



Priručnik^{za} nastavnike

za instaliranje i održavanje
elektroenergetske opreme
u vjetroelektranama

Izdavač

Education Reform Initiative of South Eastern Europe - ERI SEE
Dečanska 8a, Beograd, Srbija
www.erisee.org, office@erisee.org

Autori

Melanija Čalasan
Marina Braletić

Za izdavača

Tina Šarić

Dizajn i prelom

Five grupa
fivegroup.me

Izdanje

Podgorica 2025.

ISBN-978-86-82886-13-6

SADRŽAJ

1. UVOD	4
1.1. Svrha priručnika	4
1.2. Značaj i primjena energije vjetra	7
1.3. Struktura priručnika	8
2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE	9
3. ZAŠTITA NA RADU I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE	15
3.1. Moguće opasnosti po zdravlje i sigurnost radnika pri radu na vjetroelektranama	15
3.2. Primjena mjera bezbjednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vjetroelektranama	15
3.3. Sprovođenje mjera bezbjednosti i mjera lične zaštite pri radu na visini u vjetroelektranama	16
3.4. Primjena mjera za smanjenje negativnog uticaja vjetroelektrana na životnu sredinu	20
4. ENERGIJA VJETRA	23
4.1. Osnovne primjene energije vjetra	23
4.2. Karakteristike vjetroelektrana	24
4.2.1. Definicije vjetroagregata i vjetroelektrane	24
4.2.2. Vrste izvedbi vjetroagregata i njihove karakteristike	25
4.2.3. Struktura vjetroelektrane	30
4.2.4. Elementi vjetroagregata	31
4.2.5. Materijal, alat, oprema i uređaji za rad na izgradnji i održavanju vjetroelektrana	33
5. MONTIRANJE I DEMONTIRANJE ELEKTROENERGETSKE OPREME U VJETROELEKTRANAMA	36
5.1. Priprema terena za montažu elektroenergetske opreme u vjetroelektranama	36
5.2. Montiranje i demontiranje montažne konstrukcije opreme u vjetroelektranama	36
5.3. Montiranje/demontiranje i povezivanje elektroenergetske opreme u vjetroelektranama	40
5.4. Odabir zaštitnih sredstava i opreme za radove na montiranju i demontiranju elemenata vjetroelektrane	44
6. IZVOĐENJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA VJETROELEKTRANA	47
6.1. Vrste i osnovni elementi električnih instalacija vjetroelektrana	47
6.2. Montiranje kablovskih konstrukcija i polaganje kablova električnih instalacija	47
6.3. Montiranje razvodnih i komandnih tabli	49
6.4. Povezivanje elektroinstalacijskih elemenata u razvodnim i komandnim tablama, ormarima i pultovima	51
6.5. Izvođenje instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite vjetroelektrana	51
6.6. Mjerenje i kontrola performansi komponenti vjetroturbina	52
7. ODRŽAVANJE OPREME I MONITORING U VJETROELEKTRANAMA	54
7.1. Vrste održavanja i aktivnosti pri održavanju vjetroelektrana	54
7.2. Radovi preventivnog održavanja elemenata vjetroelektrana	54
7.3. Radovi korektivnog održavanja elemenata vjetroelektrana	57
7.4. Radovi održavanja električnih instalacija vjetroelektrana	58
7.5. Prikupljanje, obrada i čuvanje podataka u vjetroelektranama	62
8. ZAKLJUČAK I PREPORUKE	63
9. MATERIJALNI USLOVI I OPREMA	66

1. UVOD

1.1. Svrha priručnika

Ovaj priručnik napisan je u okviru Renewable Energy Services in Education and Training RESET projekta, koji sprovodi Education Reform Initiative of South Eastern Europe (ERI SEE) Sekretarijat u saradnji s Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) a finansiran je od strane njemačkog saveznog ministarstva za Ekonomsku saradnju i razvoj (BMZ). Priručnik je osmišljen kao podrška nastavnicima srednjih škola i predavačima programa obrazovanja odraslih koji realizuju nastavu u oblasti obnovljivih izvora električne energije. Takođe je koristan za nadležna ministarstva i obrazovne agencije, kompanije uključene u praktično obrazovanje, trening centre, privatne institucije koje rade u oblasti obnovljive energije, instruktore praktičnog obrazovanja, ali i ostale zainteresovane strane.

Njegova svrha je da pruži jasne metodološke smjernice, praktične preporuke i didaktičke strategije za efikasnu realizaciju nastavnog procesa. Priručnik prati sadržaj priručnika za učenike/polaznike "Instalacija i održavanje elektroenergetske opreme u vjetroelektranama", proširujući ga nastavnim objašnjenjima i smjernicama za izvođenje časova.

Materijal je usaglašen među ekspertima iz oblasti obnovljivih izvora električne energije te obrazovanje iz šest ekonomija: Albanije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Kosova*, Sjeverne Makedonije i Srbije, uključenih u realizaciju projekta."

S obzirom na globalni trend prelaska na obnovljive izvore energije, ovaj priručnik doprinosi osposobljavanju nastavnika za kvalitetnu pripremu učenika/polaznika u jednoj od najperspektivnijih oblasti elektroenergetike. Program kursa obuhvata ključne teme iz oblasti instalacije, održavanja i sigurnosnih mjera u vjetroelektranama, a nastavnici imaju ključnu ulogu u prenošenju znanja i vještina neophodnih za rad u ovoj industriji.

Ciljevi priručnika

Ovaj priručnik omogućava nastavnicima:

- Strukturisan pristup izvođenju nastave, uz kombinaciju teorijskih objašnjenja i praktičnih vježbi.
- Razvijanje metodoloških strategija za aktivno uključivanje učenika/polaznika u nastavni proces.
- Smjernice za evaluaciju znanja i praćenje napretka učenika/polaznika kroz praktične zadatke.
- Praktične primjere i scenario izvođenja nastavnih jedinica koji omogućavaju lakše savladavanje nastavnog gradiva.

*Ovaj naziv je bez prejudiciranja statusa i u skladu je sa Rezolucijom Savjeta bezbjednosti Ujedinjenih nacija 1244/1999 i Mišljenjem Međunarodnog suda pravde o Deklaraciji o nezavisnosti Kosova.

Smjernice za nastavnike

Nastavnici imaju ključnu ulogu u realizaciji nastavnog procesa, a ovaj priručnik im omogućava:

- Jasno strukturisan pristup obuci učenika/polaznika.
- Povezivanje teorijskih osnova sa praktičnim vježbama.
- Primjenu savremenih nastavnih metoda za povećanje angažovanosti učenika/polaznika.
- Organizaciju individualnih i timskih zadataka kako bi se simulirali realni uslovi rada.

Preporuke za izvođenje nastave

- **Uvod u temu** – Početi sa konstrukcionim teorijskim predavanjima o zadatoj temi. Časovi teorijske nastave održavaju se u učionici opremljenoj savremenom tehničkom podrškom za realizaciju predavanja, uz korišćenje prezentacija, simulacija i kontinuiranu komunikaciju sa učenicima/polaznicima. Teorijski dio nastave treba se bazirati na prezentacijama, upotrebi pokaznih sredstava za demonstraciju, kao i simulacijama, kako bi se svi učenici/polaznici motivisali da aktivno prate nastavu. Kroz pitanja, prijedloge i razmjene mišljenja o temama, učenici/polaznici će dodatno doprinijeti razvoju sopstvenih stručnih sposobnosti i unapređenju timskog rada.
- **Diskusija i analize** – Organizovati debate i diskusije sa učenicima/polaznicima na zadatu temu.
- **Praktične vježbe** – Omogućiti učenicima/polaznicima da se upoznaju sa alatom, opremom i uređajima potrebnim za realizaciju praktičnih vježbi, kroz demonstracije i simulacije. Praktična nastava izvodi se u malim grupama, kako bi se minimiziralo ometanje radnog procesa i omogućilo aktivno uključivanje svakog učenika/polaznika u praktični rad. Dio praktične nastave izvodi se u laboratoriji centru za ispitivanja i mjerenja, koji su opremljeni preporučenim materijalnim resursima i pružaju uslove za bezbjedan rad polaznika, dok se dio praktične nastave izvodi u saradnji sa lokalnim kompanijama koje izvide i održavaju vjetroelektrane.

Praktične vježbe/zadaci se mogu raditi individualno, u parovima ili manjim grupama, ali način rada mora biti organizovan tako da svaki učenik/polaznik samostalno odradi zadate praktične vježbe/zadatke. Za svaku praktičnu bježbu svaki učenik/polaznik izrađuje svoj individualni izvještaj, koji sadrži opis rada, rezultate i zaključak. Učenici/Polaznici se kroz ove vježbe osposobljavaju za izvođenje stvarnih zadataka na terenu, uz uvažavanje mjera bezbjednosti na radu.

Preporučuje se da se određene praktične vježbe realizuju kroz posjete energetske objektima obnovljivih izvora energije, laboratorijama za ispitivanja i mjerenja ili kod poslodavca, gdje učenici/polaznici mogu steći praktična iskustva u realnim radnim uslovima. Ovakav pristup omogućava direktnu primjenu teorijskog znanja, upoznavanje sa savremenim tehnologijama i rad u profesionalnom okruženju. Posjete su grupne ali svaki učenik/polaznik treba samostalno da sačini izvještaj o realizaciji praktične vježbe.

- **Vježbe: Istraživački radovi i izrada seminarskih radova/PPT prezentacija** – Istraživački radovi podstiču analitičko razmišljanje i razvoj tehničkih vještina. Učenike/Polaznike treba usmjeriti na odabir relevantne teme, prikupljanje podataka iz pouzdanih izvora i analizu prikupljenih informacija. Seminarski radovi i PPT prezentacije trebaju imati jasnu strukturu i biti sažeti. Učenici/Polaznici treba da koriste vizuelne elemente, poput dijagrama i grafikona, kako bi informacije bile pregledne. Nakon prezentacije, učenici/polaznici odgovaraju na pitanja i učestvuju u diskusiji, čime razvijaju komunikacijske vještine. Kroz diskusije i evaluaciju, učenici/polaznici razvijaju sposobnost argumentacije i donošenja zaključaka, što doprinosi njihovoj stručnoj osposobljenosti.
- **Evaluacija** – Evaluacija nastavnog procesa i postignuća učenika/polaznika igra ključnu ulogu u osiguravanju kvaliteta obuke i razvijanja kompetencija potrebnih za rad u vjetroelektranama. Kroz sistematsko praćenje i procjenu znanja i vještina, uz jasno definisane liste za provjeru (check liste), nastavnici mogu prepoznati napredak učenika/polaznika, uočiti oblasti koje zahtijevaju dodatno objašnjenje i prilagoditi metode nastave u skladu sa individualnim potrebama.

Proces evaluacije može se sprovoditi različitim metodama, uključujući:

- Ispitivanja – klasični način provjere teorijskog znanja putem usmenih ili pismenih testova.
- Kvizove – brza i interaktivna metoda koja omogućava provjeru ključnih pojmova i praktičnih aspekata kroz pitanja sa ponuđenim odgovorima. U priručniku su ponuđeni kvizovi rađeni u Microsoft forms-u, ali nastavnik može napraviti i nove, prilagođene strukturi učenika/polaznika.
- Praktične vježbe – zadaci i simulacije koji omogućavaju učenicima/polaznicima da kroz praktičan rad demonstriraju razumijevanje postupaka i primjenu stečenog znanja.
- Seminarske i istraživačke radove – omogućavaju učenicima da dublje istraže specifične teme vezane za instalaciju, održavanje i sigurnost u vjetroelektranama te razviju analitičke i prezentacione vještine.
- Analizu studija slučaja – učenici/polaznici analiziraju realne ili hipotetičke situacije iz prakse, donose zaključke i predlažu rješenja.

Ovakav pristup evaluaciji omogućava nastavnicima da steknu cjelovitu sliku o napretku učenika/polaznika, dok učenici/polaznici razvijaju i teorijska i praktična znanja potrebna za rad u sektoru obnovljivih izvora energije. Osim predloženog video materijala, kvizova i tema za seminarske radove, nastavnik može po svom nahođenju sam predlagati video material, kreirati odgovarajuće kvizove, urediti postojeće kvizove, kreirati testove kao i zadavati teme za seminarske radove.

Svi elementi nastave treba da budu usmjereni ka podsticanju problemskih sadržaja praktičnog karaktera, kako bi učenici/polaznici samostalno dolazili do zaključaka prilikom rješavanja problema. Maksimalno primjenjujući i povezujući teorijska znanja za rješavanje praktičnih zadataka i problema, učenici/polaznici će osnažiti svoju sposobnost samostalnog razmišljanja. Cilj je sticanje teorijskih znanja i vještina koje omogućavaju učenicima/polaznicima da bolje razumiju praktične aspekte i stvarne izazove u oblasti obnovljivih izvora energije, i pripremaju se za uspješno primjenjivanje tih znanja u profesionalnom radu.

Ulazni uslovi - preporuka

Stečena kvalifikacija nivoa obrazovanja III iz oblasti elektrotehnike, mašinstva ili mehatronike. Ukoliko učenik/polaznik ima stečenu kvalifikaciju iz druge oblasti ili opšteg obrazovanja, potrebno je savladavanje opštih modula iz oblasti elektrotehnike.

Preporuka je da se teorijska nastava u formalnom obrazovanju realizuje sa cijelim odjeljenjem a da grupe za praktičnu nastavu broje najviše do 10 učenika. Za neformalno obrazovanje preporuka je da se teorijska nastava realizuje sa maksimalno 12 polaznika a da grupe za realizaciju praktične nastave broje najviše 3 polaznika.

1.2. Značaj i primjena energije vjetra

Smjernice za nastavnike:

U ovom dijelu nastavnici učenicima/polaznicima treba da pruže:

- Osnovno razumijevanje značaja korišćenja vjetroenergije.
- Analizu tržišta rada i prilika za zapošljavanje u sektoru obnovljivih izvora energije.

Cilj nastavne jedinice:

- Upoznati učenike/polaznike sa značajem energije vjetra kao obnovljivog izvora, njenim ekološkim i ekonomskim prednostima te mogućnostima primjene u elektroenergetskom sektoru.

Metodološke preporuke za nastavnike

- Predavanje uz vizuelnu podršku – Koristiti grafikone i slike vjetroelektrana kako bi učenici/polaznici bolje razumjeli trendove u primjeni energije vjetra.
- Diskusija vođena pitanjima – Postavljanjem pitanja poput Koje su ključne prednosti energije vjetra? Podstaknuti učenike/polaznike na razmišljanje i argumentovanu raspravu.
- Grafička analiza podataka – Učenici/Polaznici mogu analizirati grafikon rasta kapaciteta vjetroelektrana i interpretirati trendove. Nastavnik može tražiti od učenika/polaznika da predvide kako će se industrija vjetroenergije razvijati u narednim decenijama.

Evaluacija:

- Kritička analiza – Učenici/Polaznici mogu diskutovati o izazovima vezanim za energiju vjetra (npr. uticaj na životnu sredinu, ekonomska isplativost).
- Pitanja i odgovori na kraju časa – Sažeti ključne informacije kroz diskusiju i provjeriti razumijevanje učenika/polaznika postavljanjem pitanja o praktičnoj primjeni energije vjetra.

Ovakav pristup omogućava učenicima/polaznicima da razviju analitičke i istraživačke vještine, bolje razumiju značaj energije vjetra i njene praktične primjene te sagledaju globalne energetske trendove.

1.3. Struktura priručnika

Priručnik je organizovan tako da u potpunosti prati sadržaj priručnika za učenike/polaznike obuke. Sastoji se od osam poglavlja koja detaljno obrađuju ključne aspekte rada sa elektroenergetskom opremom u vjetroelettranama. Svako poglavlje sadrži metodološke smjernice za nastavnike, preporučene nastavne metode i evaluacione kriterijume.

