



Priručnik za nastavnike

za instaliranje i održavanje
elektroenergetske opreme u
vetroelektranama

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

Izdanje

Beograd, 2025.

ISBN-978-86-82886-13-6



Contents

1. UVOD	4
1.1. Svrha priručnika.....	4
1.2. Značaj i primena energije vetra	7
1.3. Struktura priručnika	8
2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE	9
3. ZAŠTITA NA RADU I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE	14
3.1. Moguće opasnosti po zdravlje i sigurnost radnika pri radu na vetroelektranama	14
3.2. Primena mera bezbednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vetroelektranama	15
3.3. Sprovođenje mera bezbednosti i mera lične zaštite pri radu na visini u vetroelektranama	16
3.4. Primena mera za smanjenje negativnog uticaja vetroelektrana na životnu sredinu	19
4. ENERGIJA VETRA	22
4.1. Osnovne primene energije vetra	22
4.2. Karakteristike vetroelektrana	23
5. MONTIRANJE I DEMONTIRANJE ELEKTROENERGETSKE OPREME U VETROELEKTRANAMA	33
5.1. Priprema terena za montažu elektroenergetske opreme u vetroelektranama	33
5.2. Montiranje i demontiranje montažne konstrukcije opreme u vetroelektranama	34
5.3. Montiranje/demontiranje i povezivanje elektroenergetske opreme u vetroelektranama	37
5.4. Odabir zaštitnih sredstava i opreme za radove na montiranju i demontiranju elemenata vetroelektrane.....	41
6. IZVOĐENJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA VETROELEKTRANA	44
6.1. Vrste i osnovni elementi električnih instalacija vetroelektrana	44
6.2. Montiranje kablovskih konstrukcija i polaganje kablova električnih instalacija	45
6.3. Montiranje razvodnih i komandnih tabli	46
6.4. Povezivanje elektroinstalacijskih elemenata u razvodnim i komandnim tablama, ormarima i pultovima	47
6.5. Izvođenje instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite vetroelektrana	48
6.6. Merenje i kontrola performansi komponenti vetroturbina	49
7. ODRŽAVANJE OPREME I MONITORING U VETROELEKTRANAMA	50
7.1. Vrste održavanja i aktivnosti pri održavanju vetroelektrana	50
7.2. Radovi preventivnog održavanja elemenata vetroelektrana	50
7.3. Radovi korektivnog održavanja elemenata vetroelektrana	52
7.4. Radovi održavanja električnih instalacija vetroelektrana	54
7.5. Prikupljanje, obrada i čuvanje podataka u vetroelektranama	58
8. ZAKLJUČAK I PREPORUKE.....	59
9. MATERIJALNI USLOVI I OPREMA.....	61
Literatura i korišćeni izvori	63
Organizacije i standardizacijski izvori:	64
Linkovi za predloženi video materijal	64

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 nemačkog 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. Priručnik se može koristiti i od strane nadležnih ministarstava i obrazovnih agencija, kompanija uključenih u praktično obrazovanje, trening centara, privatnih institucija koje rade u oblasti obnovljive energije, instruktora praktičnog obrazovanja, ali i ostalih zainteresovanih strana.

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

Materijal je usaglašen među ekspertima iz oblasti obnovljivih izvora električne energije i obrazovanja iz šest ekonomija: Albanije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Kosova^{*1}, Severne 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 mera u vetroelektranama, a nastavnici imaju ključnu ulogu u prenošenju znanja i veština neophodnih za rad u ovoj industriji.

Ciljevi priručnika

Ovaj priručnik omogućava nastavnicima:

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

Smernice 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 vežbama.
- Primenu savremenih nastavnih metoda za povećanje angažovanosti učenika/polaznika.
- Organizaciju individualnih i timskih zadataka kako bi se simulirali realni uslovi rada.

¹ Ovaj naziv je bez prejudiciranja statusa i u skladu je sa Rezolucijom Saveta bezbednosti Ujedinjenih nacija 1244/1999 i Mišljenjem Međunarodnog suda pravde o Deklaraciji o nezavisnosti Kosova.

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 deo 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, predloge i razmene mišljenja o temama, učenici/polaznici će dodatno doprineti razvoju sopstvenih stručnih sposobnosti i unapređenju timskog rada.
- **Diskusija i analize** – Organizovati debate i diskusije sa učenicima/polaznicima na zadatu temu.
- **Praktične vežbe** – Omogućiti učenicima/polaznicima da se upoznaju sa alatom, opremom i uređajima potrebnim za realizaciju praktičnih vežbi, kroz demonstracije i simulacije. Praktična nastava izvodi se u malim grupama, kako bi se umanjilo ometanje radnog procesa i omogućilo aktivno uključivanje svakog učenika/polaznika u praktični rad. Deo praktične nastave izvodi se u laboratoriji centru za ispitivanja i merenja, koji su opremljeni preporučenim materijalnim resursima i pružaju uslove za bezbedan rad polaznika, dok se deo praktične nastave izvodi u saradnji sa lokalnim kompanijama koje izvođe i održavaju vetroelektrane.
- Praktične vežbe/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 vežbe/zadatke. Za svaku praktičnu vežbu svaki učenik/polaznik izrađuje svoj individualni izveštaj, koji sadrži opis rada, rezultate i zaključak. Učenici/Polaznici se kroz ove vežbe osposobljavaju za izvođenje stvarnih zadataka na terenu, uz uvažavanje mera bezbednosti na radu.
- Preporučuje se da se određene praktične vežbe realizuju kroz posete energetskim objektima obnovljivih izvora energije, laboratorijama za ispitivanja i merenja ili kod poslodavca, gde učenici/polaznici mogu steći praktična iskustva u realnim radnim uslovima. Ovakav pristup omogućava direktnu primenu teorijskog znanja, upoznavanje sa savremenim tehnologijama i rad u profesionalnom okruženju. Posete su grupne ali svaki učenik/polaznik treba samostalno da sačini izveštaj o realizaciji praktične vežbe.
- **Vežbe: Istraživački radovi i izrada seminarских radova/PPT prezentacija** – Istraživački radovi podstiču analitičko razmišljanje i razvoj tehničkih veština. Učenike/Polaznike treba usmeriti na odabir relevantne teme, prikupljanje podataka iz pouzdanih izvora i analizu prikupljenih informacija. Seminarски 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 veštine. 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 igraju ključnu ulogu u osiguravanju kvaliteta obuke i razvijanju kompetencija potrebnih za rad u vetroelektranama. Kroz sistematsko praćenje i procenu znanja i veština, uz jasno definisane liste za proveru (*check liste*), nastavnici mogu prepoznati napredak učenika/polaznika, uočiti oblasti koje zahtevaju dodatno objašnjenje i prilagoditi metode nastave u skladu sa individualnim potrebama.

