NAZIV USTANOVE

ADRESA

**NASTAVNI PLAN I PROGRAM USAVRŠAVANJA**

**ZA POSLOVE**

 **MONTERA FOTONAPONSKIH SUSTAVA**

Mjesto i datum

**OPĆI PODACI O PROGRAMU**

* **Naziv programa:** program usavršavanja za poslove montera fotonaponskih sustava
* **Obrazovni sektor:** Elektrotehnika i računalstvo
* **Razina složenosti poslova:** 4
* **Trajanje programa:** 150 sati
* **Opravdanost donošenja programa**

*Obavezni dio svakog programa je obrazloženje opravdanosti donošenja programa, koji piše svaka ustanova za sebe, prema specifičnostima programa.*

* **Uvjeti upisa**

U program usavršavanja za poslove montera fotonaponskih sustava može se upisati osoba koja ima završenu srednju školu u području elektrotehnike, navršenih 18 godina i liječničko uvjerenje o zdravstvenoj sposobnosti za obavljanje navedenih poslova.

* **Radno okruženje i uvjeti rada**

Rad se odvija na otvorenom prostoru, na kosim i ravnim krovovima, na pročelju zgrade i slobodnoj površini gdje se montiraju fotonaponski moduli, a dijelom u unutrašnjim prostorima, gdje se postavlja električna instalacija i spajaju komponente sustava. Uvjeti rada ovise o vremenskim uvjetima (kiša, vjetar …) i mjestu montiranja elektrane. Pri radu na visini provode se posebne mjere zaštite s kojima se svaki polaznik mora upoznati kroz zaštitu na radu.

## Radno okruženje i uvjeti rada usklađeni su pravilnikom o uvjetima i mjerilima za utvrđivanje sustava kvalitete usluga i radova za certificiranje instalatera obnovljivih izvora energije - fotonaponskih sustava NN 56/2015.

1. **KOMPETENCIJE KOJE POLAZNIK STJEČE ZAVRŠETKOM PROGRAMA**
2. Provoditi mjerenje površine i zasjenjenja prostora ili krova na lokaciji elektrane
3. Montirati elektranu na osnovu pripremljene tehničke dokumentacije
4. Puštati u pogon i nadzirati rad fotonaponske elektrane spojene na energetsku mrežu
5. Postavljati, spajati i puštati u pogon autonomnu elektranu
6. Nadzirati rad elektrane putem Interneta
7. Provoditi postupke redovitog održavanja i otklanjati kvarove pri zastoju rada elektrane
8. Primijeniti mjere zaštite na radu te koristiti zaštitnu opremu i zaštitna sredstva pri montaži elektrane i radu na visini

# **3. TRAJANJE PROGRAMA I NAČIN IZVOĐENJA**

Program usavršavanja u trajanju od 150 sati realizirat će se redovitom i/ili konzultativno-instruktivnom nastavom. Teorijski dio programa u trajanju od 46 sati izvodi se u učionici ustanove, vježbe u trajanju od 64 sata izvode se u specijaliziranim učionicama opremljenim za izvođenje vježbi, a praktični dio programa u trajanju od 40 sati izvodi se na ograđenom ravnom ili kosom krovu ustanove i specijaliziranoj učionici praktične nastave s odgovarajućom opremom.

**Konzultativno-instruktivna nastava** – broj sati skupnih konzultacija iznosi dvije trećine od ukupnog broja sati teorijske nastave planirane u programu za nastavu pojedine cjeline.

*Skupne konzultacije* se izvode s cijelom obrazovnom skupinom i obavezne su za sve polaznike.

*Individualne konzultacije* se provode neposredno, putem elektroničke pošte, prema utvrđenom rasporedu i potrebi polaznika.

**Vježbe i praktična nastava** provode se u punom fondu sati. Rad polaznika na praktičnoj nastavi nadzirat će mentor. Polaznici vode dnevnik praktične nastave.