1. **Obnovljivi izvori energije** – Pregled različitih oblika obnovljivih izvora energije, sa fokusom na energiju vjetra.
2. **Zaštita na radu i zaštita životne sredine** – Sigurnosne mjere i zaštita okoline pri radu na elektroenergetskoj opremi u vjetroelettranama.
3. **Energija vjetra** – Osnovne karakteristike energije vjetra i njena primjena u vjetroelettranama.
4. **Karakteristike vjetroelettrana** – Osnovni pojmovi i vrste vjetroatregata, njihove karakteristike i kriterijumi podjele. Obuhvaćena je i struktura vjetroelettrane, ključnih elemenata vjetroatregata, kao i materijal, alat i oprema neophodna za izgradnju i održavanje ovih energetskih postrojenja.
5. **Montiranje i demontiranje elektroenergetske opreme** – Ključno poglavlje koje detaljno razrađuje procedure montiranja i demontiranja opreme u vjetroelettranama i postupaka za praktičnu realizaciju.
6. **Izvođenje električnih instalacija** – Postupci izvođenja električnih instalacija u vjetroelettranama uključujući i kratak opis instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite.
7. **Održavanje opreme u vjetroelettranama** – Preventivne i korektivne metode održavanja elektroenergetskih sistema i postupke za njihovo sprovođenje.
8. **Materijalni uslovi i oprema** – Okvirni spisak opreme i nastavnih sredstava potrebnih za realizaciju teorijske i praktične nastave

Na kraju priručnika nalaze se zaključci i preporuke, kao i literatura i dodatni izvori za dalju edukaciju nastavnika i učenika/polaznika.

2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Cilj nastavne jedinice

Učenici/Polaznici će se upoznati s osnovnim principima energije, njenim oblicima i ulogom u savremenom društvu. Razviti svijest o značaju obnovljivih izvora energije, njihovoj ulozi u smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte i održivom razvoju. Upoznati učenike/polaznike sa vrstama obnovljivih izvora energije i njihovim primjenama u savremenim energetskim sistemima.

Ključne teme

- Pojam i osnovne karakteristike energije
- Podjela energije prema različitim kriterijumima
- Neobnovljivi izvori energije: karakteristike, problemi i izazovi
- Obnovljivi izvori energije: vrste, prednosti i mogućnosti primjene
- Sunčeva energija i solarne elektrane (termoelektane i fotonaponske elektrane)
- Hidroenergija i hidroelektane (protočne, akumulacione, reverzibilne)
- Energija vjetra i vjetroelettrane (kopnene, morske, hibridne)
- Energija mora i okeana (plima i oseka, talasi, morske struje, toplotna energija okeana)
- Geotermalna energija i njene primjene (direktna upotreba i geotermalne elektrane)
- Biomasa i elektrane na biomasu (princip rada, kogeneracijski sistemi)
- Prednosti i izazovi primjene obnovljivih izvora energije
- Globalni i regionalni primjeri obnovljivih energetskih postrojenja

Nastavne metode

- **Predavanje i prezentacija** – Nastavnici objašnjavaju osnovne pojmove i principe, koristeći ilustracije, grafikone i video materijale.
- **Rad u grupama** – Učenici/Polaznici analiziraju različite izvore energije, njihove prednosti i izazove.
- **Studije slučaja** – Razmatranje konkretnih primjera obnovljivih izvora energije u svijetu i regionu.
- **Praktične vježbe** – Istraživanje i analiza lokalnih energetskih objekata (male hidroelektane, solarne elektrane, elektrane na biomasu i geotermalne sisteme).
- **Diskusija i debate** – Argumentovanje prednosti i izazova različitih izvora energije u kontekstu održivog razvoja.

Evaluacija

- Kviz o ključnim pojmovima o obnovljivim izvorima električne energije.
- **Samostalni zadatak** – Istraživanje lokalnih ili globalnih obnovljivih izvora energije i izrada kratke prezentacije o njihovoj ulozi u energetske sustavu.
- **Esej ili kratki seminarski rad** – Tema: Kako obnovljivi izvori energije oblikuju budućnost energetike?
- **Kritička analiza** – Diskusija o izazovima i mogućnostima primjene obnovljivih izvora energije u savremenim društvima.
- **Praktični zadatak** – Analiza energetske postrojenja u regionu kroz terenski obilazak ili digitalno istraživanje.

Vježba: Istraživački rad – Analiza energetske postrojenja u regionu

Cilj vježbe:

- Upoznati učenike/polaznike s vrstama obnovljivih energetske postrojenja u regionu.
- Razviti istraživačke vještine kroz analizu tehničkih, ekonomskih i ekoloških aspekata elektran.

Instrukcije za izvođenje:

Uvod

- Objasniti osnovne vrste energetske postrojenja (male hidroelektrane, solarne elektrane, elektrane na biomasu, geotermalne elektrane).
- Diskutovati o njihovom značaju za lokalnu zajednicu i održivi razvoj.

Istraživanje

- Učenici/Polaznici prikupljaju podatke o odabranim elektranama (lokacija, kapacitet, tehnologija, operateri).
- Koriste pouzdane izvore (vladini izvještaji, energetske kompanije, ekološke organizacije).

Analiza

- Procijeniti doprinos elektran u snabdijevanju energijom.
- Razmotriti ekonomske koristi i uticaj na životnu sredinu.

Prezentacija rezultata

- Učenici/Polaznici izrađuju kratku prezentaciju ili izvještaj.
- Diskutovati o budućnosti obnovljive energetike u regionu.

Evaluacija istraživačkog rada:

- Kreativnost prezentacije – Da li su podaci jasno predstavljeni u pisanom radu ili vizuelnom prikazu?
- Diskusija i zaključci – Da li učenici/polaznici argumentovano iznose prednosti i izazove energetske postrojenja iz obnovljivih izvora u svom regionu?

Kviz 1: Obnovljivi izvori energije

<https://forms.office.com/e/YZ1j2ZSCB0>

1. Koja je opšta definicija energije?

- a) **Energija je sposobnost vršenja rada.**
- b) Energija se može stvoriti i uništiti.
- c) Energija se ne može pretvoriti iz jednog oblika u drugi.
- d) Energija postoji samo u obliku električne energije.

2. Koji od navedenih izvora energije nije obnovljiv?

- a) Sunčeva energija
- b) Energija vjetra
- c) **Prirodni gas**
- d) Hidroenergija

3. Koji dijelimo energiju prema prirodnoj obnovljivosti?

- a) Akumulisana i prelazna
- b) Primarna, transformisana i korisna
- c) Konvencionalna i nekonvencionalna
- d) **Obnovljiva i neobnovljiva**

4. Koja energija potiče iz hemijskih veza između atoma?

- a) Kinetička energija
- b) **Hemijska energija**
- c) Nuklearna energija
- d) Elektromagnetna energija

5. Koji od navedenih oblika energije nije primarni obnovljivi izvor energije?

- a) Geotermalna energija
- b) Energija biomase
- c) **Energija nuklearne fisije**
- d) Energija plime i oseke

6. Koja energija nastaje u unutrašnjosti Zemlje?

- a) Hidroenergija
- b) Geotermalna energija**
- c) Nuklearna energija
- d) Energija plime i oseke

7. Koji proces omogućava proizvodnju električne energije u solarnim fotonaponskim sistemima?

- a) Nuklearna fisija
- b) Fotoelektrični efekat**
- c) Sagorijevanje biomase
- d) Hidraulični ciklus

8. Šta kao radni fluid koriste geotermalne elektrane sa fleš parom?

- a) Mazut
- b) Vjetar
- c) Prirodni gas
- d) Podzemnu vodu pod visokim pritiskom**

9. Koja vrsta hidroelektrana koristi snagu okeanskih mijena?

- a) Protočne hidroelektrane
- b) Reverzibilne hidroelektrane
- c) Plimne elektrane**
- d) Geotermalne elektrane

10. Šta omogućava hibridne solarne elektrane da rade i u periodima bez sunčeve energije?

- a) Skladištenje energije u baterijama
- b) Dodatna upotreba vjetroelektrana
- c) Kombinacija sa dizel-generatorima ili hidroenergijom
- d) Sve navedeno**

11. Koji od faktora najviše utiče na efikasnost fotonaponskih panela?

- a) Jačina vjetra
- b) Položaj panela u odnosu na Sunce**
- c) Dubina tla na kojem se postavljaju
- d) Količina padavina

12. Koja vrsta obnovljivog izvora energije koristi temperaturnu razliku između površinskih i dubokih slojeva okeana?

- a) Hidroenergija
- b) Biomasa
- c) OTEC – Ocean Thermal Energy Conversion**
- d) Nuklearna energija

13. Koja vrsta solarne elektrane koristi polje heliostata?

- a) Fotonaponska solarna elektrana
- b) Solarni tornjevi**
- c) Vjetroelektrana
- d) Hidroelektrana

14. Šta je osnovna karakteristika malih hidroelektrana?

- a) Mogu koristiti isključivo podzemne vode
- b) Njihova instalisana snaga je do 10 MW**
- c) Imaju manju efikasnost od velikih hidroelektrana
- d) Ne zahtijevaju nikakvu infrastrukturu

15. Koja vrsta energije se koristi u elektranama na biomasu?

- a) Nuklearna energija
- b) Organska materija biljnog i životinjskog porijekla**
- c) Kinetička energija vode
- d) Električna energija iz mreže

16. Koji sistem koristi plimne tokove za proizvodnju energije?

- a) OWC sistemi
- b) Geotermalne elektrane
- c) Plimne elektrane**
- d) Hidroelektrane na rijekama

17. Koja tehnologija koristi ogledala u obnovljivim izvorima energije?

- a) Termalne solarne elektrane**
- b) Geotermalne elektrane
- c) Vjetroturbine
- d) Elektrane na biomasu

18. Koja vrsta hidroelektrana omogućava skladištenje i kasnije ispuštanje vode za proizvodnju električne energije?

- a) Protočne hidroelektrane
- b) Akumulacione hidroelektrane
- c) Reverzibilne hidroelektrane**
- d) Hidroelektrane na biomasu

19. Koji su glavni izvori energije u okeanima i morima?

- a) Energija plime i oseke
- b) Energija morskih struja
- c) Energija talasa
- d) Sve navedeno**

20. Koja prednost najbolje opisuje korišćenje obnovljivih izvora energije?

- a) Ne zagađuju životnu sredinu i smanjuju emisiju CO₂**
- b) Imaju neograničene zalihe fosilnih goriva
- c) Nisu podložni promjenama klimatskih uslova
- d) Ne zahtijevaju ulaganja u infrastrukturu

Video:**Vrste obnovljivih izvora električne energije**

<https://www.energyencyclopedia.com/en/free-downloads/videos/types-of-res-and-the-use-of-renewable-56>

Upoređivanje obnovljivih izvora električne energije

<https://www.energyencyclopedia.com/en/free-downloads/videos/comparison-of-renewable-energy-source-55>

3. ZAŠTITA NA RADU I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE

3.1. Moguće opasnosti po zdravlje i sigurnost radnika pri radu na vjetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Upoznati učenike/polaznike sa rizicima rada u vjetroelektranama i načinima smanjenja opasnosti primjenom adekvatnih zaštitnih mjera.

Ključne teme:

- Ekstremni vremenski uslovi (visoke i niske temperature, vjetar, vlažnost)
- Buka i vibracije koje mogu izazvati zdravstvene probleme
- Rizici rada na visini i primjena zaštitne opreme
- Opasnosti od električne struje (direktni dodir, napon koraka, električni luk)
- Prisustvo opasnih materija i hemikalija
- Mogućnost požara i eksplozija

Nastavne metode:

- Predavanje sa studijama slučaja
- Analiza nesreća i diskusija o preventivnim mjerama
- Diskusija o postupku ukazivanja pomoći u slučaju akcidenta
- Grupni rad na prepoznavanju rizika po zdravlje i sigurnost radnika

Evaluacija:

- Analiza postupanja u simuliranim opasnim situacijama

3.2. Primjena mjera bezbjednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vjetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Osposobiti učenike/polaznike za prepoznavanje i primjenu sigurnosnih procedura pri izvođenju radova na vjetroelektranama.

Ključne teme:

- Podjela radova prema prisustvu napona (radovi u beznaponskom stanju, u blizini napona, pod naponom)

- Lična i kolektivna zaštitna sredstva
- Pet zlatnih pravila sigurnosti
- Organizacija radnog prostora i postavljanje zaštitnih pregrada

Nastavne metode:

- Predavanje uz praktične demonstracije zaštitne opreme
- Grupni rad na identifikaciji potencijalnih rizika i primjeni mjera zaštite
- Diskusija o važnosti "pet zlatnih pravila"
- Radionice o primjeni lične zaštitne opreme

Evaluacija:

- Pitanja i odgovori na kraju časa – Sažeti ključne informacije kroz diskusiju i provjeriti razumijevanje učenika/polaznika postavljanjem pitanja o praktičnoj primjeni mjera bezbjednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vjetroeletktranama.

3.3. Sprovođenje mjera bezbjednosti i mjera lične zaštite pri radu na visini u vjetroeletktranama

Cilj nastavne jedinice:

Osposobiti učenike/polaznike za primjenu mjera bezbjednosti i korišćenje lične zaštitne opreme prilikom izvođenja radova na visini u vjetroeletktranama.

Ključne teme:

- Lokacije radova na visini (stubovi vjetroturbina, pristupne platforme, gondole, specijalizovani pristupni sistemi).
- Opasnosti pri radu na visini (gubitak ravnoteže, nepovoljni vremenski uslovi, neadekvatno pripremljene površine).
- Lična zaštitna sredstva i oprema za rad na visini (zaštitne kacige, sigurnosni pojasevi, anker tačke, sistemi za zaštitu od pada).
- Procedura pregleda faktora radne sredine i identifikacija rizika.
- Postupci evakuacije i hitnog reagovanja u slučaju nesreće.

Nastavne metode:

- Predavanje uz vizuelnu podršku (slike i video materijali o pravilima zaštite na visini).
- Demonstracija pravilne upotrebe sigurnosnih pojaseva i druge opreme.
- Grupna analiza rizika u simuliranim radnim uslovima
- Diskusija o stvarnim primjerima nesreća i njihovim uzrocima.

- Simulacija radne situacije uz korišćenje modela i sigurnosne opreme.

Evaluacija:

- Kviz o primjeni mjera bezbjednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vjetroeletktrani
- Analiza stvarnih nesreća i diskusija o preventivnim mjerama.
- Praktična provjera znanja kroz realizaciju zadate praktične vježbe.

Praktične vježbe:

Zadatak 1: Simulacija evakuacije

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će naučiti pravilno korišćenje sigurnosne opreme, koordinaciju evakuacije u hitnim situacijama i primjenu sigurnosnih procedura pri radu na visini.

Instrukcije za izvođenje vježbe:**Priprema učionice ili radnog prostora:**

- Osigurati sigurno okruženje za izvođenje simulacije evakuacije.
- Postaviti anker tačke i osigurati da su svi sigurnosni pojasevi i karabineri ispravni.
- Podijeliti uloge u timu.

Objašnjenje zadatka:

- Ukazati na važnost pravilne primjene sigurnosne opreme i timske koordinacije.
- Demonstrirati ispravno postavljanje sigurnosnog pojasa i pričvršćivanje na anker tačku.
- Objasniti kako komunicirati sa timom u hitnim situacijama i kako sprovesti evakuaciju.

Izvođenje simulacije:

- Dati signal za početak simulacije evakuacije.
- Posmatrati kako tim sprovodi plan evakuacije i kako radnici komuniciraju tokom postupka.
- Osigurati da se vježba izvodi u kontrolisanim i bezbjednim uslovima.

Evaluacija i završna provjera:

- Analizirati izvedbu vježbe i identifikovati moguće greške.
- Razgovarati sa učesnicima o izazovima i načinima poboljšanja.
- Pružiti povratne informacije o efikasnosti timskog rada i pravilnosti korištenja sigurnosne opreme.

Zadatak 2: Simulacija spašavanja sa visine

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će uvježbati hitne postupke spašavanja sa visine, uključujući pravilnu upotrebu sigurnosne mreže, sistema za spuštanje unesrećenog radnika i timsku koordinaciju tokom intervencije.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

Priprema učionice ili radnog prostora:

- Osigurati odgovarajuće mjesto za simulaciju spašavanja, uz bezbjednosne mjere kako bi se spriječile povrede.
- Pregledati sigurnosnu mrežu, užad, koloturnike i karabinerske kopče kako bi se osigurala ispravnost opreme.
- Postaviti jasne uloge u timu (osoba za nadzor, osoba za osiguravanje stabilnosti mreže, osobe za spašavanje).