Proces evaluacije može se sprovoditi različitim metodama, uključujući:

- Ispitivanja – klasični način provere teorijskog znanja putem usmenih ili pismenih testova.
- Kvizove – brza i interaktivna metoda koja omogućava proveru 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 vežbe – zadaci i simulacije koji omogućavaju učenicima/polaznicima da kroz praktičan rad demonstriraju razumevanje postupaka i primenu stečenog znanja.
- Seminarske i istraživačke radove – omogućavaju učenicima da dublje istraže specifične teme vezane za instalaciju, održavanje i sigurnost u vetroelektranama te razviju analitičke i prezentacione veštine.
- Analizu studija slučaja – učenici/polaznici analiziraju realne ili hipotetičke situacije iz prakse, donose zaključke i predlažu rešenja.

Ovakav pristup evaluaciji omogućava nastavnicima da steknu celovitu 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 materijal, kreirati odgovarajuće kvizove, urediti postojeće kvizove, kreirati testove kao i zadavati teme za seminarske radove.

Svi elementi nastave treba da budu usmereni ka podsticanju problemskih sadržaja praktičnog karaktera, kako bi učenici/polaznici samostalno dolazili do zaključaka prilikom rešavanja problema. Maksimalno primenjujući i povezujući teorijska znanja za rešavanje praktičnih zadataka i problema, učenici/polaznici će osnažiti svoju sposobnost samostalnog razmišljanja. Cilj je sticanje teorijskih znanja i veština koje omogućavaju učenicima/polaznicima da bolje razumeju praktične aspekte i stvarne izazove u oblasti obnovljivih izvora energije, i pripremaju se za uspešno primenjivanje 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 celim odeljenjem, 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 primena energije vetra

Smernice za nastavnike:

U ovom delu nastavnici učenicima/polaznicima treba da pruže:

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

Cilj nastavne jedinice:

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

Metodološke preporuke za nastavnike

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

Evaluacija:

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

Ovakav pristup omogućava učenicima/polaznicima da razviju analitičke i istraživačke veštine, bolje razumeju značaj energije vetra i njene praktične primene 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 vetroelektranama. Svako poglavlje sadrži metodološke smernice za nastavnike, preporučene nastavne metode i evaluacione kriterijume.

U Uvodu su predstavljeni svrha i ciljevi priručnika i data struktura priručnika, koja prikazuje raspored i tematiku obrađenih poglavlja. Date su i smernice za nastavnike, preporuke za izvođenje nastave kao i ulazni uslovi potrebni za realizaciju nastavnog procesa.

Poglavlje 2, Obnovljivi izvori energije – Pregled različitih oblika obnovljivih izvora energije, sa fokusom na energiju vetra.

Poglavlje 3, Zaštita na radu i zaštita životne sredine – Sigurnosne mere i zaštita okoline pri radu na elektroenergetskoj opremi u vetroelektranama.

Poglavlje 4, Energija vetra – Osnovne karakteristike energije vetra i njena primena u vetroelektranama. Osnovni pojmovi i vrste vetroagregata, njihove karakteristike i kriterijumi podele.

Poglavlje 5, Montiranje i demontiranje elektroenergetske opreme u vetroelektranama – Ključno poglavlje koje detaljno razrađuje procedure montiranja i demontiranja opreme u vetroelektranama i postupaka za praktičnu realizaciju.

Poglavlje 6, Izvođenje električnih instalacija u vetroelektranama – Postupci izvođenja električnih instalacija u vetroelektranama uključujući i kratak opis instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite.

Poglavlje 7, Održavanje opreme i monitoring u vetroelektranama – Preventivne i korektivne metode održavanja elektroenergetskih sistema, postupci za njihovo sprovođenje i monitoring u vetroelektranama.

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 svest 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 primenama u savremenim energetske sistemima.

Ključne teme

- Pojam i osnovne karakteristike energije,
- Podela energije prema različitim kriterijumima,
- Neobnovljivi izvori energije: karakteristike, problemi i izazovi,
- Obnovljivi izvori energije: vrste, prednosti i mogućnosti primene,
- Sunčeva energija i solarne elektrane (termoelektrane i fotonaponske elektrane),
- Hidroenergija i hidroelektrane (protočne, akumulacione, reverzibilne),
- Energija vetra i vetroelektrane (kopnene, morske, hibridne),
- Energija mora i okeana (plima i oseka, talasi, morske struje, toplotna energija okeana),
- Geotermalna energija i njene primene (direktna upotreba i geotermalne elektrane),
- Biomasa i elektrane na biomasu (princip rada, kogeneracijski sistemi),
- Prednosti i izazovi primene obnovljivih izvora energije,
- Globalni i regionalni primeri obnovljivih energetske 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 primera obnovljivih izvora energije u svetu i regionu.
- **Praktične vežbe** – Istraživanje i analiza lokalnih energetske objekata (male hidroelektrane, solarne elektrane, elektrane na biomasu i geotermalni sistemi).
- **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 sistemu.
- Esej ili kratki seminarski rad – Tema: Kako obnovljivi izvori energije oblikuju budućnost energetike?
- Kritička analiza – Diskusija o izazovima i mogućnostima primene obnovljivih izvora energije u savremenim društvima.
- Praktični zadatak – Analiza energetske postrojenja u regionu kroz terenski obilazak ili digitalno istraživanje.

Vežba: Istraživački rad – Analiza energetske postrojenja u regionu

Cilj vežbe:

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

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, operatori).
- Koriste pouzdane izvore (vladini izveštaji, energetske kompanije, ekološke organizacije).

Analiza

- Proceniti doprinos elektrana u snabdevanju energijom.
- Razmotriti ekonomske koristi i uticaj na životnu sredinu.

Prezentacija rezultata

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

Evalvacija 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 vetra
- c) **Prirodni gas**
- d) Hidroenergija

3. Kako delimo 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) Sagorevanje biomase
- d) Hidraulični ciklus

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

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

9. Koja vrsta hidroelektrana koristi snagu plime i oseke?

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

10. Šta omogućava hibridnim solarnim elektranama da rade i u periodima bez sunčeve energije?

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

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

- a) Jačina vetra
- 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) Vetrolektrana
- d) Hidroelektrana

14. Šta je osnovna karakteristika malih hidroelektrana?

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

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

- a) Nuklearna energija
- b) **Organska materija biljnog i životinjskog porekla**
- 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 rekama

17. Koja tehnologija koristi ogledala u obnovljivim izvorima energije?

- a) **Termalne solarne elektrane**
- b) Geotermalne elektrane
- c) Vetroturbine
- 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 promenama klimatskih uslova
- d) Ne zahtevaju 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 vetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Upoznati učenike/polaznike sa rizicima rada u vetroelektranama i načinima smanjenja opasnosti primenom adekvatnih zaštitnih mera.

Ključne teme:

- Ekstremni vremenski uslovi (visoke i niske temperature, vetar, vlažnost),
- Buka i vibracije koje mogu izazvati zdravstvene probleme,
- Rizici rada na visini i primena 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 merama,
- 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. Primena mera bezbednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Osposobiti učenike/polaznike za prepoznavanje i primenu sigurnosnih procedura pri izvođenju radova na vetroelektranama.

