

UDK : 620.91:523.9  
373.54  
371.38

## PRIMENA SISTEMA DUALNOG OBRAZOVANJA U OBLASTI KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE<sup>1</sup>

Tomislav Pavlović<sup>2</sup>, Đorđe Đorđević<sup>3</sup>, Dragoslav Stojić<sup>4</sup>, Biljana Avramović<sup>5</sup>

**Rezime:** Pravljenjem ankete medju članicama klastera Dundjer iz Niša, ustanovljeno je da više od 50 odsto poslodavaca ima problem da nadje radnike sa potrebnim veštinama kako medju svojim zaposlenim tako i medju nezaposlenim na birou rada. Osim toga, poslodavci su istakli da bi radije ulagali u praktično obrazovanje postojećih zaposlenih, čime bi im povećali privrženost firmi, nego da od početka edukuju nekog nezaposlenog radnika, bez ikakvog iskustva. Potreba za dodatnim obukama zaposlenih, koje nisu deo formalnog sistema obrazovanja, već su pretežno praktične obuke, uočena je naročito u oblasti energetske efikasnosti, ekološke gradnje i korišćenja solarne energije. Ove tri oblasti su prepoznate kao prosperitetne u građevinskom sektoru, gde se može izvršiti povezivanje privrede sa naučno-obrazovnim i razvojnim institucijama, uspostavljanjem dualnog obrazovanja radi unapređivanja proizvodnih procesa i procedura kroz implementaciju naučnih dostignuća i unapređenje kompetencija zaposlenih.

U tu svrhu bilo je potrebno napraviti pojedinačni plan i program praktičnih obuka prilagodjen svakoj konkretnoj firmi i njenim kapacitetima i potrebama u navedenim oblastima, u ovom slučaju u oblasti korišćenja solarne energije. U ovom radu dat je prikaz projektovanja metodologije i plana praktične obuke za tri kompanije, članice klastera Dundjer, u sistemu dualnog obrazovanja u oblasti primene solarne energije.

**Ključne reči:** Solarna energije, Dualno obrazovanje, Energetska efikasnost, Pametne kuće

## APPLICATION OF DUAL EDUCATION SYSTEM IN THE USE OF SOLAR ENERGY

**Summary:** A survey among members of the Construction Cluster Dundjer from Niš showed that more than 50 % of employers have a problem to find skilled workers with specific skills among own workers and also on the work market. They stated also that they would rather invest in education of their employees improving in this way loyalty of own workers than to educate unemployed workers from the scratch. The need for additional education, not being part of system of formal education and prevailing of practical nature is especially noticed in the field of energy efficiency, ecological building, and solar energy. These three fields are recognized as very prosperitive and promising in construction sector. It has to be realized by establishing close relations with educational and R/D institutions, and by forming dual education system. As a result, this would improve production processess and procedures using reserach results and improved competences of workers.

**Key words:** Solar energy, Dual Education, Energy Efficiency, Smart House

<sup>1</sup> Istraživanje je odobreno i finansirano od strane Kancelarije za lokalni ekonomski razvoj i projekte (KLERP) Grada Niša

<sup>2</sup> University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Niš, Višegradska 33, Serbia

<sup>3</sup> Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, ul. A. Medvedeva 14, Niš, Srbija; Construction Cluster "Dundjer", Niš, Srbija;

<sup>4</sup> Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, ul. A. Medvedeva 14, Niš, Srbija;

<sup>5</sup> Construction Cluster "Dundjer", Niš, Srbija.

## 1. OPIS PROJEKTA

Sve je više primera da đaci koji završe srednju školu, čak i studenti koji završe fakultet, ne znaju da rade ono što su završili, a da poslodavci žele da prime one koji imaju praktična znanja. Privredni subjekti se suočavaju sa velikim problemima da dođu do stručnog i kvalifikovanog kadra, jer i đaci, nakon što završe srednju stručnu školu, kao i studenti nakon što završe fakultete, nemaju funkcionalna, upotrebljiva i primenjiva znanja s kojima bi se odmah mogli uključiti u radni proces. Tehnika i tehnologija u današnjem društvu brzo napreduju, škole i fakulteti jednostavno ne mogu ispratiti te promene, tako da je imperativ da se taj deo stručnog, praktičnog obrazovanja mora izmestiti u kompanije, jer je to u interesu i privrede i nauke i đaka i studenata, jer dualno obrazovanje donosi posao odmah.