Objašnjenje zadatka:

- Demonstrirati postupke postavljanja sigurnosne mreže i upotrebu opreme za spašavanje.
- Objasniti kako brzo i efikasno reagovati u slučaju pada radnika sa visine.
- Pojasniti način komunikacije tokom spašavanja i značaj pravovremene reakcije.

Izvođenje simulacije:

- Dati signal za početak simulacije spašavanja.
- Posmatrati kako tim organizuje spašavanje, postavlja sigurnosnu mrežu i koristi sistem za spuštanje unesrećenog radnika.
- Osigurati da se svi postupci izvode prema sigurnosnim protokolima.

Evaluacija i završna provjera:

- Analizirati koliko je efikasno sprovedeno spašavanje.
- Identifikovati eventualne propuste i predložiti poboljšanja.
- Diskutovati sa učesnicima o izazovima tokom simulacije i važnosti precizne koordinacije.

Kviz 2: Primjena mjera bezbjednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vjetroelektranama

<https://forms.office.com/e/gbHp9CACVp?origin=lprLink>

1. Koji su glavni rizici pri radu na visini u vjetroelektranama?

- a) Pad sa visine
- b) Buka i vibracije
- c) Trovanje hemikalijama
- d) Nepravilno skladištenje otpada

2. Koji efekti električne struje mogu dovesti do opekotina?

- a) Biološki
- b) Mehanički
- c) Toplotni
- d) Elektrohemijski

3. Kako se zove pravilo koje uključuje isključenje napona i osiguranje od ponovnog uključenja?

- a) Pet zlatnih pravila
- b) Sigurnosni kod
- c) Pravilo izolacije
- d) Standard zaštite

4. Indukovani napon može predstavljati opasnost pri radu na električnim instalacijama.

- a) Tačno
- b) Netačno

5. Koja zaštitna sredstva spadaju u ličnu zaštitnu opremu?

- a) Zaštitne kacige, rukavice i sigurnosni pojasevi
- b) Izolacione pregrade i upozoravajuće oznake
- c) Sigurnosni znakovi i kolektivne zaštitne ograde
- d) Hitne evakuacione staze

6. Koji su prvi koraci u pružanju pomoći osobi pod strujnim udarom?

- a) Provjera disanja i pulsa
- b) Isključenje napona
- c) Direktno povlačenje unesrećenog
- d) Upotreba vode za hlađenje tijela

Napomena za nastavnike:

- Preporučuje se da se simulacija izvodi u saradnji sa stručnjacima za sigurnost na radu ili sa kompanijama koje se bave industrijskom zaštitom.
- Po završetku vježbi, omogućiti učenicima/polaznicima da postave pitanja i dodatno diskutuju o realnim izazovima evakuacije i spašavanja u industrijskom okruženju.

Video:**Simulaciju pada sa gondole vjetroelektrane**

<https://www.youtube.com/watch?v=UWSckm8zTc8>

Upotreba i karakteristike djelova lične zaštitne opreme

<https://www.youtube.com/watch?v=nA9oC--tq50>

3.4. Primjena mjera za smanjenje negativnog uticaja vjetroelektrana na životnu sredinu.**Cilj nastavne jedinice:**

Razviti kod učenika/polaznika svijest o mogućim negativnim uticajima vjetroelektrana na životnu sredinu i upoznati ih s mjerama koje mogu smanjiti te uticaje kroz pravilno planiranje, tehničke inovacije i održivo upravljanje resursima.

Ključne teme:

- Negativni uticaji vjetroelektrana na ekosistem (degradacija staništa, rizik za ptice i životinje, buka, elektromagnetne interferencije).
- Postupci za smanjenje negativnih efekata (pravilno planiranje lokacija, optimizacija dizajna lopatica, sistem praćenja ptica, redukcija buke).
- Reciklaža i kružna ekonomija u sektoru vjetroelektrana.
- Primjeri dobre prakse iz svijeta.

Nastavne metode:

- **Predavanje sa diskusijom** – nastavnik može objasniti ključne aspekte ekoloških izazova i mjera zaštite.
- **Analiza studija slučaja** – učenici/polaznici mogu istraživati primjere iz prakse (npr. radar sistemi u Španiji koji sprečavaju sudare ptica s turbinama).
- **Grupna rasprava** – učenici/polaznici mogu diskutovati o prednostima i izazovima u reciklaži vjetroturbina.
- **Praktične vježbe** – Upravljanje otpadom i primjena zaštitne opreme pri sprovođenju mjera zaštite životne sredine

Evaluacija:

- **Samostalni zadatak** – istraživanje načina reciklaže vjetroturbina u različitim zemljama i analiza njihove održivosti.
- **Esej ili kratki seminarski rad** – učenici/polaznici mogu pisati na temu: Kako tehnologije

smanjuju negativne ekološke efekte vjetroelektrana?

- **Kritička analiza** – diskusija o balansu između koristi vjetroelektrana i njihovog uticaja na životnu sredinu.
- **Praktična provjera znanja** kroz realizaciju zadate praktične vježbe.

Praktične vježbe:**Zadatak 1: Upravljanje otpadom u vjetroelektrani****Cilj vježbe:**

Učenici/Polaznici će naučiti pravilno identifikovati, razvrstavati i skladištiti otpad nastao tokom rada i održavanja vjetroelektrane, uz poštovanje ekoloških standarda i propisanih procedura reciklaže i ponovne upotrebe materijala.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

- Prije početka vježbe, održati kratko teorijsko predavanje o vrstama otpada u industriji vjetroelektrana i ekološkim propisima za njegovo zbrinjavanje.
- Učenike/polaznike podijeliti u manje grupe i dodijeliti im specifične zadatke vezane za identifikaciju, razvrstavanje i pravilno skladištenje otpada.
- Prikazati primjere pravilnog označavanja i pakovanja otpada prema industrijskim standardima.
- Omogućiti učenicima/polaznicima praktičan rad sa stvarnim ili simuliranim otpadnim materijalima (papir, plastika, metal, elektronski otpad) kako bi naučili metode klasifikacije i skladištenja.
- U završnoj fazi vježbe, analizirati postupke razvrstavanja i diskutovati o mogućnostima za unapređenje procesa reciklaže i ponovne upotrebe materijala.

Završna provjera:

- Nastavnik će provjeriti da li su učenici/polaznici pravilno razvrstali otpad i da li su spremnici ispravno označeni.
- Tokom diskusije, učenici/polaznici će obrazložiti svoje odluke o razvrstavanju i dati prijedloge za poboljšanja.
- Učenici/Polaznici mogu pripremiti kratke izvještaje o ekološkim propisima i njihovoj primjeni u industriji vjetroelektrana.

Zadatak 2: Primjena zaštitne opreme pri sprovođenju mjera zaštite životne sredine

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će naučiti pravilno korištenje lične zaštitne opreme pri rukovanju otpadnim materijalima i hemikalijama u vjetroelektrani, kao i sprovođenje ispravnih procedura pakovanja i transporta opasnog otpada.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

- Prije izvođenja vježbe, nastavnik treba objasniti važnost lične zaštitne opreme prilikom rada sa otpadnim materijalima i hemikalijama.
- Pokazati učenicima/polaznicima pravilnu upotrebu zaštitne opreme (rukavice, maske, zaštitna odijela i obuća) i naglasiti propise o rukovanju opasnim materijalima.
- Učenike/polaznike podijeliti u timove i zadati im simulirani scenarij rukovanja opasnim otpadom, uključujući pravilno pakovanje i označavanje materijala.
- Tokom izvođenja vježbe, pratiti ispravnost postupaka i ukazivati na moguće propuste u rukovanju zaštitnom opremom i otpadom.
- Na kraju vježbe organizovati diskusiju o izazovima i potencijalnim poboljšanjima u zaštiti životne sredine pri radu u vjetroelektranama.

Završna provjera:

- Provjeriti da li su učenici/polaznici ispravno koristili zaštitnu opremu i da li su ispravno rukovali otpadom i hemikalijama.
- Analizirati učeničke/polazničke izvještaje o postupanju sa opasnim materijalima i diskutovati o mogućnostima poboljšanja procedura.
- Učenici/Polaznici mogu predložiti dodatne mjere za poboljšanje sigurnosti i ekološke efikasnosti u postupanju s otpadom.

Napomena za nastavnike:

Prilikom izvođenja ovih praktičnih vježbi, važno je obezbijediti sigurno radno okruženje i osigurati da učenici/polaznici budu upoznati sa svim sigurnosnim protokolima prije početka rada.

Ukoliko je moguće, preporučuje se izvođenje vježbi u realnom industrijskom okruženju, u saradnji sa lokalnim kompanijama.

Nastavnici treba da podstiču učenike/polaznike na kritičko razmišljanje i predlaganje rješenja za poboljšanje procesa upravljanja otpadom i zaštite životne sredine, jer su to ključni aspekti održivog razvoja u sektoru obnovljivih izvora energije.

4. ENERGIJA VJETRA

Cilj nastavne jedinice:

Upoznati učenike/polaznike s osnovnim principima nastanka i primjene energije vjetra, njenim karakteristikama i značajem za obnovljive izvore energije.

Ključne teme:

- Definicija i nastanak vjetra
- Uticaj atmosferskih faktora na brzinu i smjer vjetra
- Mjerenje jačine vjetra (vjetrulja, Beufortova skala)
- Potencijal energije vjetra i formula za izračunavanje snage vjetra

Nastavne metode:

- Predavanje uz vizuelne prikaze i simulacije
- Analiza podataka o brzini vjetra iz lokalne meteorološke stanice
- Diskusija o uticaju geografskih faktora na snagu vjetra

Evaluacija:

- Rad u grupama: analiza Beufortove skale

4.1. Osnovne primjene energije vjetra

Cilj nastavne jedinice:

Predstaviti učenicima/polaznicima načine iskorištavanja energije vjetra, istorijski razvoj i savremene tehnologije vjetroelektrana.

Ključne teme:

- Istorijski razvoj korištenja energije vjetra
- Savremene vjetroelektrane i vjetrogeneratori
- Prednosti i izazovi iskorištavanja energije vjetra
- Globalni trendovi u proizvodnji električne energije iz vjetra

Nastavne metode:

- Diskusija o istorijskom razvoju i primjerima korištenja energije vjetra
- Grupni rad: analiza podataka o proizvodnji energije iz vjetra u različitim zemljama

Evaluacija:

- Vježba – istraživački rad: Istražiti instalisane kapacitete u svom regionu i uporediti sa svjetskim tržištem u oblasti vjetroelektrana
- Prezentacija istraživačkog rada učenika/polaznika

Vježba:**Istražiti instalirane kapacitete u svom regionu i uporediti sa svjetskim tržištem****Cilj vježbe:**

Učenici/Polaznici će istražiti kapacitete vjetroelektrana u svom regionu i uporediti ih sa globalnim podacima, analizirajući značaj i trendove u sektoru obnovljivih izvora energije.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

Uvodno objašnjenje – Objasniti pojam instalisanih kapaciteta vjetroelektrana (izražava se u MW i GW) i značaj vjetroenergije u energetsom sistemu.

Istraživanje – Učenici/Polaznici pojedinačno ili u grupama prikupljaju podatke o lokalnim vjetroelektranama (kapacitet, lokacija, broj turbina) iz zvaničnih izvora i upoređuju ih sa globalnim podacima (IRENA, IEA).

Analiza i poređenje – Učenici/Polaznici identifikuju prednosti i izazove razvoja vjetroelektrana u regionu i kako se on uklapa u globalne trendove.

Prezentacija rezultata – Svaka grupa izrađuje kratak izvještaj ili prezentaciju, a nastavnik vodi diskusiju o mogućnostima razvoja sektora.

Napomena:

Ova aktivnost razvija istraživačke i analitičke vještine i može se proširiti korišćenjem grafikona, interaktivnih mapa i energetske simulacije.

4.2. Karakteristike vjetroelektrana**4.2.1. Definicije vjetroatregata i vjetroelektrane****Cilj nastavne jedinice:**

Upoznati učenike/polaznike sa osnovnim pojmovima vjetroatregata i vjetroelektrana, njihovim funkcijama i značajem u proizvodnji električne energije.

Ključne teme:

- Definicija i svrha vjetroatregata
- Principijelna šema konverzije energije vjetra u električnu energiju

Nastavne metode:

- Predavanje uz vizuelne prikaze i animacije
- Grupna diskusija o konverziji energije vjetra u električnu energiju

Evaluacija:

- Rad u grupama - analiza ključnih karakteristika vjetroelektrana

4.2.2. Vrste izvedbi vjetroatregata i njihove karakteristike**Cilj nastavne jedinice:**

Predstaviti učenicima/polaznicima različite vrste vjetroatregata i njihove karakteristike.

4.2.2.1. Vjetroatregati prema položaju osovine**Cilj nastavne jedinice:**

Upoznati učenike/polaznike s podjelom vjetroturbina prema položaju osovine, razlikama između turbina s horizontalnom i vertikalnom osom, njihovim prednostima, nedostacima i primjenom u praksi.

Ključne teme:

- Osnovne karakteristike vjetroturbina sa horizontalnom osom okretanja (VSHO)
- Prednosti i nedostaci VSHO turbina
- Osnovne karakteristike vjetroturbina sa vertikalnom osom okretanja (VSVO)
- Vrste VSVO turbina: Dariusova turbina, Giromil turbina, Gorlov turbina, H-tip, Cilkoturbine, Savoniusova turbina
- Prednosti i nedostaci VSVO turbina

Nastavne metode:

- Predavanje sa multimedijalnim prikazima – Nastavnik koristi slike i video materijale za vizuelno pojašnjenje razlika između turbina s horizontalnom i vertikalnom osom.
- Diskusija i analiza prednosti i nedostataka – Učenici/Polaznici raspravljaju o tome koje su turbine efikasnije i u kojim situacijama su primjenjive.
- Rad u grupama – Učenici/Polaznici upoređuju karakteristike dvije vrste turbina i zaključuju koja je pogodnija za određene klimatske i geografske uslove.

Evaluacija:

- Kritička analiza – Učenici/Polaznici diskutuju o izazovima vezanim za primjenu VSHO i VSVO turbina i mogućim inovacijama u njihovom dizajnu.

4.2.2.2. Vjetroatregati prema vrsti vjetrogeneratora

Smjernice za nastavnike: Prema vrsti vjetrogeneratora

Cilj nastavne jedinice:

Upoznati učenike/polaznike s različitim vrstama vjetrogeneratora, njihovim principima rada, prednostima i nedostacima te kriterijumima za odabir odgovarajuće tehnologije u vjetroelettranama.

Ključne teme:

- Osnovne vrste vjetrogeneratora:
 - Vjetroatregati sa indukcionim kaveznom vjetrogeneratorom
 - Vjetroatregati sa sinhronom mašinom i turbinom sa promjenljivom brzinom obrtanja
 - Vjetroatregati sa dvostrano napajanom indukcionom mašinom
 - Vjetroatregati sa višepolnom sinhronom mašinom sa direktnim pogonom
- Poređenje različitih tipova generatora prema efikasnosti, stabilnosti, načinu povezivanja na mrežu i ekonomskoj isplativosti.
- Primjena frekventnih pretvarača i upravljanje brzinom vjetroturbine.
- Prednosti i ograničenja različitih vrsta generatora u zavisnosti od lokacije i snage vjetroelettrane.

Nastavne metode:

- Predavanje sa multimedijalnim prikazima – Nastavnik koristi slike, šeme i video materijale kako bi prikazao rad različitih tipova vjetrogeneratora.
- Diskusija i analiza prednosti i nedostataka – Učenici/Polaznici raspravljaju o tome koji tip vjetrogeneratora je najefikasniji i u kojim uslovima se primjenjuje.
- Rad u grupama – Svaka grupa dobija zadatak da analizira jedan tip vjetrogeneratora i predstavi njegove ključne karakteristike, prednosti i mane.

Evaluacija:

Samostalni zadatak – Učenici/Polaznici analiziraju koji tip vjetrogeneratora bi bio najpogodniji za određene klimatske i infrastrukturne uslove.

4.2.2.3. Vjetroatregati prema autonomiji režima rada**Cilj nastavne jedinice:**

Upoznati učenike/polaznike s podjelom vjetroelettrana prema načinu rada i povezivanja na elektroenergetsku mrežu, uključujući on-grid, off-grid i hibridne sisteme. Analizirati prednosti i ograničenja svakog tipa, kao i njihovu primjenu u različitim energetskeim okruženjima.

