovdje su ponuđene opcije prikaza, koje se prikazuju na ekranu programa.
- [Screenshot manager](#)   
U ovom dijelu programa mogu se raditi snimke zaslona projekta za izvješća.
- [Help](#)   
Ovdje se pokreće *online* pomoć.
- [Selection of the coverable object](#)   
Ovdje se biraju objekti koji su pogodni za pokrivanje sa PV modulima.

## Visina sunca i putanje sijenja

Možete mijenjati položaj sunca i tako provoditi animacije pomoću generatora ozračivanja. Ovdje je cilj da se u 3D načinu rada vizualiziraju stvarni putovi sjena tijekom dana i godine te na taj način istraži što se događa u određenom danu i vremenu na određenom modulu koji je sjenčan od nekog objekta. To je potpora donošenju odluka - na primjer, za određivanje u kojoj mjeri neki objekt uzrokuje sjenčanje. PV sustav može biti optimiziran u pogledu sjenčanja.



→ Postupiti kako slijedi:

1. Pokrenite dijalog generatora ozračivanja klikom na  u alatnoj traci
2. Postoje dvije metode za određivanje pozicije sunca:  
Može se postaviti smjer sisanja sunca ili
  - Direktno zadati azimut (0-360°) i kut visine (0-90°) ili
  - Unosom datuma i vremena.Za svaki dan može se zadati vrijeme između izlaska i zalaska sunca.  
Vremenski interval animacije je 10 minuta.
3. Kliknite na „Animation“ gumb za ulazak u animaciju putanje sunca.
4. Izađite iz dijaloga koristeći „Close“ gumb.

## Animacija putanje Sunca

S vizualizacijom u 3D načinu rada možete prikazati put sunca i sjenčanja zviježđa. Sjenčanje je vidljivo preko modula u vremenskom toku. Možete pratiti učinke sjenčanja na sustav i izbrisati module po potrebi.

→ Preduvjeti:

1. Prethodno ste postavili poziciju sunca u trenutnom projektu unutar dijaloga „*Solar Altitude*“ i
2. Kliknuli na „*animation*“ gumb.
3. Urediti 3D sliku prije početka kako bi imali nesmetan pogled važnih područja svog 3D projekta.



→ Postupiti kako slijedi:

1. Prvo se zada početni datum te završni datum animacije  
Datumi moraju biti u razumnom poretku i ne mogu prijeći jedan preko drugog. To stvara broj dana tijekom kojih se animacija treba odraditi.
2. Zada se da animacija kruži s označavanjem „*Continuous Loop*“
3. Podesiti brzinu animacije pomoću *slide* pokazivača.  
Vrijeme animacije je 10 minuta.
4. Pokrenite animaciju klikom na „*Start*“ gumb.



Kao rezultat Sjene koje uzrokuju objekti su animirani.

Tijekom animacije datum i vrijeme će biti prikazani ispod „*Current Date*“ i „*True Solar Time*“.

5. Gumb se naknadno mijenja u „*Stop*“ te s još jednim klikom zaustavljate animaciju.

### Administracija objekata

Administracija objekta daje pregled 3D objekata već navedenih u projektu i pokazuje to svrstavanjem u određene kategorije. Koristeći ovaj dijalog nećete morati dugo tražiti da pronađete objekte koje su već postavljeni. Ovaj dijalog može se koristiti ako želite dobiti pregled o napretku svog projekta.

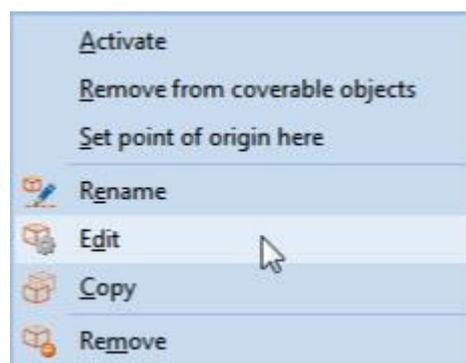
Možete pristupiti ovom dijalogu klikom na  u alatnoj traci.

3D objekti ovdje su posloženi kao u svakom „*tree*“ direktoriju.

Možete raditi sa željenim objektom jednostavnim klikom na njega. Klikom na jedan objekt 3D kamera se usmjeruje na taj objekt te ga tada možete početi preuređivati.

Desnim klikom na objekt otvarate drugi meni („*Copy*“, „*Remove*“, itd) prikladan za tip tog objekta.

Promjene na objektu možete napraviti i koristeći administraciju objekta.



Koristeći gumb u gornjem lijevom uglu za  proširiti i suziti  sve direktorije.

## Standardni pogled i opcije pogleda

### Standardni pogled

Ako se želite vratiti u definirano početno stanje u 3D svijetu , kliknite na ikonu „*Standard View*“



u alatnoj traci.

Kamera će se vratiti u standardnu poziciju i orijentaciju. Pozicija kamere ovisi o trenutno odabranom pogledu.

Ako ste u „*Roof Coverage*“, na primjer, ova procedura će vas vratiti u standardni pogled krova, dok je pogled prema jugu standardno namješten u pogledu terena.

### Opcije ekrana

Koristite malu crnu strelicu desno na ikoni „*Tool*“  da otvorite *pull-down* padajući izbornik sa sljedećim temama:

*Show Restricted Areas*

*Show Coordinate Grid*

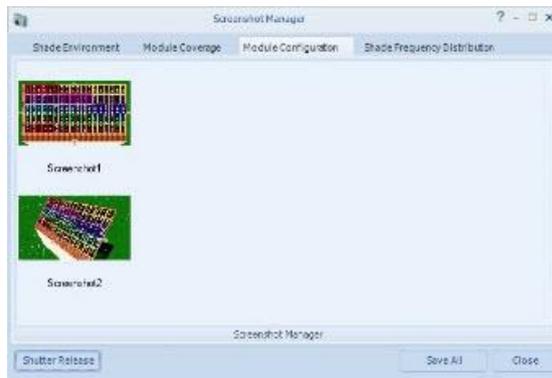
*Show Text*

 *Select Texture (grass, sand, stone). Textures are saved with the project. New projects use the selected texture.*

### Screenshot Menager

U njemu možete kreirati, pridodati kategorije i uređivati preslike ekrana trenutnog pogleda za prezentacije u izvješću projekta.

Slika s cijelim 3D prikazom područja od 3D vizualizacije je stvorena. Pokazivač miša i prikaz elemenata koji su sastavni dio 3D scene nisu uzeti u obzir ovdje. Pogled koji je bio vidljiv prije nego je otvoren dijalog reproduciran je na slici.



→ Postupiti kako slijedi:

1. U alatnoj traci  kliknite na gumb kamere  .  
Slika ekrana bit će prikazana.
2. Odaberite kategoriju izvješća klikom na jedan od:
  - *Shade environment*
  - *Module coverage*
  - *Module configuration*
  - *Shade frequency distribution*Slika se i kasnije može pridodati nekoj od kategorija (vidjeti ispod).
3. Kliknite na „Shutter Release“ gumb za slikanje fotografije trenutnog pogleda iza dijaloga. Slika će biti spremljena kao *Bitmap image* u ovoj kategoriji te prikazana kao smanjena slika.
4. Desnim klikom na fotografiju prikazat će se novi padajući izbornik koji nudi sljedeće opcije:
  - *Allocate category*: pomiče sliku u drugu kategoriju. Bit će prikazan sljedeći padajući izbornik koji sadrži tri druge kategorije (pogledati iznad).
  - *Add image text*: To je ime slike i može se kasnije koristiti u izvješću.
  - *Remove*: Briše sliku.
  - *Remove All*: Briše sve slike.

