



Прирачник за наставници

за инсталирање и одржување на
соларни фотонапонски системи

Издавач

Иницијатива за реформи во образованието во Југоисточна Европа - ERI SEE

Дечанска 8а, Белград, Србија

www.erisee.org, office@erisee.org

Автори

Меланија Каласан Марина Бралетиќ

За издавачот

Тина Шариќ

Издание

Белград, 2025

ISBN-978-86-82886-11-2

Содржина

1. ВОВЕД	5
1.1. Цел на прирачникот	5
1.2. Важност и примена на соларните фотонапонски системи	8
1.3. Структура на прирачникот	9
2. ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА	10
3. БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА И ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА	15
3.1. Можни опасности по безбедноста и здравјето на работниците при работа на соларни фотонапонски системи	15
3.2. Примена на безбедносни и заштитни мерки при работа при извршување на работи на соларни фотонапонски системи	16
3.3. Имплементација на безбедносни мерки и мерки за лична заштита при работа на висина во соларни фотонапонски системи	17
3.4. Имплементација на мерки за намалување на негативното влијание на соларните фотонапонски системи врз животната средина	22
4. СОНЧЕВА ЕНЕРГИЈА.....	25
4.1. Системи за сончева енергија и нивна примена	25
4.2. Соларни колекторски системи (СКС)	26
4.3. Концентрирани соларни системи (соларни термоелектрани)	27
4.4. Основни компоненти на соларните фотонапонски системи	32
4.5. Карактеристики и видови на соларни фотонапонски системи	33
4.6. Техничка документација и технички прописи	41
4.7. Материјали, алатки, опрема и уреди за работа на изградба и одржување на соларни фотонапонски системи	42
5. ИЗГРАДБА НА СОЛАРНИ ФОТОНАПОНСКИ СИСТЕМИ	45
5.1. Подготвителни работи за изградба на соларни фотонапонски системи	45
5.2. Инсталација на потпорни конструкции и фотонапонски панели	48
5.3. Инсталација и поврзување на опрема од соларни фотонапонски системи	51
5.4. Избор на заштитни средства и опрема за монтажа и расклопување на елементи од соларен фотонапонски систем	56
6. ИЗВЕДБА НА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ НА СОЛАРНИ ФОТОНАПОНСКИ СИСТЕМИ	59
6.1. Елементи и метод на изведување на електрични инсталации на соларни фотонапонски системи	59
6.2. Изведба на инсталација на еднонасочна електрична енергија на соларни фотонапонски системи	63
6.3. Изведување на електрична инсталација на наизменична струја на соларни фотонапонски системи	66
6.4. Изведба на инсталација за заземјување и инсталација на громобранска заштита на соларни фотонапонски системи	71
6.5. Најчести грешки при инсталирање на соларен фотонапонски систем	77

7. РАБОТА И ОДРЖУВАЊЕ НА СОЛАРНИ ФОТОНАПОНСКИ СИСТЕМИ	78
7.1. Подготвителна работа и почетно тестирање на соларни фотонапонски системи	78
7.2. Мониторинг на оперативните параметри на системот	80
7.3. Превентивно одржување и дијагностика	83
7.4. Интервенции и решавање на проблеми.....	86
7.5. Сезонски и долгорочни системски подготовки.....	89
7.6. Финансиски аспект на фотонапонските електрани	92
8. ЗАКЛУЧОК И ПРЕПОРАКИ.....	94
9. МАТЕРИЈАЛНИ УСЛОВИ И ОПРЕМА	96
Литература и користени извори.....	98
Организации и извори на стандардизација	99

1. ВОВЕД

1.1. Цел на прирачникот

Овој прирачник е изработен како дел од проектот RESET за услуги на обновлива енергија во образованието и обуката, кој го спроведува Секретаријатот на Иницијативата за реформи во образованието во Југоисточна Европа (ERI SEE) во соработка со Германското здружение за меѓународна соработка (GIZ), а е финансиран од Германското сојузно министерство за економска соработка и развој (BMZ). Прирачникот е изработен како поддршка на наставниците во средните училишта и предавачите на програми за образование на возрасни кои предаваат во областа на обновливите извори на електрична енергија. Прирачникот може да го користат надлежните министерства и образовни агенции, компании вклучени во практичната настава, центри за обука, приватни установи кои работат во областа на обновливата енергија, инструктори за практична настава и други заинтересирани страни.

Неговата цел е да обезбеди јасни методолошки упатства, практични препораки и дидактички стратегии за ефикасно спроведување на наставниот процес. Прирачникот ја следи содржината на прирачникот за ученици/учесници „Инсталација и одржување на соларни фотонапонски системи“, проширувајќи го со наставни објаснувања и упатства за водење на настава.

Материјалот е усогласен меѓу експерти од областа на обновливи извори на електрична енергија и образование од шест економии: Албанија, Босна и Херцеговина, Црна Гора, Косово*¹, Северна Македонија и Србија, вклучени во имплементацијата на проектот.

Со оглед на глобалниот тренд на преминување кон обновливи извори на енергија, овој прирачник придонесува за обука на наставници за квалитетна подготовка на ученици/учесници во една од најперспективните области на енергетиката. Програмата на курсот опфаќа клучни теми од областите на инсталација, одржување и безбедносни мерки во соларните фотонапонски системи, а наставниците играат клучна улога во пренесувањето на знаењата и вештините неопходни за работа во оваа индустрија.

Цели на прирачникот

Овој прирачник им овозможува на наставниците:

- Структуриран пристап кон наставата, со комбинација од теоретски објаснувања и практични вежби.
- Развивање методолошки стратегии за активно вклучување на учениците/учесниците во наставниот процес.
- Насоки за евалуација на знаењето и следење на напредокот на ученикот/учесникот преку практични задачи.
- Практични примери и сценарија за изведување на наставни единици што овозможуваат полесно совладување на наставниот материјал.

^{1*} Оваа ознака е без предрасуди кон статусот и е во согласност со Резолуцијата 1244/1999 на Советот за безбедност на Обединетите нации и Мислењето на Меѓународниот суд на правдата за Декларацијата за независност на Косово.

Насоки за наставници

Наставниците имаат клучна улога во спроведувањето на наставниот процес, а овој прирачник им овозможува:

- Јасно структуриран пристап кон обуката на ученици/учесници.
- Поврзување на теоретските основи со практичните вежби.
- Примена на современи наставни методи за зголемување на ангажираноста на учениците/учесниците.
- Организација на индивидуални и тимски задачи со цел симулирање на реални работни услови.

Препораки за настава

Вовед во темата - Започнете со конструктивни теоретски предавања во однос на зададената тема. Теоретската настава се одржува во училишната опремена со современа техничка поддршка за реализација на предавањата, со користење на презентации, симулации и континуирана комуникација со учесниците. Теоретскиот дел од часот треба да се темели на презентации, употреба на надгледни средства за демонстрација, како и симулации, а сè со цел да се мотивираат сите учесници активно да го следат часот. По пат на прашања, предлози и размена на мислења за темите, учесниците дополнително ќе придонесат за развој на сопствените професионални способности и подобрување на тимската работа.

Дискусија и анализа - Организирајте дебати и дискусии со ученици/учесници на дадена тема.

Практични вежби - Овозможете им на учениците/учесниците да се запознаат со алатките, опремата и уредите неопходни за спроведување на практичните вежби, преку демонстрации и симулации. Практичната настава се изведува во мали групи, а со цел да се сведе на минимум нарушувањето на работниот процес и да се овозможи активно вклучување на секој ученик/учесник во практичната работа. Дел од практичната настава се изведува во лабораторија/центар за испитувања и мерења, кои се опремени со препорачани материјални средства и кои обезбедуваат услови за безбедна работа на учесниците, додека дел од практичната настава се изведува во соработка со локални компании кои изведуваат и одржуваат соларни фотонапонски системи.

Практичните вежби/задачи можат да се изведуваат индивидуално, во парови или мали групи, но методот на работа мора да биде организиран така што секој ученик/учесник самостојно ќе ги извршува доделените практични вежби/задачи. За секоја практична вежба, секој ученик/учесник подготвува индивидуален извештај кој содржи опис на работата, резултати и заклучок. Преку овие вежби, учениците/учесниците се обучуваат да извршуваат реални задачи на терен, почитувајќи ги мерките за безбедност при работа.

Препорачливо е одредени практични вежби да се изведуваат преку посети на енергетски објекти од обновливи извори на енергија, лаборатории за испитувања и мерења или кај работодавачот, каде што учениците/учесниците ќе можат да стекнат практично искуство во реални услови за работа. Овој пристап овозможува директна примена на теоретските знаења, запознавање со современите технологии и работа во професионална средина. Посетите се групни, но секој **ученик/учесник** треба самостојно да подготви извештај за спроведувањето на практичната вежба.

Вежби: Истражувачки трудови и подготовка на семинарски трудови/PPT презентации – Истражувачките трудови поттикнуваат аналитичко размислување и развој на технички вештини. Учениците/учесниците треба да се насочат да изберат релевантна тема, да собираат податоци од веродостојни извори и да ги анализираат собраните информации. Семинарските трудови и PPT презентациите треба да имаат јасна структура и да бидат концизни. Учениците/учесниците треба да користат визуелни елементи, како што се дијаграми и графикони за да ги направат

информациите јасни. По презентацијата, учесниците/учесниците одговараат на прашања и учествуваат во дискусија, со што развиваат комуникациски вештини. Преку дискусии и евалуација, учениците/учесниците ја развиваат способноста да аргументираат и да донесуваат заклучоци, што придонесува за нивната професионална компетентност.

Евалуација – Евалуацијата на наставниот процес и постигнувањата на учениците/учесниците игра клучна улога во обезбедувањето на квалитет на обуката и во развивањето на компетенциите потребни за работа во соларни фотонапонски системи. Преку систематско следење и проценка на знаењата и вештините, со јасно дефинирани контролни листи, наставниците можат да го препознаат напредокот на учениците/учесниците, да ги забележат областите каде е неопходно дополнително објаснување и да ги прилагодат наставните методи во согласност со индивидуалните потреби.

Процесот на евалуација може да се спроведе со употреба на различни методи, вклучувајќи:

- **Тестови** - класичен начин за проверка на теоретското знаење преку усни или писмени тестови.
- **Квизови** - брз и интерактивен метод што ви овозможува да ги проверите клучните концепти и практичните аспекти преку прашања со повеќекратен избор. Прирачникот нуди квизови изработени во Microsoft формулари, но наставникот може да креира и нови, прилагодени на структурата на учениците/учесниците.
- **Практични вежби** - задачи и симулации што им овозможуваат на учениците/учесниците да демонстрираат разбирање за процедурите и примена на стекнатото знаење преку практична работа.
- **Семинари и истражувачки трудови** - им овозможуваат на учениците/учесниците подлабоко да навлезат во специфични теми поврзани со инсталацијата, одржувањето и безбедноста на соларните фотонапонски системи и да развијат аналитички и презентационски вештини.
- **Анализа на студии на случај** - учениците/учесниците анализираат реални или хипотетички ситуации од пракса, извлекуваат заклучоци и предлагаат решенија.

Овој пристап кон евалуацијата им овозможува на наставниците да добијат целосна слика за напредокот на учениците/учесниците, додека пак учениците/учесниците развиваат теоретски и практични знаења неопходни за работа во секторот на обновливи извори на енергија. Покрај предложениот видео материјал, квизови и теми за семинарски работи, наставникот може, по сопствено одлучување, да предложи видео материјал, да изработи соодветни квизови, да ги уредува постојните квизови, да изработи тестови и да определи теми за семинарски работи.

Сите елементи на наставата треба да бидат насочени кон поттикнување на проблемски содржини од практична природа, така што учесниците самостојно ќе доаѓаат до заклучоци при решавањето на проблеми. Со максимална примена и поврзување на теоретското знаење за решавање на практични задачи и проблеми, учесниците ќе ја зајакнат својата способност за самостојно размислување. Целта е да се стекнат теоретски знаења и вештини што ќе им овозможат на учесниците подобро да ги разберат практичните аспекти и реалните предизвици во областа на обновливите извори на енергија и да се подготват за успешна примена на тоа знаење во професионалната работа.

Услови за прием – препорака

Стектата квалификација од III ниво на образование од областа на електротехниката, машинството или мехатрониката. Доколку ученикот/учесникот има стекната квалификација од друга област или општо образование, потребно е да ги совлада општите модули од областа на електротехниката.

Се препорачува теоретската настава во формалното образование да се спроведува со целиот клас, а групите за практична настава да не бројат повеќе од 10 ученици. За неформалното образование, се препорачува теоретската настава да се спроведува со максимум 12 учесници, а групите за спроведување на практична настава да бројат максимум 3 учесници.

1.2. Важност и примена на соларните фотонапонски системи**Упатства за наставници:**

Во овој дел, наставниците треба да им обезбедат на учениците/учесниците:

- Основно разбирање на важноста од користењето на соларните фотонапонски системи.
- Анализа на пазарот на трудот и можностите за вработување во секторот на обновливи извори на енергија.

Цел на наставната единица:

- Запознајте ги учениците/учесниците со важноста на соларните фотонапонски системи како обновлив извор, нивните еколошки и економски предности и можностите за примена во енергетскиот сектор.

Методолошки препораки за наставниците:

- Предавање со визуелна поддршка - Користете графикони и слики од соларни фотонапонски системи за да им помогнете на учениците/учесниците подобро да ги разберат трендовите во примената на сончевата енергија.
- Дискусија водена од прашања - Со поставување на прашања како што се: Кои се клучните придобивки од соларните фотонапонски системи? ги поттикнувате учениците/учесниците да размислуваат и да аргументираат.
- Графичка анализа на податоци - Учениците/учесниците можат да го анализираат графиконот за пораст на капацитетот на соларните фотонапонски системи и да ги толкуваат трендовите. Наставникот може да ги замоли учениците/учесниците да предвидат како ќе се развива индустријата за сончева енергија во наредните децении.

Евалуација:

- Критичка анализа - Учениците/учесниците можат да дискутираат за предизвиците поврзани со примената на соларните фотонапонски системи (на пр. влијание врз животната средина, економска профитабилност, зависност од временските услови).
- Прашања и одговори на крајот од часот – Сумирајте ги клучните информации преку дискусија и проверете го разбирањето на учениците/учесниците со поставување на прашања за практичната примена на соларните фотонапонски системи.

1.3. Структура на прирачникот

Прирачникот е организиран на таков начин што целосно ја следи содржината на прирачникот за ученици/учесници во обуката. Се состои од осум поглавја кои детално ги разработуваат клучните аспекти на работење со енергетска опрема во соларните фотонапонски системи. Секое поглавје содржи методолошки упатства за наставници, препорачани наставни методи и критериуми за евалуација.

Во **Воведот** се претставени целта и задачите на прирачникот и е дадена структурата на прирачникот, која го прикажува распоредот и содржината на опфатените поглавја. Исто така, постојат упатства за наставниците, препораки за настава, како и почетни услови за спроведување на наставниот процес.

Поглавје 2, Обновливи извори на енергија - Преглед на различните облици на обновливи извори на енергија, со фокус на сончевата енергија.

Поглавје 3, Безбедност при работа и заштита на животната средина - Безбедносни мерки и заштита на животната средина при работа на енергетска опрема во соларни фотонапонски системи.

Поглавје 4, Сончева енергија - Основни карактеристики на соларните фотонапонски системи и нивна примена во енергетскиот сектор.

Поглавје 5, Изградба на соларни фотонапонски системи - Основни концепти и видови на соларни системи, нивни карактеристики и критериуми за поделба. Опфатени се структурата на соларните фотонапонски системи, клучните елементи на системот, како и материјалот, алатките и опремата неопходни за изградба и одржување на овие енергетски постројки.