Tema projekta je projektovanje metodologije i plana praktične obuke za tri kompanije, članice klastera Dunder, u sistemu dualnog obrazovanja iz oblasti energetske efikasnosti, ekologije i solarne energije. Pravljenjem ankete među članicama klastera Dunder ustanovljeno je da 50 odsto poslodavaca ima problem da nađe radnika sa potrebnim veštinama kako među svojim zaposlenim tako i među nezaposlenim na birou rada. Osim toga poslodavci su istakli da bi radije ulagali u praktično obrazovanje postojećih zaposlenih, čime bi im povećali privrženost firmi, nego da od početka edukuju nekog nezaposlenog, bez ikakvog iskustva. Potreba za dodatnim obukama zaposlenih, koje nisu deo formalnog sistema obrazovanja, već su praktične obuke, uočena je u oblasti energetske efikasnosti, ekologije, i solarne energije. Ove tri oblasti su prepoznate kao prosperitetne u građevinskom sektoru, gde se može izvršiti povezivanje privrede sa naučno-obrazovnim i razvojnim institucijama, uspostavljanjem dualnog obrazovanja radi unapređivanja proizvodnih procesa i procedura kroz implementaciju naučnih dostignuća i unapređenje kompetencija zaposlenih.

U tu svrhu je potrebno napraviti pojedinačni plan i program praktičnih obuka prilagođen svakoj konkretnoj firmi i njenim kapacitetima i potrebama u oblasti energetske efikasnosti, ekologije, i solarne energije. Za izvršenje ovih planova biće angažovani najbolji stručnjaci iz ovih oblasti. Za kraj projekta je planiran vorkšop kroz koji će se predstaviti rezultati i disemnicaija projekta.

## 2. AKTIVNOSTI NA PROJEKTU

U okviru realizacije realizuju se sledeće aktivnosti:

1. Sprovođenja istraživanja među kompanijama unutar klastera o njihovim potrebama za praktičnim obukama,
2. Izrada plana i metodologije za praktičnu nastavu za kompaniju ABR,
3. Izrada plana i metodologije za praktičnu nastavu za kompaniju Deltaelektronik,
4. Izrada plana i metodologije za praktičnu nastavu za kompaniju Kaparaprojekt.

## 3. PLAN I PROGRAM OBRAZOVANJA

### TEHNIČAR SOLARNE ENERGIJE (BEČELOR, MASTER) – SE (TSE, BSE, MSE)

**SE-1.** Uvod u korišćenje solarne energije.

**SE-2.** Metod proračuna solarnog kapaciteta određene mikro-lokacije sa primenom odgovarajućeg softvera.

**SE-3.** Solarne ćelije i paneli – pregled tehnologije.

**SE-4.** Povezivanje panela u veće solarne sisteme.

**SE-5.** Solarni DC/AC konvertori – metode povezivanja u sisteme (solarne elektrane).

**SE-6.** Postojeća zakonska regulativa, nacionalni i međudržavni ugovori i novi zahtevi u oblasti proizvodnje i primene solarne energije.

Sadržaji kurseva **SE-1**, **SE-2** i **SE-3** su uzeti iz dostupne literature i publikacija prvopotpisanog autora. Ključni praktični kursevi (**SE-4** i **SE-5**) su dobijeni u saradnji sa poznatom nemačkom firmom SMA na osnovu kurseva koje su držali saradnicima Klastera u zemlji i inostranstvu, kao i kursovima u firmi Solarnoj akademiji (SMA Solar Academy, videti [4]). Predmet **SE-6** obradjuje zakonsku regulative u oblasti solarne energije, FIDIC sa naglaskom na solarnu energiju, kao i nove zahteve i izazove u toj oblasti.

### SE-4. POVEZIVANJE PANELE U VEĆE SOLARNE SISTEME

SE-4.1. PV (Photo Voltaic) sistemi snage do 30 kW (Kućni sistemi za privatno korišćenje).

SE-4.2. PV sistemi snage do 250 kW (Komercijalne primene).

SE-4.3. Vizuelizacija i kontrola PV sistema.

SE-4.4. Servisiranje i održavanje PV Sistema sa decentralizovanom strukturom.

SE-4.5. Projektovanje trofaznih elektrana sa Sunny TriPower 60 invertorom i stanicom sa srednjim naponom.

SE-4.6. Projektovanje velikih PV centrala sa centralnim invertorima i stanicama sa srednjim naponom.