Ako kliknete s mišem na element slike, U preslici ekrana programski pogled vratit će se kao vidljiv. To znači da je moguće osvježiti sliku ako je potrebno.

5. Za spremiti sliku kliknite „Save All“ gumb. Slike u svim kategorijama spremit će se u mapu po vašem izboru.

Slike su spremljene s projektom tako da se mogu opet koristiti kada se ponovno pokrene projekt.

## ZADACI ZA UČENIKE I NASTAVNIKE

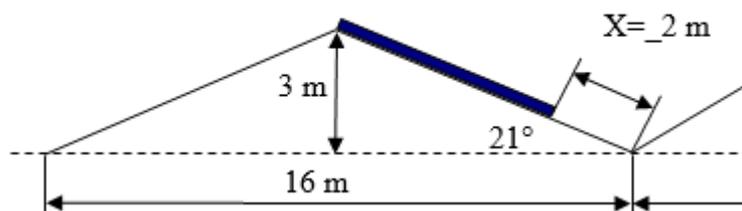
### Zadatak 1.

Temeljem prikazanog idejnog projekta pronađite u Vašem gradu zgradu s ravnim krovom u programu ARKOD ili izvod iz katastra kako smo prikazali u primjeru, te napravite analizu koliku elektranu maksimalne snage možete postaviti na taj krov. Pripazite na razmak između modula zbog sjenčanja. Kada napravite analizu i izaberete potrebne dijelove, izračunajte koliko Vam vremena treba kako bi isplatili elektranu ako prodajete električnu energiju HEP-u prema cijeni 1 KWh za 0,77 kn. Vaš zadatak je gotov kada napravite idejni projekt elektrane za izabranu lokaciju.

Za izabrani krov potrebno je napraviti 3D – vizualizaciju fotonaponske elektrane s montažom.

### Zadatak 2.

Za jedan krov skladišta tvrtke Petrokov, slika 1. u naselju Sveta Klara, Mrkšina 52d, 10020 Zagreb, pod kutom  $21^\circ$  treba dimenzionirati fotonaponski sustav za dobivanje električne energije. Na slici su dane mjere izmjerene na krovovima skladišta tvrtke Petrokov, a koje su bitne za provedbu proračuna i dobivanja moguće površine za postavljanje modula tj. snage fotonaponskog sustava koja bi se mogla instalirati na zadanom krovu. Dužina skladišta je 60 m.



1. Nađite na Internetu koordinate lokaciju Petrokov Sveta Klara.
2. U programski paket PVSOL unesite lokaciju Svete Klare.
3. Izaberite FN module i prema površini krova i površini modula odredite maksimalni broj modula.

4. Odredite nazivnu snagu sunčane elektrane umnoškom broja modula i snage po jednom modulu.
5. PVSOL 3D izaberite oblik građevine.
6. Ubacite FN module na kosi krov.
7. Izaberite izmjenjivač.
8. Programskom simulacijom u programu PV\*SOL provjerite Vaš projekt.

## PROJEKTIRANJE I MONTAŽA FOTONAPONSKOG SUSTAVA

### 1. Podaci o objektu

Skica površine za postavljanje elektrane sa željenim položajem, mogućim zasjenjenjima i dimenzijama.

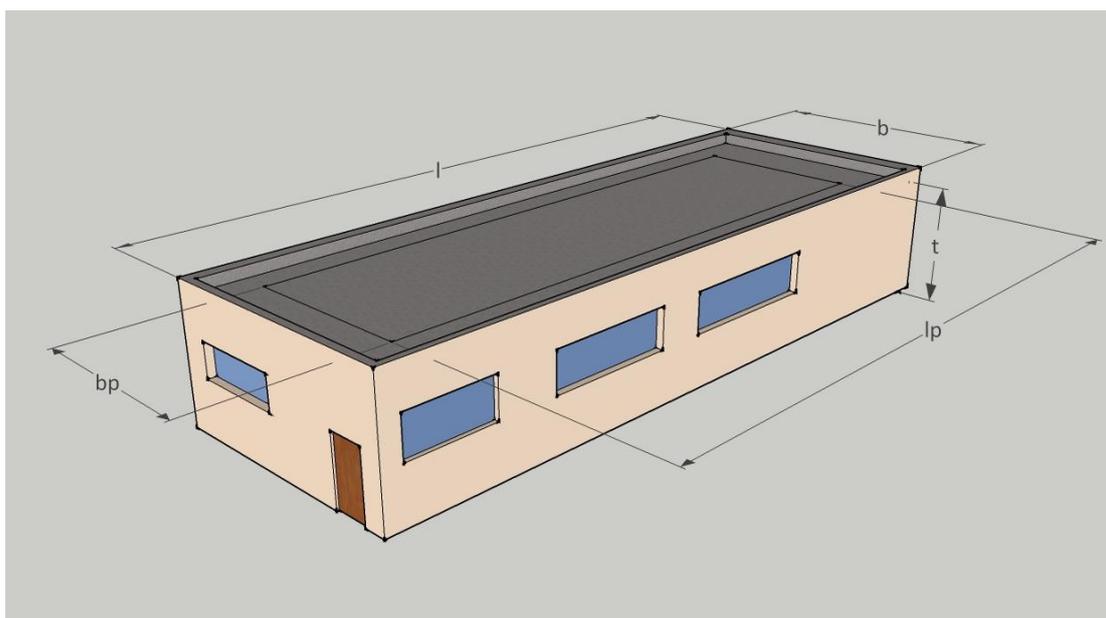
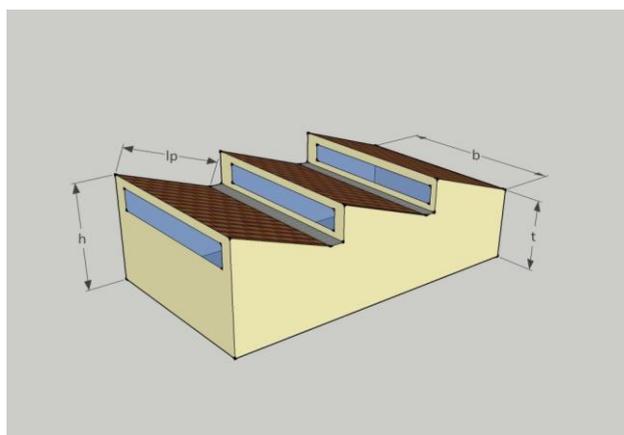
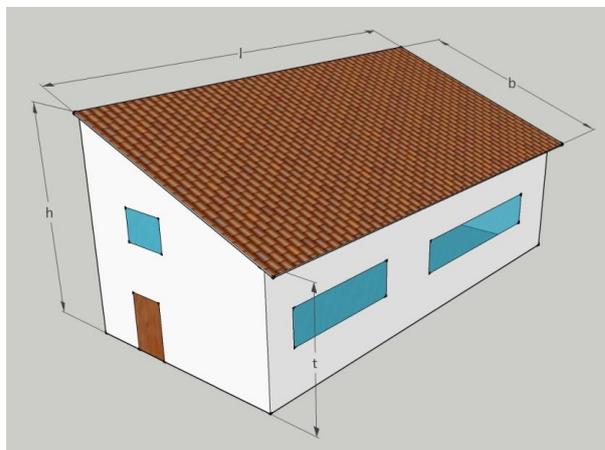
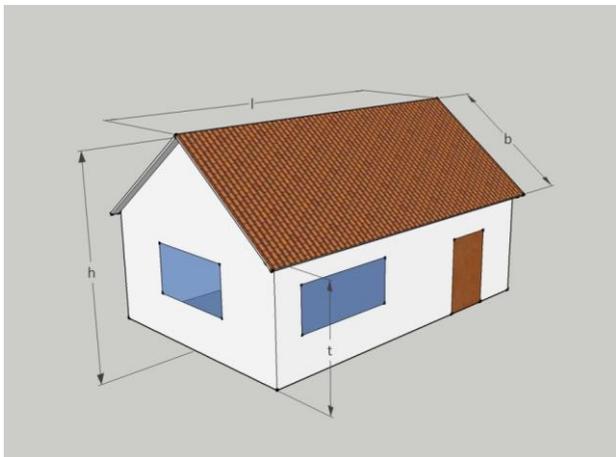
Želje naručitelja					
Vrsta modula	<input type="checkbox"/> polikristalni	<input type="checkbox"/> monokristalni	<input type="checkbox"/> amorfni	<input type="checkbox"/> providni	
Vrsta montaže	<input type="checkbox"/> na krovu	<input type="checkbox"/> u krovu	<input type="checkbox"/> na fasadi	<input type="checkbox"/> u fasadi	<input type="checkbox"/> na tlu
Slobodna površina za postavljanje elektrane					m <sup>2</sup>
Željena instalirana snaga elektrane					kWh
Željena dobivena godišnja energija					kWh/god
Maksimalna investicija za elektranu					kn
Podaci o dobivenoj energiji na temelju	<input type="checkbox"/> simulacije	<input type="checkbox"/> proračuna	<input type="checkbox"/> ekspertize		