**4. NASTAVNI PLAN I PROGRAM**

**4.1 Nastavni plan**

**Redovita nastava**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Rb.** | **Nastavna cjelina** | **Broj sati** | **Ukupno** |
| **T** | **V** | **PN** |
|  | Mreže istosmjerne i izmjenične struje | 10 | 10 |  | 20 |
|  | Električne instalacije fotonaponskih sustava | 5 | 10 |  | 15 |
|  | Zaštita na radu | 5 | 10 |  | 15 |
|  | Montažni elementi fotonaponskih sustava | 10 | 10 |  | 20 |
|  | Dimenzioniranje fotonaponskih elektrana | 6 | 14 |  | 20 |
|  | Fotonaponski sustavi | 10 | 10 |  | 20 |
|  | Montaža fotonaponskih elektrana |  |  | 40 | 40 |
| **UKUPNO** | **46** | **64** | **40** | **150** |

**Konzultativno instruktivna nastava**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Rb.** | **Nastavna cjelina** | **Broj sati** | **Ukupno** |
| **T** |  **SK** | **IK** | **V** | **PN** |  |
| 1. | Mreže istosmjerne i izmjenične struje | 10 | 7  | 3 | 10 |  | 20 |
| 2. | Električne instalacije fotonaponskih sustava | 5 |  3 | 2 | 10 |  | 15 |
| 3. | Zaštita na radu | 5 | 3 | 2 |  10 |  | 15 |
| 4. | Montažni elementi fotonaponskih sustava | 10 | 7 | 3 |  10 |  | 20 |
| 5. | Dimenzioniranje fotonaponskih elektrana | 6 | 4 | 2 |  14 |  | 20 |
| 6. | Fotonaponski sustavi | 10 | 7 | 3 |  10 |  | 20 |
| 7. | Montaža fotonaponskih elektrana |  |  |  |  | 40 | 40 |
| **UKUPNO** | **46** | **31** | **15** |  **64** | **40** | **150** |

**4.2 Nastavni program**

**4.2.1. CJELINA: Mreže istosmjerne i izmjenične struje (T 10, V 10)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TEMA**  | **SADRŽAJ** | **ISHODI** **UČENJA** | **BROJ****SATI** |
| **Istosmjerna struja** | Realni naponski izvorElektromotorna sila E i napon izvora UVrste električnih izvora Serijsko i paralelno spajanje izvora Električna snaga i energija Mreže istosmjerne strujeMjerenje električnih veličina napona, struje i snage | - opisati realni naponski izvor- razlikovati unutarnji i vanjski napon izvora- razlikovati vrste električnih izvora - izvesti serijski i paralelni spoj istosmjernih izvora * + proračunati energiju i snagu

- izvesti mreže istosmjerne struje- provesti mjerenje električnih veličina u mreži istosmjerne struje | **6T** **6V**  |
| **Izmjenična** **struja**  | Dobivanje izmjeničnog napona- jednofazni generator- trofazni generatorFazni pomakElementi izmjeničnog strujnog kruga (otpor, kapacitet i induktivitet)Spajanje otpora u seriju i paraleluRLC spojevi,faktor snageSnaga i energija izmjenične struje | * + opisati dobivanje izmjeničnog napona

- objasniti fazni pomak- razlikovati komponente izmjeničnog strujnog kruga- prikazati faktor snage  cos φ u RLC spojevima - razlikovati djelatnu, jalovu i prividnu snagu - proračunati energiju trošila različitih otpora  - izvesti mreže izmjenične struje- provesti mjerenje električnih veličina u mreži izmjenične struje | **4T****4V**  |
| **Metode rada:** verbalne, vizualne i praktične metode (metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda simulacije, metoda pisanja, metoda rada na tekstu, metoda praktičnog rada) |
| **Materijalni uvjeti:** **-** specijalizirana učionica za elektrotehniku i mjerenja s opremom za vježbe (ploča, računala, LCD projektor, programski paket Elektro Workbench EWB, demonstracijski paneli za demonstriranje pojava i zakonitosti u elektrotehnici, demonstracijski instrumenti: ampermetri, voltmetri, izvori napajanja laboratorijski izvor istosmjernog napona, laboratorijski izvor sinusnog napona promjenljive frekvencije) |
| **Kadrovski uvjeti: -** magistar inženjer elektrotehnike **-** diplomirani inženjer elektrotehnike  - profesor elektrotehnike |
| **Literatura i drugi izvori znanja za polaznike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |
| **Literatura i drugi izvori znanja za nastavnike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |

**4.2.2. CJELINA: Električne instalacije fotonaponskih sustava (T 5, V 10)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **TEMA**  | **SADRŽAJ** | **ISHODI** **UČENJA** | **BROJ****SATI** |
| **Dimenzioniranje kabela za fotonaponske sustave** | Tehnički propisi i norme Vodovi i vrste kabelaKabeli fotonaponskih sustava(dimenzioniranje vodova)Konektori fotonaponskih sustavaInstalacijske cijevi i pribor Zaštitni elementi osigurači (rastalni i automatski)Razvodne ploče  | - nabrojati norme i propise- razlikovati vrste kabla - izabrati odgovarajuće kablove - spojiti konektore na fotonaponske kabele* izabrati cijevi i pribor

 iz kataloga- odabrati zaštitne elemente - osigurače- razlikovati monofazne i trofazne razvodne ploče | **1T** **4V** |
| **Sklopni aparati** **i uređaji** | Podjela sklopnih aparata Sklopke, releji i sklopnici (instalacijske sklopke)Spojevi instalacijskih sklopki (jednopolne, višepolne sheme)Priključni uređajiIndukcijska motorna brojila za izmjeničnu struju | - razlikovati sklopne aparate prema funkciji i namjeni- objasniti princip rada  sklopki, sklopnika i releja - povezati sklopke i dijelove instalacije prema električnoj shemi- razlikovati utikače i utičnice monofazne i trofazne- prikazati način spajanja električnog brojila  | **2T****3V** |
| **Elektrotehnički simboli** | Elektrotehnički simboliBlok sheme električne montaže fotonaponskih sustava prema standardnim propisima | - razlikovati elektrotehničke simbole - nacrtati sheme prema standardnim propisima  | **1T****1V** |
| **Zaštita električnih instalacija i naprava** | IP zaštita - mehanička zaštita od dodira dijelova pod naponomKratki spoj i preopterećenje Sustavi zaštite od direktnog i indirektnog dodira - FID sklopkaZaštita nulovanjem i uzemljenja Gromobranska instalacija | - razlikovati stupnjeve IP zaštite - prikazati zaštitu od kratkog spoja i preopterećenja sustava- povezati odvodnike prenapona i uzemljenje - povezati fotonaponski sustav na gromobransku instalaciju | **1T** **2V**  |
| **Metode rada:** verbalne, vizualne i praktične metode (metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda simulacije, metoda pisanja, metoda rada na tekstu, metoda praktičnog rada) |
| **Materijalni uvjeti: -** specijalizirana učionica za elektrotehniku i mjerenja s opremom za vježbe (ploča, računala, LCD projektor, programski paketi Elektro Workbench EWB, CADdy ili AUTOcad, demonstracijski paneli za demonstriranje pojava i zakonitosti u električnim instalacijama, demonstracijski instrumenti: ampermetri, voltmetri, izvori napajanja laboratorijski izvor istosmjernog napona, laboratorijski izvor sinusnog napona)  |
| **Kadrovski uvjeti: -** magistar inženjer elektrotehnike **-** diplomirani inženjer elektrotehnike  - profesor elektrotehnike |
| **Literatura i drugi izvori znanja za polaznike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |
| **Literatura i drugi izvori znanja za nastavnike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |

**4.2.3. CJELINA: Zaštita na radu (T 5, V 10)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **TEMA**  | **SADRŽAJ** | **ISHODI** **UČENJA** | **BROJ****SATI** |
| **Zaštita na radu**  | Propisi o zaštiti na radu Mjere zaštite i rad na siguran načinSredstvaosobne zaštite na radu (rukavice, kaciga, pojas i dr.)Ekološko zbrinjavanje otpadnog materijala | * nabrojati odgovarajuće propise zaštite na radu
* primijeniti propise zaštite na radu
* demonstrirati rad na siguran način
* koristiti sredstva osobne zaštite na radu
* opisati zbrinjavanje otpadnog materijala na ekološki prihvatljiv način
 | **2T** **V2** |
| **Izvori opasnosti na radnom mjestu i prva pomoć** | Opasnost od požaraElektrični izvori opasnostiZaštita od udara električne struje Neelektrični izvori opasnostiAlati za spajanje Naprave za bušenje betona i željezaOsnovni postupci pružanja prve pomoći  | * navesti izvore opasnostiod požara
* prepoznati električne izvore opasnosti
* demonstrirati primjenu mjera zaštite od udara električne struje
* navestineelektrične izvore opasnosti
* demonstrirati korištenje alata za spajanje na siguran način
* demonstrirati rukovanje napravama za bušenje na siguran način
* opisati osnovne postupke pružanja prve pomoći
 | **1T** **V2**  |
| **Zaštita pri radu****na visini** | Rad na visini Rad na ravnom krovu Rad na kosom krovuOprema za rad na visiniPričuvni sustav opreme Zaštitna ograda | * navesti pravila zaštite za rad na visini
* provesti rad na siguran način na ravnom i kosom krovu
* koristiti opremu za rad na visini
* koristiti pričuvni sustav opreme
* izvesti postavljanje zaštitne ograde
 | **2T** **V6** |
| **Metode rada:** verbalne, vizualne i praktične metode (metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda simulacije, metoda pisanja, metoda rada na tekstu, metoda praktičnog rada) |
| **Materijalni uvjeti: -** na krovu ustanove gdje je radni prostor ograđen zaštitnom ogradom i specijaliziranoj učionici za praktičnu nastavu s opremom za rad na visini (uže, zaštitni prsluk, zaštitna mreža)  |
| **Kadrovski uvjeti:** * magistar inženjer elektrotehnike /diplomirani inženjer elektrotehnike s licencom iz ZNR
* magistar zaštite na radu /diplomirani inženjer zaštite na radu
* magistar inženjer sigurnosti /diplomirani inženjer sigurnosti
* diplomski sveučilišni studij s licencom zaštite na radu
* integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij s licencom zaštite na radu
* specijalistički diplomski stručni studij s licencom zaštite na radu
 |
| **Literatura i drugi izvori znanja za polaznike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |
| **Literatura i drugi izvori znanja za nastavnike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |

**4.2.4. CJELINA: Montažni elementi fotonaponskih sustava (T 10, V 10)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **TEMA**  | **SADRŽAJ** | **ISHODI** **UČENJA** | **BROJ****SATI** |
| Montažni elementi konstrukcijafotonaponskih sustava | Materijali za izradu montažnih dijelova FN sustava - prednostiPostolja, kućišta i ukruteNačini pričvršćenja fotonaponskih modula u različitim uvjetima (ravni krov, kosi krov, fasada)  | * navesti prednosti različitih materijala konstrukcije Al - profili, čelične trake
* odabrati optimalno postolje i ostale elemente konstrukcije

prema mjestu ugradnje* izvršiti spajanje modula vijcima i maticama
 | **2T****2V** |
| Statika fotonaponskih montažnih sustava | Uvjeti ravnoteže sila u ravnini i prostoru Vrste nosača prema opterećenju i osloncimaUzdužne i poprečne sile na nosačuOdređivanje reakcija nosača- momenti savijanja  grafički i analitički  | - primijeniti zakonitosti statičke stabilnosti - opisati vrste nosača- identificirati sile i momente na nosaču - proračunati statiku konstrukcije- nacrtati grafičke dijagrame sila i momenata savijanja | **2T** **2V**  |
| Čvrstoća**fotonaponskih montažnih sustava** | Vrste opterećenja: promjenjiva i izvanredna  Vrste naprezanjaUtjecaj snijega i vjetra na konstrukciju Određivanje maksimalnog opterećenja konstrukcijeDopušteno naprezanje konstrukcije  | * opisati vrstu opterećenja konstrukcije
* razlikovati vrste naprezanja uzrokovane opterećenjem snijegom