Поглавје 6, Изведување на електрични инсталации на соларни фотонапонски системи - Постапки за изведување на електрични инсталации во соларни фотонапонски системи, вклучувајќи краток опис на инсталацијата за заземјување и заштита од гром.

Поглавје 7, Работа и одржување на соларни фотонапонски системи - Превентивни и корективни методи за одржување на енергетските системи и процедури за нивна имплементација. Разгледување на оперативните трошоци, периодот на поврат на инвестицијата и потенцијалниот приход.

Материјални услови и опрема - Преглед на опремата и наставните средства потребни за реализација на теоретска и практична настава.

Корисен додаток на прирачникот е главниот проект за ожичување на малиот соларен фотонапонски систем „MSE Sunstream 3“ 49,4 kWp од Здравко Перич, кој може да се најде на линкот <https://www.erisee.org/wp-content/uploads/2025/04/04-MSE-SUNSTREAM-PDF-Protect.pdf>. Овој проект може да им послужи на наставниците и учениците/учесниците како пример, врз основа на кој може да се направи студија на случај на мал соларен фотонапонски систем. Авторите на прирачникот би сакале да му се заблагодарат на Здравко Перич за дозволата да го користат неговиот проект за соларен фотонапонски систем.

На крајот од прирачникот следуваат заклучоци и препораки, како и референтна литература и дополнителни ресурси за понатамошна надоградба на наставниците и учениците/учесниците.

2. ОБНОВЛИВИ ИЗВОРИ НА ЕНЕРГИЈА

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе се запознаат со основните принципи на енергијата, нејзините облици и улога во современото општество. Потребно е да се развие свест за важноста на обновливите извори на енергија, нивната улога во намалувањето на емисиите на стакленички гасови и одржливиот развој. Запознавање на учениците/учесниците со облиците на обновливи извори на енергија и нивната примена во современите енергетски системи.

Клучни теми

- Концепт и основни карактеристики на енергијата
- Распределба на енергија според различни критериуми
- Необновливи извори на енергија: карактеристики, проблеми и предизвици
- Обновливи извори на енергија: видови, предности и можности за примена
- Сончева енергија и соларни електрани
- Хидроенергија и хидроелектрани
- Морска и океанска енергија
- Геотермална енергија и нејзини примени
- Биомаса и електрани на биомаса
- Ветерна енергија и ветерни фарми
- Предности и предизвици од примената на обновливи извори на енергија

Методи на предавање

- Предавање и презентација - Наставниците ги објаснуваат основните термини и принципи на работа на одредени видови електрани, користејќи илустрации, графикони и видео материјали.
- Работа во групи - Учесниците анализираат различни извори на енергија, нивните предности и предизвици.
- Дискусија и дебати - Аргументирање на предностите и предизвиците на различните извори на енергија во контекст на одржливиот развој.

Евалуација

- Квиз за клучни термини - Квиз со прашања со повеќекратен избор.
- Самостојна задача - Истражување на локални или глобални обновливи извори на енергија и правење кратка презентација за нивната улога во енергетскиот систем.
- Истражувачки труд/PPT презентација - Тема: Анализа на енергетските постројки во регионот и светот
- Критичка анализа - Дискусија за предизвиците и можностите за примена на обновливи извори на енергија во современите општества.

Вежба: Истражувачка работа - Анализа на енергетските постројки во регионот и светот

Цел на вежбата:

- Да се запознаат учениците/учесниците со видовите постројки за обновлива енергија во регионот и светот.
- Развивање на истражувачки вештини преку анализа на техничките, економски и еколошки аспекти на електраните.

Насоки за извршување:

1. Вовед

- Објаснете ги основните видови енергетски постројки
- Дискутирајте за нивната важност за локалната заедница и одржливиот развој.

2. Истражување

- Учениците/учесниците прибираат податоци за избрани електрани (локација, капацитет, технологија).

3. Анализа

- Проценете го придонесот на електраните во снабдувањето со енергија.
- Размислете за економските придобивки и влијанието врз животната средина.

4. Презентација на резултатите

- Учениците/учесниците изработуваат кратка презентација или извештај.
- Дискутирајте за иднината на обновливата енергија во регионот.

Евалуација на истражувачката работа:

- Креативност на презентацијата – Дали податоците се јасно претставени во пишан труд или визуелна презентација?
- Дискусија и заклучоци - Дали учениците/учесниците ги презентираат предностите и предизвиците на енергетските постројки од обновливи извори во нивниот регион и во светот?

Квиз 1: Обновливи извори на енергија

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

1. Која е општата дефиниција за енергија?

- а) Енергијата е способност за извршување на работа.
- б) Енергијата може да се создаде и уништи.
- в) Енергијата не може да се претвори од една форма во друга.
- г) Енергијата постои само во форма на електрична енергија.

2. Кој од наведените извори на енергија не е обновлив?

- а) Сончева енергија
- б) Енергија на ветерот
- в) Природен гас
- г) Хидроенергија

3. Како ја делиме енергијата според природните обновливи извори?

- а) Акумулирана и преносна
- б) Примарна, трансформирана и корисна
- в) Конвенционална и неконвенционална
- г) Обновлива и необновлива

4. Каква енергија се добива од хемиските врски меѓу атомите?

- а) Кинетичка енергија
- б) Хемиска енергија
- в) Нуклеарна енергија
- г) Електромагнетна енергија

5. Која од наведените форми на енергија не е примарен обновлив извор на енергија?

- а) Геотермална енергија
- б) Енергија од биомаса
- в) Енергија на нуклеарна фисија
- г) Енергија на плима и осека

6. Каква енергија се создава во внатрешноста на Земјата?

- а) Хидроенергија
- б) Геотермална енергија
- в) Нуклеарна енергија
- г) Енергија на плима и осека

7. Кој процес овозможува производство на електрична енергија во соларните фотонапонски системи?

- а) Нуклеарна фисија
- б) Фотоелектричен ефект**
- в) Согорување на биомаса
- г) Хидрауличен циклус

8. Што користат, како работен флуид, геотермалните електрани со флеш пареа?

- а) Мазут
- б) Ветер
- в) Природен гас
- г) Подземни води под висок притисок**

9. Какви видови хидроцентрали користат енергија на плимата и осеката?

- а) Хидроелектрани на течението на реката
- б) Реверзибилни хидроелектрани
- в) Плимски електрани**
- г) Геотермални електрани

10. Што им овозможува на хибридните соларни електрани да работат дури и во периоди без сончева енергија?

- а) Складирањето на енергија во батерии
- б) Дополнителната употреба на ветерни електрани
- в) Комбинацијата со дизел генератори или хидроенергија
- г) Сите горенаведени**

11. Кој од факторите најмногу влијае на ефикасноста на фотонапонските панели?

- а) Брзината на ветерот
- б) Позицијата на панелот во однос на Сонцето**
- в) Длабочината на почвата на која се поставени
- г) Количината на врнежи

12. Кој вид обновлив извор на енергија ја користи температурната разлика помеѓу површинските и длабоките слоеви на океанот?

- а) Хидроенергија
- б) Биомаса
- в) ОТЕС - Конверзија на океанска топлинска енергија**
- г) Нуклеарна енергија

13. Кој тип на соларна електрана користи хелиостатско поле?

- а) Фотонапонската соларна електрана
- б) Соларните кули**
- в) Ветерната фарма
- г) Хидроелектраната

14. Која е главната карактеристика на малите хидроцентрали?

- а) Тие можат да користат само подземни води
- б) Нивната инсталирана моќност е до 10 MW**
- в) Тие имаат помала ефикасност од големите хидроелектрани
- г) Тие не бараат никаква инфраструктура

15. Каква енергија се користи во електраните на биомаса?

- а) Нуклеарна енергија
- б) Органска материја од растително и животинско потекло**
- в) Кинетичка енергија на водата
- г) Електрична енергија од мрежата

16. Кој систем користи плимни струи за производство на енергија?

- а) OWC системи
- б) Геотермални електрани
- в) Плимски електрани**
- г) Хидроелектрани на реки

17. Која технологија користи огледала во обновливите извори на енергија?

- а) Термо соларните електрани**
- б) Геотермалните електрани
- в) Ветерните турбини
- г) Електраните на биомаса

18. Кој тип на хидроелектрана овозможува складирање, а потоа и ослободување на вода за производство на електрична енергија?

- а) Хидроелектрани на течението на реката
- б) Акумулациони хидроелектрани
- в) Реверзибилни хидроелектрани**
- г) Хидроелектрани на биомаса

19. Кои се главните извори на енергија во океаните и морињата?

- а) Плимската енергија
- б) Енергијата на океанските струи
- в) Енергијата на бранови
- г) Сите горенаведени**

20. Која предност најдобро го опишува користењето на обновливите извори на енергија?

- а) Тие не ја загадуваат животната средина и ги намалуваат емисиите на CO₂**
- б) Тие имаат неограничени залихи на фосилни горива
- в) Тие не подлежат на промени во климатските услови
- г) Тие не бараат инвестиции во инфраструктура

3. БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА И ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА

3.1. Можни опасности по безбедноста и здравјето на работниците при работа на соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица:

Запознајте ги учениците/учесниците со ризиците од работа во соларни фотонапонски системи и начините за намалување на опасноста со примена на соодветни заштитни мерки.

Клучни теми:

- Екстремни временски услови (високи и ниски температури, ветер, влажност),
- Бучава и вибрации што можат да предизвикаат здравствени проблеми,
- Ризици од работа на висина и користење на заштитна опрема,
- Опасности од електрична струја (директен контакт со делови под напон, напон на чекор, електричен лак),
- Присуство на опасни супстанции и хемикалии,
- Моожност за пожар и експлозија.

Методи на предавање:

- Предавање за студии на случај,
- Анализа на несреќи и дискусија за превентивни мерки,
- Дискусија за постапката за обезбедување помош во случај на несреќа,
- Групна работа за препознавање на ризиците по безбедноста и здравјето на работниците.

Евалуација:

- Анализа на однесувањето во симулирани опасни ситуации.

Видеа:

Напон на чекор и допир

<https://www.youtube.com/watch?v=8sPp8G8a48E>

3.2. Примена на безбедносни и заштитни мерки при работа при извршување на работи на соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица:

Запознајте ги учениците/учесниците со мерките за безбедност и заштита при работа при изведување на работи на соларни фотонапонски системи, како и со правилната употреба на лична и колективна заштитна опрема.

Клучни теми:

- Категории на работа според присуството на напон (состојба без напон, работа близу напон, работа под напон),
- Основни принципи на заштита од електричен удар и мерки на претпазливост,
- Лична заштитна опрема (шлемови, заштитни очила, визири, ракавици, заштитна облека, безбедносни појаси),
- Колективни заштитни средства (изолациски бариери, заштитни прегради, предупредувачки знаци),
- Пет златни правила за безбедност при работа на соларни фотонапонски системи,
- Проверка на исправноста на заштитната опрема пред да започнете со работа.

Методи на предавање:

- Предавање со практични демонстрации на заштитна опрема,
- Групна работа за идентификација на потенцијални ризици и примена на мерки за заштита,
- Дискусија за важноста на „петте златни правила“,
- Работилници за употреба на лична заштитна опрема.

Евалуација:

- Прашања и одговори на крајот од часот - Сумирајте ги клучните информации преку дискусија и проверете го разбирањето на учениците/учесниците со поставување прашања за практичната примена на мерките за безбедност и здравје при работа при извршување на работи на соларни фотонапонски системи.

3.3. Имплементација на безбедносни мерки и мерки за лична заштита при работа на висина во соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица:

Запознајте ги учениците/учесниците со безбедносните и заштитните мерки при работа на висина во соларни фотонапонски системи, како и со правилната употреба на лична и колективна заштитна опрема.

Клучни теми:

- Спецификации на работните места на висина (покриви на згради, пристапни платформи, потпори на панели).
- Идентификација на факторите на работната средина (временски услови, стабилност на подлогата, безбедност на пристапот).
- Лична заштитна опрема за работа на висина (шлемови, безбедносни појаси, точки за прицврстување (анкерисување), јажиња).
- Колективни мерки за заштита (заштитни огради, бариери, стабилни платформи).
- Процедури за евакуација и итни реакции во случај на несреќа.
- Комуникација меѓу работниците за координација и безбедно изведување на работите.

Методи на предавање:

- Предавање со визуелна поддршка (слики и видео материјали за правилата за заштита на висина).
- Демонстрација на правилна употреба на безбедносни појаси и друга опрема.
- Анализа на групниот ризик во симулирани работни услови.
- Дискусија за реални примери на несреќи и нивните причини.
- Симулација на работната ситуација со користење на модели и безбедносна опрема.

Евалуација:

- Квиз - Примена на мерки за безбедност и заштита при работа при извршување на работи на соларни фотонапонски системи.
- Анализа на реални несреќи и дискусија за превентивни мерки.
- Практична проверка на знаењето преку спроведување на дадена практична вежба.

Практични вежби:

Задача 1: Симулација на евакуација

Цел на вежбата:

Учесниците ќе совладаат правилно користење на безбедносната опрема, координација на евакуација во итни ситуации и примена на безбедносни процедури при работа на висина.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Обезбедете безбедна средина за изведување на симулација на евакуација.
- Инсталирајте ги точките за прицврстување и осигурајте се дека сите безбедносни појаси и карабинери се во исправна состојба.
- Поделете ги улогите во тимот (лице за комуникација, лице за проверка на опремата, лице за спроведување на евакуацијата).

Објаснување на задачата:

- Истакнете ја важноста на правилната примена на безбедносната опрема и координација на тимот.
- Демонстрирајте го правилното поставување на безбедносниот појас и прицврстувањето на анкерите.
- Објаснете како да комуницирате со тимот во итни ситуации и како да ја изведете евакуацијата.

Изведување на симулацијата:

- Дајте сигнал за да започнете со симулација на евакуација.
- Набљудувајте како тимот го спроведува планот за евакуација и како работниците комуницираат за време на постапката.
- Осигурајте се дека вежбата се изведува во контролирани и безбедни услови.

Евалуација и конечна проверка:

- Анализирајте ја изведбата на вежбата и идентификувајте ги можните грешки.
- Разговарајте со учесниците за предизвиците и начините за подобрување.
- Дајте повратни информации за ефикасноста на тимската работа и правилната употреба на безбедносната опрема.

Задача 2: Симулација на спасување од висина

Цел на вежбата:

Учесниците ќе увежбаат процедури за итно спасување од висина, вклучувајќи ја правилната употреба на сигурносна мрежа, систем за спуштање на повредени и координација на тимот за време на интервенција.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Обезбедете соодветно место за симулацијата на спасување со безбедносни мерки за спречување на повреди.
- Проверете ги сигурносните мрежи, јажињата, макарите и карабинерските штипки за да се осигурате дека опремата е соодветна.
- Поставете јасни улоги во тимот (лице за надзор, лице за стабилност на мрежата, лице за спасување).

Објаснување на задачата:

- Демонстрирајте процедури за поставување на сигурносната мрежа и употреба на опрема за спасување.
- Објаснете како брзо и ефикасно да се реагира во случај на пад на работник од висина.
- Објаснете го методот на комуникација за време на спасувањето и важноста на навремената реакција.

Изведување на симулацијата:

- Дајте сигнал за да започне симулацијата за спасување.
- Набљудувајте како тимот го организира спасувањето, ја поставува сигурносната мрежа и го користи системот за спуштање на повредениот работник.
- Уверете се дека сите процедури се извршуваат во согласност со безбедносните протоколи.