### Položajna skica

### 2. Podaci o krovu ili tlu

Podaci o krovu/tlu					m <sup>2</sup>	
oblik i parametri krova				azimut krova, $\gamma$	°	
krov na dvije vode	h = m	t = m	l = m	b = m	a = m	
kosi krov	h = m	t = m	l = m	b = m	a = m	
ravni krov	t = m	l = m	l <sub>p</sub> = m	b <sub>p</sub> = m	b = m	
pilasti krov	h = m	t = m	l = m	b = m	a = m	
pokrov	<input type="checkbox"/> crijep		<input type="checkbox"/> metalni, trapez		<input type="checkbox"/> metalni, valoviti	
	<input type="checkbox"/> šindra		<input type="checkbox"/> bitumen		<input type="checkbox"/>	
konstrukcija krova	<input type="checkbox"/> drvena		<input type="checkbox"/> betonska		<input type="checkbox"/> metalna	
razmak potpornja	m		Toplinska izolacija		<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	
statički proračun	<input type="checkbox"/> da		<input type="checkbox"/> ne		<input type="checkbox"/> nije potreban	
<i>polaganje vodova</i>	<input type="checkbox"/> kroz odzrake		<input type="checkbox"/> po kanalicima na krovu		<input type="checkbox"/> ispod krova	
	<input type="checkbox"/> probijanjem krova		<input type="checkbox"/> probijanjem zida		<input type="checkbox"/> po tlu	
<i>zasjenjenje</i>	<input type="checkbox"/> da		<input type="checkbox"/> ne		<input type="checkbox"/> malo, povremeno	
sjena od (skica, fotografija)	<input type="checkbox"/> dimnjaka		<input type="checkbox"/> antene		<input type="checkbox"/> krovnog prozora	
	<input type="checkbox"/> gromobrana		<input type="checkbox"/> odzračnika		<input type="checkbox"/>	
podaci o tlu za postavljanje elektrane					m <sup>2</sup>	
<i>polaganje vodova</i>	<input type="checkbox"/> kroz odzrake		<input type="checkbox"/> po kanalicima na krovu		<input type="checkbox"/> ispod krova	
	<input type="checkbox"/> probijanjem krova		<input type="checkbox"/> probijanjem zida		<input type="checkbox"/> po tlu	
<i>zasjenjenje</i>	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE		<input type="checkbox"/> malo, povremeno			
sjena od (skica, fotografija)	<input type="checkbox"/> zgrada		<input type="checkbox"/> stabala		<input type="checkbox"/> planina	
	<input type="checkbox"/> stupova		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
dostupnost	<input type="checkbox"/> dobra		<input type="checkbox"/> potrebna skela		<input type="checkbox"/> potrebna dizalica	
dovoz do objekta	<input type="checkbox"/> cesta	<input type="checkbox"/> staza	<input type="checkbox"/> vodom		<input type="checkbox"/> nema puta	

### 3. Podaci o krovu ili tlu



#### 4. Podaci o fotonaponskoj elektrani

Fotonaponski generator		Snaga	kW
azimut krova	°	mogući azimut generatora	°
nagib generatora	°	<input type="checkbox"/> praćenje Sunca	
zaštita od groma	<input type="checkbox"/> postoji	<input type="checkbox"/> ne postoji	<input type="checkbox"/> djelomična
uzemljenje generatora	<input type="checkbox"/> preko gromobrana <input type="checkbox"/> posebno izvedeno		
priključni ormari i brojilo	<input type="checkbox"/> u objektu	<input type="checkbox"/> ispod generatora	<input type="checkbox"/>
položaj pretvarača	<input type="checkbox"/> uz generator	<input type="checkbox"/> u objektu blizu krova	<input type="checkbox"/>
položaj iskapčanja AC	<input type="checkbox"/> uz pretvarač	<input type="checkbox"/> uz brojilo	<input type="checkbox"/>

Vodovi i instalacije			
duljina energetskih vodova tip: presjek: mm <sup>2</sup>	udaljenost od generatora do priključnog DC ormara		m
	udaljenost od priključnog DC ormara do pretvarača		m
	udaljenost od pretvarača do priključnog ormara AC		m
	udaljenost od priključnog ormara AC do brojila		m
	udaljenost od brojila do niskonaponske mreže		m
	spoj generatora na gromobran		m
	spoj generatora na uzemljenje		m
<b>ukupno</b>			<b>m</b>
mjesto i način postavljanja DC vodova			
mjesto i način postavljanja AC vodova			
duljina signalnih vodova tip: presjek: mm <sup>2</sup>	udaljenost senzora zračenja do mjesta prikaza		m
	udaljenost termometra do mjesta prikaza		m
	udaljenost anemometra do mjesta prikaza		m
			m
<b>ukupno</b>			<b>m</b>
mjesto i način postavljanja signalnih vodova			
duljina mrežnih vodova, tip:		udaljenost pretvarača do računala	<b>m</b>
mjesto i način postavljanja mrežnih vodova			
probijanja vodove za	<input type="checkbox"/> kroz krov	<input type="checkbox"/> kroz zid	<input type="checkbox"/> kroz strop
	_____ puta, $\varphi =$ _____ mm	_____ puta, $\varphi =$ _____ mm	_____ puta, $\varphi =$ _____ mm

## 5. Dimenzioniranje FN sustava

Odabir i veličina najprikladnije površine	
odabrana površina krova	m <sup>2</sup>
usmjerenost krova	°
nagib krova	°
usmjerenost FN generatora	°