 i vjetrom - proračunati maksimalna  opterećenja  konstrukcije * proračunati dopušteno naprezanje konstrukcije
 | **2T** **2V**  |
| Nosivi dijelovi konstrukcijafotonaponskih sustava | Materijali nosive konstrukcije fotonaponskih modula Rastavljivi spojeviNačini pričvršćenja fotonaponskih modula na krovove i pročelja zgrada  | * opisati nosive konstrukcije
* razlikovati materijale nosive konstrukcije

(Al profili, čelične trake)* odabrati postolja i kućišta prema mjestu ugradnje
* demonstrirati spajanje modula vijcima i maticama
 | **2T** **2V**  |
| **Norme za izradu crteža** | Tehnički crtež-norme Kotiranje, svrha i elementi koteRaspored projekcijanacrt, tlocrt i bokocrtSkiciranje rukom - tehnička skica | - opisati norme tehničkog crteža- primijeniti pravila tehničkog crtanja - razlikovati vrste projekcija- skicirati prostor i elemente elektrane  | **2T** **2V** |
| **Metode rada:** verbalne, vizualne i praktične metode (metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda simulacije, metoda pisanja, metoda rada na tekstu, metoda praktičnog rada, metoda crtanja i metoda rada s računalom) |
| **Materijalni uvjeti:** specijalizirana učionica za tehničku mehaniku s opremom za vježbe (ploča, računala, LCD projektor, programski paketi iz mehanike, programski paketi za crtanje PVSOL, AutoCad |
| **Kadrovski uvjeti: -** magistar inženjer strojarstva  - diplomirani inženjer strojarstva - profesor strojarstva |
| **Literatura i drugi izvori znanja za polaznike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |
| **Literatura i drugi izvori znanja za nastavnike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |

**4.2.5. CJELINA: Dimenzioniranje fotonaponskih elektrana (T 6, V 14)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TEMA** | **SADRŽAJ** | **ISHODI****UČENJA** | **BROJ****SATI** |
| **Prijedlog optimalnog rješenja fotonaponske elektrane spojene na mrežu** | Snimanje postojećeg stanja Dimenzioniranje fotonaponske elektrne prema raspoloživom prostoru krova Dimenziranje elektrane prma snazi Optimalno rješenjeEkonomska analiza  | * opisati snimanje postojećeg stanja
* analizirati postojće stanje sa tehničkog i ekonomskog aspekta
* odabrati potrebne dijelove sustava elektrane
* izabrati fotonaponske module

prema nazivnoj snazi* obrazložiti i preporučiti optimalno rješenje
* izračunati isplativost elektrane i povrat uloženih sredstava
 | **3T** **5V** |
| **Crtanje pomoću računala** | Crtanje električnih shema s programima koji imaju bazu podataka komponenataProstorno predočavanje objekta pomoću računala  | - nacrtati električne sheme na računalu- izraditi 3D model elektrane na računalu | **5V** |
| **Autonomni fotonaponski sustavi** | Snimanje postojećeg stanja Dimenzioniranje otočne fotonaponske elektrne (off – grid)Optimalno rješenjeEkonomska analiza | - opisati autonomni  fotonaponski sustav* analizirati stanje mjesta ugradnje elektrane
* odabrati potrebne dijelove sustava elektrane
* obrazložiti i preporučiti optimalno rješenje
* izračunati isplativost elektrane i povrat uloženih sredstava
 | **3T** **4V**  |
| **Metode rada:** (metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda simulacije, metoda pisanja, metoda rada na tekstu, metoda praktičnog rada) |
| **Materijalni uvjeti:**  specijalizirana učionica za tehničku mehaniku s opremom za vježbe (ploča, računala, LCD projektor, programski paketi iz mehanike,  programski paketi za crtanje PVSOL, Auto CAD, Solidworks) |
| **Kadrovski uvjeti:** - magistar inženjer strojarstva  - diplomirani inženjer strojarstva - magistar inženjer elektrotehnike - diplomirani inženjer elektrotehnike  |
| **Literatura i drugi izvori znanja za polaznike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |
| **Literatura i drugi izvori znanja za nastavnike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |

**4.2.6. CJELINA: Fotonaponski sustavi (T 10, V 10)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **TEMA**  | **SADRŽAJ** | **ISHODI** **UČENJA** | **BROJ****SATI** |
| **Izvori energije i okoliš** | Obnovljivi izvori energije i fosilna gorivaUtjecaj izvora energije na okolišDirektive EU – energetska politika Efekt staklenika Karakteristike obnovljive energije | * razlikovati obnovljive izvore energije od fosilnih goriva
* opisati utjecaj izvora energije na okoliš
* navesti direktive EU energetske politike
* opisati efekt staklenika
* navesti karakteristike obnovljive energije
 | **1T**  |
| **Sunce kao izvor energije**  | Sunčevo zračenjeSunčeva konstantaOzračenje (iradijacija)Ozračenost (insolacija)Godišnja promjena sunčeva zračenja | * opisati karakteristike sunčeva zračenja i sunčane konstante
* usporediti pojmove ozračenje i ozračenost
* procjeniti potencijal energije sunčeva zračenja za lokaciju elektrane
 | **1T** **1V** |
| **Solarne ćelije** | Poluvodička dioda (PN spoj)Pretvorba Sunčeva zračenja u električnu energiju Karakteristike solarne ćelije U/IVrste solarnih ćelija | * protumačiti princip rada poluvodičke diode
* opisati fotonaponski efekt
* nacrtati U/I karakteristiku ćelije
* razlikovati vrste solarnih ćelija
 | **1T** **1V**  |
| **Fotonaponski moduli** | Osnovne karakteristike fotonaponskih modula (FN modula) Utjecaj temperature na napon i struju FN modulaUgradnja FN modula Sjenčenje FN modula | * objasniti karakteristike FN modula
* ispitati utjecaj temperature na napon i struju FN modula
* pokazati načine ugradnje FN modula
* povezati sjenčenje sa orijentacijom FN modula
 | **2T** **2V**  |
| **Izmjenjivači** | Princip rada izmjenjivača (DC / AC pretvarača)Jednofazni i trofazni izmjenjivačiDimenzioniranje izmjenjivača | * opisati princip rada izmjenjivača
* razlikovati pri ugradnji jednofazni od trofaznog izmjenjivača
* prilagoditi nazivnu snagu izmjenjivača nazivnoj snazi elektrane
 | **1T****2V**  |
| **Fotonaponske elektrane priključene****na javnu elektroenergetsku mrežu** | Osnovne komponente solarne elektrane Princip rada (*on-grid)* sustavaFotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacijeFotonaponski sustavi izravno priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu preko trafostanice | * razlikovati komponente solarne elektrane
* opisati princip rada (*on-grid)* sustava
* prikazati povezivanje solarne elektrane na mrežu preko kućne instalacije
* opisati princip rada elektrane spojene izravno na mrežu preko trafostanice
 | **2T** **2V**  |
| **Autonomni fotonaponski sustavi** | Osnovne komponente otočnog sustava (*off – grid)*Princip rada otočnog sustavaAkumulatorske baterijeRegulatori punjenjaDC / AC pretvaračiHibridni fotonaponski sustavi | * opisati princip rada i komponenata otočne elektrane
* opisati način rada akumulatorske baterije
* povezati regulator punjenja s akumulatorom
* prilagoditi DC/AC pretvarač prema nazivnoj snazi elektrane
* opisati hibridni fotonaponski sustav
 | **2T** **2V**  |
| **Metode rada:** verbalne, vizualne i praktične metode (metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda simulacije, metoda pisanja, metoda rada na tekstu, metoda praktičnog rada) |
| **Materijalni uvjeti:** specijalizirana učionica za obnovljive izvore energije s opremom(ploča, računala, LCD projektor, programski paketi PVGIS solar caliculator, PVSOL i HORIcatcher, fotonaponski moduli 60 W (2 kom.), regulator punjenja akumulatora, akumulator (2 kom.), pretvarač DC/AC, demonstracijski instrumenti ampermetri, voltmetri)  |
| **Kadrovski uvjeti:**  -magistar inženjer elektrotehnike  - magistar inženjer strojarstva  |
| **Literatura i drugi izvori znanja za polaznike:***Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |
| **Literatura i drugi izvori znanja za nastavnike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |

**4.2.7. CJELINA: Montaža fotonaponskih sustava (40 PN)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **TEMA**  | **SADRŽAJ** | **ISHODI** **UČENJA** | **BROJ****SATI** |
| **Montaža****fotonaponskog sustava za priključak na javnu elektroenergetsku mrežu** *(on-grid)* | Snimanje *HORIcatcherom* površine krovaMjerenje i obilježavanje krovaPostavljanje nosača FN modulaMontaža FN modula na krov Instalacijske cijevi Montaža DC ormaraOsigurači i odvodnici prenapona istosmjerne struje Montaža inverteraMontaža AC ormaraOsigurači i odvodnici prenapona izmjenične struje ACMontaža internog brojila proizvedene električne strujeGromobranska instalacijaKontrola rada elektranePuštanje u rada solarne elektraneOdržavanje solarne elektrane | * ispitati lokaciju krova zbog sjenčenja
* odabrati odgovarajući prostor krova
* postaviti nosače FN modula na krov
* namjestiti nagib i orijentaciju modula
* postaviti instalacijske cijevi i PVC kanalice
* postaviti DC ormar
* povezati osigurače i odvodnike prenapona u DC ormaru
* postaviti inverter
* postaviti AC ormar
* povezati osigurače i odvodnike prenapona u AC ormaru

- postaviti interno brojilo- spojiti ožičenje prema  dokumentaciji * povezati gromobransku instalaciju i FN module
* izmjeriti napon i struju na modulima
* pustiti elektranu u rad
* provesti održavanje solarne elektrane
 | **PN 22** |
| **Nadzor rada elektrane preko Interneta** | Senzori (temperature, piranometar i aerometar) Umrežavanje uređaja (WebBox-a) na LAN ili na InternetKontrola i nadzor rada elektrane preko Interneta | * ugraditi senzore na elektranu
* podesiti IP adrese mreže i WebBoxa
* povezati WebBox s aplikacijom za praćenje rada elektrane putem Interneta
* mjeriti temperaturu, insolaciju i brzinu vjetra on line putem Interneta
 | **PN 6** |
| **Montaža****samostalnog fotonaponskog sustava** *(off– grid)* | Snimanje *HORIcatcherom* Mjerenje i obilježavanje krovaPostavljanje nosača FN modulaMontaža FN modula na krov Montaža regulatora punjenja Akumulatorske baterijeMontaža pretvarača DC/ACInstalacijske cijevi Samostalni otočni sustavistosmjerne struje DCSamostalni otočni sustavizmjenične struje ACGromobranska instalacijaKontrola rada elektranePuštanje u pogon otočne elektraneOdržavanje otočne elektraneZaštitna oprema za rad na visiniOsobna zaštitna sredstva  | * ispitati lokaciju krova zbog sjenčenja
* odabrati odgovarajući prostor krova
* ugraditi nosače FN modula na krov
* postaviti FN module na nosače
* postaviti regulator punjenja na nosače
* ugraditi akumulatorske baterije
* postaviti pretvarač DC/AC na nosače
* postaviti instalacijske cijevi i kanalice na zid
* spojiti ožičenje elektrane prema tehničkoj dokumentaciji
* povezati gromobransku instalaciju s modulima
* izmjeriti napon i struju na modulima
* pustiti otočne elektrane u rad
* provesti održavanje otočne elektrane
* koristiti osobnu zaštitnu opremu pri radu na visini
* primijeniti osobna zaštitna sredstva pri montaži elektrane
 | **PN 12** |
| **Metode rada:** verbalne, vizualne i praktične metode (metoda razgovora, metoda demonstracije, metoda simulacije, metoda praktičnog rada). |
| **Materijalni uvjeti:** praktična nastava izvodi se na ravnom ili kosom krovu gdje je radni prostor ograđen zaštitnim ogradom zadovoljavajuće visine i specijaliziranoj učionici za praktičnu nastavu s opremom (FN moduli 200 W (5 kom), inverter 1KW, DC ormar s osiguračima i odvodnicima prenapona, AC ormar s osiguračima i odvodnicima prenapona, indukcijsko motorno brojilo za izmjeničnu struju, fotonaponski vodovi, set alata za spajanje konektora, nosači FN modula, nosači invertera, instalacijske cijevi, pvc kanalice, nosači DC i AC ormara, bušilica za beton, set ključeva za montažu, metar, senzori temperature, aerometar, piranometar, WebBox, demonstracijski instrumenti ampermetar i voltmetar)  |
| **Kadrovski uvjeti:** -magistar inženjer elektrotehnike **-** diplomirani inženjer elektrotehnike - magistar inženjer strojarstva - diplomirani inženjer strojarstva * prvostupnik elektrotehnike
 |
| **Literatura i drugi izvori znanja za polaznike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |
| **Literatura i drugi izvori znanja za nastavnike:** *Potrebno je navesti preporučenu literaturu, koja treba biti aktualna i adekvatna nastavnim sadržajima te primjerena i dostupna polaznicima.* |