Евалуација и конечна проверка:

- Анализирајте колку ефикасно беше спроведено спасувањето.
- Идентификувајте ги можните пропусти и предложете подобрувања.
- Дискусирајте со учесниците за предизвиците за време на симулацијата и важноста на прецизната координација.

Квиз 2: Примена на безбедносни и заштитни мерки при работа при извршување на работа на соларни фотонапонски системи

<https://forms.office.com/e/J2vYyMiPED>

1. Кои се главните ризици при изведување работи на висина на соларни фотонапонски системи?

- а) Пад од висина
- б) Бучава и вибрации
- в) Труење со хемикалии
- г) Неправилно складирање на отпад

2. Кои ефекти на електричната струја можат да доведат до изгореници?

- а) Биолошки
- б) Механички
- в) Термички
- г) Електрохемиски

3. Како се вика правилото што вклучува исклучување на напонот и осигурување од повторно вклучување?

- а) Пет златни правила
- б) Безбедносен код
- в) Правило за изолација
- г) Стандард за заштита

4. Индуцираниот напон може да биде опасен при работа на електричните инсталации на соларниот фотонапонски систем.

- а) Точно
- б) Неточно

5. Кои заштитни средства спаѓаат во лична заштитна опрема при работа на соларни фотонапонски системи?

- а) Заштитни шлемови, ракавици и безбедносни појаси
- б) Изолациски прегради и предупредувачки знаци
- в) Безбедносни знаци и колективни заштитни огради
- г) Рути за итна евакуација

6. Кои се првите чекори за помош на лице кое е погодено од електричен удар во соларни фотонапонски системи?

- а) Проверка на дишењето и пулсот
- б) Исклучување на напонот
- в) Директно извлекување на жртвата
- г) Употреба на вода за ладење на телото

Забелешка за наставниците:

- Се препорачува симулацијата да се спроведе во соработка со експерти за безбедност и заштита при работа или компании што се занимаваат со индустриска заштита.
- На крајот од вежбите, дозволете им на учениците/учесниците да поставуваат прашања и натамошно да дискутираат за вистинските предизвици на евакуацијата и спасувањето во индустриска средина.

Видеа:

Работа на висина

<https://www.youtube.com/watch?v=FqEOVrBnE58>

Употреба и карактеристики на делови од лична заштитна опрема

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

3.4. Имплементација на мерки за намалување на негативното влијание на соларните фотонапонски системи врз животната средина.

Цел на наставната единица

Запознавање на учениците/учесниците со еколошките предизвици и мерки за намалување на негативното влијание на соларните фотонапонски системи врз животната средина. Развивање на свеста за важноста на правилното планирање, управувањето со отпад и рециклирањето на соларните панели со цел да се постигне одржлив развој.

Клучни теми

- Влијание на соларните фотонапонски системи врз почвата, биодиверзитетот и екосистемите.
- Оптичка интерференција и влијание врз птиците и другите видови.
- Бучава и електромагнетни пречки.
- Правилно планирање на локациите на соларни фарми.
- Технологии за намалување на рефлексијата на панелот.
- Одржливо управување со соларниот отпад и рециклирање на соларни панели.
- Регулатива и примери на добра пракса во светот.

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување за еколошките предизвици и презентација на примери за добра пракса од целиот свет.
- Студија на случај - Анализа на конкретни примери (на пр. примена на рециклирање во ЕУ, соларни фарми на индустриски локации).
- Групна работа - Учесниците/учесниците изработуваат план за еколошки одржлива соларна електрана.
- Симулација - Анализа на животниот циклус на сончевите панели и дискусија за опциите за отстранување на отпадот на крајот од неговиот животен век.
- Практични вежби - Управување со отпад и примена на заштитна опрема при спроведување на мерки за заштита на животната средина.

Евалуација:

- Самостојна задача - истражување на начини за рециклирање делови од соларни фотонапонски системи во различни земји и анализа на нивната одржливост.
- Есеј или краток семинарски труд - учениците/учесниците можат да пишуваат на тема: Како технологиите ги намалуваат негативните ефекти од соларните фотонапонски системи врз животната средина?
- Критичка анализа - дискусија за рамнотежата помеѓу придобивките од соларните фотонапонски системи и нивното влијание врз животната средина.
- Практична проверка на знаењето преку спроведување на дадена практична вежба.

Практични вежби:

Задача 1: Управување со отпад во соларни фотонапонски системи

Цел на вежбата:

Учениците/учесниците ќе научат правилно да идентификуваат, сортираат и складираат отпад генериран за време на работата и одржувањето на соларните фотонапонски системи, почитувајќи ги еколошките стандарди и пропишаните процедури за рециклирање и повторна употреба на материјали.

Упатства за изведување на вежбата:

- Пред да започнете со вежбата, одржете кратко теоретско предавање за видовите на отпад во соларната индустрија и еколошките прописи за нивно отстранување.
- Поделете ги учениците/учесниците во помали групи и зададете им специфични задачи поврзани со идентификација, класификација и правилно складирање на отпадот.
- Споделете примери за правилно означување и пакување на отпад според индустриските стандарди.
- Овозможете им на учениците/учесниците изведување на практична работа со реални или симулирани отпадни материјали (хартија, пластика, метал, електронски отпад) со цел да се запознаат со и да совладаат методи за класификација и складирање.
- Во последната фаза од вежбата, анализирајте ги процедурите за сортирање и дискутирајте ги можностите за подобрување на процесот на рециклирање и повторна употреба на материјалите.

Конечна проверка:

- Наставникот ќе провери дали учениците/учесниците правилно го сортираат отпадот и дали контејнерите се правилно означени.
- За време на дискусијата, учениците/учесниците ќе ги објаснат своите одлуки за сортирање и ќе дадат предлози за подобрувања.
- Учениците/учесниците можат да состават кратки извештаи за еколошките прописи и нивната примена во соларната индустрија.

Задача 2: Примена на заштитна опрема за време на спроведување на мерки за заштита на животната средина

Цел на вежбата:

Учениците/учесниците ќе научат за правилната употреба на личната заштитна опрема при ракување со отпадни материјали и хемикалии во соларна фотонапонска електрана, како и за спроведување на соодветни процедури за пакување и транспорт на опасен отпад.

Упатства за изведување на вежбата:

- Пред да ја изведе вежбата, наставникот треба да ја објасни важноста на личната заштитна опрема при работа со отпадни материјали и хемикалии.
- Покажете им на учениците/учесниците правилна употреба на заштитна опрема (ракавици, маски, заштитни одела и обувки) и нагласете ги прописите за ракување со опасни материјали.

- Поделете ги учениците/учесниците во тимови и зададете им симулирано сценарио за ракување со опасен отпад, вклучувајќи соодветно пакување и обележување на материјалите.
- За време на вежбата, следете ја соодветноста на процедурите и посочете ги можните пропусти во ракувањето со заштитна опрема и отпад.
- На крајот од вежбата, организирајте дискусија за предизвиците и потенцијалните подобрувања во однос на заштитата на животната средина при работа во соларни фотонапонски системи.

Конечна проверка:

- Проверете дали учениците/учесниците правилно користеле заштитна опрема и дали правилно ракувале со отпадот и хемикалиите.
- Анализирајте ги извештаите на учениците/учесниците за ракување со опасни материјали и дискутирајте за можностите за подобрување на процедурите.
- Учениците/учесниците можат да предложат дополнителни мерки за подобрување на безбедноста и еколошката ефикасност при управувањето со отпад.

Забелешка за наставниците:

При изведување на овие практични вежби, важно е да се обезбеди безбедна работна средина и да се осигура дека учениците/учесниците се запознаени со сите безбедносни протоколи пред да започнат со работа.

Доколку е можно, се препорачува вежбите да се спроведуваат во вистинска индустриска средина, во соработка со локални компании.

Наставниците треба да ги охрабрат учениците/учесниците да размислуваат критички и да предлагаат решенија за подобрување на процесот на управување со отпад и заштита на животната средина, бидејќи ова се клучни аспекти на одржливиот развој во секторот за обновлива енергија.

4. СОНЧЕВА ЕНЕРГИЈА

Цел на наставната единица

Запознавање на учениците/учесниците со основните карактеристики на сончевата енергија, видовите на сончево зрачење, неговите параметри и методите на мерење. Развивање на разбирање за влијанието на географските и метеоролошките фактори врз искористувањето на сончевата енергија во фотонапонските системи.

Клучни теми

- Основни карактеристики на сончевата енергија,
- Видови сончево зрачење и нивната улога во сончевите системи,
- Параметри на сончевото зрачење (интензитет, спектрален состав, сончева константа),
- Мапа на сончевото зрачење по региони (локација за добивање прецизни податоци за сончевото зрачење: <https://globalsolaratlas.info/map>),
- Фактори што влијаат на варијациите во сончевото зрачење,
- Методи и инструменти за мерење на сончевото зрачење.

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на основните поими и фактори што влијаат на користењето на сончевата енергија.
- Групна работа - Симулација на планирање на сончевиот систем со користење на ГИС алатки.

Евалуација

- Критичка анализа - Дискусија за влијателните фактори на сончевото зрачење.

4.1. Системи за сончева енергија и нивна примена

Цел на наставната единица

Запознајте ги учениците/учесниците со основните видови на системи за сончева енергија, нивните принципи на работа и примена.

4.2. Соларни колекторски системи (СКС)

Цел на наставната единица

Запознајте ги учениците/учесниците со принципот на работа, компонентите и видовите на соларни колекторски системи. Објаснете ја нивната примена во различни сектори, предностите и предизвиците од имплементацијата и важноста од користењето на сончевата топлинска енергија за одржлива иднина.

Клучни теми

Основни принципи на работа на соларните колекторски системи,

- Компоненти на соларните колекторски системи и нивното значење,
- Видови соларни колектори и нивните карактеристики,
- Примена на соларни колекторски системи во различни сектори,
- Предности и предизвици на соларните колекторски системи.

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на работата и компонентите на соларните колекторски системи.
- Практична демонстрација со користење на видео материјал - Приказ на колекторски модели и нивната ефикасност во работењето.
- Студија на случај - Истражување на примената на соларните колектори во индустријата и домаќинствата.

Евалуација

- Самостојна задача - Истражување за примена на соларни колекторски системи во индустријата и домаќинствата.
- Критичка анализа - Дискусија за еколошките и економските аспекти на сончевата топлинска енергија.

4.3. Концентрирани соларни системи (соларни термоелектрани)

Цел на наставната единица

Да се запознаат учениците/учесниците со принципите на работа на концентрираните соларни системи, нивните технологии и примена во производството на електрична енергија. Да се објаснат предностите и предизвиците на оваа технологија и улогата на соларните термоелектрани во енергетската транзиција.

Клучни теми

- Основни принципи на работа на концентрирани соларни системи (КСС),
- Видови на КСС технологии: параболични колектори, линеарни Френелови колектори, соларни панели, соларни кули,
- Предности и недостатоци на КСС системите.

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на функционирањето и клучните компоненти на КСС системот.
- Студија на случај - Анализа на примери на соларни термоелектрани низ целиот свет.
- Видео демонстрација - Демонстрација на работа на хелиостати и приемни кули.

Евалуација

- Квиз за клучни концепти - Квиз со повеќекратен избор за СКС и КСС технологиите и нивните примени.
- Критичка анализа - предности и предизвици на КСС системите во различни климатски услови.

Квиз 3: СКС и КСС технологии и нивните примени

<https://forms.office.com/e/K8RJQZTQPU>

1. Која е основната намена на соларните колекторски системи (СКС)?

- а) Производство на електрична енергија
- б) Загревање на течност за пренос на топлина**
- в) Директна конверзија на сончевата светлина во електрична енергија
- г) Складирање на енергија за подоцнежна употреба

2. Која од следните компоненти НЕ е дел од систем на соларни колектори?

- а) Соларен колектор
- б) Циркулациона пумпа
- в) Генератор на електрична енергија**
- г) Разменувач на топлина

3. Кој тип на соларни колектори има најдобра изолација и најмала загуба на топлина?

- а) Рамни плочести колектори
- б) Колектори со вакуумски цевки**
- в) Концентрациони колектори
- г) Линеарни Френелови колектори

4. Кој е главниот недостаток на системите со соларни колектори?

- а) Високи трошоци за одржување
- б) Неможност за складирање на енергија**
- в) Високи емисии на CO₂
- г) Краток животен век

5. Која компонента овозможува складирање на топлина во соларните термални системи?

- а) Циркулационата пумпа
- б) Разменувачот на топлина
- в) Резервоарат за акумулација**
- г) Мерните инструменти

6. Кој принцип на работа го користат концентрираните соларни системи (КСС)?

- а) Директна конверзија на сончевата светлина во електрична енергија
- б) Собирање на сончево зрачење со помош на фотонапонски ќелии
- в) Фокусирање на сончевите зраци за да се загрее работната течност**
- г) Трансформација на кинетичката енергија на ветерот во електрична енергија

7. Која е главната предност на КСС системите во споредба со фотонапонските системи?

- а) Пониски трошоци за инсталација
- б) Можност за складирање на енергија за производство на електрична енергија во текот на ноќта**
- в) Потребна е помала површина за инсталација
- г) Директна конверзија на светлината во електрична енергија

8. Која КСС системска технологија користи хелиостати за да ја рефлектира енергијата на сонцето до централен приемник?

- а) Параболични колектори
- б) Линеарни Френелови колектори
- в) Соларни кули**
- г) Соларни плочи

9. Која е главната намена на параболичните колектори во КСС системите?

- а) Директно претворање на сончевата енергија во електрична енергија
- б) Фокусирање на сончевите зраци на цевка со работна течност**
- в) Претворање на механичка енергија во електрична енергија
- г) Ладење на работната течност во системот

10. Кои се главните недостатоци на КСС системот?

- а) Ниска ефикасност и ниска сигурност
- б) Високи почетни трошоци и зависност од директно сончево зрачење**
- в) Неможност за складирање на енергија и ниска отпорност на временски услови
- г) Висока емисија на стакленички гасови

Квиз 4: Соларни колекторски системи (СКС) и концентрирани соларни системи (КСС)

<https://forms.office.com/e/6KyGAFYrMc>

1. Која е главната намена на соларните колекторски системи (СКС)?

- а) Производство на електрична енергија
- б) Складирање на сончева светлина
- в) Загревање на течности за различни намени**
- г) Собирање дождовница

2. Кој е основниот принцип на работа на соларните колекторски системи?

- а) Директна конверзија (претворање) на сончевата енергија во електрична енергија
- б) Собирање сончева енергија и нејзино складирање во батерии
- в) Апсорпција на сончева енергија и пренос на топлина на работната течност**
- г) Користење на соларни панели за производство на пареа

3. Кој тип на колектор обезбедува највисока ефикасност поради подобро задржување на топлината?

- а) Рамните плочести колектори
- б) Колекторите со вакуумски цевки**
- в) Концентрационите колектори
- г) Соларните огледала

4. Кои од следниве течности може да се користат како работна течност во СКС системите?

- а) Електрична струја
- б) Термално масло**
- в) Водород
- г) Кислород

5. Каде најчесто се користат соларните колекторски системи?

- а) Во термоелектраните
- б) Во хидроелектраните
- в) За загревање на вода за домаќинствата, индустријата и централното греење**
- г) Во системите за ладење

6. Кои се главните недостатоци на соларните колекторски системи?

- а) Високите почетни трошоци и зависноста од сончевото зрачење**
- б) Неможноста за работа на ниски температури
- в) Несигурноста во долгорочна работа
- г) Високите емисии на CO₂

7. Која технологија се користи во концентрираните соларни системи (КСС)?