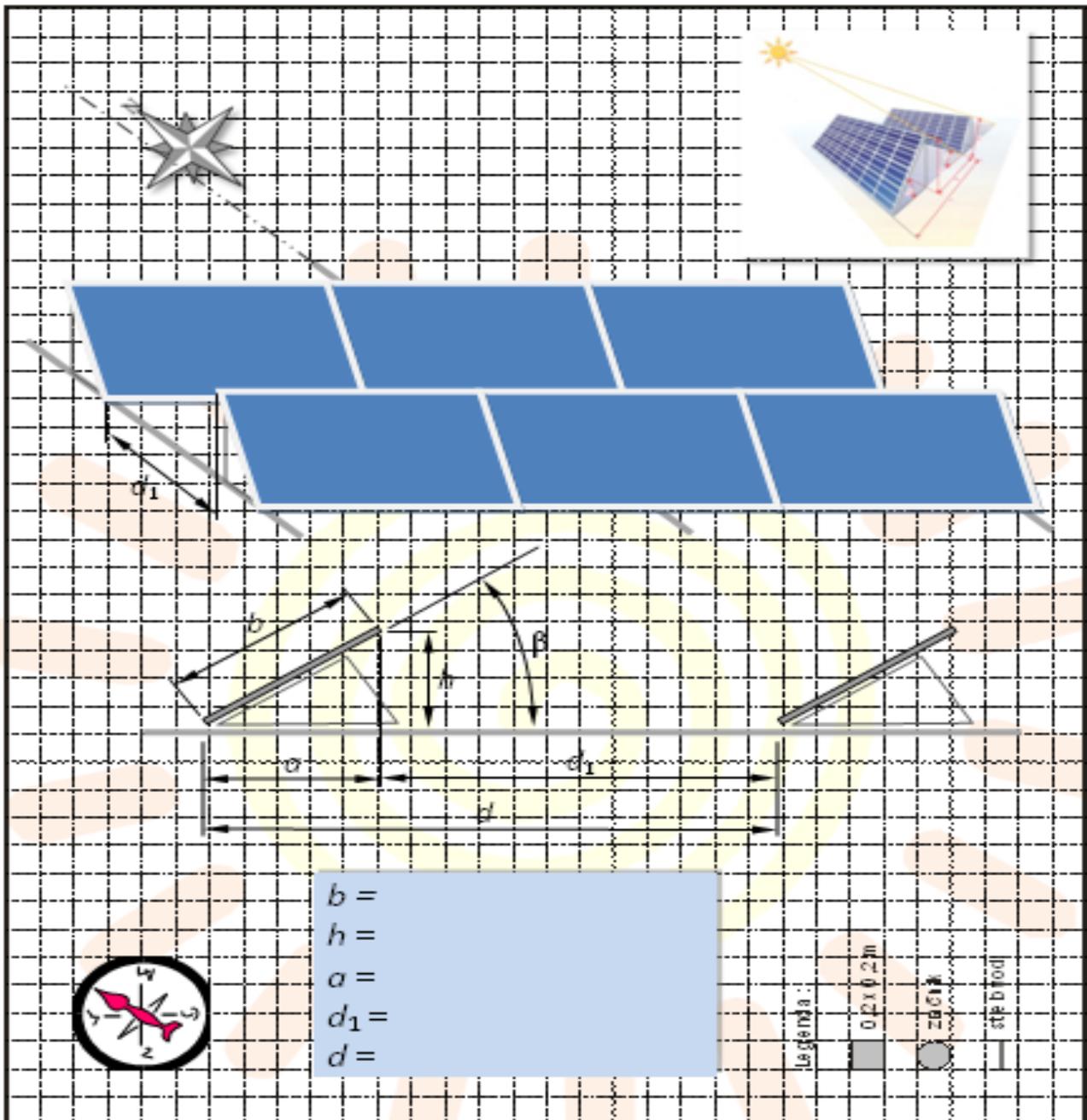
Procjena površine i snage generatora	
površina generatora	od ____ m <sup>2</sup> do ____ m <sup>2</sup>
broj modula	od ____ do ____
snaga FN generatora	od ____ kW do ____ kW

Odabir fotonaponskog modula i njegove karakteristike					
proizvođač				Tip	
kataložki broj			nazivna snaga	W	
vrsta ćelije			garancija	godina	
U <sub>DC</sub>	V	U <sub>MPP</sub>	V	I <sub>k</sub>	A
U <sub>DC(-10°)</sub>	V	U <sub>MPP(+70°)</sub>	V	I <sub>MPP</sub>	A
utikači	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	broj prenosnih dioda		nosači	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
visina	m	širina	m	površina	m <sup>2</sup>
masa	kg	cijena	€	kn	

Koncept sustava	
<input type="checkbox"/> centralni raspored izmjenjivača	<input type="checkbox"/> niski napon
<input type="checkbox"/> linijski raspored izmjenjivača	<input type="checkbox"/> napon >120 V
<input type="checkbox"/> paralelni raspored izmjenjivača	<input type="checkbox"/> Master-Slave

Odabir pretvarača – mrežni sustav					
proizvođač		tip		kat. br.	
<b>Ulaz (istosmjerni napon – DC)</b>					
najveća ulazna snaga	W	najveći broj paralelnih nizova panela			
najveći ulazni napon	V	raspon napona fotonapona, MPPT			
najveća ulazna struja	A	broj MPPT regulatora			
<b>Izlaz (izmjenični napon – AC)</b>					
nominalna izlazna snaga	W	najveća izlazna snaga		W	
najveća izlazna struja	A	frekvencija mreže/raspon		Hz	
nominalni izmjenični napon/raspon					V
faktor snage (cos φ )		izmjenično spajanje		W	
<b>Opći podaci</b>					
potrošnja u mirovanju (Standby)	W	frekvencija (Hz)/valni oblik		50/sinus	
temperatura okoline	od	do	°C	duljina vodiča baterija	m
dimenzije l x b x h	mm		masa	kg	
presjek vodiča	mm <sup>2</sup>	cijena	€	kn	

## 6. Montažna površina PV-generatora, položaj i orijentacija modula PV-generatora ravni krov



## Izbor izmjenjivača

### SB 1100 / SB 1700



#### Safe

- > Integrated ESS DC load disconnecting unit
- > Electric separation

#### Suitable for outdoors

- > For inside and outside installation
- > Extended temperature range

#### Reliable

- > Worldwide SMA service including Service Line
- > Attractive SMA warranty program



## SUNNY BOY 1100 / 1700

### The compact class

When configuring any solar power installation, the aim is to get the optimum match between the solar generator's output power and the inverter's input power. This includes having the widest possible selection of different inverter types. Our compact inverters, Sunny Boy 1100 and Sunny Boy 1700, have proven particularly successful with more than 30,000 units sold worldwide. Packed full of innovative technologies, these "smaller" Sunny Boys also feature the international SMA grid guard interface. This ensures maximum reliability when operating the solar power system and enables electricity to be fed into public grids anywhere in the world.