Ključne teme:

- Podela 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 primeni mera zaštite,
- Diskusija o važnosti „pet zlatnih pravila”,
- Radionice o primeni lične zaštitne opreme.

Evaluacija:

- Pitanja i odgovori na kraju časa – Sažeti ključne informacije kroz diskusiju i proveriti razumevanje učenika/polaznika postavljanjem pitanja o praktičnoj primeni mera bezbednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vetroelektranama.

3.3. Sprovođenje mera bezbednosti i mera lične zaštite pri radu na visini u vetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Osposobiti učenike/polaznike za primenu mera bezbednosti i korišćenje lične zaštitne opreme prilikom izvođenja radova na visini u vetroelektranama.

Ključne teme:

- Lokacije radova na visini (stubovi vetroturbina, 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 primerima nesreća i njihovim uzrocima.
- Simulacija radne situacije uz korišćenje modela i sigurnosne opreme.

Evaluacija:

- Kviz o primeni mera bezbednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vetroelektrani
- Analiza stvarnih nesreća i diskusija o preventivnim merama.
- Praktična provera znanja kroz realizaciju zadate praktične vežbe.

Praktične vežbe:

Zadatak 1: Simulacija evakuacije

Cilj vežbe:

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

Priprema učionice ili radnog prostora:

- Osigurati sigurno okruženje za izvođenje simulacije evakuacije.
- Postaviti anker tačke i proveriti ispravnost svih sigurnosnih pojaseva i karabinera.
- Podeliti uloge u timu.

Objašnjenje zadatka:

- Ukazati na važnost pravilne primene 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 vežba izvodi u kontrolisanim i bezbednim uslovima.

Evaluacija i završna provera:

- Analizirati način izvođenja vežbe i identifikovati moguće greške.
- Razgovarati sa učesnicima o izazovima i načinima poboljšanja.
- Pružiti povratne informacije o efikasnosti timskog rada i pravilnosti korišćenja sigurnosne opreme.

Zadatak 2: Simulacija spašavanja sa visine**Cilj vežbe:**

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

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

- Osigurati odgovarajuće mesto za simulaciju spašavanja, uz bezbednosne mere kako bi se sprečile povrede.
- Pregledati sigurnosnu mrežu, užad, koloturnike i karabinerske kopče radi provere ispravnosti 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 provera:

- 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: Primena mera bezbednosti i zaštite na radu prilikom izvođenja radova na vetroelektranama

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

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

- 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) Provera disanja i pulsa
- b) **Isključenje napona**
- c) Direktno povlačenje unesrećenog
- d) Upotreba vode za hlađenje tela

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 vežbi, omogućiti učenicima/polaznicima da postave pitanja i dodatno diskutuju o realnim izazovima evakuacije i spašavanja u industrijskom okruženju.

Video:**Simulaciju pada sa gondole vetroelektrane**

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

Upotreba i karakteristike delova lične zaštitne opreme

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

3.4. Primena mera za smanjenje negativnog uticaja vetroelektrana na životnu sredinu

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme:

- Negativni uticaji vetroelektrana 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 vetroelektrana.
- Primeri dobre prakse iz sveta.

Nastavne metode:

- Predavanje sa diskusijom – nastavnik može objasniti ključne aspekte ekoloških izazova i mera zaštite.
- Analiza studija slučaja – učenici/polaznici mogu istraživati primere 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 vetroturbina.
- Praktične vežbe – Upravljanje otpadom i primena zaštitne opreme pri sprovođenju mera zaštite životne sredine

Evaluacija:

- Samostalni zadatak – istraživanje načina reciklaže vetroturbina u različitim zemljama i analiza njihove održivosti.
- Esej ili kratki seminarski rad – učenici/polaznici mogu pisati na temu: Kako tehnologije smanjuju negativne ekološke efekte vetroelektrana?
- Kritička analiza – diskusija o balansu između koristi vetroelektrana i njihovog uticaja na životnu sredinu.
- Praktična provera znanja kroz realizaciju zadate praktične vežbe.

Praktične vežbe:

Zadatak 1: Upravljanje otpadom u vetroelektrani

Cilj vežbe:

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

- Pre početka vežbe, održati kratko teorijsko predavanje o vrstama otpada u industriji vetroelektrana i ekološkim propisima za njegovo zbrinjavanje.

- Učenike/polaznike podeliti u manje grupe i dodeliti im specifične zadatke vezane za identifikaciju, razvrstavanje i pravilno skladištenje otpada.
- Prikazati primere 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 vežbe, analizirati postupke razvrstavanja i diskutovati o mogućnostima za unapređenje procesa reciklaže i ponovne upotrebe materijala.

Završna provera:

- Nastavnik će proveriti 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 predloge za poboljšanja.
- Učenici/Polaznici mogu pripremiti kratke izveštaje o ekološkim propisima i njihovoj primeni u industriji vetroelektrana.

Zadatak 2: Primena zaštitne opreme pri sprovođenju mera zaštite životne sredine**Cilj vežbe:**

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

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

Završna provera:

- Proveriti da li su učenici/polaznici ispravno koristili zaštitnu opremu i da li su ispravno rukovali otpadom i hemikalijama.
- Analizirati izveštaje učenika/polaznika o postupanju sa opasnim materijalima i diskutovati o mogućnostima poboljšanja procedura.
- Učenici/Polaznici mogu predložiti dodatne mere za poboljšanje sigurnosti i ekološke efikasnosti u postupanju s otpadom.

Napomena za nastavnike:

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

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

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

4. ENERGIJA VETRA

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme:

- Definicija i nastanak vetra,
- Uticaj atmosferskih faktora na brzinu i smer vetra,
- Merenje jačine vetra (vetrokaz, Beufortova skala),
- Potencijal energije vetra i formula za izračunavanje snage vetra.

Nastavne metode:

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

Evaluacija:

- Rad u grupama: analiza Beufortove skale.

4.1. Osnovne primene energije vetra

Cilj nastavne jedinice:

Predstaviti učenicima/polaznicima načine iskorišćavanja energije vetra, istorijski razvoj i savremene tehnologije vetroelektrana.

Ključne teme:

- Istorijski razvoj korišćenja energije vetra,
- Savremene vetroelektrane i vetrogeneratori,
- Prednosti i izazovi iskorišćavanja energije vetra,
- Globalni trendovi u proizvodnji električne energije iz vetra.

Nastavne metode:

- Diskusija o istorijskom razvoju i primerima korišćenja energije vetra,
- Grupni rad: analiza podataka o proizvodnji energije iz vetra u različitim zemljama.

Evaluacija:

- Vežba – istraživački rad: Istražiti instalisane kapacitete u svom regionu i uporediti sa svetskim tržištem u oblasti vetroelektrana,
- Prezentacija istraživačkog rada učenika/polaznika.