- а) Фотонапонски ќелии
- б) Термички колектори со обично стакло
- в) Оптички уреди како што се огледала и леќи за фокусирање на сончевата енергија**
- г) Електрични трансформатори

8. Кој тип на КСС систем користи хелиостати за фокусирање на сончевата светлина кон централниот приемник?

- а) Параболичните колектори
- б) Линеарните Френелови колектори
- в) Соларните плочи
- г) Соларните кули**

9. Која е главната предност на КСС системите во споредба со фотонапонските системи?

- а) Можноста за складирање на топлина за континуирано производство на електрична енергија**
- б) Поевтината инсталација и одржување
- в) Поголемата отпорност на временски услови
- г) Потребна е помала површина за инсталација

10. Зошто КСС системите се посоодветни за индустриска употреба од фотонапонските системи?

- а) Зафаќаат помалку простор од фотонапонските панели
- б) Тие можат да достигнат високи температури погодни за индустриски процеси**
- в) Тие не бараат одржување.
- г) Тие не зависат од сончевата светлина

4.4. Основни компоненти на соларните фотонапонски системи

Цел на наставната единица

Запознавање на учениците/учесниците со основните компоненти на соларните фотонапонски системи, вклучувајќи ги фотонапонските ќелии и панели, нивната структура, принципот на работа и електричните карактеристики. Развивање на разбирање за различните видови на фотонапонски ќелии и панели и нивното влијание врз ефикасноста на соларните системи.

Клучни теми

- Структурата и принципот на работа на фотонапонските ќелии,
- Видови фотонапонски ќелии и нивната ефикасност,
- Електрични карактеристики на фотонапонските ќелии и нивната примена,
- Формирање на фотонапонски панели и начини на поврзување на ќелии,
- Електрични карактеристики на фотонапонски панели и технички спецификации.

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на основните компоненти на соларните фотонапонски системи и принципите на работа.
- Практична демонстрација - Анализа на електричните карактеристики на фотонапонските ќелии и панели.
- Експериментална анализа - Мерење на I-V карактеристиките на фотонапонските ќелии.
- Групна работа - Дизајнирање на оптимален соларен систем со избор на соодветни фотонапонски компоненти.

Евалуација

- Самостојна задача - Истражување на предностите и недостатоците на различните видови фотонапонски ќелии и панели.
- Работа во групи - Дискусија за формирање на фотонапонски панели и анализа на електричните карактеристики

Видеа:

Структура на соларни фотонапонски панели

<https://www.youtube.com/watch?v=TZTUefOjNI8>

4.5. Карактеристики и видови на соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица

Запознајте ги учениците/учесниците со основните карактеристики на соларните фотонапонски системи, нивната класификација и факторите што влијаат на нивната ефикасност. Развијте разбирање за важноста на складирањето на енергија и интеграцијата во паметните енергетски мрежи.

Клучни теми

- Категории на соларни фотонапонски системи според нивната моќност и намена
- Основни карактеристики на соларните фотонапонски системи

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на клучните карактеристики на соларните фотонапонски системи и влијанието врз електричните мрежи.
- Евалуација
- Критичка анализа - Дискусија за одржливоста на соларните фотонапонски системи и можностите за подобрување на технологијата.

4.5.1. Поделба на соларните фотонапонски системи според различни критериуми

Цел на наставната единица

Запознајте ги учениците/учесниците со различните критериуми за класификација на соларните фотонапонски системи. Развијте разбирање за нивните технички и оперативни карактеристики, вклучувајќи го начинот на работа, локацијата за инсталација, големината на системот и видот на користените фотонапонски ќелии.

Клучни теми

- Поделба според автономијата на работењето (независна, мрежна, хибридна),
- Поделба по локација (кров, земја, лебдечка, мобилна),
- Поделба според големината на системот (микро, мали, средни, големи електрани),
- Поделба според панел технологијата (монокристална, поликристална, тенкофилмна, органска, перовскитна).

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Преглед на основните критериуми за поделба на соларните фотонапонски системи.
- Групна работа - Учениците/учесниците ги споредуваат соларните фотонапонски системи според дадените критериуми за класификација.

Евалуација

- Прашања и одговори на крајот од часот - Сумирајте ги клучните информации преку дискусија и проверете го разбирањето на учениците/учесниците со поставување на прашања за класификацијата на соларните фотонапонски системи.

4.5.1.1. Независни (надвор од мрежата) соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица

Запознавање на учениците/учесниците со принципите на работа, структурата и компонентите на независните (надвор од мрежата) соларни фотонапонски системи. Развивање на разбирање за различните видови на системи надвор од мрежата и нивната примена во различни средини.

Клучни теми

- Класификација на соларните фотонапонски системи надвор од мрежата,
- Структура и принцип на работа на системот надвор од електричната мрежа,
- Основни компоненти на системот (компоненти на еднонасочна и наизменична струја, систем на батерии, заземјување),
- Дисплеи и шематски дијаграми за разбирање на енергетските текови.

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на принципите на работа и примена на системот надвор од електричната мрежа.
- Групна работа - Истражување на влијанието на капацитетот на батериите врз работата на системите надвор од електричната мрежа.

Евалуација

- Дискусија - за влијанието на капацитетот на батеријата врз работата на соларните системи надвор од мрежата.
- Критичка анализа - Дискусија за работењето и примената на соларните системи надвор од мрежата.

Видеа:

Принцип на работа на фотонапонски системи надвор од мрежата

https://www.youtube.com/watch?v=j_4rJS35GF4

4.5.1.2. Мрежни соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица

Запознајте ги учениците/учесниците со принципот на работа, структурата и компонентите на соларните фотонапонски системи поврзани со мрежата. Развијте разбирање за предностите и ограничувањата на овие системи во контекст на модерната електрична мрежа.

Клучни теми

- Класификација на системи поврзани со електрична мрежа според методот на поврзување (домашни, директно поврзани),
- Структура и компоненти на соларни електрани поврзани со мрежата,
- Принцип на работа и интеграција со електричната мрежа,
- Мерење, пресметка и економски аспекти на користење на системот поврзан со мрежата.

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на принципите на работа на соларни електрани поврзани со електричната мрежа и интеграција со електричната мрежа.
- Групна работа - Анализа на клучните компоненти на системот на мрежата.

Евалуација

- Критичка анализа - Дискусија за предностите и предизвиците на соларните системи поврзани со мрежата наспроти системите надвор од мрежата, во модерната електрична мрежа.

4.5.1.3. Хибридни соларни фотонапонски системи**Цел на наставната единица**

Запознајте ги учениците/учесниците со принципот на работа, структурата и компонентите на хибридните соларни фотонапонски системи. Развијте разбирање за комбинацијата од различни извори на енергија и складирање за да се обезбеди стабилно снабдување со електрична енергија.

Клучни теми

- Класификација на хибридни соларни системи,
- Интеграција на соларен панел со батерии, генератори, ветерни турбини и хидроелектрани,
- Блок дијаграм и структура на хибридни системи,
- Примена и флексибилност на хибридни системи во снабдувањето со енергија.

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на принципите на работа и интеграција на различни извори на енергија во хибридни системи.
- Студија на случај - Преглед на примери на хибридни системи во пракса и анализа на нивната ефикасност.
- Групна работа - Учениците/учесниците изведуваат симулација на хибриден систем со различни извори на енергија.

Евалуација

- Истражувачки труд/PPT презентација - Компаративна анализа на предностите и предизвиците на соларните електрани надвор од мрежата, соларните електрани на мрежата и хибридните.
- Критичка анализа - Дискусија за можностите за подобрување на хибридните соларни системи во контекст на енергетска транзиција.
- Квиз - Прашања за електрани надвор од мрежа, на мрежа и хибридни електрани.

Вежба: Истражувачка работа - Компаративна анализа на соларни електрани надвор од мрежата, на мрежата и хибридни

Цел на вежбата:

Развијте аналитички и истражувачки вештини преку споредување на различни системи за сончева енергија и поврзете го теоретското знаење со практичните примени.

Упатства за изведување на вежбата

Вовед

- Објаснете ги основните карактеристики на соларните електрани надвор од мрежата, на мрежата и хибридните соларни електрани.
- Поставете клучни истражувачки прашања:
 - Кои се предностите и предизвиците на секој систем?
 - Кои фактори влијаат врз изборот на соодветен тип на електрана?
 - Како различните системи придонесуваат за енергетска одржливост?

Истражување

- Учениците/учесниците собираат податоци за принципот на работа, предностите и предизвиците и примената во различни услови.

Анализа

- Тие проценуваат кој систем е најсоодветен за специфични локации и потреби на корисниците.
- Тие ги идентификуваат клучните економски и еколошки фактори кои влијаат врз имплементацијата на соларните системи.

Презентација на резултатите

- Учениците/учесниците креираат PPT презентација или писмен извештај со анализа и клучни заклучоци.
- Секоја група ги презентира резултатите, по што следува дискусија за оптимални решенија за иднината на сончевата енергија.

Квиз 5: Поделба на соларните фотонапонски системи на електрани надвор од мрежата, на мрежата и хибридни електрани

<https://forms.office.com/e/77hGTtsPQV>

1. Која карактеристика ја прави разликата помеѓу соларните фотонапонски системи надвор од мрежата со системи поврзани со мрежата?

- а) Системите надвор од мрежата се поврзани со електричната мрежа
- б) Системите надвор од мрежата користат батерии за складирање на енергија**
- в) Системите поврзани со мрежата не произведуваат електрична енергија
- г) Системите поврзани со мрежата работат само во ноќни услови

2. Каде најчесто се користат самостојни соларни фотонапонски системи кои се надвор од мрежата?

- а) Во урбани средини со стабилно напојување од електрична мрежа
- б) На покривите на комерцијални згради поврзани со мрежата
- в) Во оддалечени области без пристап до електричната мрежа**
- г) Во индустриските постројки во градските центри

3. Која е главната карактеристика на мрежните соларни електрани?

- а) Тие не се поврзани со јавната електрична мрежа
- б) Тие користат само обновливи извори на енергија без батерии
- в) Вишокот произведена енергија може да се испорача во мрежата**
- г) Тие користат само соларни колектори наместо фотонапонски панели

4. Како се викаат соларните електрани што комбинираат повеќе извори на енергија, како што се ветерни електрани или дизел генератори?

- а) Електрани поврзани на мрежата
- б) Електрани надвор од мрежата
- в) Хибридни електрани**
- г) Пловечки електрани

5. Која е предноста на пловечките соларни електрани?

- а) Може да работат без сончева светлина
- б) Тие заземаат помал копнениот простор и ја зголемуваат ефикасноста со ладење со вода**
- в) Тие се поефикасни од сите останати соларни технологии
- г) Тие не бараат инвертерски системи за конвертирање на енергијата

6. Кои се главните критериуми за поделба на соларните фотонапонски системи?

- а) Бојата на панелот и висината на инсталација
- б) Работната автономија, локацијата, големина на системот и технологијата на панелот**
- в) Годишната на производство и времетраење на системот
- г) Потрошувачката на акумулатори и бројот на вработени во електраната

7. Кои се главните карактеристики на преносливите (мобилни) соларни електрани надвор од мрежата?

- а) Големи капацитети и висока ефикасност
- б) Фиксна инсталација и голема долготрајност
- в) Мобилност, лесна инсталација и ограничен капацитет**
- г) Тие не користат складирање на енергија од батерии

8. Кои сончеви фотонапонски електрани спаѓаат во групата големи електрани?

- а) Тие чија моќност е до неколку десетици киловати
- б) Тие чиј инсталиран капацитет е изразен во мегавати (MW)**
- в) Мали електрани наменети за домашни инсталации
- г) Преносливи електрани со ограничен капацитет

9. Која е главната предност на хибридните соларни фотонапонски системи?

- а) Пониски трошоци за инсталација од системите поврзани на мрежата
- б) Можност за комбинирање на сончевата енергија со други извори**
- в) Работат исклучиво ноќе кога нема сончева светлина
- г) Тие не бараат одржување

10. Кои технологии за фотонапонски панели се користат во современите соларни електрани?

- а) Монокристални, поликристални, тенкослојни, перовскитни и органски ќелии**
- б) Исклучиво поликристални ќелии за нивна долготрајност
- в) Само органски фотонапонски ќелии бидејќи се еколошки
- г) Плочести термички колектори и параболични рефлектори

4.5.2. Елементи на соларни фотонапонски системи, функција и принцип на склопување

Цел на наставната единица

Запознајте ги учениците/учесниците со клучните компоненти на соларните фотонапонски системи, нивните функции и постапката на склопување. Развијте разбирање за правилна инсталација и интеграција на системот заради обезбедување на ефикасност и долготрајност на системот.

Клучни теми

- Носечки конструкции на фотонапонски панели (видови, постапка на склопување, компоненти),
- Системи за складирање на електрична енергија (батериски системи, карактеристики, постапка за инсталација),
- Регулатори за полнење (функција, постапка на склопување и конфигурација),
- Инвертори (функција, поврзување со панели, батерии и мрежа),
- Електрични инсталации и системи за заштита (каблирање, разводни ормари, заземјување, громобранска заштита),
- Систем за следење и контрола (сензори, софтвер, аларми).

Методи на предавање

- Предавање и визуелизација - Презентација и анализа на клучните компоненти на соларните фотонапонски системи.

Евалуација

- Квиз за клучни термини - Квиз: Елементи на соларни фотонапонски системи, функција и принцип на монтирање.
- Критичка анализа - Дискусија за предизвиците при монтирање на фотонапонски системи.

Квиз 6: Елементи на соларните фотонапонски системи, функција и принцип на склопување

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

1. Која е основната функција на потпорната конструкција на фотонапонските панели?

- а) Претворање на сончевата енергија во електрична енергија
- б) Обезбедување на механичка стабилност на панелот и оптимално позиционирање**
- в) Намалување на температурата на панелот за време на работење
- г) Производство на електрична енергија од ветер

2. Кој тип на потпорна структура овозможува автоматско следење на сонцето во текот на денот?

- а) Фиксни структури
- б) Конструкции за монтажа на покривот
- в) Системи со следење на позицијата на сонцето**
- г) Подземни потпори

3. Кои материјали најчесто се користат за изработка на потпорни конструкции на соларни панели?

- а) Пластика и дрво
- б) Алуминиум и челик**
- в) Бакар и гума
- г) Керамика и бетон

4. Која е основната функција на батериските системи во соларните електрани?

- а) Претворање на еднонасочната струја во наизменична струја
- б) Регулација на температурата на соларните панели
- в) Складирање на вишокот електрична енергија за подоцнежна употреба**
- г) Мониторинг на потрошувачката на електрична енергија

5. Како се нарекуваат електричните уреди што го регулираат полнењето и празнењето на батериите во соларните системи?

- а) Инвертори
- б) Контролери за полнење**
- в) Трансформатори
- г) Контролери на напон

6. Која е задачата на инвертерот во соларна фотонапонска електрана?

- а) Зголемување на температурата на панелот
- б) Конвертирање на еднонасочната (DC) во наизменична струја (AC)**
- в) Намалување на отпорот во каблите
- г) Складирање на електричната енергија

7. Која е примарната улога на разводниот ормар кај соларните електрани?

- а) Производство на електрична енергија
- б) Заштита и дистрибуција на електричната енергија во системот**
- в) Ладење на соларните панели
- г) Зголемување на ефикасноста на фотонапонските ќелии

8. Кои заштитни мерки се користат за намалување на ризикот од удари од гром во соларните електрани?

- а) Инсталирање панели под вода
- б) Инсталација на заземјување и заштита од гром**
- в) Намалување на бројот на соларни панели
- г) Употреба на стаклени потпори

9. Кој елемент овозможува далечинско следење и оптимизација на работата на соларниот фотонапонски систем?