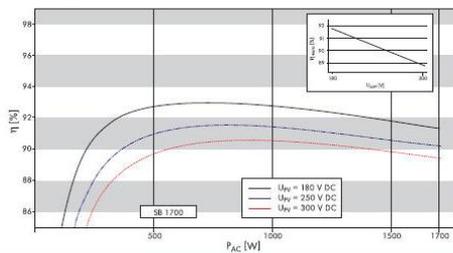
## Izbor izmjenjivača

### Technical data SUNNY BOY 1100 / 1700

	SB 1100	SB 1700
<b>Input (DC)</b>		
Max. DC input power	1210 W	1850 W
Max. DC voltage	400 V	400 V
PV voltage range, MPPT	139 V - 320 V	139 V - 320 V
Max. input current	10 A	12.6 A
Number of MPPT trackers	1	1
Max. number of strings (parallel)	2	2
<b>Output (AC)</b>		
Nominal AC output power	1000 W	1550 W
Max. AC output power	1100 W	1700 W
Max. output current	5.6 A	8.6 A
Nominal AC voltage / range	220 V - 240 V / 180 V - 260 V	220 V - 240 V / 180 V - 260 V
AC grid frequency (self-adjusting) / range	50 Hz / 60 Hz / $\pm 4.5$ Hz	50 Hz / 60 Hz / $\pm 4.5$ Hz
Power factor ( $\cos \varphi$ )	1	1
AC connection	single-phase	single-phase
<b>Efficiency</b>		
Max. efficiency	93.0 %	93.5 %
Euro ETA	91.6 %	91.8 %
<b>Protective equipment</b>		
DC reverse polarity protection	●	●
DC load-disconnecting switch ESS	●	●
AC short-circuit tolerance	●	●
Ground fault monitoring	●	●
Grid monitoring (SMA grid guard)	●	●
Galvanically isolated	●	●

<b>General data</b>		
Dimensions (W / H / D) in mm	434 / 295 / 214	434 / 295 / 214
Weight	22 kg	25 kg
Operating temperature range	-25 °C to +60 °C	-25 °C to +60 °C
Operating consumption: Operating (standby) / night	< 4 W / 0.1 W	< 5 W / 0.1 W
Topology	low frequency transformer	low frequency transformer
Cooling concept	convection	convection
Mounting location: indoor / outdoor (IP65)	● / ●	● / ●
<b>Features</b>		
DC connection: MC3 / MC4 / Tyco	● / ○ / ○	● / ○ / ○
AC connection: plug connector	●	●
LCD display	●	●
Cover color: red	●	●
Interfaces: RS485 / radio	○ / ○	○ / ○
Warranty: 5 years / 10 years	● / ○	● / ○
Certificates and approvals	www.SMA.de	www.SMA.de
● Standard equipment ○ Optional	Data at nominal conditions - Version: September 2008	

#### Efficiency curve



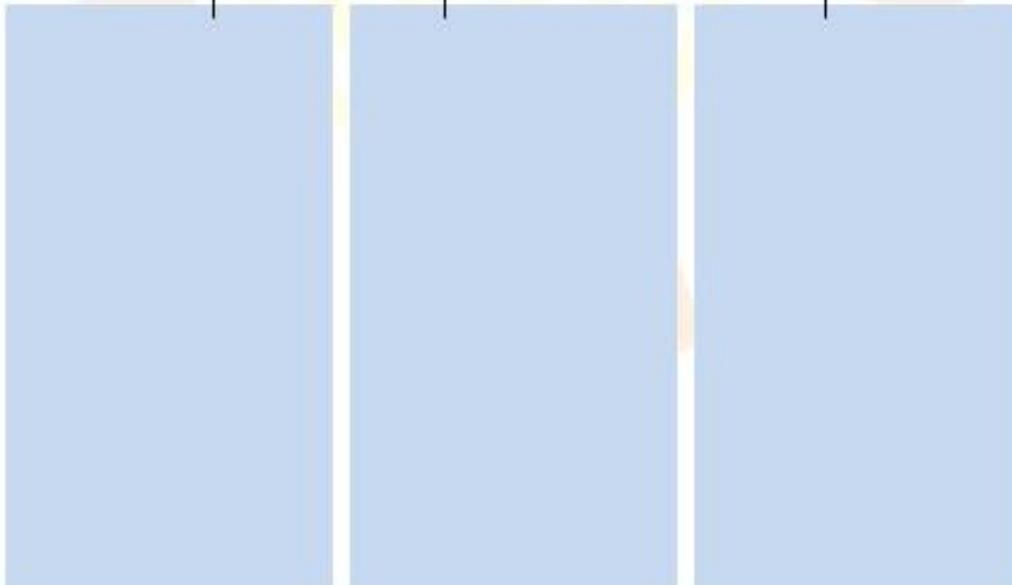
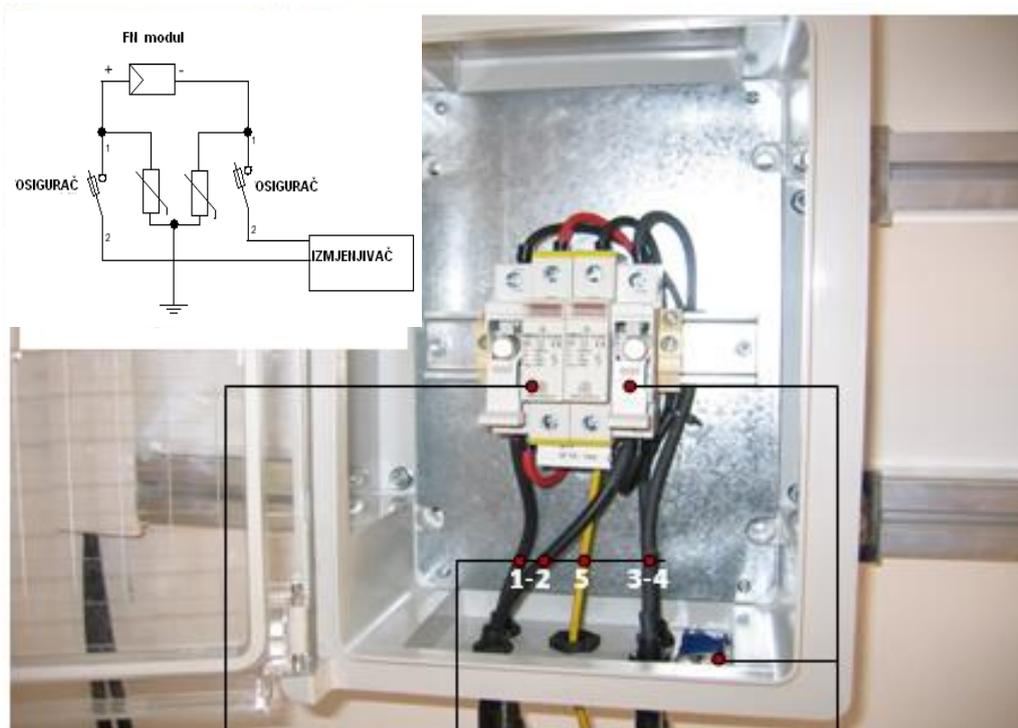
#### Accessories