Vežba:**Istražiti instalirane kapacitete u svom regionu i uporediti sa svetskim tržištem****Cilj vežbe:**

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

Uvodno objašnjenje – Objasniti pojam instaliranih kapaciteta vetroelektrana (izražava se u MW i GW) i značaj vetroenergije u energetsom sistemu.

Istraživanje – Učenici/Polaznici pojedinačno ili u grupama prikupljaju podatke o lokalnim vetroelektranama (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 vetroelektrana u regionu i kako se on uklapa u globalne trendove.

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

Napomena:

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

4.2. Karakteristike vetroelektrana

4.2.1. Definicije vetroagregata i vetroelektrane

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme:

- Definicija i svrha vetroagregata,
- Principijelna šema konverzije energije vetra u električnu energiju.

Nastavne metode:

- Predavanje uz vizuelne prikaze i animacije,
- Grupna diskusija o konverziji energije vetra u električnu energiju.

Evaluacija:

- Rad u grupama - analiza ključnih karakteristika vetroelektrana.

4.2.2. Vrste vetroagregata i njihove karakteristike

Cilj nastavne jedinice:

Predstaviti učenicima/polaznicima različite vrste vetroagregata i njihove karakteristike.

4.2.2.1. Vetroagregati prema položaju osovine

Cilj nastavne jedinice:

Upoznati učenike/polaznike s podelom vetroturbina prema položaju osovine, razlikama između turbina s horizontalnom i vertikalnom osom, njihovim prednostima, nedostacima i primenom u praksi.

Ključne teme:

- Osnovne karakteristike vetroturbina sa horizontalnom osom okretanja (VSHO),
- Prednosti i nedostaci VSHO turbina,
- Osnovne karakteristike vetroturbina sa vertikalnom osom okretanja (VSVO),
- Vrste VSVO turbina: Dariusova turbina, Giromil turbina, Gorlova 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 primenjive.
- Rad u grupama – Učenici/Polaznici upoređuju karakteristike dve vrste turbina i zaključuju koja je pogodnija za određene klimatske i geografske uslove.

Evaluacija:

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

4.2.2.2. Vetroagregati prema vrsti vetrogeneratora

Smernice za nastavnike: Prema vrsti vetrogeneratora

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme:

- Osnovne vrste vetrogeneratora,
- Vetroagregati sa indukcionim kaveznom vetrogeneratorom,
- Vetroagregati sa sinhronom mašinom i turbinom sa promenljivom brzinom obrtanja,
- Vetroagregati sa dvostrano napajanom indukcionom mašinom,
- Vetroagregati sa višepolnom sinhronom mašinom sa direktnim pogonom,
- Poređenje različitih tipova generatora prema efikasnosti, stabilnosti, načinu povezivanja na mrežu i ekonomskoj isplativosti,
- Primena frekventnih pretvarača i upravljanje brzinom vetroturbine.
- Prednosti i ograničenja različitih vrsta generatora u zavisnosti od lokacije i snage vetroelektrane.

Nastavne metode:

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

Evaluacija:

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

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

Upoznati učenike/polaznike s podelom vetroelektrana 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 primenu u različitim energetske okruženjima.

Ključne teme:

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

Nastavne metode

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

Evaluacija:

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

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

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

Ključne teme:

- Onshore vetroelektrane – Karakteristike, prednosti i izazovi kopnenih vetroelektrana.
- Offshore vetroelektrane – Razlika između priobalnih i plutajućih vetroelektrana, prednosti i tehnički izazovi.
- Visinske vetroelektrane – Tehnologije u razvoju i potencijal iskorišćavanja vetra na velikim visinama.

- Faktori pri odabiru lokacije – Brzina i stabilnost vetra, udaljenost od elektroenergetske mreže, ekološki aspekti.

Nastavne metode:

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

Evaluacija:

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

Video:

Princip rada offshore vetroelektrana

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

4.2.2.5. Vetroagregati prema snazi

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme:

- Male vetroelektrane – Karakteristike, primena, prednosti i ograničenja.
- Velike vetroelektrane (vetroparkovi) – Kapaciteti, infrastruktura i ekonomska isplativost.
- Distribuirana proizvodnja energije – Uloga malih vetroturbina u lokalnim zajednicama.

Nastavne metode:

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

Evaluacija:

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

Vežba:**Proučiti primere vetroelektrana u vašoj regiji****Cilj istraživačkog rada:**

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

Koraci istraživanja:**Prikupljanje podataka o vetroelektranama u regionu**

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

Klasifikacija vetroelektrana prema ključnim parametrima

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

Upoređivanje sa globalnim primerima

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

Analiza prednosti i izazova lokalnih vetroelektrana

- Koje su prednosti postojećih vetroelektrana 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 izveštaj, 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 vetroenergetike 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 vetroelektrana u svom regionu?

4.2.3. Struktura vetroelektrane

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme:

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

Nastavne metode:

- Predavanje teorijskog dela nastavne jedinice,
- Grupna analiza funkcionalnosti pojedinih sistema,
- Diskusija o ulozi vetroelektrana u elektroenergetskoj mreži.

Evaluacija:

- Rad u grupama: analiza delova i njihovih funkcija.

4.2.4. Elementi vetroagregata

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme:

- Karakteristike elemenata vetroagregata.

Nastavne metode:

- Proučavanje nacrti i modela vetroagregata,
- Pregled video materijala,

Evaluacija: Kviz o elementima vetroagregata.

Kviz 3: Elementi vetroagregata

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

1. Koji su osnovni elementi rotora vetroagregata?

- a) **Lopatice, glava rotora, osovina**
- b) Transformator, toranj, kablovi
- c) Anemometar, vetrokaz, kondenzatorska baterija
- d) Hidraulična kočnica, multiplikator, generator

2. Koja komponenta vetroagregata služi za merenje brzine vetra?

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

3. Koja vrsta generatora se najčešće koristi u vetroelektranama?

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

4. Koji sistem omogućava okretanje gondole prema smeru vetra?

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

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

- a) **Tačno**
- b) Netačno

6. Koji element omogućava promenu napona proizvedenog u vetroturbini u odgovarajući napon za mrežu?

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

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

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

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

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

9. Koja komponenta služi za zaštitu vetroagregata 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 vetroturbinu u slučaju hitnog zaustavljanja?

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

Video:**Simulacija rada vetroagregata**

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

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

Cilj nastavne jedinice:

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

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 provera sposobnosti pravilnog korišćenja određenih alata.

Praktične vežbe:

Zadatak 1: Korišćenje ručnih i električnih alata

Cilj vežbe:

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 vežbe:

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

Završna provera:

- Proveriti ispravnost rukovanja alatima kroz demonstraciju praktičnih zadataka.
- Proceniti koliko su učenici/polaznici razumeli 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 vežbe:

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

- Pre početka vežbe, 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 bezbednosti električnih instalacija.
- Podeliti 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 merenje određenih parametara.
- Tokom vežbe nadzirati učenike/polaznike, ispravljati eventualne greške i ukazivati na faktore koji utiču na izbor materijala za elektroinstalacije.
- Na kraju vežbe, organizovati prezentaciju rezultata svake grupe i diskutovati o odabiru materijala u specifičnim uslovima rada.