- а) Инвертерот
- б) Контролерот за полнење
- в) Системот за следење и управување**
- г) Трансформаторот

10. Како се инсталираат фотонапонски панели на покривите на зградите?

- а) Користење на анкери, куки за покрив и шини за прицврстување на панелите**
- б) Директно со лепење на панели на површината на покривот
- в) Со поставување на панелот на земја веднаш до објектот
- г) Со употреба на дрвени потпори без прицврстување

4.6. Техничка документација и технички прописи

Цел на наставната единица

Запознајте ги учениците/учесниците со видовите техничка документација и прописи во индустријата за соларна фотонапонска индустрија. Развијте разбирање за стандардите, проектните документи и безбедносните прописи што го регулираат работењето на соларните електрани.

Клучни теми

- Видови техничка документација (проектна документација, документација на производителот, протоколи за тестирање, сертификати),
- Стандарди и технички прописи во областа на соларните фотонапонски системи,
- Толкување на проектната документација (принципни дијаграми, блок дијаграми, еднополни дијаграми).

Методи на предавање

- Предавање и дискусија - Објаснување на важноста на техничката документација и прописите.
- Практична демонстрација - Преглед и анализа на техничка документација за соларни електрани.
- Студија на случај - Анализа на проектна документација за соларни центри и толкување на електрични дијаграми и симболи во документацијата.

Евалуација

- Критичка анализа - Дискусија за важноста на почитувањето на прописите при одржување на соларните системи.

4.7. Материјали, алатки, опрема и уреди за работа на изградба и одржување на соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица:

Да се запознаат учениците/учесниците со видовите материјали што се користат при изградба и одржување на соларни фотонапонски системи, нивните својства и методи на примена.

Клучни теми:

- Материјали,
- Алатки,
- Опрема и уреди,
- Специјализирани машини и возила.

Методи на предавање:

- Предавање со демонстрација на примероци од материјали,
- Анализа на техничките спецификации на каблите и приклучоците,
- Дискусија за критериумите за избор на материјали.

Евалуација:

- Препознавање на различни видови проводници и кабли и елементи за поврзување и заштита,
- Практичен тест за способноста за правилно користење на одредени алатки.

Практични вежби:

Задача 1: Препознавање и анализа на материјали за работа во соларни фотонапонски системи

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како да идентификуваат и анализираат различни видови материјали што се користат во електричните инсталации, да ги разберат нивните својства и да го изберат соодветниот материјал за специфични работни услови.

Материјал и алатки:

- Примери од различни видови материјали (бакарни и алуминиумски спроводници, изолациски материјали, пластични и метални цевки, заштитни обвивки),
- Техничка документација и каталози на производителот,
- Алатки за мерење (микрометар, клешти за стегање, нож за отстранување на изолација),
- Заштитна опрема (ракавици, заштитни очила).

Упатства за изведување на вежбата:

- Пред да започне со вежбата, наставникот треба да одржи кратко воведно предавање за видовите материјали што се користат во електричните инсталации и нивните својства.
- Објаснете ја важноста на правилниот избор на материјали во зависност од условите за работа, издржливоста и безбедноста на електричните инсталации.
- Поделете ги учениците/учесниците во тимови и зададете им задачи поврзани со препознавањето и анализата на материјалот.
- Обезбедете техничка документација, каталози на производители и примероци од материјали за учениците/учесниците да можат практично да ги анализираат својствата на различните проводници и изолациски материјали.
- Учениците/учесниците треба да ги споредат материјалите и да ги идентификуваат нивните предности и недостатоци преку дискусија и мерење на одредени параметри.
- За време на вежбата, надгледувајте ги учениците/учесниците, поправете ги евентуалните грешки и посочете ги факторите што влијаат врз изборот на материјали за електрични инсталации.
- На крајот од вежбата, организирајте презентација на резултатите од секоја група и дискутирајте за изборот на материјали во специфични работни услови.

Конечна проверка:

- Проверете ја точноста на препознавањето на материјалот и точноста на донесените заклучоци.
- Да се анализира колку добро учениците/учесниците ги разбрале техничките спецификации и како можат да ги применат во пракса.
- Врз основа на дискусијата, оценете колку добро учениците/учесниците можат самостојно да го изберат соодветниот материјал за различни инсталации.

Задача 2: Користење на рачни и електрични алатки**Цел на вежбата:**

Учениците/Учесниците ќе стекнат практични вештини за користење на основни рачни и електрични алатки што се користат во електрични инсталации, со акцент на безбедноста и ефикасноста во работата.

Материјали и алатки:

- Основни рачни алатки (клешти, шрафцигери, скалпели, ножеви за отстранување на изолација),
- Електрични алатки (дупчалка, брусилка, лемилица, пиштол за топол воздух),
- Тестери и мерни инструменти (мултиметар, тестер на напон, амперметар),
- Заштитна опрема (заштитни ракавици, заштитни очила, работна облека).

Упатства за наставници:

- Вовед за објаснување на основните функции и правила за користење на рачни и електрични алатки во електрични инсталации.
- Демонстрирајте правилна употреба на алатките, со акцент на техничките својства и безбедносните мерки.

- Поделете ги учениците/учесниците во групи и зададете им практични задачи што вклучуваат употреба на различни алатки.
- За време на вежбата, надгледувајте ги учениците/учесниците и проверувајте ја нивната точност, безбедност при работа и ефикасност при користење на алатките.
- Разгледајте ги најчестите грешки при користење на алатките и како да ги избегнете.
- На крајот од вежбата, анализирајте ја точноста и безбедноста на работата на секој ученик/учесник и дадете препораки за подобрување на техниката на работење.

Конечна проверка:

- Проверете го правилното ракување со алатките преку демонстрација на практични задачи.
- Проценете колку добро учениците/учесниците ги разбрале безбедносните процедури и правила при работа со рачни и електрични алати.
- Врз основа на дискусијата, утврдете дали учениците/учесниците можат да ја препознаат соодветната алатка за специфични задачи за инсталација.

5. ИЗГРАДБА НА СОЛАРНИ ФОТОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

5.1. Подготвителни работи за изградба на соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица

Се предлага оваа наставна единица да се реализира во соработка со локална компанија која се занимава со инсталирање на соларни панели.

Запознајте ги учениците/учесниците со клучните фази од подготвителната работа пред инсталацијата на соларни фотонапонски системи. Развијте разбирање за техничката документација, правилната проценка на локацијата и организацијата на опремата и важноста на безбедносните мерки.

Клучни теми

- Толкување на техничката документација (цртежи од проектот, спецификации на системот, безбедносни стандарди),
- Организација на материјали, алатки и опрема за монтирање,
- Проценка и подготовка на монтажната основа (носивост на покривот, анализа на почвата, структурна стабилност),
- Идентификација и отстранување на извори на засенчување,
- Оптимална ориентација и наклон на соларните панели,
- Безбедносни мерки и обележување на работната површина.

Методи на предавање

- Предавање и визуелна презентација - Користење на технички дијаграми и фотографии за објаснување на подготвителната работа и организацијата на инсталацијата.
- Демонстрација - Демонстрација на правилна проценка на површината, употреба на мерни инструменти и безбедносна опрема.
- Дискусија и групна работа - Анализа на предизвиците во зависност од видот на локацијата и факторите на животната средина.
- Практични вежби - Учениците/учесниците вршат проценка на локацијата користејќи мерна опрема, анализираат техничка документација и подготвуваат опрема и алатки за монтажа.

Евалуација

- Анализа на технички решенија - Учениците/учесниците ги проучуваат техничките цртежи и дискутираат за правилната ориентација и наклон на соларните панели.
- Дискусија и практична проценка – Евалуација на разбирањето на учениците/учесниците преку анализа на различни методи за подготовка на терен.
- Демонстрација на безбедносни мерки – Учениците/учесниците демонстрираат правилна употреба на заштитна опрема и организација на работниот простор.

Практични вежби:

Задача 1: Проценка на локација за соларна електрана

Цел на вежбата:

Учениците/учесниците ќе научат како правилно да го мерат наклонот и ориентацијата на покривот/земјата со помош на мерни инструменти за да се обезбеди оптимална ефикасност на соларниот фотонапонски систем.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Обезбедете безбедна средина за извршување на мерења.
- Подгответе ги потребните мерни инструменти (инклинометар, компас, соларен анализатор).

Објаснување на задачата:

- Објаснете ја важноста на ориентацијата и наклонот во оптимизацијата на производството на сончева енергија.
- Покажете како да користите мерни инструменти за прецизни мерења.

Извршување на симулацијата:

- Учесниците го мерат наклонот на покривот или земјата со помош на инклинометар.
- Тие користат компас за да ја одредат својата ориентација кон југ.
- Тие ги споредуваат добиените податоци со техничките упатства за оптимално производство на енергија.

Евалуација и конечна проверка:

- Споредете ги измерените вредности со препорачаните параметри за соларната инсталација.
- Дискутирајте за можните предизвици во мерењето и предлози за подобрување.

Задача 2: Подготовка на монтажна опрема и алатки

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како правилно да ги организираат потребните материјали и да воспостават безбедносни мерки пред да инсталираат соларни панели.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Уверете се дека сите материјали и алатки се достапни и организирани.
- Проверете ги безбедносните мерки на работното место (заштитна опрема, бариери, сигнализација).

Објаснување на задачата:

- Објаснете ја улогата на секоја алатка и материјал во процесот на монтажа.
- Демонстрирајте правилно ракување со опремата и безбедна инсталација на монтажната структура.

Извршување на симулацијата:

- Учесниците ги средуваат и организираат материјалите според фазите на монтажа.
- Тие ја проверуваат исправноста на опремата за монтажа и безбедносните системи.
- Тие воспоставуваат привремени заштитни мерки пред почетокот на работата.

Евалуација и конечна проверка:

- Проверете дали сите материјали и алатки се правилно подготвени.
- Дискутирајте за можни подобрувања во организацијата на монтажните работи.

5.2. Инсталација на потпорни конструкции и фотонапонски панели

Се предлага оваа наставна единица да се реализира во соработка со локална компанија која се занимава со инсталација на соларни панели.

Целта на оваа наставна единица е учениците/учесниците да стекнат теоретски и практични знаења за montirawe на носечки конструкции и фотонапонски панели. Фокусот е на правилна инсталација, безбедносни мерки и оптимизирање на перформансите на соларниот фотонапонски систем.

Клучни теми:

- Одредување на локацијата и подготовка на теренот,
- Изведба на темелите и монтажа на потпорната структура
- Инсталација на фотонапонски панели,
- Правилан наклон и ориентација на панелот,
- Поставување и поврзување на кабли за еднонасочна струја
- Безбедносни мерки на претпазливост за време на монтажата.

Методи на предавање:

- Предавање со визуелни прикази - Презентација на различни видови потпори и нивните технички својства.
- Демонстрација – Демонстрација на практична монтажа на потпорната конструкција и панелите со употреба на соодветни алатки.
- Дискусија и групна работа - Анализа на најдобрите методи за инсталација во зависност од спецификите на локацијата.
- Работилница - Учениците/учесниците во групи симулираат монтажа на панели со користење на модели или реални компоненти.

Евалуација:

- Анализа на технички решенија - Учениците/учесниците анализираат различни видови потпори и системи за монтирање.
- Дискусија и практична проценка - Размена на мислења за растечките предизвици и методите за обезбедување стабилност.
- Демонстрација - Практична изведба на монтажа на потпори и панели со евалуација на прецизноста и безбедноста на работата.

Видеа:

Постапка за монтажа на кровот на потпорната конструкција и соларни панели

<https://www.youtube.com/watch?v=X51ZnslbWNY>

Практични вежби

Задача 1: Монтирање на фотонапонските панели на потпорната конструкција, со проверка на нивното порамнување и стабилност

Цел за вежбање

Учесниците ќе научат како правилно да ги монтираат фотонапонските панели на потпорната конструкција, да обезбедат нивна стабилност и усогласување и да извршат основна проверка на исправноста на инсталацијата.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор

- Уверете се дека сите потребни материјали и алатки се достапни на работното место.
- Проверете ја безбедноста на работната површина и утврдете ја заштитна опрема.
- Поделете ги учениците/учесниците во помали групи и распределете ги задачите.

Објаснување на задачата

- Наставникот ја објаснува важноста на правилната монтажа на фотонапонските панели и нивната улога во производството на електрична енергија.
- Објаснете ја важноста на ориентацијата и наклонот на панелот за оптимална ефикасност на системот.
- Објаснете ја постапката за прицврстувањето на панели на носечката конструкција со користење на соодветни држачи и стеги.

Изведување на симулација

- Наставникот демонстрира монтажа на еден фотонапонски панел, објаснувајќи ги чекорите во реално време.
- Учениците/учесниците ја набљудуваат демонстрацијата и поставуваат прашања за процесот на монтажа.
- Посебно внимание се посветува на правилната употреба на алатките и безбедносните мерки.

Самостојна работа на ученици/учесници

- Учениците/учесниците во групи ги монтираат панелите на подготвената потпорна структура.
- Наставникот ја следи работата и ги корегира сите грешки.
- Ја проверува стабилноста на структурата и правилното прицврстување на панелите.

Евалуација и конечна проверка

- Наставникот ја проверува порамнетоста на панелите и стабилноста на спојките.
- Користејќи либела или инклинометар, проверете дали панелите се поставени под правилен агол.
- Учениците/учесниците учествуваат во анализа на потенцијални грешки и дискутираат за можни подобрувања.

Задача 2: Поврзување на фотонапонските панели во согласност со техничката документација со правилно поставување на каблите за еднонасочна струја

Цел на вежбата

Учениците/учесниците ќе научат како правилно да поврзуваат фотонапонски панели во согласност со техничката документација, да изведат безбедно поставување и насочување на кабли за напојување со еднонасочна струја и да извршат основна проверка на електричните параметри на системот.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор

- Проверете дали сите потребни материјали и алатки се достапни и организирани.
- Проверете дали учениците/учесниците се опремени со соодветна заштитна опрема.
- Поделете ги учениците/учесниците во помали групи за поефикасна работа.

Објаснување на задачата

- Наставникот го објаснува принципот на поврзување на фотонапонските панели и различните видови на врски (сериски, паралелни, мешани).
- Објаснете ја важноста на правилното димензионирање на кабелот и употребата на MC4 конектори.
- Објаснете ги правилата за безбедно ракување со кабли и конектори.

Извршување на симулација

- Наставникот демонстрира поврзување на фотонапонските панели, објаснувајќи го секој чекор.
- Демонстрира правилна употреба на алатки за спојување на кабли и тестирање на споеви.
- Објаснува мерење на електрични параметри со помош на мултиметар.

Самостојна работа на ученици/учесници

- Учениците/учесниците во групи ги поврзуваат панелите во согласност со техничката документација.
- Тие ги поставуваат каблите правилно и ги прицврстуваат со врски отпорни на УВ зрачење и заштитни цевки.
- Наставникот ја следи работата на учениците/учесниците и дава совети за корегирање на грешките.

Евалуација и конечна проверка

- Наставникот ја проверува безбедноста и исправноста на споевите.
- Напонот и струјата се мерат со мултиметар за да се осигура точност на поврзувањето.
- Учениците/учесниците учествуваат во анализа на грешки и дискусија за можни подобрувања.

5.3. Инсталација и поврзување на опрема од соларни фотонапонски системи

Се предлага оваа наставна единица да се реализира во соработка со локална компанија која се занимава со инсталација на соларни панели.

Цел на наставната единица

Учениците/учениците треба да ги совладаат принципите на монтирање и поврзување на опрема во соларни фотонапонски системи. Тие треба да ја разберат важноста на правилното поставување на потпорните конструкции, организацијата на кабелските инсталации, како и монтажата и поврзувањето на инверторите и регулаторите за полнење. Исто така, ќе се запознаат со процедурите за проверка на исправноста на системот и важноста на заземјувањето и заштитата од пренапон.