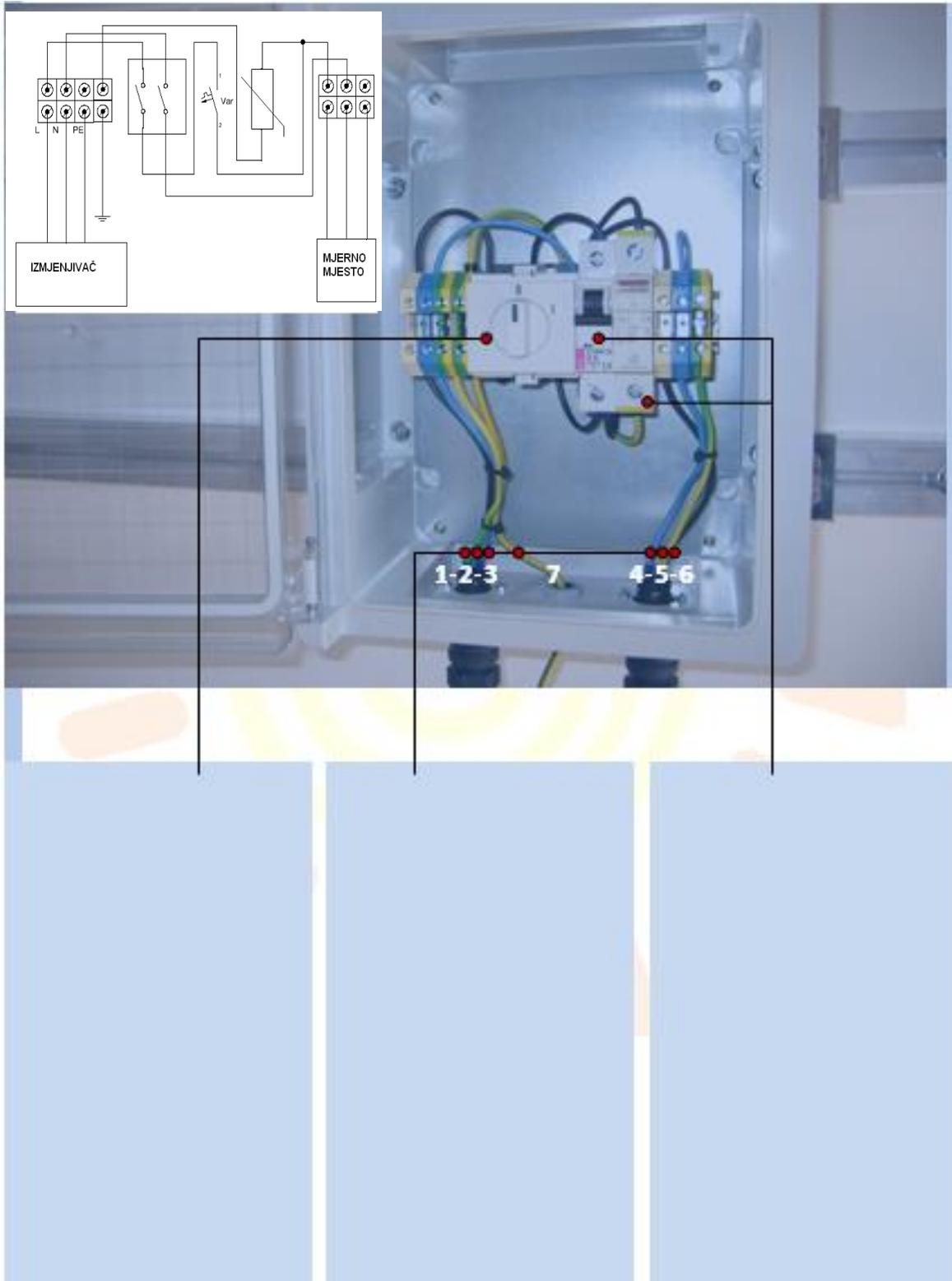
www.SMA.de  
Freecall +800 SUNNYBOY  
Freecall +800 78669269