#### **SE-4.1. PV (Photo Voltaic) sistemi snage do 30 kW (Kućni sistemi za privatno korišćenje)**

Ovaj kurs daje pregled spektra proizvodnih rešenja (poglavito firme SMA) za instalaciju PV sistema za optimizovanu sopstvenu potrošnju u segmentu privatne primene sa izlaznom snagom do 30 kW. Kurs počinje razmatranjem mogućih razloga koje imaju krajnji korisnici da instaliraju PV sistem i uvidom u moguće načine za smanjenje troškova za energiju domaćinstva. Pored SMA invertora, obradjuju se i osnove energetike vezane za odgovarajuće module. Takođe se obradjuju i servisna komunikacija i monitoring, kao i optimizacija sopstvene potrošnje. Pomoću projektovanja jednog uzornog sistema savladavaju se osnove mogućeg planiranja i dimenzionisanja sistema. Kurs sadrži i izbor pogodnih elemenata sistema kao i savladavanje neophodnih veština u radionici za projektovanje sistema.

Ovaj kurs je deo bloka nastave koji sadrži predmete (kurseve) **SE-4.1**, **SE-4.2**, **SE-4.3** i **SE-4.4**. Svi kursevi se mogu slušati i kao posebne obuke, ali se preporučuje savladavanje čitavog bloka radi dubljeg i obuhvatnijeg razumevanja gradiva.

**Ciljna grupa:** Instalater sistema, specijalista za solarnu tehnologiju, tehnički projektant sistema, kvalifikovani električar (tehničar, inženjer).

**Potrebno predznanje:** Osnovno znanje solarnih sistema snage, PC znanje (Doneti sopstveni Internet terminal – nastava je tipa BYOD – Bring Your Own Device).

#### **SE-4.2. PV sistemi snage do 250 kW (Komerrijalne primene).**

Ovaj kurs daje pregled produkcionih rešenja (SMA) za instalaciju PV sistema sa optimizovanom sopstvenom potrošnjom za segment komerrijalne primene i snagom između 30 i 250 kW. Pored

invertora, obradjuje se i elektronika koja podržava panele. Za sisteme ove snage obradjuje se takođe dodata vrednost rešenja za akumuliranje, kao i aspekti vezani za korišćenje u komerrijalnoj oblasti. Pomoću projektovanja pilot sistema savladavaju se elementi koji čine dimenzionisanje i projektovanje sistema mogućim. Savladava se izbor pogodnih elemenata za nameravani projekat, uz učvršćivanje znanja i veština sa vorkšopa o projektovanju sistema. Ovaj kurs je deo blok nastave o kućnim i komerrijalnim PV rešenjima, koji se sastoji od četiri seminarra, što je dato prethodno. Svi kursevi se mogu slušati i kao posebne obuke, ali se preporučuje savladavanje čitavog bloka radi dubljeg i obuhvatnijeg razumevanja gradiva.

**Ciljna grupa:** Instalater sistema, specijalista za solarnu tehnologiju, tehnički projektant sistema, kvalifikovani električar (tehničar, inženjer).

**Potrebno predznanje:** Osnovno znanje solarnih sistema snage, PC znanje (Doneti sopstveni Internet terminal – nastava je tipa BYOD – Bring Your Own Device).

#### **SE-4.3. Vizuelizacija i kontrola PV sistema.**

Ovaj kurs daje pregled različitih opcija raspoloživih za vizuelizaciju i kontrolu PV sistema. Pored obrade interfejsa za komunikaciju i logera podataka (SMA), daje se i uvod u mogućnosti on-line servisa. Savladano teoretsko znanje se uvežbava u praktičnoj radionici (workshop). U malim grupama se postavljaju trening sistemi i tako konfigurišu da šalju podatke monitoring sistemu (SMA). Takođe se obradjuju mogućnosti komunikacionih sistema nezavisnih od proizvođača koristeći Modbus Protocol. Za tu veličinu sistema biće obradjena dodata vrednost sistema za akumulaciju i razjašnjeni aspekti korišćenja u komerrijalne svrhe. Na pilot sistemu biće objašnjeno šta omogućava projektovanje i dimenzionisanje sistema. Biće obradjen izbor pogodnih elemenata za ugradnju i utvrdjene veštine naučene u radionici o projektovanju sistema.

Ovaj kurs je deo blok nastave o kućnim i komerrijalnim PV rešenjima, koji se sastoji od četiri seminarra, što je dato prethodno. Svi kursevi se mogu slušati i kao posebne obuke, ali se preporučuje savladavanje čitavog bloka radi dubljeg i obuhvatnijeg razumevanja gradiva.

**Ciljna grupa:** Instalater sistema, specijalista za solarnu tehnologiju, tehnički projektant sistema, kvalifikovani električar (tehničar, inženjer).

**Potrebno predznanje:** Osnovno znanje solarnih sistema snage, PC znanje (Doneti sopstveni Internet terminal sa web pretraživačima– IE, Firefox, Safari).