Završna provera:

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

Video:

Specijalizovani avion za transport opreme vetroelektrane

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

5. MONTIRANJE I DEMONTIRANJE ELEKTROENERGETSKE OPREME U VETROELEKTRANAMA

5.1. Priprema terena za montažu elektroenergetske opreme u vetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme:

- Vrste temelja za vetroturbine (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 pre 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 rešenja – Učenici mogu analizirati različite vrste temelja i rovova te doneti zaključke o njihovoj primeni u različitim uslovima.
- Diskusija i praktična procena – Evaluacija učenikovog/polaznikovog razumevanja kroz razmenu mišljenja o izazovima i standardima u procesu pripreme terena.

5.2. Montiranje i demontiranje montažne konstrukcije opreme u vetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Ova nastavna jedinica ima za cilj upoznati učenike/polaznike s vrstama montažnih konstrukcija u vetroelektranama, 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 merama i praktičnim izazovima u radu.

Ključne teme

- Toranj i gondola vetroagregata – 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 vetroelektranama,
- Koraci montaže i demontaže elektroenergetske infrastrukture,
- Povezanost nosača s električnim instalacijama,
- Konstrukcije za meteorološku opremu i sigurnosne kamere,
- Uloga meteoroloških senzora u optimizaciji rada vetroelektrana,
- Smeštaj i način montaže sigurnosnih kamera,
- Uticaj vremenskih uslova na instalacije,
- Kontejneri za transformatorske stanice i sisteme za skladištenje energije,
- Funkcija kontejnerskih konstrukcija u vetroelektranama,
- 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 primere vetroelektrana 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 tipove tornjeva vetroelektrana i njihove prednosti, na osnovu ranije prikupljenih podataka.

Istraživački zadatak – Studija primera različitih konstrukcija tornjeva vetroagregata

Zadatak: Učenici/Polaznici trebaju istražiti i uporediti različite tipove tornjeva koji se koriste u vetroelektranama (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 vetroturbine, troškovi izgradnje).
- Prikazati podatke u tabeli i napraviti kratak zaključak.

Oblik rada: Samostalno/grupno istraživanje uz izradu pisanog izveštaja 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 vetroagregata?

Kviz 4 – Provera znanja o montažnim konstrukcijama u vetroelektranama

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

1. Koja je osnovna funkcija montažnih konstrukcija u vetroelektranama?

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

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

- 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 vetroagregata?

- 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 vetroagregata?

- a) Zamena ulja u generatoru
- b) Završetak životnog veka ili modernizacija sistema**
- c) Smanjenje broja vetroelektrana u svetu
- d) Nedostatak vetra na određenim lokacijama

Video:

Detaljan prikaz montaže tornja i gondole.

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

Edukativni video o vetroagregatima.

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

Montiranje vetroagregata off-shore vetroelektrane

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

Grupna diskusija – Problemi i izazovi pri demontaži vetroturbina

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

Pitanja za diskusiju:

- Koji su najveći izazovi tokom montaže tornja vetroelektrane?
- Kako se osigurava stabilnost tornja pri jakim udarima vetra?
- Koji su glavni tehnički problemi pri demontaži tornjeva i gondola?
- Kako se može obezbediti sigurna demontaža u ekstremnim vremenskim uslovima (npr. priobalne vetroelektrane)?
- Kako se rešava transport i reciklaža materijala nakon demontaže?
- Šta se može unaprediti u procesu demontaže kako bi se smanjili troškovi i vreme izvođenja radova?
- Šta bi moglo poboljšati sigurnost radnika pri montaži i demontaži vetroagregata?

5.3. Montiranje/demontiranje i povezivanje elektroenergetske opreme u vetroelektranama

Cilj nastavne jedinice:

Omogućiti učenicima razumevanje i ovladavanje procesima montaže, demontaže i povezivanja elektroenergetske opreme u vetroelektranama. Kroz teorijsku nastavu i praktične vežbe, 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 vetroelektrane,
- Proces podizanja i postavljanja gondole,
- Sigurnosne mere 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 vetroagregata

- 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 vetroelektrani

- 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 vetroelektranama.
- 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 vetroagregata 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 vetroagregata.

Vežba:**Istraživački zadatak: Proces povezivanja elektroenergetske opreme u gondoli****Cilj zadatka**

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

Instrukcije za realizaciju**Uvodno predavanje**

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

Podela učenika/polaznika u grupe ili individualni rad

- Podeliti 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 izveštaje i video-materijale kako bi prikupili informacije o metodama povezivanja elektroenergetskih komponenti.
- Mogu kontaktirati stručnjake ili preduzeća iz oblasti elektroenergetike i vetroelektrana radi dodatnih informacija.

Analiza i priprema rezultata

- Učenici analiziraju prikupljene podatke i izrađuju kratke izveštaje ili prezentacije u PowerPoint-u.
- 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 izveštaj pred razredom.
- Ostali učenici postavljaju pitanja i diskutuju o istraženim temama kako bi se podstakla kritička analiza i razmena ideja.

Evaluacija istraživačkog rada:

Razumevanje 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 vežbi, 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 vetroagregata?

- a) Smanjenje brzine vetra
- b) Obezbeđenje zaštite od atmosferskih uticaja
- c) **Smeštaj ključnih elektroenergetskih komponenti**
- d) Prenos snage na mrežu

2. Koja je osnovna funkcija konvertora u vetroagregatu?

- a) Prenos mehaničke energije na rotor
- b) **Stabilizacija promenljive frekvencije za potrebe priključenja na mrežu**
- c) Praćenje brzine vetra
- 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) **Provera električnih priključaka, spajanje generatora sa konvertorom, uzemljenje i provera faznog sleda**
- 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 isključnik i varistor**
- d) Mehanički prekidač

5. Koji od sledećih sistema omogućava automatsku kontrolu vetroagregata?

- a) Mehanička kočnica
- b) **PLC kontroler**
- c) Hidraulični sistem
- d) Toplotni senzor

6. Koji su glavni delovi kablovskog sistema unutar gondole?

- a) **Napojni kablovi, razvodni ormar i zaštitni nosači**
- b) Metalne šine i izolacione ploče
- c) Termalne kamere i merni senzori
- d) Kondenzatori i osigurači

7. Koji su ključni koraci testiranja električnih komponenti unutar gondole?

- a) **Vizuelna inspekcija, merenje električnih parametara, probni rad i podešavanje upravljačkog sistema**
- b) Samo provera sigurnosnih kablova
- c) Samo ispitivanje otpora izolacije
- d) Isključivanje vetroagregata bez dodatnih testova

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

Cilj nastavne jedinice:

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

Ključne teme

- Lična zaštitna oprema (LZO) – Uloga kaciga, sigurnosnih pojaseva, zaštitne odeće 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, testeri napona i sistemi zaštite od strujnog udara.
- Procedura provere i korišćenja zaštitne opreme – Standardne operativne procedure za proveru i pravilno korišćenje zaštitne opreme.
- Hitne mere 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 bezbednosnih procedura pri montaži i demontaži elemenata vetroelektrane.
- 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 vežbu upotrebu zaštitne opreme (sigurnosni pojas, kacige, dielektrične rukavice).
- Zadatak: Napisati seminarski rad/PPT o ličnoj ili kolektivnoj zaštitnoj opremi na gradilištima vetroelektrana.