Ključne teme:

- On-grid vjetroelettrane – Direktno povezane na mrežu, stabilizacija elektroenergetskog sistema, prilagođavanje potrošnji.
- Off-grid vjetroelettrane – Samostalni sistemi za udaljena područja, skladištenje energije putem baterija, prednosti i izazovi.
- Hibridne vjetroelettrane – Kombinacija vjetra s drugim izvorima (solarni paneli, dizel generatori, sistemi za skladištenje energije).
- Primjena skladištenja energije – Optimizacija potrošnje i stabilizacija snabdijevanja energijom.

Nastavne metode:

- Predavanje uz vizuelne prikaze – Korištenje ilustracija za prikaz rada različitih vrsta vjetroelettrana.
- Diskusija – Razmatranje prednosti i izazova svakog sistema i mogućnosti njihove primjene u lokalnim uslovima.

Evaluacija:

- Samostalni zadatak – Učenici/Polaznici analiziraju koji tip vjetroelettrane bi bio najpogodniji za određeni region na osnovu klimatskih i infrastrukturnih faktora.

4.2.2.4. Vjetroatregati prema lokaciji**Cilj nastavne jedinice:**

Upoznati učenike/polaznike sa vrstama vjetroelettrana prema lokaciji, uključujući onshore, offshore i visinske vjetroelettrane. Analizirati njihove prednosti, ograničenja i uticaj na okolinu i elektroenergetski sistem.

Ključne teme:

- Onshore vjetroelettrane – Karakteristike, prednosti i izazovi kopnenih vjetroelettrana.
- Offshore vjetroelettrane – Razlika između priobalnih i plutajućih vjetroelettrana, prednosti i tehnički izazovi.

- Visinske vjetroeletktrane – Tehnologije u razvoju i potencijal iskorištavanja vjetra na velikim visinama.
- Faktori pri odabiru lokacije – Brzina i stabilnost vjetra, udaljenost od elektroenergetske mreže, ekološki aspekti.

Nastavne metode:

- Predavanje uz vizuelne prikaze – Korišćenje fotografija i video materijala o različitim tipovima vjetroeletktrana.
- Analiza studija slučaja – Istraživanje primjera najvećih onshore i offshore vjetroeletktrana u svijetu i diskusija o njihovim prednostima i izazovima.

Evaluacija:

- Samostalni zadatak – Učenici/Polaznici istražuju najpogodnije lokacije za postavljanje vjetroeletktrana u svojoj zemlji.
- Kritička analiza – Učenici/Polaznici raspravljaju o uticaju offshore vjetroeletktrana na morski ekosistem i migraciju ptica.

Video:

Princip rada offshore vjetroeletktrana

<https://www.youtube.com/watch?v=HqCVgRbPQcg>

4.2.2.5. Vjetroatregati prema snazi

Cilj nastavne jedinice:

Upoznati učenike/polaznike sa klasifikacijom vjetroeletktrana prema snazi, razlikama između malih i velikih vjetroeletktrana, te njihovom ulogom u elektroenergetskom sistemu.

Ključne teme:

- Male vjetroeletktrane – Karakteristike, primjena, prednosti i ograničenja.
- Velike vjetroeletktrane (vjetroparkovi) – Kapaciteti, infrastruktura i ekonomska isplativost.
- Distribuirana proizvodnja energije – Uloga malih vjetroturbina u lokalnim zajednicama.

Nastavne metode:

- Predavanje uz primjere – Objašnjenje razlika između malih i velikih vjetroeletktrana sa vizuelnim prikazima.
- Studija slučaja – Proučavanje lokalnih ili svjetskih vjetroparkova, poput London Array ili Horns Rev.
- Grupni rad – Učenici/Polaznici istražuju primjere malih vjetroeletktrana koje mogu funkcionisati u njihovom regionu.

Evaluacija:

- Istraživački rad – Učenici/Polaznici analiziraju kapacitete vjetroeletktrana u svojoj regiji i upoređuju ih sa svjetskim trendovima.
- Diskusija – Debata o prednostima i ograničenjima velikih vjetroeletktrana u odnosu na male sisteme.

Vježba:

Proučiti izvedbe vjetroeletktrana u vašoj regiji

Cilj istraživačkog rada:

Učenici/Polaznici će analizirati koje vrste vjetroeletktrana postoje u njihovoj regiji, klasifikovati ih prema različitim kriterijima (položaj osovine, vrsta generatora, autonomija rada, lokacija, snaga) i uporediti ih sa globalnim primjerima.

Koraci istraživanja:

Prikupljanje podataka o vjetroeletktranama u regionu

- Identifikovati postojeće vjetroeletktrane u regionu.
- Pronaći podatke o njihovom kapacitetu, tipu vjetroatregata i lokaciji.
- Koristiti izvore poput zvaničnih energetske agencija, opštinskih izvještaja i online baza podataka.

Klasifikacija vjetroeletktrana prema ključnim parametrima

- Položaj osovine: Da li su u pitanju vjetroatregati sa horizontalnom ili vertikalnom osovinom?
- Vrsta generatora: Koja tehnologija se koristi za proizvodnju energije?
- Autonomija režima rada: Da li su on-grid, off-grid ili hibridne?
- Lokacija: Da li se nalaze na kopnu, moru ili se razvijaju novi koncepti poput visinskih vjetroeletktrana?
- Snaga: Da li spadaju u male vjetroeletktrane ili velike vjetroparkove?

Upoređivanje sa globalnim primjerima

- Istražiti primjere vjetroelektrana u drugim zemljama koje koriste slične ili različite tehnologije.
- Uporediti snagu i efikasnost lokalnih elektrana sa velikim svjetskim projektima (npr. London Array, Horns Rev).
- Identifikovati koje vrste vjetroelektrana su dominantne u regionu u poređenju sa globalnim trendovima.

Analiza prednosti i izazova lokalnih vjetroelektrana

- Koje su prednosti trenutnih izvedbi vjetroelektrana u regionu (dostupnost resursa, ekonomska isplativost, ekološki aspekti)?
- Koji su glavni izazovi u njihovoj izgradnji i eksploataciji (lokacijski uslovi, energetska politika, održavanje)?
- Postoje li mogućnosti za poboljšanja ili proširenja kapaciteta?

Prezentacija rezultata istraživanja

- Učenici/Polaznici mogu pripremiti pisani izvještaj, PowerPoint prezentaciju ili plakat sa sažetim podacima i ilustracijama.
- Poželjno je uključiti grafikone i mape kako bi analiza bila vizuelno preglednija.
- Na kraju, učenici/polaznici mogu diskutovati o budućnosti vjetroenergetike u njihovom regionu.

Evaluacija istraživačkog rada:

- Kreativnost prezentacije – Da li su podaci jasno predstavljeni u pisanom radu ili vizuelnom prikazu?
- Diskusija i zaključci – Da li učenici/polaznici argumentovano iznose prednosti i izazove vjetroelektrana u svom regionu?

4.2.3. Struktura vjetroelektrane**Cilj nastavne jedinice:**

Upoznati učenike/polaznike sa strukturom vjetroelektrane, njenim osnovnim sistemima i funkcijama koje omogućavaju efikasnu proizvodnju električne energije.

Ključne teme:

- Sistem vjetroatregata i njegovi glavni elementi
- Sistem mrežnog priključka i elektroenergetska povezanost
- Upravljačko-kontrolni centar
- Sistem skladištenja energije
- Kondenzatorsko-filtersko postrojenje

Nastavne metode:

- Predavanje teorijskog dijela nastavne jedinice
- Grupna analiza funkcionalnosti pojedinih sistema
- Diskusija o ulozi vjetroelektrana u elektroenergetskoj mreži

Evaluacija:

- Rad u grupama: analiza djelova i njihovih funkcija

4.2.4. Elementi vjetroatregata**Cilj nastavne jedinice:**

Objasniti učenicima/polaznicima osnovne elemente vjetroatregata, njihove funkcije i značaj u procesu proizvodnje električne energije.

Ključne teme:

- Karakteristike elemenata vjetroatregata

Nastavne metode:

- Proučavanje nacrti i modela vjetroatregata

Pregled video materijala

Evaluacija:

- Kviz o elementima vjetroatregata

Kviz 3: Elementi vjetroatregata

<https://forms.office.com/e/he6v3JvUPD>

1. Koji su osnovni elementi rotora vjetroatregata?

- Lopatice, glava rotora, osovina**
- Transformator, toranj, kablovi
- Anemometar, vjetrokaz, kondenzatorska baterija
- Hidraulična kočnica, multiplikator, generator

2. Koja komponenta vjetroagregata služi za mjerenje brzine vjetra?

- a) Vjetrokaz
- b) Anemometar**
- c) Kondenzatorska baterija
- d) Multiplikator

3. Koja vrsta generatora se najčešće koristi u vjetroelektranama?

- a) Sinhroni generator
- b) Jednosmjerni generator
- c) Asinhroni-indukcioni generator**
- d) Multiplikator generator

4. Koji sistem omogućava okretanje gondole prema smjeru vjetra?

- a) Sistem zakretanja gondole**
- b) Kočioni sistem
- c) Prenosnik snage
- d) Sistem zaštite od požara

5. Uloga kondenzatorske baterije je stabilizacija napona u sistemu vjetroagregata.

- a) Tačno**
- b) Netačno

6. Koji element omogućava promjenu napona proizvedenog u vjetroturbini u odgovarajući napon za mrežu?

- a) Uzemljenje
- b) Transformator**
- c) Hidraulična kočnica
- d) Vjetrokaz

7. Koja komponenta služi za regulaciju ugla lopatica radi optimizacije rada vjetroagregata?

- a) Sistem zakretanja gondole
- b) Sistem za zakretanje lopatica**
- c) Kočioni sistem
- d) Anemometar

8. Koji uređaj omogućava praćenje i daljinsko upravljanje radom vjetroagregata?

- a) Generator
- b) Kondenzatorska baterija
- c) Sistem za nadzor i upravljanje**
- d) Multiplikator

9. Koja komponenta služi za zaštitu vjetroagregata od preopterećenja i električnih kvarova?

- a) Uzemljenje
- b) Transformator
- c) Sistem zaštite od požara
- d) Sigurnosni uređaji**

10. Koja komponenta se koristi za smanjenje brzine rotacije vjetroturbine u slučaju hitnog zaustavljanja?

- a) Hidraulična kočnica**
- b) Multiplikator
- c) Anemometar
- d) Vjetrokaz

Video:

Simulacija rada vjetroagregata

<https://www.youtube.com/watch?v=TXHAK6I0rE>

4.2.5. Materijal, alat, oprema i uređaji za rad na izgradnji i održavanju vjetroelektrana

Cilj nastavne jedinice:

Upoznati učenike/polaznike sa vrstama materijala koji se koriste u izgradnji i održavanju vjetroelektrana, njihovim svojstvima i načinom primjene.

Ključne teme:

- Materijal
- Alat
- Oprema i uređaji
- Specijalizovane mašine i vozila

Nastavne metode:

- Predavanje uz demonstraciju uzoraka materijala
- Analiza tehničkih specifikacija kablova i spojeva
- Diskusija o kriterijumima izbora materijala

Evaluacija:

- Prepoznavanje raznih vrsta provodnika i kablova i elemenata za spajanje i zaštitu
- Praktična provjera sposobnosti pravilnog korištenja određenih alata

Praktične vježbe:

Zadatak 1: Korišćenje ručnih i električnih alata

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će steći praktične vještine korišćenja osnovnih ručnih i električnih alata koji se koriste u elektroinstalacijama, uz naglasak na sigurnost i efikasnost rada.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

- Uvodno objasniti osnovne funkcije i pravila korišćenja ručnih i električnih alata u elektroinstalacijama.
- Demonstrirati ispravnu upotrebu alata, uz naglasak na tehničke karakteristike i sigurnosne mjere.
- Učenike/polaznike podijeliti u grupe i zadati im praktične zadatke koji uključuju upotrebu različitih alata.
- Tokom vježbe, nadgledati učenike/polaznike i provjeravati njihovu preciznost, sigurnost pri radu i efikasnost u upotrebi alata.
- Diskutovati o najčešćim greškama prilikom korišćenja alata i kako ih izbjeći.
- Na kraju vježbe, analizirati tačnost i sigurnost rada svakog učenika/polaznika i dati preporuke za poboljšanje tehnike rada.

Završna provjera:

- Provjeriti ispravnost rukovanja alatima kroz demonstraciju praktičnih zadataka.
- Procijeniti koliko su učenici/polaznici razumjeli sigurnosne procedure i pravila pri radu s ručnim i električnim alatima.
- Na osnovu diskusije, utvrditi da li učenici/polaznici znaju prepoznati odgovarajući alat za specifične instalacione zadatke.

Zadatak 2: Prepoznavanje i analiza materijala

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će naučiti kako identifikovati i analizirati različite vrste materijala koji se koriste u elektroinstalacijama, razumjeti njihova svojstva i odabrati odgovarajući materijal za određene radne uslove.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

- Prije početka vježbe, nastavnik treba održati kratko uvodno predavanje o vrstama

materijala koji se koriste u elektroinstalacijama i njihovim karakteristikama.

- Objasniti važnost ispravnog izbora materijala u zavisnosti od uslova rada, trajnosti i bezbjednosti električnih instalacija.
- Podijeliti učenike/polaznike u timove i zadati im zadatke vezane za prepoznavanje i analizu materijala.
- Pružiti tehničku dokumentaciju, kataloge proizvođača i uzorke materijala kako bi učenici/polaznici mogli praktično analizirati svojstva različitih provodnika i izolacionih materijala.
- Učenici/Polaznici trebaju uporediti materijale i identifikovati njihove prednosti i nedostatke kroz diskusiju i mjerenje određenih parametara.
- Tokom vježbe nadzirati učenike/polaznike, ispravljati eventualne greške i ukazivati na faktore koji utiču na izbor materijala za elektroinstalacije.
- Na kraju vježbe, organizovati prezentaciju rezultata svake grupe i diskutovati o odabiru materijala u specifičnim uslovima rada.

Završna provjera:

- Provjeriti tačnost prepoznavanja materijala i ispravnost donesenih zaključaka.
- Analizirati koliko su učenici/polaznici razumjeli tehničke specifikacije i kako ih mogu primijeniti u praksi.
- Na osnovu diskusije, procijeniti koliko učenici/polaznici mogu samostalno odabrati odgovarajući materijal za različite instalacije.

Video:

Specijalizovani avion za transport opreme vjetroelektrane

<https://www.youtube.com/watch?v=EDnLqOqfKaU>

5. MONTIRANJE I DEMONTIRANJE ELEKTROENERGETSKE OPREME U VJETROELEKTRANAMA

5.1. Priprema terena za montažu elektroenergetske opreme u vjetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Upoznati učenike/polaznike sa osnovnim principima pripreme terena za montažu elektroenergetske opreme u vjetroelektranama, uključujući vrste temelja, rovova i elektroenergetskih priključaka.

Ključne teme:

- Vrste temelja za vjetroturbine (betonski, čelični, plutajući)
- Priprema rovova za polaganje kablova – dubina, zaštita i označavanje
- Instalacija elektroenergetskih priključaka i sistema uzemljenja
- Standardi i propisi za pripremu terena
- Testiranje i inspekcija elektroinstalacija prije montaže opreme

Nastavne metode:

- Predavanje uz vizuelne prikaze – Objašnjenje vrsta temelja, rovova i elektroenergetskih priključaka kroz tehničke ilustracije i slike iz prakse.
- Diskusija i grupni rad – Identifikacija izazova pri pripremi terena u zavisnosti od lokacije i ekoloških faktora.

Evaluacija:

- Analiza tehničkih rješenja – Učenici mogu analizirati različite vrste temelja i rovova te donijeti zaključke o njihovoj primjeni u različitim uslovima.
- Diskusija i praktična procjena – Evaluacija učenikovog/polaznikovog razumijevanja kroz razmjenu mišljenja o izazovima i standardima u procesu pripreme terena.

5.2. Montiranje i demontiranje montažne konstrukcije opreme u vjetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Ova nastavna jedinica ima za cilj upoznati učenike/polaznike s vrstama montažnih konstrukcija u vjetroelektranama, procesima montaže i demontaže ključnih elemenata (toranj, gondola, nosači, postolja, kontejnerske konstrukcije) te postupcima transporta i

zbrinjavanja opreme. Poseban fokus je na tehničkim standardima, sigurnosnim mjerama i praktičnim izazovima u radu.