#### **SE-4.4. Servisiranje i održavanje PV sistema sa decentralizovanom strukturom.**

Samo PV sistemi koji rade pouzdano i bez kvarova garantuju maksimalne prihode u dugom periodu. Slušaoci ovog seminara treba da pomognu svojim klijentima da postignu to pomoću redovnog održavanja i propisanih merenja, servisiranja, kao i korisnički specifičnog koncepta monitoringa PV sistema. Ovaj kurs kvalifikuje slušaoca za održavanje PV sistema sa decentralizovanim inverterima i akumulatorskim čuvanjem energije i obavljanje ciljne analize anomalija.

Ključne teme pokrivene ovim kursom uključuju osnovne informacije o fotovoltaiici, PV poljima, inverterima, akumulatorskim sistemima i drugim komponentama sistema. Na bazi ovih znanja slušaoci uče kako da profesionalno ispituju PV sisteme, kako da sprovedu potencijalna merenja i kako se ona koriste u rešavanju problema i proveriti kvaliteta. Daju se sugestije o tome kako treba pripremiti odgovarajuću dokumentaciju i kako postići održavanje pomoću monitoringa PV sistema, kao i kako sprovesti optimizaciju modernizacijom i dogradnjom komponenata.

Nizom praktičnih vežbi obavljaju se i ocenjuju merenja na uzornom sistemu, proveravaju komunikacije sistema, lokalizuju postojeće greške i formalizuje predlog za otklanjanje kvara.

Ovaj kurs je deo blok nastave o kućnim i komercijalnim PV rešenjima, koji se sastoji od četiri seminara, što je dato prethodno. Svi kursevi se mogu slušati i kao posebne obuke, ali se preporučuje savladavanje čitavog bloka radi dubljeg i obuhvatnijeg razumevanja gradiva.

**Ciljna grupa:** Serviseri (tehničari), instalater sistema, specijalista za solarnu tehnologiju, eksperti.

#### **SE-4.5. Projektovanje trofaznih elektrana sa Sunny TriPower 60 inverterom i stanicom sa srednjim naponom**

Projektovanje velikih decentralizovanih PV elektrana postaje sve više i više privlačno zbog prednosti koje nudi ta tehnologija. Ovaj tehnički seminar kvalifikuje slušaoca da mogu da projektuju moderne velike decentralizovane PV elektrane povezane na mrežu srednjih napona koristeći SMA tehnologiju (Sunny Tripower 60 inverter i Medium

Voltage Station). Glavne teme koje se obrađuju su topologija, funkcije, zaštite i dimenzionisanje invertora i stanica srednjeg napona (proizvodnja SMA). Seminar takodje pokriva projektovanje PV centrala koristeći poslednju verziju softvera Sunny Design i konfiguraciju stanice srednjeg napona (Medium Voltage Station) u skladu sa specifičnim projektnim zahtevima.

Za nastavu su potrebni laptop PC i džepni kalkulator. Seminar uključuje teoretsku nastavu i radionicu sa savladavanjem korisničkog softvera.

Ovaj kurs je deo blok nastave o velikim PV elektranama i sastoji se od kurseva SE-4.5 i SE-4.6. Ovi kursevi se mogu slušati i kao posebne obuke, ali se preporučuje savladavanje čitavog bloka radi dubljeg i obuhvatnijeg razumevanja gradiva.

**Ciljna grupa:** Stručnjaci iz oblasti obnovljivih izvora energije.

**Potrebno predznanje:** Preporučuje se prethodno znanje iz oblasti PV modula, PV invertora, transformatora srednjeg napona, AC napona, AC struje, aktivne i reaktivne snage, Etherneta i Modbusa.

#### **SE-4.6. Projektovanje velikih PV centrala sa centralnim inverterima i stanicama sa srednjim naponom.**

Projektovanje velikih centralizovanih PV elektrana postalo je mnogo lakše zbog značajnih rešenja koja je dala firma SMA. Ovaj tehnički seminar kvalifikuje slušaoca za projektovanje modernih velikih centralizovanih PV elektrana povezanih na mrežu srednjeg napona koristeći uspešna SMA rešenje: Energetska stanica srednjeg napona (The Medium Voltage Power Station).

Glavne oblasti koje se obrađuju su topologija, funkcije i zaštite energetske stanice srednjeg napona, uključujući projektovanje PV elektrana koristeći poslednju verziju softvera (SMA Sunny Design) i konfiguraciju energetske stanice u skladu sa specifikovanim projektnim zahtevima.