Evaluacija

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

Kviz 6 – Provera znanja o zaštitnim sredstvima i opremi

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

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

- a) Povećava vidljivost radnika
- b) Štiti od udaraca i padajućih predmeta**
- c) Omogućava lakšu komunikaciju
- d) Pruža dodatnu ventilaciju

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

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

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

- a) Kožne rukavice
- b) Dielektrične rukavice**
- c) Gumene rukavice
- d) Platnene rukavice

4. Šta predstavlja kolektivnu zaštitnu opremu u vetroelektranama?

- a) Sigurnosne kacige i zaštitne naočare
- b) Sigurnosne barijere, zaštitne mreže, sistemi protiv udara groma**
- c) Izolovane alate i testere napona
- d) Električne rukavice i zaštitne cipele

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

- a) Reflektujući prsluci i radio uređaji
- b) Izolovana obuća, rukavice i podloge**
- c) Zaštitne naočare i antifoni
- d) Gasne maske i respiratori

Vežba:**Seminarski rad – Lična ili kolektivna zaštitna oprema u vetroelektranama**

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

Uputstvo:

- Objasniti važnost sigurnosnih barijera i zaštitnih mreža.
- Opisati kako funkcioniše sistem zaštite od udara groma na vetroturbinama.
- Istražiti kako pravilno postavljanje signalizacije i označavanje radnih zona smanjuje rizik od nesreća.
- Dati primere 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 proveravati ispravnost zaštitne opreme?
2. Koje zaštitne mere se moraju primeniti pri radu na visini?
3. Kako se kolektivna zaštitna sredstva postavljaju u vetroelektrani?

6. IZVOĐENJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA VETROELEKTRANA

6.1. Vrste i osnovni elementi električnih instalacija vetroelektrana

Cilj nastavne jedinice:

Učenici/Polaznici će se upoznati sa vrstama i osnovnim elementima električnih instalacija vetroelektrana, 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 vetroelektrana.

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 vetroelektrana, uključujući pripremu, izvođenje i završnu proveru 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 obeležavanja 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 vežba:

Zadatak: Izrada kablovskih završetaka za energetske kablove

Cilj vežbe:

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

- Pre početka, nastavnik treba objasniti različite tipove kablovskih završetaka i prikazuje potrebne alate (sekači, 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 izbegavati.
- Podeliti polaznike u manje grupe i nadgledati njihov rad, pružajući korekcije gde je potrebno.

- Naglasiti važnost zaštitne opreme i bezbednog rukovanja alatima, posebno pri testiranju spojeva.
- Na kraju vežbe, analizirati izvedene spojeve i razgovarati o izazovima i mogućim poboljšanjima u radu.

Završna provera:

- Pregledati tačnost i kvalitet izrađenih kablovskih završetaka.
- Proveriti 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 da razumeju čemu služe razvodne i komandne table, ormari i pultovi u vetroelektranama, 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 spoljnih uticaja.

Nastavne metode

- Predavanje uz upotrebu tehničkih crteža i šema,
- Demonstracija montiranja elektroinstalacionih elemenata,
- Radionice za analizu tehničke dokumentacije,
- Grupni rad na rešavanju 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 vežba:

Zadatak: Montiranje razvodnih i/ili komandnih tabli

Cilj vežbe:

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

Priprema učenika/polaznika:

- Podeliti učenicima tehničku dokumentaciju i objasniti zadatak.
- Pojasniti osnovne principe rada razvodnih i komandnih tabli.
- Ukazati na sigurnosne mere 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 izvode postupak montaže i povezivanja.
- Nastavnik nadgleda rad i ispravlja greške u realnom vremenu.

Analiza i evaluacija rada:

- Nakon što učenici završe vežbu, nastavnik proverava 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 provera 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 rešenja 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 merama.
- Analiza slučaja – diskusija o potencijalnim problemima u instalaciji i predlozi za poboljšanje povezivanja sistema.
- Presentacija rešenja – svaka grupa analizira dobijenu instalaciju i objašnjava primenjene metode povezivanja i sigurnosne aspekte.

6.5. Izvođenje instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite vetroelektrana

Cilj nastavne jedinice

Učenici/Polaznici će naučiti princip rada i značaj uzemljivačkih sistema i gromobranske zaštite u vetroelektranama. Razumeće različite vrste uzemljenja i njihovu primenu u zaštiti vetroturbina, transformatorskih stanica i električne mreže vetroelektrane, kao i postupke ispitivanja efikasnosti uzemljivačkih sistema.

Ključne teme

- Uloga i značaj uzemljenja i gromobranske zaštite,
- Uzemljivački sistem vetroturbina,
- Uzemljenje transformatorskih stanica,
- Uzemljenje elektroenergetske mreže vetroelektrane,
- Zaštita od prenapona u vetroelektranama.

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 provere 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.
- Presentacija rešenja – učenici/polaznici predlažu strategije zaštite elektroenergetskih sistema u vetroelektranama kroz primenu optimalnih uzemljivačkih tehnika

6.6. Merenje i kontrola performansi komponenti vetroturbina

Cilj nastavne jedinice

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

Ključne teme

- Merenje tehničkih parametara vetroturbina
 - Brzina vetra i performanse lopatica (anemometri i vetrokazi),
 - Vibracije i stabilnost rotora (senzori vibracija),
 - Temperatura kritičnih delova (ležajevi, generator, menjač),
 - Napon i struja generatora (merenje 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 provera mehaničkih spojeva,
 - Električna merenja (napon, struja, kontinuitet),
 - Funkcionalno testiranje sistema nadzora i kontrole,
 - Test opterećenja (provera 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 vetroelektrana i diskusija o uzrocima odstupanja performansi.
- Studija slučaja – Simulacija testiranja vetroturbine uz upotrebu softvera.

Evaluacija

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

7. ODRŽAVANJE OPREME I MONITORING U VETROELEKTRANAMA

7.1. Vrste održavanja i aktivnosti pri održavanju vetroelektrana

Cilj nastavne jedinice

Učenici/Polaznici će naučiti različite vrste održavanja vetroelektrana, 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 veka 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 vetroelektrana

Cilj nastavne jedinice

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

Ključne teme

- Vizuelni pregled elemenata vetroelektrane,
- Detekcija mogućih oštećenja i nepravilnosti,
- Merenje karakterističnih parametara sistema,
- Analiza i interpretacija rezultata merenja,
- Sigurnosne mere 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 mernih instrumenata,
- Praktične vežbe – Izvođenje pregleda i merenja u stvarnim ili simuliranim uslovima.