Ključne teme

- Toranj i gondola vjetroagregata – karakteristike važne za montažu i demontažu
 - Vrste tornjeva (čelični, betonski, hibridni)
 - Funkcija gondole i njene komponente
 - Proces montaže i demontaže tornja i gondole
- Postupak montaže i demontaže postolja i nosača elektroinstalacija
 - Funkcija nosača i postolja u vjetroelektranama
 - Koraci montaže i demontaže elektroenergetske infrastrukture
 - Povezanost nosača s električnim instalacijama
- Konstrukcije za meteorološku opremu i sigurnosne kamere
 - Uloga meteoroloških senzora u optimizaciji rada vjetroelektrana
 - Smještaj i način montaže sigurnosnih kamera
 - Uticaj vremenskih uslova na instalacije
- Kontejneri za transformatorske stanice i sisteme za skladištenje energije
 - Funkcija kontejnerskih konstrukcija u vjetroelektranama
 - Proces montaže kontejnera i opreme unutar njih
 - Sigurno isključenje i demontaža kontejnerskih elektroenergetskih sistema
- Transport i zbrinjavanje opreme
 - Načini reciklaže i ponovne upotrebe komponenti
 - Ekološki standardi za zbrinjavanje opreme
 - Postupci demontaže u skladu sa sigurnosnim propisima

Nastavne metode

- **Predavanje i vizualizacija** – Nastavnik koristi slike i video-snimke procesa montaže i demontaže.
- **Diskusija i analiza slučajeva** – Učenici/Polaznici analiziraju primjere vjetroelektrana i njihovih montažnih konstrukcija, oslanjajući se na seminarske radove urađene u prethodnom poglavlju.
- **Istraživački zadaci** – Učenici/Polaznici proučavaju izvedbe konstrukcija tornjeva i načine optimizacije njihove montaže.

Evaluacija

- Kviz o montažnim konstrukcijama i njihovim tehničkim karakteristikama.
- Analiza studije slučaja: učenici/polaznici upoređuju različite izvedbe tornjeva vjetroelektrana i njihove prednosti, na osnovu ranije prikupljenih podataka

Istraživački zadatak – Studija primjera različitih konstrukcija tornjeva vjetroagregata

Zadatak: Učenici/Polaznici trebaju istražiti i uporediti različite tipove tornjeva koji se koriste u vjetroelektranama (čelični tubularni tornjevi, betonski tornjevi, hibridni tornjevi).

Uputstvo:

- Pronaći informacije o materijalima, prednostima i nedostacima svakog tipa tornja.
 - Opisati koji faktori utiču na izbor određene vrste tornja (npr. lokacija, visina vjetroturbine, troškovi izgradnje).
 - Prikazati podatke u tabeli i napraviti kratak zaključak.
- Oblik rada: Samostalno/grupno istraživanje uz izradu pisanog izvještaja ili PowerPoint prezentacije.

Evaluacija istraživačkog rada:

- Kreativnost prezentacije – Da li su podaci jasno predstavljeni u pisanom radu ili vizuelnom prikazu?
- Diskusija i zaključci – Da li učenici argumentovano iznose prednosti i izazove različitih konstrukcija tornjeva vjetroagregata?

Kviz 4 – Provjera znanja o montažnim konstrukcijama u vjetroelektranama

<https://forms.office.com/e/H4qvBw4qju>

1. Koja je osnovna funkcija montažnih konstrukcija u vjetroelektranama?

- a) Povećavanje brzine vjetra?
- b) Osiguravanje stabilnosti i smještaja opreme**
- c) Regulacija temperature
- d) Generisanje električne energije

2. Koji su ključni faktori koji utiču na izbor vrste tornja vjetroagregata?

- a) Boja i oblik tornja
- b) Visina, stabilnost i materijal izrade**
- c) Broj lopatica rotora
- d) Kapacitet skladištenja energije

3. Šta se prvo postavlja tokom montaže tornja vjetroagregata?

- a) Generator
- b) Rotor
- c) Temelji tornja**
- d) Gondola

4. Koja oprema je neophodna za montažu gondole na toranj?

- a) Ručne alatke i električne bušilice
- b) Specijalizovane dizalice i sigurnosni mehanizmi**
- c) Nosači kablova i transformatori
- d) Laserski uređaji za nivelaciju

5. Koji je osnovni razlog za demontažu vjetroagregata?

- a) Zamjena ulja u generatoru
- b) Završetak životnog vijeka ili modernizacija sistema**
- c) Smanjenje broja vjetroelektrana u svijetu
- d) Nedostatak vjetra na određenim lokacijama

Video:**Detaljan prikaz montaže tornja i gondole.**

https://www.youtube.com/watch?v=fl6BMVw_B-Y

Edukativni video o vjetroagregatima.

<https://www.youtube.com/watch?v=vjqdJ8OSmRA>

Montiranje vjetroagregata off-shore vjetroelektrane

<https://www.seetaoe.com/details/129354.html>

Grupna diskusija – Problemi i izazovi pri demontaži vjetroturbina

Zadatak: Organizovati diskusiju u kojoj učenici/polaznici analiziraju ključne izazove u demontaži vjetroturbina i predlažu rješenja.

Pitanja za diskusiju:

- Koji su najveći izazovi tokom montaže tornja vjetroelektrane?
- Kako se osigurava stabilnost tornja pri jakim udarima vjetra?
- Koji su glavni tehnički problemi pri demontaži tornjeva i gondola?
- Kako se može obezbijediti sigurna demontaža u ekstremnim vremenskim uslovima (npr. priobalne vjetroelektrane)?
- Kako se rješava transport i reciklaža materijala nakon demontaže?
- Šta se može unaprijediti u procesu demontaže kako bi se smanjili troškovi i vrijeme izvođenja radova?
- Šta bi moglo poboljšati sigurnost radnika pri montaži i demontaži vjetroagregata?

5.3. Montiranje/demontiranje i povezivanje elektroenergetske opreme u vjetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Omogućiti učenicima razumijevanje i ovladavanje procesima montaže, demontaže i povezivanja elektroenergetske opreme u vjetroelektranama. Kroz teorijsku nastavu i praktične vježbe, učenici će steći znanja o ključnim komponentama gondole, sistemima za nadzor i upravljanje, povezivanju električnih komponenti i kablova te testiranju elektroenergetskih sistema.

Ključne teme:

Montiranje gondole sa fabrički integrisanom mehaničkom i električnom opremom

- Uloga gondole u elektroenergetskom sistemu vjetroelektrane
- Proces podizanja i postavljanja gondole
- Sigurnosne mjere tokom montaže

Montiranje i demontiranje sistema za nadzor i upravljanje

- Senzori i uređaji za nadzor temperature, vibracija i drugih parametara
- Sistemi za daljinsko upravljanje i komunikaciju
- Postupak povezivanja i demontaže uređaja

Povezivanje električnih komponenti unutar gondole vjetroatagregata

- Povezivanje generatora sa konvertorskim sistemom
- Instalacija i povezivanje upravljačkog sistema
- Povezivanje sistema zaštite i sigurnosti
- Polaganje i povezivanje napojnih kablova unutar gondola
- Završna testiranja i verifikacija sistema

Sistem za skladištenje električne energije u vjetroelektrani

- Uloga baterijskih skladišta i superkondenzatora
- Montaža skladišnog sistema i integracija sa mrežom
- Postupak sigurne demontaže i pražnjenja baterija

Nastavne metode:

- **Predavanje i objašnjenje** – Nastavnik će učenicima predstaviti teorijske osnove i tehničke principe montaže i demontaže elektroenergetskih sistema u vjetroelektranama.
- **Demonstracija** – Koristeći video materijal i slike, nastavnik će demonstrirati ključne postupke povezivanja električnih komponenti.
- **Istraživački zadatak** – Učenici će istražiti metode povezivanja elektroenergetske opreme u različitim vrstama vjetroatagregata i pripremiti kratku prezentaciju.

Evaluacija:

- **Kviz** o montaži i povezivanju elektroenergetske opreme.
- **Samostalni zadatak** – Učenici mogu istražiti i opisati postupak povezivanja elektroenergetske opreme u gondoli vjetroatagregata.

Vježba:

Istraživački zadatak: Proces povezivanja elektroenergetske opreme u gondoli

Cilj zadatka

Ovaj istraživački zadatak omogućava učenicima da steknu dublje razumijevanje postupaka povezivanja elektroenergetske opreme unutar gondole vjetroturbine. Kroz analizu različitih konfiguracija i metoda povezivanja, učenici će razviti analitičke i istraživačke vještine, te kritički sagledati izazove u radu elektroenergetskih sistema u vjetroelektranama.

Instrukcije za realizaciju

Uvodno predavanje

- Objasniti učenicima osnovne komponente elektroenergetskog sistema u gondoli vjetroturbine (generator, konvertor, razvodni ormar, sistem zaštite i uzemljenja).
- Istaknuti razlike u povezivanju elektroenergetske opreme kod onshore i offshore vjetroelektrana.
- Razgovarati o sigurnosnim aspektima pri radu sa visokonaponskim kablovima i zaštitnim sistemima u gondoli.

Podjela učenika/polaznika u grupe ili individualni rad

- Podijeliti učenike/polaznike u manje grupe ili omogućiti individualno istraživanje, u zavisnosti od broja učenika/polaznika i dostupnih resursa.
- Svaka grupa može obraditi jedan od ključnih aspekata istraživanja.

Sprovođenje istraživanja

- Učenici/polaznici koriste internet, stručne članke, tehničke izvještaje i video-materijale kako bi prikupili informacije o metodama povezivanja elektroenergetskih komponenti.
- Mogu kontaktirati stručnjake ili preduzeća iz oblasti elektroenergetike i vjetroelektrana radi dodatnih informacija.

Analiza i priprema rezultata

- Učenici analiziraju prikupljene podatke i izrađuju kratke izvještaje ili prezentacije u PowerPointu.

- Treba obuhvatiti ključne tačke istraživanja, uključujući prednosti i izazove različitih metoda povezivanja.

Prezentacija istraživačkih nalaza

- Svaka grupa ili pojedinac predstavlja rezultate svog istraživanja kroz kratku PowerPoint prezentaciju ili usmeni izvještaj pred razredom.
- Ostali učenici postavljaju pitanja i diskutiraju o istraženim temama kako bi se podstakla kritička analiza i razmjena ideja.

Evaluacija istraživačkog rada:

Razumijevanje ključnih aspekata povezivanja elektroenergetske opreme u gondoli.
Kreativnost prezentacije – Da li su podaci jasno predstavljeni u pisanom radu ili vizuelnom prikazu?
Diskusija i zaključci – Aktivno učestvovanje u diskusiji i sposobnost kritičke analize istražene teme

Preporuke za nastavnu realizaciju

U ovom poglavlju nema praktičnih vježbi, ali nastavnici mogu koristiti sledeće metode kako bi učenicima bolje približili postupke montiranja i povezivanja elektroenergetske opreme:

- Video materijali:
 - “Wind Turbine Electrical Installation” – povezivanje generatora i elektroenergetskih sistema.
 - “Wind Turbine Commissioning Process” – završna testiranja i verifikacija.
 - “High Voltage Cable Installation in Wind Farms” – polaganje i povezivanje kablova.
- Pitanja za diskusiju:
 1. Koje su glavne prednosti fabrički integrisanih sistema u gondoli?
 2. Kako se osigurava stabilnost električnih spojeva pri jakim vibracijama?
 3. Koji su ključni izazovi pri povezivanju generatora sa mrežom?

Kviz 5 – Montaža i povezivanje elektroenergetske opreme

<https://forms.office.com/e/85wh4EzhsW>

1. Šta predstavlja osnovnu funkciju gondole vjetroagregata?
 - a) Smanjenje brzine vjetra
 - b) Obezbeđenje zaštite od atmosferskih uticaja
 - c) Smještaj ključnih elektroenergetskih komponenti**
 - d) Prijenos snage na mrežu
2. Koja je osnovna funkcija konvertora u vjetroagregatu?
 - a) Prenos mehaničke energije na rotor
 - b) Konverzija promjenljive frekvencije u stabilnu za mrežu**
 - c) Praćenje brzine vjetra
 - d) Pohranjivanje električne energije
3. Koji su osnovni koraci prilikom povezivanja generatora sa konvertorskim sistemom?
 - a) Povezivanje napojnih kablova, kalibracija senzora i podešavanje upravljačkog softvera
 - b) Provjera električnih priključaka, spajanje generatora sa konvertorom, uzemljenje i provjera faznog slijeda**
 - c) Montiranje gondole, testiranje turbinskih lopatica i povezivanje uzemljenja
 - d) Polaganje kablova, povezivanje razvodnog ormara i testiranje PLC sistema
4. Koja zaštitna komponenta se koristi za zaštitu od udara groma?
 - a) Termalni senzor
 - b) Prenaponski zaštitni relej
 - c) Gasni isklopnik i varistor**
 - d) Mehanički prekidač
5. Koji od sljedećih sistema omogućava automatsku kontrolu vjetroagregata?
 - a) Mehanička kočnica
 - b) PLC kontroler**
 - c) Hidraulični sistem
 - d) Toplotni senzor
6. Koji su glavni djelovi kablovskog sistema unutar gondole?
 - a) Napojni kablovi, razvodni ormar i zaštitni nosači**
 - b) Metalne šine i izolacione ploče
 - c) Termalne kamere i mjerni senzori
 - d) Kondenzatori i osigurači
7. Koji su ključni koraci testiranja električnih komponenti unutar gondole?
 - a) Vizuelna inspekcija, mjerenje električnih parametara, probni rad i podešavanje upravljačkog sistema**
 - b) Samo provjera sigurnosnih kablova
 - c) Samo ispitivanje otpora izolacije
 - d) Isključivanje vjetroagregata bez dodatnih testova

5.4. Odabir zaštitnih sredstava i opreme za radove na montiranju i demontiranju elemenata vjetroelektrane

Cilj nastavne jedinice:

Učenici će steći znanja o vrstama lične, kolektivne i električne zaštitne opreme koja se koristi pri montiranju i demontiranju elemenata vjetroelektrane. Takođe, naučiće kako pravilno koristiti zaštitnu opremu i koje su ključne procedure za osiguranje bezbjednosti na gradilištu vjetroelektrane.

Ključne teme

- Lična zaštitna oprema (LZO) – Uloga kaciga, sigurnosnih pojaseva, zaštitne odjeće i obuće, zaštite sluha i vida u radu na visini i elektroinstalacijama.
- Kolektivna zaštitna oprema – Sigurnosne mreže, barijere, sistemi zaštite od udara groma i signalizacija na gradilištu.
- Električna zaštitna oprema – Dielektrične rukavice i obuća, alati sa izolovanim drškama, testere napona i sistemi zaštite od strujnog udara.
- Procedura provjere i korišćenja zaštitne opreme – Standardne operativne procedure za provjeru i pravilno korišćenje zaštitne opreme.
- Hitne mjere i plan evakuacije – Evakuacija iz gondole i tornja, obuka za spašavanje sa visine i upotreba opreme prve pomoći.

Nastavne metode

Uvodno predavanje i diskusija

- Objasniti važnost zaštitne opreme i bezbjednosnih procedura pri montaži i demontaži elemenata vjetroelektrane.
- Istaknuti razlike između lične, kolektivne i električne zaštite.
- Diskutovati sa učenicima o rizicima rada na visini i rukovanja elektroenergetskom opremom.

Praktične demonstracije

- Prikazati pravilnu upotrebu zaštitne opreme (sigurnosni pojas, kacige, dielektrične rukavice).
- Objasniti testiranje ispravnosti zaštitne opreme i proceduru inspekcije.

Rad u grupama

- Svaka grupa uradi praktičnu vježbu upotrebu zaštitne opreme (sigurnosni pojas, kacige, dielektrične rukavice)..
- Zadatak: Napisati seminarski rad/PPT o ličnoj ili kolektivnoj zaštitnoj opremi na gradilištima vjetroelektrana.

Evaluacija

- Kviz o zaštitnoj opremi i procedurama sigurnosti.
- Praktična provjera – Demonstracija pravilne upotrebe lične zaštitne opreme i sigurnosnih procedura.
- Ocjenjivanje seminarskog rada – Analiza kolektivne zaštitne opreme kroz seminarski rad i prezentaciju.