Tijekom pohađanja praktične nastave polaznici vode **dnevnik rada.** U dnevnik rada polaznici zapisuju mjesto i trajanje rada, detaljan sadržaj i opis rada sa slikama, skicama, dijagramima i sličnim te druga zapažanja u vezi sa sadržajem rada. Potpisuje ga nastavnik ili mentor, a potpisani i ovjereni dnevnik rada uvjet je pristupanja završnoj provjeri.

**5. ZAVRŠNA PROVJERA STEČENIH ZNANJA I VJEŠTINA**

Završna provjera programa usavršavanja za poslove montera fotonaponskih sustava obuhvaća pisanu/usmenu provjeru stručnih sadržaja prema planiranim ishodima učenja te praktičnu provjeru, prema sadržajima koje odredi povjerenstvo.

Praktična provjera obuhvaća:

* snimanje HORIcatcherom lokacije krova i određivanje sjenčanja fotonaponskih modula,
* demonstriranje postavljanja FN modula na ravnom ili kosom krovu,
* spajanje elemenata ormara istosmjerne struje (DC ormara) prema tehničkoj dokumentaciji,
* spajanje ormara izmjenične struje (AC ormara) prema tehničkoj dokumentaciji,
* spajanje ožičenja solarne elektrane (FN modul, DC ormar, inverter i AC ormar),
* spajanje ožičenja otočne elektrane (FN modul, regulator punjenja, DC/AC pretvarač, trošilo),
* postavljanje i spajanje senzora (temperature, piranometra i aerometra) na WebBox,
* nadzor rada elektrane putem Interneta,
* primjenu sredstava zaštite na radu (pripremu i uporabu zaštitne radne odjeće za rad na visini),

O završnoj provjeri vodi se zapisnik i provodi ju tročlano povjerenstvo.

Svakom polazniku nakon uspješno završene provjere izdaje se ***Uvjerenje o usavršavanju za poslove montera fotonaponskih sustava.***

***Napomena:***

*Riječi i pojmovni sklopovi koji imaju rodno značenje korišteni u ovom dokumentu odnose se jednako na oba roda (muški i ženski) i na oba broja (jedninu i množinu), bez obzira na to jesu li korišteni u muškom ili ženskom rodu, odnosno u jednini ili množini.*

**Broj i datum mišljenja na program (popunjava Agencija):**

|  |  |
| --- | --- |
| KLASA: |  |
| URBROJ: |  |
| Datum izdavanja mišljenja na program: |  |