Za nastavu su potrebni laptop PC i džepni kalkulator. Seminar uključuje teoretsku nastavu i radionicu sa savladavanjem korisničkog softvera, kao i posetu stanici tipa Sunny Central.

Ovaj kurs je deo blok nastave o velikim PV elektranama i sastoji se od kurseva SE-4.5 i SE-4.6. Ovi kursevi se mogu slušati i kao posebne obuke, ali se preporučuje savladavanje čitavog bloka radi dubljeg i obuhvatnijeg razumevanja gradiva.

**Ciljna grupa:** Stručnjaci iz oblasti obnovljivih izvora energije.

**Potrebno predznanje:** Preporučuje se uspešno učešće na seminaru SE-4.5.

## SE-5. SOLARNI DC/AC KONVERTORI – METODE POVEZIVANJA U SISTEME (SOLARNE ELEKTRANE)

**SE-5.1.** Akumulatorski sistemi kod malih SMART HOME kućnih elektrana.

**SE-5.2.** Projektovanje hibridnih OFF- grid energetskeg sistema sa Sunny Island akumulatorskim invertorima i višeklasterskim boksom.

**SE-5.3.** Tehnički prijem hibridnih OFF- grid energetskeg sistema sa Sunny Island baterijskim invertorima i višeklasterskim boksom.

**SE-5.4.** Projektovanje hibridnih energetskeg sistema sa SMA Fuel Save kontrolerom V. 2.0.

**SE-5.5.** Tehnički prijem hibridnih energetskeg sistema sa SMA Fuel Save kontrolerom V. 2.0.

**SE-5.6.** Vebinar o trofaznom SUNNY Tripower Core1 – funkcije, projektovanje, instalacija i tehnički prijem.

**SE-5.7.** Vebinar sa pregledom SMA korisničkih rešenja – razmatranje raznih mogućnosti (portfolio) i procena.

### SE-5.1. Sistemi akumulacije u pametnim kućama (SMA instalacije)

Usled stalnog povećanja cene energije, PV centrale (sistemi) sa akumulatorskim sistemima za čuvanje energije postaju sve atraktivnije za privatne kuće. Ova rešenja omogućavaju maksimalnu nezavisnost uz značajno smanjenje troškova električne energije. Ovaj kurs sadrži način projektovanja i planiranja budućih verifikovanih rešenja sa fleksibilnim i integrisanim rešenjima akumulacije električne energije (SMA izvodenje).

Ključni aspekti kursa su primenljivi scenariji za različite sisteme, analizu akumulacije energije i kriterijume za izbor akumulatora, kao i preporuke za projektovanje i integrisanje PV sistema akumulacije u pametne kuće (SMA Smart Home), kao i nadgledanje sistema, vizualizaciju toka energije i optimizaciju sopstvene potrošnje pomoću šiftovanja opterećenja. Ovaj kurs je deo bloka nastave o off-grid systemima i sistemima akumulacije energije, koji se sastoji od tri seminara, SE-5.1, SE-5.2 i SE-5.3. Svi kursevi se mogu slušati pojedinačno, ali ako se želi dublje i obuhvatnije razumevanje materije, preporučuje se savladavanje čitavog bloka predmeta.

**Ciljna grupa:** Instalater sistema, specijalista za solarnu tehnologiju, tehnički projektant sistema, kvalifikovani električar (tehničar, inženjer).

**Potrebno predznanje:** Osnovno znanje solarnih sistema snage, PC znanje (Doneti sopstveni Internet terminal – nastava je tipa BYOD – Bring Your Own Device, za praćenje nastave je potreban pristup WLANu)

### SE-5.2. Projektovanje hibridnih OFF- grid energetskeg sistema sa Sunny Island baterijskim invertorima i višeklasterskim boksom.

U osunčanim oblastima sveta PV elektrane u kombinaciji sa akumulatorskim sistemima su već postali najpouzdaniji način za snabdevanje električnom energijom za sela i potrošače van dostupa električne mreže. Projektovanje PV elektrana i akumulatorskih sistema za izolovane mreže je vrlo složeno zato što se taj hibridni energetski sistem sastoji od više kritičnih komponentata, čije ispravno dimenzionisanje uslovljava tehnički uspeh projekta. Ovaj napredni seminar kvalifikuje slušaoce da razumeju odgovarajuća rešenja i da projektuju moderni off-grid energetski sistem zasnovan na uspešnoj SMA tehnologiji (SMA Sunny Island Multicluster). Glavne teme kursa su funkcije, zaštite i dimenzionisanje invertora (Sunny Island i Multicluster Box), uključujući projektovanje hibridnog energetskeg sistema koristeći poslednju verziju kontrolnog softvera (SMA Sunny Design). Slušaocima je potreban sopstveni laptop i džepni kalkulator. Seminar uključuje teoretsku nastavu, radionicu sa softverom i posetu test centru hibridnih elektrana (SMA Hybrid Test Center).