Kviz 6 – Provjera znanja o zaštitnim sredstvima i opremi

<https://forms.office.com/e/f2iVZFZD6V>

1. Koji je osnovni zadatak zaštitne kacige pri radu na vjetroelektrani?

- Povećava vidljivost radnika
- Štiti od udaraca i padajućih predmeta**
- Omogućava lakšu komunikaciju
- Pruža dodatnu ventilaciju

2. Koje su osnovne karakteristike zaštitne obuće za rad na vjetroelektranama?

- Vodootpornost, lagana struktura, plastični đon
- Protivklizni đon, zaštitna kapica, antistatička svojstva**
- Prozračni materijal, fleksibilni đon, pamučni ulošci
- Gumeni đon, termalna izolacija, sportski dizajn

3. Koja vrsta zaštitnih rukavica se koristi za rad sa elektroenergetskim komponentama?

- Kožne rukavice
- Dielektrične rukavice**
- Gumene rukavice
- Platnene rukavice

4. Šta predstavlja kolektivnu zaštitnu opremu u vjetroelektranama?

- Sigurnosne kacige i zaštitne naočale
- Sigurnosne barijere, zaštitne mreže, sistemi protiv udara groma**
- Izolovane alate i testere napona
- Električne rukavice i zaštitne cipele

5. Koja su glavna sredstva za zaštitu od električnog udara?

- Reflektujući prsluci i radio uređaji
- Izolovana obuća, rukavice i podloge**
- Zaštitne naočale i antifoni
- Gasne maske i respiratori

Vježba:**Seminarski rad – Lična ili kolektivna zaštitna oprema u vjetroelektranama**

Zadatak: Učenici/Polaznici trebaju napisati seminarski rad/PPT o ličnoj ili kolektivnoj zaštitnoj opremi koja se koristi na gradilištima vjetroelektrana.

Uputstvo:

- Objasniti važnost sigurnosnih barijera i zaštitnih mreža.
- Opisati kako funkcionise sistem zaštite od udara groma na vjetroturbinama.
- Istražiti kako pravilno postavljanje signalizacije i označavanje radnih zona smanjuje rizik od nesreća.
- Dati primjere konkretnih propisa i standarda koji regulišu upotrebu kolektivne zaštitne opreme.

Dodatni materijali za nastavnike

- Video materijali:
 - “Personal Protective Equipment for Wind Energy Workers” – prikaz lične zaštitne opreme.
 - “Electrical Safety in Wind Farms” – sigurnosni postupci pri radu sa elektroenergetskim komponentama.
 - “Emergency Evacuation from Wind Turbine” – demonstracija hitne evakuacije sa visine.
- Pitanja za diskusiju:
 1. Zašto je važno redovno provjeravati ispravnost zaštitne opreme?
 2. Koje zaštitne mjere se moraju primijeniti pri radu na visini?
 3. Kako se kolektivna zaštitna sredstva postavljaju u vjetroelektrani?

6. IZVOĐENJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA VJETROELEKTRANA

6.1. Vrste i osnovni elementi električnih instalacija vjetroelektrana

Cilj nastavne jedinice:

Učenici/Polaznici će se upoznati sa vrstama i osnovnim elementima električnih instalacija vjetroelektrana, njihovom ulogom u funkcionisanju postrojenja te pravilnim načinima instalacije i povezivanja.

Ključne teme:

- Vrste električnih instalacija
- Elementi električnih instalacija
- Vrste provodnika i kablova
- Kablovski pribor
- Instalacioni materijal

Nastavne metode:

- **Predavanje i prezentacija** – Nastavnici mogu koristiti slike za predstavljanje ključnih elemenata električnih instalacija.
- **Demonstracija elemenata** – Učenici mogu ispitivati i prepoznavati različite vrste i osnovne elemente električnih instalacija vjetroelektrana

Evaluacija:

- **Praktični zadaci** – Učenici/Polaznici prepoznaju različite tipove kablova i instalacionog materijala.

6.2. Montiranje kablovskih konstrukcija i polaganje kablova električnih instalacija

Cilj nastavne jedinice:

Učenici/Polaznici će naučiti principe montiranja kablovskih konstrukcija i pravilnog polaganja kablova u električnim instalacijama vjetroelektrana, uključujući pripremu, izvođenje i završnu provjeru instalacije.

Ključne teme:

- Planiranje trase kablova i izbor odgovarajućih kablova

- Vrste kablovskih konstrukcija:
 - Kablovski kanali
 - Kablovski mostovi i nosači
 - Podzemno polaganje kablova
 - Oklopljeni i fleksibilni kablovi
- Pravilno izvođenje polaganja kablova:
 - Nadzemno i podzemno polaganje
 - Spajanje kablova u spojnim kutijama
 - Pravila obilježavanja kablova
 - Osiguravanje mehaničke zaštite kablova

Nastavne metode:

- Predavanje i vizuelna prezentacija – Koristiti slike i dijagrame kablovskih puteva i različitih metoda polaganja kablova.
- Demonstracija – Prikaz različitih vrsta kablovskih konstrukcija i tehnika pravilnog polaganja kablova.
- Praktična analiza – Učenici prepoznaju različite vrste kablova i određuju pravilne metode polaganja u skladu s radnim okruženjem.
- Diskusija u grupama – Učenici analiziraju prednosti i mane nadzemnog i podzemnog polaganja kablova.

Evaluacija:

- **Praktični zadaci** – Učenici prepoznaju različite tipove kablova i planiraju način njihovog polaganja.

Praktična vježba:

Zadatak: Izrada kablovskih završetaka za energetske kablove

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će naučiti pravilno pripremiti i izraditi završetke energetskih kablova, uključujući uklanjanje izolacije, postavljanje kablovskih stopica i nanošenje zaštitnih slojeva.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

- Prije početka, nastavnik treba objasniti različite tipove kablovskih završetaka i prikazuje potrebne alate (sjekači, noževi, prese za stopice).

- Nastavnik pokazuje pravilan način skidanja izolacije, pričvršćivanja provodnika i izolacije spojeva, demonstrira pravilno stezanje kablovskih stopica pomoću prese i nanošenje zaštitnih slojeva, naglašavajući greške koje treba izbjegavati.
- Podijeliti polaznike u manje grupe i nadgledati njihov rad, pružajući korekcije gdje je potrebno.
- Naglasiti važnost zaštitne opreme i bezbjednog rukovanja alatima, posebno pri testiranju spojeva.
- Na kraju vježbe, analizirati izvedene spojeve i razgovarati o izazovima i mogućim poboljšanjima u radu.

Završna provjera:

- Pregledati tačnost i kvalitet izrađenih kablovskih završetaka.
- Provjeriti sigurnost spojeva i pravilnu izolaciju kablova.
- Evaluacija rada učenika/polaznika kroz praktičnu demonstraciju i diskusiju.
- Diskutovati s učenicima/polaznicima o potencijalnim problemima i načinima poboljšanja tehnike rada.

6.3. Montiranje razvodnih i komandnih tabli

Cilj nastavne jedinice

Osposobiti učenike/polaznike za razumijevanje uloge razvodnih i komandnih tabli, ormara i pultova u vjetroeletktranama, njihove funkcionalnosti i postupke pravilnog montiranja i povezivanja.

Ključne teme

- Uloga razvodnih i komandnih tabli u upravljanju elektroenergetskim sistemima
- Vrste razvodnih tabli i ormara i njihova funkcionalnost
- Postupak montaže i povezivanja elektroinstalacionih elemenata
- Sigurnosni aspekti pri montiranju i održavanju tabli
- Zaštita sistema od preopterećenja, kratkih spojeva i vanjskih uticaja

Nastavne metode

- Predavanje uz upotrebu tehničkih crteža i shema
- Demonstracija montiranja elektroinstalacionih elemenata
- Radionice za analizu tehničke dokumentacije
- Grupni rad na rješavanju konkretnih problema u montiranju i povezivanju

Evaluacija

- Pismeni test o vrstama tabli i funkcionalnosti elektroinstalacionih elemenata
- Praktični zadatak: Simulacija montiranja razvodne i komandne table
- Diskusija o sigurnosnim aspektima pri izvođenju radova

Praktična vježba:

Zadatak: Montiranje razvodnih i/ili komandnih tabli

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će naučiti pravilne postupke montiranja i povezivanja elektroinstalacionih elemenata u razvodnim i komandnim tablama, te osigurati ispravno funkcionisanje sistema.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

Priprema učenika/polaznika:

- Podijeliti učenicima tehničku dokumentaciju i objasniti zadatak.
- Pojasniti osnovne principe rada razvodnih i komandnih tabli.
- Ukazati na sigurnosne mjere koje se moraju poštovati tokom izvođenja radova.

Demonstracija postupka:

- Nastavnik treba prvo praktično pokazati kako se montira i povezuje razvodna tabla.
- Objasniti svaki korak uz isticanje ključnih aspekata kao što su povezivanje napajanja i sigurnosni elementi.

Samostalni rad učenika/polaznika:

- Učenici u manjim grupama izvedu postupak montaže i povezivanja.
- Nastavnik nadgleda rad i ispravlja greške u realnom vremenu.

Analiza i evaluacija rada:

- Nakon što učenici završe vježbu, nastavnik provjerava tačnost spojeva i ispravnost postavljenih elemenata.
- Učenici zajedno sa nastavnikom analiziraju eventualne greške i diskutuju o poboljšanjima.

6.4. Povezivanje elektroinstalacijskih elemenata u razvodnim i komandnim tablama, ormarima i pultovima

Cilj nastavne jedinice

Osposobiti učenike/polaznike da pravilno povežu elektroinstalacijske elemente u razvodnim i komandnim tablama, ormarima i pultovima u skladu sa sigurnosnim i tehničkim standardima.

Ključne teme

- Planiranje i priprema elektroinstalacija
- Povezivanje zaštitnih uređaja
- Povezivanje napajanja i kontrolnih vodova
- Povezivanje komandnih uređaja i senzora
- Uzemljenje elektroinstalacija
- Testiranje i provjera sistema

Nastavne metode

- Predavanje uz tehničke ilustracije – objašnjenje elektroinstalacijskih komponenti i šema povezivanja pomoću tehničkih crteža i dijagrama.
- Demonstracija povezivanja – prikaz postupka pravilnog povezivanja zaštitnih i upravljačkih uređaja.
- Rad u grupama – Analiza različitih tehničkih šema i predlaganje rješenja za optimizaciju povezivanja sistema kao i prikaz problema nepravilnog povezivanja i postupci za identifikaciju i otklanjanje grešaka.

Evaluacija

- Usmeno ispitivanje – pitanja o tehničkim standardima povezivanja elektroinstalacija i sigurnosnim mjerama.
- Analiza slučaja – diskusija o potencijalnim problemima u instalaciji i prijedlozi za poboljšanje povezivanja sistema.
- Prezentacija rješenja – svaka grupa analizira dobijenu instalaciju i objašnjava primijenjene metode povezivanja i sigurnosne aspekte.

6.5. Izvođenje instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite vjetroelektrana

Cilj nastavne jedinice

Učenici/Polaznici će naučiti princip rada i značaj uzemljivačkih sistema i gromobranske zaštite u vjetroelektranama. Razumjeće različite vrste uzemljenja i njihovu primjenu u zaštiti vjetroturbina, transformatorskih stanica i električne mreže vjetroelektrane, kao i

postupke ispitivanja efikasnosti uzemljivačkih sistema.

Ključne teme

- Uloga i značaj uzemljenja i gromobranske zaštite
- Uzemljivački sistem vjetroturbina
- Uzemljenje transformatorskih stanica
- Uzemljenje elektroenergetske mreže vjetroelektrane
- Zaštita od prenapona u vjetroelektranama

Nastavne metode

- Predavanje uz tehničke ilustracije – objašnjenje funkcije i važnosti uzemljenja kroz dijagrame i šeme uzemljivačkih sistema.
- Demonstracija – prikaz povezivanja uzemljivačkih elektroda, sistema zaštite od groma i provjere uzemljenja.
- Studija slučaja – analiza konkretnih problema iz prakse vezanih za nepravilno izvedene uzemljivačke sisteme.
- Grupni rad – diskusija o optimizaciji uzemljenja u različitim vrstama tla i klimatskim uslovima.

Evaluacija

- Usmeno ispitivanje – pitanja o vrstama uzemljenja, funkciji uzemljivačkih elektroda i zaštiti od prenapona.
- Ispitivanje sistema – simulacija ispitivanja kontinuiteta uzemljenja pomoću ispitivača uzemljenja.
- Prezentacija rješenja – učenici/polaznici predlažu strategije zaštite elektroenergetskih sistema u vjetroelektranama kroz primjenu optimalnih uzemljivačkih tehnika

6.6. Mjerenje i kontrola performansi komponenti vjetroturbina

Cilj nastavne jedinice

Učenici/Polaznici će naučiti kako se ispituju i analiziraju performanse ključnih komponenti vjetroturbina. Razumjeće važnost kontinuiranog nadzora parametara rada, otkrivanja potencijalnih problema i optimizacije sistema kako bi se osigurala dugoročna efikasnost i sigurnost vjetroelektrana.

Ključne teme

- Mjerenje tehničkih parametara vjetroturbina
 - Brzina vjetra i performanse lopatica (anemometri i vjetrokazi)

- Vibracije i stabilnost rotora (senzori vibracija)
- Temperatura kritičnih djelova (ležajevi, generator, mjenjač)
- Napon i struja generatora (mjerenje električnih parametara)
- Efikasnost prenosnog sistema (proračun obrtnog momenta i snage)
- Funkcionalnost sistema kočenja (hidraulične i mehaničke kočnice)

• Puštanje u rad i ispitivanje ugrađenih komponenti

- Vizuelna inspekcija i provjera mehaničkih spojeva
- Električna mjerenja (napon, struja, kontinuitet)
- Funkcionalno testiranje sistema nadzora i kontrole
- Test opterećenja (provjera stabilnosti pod maksimalnim radnim uslovima)
- Analiza podataka i podešavanje sistema

• Kontinuirano praćenje performansi

- Praćenje rada turbina putem SCADA sistema
- Detekcija nepravilnosti i prediktivno održavanje
- Optimizacija rada na osnovu analize podataka

Nastavne metode

- **Predavanje uz vizuelne prikaze** – Objašnjenje ključnih tehničkih parametara pomoću dijagrama i simulacija.
- **Demonstracija** – Prikaz rada softvera za ispitivanje vibracija, temperature i električnih parametara.
- **Rad u grupama** – Analiza podataka iz realnih vjetroelektrana i diskusija o uzrocima odstupanja performansi.
- **Studija slučaja** – Simulacija testiranja vjetroturbine uz upotrebu softvera.

Evaluacija

- **Usmeno ispitivanje** – Pitanja o tehnikama mjerenja i optimizaciji performansi turbina.
- **Praktični zadatak** – Simulacija ispitivanja određenog tehničkog parametra uz upotrebu softvera
- **Analiza podataka** – Interpretacija dobijenih mjerenja i donošenje zaključaka o stanju sistema.
- **Prezentacija rješenja** – Grupni rad na predlogu strategije poboljšanja rada vjetroturbina na osnovu analiziranih podataka

7. ODRŽAVANJE OPREME I MONITORING U VJETROELEKTRANAMA

7.1. Vrste održavanja i aktivnosti pri održavanju vjetroelektrana

Cilj nastavne jedinice

Učenici/Polaznici će naučiti različite vrste održavanja vjetroelektrana, njihove aktivnosti i značaj za pouzdan rad sistema.

Ključne teme

- Preventivno i korektivno održavanje
- Planiranje aktivnosti održavanja
- Glavne faze održavanja elektroenergetske opreme
- Uticaj pravilnog održavanja na produženje radnog vijeka opreme
- Uloga dijagnostike u otkrivanju potencijalnih kvarova

Nastavne metode

- **Predavanje** – Teorijsko predavanje uz prikaz slika održavanja
- **Diskusija** – uporedna analiza preventivnog i korektivnog održavanja

Evaluacija

- Grupna diskusija o segmentima održavanja

7.2. Radovi preventivnog održavanja elemenata vjetroelektrana

Cilj nastavne jedinice

Osposobiti učenike/polaznike za izvođenje preventivnog održavanja ključnih elemenata vjetroelektrana kroz teorijsku i praktičnu obuku.