Клучни теми

- Видови потпорни конструкции за електрична опрема (сидни, подни потпори, монтажа на шини, ормари за опрема),
- Организација и заштита на кабелски инсталации (кабловски држачи, канали, цевки, потпори, ровови),
- Постапката за монтирање и поврзување на инверторот и регулаторот за полнење,
- Правилно поврзување на соларните панели, батерии и разводниот ормар,
- Заземјувачки и пренапонски системи за заштита,
- Испитување на функционалноста и проверка на безбедноста на системот.

Методи на предавање

Предавање и визуелна презентација

- Наставниците користат слики, дијаграми и технички илустрации за да го објаснат склопувањето и поврзувањето на опремата.
- Објаснување на функцијата на инверторот и контролерот за полнење со помош на технички дијаграми и прикази на електрични врски.

Демонстрација на процедури

- Практична демонстрација на инсталација на потпори, ормари и поврзувачки кабли.
- Демонстрација на правилна употреба на алатки и безбедносни мерки на претпазливост за време на монтажата.

Групна работа и практична примена

- Учениците/учесниците во групи изведуваат монтажа и поврзување на опремата во согласност со техничката документација.
- Наставникот го следи процесот, ги корегира грешките и ги објаснува корекциите во реално време.

Дискусија и анализа на примери

- Анализа на различни видови потпори и конструкции преку примери од пракса.
- Дискусија за предизвиците при монтажа во различни услови (покрив, под, лебдечки системи).

Евалуација

Анализа на технички решенија

- Учениците/учесниците ја анализираат техничката документација и предлагаат соодветни видови потпори и методи на монтирање за специфични услови на инсталација.

Дискусија и практична проценка

- Евалуација на разбирањето на учениците/учесниците преку размена на мислења за предизвиците на поврзување на соларни фотонапонски системи.
- Прашања и одговори за клучните технички аспекти на монтажа и тестирање на опрема.

Демонстрација и верификација на практичната работа

- Учениците/учесниците ги демонстрираат процедурите за инсталација на инвертори и контролери на полнење.
- Тестирање на исправноста на поврзаниот систем со помош на мултиметар и други мерни инструменти.
- Проверка на безбедноста на инсталацијата и заземјувањето на системот.

Видеа:

Поврзување на елементите на хибриден соларен систем (чекор по чекор)

<https://www.youtube.com/watch?v=cCH4IEs1Vzc>

Постапка за инсталација и поврзување на соларни фотонапонски панели

<https://www.youtube.com/watch?v=oeFeP0JU28w>

Практични вежби:

Задача 1: Монтирање на инверторот на потпорната конструкција и поврзување со соларните панели

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како правилно да го монтираат инверторот на соодветна потпорна конструкција, да го поврзат со соларните панели и да ја проверат исправноста на системот.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на учениците/учесниците:

- Запознајте ги учениците/учесниците со техничката документација на инверторот.
- Објаснете ја важноста на правилното позиционирање на инверторот во системот.
- Обрнете внимание на безбедносните мерки на претпазливост за време на склопувањето и поврзувањето.

Демонстрација на постапката:

- Наставникот покажува како да се избере и означи соодветната локација за монтирање на инверторот.
- Практично покажете ја постапката за фиксирање на инверторот на потпорите.
- Демонстрирајте поврзување на кабли за напојување со еднонасочна струја со соларни панели и правилен начин за мерење на напонот.

Самостојна работа на ученици/учесници:

- Учесниците во парови или помали групи го монтираат инверторот според техничката документација.
- Тие го поврзуваат инверторот со соларните панели, следејќи ги правилата на поларизација.
- Тие користат мултиметар за да ги проверат вредностите на напонот пред да го изведат конечното поврзување.

Анализа и евалуација на работата:

- Наставникот ја проверува исправноста на врските и безбедноста на инсталацијата.
- Учениците/учесниците ги анализираат грешките и предлагаат можни подобрувања.
- Се изведува тест за функционалност на инверторот и резултатите се документираат.

Задача 2: Монтирање на регулаторот за полнење и негово поврзување со системот на батерии

Цел на вежбата:

Учесниците ќе ја совладаат постапката за монтирање на регулаторот за полнење и неговото поврзување со соларните панели и системот за батерии, притоа проверувајќи ја функционалноста на системот.

Упатства за изведување на вежбата:**Подготовка на ученици/учесници:**

- Презентирајте ја функцијата и важноста на регулаторот за полнење во сончевиот систем.
- Запознајте ги учесниците со техничките барања за монтажа.
- Објаснете ги безбедносните мерки на претпазливост при поврзување со батерии.

Демонстрација на постапката:

- Наставникот демонстрира монтирање на регулаторот на сидниот држач.
- Го прикажува правилниот процес за поврзување на регулаторот со соларните панели и системот на батерии.
- Ја објаснува улогата на осигурувачите и проверка на вредностите на напонот.

Самостојна работа на ученици/учесници:

- Учениците/учениците го инсталираат регулаторот за полнење на држачот.
- Тие правилно го поврзуваат регулаторот со соларните панели и батериите.
- Тие вршат мерење на напонот за да проверат дали поврзувањето е правилно.

Анализа и евалуација на работата:

- Наставникот ја проверува исправноста на инсталацијата и врските.
- Се дискутираат потенцијалните грешки и подобрувања.
- Учениците/учесниците ги документираат резултатите од мерењето и ги анализираат перформансите на контролерот на полнење.

Квиз 7: Монтажа и поврзување на опрема за соларен фотонапонски систем

<https://forms.office.com/e/g1CTChgFNp>

1. Која е главната намена на потпорната конструкција за електрична опрема во соларните фотонапонски електрани?

- а) Естетски изглед на системот
- б) Одржување на кабли на отворен простор
- в) Обезбедување стабилност, заштита и лесно одржување на опремата**
- г) Намалување на трошоците за монтажа

2. Кој тип на потпора најчесто се користи за монтирање на инверторот во техничката просторија?

- а) Подни потпори
- б) Сидни држачи**
- в) Монтирање на шини
- г) Кровни носачи

3. Која е главната причина за користење на полици и држачи за кабли во соларните системи?

- а) Обезбедување стабилен и безбеден распоред на каблите**
- б) Намалување на трошоците за монтажа
- в) Затскивање на каблите од поглед
- г) Намалување на електричниот отпор на каблите

4. Зошто е важно да се обезбеди добра вентилација при монтирање на инверторот?

- а) За да може инверторот подобро да се вклопи во просторот
- б) За намалување на бучавата за време на работата
- в) За да се спречи прегрејување и да се зголеми рокот на траење**
- г) За да се зголеми брзината на пренос на електрична енергија

5. Кој елемент во системот го контролира процесот на полнење на батериите и спречува нивно преполнување или празнење?

- а) Инвертерот
- б) Разводниот ормар**
- в) Контролерот за полнење
- г) Заштитата од пренапон

6. Кој е основниот чекор при поврзување на соларни панели со инвертер?

- а) Поврзување на каблите за напојување со еднонасочна струја од панелот директно со мрежата
- б) Правилно поврзување на каблите за напојување со еднонасочна струја според техничката документација
- в) Поврзување на контролерот за полнење со електричната мрежа
- г) Инсталација на кабли во инверторот без заземјување

7. Која компонента го штити соларниот систем од пренапонски бранови и атмосферски празнења?

- а) Системот за заземјување и заштита од гром
- б) Контролерот за полнење
- в) Разводен ормар за наизменична струја
- г) Кабелски носачи

8. Кое од следниве тврдења е точно за поврзување на инвертер со разводен ормар?

- а) Инверторот е поврзан исклучиво со разводниот ормар за наизменична струја
- б) Инверторот може да се поврзе директно на мрежата без заштитни уреди
- в) Заштитата од преоптоварување не треба да се земе предвид при поврзување на инверторот
- г) Инверторот мора да биде поврзан со заштитните и мерните уреди во разводниот ормар.

9. Која алатка е потребна за проверка на исправноста на врските по поврзувањето на опремата?

- а) Чекан
- б) Мултиметар
- в) Вакуум пумпа
- г) Нибела

10. Кој е последниот чекор пред пуштањето во употреба на соларниот фотонапонски систем?

- а) Монтирање на соларни панели
- б) Чистење на кабли и стеги
- в) Тестирање на системот и проверка на сите врски
- г) Проверка на визуелниот изглед на системот

5.4. Избор на заштитни средства и опрема за монтажа и расклопување на елементи од соларен фотонапонски систем

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе ја разберат важноста на заштитните средства и опрема при работа на монтажа и демонтажа на соларни електрани, вклучувајќи ја употребата на лична и колективна заштита, заштита од електричен удар и стандардни безбедносни процедури.

Клучни теми

- Лична заштитна опрема (ЛЗО) - Заштита на главата, рацете, телото, нозете и респираторниот систем.
- Колективна заштитна опрема - Безбедносни бариери, заштита од гром, помошни системи за кревање товари.
- Електрична заштита – диелектрична опрема, изолациски подлоги, алатки со изолирани рачки.
- Постапка за проверка на заштитна опрема - Инспекција и тестирање на заштитни системи.
- Мерки за итни случаи и план за евакуација - Реакција при несреќи и процедури за спасување во итни ситуации.

Наставни методи

Предавање со визуелни прикази

- Користење на слики и дијаграми на заштитна опрема и безбедносни процедури.
- Објаснување на видовите заштитна опрема преку практични примери.

Демонстрација на елементи на заштитна опрема

- Демонстрација на правилна употреба на заштитен шлем, сигурносен појас и диелектрични ракавици.
- Демонстрација на изолирани алатки и тестери за напон.

Практична симулација

- Учениците/учесниците инсталираат и проверуваат заштитна опрема пред симулираната задача за монтажа.

Евалуација

- Тест на знаење преку квиз – Учениците/учесниците одговараат на прашања за заштитна опрема и безбедносни процедури.
- Практична проверка – Демонстрација на правилна употреба на лична заштитна опрема и безбедносни процедури.
- Оценување на истражувачката работа - Анализа на колективната заштитна опрема преку семинарска работа и презентација.

Квиз 8: Тестирање на знаењето за заштитни средства и заштитна опрема

<https://forms.office.com/e/Esgnr67zKf>

1. Која е главната задача на заштитниот шлем при работа на соларна фотонапонска електрана?

- а) Ја зголемува видливоста на работниците
- б) Овозможува полесна комуникација
- в) Заштитува од удари и пад на предмети
- г) Обезбедува дополнителна вентилација

2. Кои се основните својства на заштитните обувки за работа на соларни фотонапонски електрани?

- а) Водоотпорност, лесна структура, пластичен ѓон
- б) Антилизгачки ѓон, штитник, антистатички својства
- в) Материјал кој е пропуша воздух, флексибилен ѓон, памучни влошки
- г) Гумен ѓон, термоизолација, спортски дизајн

3. Какви видови заштитни ракавици се користат за работа со електрични компоненти?

- а) Кожени ракавици
- б) Платнени ракавици
- в) Гумени ракавици
- г) Диелектрични ракавици

4. Што се подразбира под колективна заштитна опрема во соларните фотонапонски електрани?

- а) Заштитни шлемови и заштитни очила
- б) Безбедносни бариери, заштитни мрежи, громобрански системи
- в) Изолирани алатки и тестери за напон
- г) Електрични ракавици и заштитни обувки

5. Кои се главните средства за заштита од електричен удар?

- а) Рефлективни елеци и радио станици
- б) Изолирани чевли, ракавици и подлоги
- в) Заштитни очила и антифони
- г) Гас-маски и респиратори

Вежба: Семинарска работа/PPT презентација - Лична или колективна заштитна опрема во соларни фотонапонски електрани

Учесниците треба да напишат семинарска работа/PPT за лична или колективна заштитна опрема што се користи на градилиштата на соларни фотонапонски системи.

Инструкции:

- Објаснете ја важноста на безбедносните бариери и безбедносните мрежи.
- Опишете како функционира системот за заштита од гром на соларните панели.
- Истражете како правилното поставување на сигнализација и обележување на работните зони го намалува ризикот од несреќи.
- Наведете примери за специфични прописи и стандарди што ја регулираат употребата на колективна заштитна опрема.

Дополнителни материјали за наставници

Дебата за важноста на почитувањето на заштитните мерки во реални работни услови.

- Зошто е важно редовно да се проверува исправноста на заштитната опрема?
- Кои заштитни мерки мора да се применат при работа на висина?
- Како се инсталираат колективни заштитни уреди во соларна фотонапонска електрана?

6. ИЗВЕДБА НА ЕЛЕКТРИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ НА СОЛАРНИ ФОТОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

6.1. Елементи и метод на изведување на електрични инсталации на соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе ги разберат основните елементи на електричните инсталации на соларни фотонапонски системи, вклучувајќи ги видовите инсталации, кабелските системи, опремата за електрична инсталација, заземјувањето и заштитата од гром. Тие ќе се стекнат со практични знаења за изведување на инсталации и безбедносни мерки што обезбедуваат ефикасно и безбедно работење на системот.

Клучни теми

Видови електрични инсталации во соларниот фотонапонски систем

- Инсталации на еднонасочна струја (DC)
- Инсталации на наизменична струја (AC)
- Инсталации за заземјување и пренапонска заштита
- Инсталации за мониторинг и управување

Кабелски конструкции и кабли во фотонапонски системи

- Кабелски полицаи, регали, канали, цевки, потпори и ровови
- Кабли за напојување со еднонасочна и наизменична струја - својства и примена

Опрема за електрична инсталација

- Прекинувачи, 4p прекинувач со моторен погон, раставувачи, осигурувачи
- Заштита од пренапон
- Мерни уреди и поврзувачки компоненти

Изведување на инсталации на еднонасочна и наизменична струја

- Разводни ормари, шини и елементи за поврзување

Заземјување и системи за заштита од гром

- Функција на заземјување во соларна електрана
- Елементи на громобранска заштита и нивна правилна инсталација

Методи на предавање

Предавање со визуелни прикази

- Користење слики и технички илустрации за прикажување на електрични инсталации.

Демонстрација на елементи од електрична инсталација

- Приказ на различни видови заштитни прекинувачи, осигурувачи и одводници на пренапон.
- Демонстрација на правилно заземјување и мерење на отпорноста на земјата.

Дискусија и групна работа

- Анализа на факторите што влијаат на квалитетот на инсталациите и безбедноста на системот.
- Идентификација на предизвиците при изведување на инсталации на соларни фотонапонски системи и дискусија за можни решенија.

Практична симулација

- Учениците/учесниците анализираат шеми за поврзување на соларни панели и инвертори.
- Вежбајте мерење на параметрите за инсталација со помош на мултиметар.

Евалуација

Анализа на технички решенија

- Учениците/учесниците ја анализираат разликата помеѓу инсталациите со еднонасочна струја и наизменична струја и нивната функционалност.

Практична проценка

- Проверка на правилното поврзување на каблите и заштитните прекинувачи.
- Мерење на електрични параметри со користење на точни методи на тестирање.

Дискусија за безбедноста на електричните инсталации

- Евалуација на разбирањето на ученикот/учесникот преку анализа на случаи на дефекти во електричните инсталации на соларните електрани.

Квиз 9: Елементи и метод на изведување на електрични инсталации на соларни фотонапонски системи

<https://forms.office.com/e/5CE9DnvvUd>

1. Која е основната улога на електричната инсталација во соларните фотонапонски електрани?