Ovaj kurs je deo bloka nastave o off-grid systemima i sistemima akumulacije energije, koji se sastoji od tri seminara, SE-5.1, SE-5.2 i SE-5.3. Svi kursevi se mogu slušati pojedinačno, ali ako se želi dublje i obuhvatnije razumevanje materije, preporučuje se savladavanje čitavog bloka predmeta.

**Ciljna grupa:** Stručnjaci za obnovljivu energiju.

**Potrebno predznanje:** Preporučuje se prethodno znanje o PV modulima, PV invertorima, akumulatorskim invertorima i olovnim (kiselim) akumulatorima za izolovane mreže (Off-greed).

### SE-5.3. Tehnički prijem hibridnih OFF- grid energetskeg sistema sa Sunny Island akumulatorskim invertorima i višeklasterskim boksom.

U osunčanim oblastima sveta PV elektrane u kombinaciji sa akumulatorskim sistemima su već postale najpouzdaniji način za snabdevanje električnom energijom za sela i potrošače van dostupa električne mreže. Profesionalna instalacija i tehnički prijem hibridnih energosistema su ključni za obezbedjenje pouzdanog snabdevanje izolovanih potrošača. Ovaj seminar kvalifikuje slušaoce za tehnički prijem hibridnih električnih sistema u skladu sa procedurom datom od SMA. Glavne oblasti su predviđena konfiguracija akumulatorskih invertora (Sunny Island) i PV invertora (SMA). Slušaocima su potrebni laptop i voltmetar /ampermetar (DC/AC). Kurs sadrži praktične radionice u centru za testiranje hibridnih sistema (SMA Hybrid Test Center).

Ovaj kurs je deo bloka nastave o off-grid sistemima i sistemima akumulacije energije, koji se sastoji od tri seminara, **SE-5.1**, **SE-5.2** i **SE-5.3**. Svi kursevi se mogu slušati pojedinačno, ali ako se želi dublje i obuhvatnije razumevanje materije, preporučuje se savladavanje čitavog bloka predmeta.

**Ciljna grupa:** Stručnjaci za obnovljivu energiju.

**Potrebno predznanje:** Uspešno odslušan kurs SE-5.2.

#### **SE-5.4. Projektovanje hibridnih energetskih sistema sa SMA Fuel Save kontrolerom V. 2.0.**

U osunčanim regionima sveta PV elektrane u kombinaciji sa dizel generatorima i/ili korisničkom mrežom su već postali najekonomičniji način proizvodnje električne energije, čak i bez dodatnih izvora.

Projektovanje PV-Dizel hibridnih energetskih sistema je kompleksno, pošto je pouzdana kontrola rada PV elektrane potrebna da bi se omogućio stabilan rad mreže. Projektantima su potrebne najaktuelnije informacije za korišćenje najnaprednije tehnologije (SMA) u projektima. Ovaj napredni seminar kvalifikuje slušaoce da razumeju funkcije kontrolera za uštedu goriva (SMA Fuel Save Controller) i projektuju pouzdane hibridne energetske sisteme uz korišćenje poslednje verzije softvera za kontrolu rada (SMA Sunny Design).

Slušaocima je potreban sopstveni laptop i džepni kalkulator. Seminar se sastoji od teoretske nastave, radionice sa softverom i posete Centru za testiranje hibridnih sistema (SMA Hybrid Test Center).

Ovaj seminar je deo bloka treninga o sistemima za uštedu goriva (Fuel Save), koji se sastoji od dva seminara, SE-5.4 i SE-5.5. Seminari se mogu slušati

pojedinačno, ali za dublje i obuhvatnije razumevanje preporučuje se slušanje bloka nastave.

**Ciljna grupa:** Stručnjaci za obnovljivu energiju.

**Potrebno predznanje:** Prethodno znanje o PV elektranama, dizel generatorima, aktivnoj snazi, reaktivnoj snazi i mrežama.

#### **SE-5.5. Tehnički prijem hibridnih energetskih sistema sa SMA Fuel Save kontrolerom V. 2.0.**

U osunčanim regionima sveta PV elektrane u kombinaciji sa dizel generatorima i/ili korisničkom mrežom su već postali najekonomičniji način proizvodnje električne energije, čak i bez dodatnih izvora.