Ključne teme

- Vizuelni pregled elemenata vjetroelektrane
- Detekcija mogućih oštećenja i nepravilnosti
- Mjerenje karakterističnih parametara sistema
- Analiza i interpretacija rezultata mjerenja
- Sigurnosne mjere pri izvođenju preventivnog održavanja

Nastavne metode

- Predavanje – Objašnjenje teorijskih osnova preventivnog održavanja
- Rad na tehničkoj dokumentaciji – Učenje o standardnim procedurama pregleda
- Demonstracija – Korišćenje inspeksijske opreme i mjernih instrumenata
- Praktične vježbe – Izvođenje pregleda i mjerenja u stvarnim ili simuliranim uslovima

Evaluacija

- Diskusija o značaju preventivnog održavanja
- Praktično izvođenje pregleda i analiza rezultata

Praktične vježbe:

Zadatak 1: Vizuelni pregled elemenata vjetroelektrane

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će naučiti kako vizuelno pregledati ključne komponente vjetroelektrane radi identifikacije mogućih oštećenja, nepravilnosti i potencijalnih kvarova.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

Uvodna priprema i objašnjenje zadatka

- Upoznati polaznike s važnosti vizuelnog pregleda u održavanju vjetroelektrana.
- Objasniti tipične nepravilnosti koje mogu nastati na različitim komponentama (pukotine, korozija, deformacije).
- Pregledati dokumentaciju o održavanju kako bi se stekao uvid u prethodno evidentirane probleme.

Izvođenje pregleda

- Podijeliti učenike/polaznike u timove i dodijeliti im određene djelove vjetroelektrane za inspekciju.
- Koristiti inspeksijsku lampu i kameru za detaljno ispitivanje stanja temelja, tornja, gondole i lopatica.
- Fokusirati se na mehaničke, elektroenergetske i sigurnosne aspekte pregleda.
- Ukazati na značaj sistematičnog pristupa u vizuelnoj inspekciji i dokumentovanju nalaza.

Izrada izvještaja i analiza nalaza

- Svaki tim će sačiniti izvještaj sa detaljnim opisom uočenih nepravilnosti i preporukama za dalje postupke.
- Uporediti nalaze sa prethodnim izvještajima kako bi se identifikovale promjene i potencijalni trendovi u degradaciji elemenata.
- Diskutovati o mogućim uzrocima nepravilnosti i procijeniti potrebu za intervencijama.

Završna provjera:

- Evaluacija tačnosti i detaljnosti inspekcijskih izvještaja.
- Identifikacija potencijalnih sigurnosnih rizika i tehničkih problema.
- Grupna diskusija o načinima poboljšanja metode pregleda i interpretacije nalaza.

Zadatak 2: Mjerenje električnih i neelektričnih veličina**Cilj vježbe:**

Učenici/Polaznici će naučiti kako pravilno izmjeriti i analizirati električne i neelektrične parametre rada vjetroeletre, koristeći različite dijagnostičke alate.

Instrukcije za izvođenje vježbe:**Uvod u mjerenje i sigurnosne smjernice**

- Objasniti svrhu mjerenja ključnih parametara vjetroeletre (napon, struja, frekvencija, snaga, temperatura).
- Pojasniti siguran način rukovanja mjernim instrumentima (multimetar, anemometar, termovizijska kamera).
- Podijeliti učenike/polaznike u timove i dodijeliti im konkretne zadatke mjerenja.

Praktično izvođenje mjerenja

- Učenici će postaviti uređaje za mjerenje na odgovarajuće tačke.
- Izvršiti mjerenja električnih parametara sistema, uz precizno evidentiranje vrijednosti u mjerni protokol.
- Koristiti termovizijsku kameru za otkrivanje potencijalnih problema s pregrijavanjem komponenti.
- Uporediti očitane vrijednosti sa standardnim tehničkim specifikacijama.

Analiza rezultata i interpretacija podataka

- Svaki tim će analizirati izmjerene vrijednosti i uočiti eventualna odstupanja od očekivanih parametara.
- Diskutovati o mogućim uzrocima varijacija u očitanim vrijednostima (promjene u opterećenju, temperatura okoline, greške u sistemu).

- Na osnovu rezultata, učenici će pripremiti kratku analizu sa zaključcima i preporukama za poboljšanje rada sistema.

Završna provjera:

- Evaluacija tačnosti i pouzdanosti mjerenja.
- Identifikacija mogućih grešaka u postupku mjerenja i načina za njihovu korekciju.
- Diskusija o primjeni dijagnostičkih metoda u realnim uslovima rada vjetroeletre.

Nastavnici mogu koristiti dodatne video materijale, studije slučaja i tehničku dokumentaciju kako bi učenici dobili što realniji uvid u postupke održavanja.

7.3. Radovi korektivnog održavanja elemenata vjetroeletre**Cilj nastavne jedinice**

Osposobiti učenike/polaznike za prepoznavanje kvarova i sprovođenje korektivnog održavanja kako bi vjetroeletre bila brzo vraćena u ispravno radno stanje.

Ključne teme

- Korektivno održavanje – definicija, značaj i razlika u odnosu na preventivno održavanje.
- Najčešći kvarovi – mehanička oštećenja lopatica, električni kvarovi, problemi sa automatskim upravljanjem.
- Dijagnostika kvarova – analiza podataka iz sistema nadzora, upotreba dijagnostičkih uređaja.
- Otklanjanje kvarova – zamjena i popravka komponenti, testiranje i puštanje sistema u rad.

Nastavne metode

- Teorijsko izlaganje – Pregled ključnih koncepata korektivnog održavanja.
- Demonstracija rada sa dijagnostičkim uređajima – Multimetar, osciloskop, termovizijska kamera.
- Praktična vježba – Dijagnostika kvara.

Evaluacija

- Praktična vježba – Dijagnostika kvara.
- Analiza zadataka – Procjena ispravnosti dijagnostike i predloženih rješenja.
- Diskusija – Predlozi za poboljšanje održavanja i prevenciju kvarova.

Praktična vježba:

Zadatak: Dijagnostika kvara

Ovu praktičnu vježbu je moguće izvesti u saradnji sa lokalnom kompanijom koja održava vjetroelektranu.

Cilj vježbe

Učenici/Polaznici će naučiti kako koristiti dijagnostičke uređaje za identifikaciju kvarova, analizirati uzroke problema i predložiti odgovarajuća rješenja.

Instrukcije za izvođenje vježbe:

- Priprema učenika/polaznika: Omogućiti pristup tehničkoj dokumentaciji i objasniti osnovne metode dijagnostike kvarova. Demonstrirati rad sa dijagnostičkim uređajima, uključujući multimeter i osciloskop.
- Prikupljanje podataka: Učenici će analizirati dokumentaciju i evidenciju prethodnih kvarova, identifikovati sistemске greške i alarmne signale.
- Upotreba dijagnostičkih uređaja: Koristiti multimeter za mjerenje napona, struje i otpornosti te osciloskop za analizu signala i detekciju smetnji.
- Analiza rezultata: Učenici će uporediti izmjerene vrijednosti sa nominalnim parametrima sistema, identifikovati uzrok problema i predložiti moguće mjere popravke.
- Simulacija kvara: Organizovati kontrolisane uslove u kojima će učenici praktično raditi na dijagnostici problema i primijeniti metode analize grešaka.
- Završna analiza: Nakon vježbe, organizovati diskusiju o rezultatima i razmatranje alternativnih rješenja za korektivno održavanje.

Završna provjera

- Analiza kvara – Evaluirati tačnost identifikacije kvara i njegovih uzroka.
- Upotreba dijagnostičkih uređaja – Provjeriti ispravnost korištenja instrumenata i tačnost očitavanja.
- Dokumentovanje rezultata – Pregledati izvještaj s opisom kvara, analizom i prijedlogom rješenja.
- Diskusija i zaključci – Razmotriti alternativne pristupe rješavanju problema i predložiti poboljšanja u dijagnostičkom procesu.

7.4. Radovi održavanja električnih instalacija vjetroelektrana

Cilj nastavne jedinice:

Osposobiti učenike/polaznike za razumijevanje značaja i metoda održavanja električnih instalacija u vjetroelektranama, uključujući preventivne i korektivne mjere.

Ključne teme

- Preventivno održavanje električnih instalacija
- Održavanje sistema uzemljenja i gromobranske zaštite
- Pregled i testiranje razvodnog ormara i mrežnog priključka
- Mjerenje otpora izolacije i uzemljenja
- Otklanjanje kvarova na električnim instalacijama

Nastavne metode

- Teorijsko predavanje – Objašnjenje ključnih procedura održavanja i sigurnosnih standarda.
- Praktična vježba – Učenici provode vizuelni pregled elemenata električnih instalacija
- Analiza studije slučaja – Pregled stvarnih primjera kvarova i metoda njihovog otklanjanja.

Evaluacija

- Praktična provjera – Učenici će izvršiti pregled i testiranje električnih instalacija pod nadzorom nastavnika.
- Diskusija o nalazima – Analiza mogućih problema i prijedlozi za poboljšanje procedura održavanja.
- Kviz o održavanju opreme u vjetroelektranama.

Praktična vježba:

Zadatak: Vizuelni pregled elemenata električnih instalacija

Cilj vježbe:

Učenici/Polaznici će naučiti kako da izvrše vizuelni pregled električnih instalacija vjetroelektrane, identifikuju potencijalne kvarove i predlože mjere za otklanjanje problema.

Instrukcije za izvođenje

Priprema za inspekciju

- Objasniti učenicima važnost vizuelnog pregleda kao prve faze dijagnostike problema u elektroenergetskim sistemima.
- Pregledati tehničku dokumentaciju kako bi učenici razumjeli funkciju pregledanih elemenata.
- Osigurati zaštitnu opremu i demonstrirati pravilno korišćenje inspeksijskih alata.

Vizuelni pregled instalacija

- Voditi učenike/polaznike kroz postupak pregleda razvodnih ormara, kablova i zaštitnih uređaja.
- Ukazati na znakove pregrijavanja, korozije, mehaničkih oštećenja i loših spojeva.
- Ohrabriti učenike/polaznike da koriste inspekcijsku lampu za teško dostupna mjesta i da dokumentuju zapažanja.

Dokumentovanje nalaza i analiza

- Učenici fotografišu i zapisuju uočene nepravilnosti u inspekcijski izvještaj.
- Podstaći ih da analiziraju moguće uzroke problema i predlože korektivne mjere.
- Organizovati diskusiju o tome kako preventivno održavanje može spriječiti kvarove.

Završna provjera

- Pregledati inspekcijske izvještaje i ocijeniti tačnost procjena učenika/polaznika.
- Diskutovati o najboljim praksama u održavanju električnih instalacija i mogućim poboljšanjima pregleda.
- Povezati rezultate vježbe sa realnim scenarijima održavanja vjetroelektrana.

Kviz 7: Održavanje opreme u vjetroelektranama

<https://forms.office.com/e/NHFUEUZkiU>

1. Koja je osnovna svrha preventivnog održavanja vjetroelektrana?

- a) Popravka kvarova nakon njihovog nastanka
- b) Sprečavanje kvarova i produženje vijeka trajanja opreme**
- c) Povećanje proizvodnje energije bez održavanja
- d) Smanjenje troškova električne energije

2. Koje su osnovne aktivnosti preventivnog održavanja vjetroelektrana?

- a) Zamjena istrošenih djelova, podmazivanje, vizuelni pregled i mjerenje električnih veličina**
- b) Isključivo popravka havarisanih sistema
- c) Samo čišćenje i zamjena filtera
- d) Povećavanje brzine rotora radi optimizacije rada

3. Koji je primarni cilj korektivnog održavanja?

- a) Otkrivanje potencijalnih problema prije nego što izazovu kvar
- b) Uklanjanje otkrivenih kvarova i vraćanje sistema u funkcionalno stanje**
- c) Smanjenje troškova rada vjetroturbine
- d) Povećanje kapaciteta proizvodnje električne energije

4. Šta se provjerava tokom vizuelnog pregleda elemenata vjetroelektrane?

- a) Boja lopatica vjetroturbine
- b) Postojanje pukotina, korozije, deformacija i pregrijavanja**
- c) Učestalost rada vjetroturbine
- d) Jačina vjetra na lokaciji

5. Kojim uređajem se mjeri otpor uzemljenja?

- a) Digitalnim multimetrom
- b) Megaohmmetrom**
- c) Termovizijskom kamerom
- d) Osciloskopom

6. Koja je glavna svrha sistema gromobranske zaštite u vjetroelektranama?

- a) Smanjenje buke pri radu turbina
- b) Sprječavanje prenapona i zaštita od udara groma**
- c) Povećanje brzine vjetroturbine
- d) Regulacija napona u električnim instalacijama

7. Koje su osnovne metode dijagnostike kvarova u vjetroelektranama?

- a) Vizuelni pregled, upotreba dijagnostičkih uređaja i analiza podataka sistema nadzora**
- b) Isključivo fizički pregled komponenti
- c) Samo konsultacije sa proizvođačem turbina
- d) Samo korišćenje termovizijskih kamera

8. Koji od sljedećih faktora može biti znak problema na električnim instalacijama?

- a) Niska temperatura kablova
- b) Prisutnost korozije na spojevima i pregrijavanje priključaka**
- c) Odsustvo strujnog opterećenja
- d) Stabilan rad sistema bez grešaka

9. Koje mjere treba preduzeti nakon otklanjanja kvara na vjetroelektrani?

- a) Vratiti sistem u rad bez dodatnih provjera
- b) Izvršiti funkcionalno ispitivanje i testiranje svih ključnih elemenata**
- c) Prijaviti kvar i čekati dalja uputstva
- d) Ukloniti sva zaštitna sredstva kako bi se poboljšala efikasnost rada

10. Zašto se koriste termovizijske kamere u održavanju vjetroelektrana?

- a) Za detekciju temperaturnih anomalija na električnim komponentama**
- b) Za mjerenje brzine vjetra
- c) Za provjeru ispravnosti rotora
- d) Za provjeru nivoa ulja u turbini

Dodatne preporuke za nastavnike:

- **Korišćenje video materijala** – Preporučuje se korištenje video snimaka koji prikazuju postupke održavanja električnih instalacija u realnim uslovima.
- **Istraživanje sajtova** – Preporučuje se istraživanje predloženih sajtova na kojima se

nalazi detaljniji opis postupka održavanja opreme u vjetroelektranama

- **Praktični rad u saradnji s industrijom** – Ukoliko postoji mogućnost, organizovati posjetu lokalnoj kompaniji koja održava vjetroelektrane kako bi učenici vidjeli primjenu teorijskih znanja u praksi.
- **Analiza studija slučaja** – Učenici mogu raditi na analizi konkretnih kvarova i predlagati rješenja na osnovu naučenih principa.

7.5. Prikupljanje, obrada i čuvanje podataka u vjetroelektranama

Predlaže se da se ova nastavna jedinica realizuje u realnim uslovima prilikom posjete vjetroelektrane.

Cilj nastavne jedinice

Učenici će steći znanja o važnosti prikupljanja, obrade i čuvanja podataka u vjetroelektranama, vrstama sistema za nadzor i kontrolu, kao i ulozi digitalizacije i analitičkih softvera u optimizaciji rada i održavanja vjetroturbina.

Ključne teme

- Uloga i značaj prikupljanja podataka u vjetroelektranama
- Ključni sistemi za praćenje parametara i njihova funkcija
- Vrste senzora i mjernih uređaja u vjetroelektranama
- Komunikaciona i mrežna oprema
- SCADA sistem – upravljanje i nadzor vjetroelektrana
- Sistemi za čuvanje i analizu podataka
- Sigurnosni sistemi i cyber zaštita podataka

Nastavne metode

- Predavanje uz tehničke ilustracije – Objašnjenje uloge podataka u radu vjetroelektrana.
- Demonstracija – Prikaz rada SCADA sistema i softverskog upravljanja podacima.
- Studija slučaja – Analiza realnih podataka iz vjetroelektrane i diskusija o optimizaciji rada.

