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 izvor  Elektromotorna sila E i napon izvora U  Vrste električnih izvora  Serijsko i paralelno spajanje izvora  Električna snaga i energija  Mreže istosmjerne struje  Mjerenje 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 generator  Fazni pomak  Elementi izmjeničnog strujnog kruga (otpor, kapacitet i induktivitet)  Spajanje otpora u seriju i paralelu  RLC spojevi,faktor snage  Snaga 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 kabela  Kabeli fotonaponskih sustava  (dimenzioniranje vodova)  Konektori fotonaponskih sustava  Instalacijske 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 uređaji  Indukcijska 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 simboli  Blok 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 sklopka Zaštita 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 način  Sredstvaosobne 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 požara  Električni izvori opasnosti  Zaštita od udara električne struje  Neelektrični izvori opasnosti  Alati za spajanje  Naprave za bušenje betona i željeza  Osnovni 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 krovu  Oprema za rad na visini  Pričuvni 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 konstrukcija  fotonaponskih sustava | Materijali za izradu montažnih dijelova FN sustava - prednosti  Postolja, kućišta i ukrute  Načini 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 osloncima  Uzdužne i poprečne sile na nosaču  Određivanje 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 naprezanja  Utjecaj snijega i vjetra na konstrukciju  Određivanje maksimalnog opterećenja konstrukcije  Dopušteno 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 konstrukcija  fotonaponskih sustava | Materijali nosive konstrukcije fotonaponskih modula  Rastavljivi spojevi  Načini 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 kote  Raspored projekcija  nacrt, tlocrt i bokocrt  Skiciranje 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 rješenje  Ekonomska 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 komponenata  Prostorno 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 rješenje  Ekonomska 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 okoliš Direktive 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 zračenje  Sunčeva konstanta  Ozračenje (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/I  Vrste 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 modula  Ugradnja 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 izmjenjivači  Dimenzioniranje 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)* sustava  Fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacije  Fotonaponski 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 baterije  Regulatori punjenja  DC / AC pretvarači  Hibridni 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 krova  Mjerenje i obilježavanje krova  Postavljanje nosača FN modula  Montaža FN modula na krov  Instalacijske cijevi  Montaža DC ormara  Osigurači i odvodnici prenapona istosmjerne struje  Montaža invertera  Montaža AC ormara  Osigurači i odvodnici prenapona izmjenične struje AC  Montaža internog brojila proizvedene električne struje  Gromobranska instalacija  Kontrola rada elektrane  Puštanje u rada solarne elektrane  Održavanje 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 Internet  Kontrola 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 krova  Postavljanje nosača FN modula  Montaža FN modula na krov  Montaža regulatora punjenja  Akumulatorske baterije  Montaža pretvarača DC/AC  Instalacijske cijevi  Samostalni otočni sustav  istosmjerne struje DC  Samostalni otočni sustav  izmjenične struje AC  Gromobranska instalacija  Kontrola rada elektrane  Puštanje u pogon otočne elektrane  Održavanje otočne elektrane  Zaštitna oprema za rad na visini  Osobna 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: |  |