Tehnički prijem kontrolera za uštedu goriva (SMA Fuel Save Controller 2.0) je najvažniji deo takvih projekata, jer ispravna podešavanja za kontroler su suštinska za stabilno funkcionisanje sistema. Tehnički prijem može biti obavljen od strane projektanta sistema, što značajno umanjuje troškove i napore na projektu. Kurs sadrži sledeće oblasti:

- Procedura tehničkog prijema (SMA),
- Konfigurisanje kontrolera sa grafičkim interfejsom (Fuel Save Controller, Graphical User Interface),
- Konfigurisanje PV elektrane sa pripadajućim softverom (Sunny Explorer),
- Praktična obuka.

Ovaj kurs kvalifikuje slušaoce za tehnički pregled kontrolera uštede goriva (SMA Fuel Save Controller Version 2.0) u saglasnosti sa procedurom firme SMA, uz to da su principi slični i kod drugih firmi.

Slušaocima je potreban sopstveni laptop i džepni kalkulator. Seminar se sastoji od praktičnih vežbi – treninga- u Centru za testiranje hibridnih sistema (SMA Hybrid Test Center).

Ovaj seminar je deo bloka treninga o sistemima za uštedu goriva (Fuel Save), koji se sastoji od dva seminara, SE-5.4 i SE-5.5. Seminari se mogu slušati pojedinačno, ali za dublje i obuhvatnije razumevanje preporučuje se slušanje bloka nastave.

**Ciljna grupa:** Stručnjaci za obnovljivu energiju.

**Potrebno predznanje:** Ovaj praktični trening je predviđen samo za kvalifikovane električare. Učešće na ovom treningu zahteva uspešno završen kurs SE-5.4.

Proces tehničke kontrole koji se savladava na ovom kursu mora se poštovati na svim elektranama sa kontrolerom za uštedu goriva (Fuel Save

Controller). Za prvu tehničku kontrolu strogo se preporučuje korišćenje SMA daljinski tehnički pregled (SMA Remote Commissioning Support), uz pogodnu Internet vezu sa kontrolerom za uštedu energije (Fuel Save Controller). Pregled kontrolera proizvodnje SMA zahteva vezu sa Internetim, kao i VPN pristup kontroleru od strane centrale SMA.

#### **SE-5.6. Vebinar o trofaznom SUNNY Tripower Core1 – funkcije, projektovanje, instalacija i tehnički prijem.**

Ovaj vebinar prezentuje moderni inverter firme SMA Sunny Tripower CORE1 sa kompletnim opisom funkcija, kao i svim tehničkim znanjima potrebnim za projektovanje, instalaciju i tehnički prijem. Novi uređaj je različit od svojih prethodnika već po inovativnom dizajnu. Ovaj inverter je projektovan za komercijalne krovne aplikacije i nudi više prednosti pri instalaciji i tehničkom prijemu. Na kursu se obrađuju pojedini praktični koraci u uspešnom projektovanju, instalaciji i tehničkom pregledu.

Takodje, tehnički instruktori obezbeđuju korisne savete i veštine, uz mogućnost interaktivnog rada, koji omogućava diskusiju direktno na vebinaru.

Podaci za pristup vebinaru se šalju na datu e-mail adresu.

**Ciljna grupa:** Instalateri, Stručnjaci za obnovljivu energiju, tehnički projektanti elektrana, električno kvalifikovane osobe, distributeri.

**Potrebno predznanje:** Prethodno znanje o fotovoltaiici.

#### **SE-5.7. Vebinar sa pregledom SMA korisničkih rešenja – razmatranje raznih mogućnosti (portfolio) i procena.**

Na ovom vebinaru se slušaoci upoznaju sa ekosistemom korisničkih rešenja i detaljnim pregledom proizvoda za PV elektrane firme SMA. Počev od decentralizovanih rešenja baziranih na modernim trofaznim invertorima (Sunny Tripower) povezanih na MV stanicu, pa do centralizovanih rešenja baziranih na potpuno integrisanim elektranama sa srednjim naponom (Medium Voltage Power Station) daje se pregled integralnih rešenja od DC do mreža srednjeg napona.

Slušaoci ovog vebinara mogu da steknu dublji pregled u korisničko tržište i vide kako različita rešenja (SMA) mogu da unaprede različite PV projekte.

Takodje, tehnički treneri daju korisne suštinske informacije sa mogućnošću postavljanja pitanja u integrisanoj komunikaciji, uz odgovore direktno u toku vebinara (SMA Solar Academy). Koristeći ovu mogućnost stiže se pregled orijentisan ka rešenju, koji će pomoći u donošenju sofisticiranih rešenja. Podaci o pristupu vebinaru se šalju na e-mail adresu slušaoca.