Evaluacija

- Usmeno ispitivanje – Pitanja o ključnim komponentama sistema za nadzor i čuvanje podataka.
- Izvještaj učenika/polaznika – Svaka grupa priprema izvještaj o realizovanoj posjeti vjetroelektrani

8. ZAKLJUČAK I PREPORUKE

Razvoj obnovljivih izvora energije donosi nove izazove u edukaciji stručnih kadrova, posebno u oblasti instalacije i održavanja elektroenergetske opreme u vjetroelektranama. Ovaj priručnik pruža nastavnicima metodološke smjernice, nastavne strategije i praktične preporuke koje omogućavaju efikasno izvođenje nastave i stručno osposobljavanje učenika/polaznika.

S obzirom na kompleksnost rada u vjetroelektranama i specifične izazove koji prate njihovu instalaciju i održavanje, priručnik je strukturiran tako da obuhvata ključne tehničke aspekte, sigurnosne mjere i najbolje prakse u preventivnom i korektivnom održavanju. Posebna pažnja posvećena je zaštiti na radu i zaštiti životne sredine, sa ciljem podizanja svijesti o važnosti sigurnosti i odgovornog upravljanja resursima. Kao važnu preporuku, autorke ističu potrebu za saradnjom sa lokalnim udruženjima i kompanijama kako bi se unaprijedilo znanje i praksa učenika/polaznika.

Međutim, izvođenje praktične nastave u realnim uslovima predstavlja značajan izazov zbog ograničenih materijalnih resursa, specifičnosti opreme i potrebnih sigurnosnih mjera. Instalacija i održavanje elektroenergetske opreme u vjetroelektranama zahtijevaju rad na visini, rad sa visokim naponima i ekstremne vremenske uslove, što dodatno otežava organizaciju praktične nastave u školskim radionicama i industrijskom okruženju. Ograničena dostupnost radnih lokacija i kompleksnost simulacije stvarnih uslova rada nameću potrebu za alternativnim metodama obuke.

Zbog toga autorke snažno preporučuju implementaciju VR (Virtual Reality) i AR (Augmented Reality) simulacija kao ključnog rješenja za prevazilaženje ograničenja praktične obuke. Ove tehnologije omogućavaju učenicima da u potpuno sigurnom i kontrolisanom okruženju steknu praktične vještine, uvježbaju ključne procese i pripreme se za rad na terenu. Integracija VR i AR simulacija u edukaciju može značajno unaprijediti kvalitet nastave, pružajući realistično i interaktivno iskustvo bez rizika po sigurnost učenika.

Praktične vježbe prikazane su detaljno, korak po korak, pri čemu se naglašava neophodnost adekvatnih materijalnih uslova i opreme. Autorke preporučuju nastavnicima da, gdje god je moguće, organizuju saradnju sa lokalnim kompanijama koje rade na izgradnji i održavanju vjetroelektrana, kako bi učenici stekli dodatno iskustvo kroz industrijsku praksu. U situacijama kada to nije moguće, VR i AR simulacije predstavljaju optimalno rješenje za sticanje praktičnih kompetencija. Osim posjeta postrojenjima, mogu se organizovati i tematski događaji sa ciljem izlaganja učeničkih radova ili manjih projekata na temu iskorištenja obnovljivih izvora električne energije.

U cilju boljeg povezivanja teorijskih znanja sa praktičnim vještinama, u priručnik su uključeni open-source video materijali koji omogućavaju korisnicima dodatno istraživanje kroz vizuelne prikaze ključnih tehničkih procesa. Takođe, priručnik sadrži veliki broj kvizova izrađenih u Microsoft Forms formatu, koje nastavnici mogu modifikovati i prilagoditi potrebama svojih učenika/polaznika, čime se obuka može dodatno personalizovati i optimizovati.

Tržište rada pokazuje sve veću potrebu za kvalifikovanim stručnjacima u sektoru obnovljive energije, posebno u oblasti vjetroelektrana, gdje se očekuje dalji rast kapaciteta i zapošljavanja. Kroz sistematičan pristup edukaciji i stalno stručno usavršavanje, nastavnici mogu odigrati ključnu ulogu u pripremi budućih instalatera i tehničara za ovu dinamičnu i perspektivnu industriju.

Preporuke za nastavnike

1. **Unapređivati metode učenja kroz VR i AR tehnologije** – Implementacija virtuelnih simulacija omogućava učenicima da uvježbaju ključne operacije u kontrolisanom okruženju i pripreme se za rad u realnim uslovima.
2. **Povezivati teoriju i praksu** – Korišćenjem video materijala, simulacija i digitalnih alata, omogućiti učenicima da bolje razumiju složenost elektroenergetske opreme u vjetroelektranama.
3. **Podsticati istraživački rad i inovacije** – Kroz projektne zadatke i seminare, učenike/polaznike treba ohrabrivati da istražuju nove tehnologije u oblasti vjetroeenergetike.
4. **Naglasiti sigurnost na radu** – Učenici moraju steći svijest o značaju sigurnosnih procedura i koristiti ličnu zaštitnu opremu u svim fazama obuke.
5. **Koristiti dostupne resurse** – Nastavnici mogu prilagoditi i koristiti kvizove iz priručnika kako bi provjerili znanje učenika/polaznika i motivisali ih na aktivno učenje.
6. **Razvijati saradnju sa industrijom** – Gdje god je moguće, organizovati posjete vjetroelektranama, saradnju sa kompanijama i angažovanje stručnjaka iz prakse.
7. **Promovisati održivi razvoj i reciklažu** – Autorke su se osvrnule i na probleme reciklaže elektroenergetske opreme u vjetroelektranama, te je potrebno edukovati učenike/polaznike o važnosti pravilnog upravljanja otpadom i reciklažnim procesima u ovom sektoru.

Priručnik je dizajniran tako da može služiti kao nastavni materijal u formalnom obrazovanju u srednjim školama, ali i kao resurs za stručne kurseve i obuke u oblasti vjetroelektrana. Njegova primjena omogućava nastavnicima da kvalitetno planiraju i realizuju nastavu, unaprijede kompetencije učenika/polaznika i doprinesu razvoju stručnih kadrova u oblasti obnovljivih izvora energije.

Ovaj priručnik nije samo alat za edukaciju, već i resurs za unapređenje nastavnog procesa kroz savremene metode učenja i digitalne simulacije. Implementacija VR i AR tehnologija može značajno unaprijediti proces obuke, omogućavajući učenicima/polaznicima da na inovativan način steknu praktične vještine neophodne za tržište rada.

9. MATERIJALNI USLOVI I OPREMA

PROSTOR, OKVIRNI SPISAK OPREME I NASTAVNIH SREDSTAVA	FORMALNO OBRAZOVANJE komada	NEFORMALNO OBRAZOVANJE komada 1
Učionica za teorijsku nastavu	1	1
Laboratorija za praktičnu nastavu	1	1
Računar sa instaliranim namjenskim softverom za praćenje nastave, realizaciju vježbi i provjeru dostignutih znanja	11	4
Analogni mjerni instrumenti (voltmetar, ampermetar, ommetar, multimetar, vatmetar i dr.)	4	3
Digitalni mjerni instrumenti (multimetar, voltmetar, ampermetar, strujna kliješta, vatmetar, frekvencmetar, osciloskop, mrežni analizator i dr.)	4	3
Mjerni instrumenti za mjerenje neelektričnih veličina (piranometar, digitalni termometar, temperaturni senzori, senzori vibracija, anemometar, vjetrokaz, inklinometar, termovizijska kamera, mrežni analizator i dr.)	5	3
Izvor jednosmjernog napona, generator funkcija, transformator, prekidači, osigurači relei i dr.	5	3
Elektroinstalaciona oprema (prekidači, rastavljači, kontaktori, osigurači, odvodnici prenapona, relei, senzori, upravljački i signalni uređaji, sabirnice, izolatori, priključne klemme, razvodni ormari, razvodna kutija, montažna kutija, šine za elemente u razvodnoj tabli, zaštitni uređaj diferencijalne struje i dr.)	10	3
Komplet alata za električare (odvijači, kliješta za skidanje izolacije, kliješta kombinirke, sjekačka kliješta, lemilica i dr.)	10	3
Alat za obilježavanje i obradu materijala (štapni šestar, naprave za paralelno ocrtavanje, makaze, sjekači, čekić, ključevi, testere, turpije za lim i drvo, kliješta, brusilica, bušilica, bonsek i dr.)	10	3
Alat: izolaciona kliješta, kompresiona kliješta, sjekači provodnika, pile za metal, odvijači, ključevi, moment ključ, turpije, čekići, bravarski alat, hidraulični alat (hidraulične prese, pištolji i dr.), ručna sredstva za podizanje tereta, makaze i noževi za sječenje izolacionog materijala, makaze za sječenje lima, testere, alat za spajanje lemljenjem, alat za savijanje lima, alat za savijanje profila, alat za probijanje, alat za prosijecanje, alat za odsijecanje, alat za izradu navoja, mjerni i kontrolni alat, alat i pribor za zavarivanje, libela i dr.	5	3
Elementi uzemljenja: strukturni elementi (uzemljivači, sabirnice za uzemljenje, povezni vodovi), spojni elementi (paučice, stopice, stezaljke za spajanje i pričvršćivanje)	5	3
Elementi gromobranske zaštite: hvataljke (gromobrani), odvođi(pocinčana traka), uzemljivač, mjerni spoj, spojni elementi (stezaljke, šrafovi i matice, , paučice, vezice i dr.)	5	3
Materijal: provodnici i kablovi za ožičenje, kablovske glave, kablovske spojnice, stezaljke, spojnice, razdjelnici, izolacione trake i drugi izolacioni materijal, PV cijevi i kutije, sredstva za podmazivanje, sredstva za uklanjanje rđe, sredstva za zaštitu od korozije (antikorozivne boje, premazi i mastici), materijali za zaptivanje, vijci i matice, materijal za obilježavanje i signalizaciju, građevinski materijal i dr.	5	3
Set ličnih zaštitnih sredstava: zaštitna kaciga, sigurnosni pojas i užad za vezivanje (sistem za rad na visini), zaštitne rukavice, zaštitna odjeća i obuća, antifoni (zaštita od buke) i zaštitne naočare, maske sa filterima protiv isparavanja	10	3
Setovi za prvu pomoć, kompleti za vježbanje pružanja prve pomoći	5	3
Vatrogasni aparati, za demonstraciju i obuku u slučaju požara	5	3
Laboratorijski model vjetroeletreane (simulator) sa tehničkom dokumentacijom (Festo Didactic Wind turbine Simulator ili slično)	1	1

SET OPREME ZA MONITORING I UPRAVLJANJE PODACIMA U VJETROELEKTRANAMA	
1. Upravljački i komunikacioni uređaji	- Data Manager (Upravljački modul za podatke) - Komunikacijski kabl (optički ili bakarni) - Server (lokalni ili cloud platforma) - Softver za upravljanje vjetroeletreanama - SCADA sistem (Supervisory Control and Data Acquisition)
2. Senzori i mjerni uređaji	- Anemometar (mjerenje brzine vjetera) - Vjetrokaz (Wind vane) (pravac vjetera) - Temperaturni senzori - Senzori vibracija - Senzori vlage i pritiska
3. Komunikaciona i mrežna oprema	- Industrial Ethernet Switch 4G/5G ili satelitski modemi - Optički ili bakarni komunikacijski kablovi - Bežični komunikacioni moduli (Wi-Fi, Zigbee, itd.)
4. Sistemi za čuvanje podataka i analizu	- Data Logger (prikupljanje podataka sa senzora) - Lokalni serveri (brza obrada podataka) - Cloud-based platforme (dugoročno skladištenje i analitika)
5. Sistemi za ekološki monitoring	- Sistemi za nadzor nivoa buke - Senzori za praćenje aktivnosti divljih životinja - Monitoring promjena u staništu
6. Sigurnosna i zaštitna oprema	- UPS sistemi (Uninterruptible Power Supply) (neprekidno napajanje sistema) - Firewall uređaji (zaštita mreže od cyber napada) - VPN sistemi (siguran daljinski pristup) - Antivirus i IDS/IPS sistemi (sigurnosni monitoring)
7. Kamere i sigurnosni sistemi	- Termalne kamere (detekcija pregrijavanja) - IP nadzorne kamere (zaštita i nadzor turbina) - Dronovi sa kamerama i senzorima (inspekcija teško dostupnih djelova)

Literatura i korišćeni izvori

- Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2010). Wind Energy Explained: Theory, Design, and Application. John Wiley & Sons.
- Ackermann, T. (2012). Wind Power in Power Systems. John Wiley & Sons.
- Gasch, R., & Tewe, J. (2011). Wind Power Plants: Fundamentals, Design, Construction and Operation. Springer.
- Hau, E. (2013). Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics. Springer.
- Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., & Bossanyi, E. (2011). Wind Energy Handbook. John Wiley & Sons.
- Heier, S. (2014). Grid Integration of Wind Energy: Onshore and Offshore Conversion Systems. John Wiley & Sons.
- Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2010). Wind Energy Explained: Theory, Design and Application. John Wiley & Sons.
- Gipe, P. (2004). Wind Power: Renewable Energy for Home, Farm, and Business. Chelsea Green Publishing.
- Mathew, S. (2006). Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics. Springer.
- Freris, L., & Infield, D. (2008). Renewable Energy in Power Systems. John Wiley & Sons.
- Boyle, G. (2004). Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. Oxford University Press.
- Čalasan, M., Čalasan B. (2013). Električne instalacije i osvetljenja. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica
- Čalasan, M., Čalasan B. (2015). Električne instalacije i osvetljenja. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica
- Škuletić, S., Sekulić, Z. (2019). Proizvodnja električne energije, udžbenik. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica
- Škuletić, S., Braletić, M. (2022). Uvod u energetiku, udžbenik. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica
- Lekić, M. (2017). Obnovljivi izvori energije. Univerzitet Crne Gore.
- Janković, S. (2019). Elektroenergetski sistemi i obnovljivi izvori. Univerzitet u Beogradu.
- Stevanović, V. (2020). Vjetroeletreane - projektovanje i implementacija. Akademski knjiga, Novi Sad.
- Ristić, B. (2018). Osnovi elektrotehnike sa primjenom u obnovljivim izvorima energije. Univerzitet u Nišu.
- Milovanović, Z. (2021). Tehnička regulativa u elektroenergetici. Građevinski fakultet, Beograd.
- Rajković, D. (2011). Proizvodnja i pretvorba energije, Zagreb
- Barac, K., Radić, L. (2006). Bezbednost i zdravlje pri radu na elektroenergetskim objektima sa osvrtom na evropske norme, EDB, Beograd

Organizacije i standardizacijski izvori:

- Međunarodna agencija za obnovljive izvore energije (IRENA) – www.irena.org
- Global Wind Energy Council (GWEC) – www.gwec.net
- International Electrotechnical Commission (IEC) – www.iec.ch
- IEEE Power & Energy Society – www.ieee-pes.org
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/8467935>
- VDE - Association for Electrical, Electronic & Information Technologies – www.vde.com
- European Wind Energy Association (EWEA) – www.ewea.org

- <https://www.engie.com/en/activities/renewable-energies/wind-energy/recycling-wind-turbines>
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2019). IEC 61400-1: Wind Turbines - Design Requirements
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2017). Guidelines for Wind Energy Workers - Safety and Best Practices
- World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency, Paris, France, 2017.
- Rad sa visine; Opšte mere za bezbednost i zdravlje na radu pri radovima na visini Uputstvo za rad na visini i radnim platformama: UBR.11. 01/2015; I-1, R-0:
- <https://epa.org.me/wp-content/uploads/2023/09/DOKUMENTACIJA-ZA-ODLUCIVANJE-O-POTREBI-IZRADE-ELABORATA-PROCJENE-UTICAJA-NA-ZIVOTNU-SREDINU.pdf>
- <https://univdatos.com/news/offshore-wind-market-2>

Linkovi za predloženi video materijal

- <https://www.youtube.com/watch?v=8sPp8G8a48E>
- <https://www.youtube.com/watch?v=nA9oC--tq50>
- https://www.youtube.com/watch?v=qSWm_nprfqE
- <https://www.youtube.com/watch?v=HqCVgRbPQcg>
- https://www.youtube.com/watch?v=fl6BMVw_B-Y
- <https://www.youtube.com/watch?v=vjqdJ8OSmRA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=bNBQKIht6rg>
- <https://www.extrica.com/article/20178>
- <https://www.windsystemsmag.com/maintaining-a-maintenance-plan/>