SMA Solar Technology AG

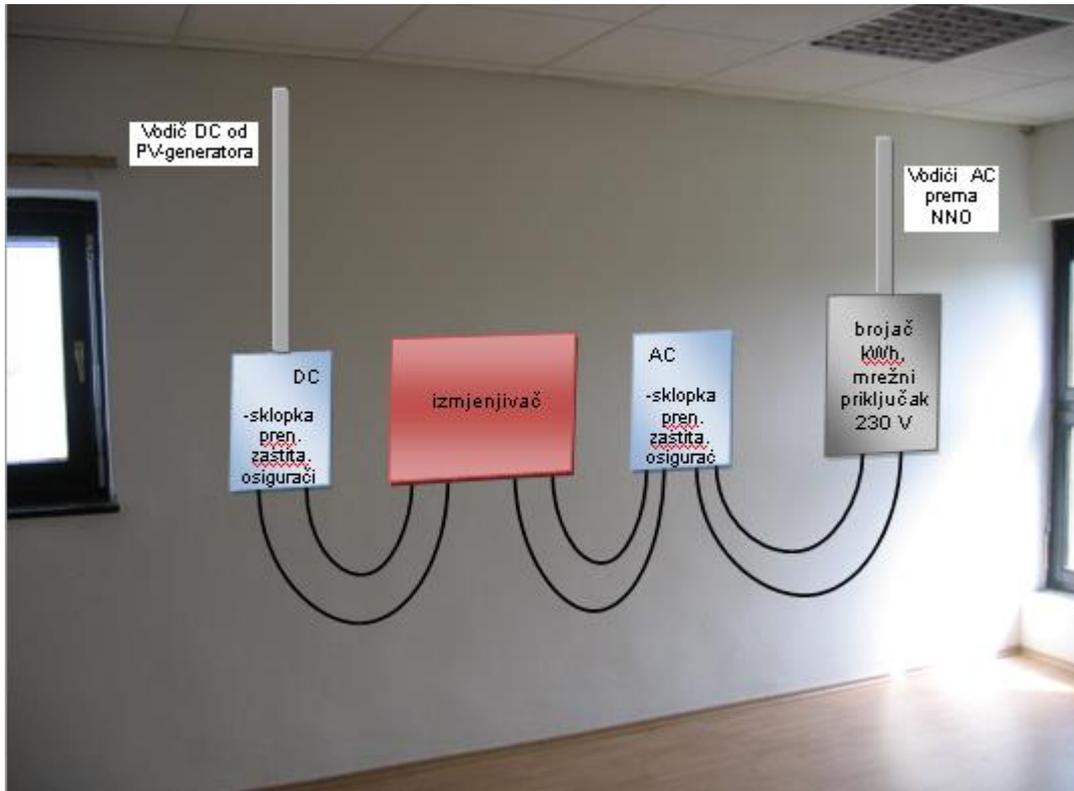
## Priključni omarić DC



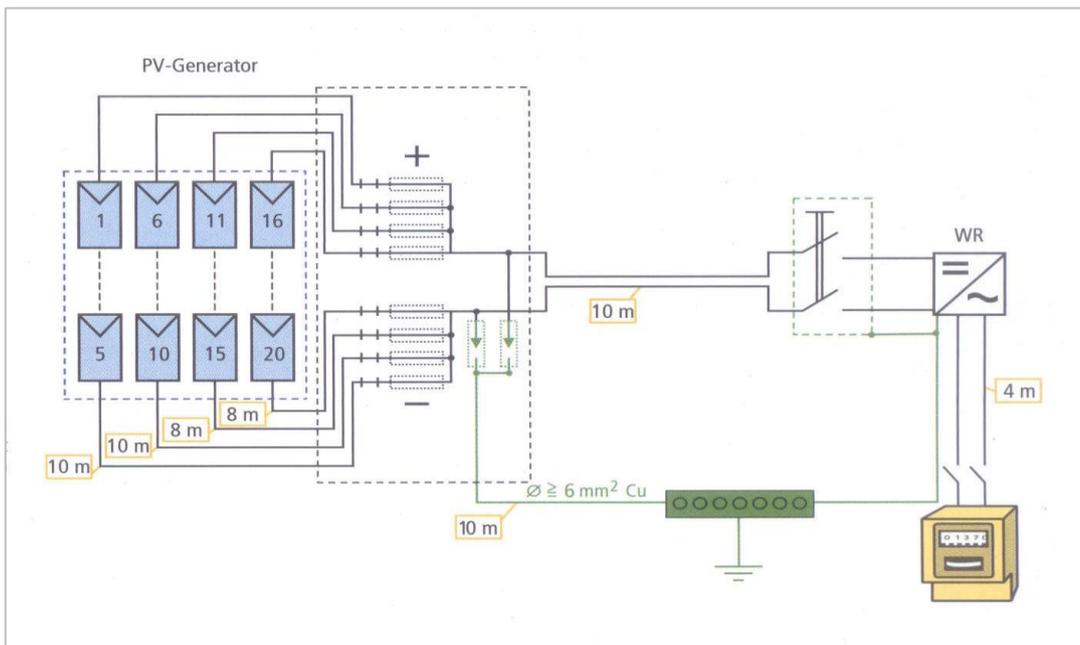
## Priključni omarić AC



## Montaža izmjenjivača i priključnih omarića



## Shema spajanja fotonaponske elektrane



## PROJEKTIRANJE I MONTAŽA OTOČNOG SUSTAVA

Za kuću na moru koja ima potrošače prema tablici potrebno je projektirati smostalnu otočnu elektranu *off-grid*.

Primjer projektiranja otočnog sustava

1. Korak: Proračun potrebne energije/danu

<b>energy consumption calculation - kalkulacija potrošnje energije</b>							
<b>Battery capacity calculation for 24 hours use.</b>				<b>Kalkulacija kapaciteta baterija za 24 satnu upotrebu.</b>			
AC 230 V oprema:		AC 230 volt instruments	power in Watt	Time to use in 24hours	Loadfactor	Ah	Daily use (Wh)
		Snaga u W	Trajanje uključenosti u h	Faktor upotrebe	Ah	Dnevna potrošnja (Wh)	
1	Mašina za pranje suđa	Dishwasher	1200	1	0,8	20	960
1	Napa za odsis para	Cooker hood fan	150	1	1	3	150
1	Pumpa tople vode	Warm water pump	100	10	1	21	1000
1	Zamrzivač	Freezer	100	24	1	50	2400
1	Frizider	Frigerator	100	24	1	50	2400
1	Aparat za kavu	Coffee machine	300	0,5	1	3	150
1	Mikrovalna pećnica	Microwave	1000	0,2	1	4	200
1	Pumpa za vodu 230 V	Water pump 230 volt	1000	0,8	1	17	800
1	Bazenska pumpa	Swimming pool pump	1000	1,6	1	33	1600
1	PC računalo	PC/ Home computer	75	1	1	2	75
1	Radio	Radio / audio	40	1	1	1	40
1	Usisavač	Vacuum cleaner	1500	1	1	31	1500
1	Televizija	Television	100	3	1	6	300
1	Perilica za rublje	Washing machine	2000	1,5	0,8	50	2400
1	Video	Video / DVD	40	2	1	2	80
1	Klima jedinice	Aircon unit	4000	3	1	250	12000
1	Rasvjeta 230 V	lightning in 230 volt	800	3	1	50	2400
1	Rasvjeta vanjska 230 volt	lightning out 230 volt	800	2	1	33	1600
1	Ostali potrošači	extra 230 volt users	800	2	1	33	1600
<b>Suma</b>						<b>659</b>	<b>31655</b>
DC Trošila		DC Trošila	Current in Amps.	Time to use in 24hours	Power in Wats	Ah	Daily use (Wh)
		Extra users	Struja (A)	Trajanje uključenosti u h	Snaga u W	Ah	Dnevna potrošnja (Wh)
1	Ostala potrošnja		0,5	24	24	12	576,0
<b>Suma</b>						<b>12</b>	<b>576</b>
<b>Napon baterije / battery voltage:</b>			<b>Projektirana potrošnja u Ah i Wh</b>				
<b>48 Volt</b>			<b>Calculated consumption in Ah and Wh</b>				
						<b>671</b>	<b>32231</b>

2. Korak : Izbor osnovnih parametara

Osnovni parametri sustava

Napon baterije $U_S$	(V)	48
Koeficijent dubine pražnjenja akumulatora $t_z$		0,5
Stupanj korisnog djelovanja punjenja $\eta_{Ah}$		0,9
Trajanje autonomije $n_A$	(d)	1
Potpuni oporavak sustava $n_E$	(d)	10
Koeficijent korištenja sustava $h_B$		1

### 3. Korak: Kapacitet baterija, potrebno dnevno punjenje sustava

- ✘ Dnevna potrošnja u Ah

Dnevna potrošnja $E_D = h_B \cdot E_V$	(Wh/d)	32.000
Dnevna potrošnja $Q_D = E_D / U_S$	(Ah)	667

- ✘ Kapacitet idealnog i realnog akumulatora

Kapacitet idealnog akumulatora $K_N = n_A \cdot (E_V) / U_S$	(Ah)	667
Minimalni kapacitet realnog akumulatora $K = K_N / t_Z$	(Ah)	1.333

- ✘ Potrebno dnevno punjenje baterija uzima u obzir  $\eta$  procesa punjenja i predviđeni samooporavak sustava

Potrebno dnevno punjenje $Q_L = (1/\eta_{Ah}) \cdot (Q_D + K_N/n_E)$	(Ah)	815
--	------	-----

- ✘ Proizvedenih 815 Ah / dan pokriva projektirani sustav

### 4. Korak: Određivanje broja fotonaponskih modula

- ✘ Potrebno je 815Ah/dan "poslati" u bateriju

**Tablica 4 Proračun broja potrebnih fotonaponskih modula**

$P_{mo}$ (Wp) = 250	Napon baterije $U_S$ (V) = 48												Modula / Stringu $n_{MS} =$ 10
Sve su jedinice za energiju na dnevnoj razini	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
Potrebno dnevno punjenje baterija $Q_L$ (Ah)	815	815	815	815	815	815	815	815	815	815	815	815	
Izvor pomoćne energije $E_H$ (Wh) = 7.500 W * 3 h	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	22500	
Pomoćni izvor $Q_H = E_H / (1,1 \cdot U_S)$ (Ah)	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	426,1	
Energija iz panela $Q_{PV} = Q_L - Q_H$ (Ah)	388,7	388,7	388,7	388,7	388,7	388,7	388,7	388,7	388,7	388,7	388,7	388,7	
Energija zračenja na modul snage 1kWp $Y_F$ (kWh/1kWp)	1,96	2,77	3,79	4,31	4,89	5,01	5,32	4,79	4,09	3,10	2,14	1,72	
Energija zračenja po stringu $E_{DC-S} = n_{MS} \cdot P_{Mo} \cdot Y_F$ (Wh)	4900	6925	9475	10775	12225	12525	13300	11975	10225	7750	5350	4300	
Energija zračenja po stringu $Q_S = E_{DC-S} / (1,1 \cdot U_S)$ (Ah)	92,8	131,2	179,5	204,1	231,5	237,2	251,9	226,8	193,7	146,8	101,3	81,4	
Broj potrebnih paralelnih stringova $n_{SP} = Q_{PV} / Q_S$	4,2	3,0	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5	1,7	2,0	2,6	3,8	4,8	
<b>Broj paralelnih stringova u postrojenju: Maximum(<math>n_{SP}</math>), zaokruženo na cijeli broj:</b>													$n_{SP} =$ 2
<b>Ukupan broj modula:</b>													$n_M = n_{MS} \cdot n_{SP} =$ 20
<b>Snaga fotonaponskog polja (Wp):</b>													5000
<b>Potrebna površina za panele (m2):</b>													34