**Ciljna grupa:** Donosioci odluka, investitori, operateri distributivnih mreža i nezavisni proizvođači energije.

**Potrebno predznanje:** Osnovno razumevanje korisničkih projekata.

Detaljniji program nastave za ostale predmete ove i ostalih grupa predmeta biće dat u izveštaju projekta (videti i [4]). Svaki od navedenih kurseva se može i pojedinačno slušati/vežbati, uz preporuke o poželjnom prethodnom znanju.

## **4. KRAJNI KORISNICI PROJEKTA**

Krajnji direktni korisnici projekta su tri kompanije, članice građevinskog klastera Dunder i njihovi zaposleni, zatim, predstavnici naučno-istraživačkih institucija kao i cela lokalna zajednica. Zaposleni će dobiti razrađene planove praktične obuke, na osnovu kojih će kasnije u preduzeću, u kome će biti na obuci, ostati i dalje da rade, jer kompanije radije ulažu u svog zaposlenog koga, kroz obuku na radnom mestu, profilišu prema svom poslovnom procesu, nego u prekvalifikaciju nekoga sa tržišta rada. Privrednici dobijaju na kvalitetu postojeće radne snage, a samim tim podižu svoju kompetitivnost i ne moraju da traže izvan svoje firme potrebne profile. Predstavnici naučno-istraživačke institucije pospešuju saradnju nauke i privrede, a lokalna zajednica dobija privrednike, koji su u potpunosti u skladu sa potrebama tržišta.

## **5. UTICAJ PROJEKTA NA LOKALNI / REGIONALNI RAZVOJ**

Uticaj projekta na lokalni/regionalni razvoj je pre svega u podizanju svesti kako kod privrednika, tako i kod lokalne zajednice o potrebi i benefitima dualnog obrazovanja, kao jedinog mogućeg modela kojim može da se ide u korak sa razvojem tehnologija u svetu. Glomazni, tromi i inertni obrazovni sistem ne može da ide u korak sa naprednim tehnologijama, tako da on sam može samo da pruža teorijska znanja, koja su često i sama

zastarela i prevaziđena. Zato je nužna saradnja sa privredom kao kopča sa novim tehnologijama i nadogradnja školskog sistema.

Elementi koji utiču na okruženje su:

- Ugradnja solarnih panela čini značajnu pozitivnu karakteristiku objekta pri izdavanju energetskeg pasoša zgrade;
- Korak u pravcu postizanja Agende 20-20-20;
- Uticaj projekta na ekonomsku snagu samog građevinskog klastera je očigledna, jer ekonomskim jačanjem članova klastera i sam klaster postaje ekonomski jak;
- Privrednici, ojačavajući veze sa naučnim i obrazovnim institucijama, povratno utiču na kreiranje državne politike razvoja i unapređivanja preduzetničkog obrazovanja, koja treba da stvori bazu za buduće stručnjake koji će biti konkurentni i na domaćem i na stranom tržištu radne snage.
- Utiče na optimizaciju krajnje cene nekretnine, obzirom na sve navedene prednosti.

Postoji apsolutna replikabilnost efekata projekta zbog njegove veoma široke primene kako u građevinskom sektoru, tako i u drugim privrednim granama, a takođe i u drugim gradovima i opštinama, koje se takođe suočavaju sa deficitom kadra, koji treba da ima, pored teorijskih, i odgovarajuća praktična znanja.

## LITERATURA

- [1] Pavlović, T.M., Čabrić, B.D.: *Fizika i tehnika solarne energetike*, Građevinska knjiga, Beograd, 2006.
- [2] Pavlović, T., Jevdžović, S., Kostić, Lj., Radosavljević, J., Pirls, D.: *Solar Energy and Education in Serbia*, Proc. Intl. Conf. Interculturality in the Education Process, Pedagogical Faculty "Goce Delčev", Štip, Macedonia, 2005, 454-457.
- [3] Pavlović, T., Kostić, Lj., Pavlović, Z., Pantić, L.: *Measurement of Electrical Characteristics of PV/Thermal Collector*, Proc. 3rd Intl. Workshop on Teaching in Photovoltaics, Prag, 2006, 81-86.
- [4] <https://www.sma.de/en/partners/sma-solar-academy/seminars.html>
- [5] C. Cecati, C. Citro, P. Siano: *Combined Operations of Renewable Energy Systems and Responsive Demand in a Smart Grid*, IEEE Trans Sustain Energy 2011, Vol. 24, pp 68-76.