- а) Поврзување на панелот со системот за наводнување
- б) Пренос и дистрибуција на електрична енергија од соларни панели до потрошувачите**
- в) Ладење на соларни панели
- г) Поврзување на панелот со системот за собирање дождовница

2. Каква електрична енергија се произведува во соларните фотонапонски панели?

- а) Наизменична струја (AC)
- б) Еднонасочна струја (DC)**
- в) Комбинирана струја (AC/DC)
- г) Индукциска струја

3. Која компонента се користи за претворање на наизменична струја во наизменична струја?

- а) Контролер за полнење
- б) Осигурувач
- в) Инвертер**
- г) Уред за заземјување

4. Каде најчесто се инсталираат разводни ормари за еднонасочна струја?

- а) На самите панели
- б) Внатре во нисконапонските дистрибутивни ормари
- в) Во непосредна близина на соларните панели**
- г) Во столбови за напојување

5. Која е основната функција на разводниот ормар во електричната инсталација на соларните фотонапонски системи?

- а) Дистрибуција на електрична енергија и заштита на системот од преоптоварување**
- б) Намалување на температурата на фотонапонските ќелии
- в) Следење на движењето на Сонцето
- г) Оптимизација на брзината на ветерот

6. Која компонента обезбедува заштита од пренапон на системот?

- а) Инвертер
- б) Пренапонски одводник**
- в) Термички сензор
- г) Фотодетектор

7. Какви видови кабли се користат за поврзување на фотонапонски панели?

- а) Стандардни електрични кабли за домашни инсталации
- б) Специјализирани кабли за наизменична струја отпорни на UV зрачење и временски услови**
- в) Телефонски кабли
- г) Кабли за етернет мрежи

8. Која е главната цел на заземјувањето на соларен фотонапонски систем?

- а) Превенција од електромагнетни пречки
- б) Зголемување на производството на енергија
- в) Заштита на системот од пренапон и електрични удари**
- г) Оптимизација на наклонот на панелот

9. Како се вика системот за заштита на соларните инсталации од удари од гром?

- а) Термичка заштита
- б) Пасивен систем за ладење
- в) Громобрански систем**
- г) Електромагнетна бариера

10. Зошто се користи заштита од преоптоварување во соларните електрани?

- а) За да се спречи прекумерно производство на електрична енергија
- б) За да се обезбеди рамномерна распределба на сончевата светлина
- в) За да се спречат дефекти поради високи струи и напони**
- г) За да се зголеми животниот век на соларните панели

6.2. Изведба на инсталација на еднонасочна електрична енергија на соларни фотонапонски системи

Се предлага оваа наставна единица да се реализира во соработка со локална компанија која се занимава со инсталација на соларни панели.

Цел на наставната единица:

Учениците/учесниците ќе стекнат теоретски и практични знаења за правилно изведување на инсталација на еднонасочна електрична енергија на соларни фотонапонски системи, вклучувајќи поврзување на соларни панели, поставување кабли, заштита на системот и безбедносни мерки.

Клучни теми:

- Својства на инсталација на еднонасочна струја - Основни специфики на електрични инсталации на еднонасочна струја во соларни системи.
- Поставување и заштита на кабли за напојување со еднонасочна струја - Начини и стандарди за поставување кабли за долготрајност и безбедност на системот.
- Поврзување на соларни панели – Различни методи за поврзување на панели - сериски и паралелно за оптимизирање на напонот и струјата.
- MPPT (Maximum Power Point Tracking) за оптимизација на производството на енергија - Начин на работа, предности на MPPT технологијата, опсег и поврзување.
- Димензионирање на низи и MPPT во соларни фотонапонски системи - Анализирање на технички листови на панели и инвертори, напони во гранките за напојување со еднонасочна струја на системот и важноста на правилно одредување на бројот на панели во низа.
- Инсталација и поврзување на разводниот ормар на еднонасочна струја - Клучни заштитни и функционални елементи на ормарот.
- Поврзување на еднонасочна инсталација со инвертер – процес на конверзија на наизменична во наизменична струја и соодветна постапка за поврзување.
- Безбедносни аспекти при изведување на инсталации со еднонасочна струја - Правила за работа под високи еднонасочни напони и заштита од електрични ризици.
- Тестирање и проверка на исправноста на инсталацијата на еднонасочна струја - Мерење на напон, струја и проверка на исправноста на заштитните елементи.

Методи на предавање:

- Предавање и упатства за практична работа - Објаснување на клучните компоненти и нивните функции и објаснување на практичната вежба.
- Демонстрација на технички процедури - Практична демонстрација на поврзување на соларни панели и поставување кабли.
- Анализа на групни системи - Развој на примери на различни конфигурации на соларни системи и нивна техничка анализа.

Евалуација:

- Анализа и дискусија за поврзување на системот - Учениците/учесниците ги објаснуваат принципите на работа на инсталациите со еднонасочна струја и споредуваат различни методи на поврзување.
- Практична вежба за мерење и поврзување - Проверка на правилното ракување со кабли, конектори и разводен ормар.
- Прашања и одговори за безбедносни процедури - Евалуација на разбирањето на заштитните мерки и правилата за работа со еднонасочна струја.

Практични вежби:

Задача 1: Поврзување на фотонапонски панели во низи

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како правилно да поврзуваат фотонапонски панели во сериски и паралелни низи, проверувајќи го поларитетот и мерејќи го напонот за да се обезбеди правилна конфигурација на системот.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Обезбедете безбедна средина за вежбање.
- Проверете ја исправноста на фотонапонските панели, каблите и алатките.

Објаснување на задачата:

- Покажете ја разликата помеѓу сериско и паралелно поврзување.
- Објаснете како правилно да користите MC4 конектори и мултиметар.

Изведување на симулацијата:

- Учениците/учесниците ќе ги поврзат панелите според упатствата и ќе ја проверат поларноста.
- Извршете мерење на напонот за да ја потврдите исправноста на врските.

Евалуација и конечна проверка:

- Проверете ја цврстината на конекторот и заштитата на споевите.
- Споредете ги измерените вредности со техничката документација.

Задача 2: Монтирање и поврзување на разводниот ормар на еднонасочна струја

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како правилно да монтираат и поврзат разводен ормар на еднонасочна струја со правилна инсталација на заштитни осигурувачи и прекинувачи според техничката документација.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Обезбедете стабилно место за монтирање на разводниот ормар на еднонасочна струја.
- Разгледајте ги сите потребни материјали и алатки.

Објаснување на задачата:

- Објаснете ја намената на разводниот ормар и неговите компоненти.
- Покажете го правилниот начин за инсталирање на осигурувачи и прекинувачи за еднонасочна струја.

Извршување на симулацијата:

- Монтирајте го ормарот на сиден држач или на подна конструкција.
- Поврзете ги дојдовните кабли од соларните панели и излезните кабли со инверторот.

Евалуација и конечна проверка:

- Проверете ја исправноста на сите врски и осигурајте се дека конекторите се правилно поврзани.
- Измерете ги вредностите на напонот со мултиметар.

Задача 3: Поврзување на инверторот со инсталацијата на еднонасочна струја**Цел на вежбата:**

Учесниците ќе научат како правилно да го поврзат инверторот со разводниот ормар со еднонасочна струја, да ги проверат приклучоците и да го измерат напонот пред да го пуштат системот во работа.

Упатства за изведување на вежбата:**Подготовка на училницата или работниот простор:**

- Изберете соодветно место за монтирање на инверторот.
- Обезбедете ги потребните алатки и опрема.

Објаснување на задачата:

- Демонстрирајте ја постапката за поврзување на инверторот со разводниот ормар на еднонасочна струја.
- Објаснете ја важноста на правилната поларизација при поврзување.

Извршување на симулацијата:

- Монтирајте го инверторот на потпората според техничките спецификации.
- Поврзете ги позитивните и негативните кабли од разводниот ормар на еднонасочна струја со соодветните терминали на инверторот.

Евалуација и конечна проверка:

- Проверете дали сите врски се правилно направени и безбедно поврзани.
- Измерете го напонот на влезните приклучоци на инверторот пред да го пуштите системот во работа.

6.3. Изведување на електрична инсталација на наизменична струја на соларни фотонапонски системи

Се предлага оваа наставна единица да се реализира во соработка со локална компанија која се занимава со инсталација на соларни панели.

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе го разберат принципот на работа на инсталациите со наизменична струја во соларните фотонапонски системи, ќе научат како се изведуваат наизменични електрични инсталации и како системот е интегриран со електричната дистрибутивна мрежа. Посебен фокус ќе биде ставен на правилното поставување на кабли, инсталација на заштитни уреди и почитување на безбедносните мерки.

Клучни теми

- Улогата на инсталацијата на наизменична струја во соларните електрани,
- Основни елементи на системот на наизменична струја: инвертер, разводен ормар, осигурувачи, прекинувачи,
- Правила за поставување и поврзување на кабли на наизменична струја,
- Поврзување на системот со електричната дистрибутивна мрежа,
- Безбедносни мерки и стандарди за изведување на инсталации на клима уреди.

Методи на предавање

- Предавање и упатства за практична работа - Објаснување на работата на инсталациите на наизменична струја.
- Дискусија и групна работа - Учениците/учесниците анализираат различни конфигурации на инсталации на наизменична струја и предностите на системите поврзани со и надвор од мрежата.
- Демонстрација и симулација - Презентација на клучните компоненти на системот со наизменична струја и симулација на постапката за поврзување на инверторот со мрежата.

Евалуација

- Практична проценка – Анализа на шематски дијаграми на наизменична струја и препознавање на точни и неточни инсталации.
- Прашања и одговори за безбедносни процедури - Евалуација на разбирањето на заштитните мерки и правилата за работа со еднонасочна струја.

Практични вежби:

Задача 1: Монтажа и поврзување на разводниот ормар за наизменична струја

Цел на вежбата:

Учениците/учесниците ќе научат како правилно да монтираат и поврзат разводен ормар за наизменична струја, вклучувајќи инсталација на шини, заштитни прекинувачи и мерни уреди, во согласност со техничката документација и стандардите за електрична инсталација.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор

- Поделете ги учениците/учесниците во групи - секоја група ќе има задача да состави специфичен сегмент од разводниот ормар за наизменична струја.
- Прегледајте ја техничката документација и планот за склопување.
- Осигурајте се дека работната површина е чиста и безбедна за извршување на активностите.
- Подгответе ги потребните алатки и заштитна опрема.

Објаснување на задачата

- Демонстрирајте го распоредот на разводниот ормар за наизменична струја и клучните компоненти.
- Објаснете ја функцијата на собирниците, заштитните прекинувачи и мерните уреди.
- Нагласете ги безбедносните мерки при работа со наизменична струја.

Извршување на симулација

Група 1 – Инсталација и фиксирање на разводниот ормар за наизменична струја

- Определете ја точната позиција на ормарот според техничкиот план.
- Прикачете го ормарот на соодветна површина со помош на штипки и завртки.

Група 2 – Инсталација на шини и заштитни прекинувачи

- Поставете ги шините во ормарот според спецификациите.
- Обезбедете нивна правилна фиксација и проверете ги врските.
- Инсталирајте осигурувачи и прекинувачи и поврзете ги со шините.

Група 3 – Инсталација на мерни уреди и финална проверка

- Поставете волтметри, амперметри и ватметри на означените места.
- Поврзете ги со соодветни кабли и шини.
- Визуелно проверете ги сите конекции и проверете дали се правилно поврзани.

Евалуација и конечна проверка

- Проверете ја физичката стабилност на ормарот и сите компоненти.
- Измерете го напонот и проверете ја правилната работа на заштитните прекинувачи.
- Разговарајте за можните грешки и како да ги избегнете во идните инсталации.

Задача 2: Поврзување на инверторот со системот на наизменична струја

Цел на вежбата:

Учениците/учесниците ќе научат како да го поврзат инверторот со системот на наизменична струја, вклучително и поврзување на каблите за напојување со наизменична струја според техничката документација и проверка на напонот пред пуштање во употреба.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор

- Поделете ги учениците/учесниците во три групи - секоја група ќе работи на различни сегменти од поврзувањето на инверторот.
- Прегледајте ја техничката документација и објаснете ги клучните точки на поврзување.
- Обезбедете присуство на заштитна опрема и алатки за безбедна работа.

Објаснување на задачата

- Демонстрирајте го распоредот на инверторот и наизменичниот систем.
- Објаснете го принципот на работа на инверторот и методот за претворање на еднонасочната струја во наизменична.
- Нагласете ја важноста на правилниот поларитет и заштитните мерки.

Извршување на симулација

Група 1 - Подготовка и проверка на инверторот и наизменичниот систем

- Осигурајте се дека инверторот е исклучен од напојувањето.
- Проверете го напонот на инсталацијата на наизменична струја со помош на мултиметар.

Група 2 - Поврзување на кабли за напојување со наизменична струја

- Пронајдете ги соодветните приклучоци за фаза (L), неутрална (N) и заземјување (PE).
- Поврзете ги каблите за напојување со наизменична струја според техничката документација и прицврстете ги со стеги.

Група 3 – Организација на кабли и тестирање на системот

- Ставете ги каблите во заштитни цевки за да спречите механичко оштетување.
- Измерете го напонот на излезот од инверторот со мултиметар пред да го вклучите.
- Симулирајте ја работата на системот и проверете дали инверторот е правилно поврзан со мрежата или со локалните потрошувачи.

Евалуација и конечна проверка

- Проверете ги сите врски и проверете дали се цврсто поврзани.
- Измерете го напонот и струјата на точките на поврзување на инверторот.
- Разговарајте за можни проблеми со поврзувањето и начини за нивно решавање.

Задача 3: Тестирање на електричната инсталација на соларни фотонапонски системи според IEC 60364-6

Тестирајте ја електричната инсталација на соларните фотонапонски (FN) системи според IEC 60364-6, вклучувајќи проверка на континуитетот на проводниците, поларитетот, отпорот на изолација, функционалните тестови и другите клучни параметри за да се обезбеди правилно функционирање на системот.

Материјал и алатки:

- Мултифункционален тестер за тестирање на електрични инсталации (на пр. Fluke 1664 FC, Megger MFT),
- Дигитален мултиметар,
- Струјни стеги,
- Тестер на изолација (мегер),
- Дијаграм на фотонапонски систем со тест точки,
- Заштитна опрема (ракавици, заштитни очила, тестер на напон).

Упатства за изведување на вежбата:

Тестирање на континуитет на заземјувачки и изедначувачки проводници

- Проверете го континуитетот на заземјувачкиот проводник со помош на тестер за континуитет.
- Поврзете ја едната сонда од тестерот со главниот заземјувач, а другата со заштитниот проводник.
- Прочитајте го резултатот и споредете го со стандардните вредности според IEC 60364-6.

Тест за поларитет

- Користејќи дигитален мултиметар, проверете дали фазниот проводник е правилно поврзан.
- Поставете една сонда на фазниот проводник, а другата на заштитниот проводник и проверете ги отчитувањата на напонот.
- Ако напонот не се совпаѓа со очекуваното, проверете и корегирајте го поврзувањето.

Тест на комбинирани кутии (низа од комбинирани кутии)

- Проверете ги осигурувачите, заштитните прекинувачи и приклучоците во кутијата на комбинирачот.
- Извршете тест за напон на влезните и излезните терминали.
- Проверете ја работата на заштитните уреди со тестирање на заземјувачкиот прекинувач.

Тест на напон на отворено коло (Voc)

- Одделете ја фотонапонската низа од инверторот.
- Користејќи мултиметар, измерете го напонот на отворено коло помеѓу позитивните и негативните терминали на фотонапонската низа.
- Споредете ги измерените вредности со очекуваните, според техничката документација на панелот.