Evaluacija

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

Praktične vežbe:

Zadatak 1: Vizuelni pregled elemenata vetroelektrane

Cilj vežbe:

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

Uvodna priprema i objašnjenje zadatka

- Upoznati polaznike sa značajem vizuelnog pregleda u održavanju vetroelektrana.
- 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

- Podeliti učenike/polaznike u timove i dodeliti im određene delove vetroelektrane 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 izveštaja i analiza nalaza

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

Završna provera:

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

Zadatak 2: Merenje električnih i neelektričnih veličina

Cilj vežbe:

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

Uvod u merenje i sigurnosne smernice

- Objasniti svrhu merenja ključnih parametara vetroelektrane (napon, struja, frekvencija, snaga, temperatura).
- Pojasniti siguran način rukovanja mernim instrumentima (multimetar, anemometar, termovizijska kamera).

- Podeliti učenike/polaznike u timove i dodeliti im konkretne zadatke merenja.

Praktično izvođenje merenja

- Učenici će postaviti uređaje za merenje na odgovarajuće tačke.
- Izvršiti merenja električnih parametara sistema, uz precizno evidentiranje vrednosti u merni protokol.
- Koristiti termovizijsku kameru za otkrivanje potencijalnih problema s pregrevanjem komponenti.
- Uporediti očitane vrednosti sa standardnim tehničkim specifikacijama.

Analiza rezultata i interpretacija podataka

- Svaki tim će analizirati izmerene vrednosti i uočiti eventualna odstupanja od očekivanih parametara.
- Diskutovati o mogućim uzrocima varijacija u očitanim vrednostima (promene u opterećenju, temperatura okoline, greške u sistemu).
- Na osnovu rezultata, učenici će pripremiti kratku analizu sa zaključcima i preporukama za poboljšanje rada sistema.

Završna provera:

- Evaluacija tačnosti i pouzdanosti merenja.
- Identifikacija mogućih grešaka u postupku merenja i načina za njihovu korekciju.
- Diskusija o primeni dijagnostičkih metoda u realnim uslovima rada vetroelektrana.

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 vetroelektrana

Cilj nastavne jedinice

Osposobiti učenike/polaznike za prepoznavanje kvarova i sprovođenje korektivnog održavanja kako bi vetroelektrana 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 – zamena 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 vežba – Dijagnostika kvara.

Evaluacija

- Praktična vežba – Dijagnostika kvara.
- Analiza zadataka – Procena ispravnosti dijagnostike i predloženih rešenja.
- Diskusija – Predlozi za poboljšanje održavanja i prevenciju kvarova.

Praktična vežba:

Zadatak: Dijagnostika kvara

Ovu praktičnu vežbu je moguće izvesti u saradnji sa lokalnom kompanijom koja održava vetroelektranu.

Cilj vežbe

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

Instrukcije za izvođenje vežbe:

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

Završna provera

- Analiza kvara – Evaluirati tačnost identifikacije kvara i njegovih uzroka.
- Upotreba dijagnostičkih uređaja – Proveriti ispravnost korišćenja instrumenata i tačnost očitavanja.
- Dokumentovanje rezultata – Pregledati izveštaj s opisom kvara, analizom i predlogom rešenja.
- Diskusija i zaključci – Razmotriti alternativne pristupe rešavanju problema i predložiti moguća poboljšanja u dijagnostičkom procesu.

7.4. Radovi održavanja električnih instalacija vetroelektrana

Cilj nastavne jedinice:

Osposobiti učenike/polaznike za razumevanje značaja i metoda održavanja električnih instalacija u vetroelektranama, uključujući preventivne i korektivne mere.

Glavne teme

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

Nastavne metode

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

Evaluacija

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

Praktična vežba:

Zadatak: Vizuelni pregled elemenata električnih instalacija

Cilj vežbe:

Učenici/Polaznici će naučiti kako da izvrše vizuelni pregled električnih instalacija vetroelektrane, da identifikuju potencijalne kvarove i predlože mere 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 razumeli 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 pregrevavanja, korozije, mehaničkih oštećenja i loših spojeva.
- Ohrabriti učenike/polaznike da koriste inspeksijsku lampu za teško dostupna mesta i da dokumentuju zapažanja.

Dokumentovanje nalaza i analiza

- Učenici/Polaznici fotografišu i zapisuju uočene nepravilnosti u inspekcijski izveštaj.
- Podstaći učenike/polaznike da analiziraju moguće uzroke problema i predlože korektivne mere.
- Organizovati diskusiju o tome kako preventivno održavanje može sprečiti kvarove.

Završna provera

- Pregledati inspekcijske izveštaje i oceniti tačnost procena učenika/polaznika.
- Diskutovati o najboljim praksama u održavanju električnih instalacija i mogućim poboljšanjima pregleda.
- Povezati rezultate vežbe sa realnim scenarijima održavanja vetroelektrana.

Kviz 7: Održavanje opreme u vetroelektranama

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

1. Koja je osnovna svrha preventivnog održavanja vetroelektrana?

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

2. Koje su osnovne aktivnosti preventivnog održavanja vetroelektrana?

- a) Zamena istrošenih delova, podmazivanje, vizuelni pregled i merenje električnih veličina**
- b) Isključivo popravka havariisanih sistema
- c) Samo čišćenje i zamena filtera
- d) Povećavanje brzine rotora radi optimizacije rada

3. Koji je primarni cilj korektivnog održavanja?

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

4. Šta se proverava tokom vizuelnog pregleda elemenata vetroelektrane?

- a) Boja lopatica vetroturbine
- b) Postojanje pukotina, korozije, deformacija i pregrevavanja**
- c) Učestalost rada vetroturbine
- d) Jačina vetra na lokaciji

5. Kojim uređajem se meri otpor uzemljenja?

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

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

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

7. Koje su osnovne metode dijagnostike kvarova u vetroelektranama?

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

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

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

9. Koje mere treba preduzeti nakon otklanjanja kvara na vetroelektrani?

- a) Vratiti sistem u rad bez dodatnih provera
- 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 vetroelektrana?

- a) Za detekciju temperaturnih anomalija na električnim komponentama**
- b) Za merenje brzine vetra
- c) Za proveru ispravnosti rotora
- d) Za proveru nivoa ulja u turbini

Dodatne preporuke za nastavnike:

- Korišćenje video materijala – Preporučuje se korišćenje 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 vetroelektranama
- Praktični rad u saradnji s industrijom – Ukoliko postoji mogućnost, organizovati posetu lokalnoj kompaniji koja održava vetroelektrane kako bi učenici videli primenu teorijskih znanja u praksi.
- Analiza studija slučaja – Učenici mogu raditi na analizi konkretnih kvarova i predlagati rešenja na osnovu naučenih principa.

7.5. Prikupljanje, obrada i čuvanje podataka u vetroelektranama

Predlaže se da se ova nastavna jedinica realizuje u realnim uslovima prilikom posete vetroelektrane.