- ✘ Broj modula je prostorom limitiran na 20 komada

Dio energije koji je potreban za projektiranu potrošnju daje generator 7,5kW; generator radi 3 h /dan

5. Korak: Usklađivanje komponenata sustava - kontrola ograničenja

- ✘ Punjač baterija mora osigurati struju punjenja 10-15% od kapaciteta baterija (baterija 100Ah se puni s 10-15A)

6. Korak: Kupac dobiva informaciju o rješenju

- ✘ Glavne komponente

Fotonaponski moduli	20 komada
Nadzornik baterija BMV600s / Digital multi control	1 set
Izmjenjivač Multiplus 48/5000	2 komada
Blue solar grid inverter 5000	1 komad
Gel baterija 12V 220Ah C20 ( 48V/1320Ah)	24 komada
Generator 7,5kVA, 1500 rpm	1 komad

## ZADACI ZA UČENIKE I NASTAVNIKE

Za vikendicu ili kuću napravite proračun za otočnu elektranu prema potrošačima koje imate u kući. Svaki potrošač ima definiranu snagu, ako zbrojimo snagu svih potrošača to će biti snaga cijelog otočnog sustava. Potrebno je odrediti broj modula i svih drugih komponenti koji čine otočnu elektranu. Tablice koje se nalaze ispod služe kao vodič kako doći do cjelovitog rješenja. Otočnu elektranu možete projektirati u programu PVSOL.

### 1. Parametri željene elektrane otočno sustava

Popis potrošača električne energije za otočne sustave				
Uređaj	Snaga (kW)	Vrsta el. energije (230/24/12 V)	Sati rada dnevno	Potreba energija (kWh)
Ukupno kWh, 230 V/50 Hz		Ukupno kWh 24 V		Ukupno kWh 12V

Željeno vrijeme autonomije (dana)		Koliko često sustav radi?	
Postoji li agregat?		Proizvođač	
		Tip	
		Snaga, kW	

Odabir regulatora punjenja – otočni sustav					
proizvođač		tip		kat. br.	
Napon sustava		V	faktor korisnosti $\eta$		
ulazni napon $U_u$		V	najveća ulazna struja $I_{DCu}$		A
izlazni napon $U_i$		V	najveća izlazna struja $I_{DCi}$		A
snaga punjenja $P_p$		W	snaga regulatora $P_R$		W
Prikaz podataka	<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE	cijena	€		kn
Odabir akumulatora – otočni					
proizvođač		tip		kat. br.	
vrsta	Olovni –plitki ciklus	Olovni – duboki ciklus	Ni-Cd		
nazivni napon		V	kapacitet		Ah
temperaturni korekcijski faktor $k_{Te}$			najveće dopušteno pražnjenje $p_d$		
Coulombova (Ah) učinkovitost baterije $\eta_{BAT}$			unutarnji otpor		m $\Omega$
struja kratkog spoja $I_k$		A	struja pražnjenja $I_p$		A
dimenzije l x b x h			mm	masa	kg
cijena			€		kn
Odabir pretvarača – otočni sustav					
proizvođač		tip		kat. br.	
trajno opterećenje		W	preopterećenje t = 30 min		W
preopterećenje t = 5 s		W	faktor korisnosti $\eta$		
potrošnja u mirovanju (Standby)		W	frekvencija (Hz)/valni oblik		50/sinus
napon baterije		V	napon ponovnog uključanja		V
izlazni napon		V	detekcija opterećenja - podesiva		
temperatura okoline	od	do	duljina vodiča baterija		m
		°C			



presjek vodiča baterija	mm <sup>2</sup>	cijena	€	kn
-------------------------	-----------------	--------	---	----

## Zaključak

Ovaj modul iz Obnovljivih izvora energije je generički namijenjen za predstavljanje novih dostignuća i promjena u struci nastavnicima koji bi ih trebali implementirati u vlastitoj nastavi i praksi. Prikazali smo fotonaponski sustav koji može biti spojen na energetska mrežu RH preko kućne instalacije, te smo objasnili sustave za otočne elektrane koji nisu spojeni na energetska mrežu RH. Takvi sustavi se danas postavljaju gdje električna mreža nije dostupna. Dali smo smjernice kako osmisliti projekt prema potrebi naručitelja. Osim teorijske nastave u ovom modulu postoji dio koji se odnosi na praktičnu nastavu. Spajaju se dvije elektrane, jedna preko kućne instalacije, a druga otočna koja se proračunava prema potrebama naručitelja. Postoje i dodatne mogućnosti preko hibridnih sustava za dijelove kućanstva koji nisu spojeni na električnu mrežu RH. Tu ćemo prikazati kako mali vjetroagregati ili gorivni članci pogonjeni vodikom mogu biti dio hibridnog sustava koji bi bio 100 % autonoman.

Osim navedenih pisanih materijala postoje izrađene prezentacije koje prate sve sadržaje prikazane u ovom izbornom modulu.

## LITERATURA

- [1] United nations framework convention on climate change, <http://unfccc.int/>
- [2] United Nations Framework Convention on Climate Change Status of Ratification, UN, <http://unfccc.int/resource/conv/ratlist.pdf>, 2001.
- [3] Kyoto Protocol Status of Ratification, UN, <http://unfccc.int/resource/kpstats.pdf>, 2002.
- [4] Duić N., Juretić F., Zeljko M., Bogdan Ž., Kyoto protocol objectives in Croatia energy planning, <http://powerlab.fsb.hr/neven/papers/madeira2000croatia.pdf>, 2000.
- [5] Duić N., Juretić F., Zeljko M., Bogdan Ž., Kyoto protocol objectives in Croatia energy planning: Nuclear scenario, <http://powerlab.fsb.hr/neven/papers/CNS2002.pdf>, 2002.
- [6] Vuk B., Marušić D., ENERGIJA u Hrvatskoj: godišnji energetske pregled: 1996. - 2000., Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, Zagreb, 2001.
- [7] Božić H. et al., Analiza potrošnje energije u kućanstvima grada Zagreba u 1988. godini, Energetska bilanca grada Zagreba, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 2001
- [8] The First National Communication of The Republic of Croatia to the United Nations Framework Convention On Climate Change (UNFCCC), Ministry of Environmental Protection and Physical Planning, Republic of Croatia, 2001, <http://unfccc.int/resource/docs/natc/cronc1.pdf>, 2001.
- [9] Assessment of Potential for the Saving of Carbon Dioxide Emissions In European Building Stock, Caleb Management Services, <http://www.eurima.org/downloads/caleb1.pdf>, 1988
- [10] Energy Efficiency Through Insulation: The Impact on Global Climate Change, North American Insulation Manufacturers Association, Geneva, 1996.
- [11] Proposal for a Directive of The European Parliament and of The Council on The Energy Performance of Buildings, Commission of The European Communities, Brussels, 2001.
- [12] The Lisbon Declaration II of the International Insulation Industry on CO<sub>2</sub> reductions, <http://www.eurima.org/downloads/lisbon2.pdf>, 2000.
- [13] Maleš N., Predavanja i vježbe, Obnovljivi izvori energije Veleučilište Bjelovar, 2020.