Cilj nastavne jedinice

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

Ključne teme

- Uloga i značaj prikupljanja podataka u vetroelektranama,
- Ključni sistemi za praćenje parametara i njihova funkcija,
- Vrste senzora i mernih uređaja u vetroelektranama,
- Komunikaciona i mrežna oprema,
- SCADA sistem – upravljanje i nadzor vetroelektrana,
- Sistemi za čuvanje i analizu podataka,
- Sigurnosni sistemi i cyber zaštita podataka.

Nastavne metode

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

Evaluacija

- Usmeno ispitivanje – Pitanja o ključnim komponentama sistema za nadzor i čuvanje podataka.
- Izveštaj učenika/polaznika – Svaka grupa priprema izveštaj o realizovanoj poseti vetroelektrani.

8. ZAKLJUČAK I PREPORUKE

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

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

Međutim, izvođenje praktične nastave u realnim uslovima predstavlja značajan izazov zbog ograničenih materijalnih resursa, specifičnosti opreme i potrebnih sigurnosnih mera. Instalacija i održavanje elektroenergetske opreme u vetroelektranama zahtevaju 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 rešenja za prevazilaženje ograničenja praktične obuke. Ove tehnologije omogućavaju učenicima da u potpuno sigurnom i kontrolisanom okruženju steknu praktične veštine, uvežbaju ključne procese i pripreme se za rad na terenu. Integracija VR i AR simulacija u edukaciju može značajno unaprediti 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, gde god je moguće, organizuju saradnju sa lokalnim kompanijama koje rade na izgradnji i održavanju vetroelektrana, kako bi učenici stekli dodatno iskustvo kroz industrijsku praksu. U situacijama kada to nije moguće, VR i AR simulacije predstavljaju optimalno rešenje za sticanje praktičnih kompetencija. Osim poseta postrojenjima, mogu se organizovati i tematski događaji sa ciljem izlaganja učeničkih radova ili manjih projekata na temu iskorišćenja obnovljivih izvora električne energije.

U cilju boljeg povezivanja teorijskih znanja sa praktičnim veštinama, 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 vetroelektrana, gde 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 uvežbaju 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 razumeju složenost elektroenergetske opreme u vetroelektranama.
3. Podsticati istraživački rad i inovacije – Kroz projektne zadatke i seminare, učenike/ polaznike treba ohrabrivati da istražuju nove tehnologije u oblasti vetroenergetike.
4. Naglasiti sigurnost na radu – Učenici moraju steći svest 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 proverili znanje učenika/polaznika i motivisali ih na aktivno učenje.
6. Razvijati saradnju sa industrijom – Gde god je moguće, organizovati posete vetroelektranama, 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 vetroelektranama, 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 vetroelektrana. Njegova primena omogućava nastavnicima da kvalitetno planiraju i realizuju nastavu, unaprede 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 unaprediti proces obuke, omogućavajući učenicima/polaznicima da na inovativan način steknu praktične veštine neophodne za tržište rada.

9. MATERIJALNI USLOVI I OPREMA

PROSTOR, OKVIRNI SPISAK OPREME I NASTAVNIH SREDSTAVA	FORMALNO OBRAZOVANJE komada	NEFORMALNO OBRAZOVANJE komada
Učionica za teorijsku nastavu	1	1
Laboratorija za praktičnu nastavu	1	1
Računar sa instaliranim namenskim softverom za praćenje nastave, realizaciju vežbi i proveru dostignutih znanja	11	4
Analogni merni instrumenti (voltmetar, ampermetar, ommetar, multimetar, vatmetar i dr.)	4	3
Digitalni merni instrumenti (multimetar, voltmetar, ampermetar, strujna klešta, vatmetar, frekvencmetar, osciloskop, mrežni analizator i dr.)	4	3
Merni instrumenti za merenje neelektričnih veličina (piranometar, digitalni termometar, temperaturni senzori, senzori vibracija, anemometar, vetrokaz, inklinometar, termovizijska kamera, mrežni analizator i dr.)	5	3
Izvor jednosmernog 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, klešta za skidanje izolacije, klešta kombinirke, sekačka klešta, lemilica i dr.)	10	3
Alat za obeležavanje i obradu materijala (štapni šestar, naprave za paralelno ocrtavanje, makaze, sekači, čekići, ključevi, testere, turpije za lim i drvo, klešta, brusilica, bušilica, bonsek i dr.)	10	3
Alat: izolaciona klešta, kompresiona klešta, sekači 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 sečenje izolacionog materijala, makaze za sečenje lima, testere, alat za spajanje lemljenjem, alat za savijanje lima, alat za savijanje profila, alat za probijanje, alat za prosecanje, alat za odsecanje, alat za izradu navoja, merni 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 (papučice, stopice, stezaljke za spajanje i pričvršćivanje)	5	3
Elementi gromobranske zaštite: hvataljke (gromobrani), odvođi (pocinčana traka), uzemljivač, merni spoj, spojni elementi (stezaljke, šrafovi i matice, papučice, vezice i dr.)	5	3
Materijal: provodnici i kablovi za ožičenje, kablovske glave, kablovske spojnice, stezaljke, spojnice, razdelnici, izolacione trake i drugi izolacioni materijal, PV cevi 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 obeležavanje 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 odeća i obuća, antifoni (zaštita od buke) i zaštitne naočare, maske sa filterima protiv isparavanja	10	3
Setovi za prvu pomoć, kompleti za vežbanje pružanja prve pomoći	5	3
Vatrogasni aparati, za demonstraciju i obuku u slučaju požara	5	3
Laboratorijski model vetroelektrane (simulator) sa tehničkom dokumentacijom (<i>Festo Didactic Wind turbine Simulator</i> ili slično)	1	1

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

Literatura i korišćeni izvori

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

Organizacije i standardizacijski izvori:

- European Wind Energy Association (EWEA) – www.ewea.org
- Global Wind Energy Council (GWEC) – www.gwec.net
- IEEE Power & Energy Society – www.ieee-pes.org
- International Electrotechnical Commission (IEC) – www.iec.ch
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2019). IEC 61400-1: Wind Turbines - Design Requirements
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2019). IEC 61400-1: Wind Turbines - Design Requirements
- Međunarodna agencija za obnovljive izvore energije (IRENA) – www.irena.org
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2017). Guidelines for Wind Energy Workers - Safety and Best Practices
- 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:
- VDE - Association for Electrical, Electronic & Information Technologies – www.vde.com
- World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency, Paris, France, 2017.
- <https://epa.org.me/wp-content/uploads/2023/09/DOKUMENTACIJA-ZA-ODLUCIVANJE-O-POTREBI-IZRADE-ELABORATA-PROCIJENE-UTICAJA-NA-ZIVOTNU-SREDINU.pdf>
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/8467935>
- <https://univdatos.com/news/offshore-wind-market>
- <https://www.engie.com/en/activities/renewable-energies/wind-energy/recycling-wind-turbines>

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/>