Тест за краток спој (Isc)

- Поврзете го амперметарот со струјното коло на фотонапонската низа.
- Кратко спојте ги позитивните и негативните терминали и прочитајте ја струјата на краток спој.
- Споредете ги измерените вредности со податоците на производителот.

Функционални тестови

- Поврзете го фотонапонскиот систем со инверторот и мрежата.
- Проверете ја работата на инверторот на различни нивоа на инсолација.
- Проверете ја работата на заштитните уреди со исклучување на фотонапонската низа.
- Проверете дали инверторот правилно ја следи MPPT точката.

Тест на отпорност на изолација на еднонасочно коло

- Исклучете ги инверторот и фотонапонските низи.
- Поврзете го тестерот за изолација (мегер) со каблите за напојување со еднонасочна струја и изведете го тестот на напон од 500V или 1000V.
- Проверете дали измерените вредности ги исполнуваат минималните барања на стандардот.

Конечна проверка:

- Споредете ги сите измерени вредности со спецификациите на производителот и стандардот IEC 60364-6.
- Идентификувајте ги можните грешки при инсталацијата.
- Документирајте ги резултатите од тестот во контролен лист.

6.4. Изведба на инсталација за заземјување и инсталација на громобранска заштита на соларни фотонапонски системи

Се предлага оваа наставна единица да се реализира во соработка со локална компанија која се занимава со инсталација на соларни панели.

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе стекнат теоретски и практични знаења за инсталација на системи за заземјување и заштита од гром во соларни фотонапонски системи. Тие ќе ја разберат важноста на овие инсталации за безбедноста на системот и корисниците, како и процедурите за правилно извршување, тестирање и верификација.

Клучни теми:

- Улогата и важноста на заземјувањето во соларните фотонапонски системи,
- Елементи на системот за заземјување,
- Постапка за инсталација и поврзување на заземјување,
- Громобранска заштита - видови и елементи,
- Правила и стандарди за заземјување и заштита од гром,
- Тестирање и верификација на инсталацијата.

Методи на предавање

- Предавање со визуелни материјали - Објаснување на основните концепти и важноста на заземјувањето и заштитата од гром со технички илустрации.
- Демонстрација на елементи - Приказ на различни видови заземјувачки уреди, проводници и компоненти за громобранска заштита.
- Практична вежба - Симулирање на поставување на заземјувачки блокови, поврзување на шините и тестирање на инсталацијата.
- Дискусија и анализа - Анализа на примери за неправилна инсталација и дискусија за најчестите грешки и нивните последици.

Евалуација

- Анализа на технички решенија - Учениците/учесниците ќе анализираат различни видови на заземјување и заштита од гром.
- Практична проценка - Проверка на исправноста на приклучоците и мерење на отпорот на заземјување.
- Дискусија и заклучоци - Критичка анализа на влијанието на правилно извршеното заземјување врз безбедноста на системот.
- Квиз - Краток тест со прашања за компонентите и правилата за заземјување и заштита од гром.

Практични вежби:

Задача 1: Инсталација и поврзување на системот за заземјување

Цел за вежбата

Учениците/учесниците ќе научат како да го изведат системот за заземјување на соларен фотонапонски систем, вклучувајќи поставување на заземјувач, поврзување на проводниците и мерење на отпорот на заземјувањето.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор

- Обезбедете соодветен терен за изведување на вежбата.
- Подгответе заземјувачи, проводници, мерен инструмент и потребни алатки.
- Проверете ја безбедносната опрема и осигурајте се дека учениците/учесниците користат заштитни ракавици и очила.

Објаснување на задачата

- Објаснете ја важноста на заземјувањето за безбедноста на соларните електрани.
- Демонстрирајте ја постапката за инсталирање на уредот за заземјување и поврзување на проводниците.
- Објаснете како се мери отпорот на заземјување и кои се пропишаните вредности.

Извршување на симулација

- Поделете ги учениците/учесниците во групи и зададете им специфични задачи:
 - Група 1: Обележување локации и копање ровови.
 - Група 2: Поставување на заземјувачки уреди и поврзување со шини.
 - Група 3: Поврзување на системот за заземјување со металните делови од инсталацијата.
 - Група 4: Мерење на отпор и верификација на инсталацијата
- Надгледувајте ја работата на учениците/учесниците и проверете дали се почитуваат техничките спецификации.

Евалуација и конечна проверка

- Проверете ги сите спојни точки и приклучените проводници.
- Споредете ги измерените вредности на отпорот со пропишаните стандарди.
- Разговарајте со учениците/учесниците за можните проблеми и можните подобрувања во постапката за заземјување.
- Документирајте ја постапката и евидентирајте ги сите неправилности.

Задача 2: Монтажа и поврзување на инсталација за громобранска заштита

Цел на вежбата

Учениците/учесниците ќе научат како да инсталираат и поврзат елементи за заштита од гром на соларен фотонапонски систем, вклучувајќи громобрански шипки, проводници и заземјувачки шипки.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор

- Подгответе го теренот и обезбедете ги потребните материјали и алатки.
- Доколку е потребно, обезбедете заштитна опрема за работа на висина.
- Проверете ја техничката документација за правилниот распоред на громобранските шипки.

Објаснување на задачата

- Објаснете ја улогата на громобранските шипки и принципот на работа на системот за громобранска заштита.
- Демонстрирајте ја постапката за поставување стеги, проводници и заземјување.
- Објаснете ги безбедносните мерки и процедурите за тестирање на системот.

Извршување на симулација

- Поделете ги учениците/учесниците во тимови со различни задачи:
 - Група 1: Одредување и обележување на точките за поставување на громобрански шипки.
 - Група 2: Поставување на громобрански шипки на назначените локации.
 - Група 3: Поврзување на проводници со стеги и заземјување.
 - Група 4: Тестирање на спроводливоста на системот и верификација на инсталацијата.
- Надгледувајте ги учениците/учесниците и уверете се дека безбедносните мерки правилно се спроведуваат.

Евалуација и конечна проверка

- Визуелно проверете ги сите точки на поврзување и елементите за монтирање.
- Проверете ја електричната спроводливост на системот и уверете се дека сите врски ги исполнуваат стандардите за заштита.
- Дискутирајте за можни проблеми со инсталацијата и анализирајте како да се подобри инсталацијата на системот за громобранска заштита.
- Документирајте ја постапката и евидентирајте ги сите корекции.

Задача 3: Тестирање на заземјување и громобранска заштита

Цел за вежбата

Учениците/учесниците ќе научат како да тестираат заземјување и системи за громобранска заштита користејќи соодветни мерења и проверка на врските.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор

- Подгответе мерачи на отпор на заземјување и инструменти за тестирање за громобранска заштита.
- Обезбедете безбедна средина за тестирање.
- Проверете ги сите врски и осигурајте се дека сите системи се исклучени пред да започнете со тестирање.

Објаснување на задачата

- Објаснете ги методите за мерење на отпорот на земјата и проверка на спроводливоста.
- Покажете како правилно се користи мерен инструмент и како се толкуваат резултатите.
- Објаснете како се анализираат резултатите и кои вредности мора да се исполнат.

Извршување на симулација

- Поделете ги учениците/учесниците во групи со различни задачи:
 - Група 1: Мерење на отпорот на заземјување со помош на мерен инструмент.
 - Група 2: Проверка на интегритетот на сите заземјувачки врски и инсталацијата на громобранска заштита.
 - Група 3: Тестирање на спроводливоста на спроводниците на системот за громобранска заштита.
 - Група 4: Анализа на резултатите од мерењето и споредба со стандардите.
- Надгледувајте ги учениците/учесниците за време на извршувањето на мерењата и проверките.

Евалуација и конечна проверка

- Уверете се дека сите измерени параметри ги исполнуваат пропишаните стандарди.
- Разговарајте за можните грешки и како да ги избегнете во иднина.
- Документирајте ги сите мерења и можни корекции.
- Подгответе извештај за проверка на исправноста на системот.

Квиз 10: Заземјување и громобранска заштита на соларни фотонапонски системи

<https://forms.office.com/e/d8mq2j23jd>

1. Која е основната намена на заземјувањето кај соларните фотонапонски електрани?

- а) Зголемување на напонот во системот
- б) Одржување на температурата на панелот
- в) Осигурување безбедност и спречување на електричен удар**
- г) Намалување на трошоците за инсталација

2. Кои компоненти се користат за изградба на систем за заземјување?

- а) Громобрански шипки и осигурувачи
- б) Метални шипки, заземјувачки проводници и шини**
- в) Соларни панели и батерии
- г) Кабли за напојување со еднонасочна струја и MC4 конектори

3. Каде се поставуваат заземјувачите во соларните фотонапонски електрани?

- а) На врвот на соларните панели
- б) Во електричниот ормар
- в) Во почвата, на одредени места**
- г) Внатре во инверторот

4. Која е функцијата на системот за громобранска заштита во соларна електрана?

- а) Ги намалува загубите на енергија во системот
- б) Ги привлекува и безбедно ги спроведува ударите од гром кон земјата**
- в) Ја зголемува ефикасноста на соларните панели
- г) Го регулира работењето на батериските системи

5. Кои се основните елементи на инсталацијата на громобранска заштита?

- а) Громобрани, проводници за празнење и заземјувачки проводници**
- б) Соларни панели, инвертер и батериски систем
- в) Прекинувачи, осигурувачи и контролер за полнење
- г) Метални држачи, заштитни ленти и разводен ормар за наизменична струја

6. Која алатка се користи за мерење на отпорот на заземјувањето?

- а) Мултиметар
- б) Мерач на отпор на заземјување**
- в) Термовизиска камера
- г) Амперметар

7. Кои се клучните чекори во процесот на инсталација на громобранска заштита?

- а) Инсталација на соларни панели и батерии
- б) Монтажа на громобрански шипки, поврзување на проводниците и заземјувачите**
- в) Поврзување на каблите за напојување со еднонасочна струја со разводниот ормар
- г) Инсталација на инверторот и поврзување со мрежата

8. Што се постигнува со правилното заземјување на електричната опрема?

- а) Поврзување на сите метални делови со заземјувачки проводници**
- б) Инсталација на дополнителни соларни панели
- в) Користење само на пластични потпори
- г) Заземјување само со громобран

9. Која е главната функција на собирницата за заземјување?

- а) Распределба на наизменична струја до инверторот
- б) Поврзување на повеќе заземјени проводници во еден систем**
- в) Регулација на температурата во електричната инсталација
- г) Одржување на константен напон во инсталацијата на наизменична струја

10. Зошто е важно да се тестира заземјувањето и громобранската заштита по инсталацијата?

- а) За да се осигура безбедност и функционалност на системот**
- б) За да се зголеми излезната моќност на соларните панели
- в) За да се оптимизира потрошувачката на енергија на инверторот
- г) За да се избегне прегревање на каблите за напојување со еднонасочна струја

6.5. Најчести грешки при инсталирање на соларен фотонапонски систем

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе научат за најчестите грешки што се случуваат при инсталација на фотонапонски системи и како да ги избегнат. Ќе ја разберат важноста на правилното димензионирање на системот, оптимизацијата на позицијата на панелот, правилното изведување на електричните инсталации и важноста на редовното одржување на системот.

Клучни теми

- Неправилно димензионирање на системот,
- Грешки при поставување на панелот,
- Дефекти во електричните инсталации,
- Грешки во монтажата и безбедносните мерки,
- Недостаток на мониторинг и одржување,
- Како да избегнете грешки при инсталацијата

Методи на предавање

- Предавање и презентација - Објаснување на клучните грешки при инсталација на фотонапонски системи со илустрации и студии на случај.
- Демонстрација - Демонстрација на правилна и неправилна инсталација на фотонапонски системи и анализа на технички проблеми на реални примери.
- Дискусија и анализа - Дискусија за најчестите предизвици при инсталација на фотонапонски системи и размена на искуства.
- Работа во групи - Анализа на сценарија од пракса и предлагање решенија за корекција на грешки.
- Студија на случај - Учениците анализираат документираните случаи на неправилно инсталирани системи и даваат препораки за подобрување.

Евалуација

- Устен испит - Прашања за најчестите грешки и правилата за инсталација на фотонапонски системи.
- Презентација на решенија - За конкретен пример, секоја група подготвува извештај за потенцијални грешки и предлага методи за превенција и оптимизација на фотонапонските системи.

7. РАБОТА И ОДРЖУВАЊЕ НА СОЛАРНИ ФОТОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

7.1. Подготвителна работа и почетно тестирање на соларни фотонапонски системи

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе научат како правилно да изведуваат подготвителни работи и почетно тестирање на соларен фотонапонски систем пред неговото пуштање во употреба. Ќе ја разберат важноста на анализата на техничката документација, планирањето на интервенции и тестирањето на функционалноста на системот.

Клучни теми

- Преглед на техничка документација и анализа на клучните системски параметри,
- Подготовка на алатки, опрема и заштитни средства,
- Планирање на активности и распоред на интервенции,
- Проверка на системот пред пуштањето во употреба и тестирање на компоненти,
- Активирање на инвертори и соларни панели со контрола на работата,
- Верификација на комуникациски системи и заштитни уреди.

Методи на предавање

- Предавање и презентација – Објаснување на техничката документација и клучните системски параметри со визуелни прикази.
- Дискусија и групна работа - Анализа на можни предизвици за време на подготвителната работа и тестирањето на системот.
- Практична симулација - Изведување на тест мерења и анализа на резултати.

Евалуација

- Тест на теоретско знаење - Учесниците одговараат на прашања поврзани со технички параметри, процедури за тестирање и безбедносни мерки.
- Практична задача - Симулација на тестирање на системот (мерење на напон, проверка на приклучоци и заштитни уреди).
- Завршен извештај - Учениците/учесниците подготвуваат краток технички извештај со резултатите од проверките и предложените подобрувања.

Практична вежба:

Задача: Почетно тестирање на соларниот фотонапонски систем

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како правилно да извршат визуелна проверка, електрични мерења и активирање на соларен фотонапонски систем, следејќи ја техничката документација и безбедносните упатства.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Уверете се дека работниот простор е безбеден и дека сите алатки и опрема се достапни.
- Проверете ја исправноста на заштитната опрема и мерните инструменти.

Објаснување на задачата:

- Објаснете ја важноста на техничката документација и безбедносните процедури при тестирање на соларен фотонапонски систем.
- Покажете правилна употреба на мерни инструменти како што се мултиметар, амперметар и термовизиска камера.

Извршување на симулацијата:

- Анализирајте ги електричните шеми на системот и проверете ги локациите на клучните компоненти.
- Извршете визуелна проверка на приклучоците, каблите, заземјувањето и заштитните уреди.
- Измерете го еднонасочниот напон помеѓу соларните панели и инверторот, како и излезниот напон на наизменичната струја на инверторот.
- Користете тестер за заземјување за да го проверите континуитетот и отпорноста на врските.
- Активирајте го инверторот и следете ги почетните работни параметри на системот.

Конечна проверка:

- Проверете ја исправноста на сите врски и заштитни системи.
- Документирајте ги сите мерења и заведете ги резултатите во техничката документација.
- Пред официјалното пуштање во употреба, проверете дали системот функционира во согласност со поставените параметри.

7.2. Мониторинг на оперативните параметри на системот

Се предлага оваа наставна единица да се изведе во соработка со локална компанија која се занимава со одржување на соларни панели.

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе стекнат знаења и вештини потребни за континуирано следење на работните параметри на соларните фотонапонски системи, откривање на неправилности и оптимизација на работењето на системот. Ќе научат како да анализираат клучни индикатори за перформанси, да користат различни методи за следење и да имплементираат софтверски системи за далечинско следење.

Клучни теми

- Континуирано следење на напонот, струјата и моќноста - Важноста на мерењето на основните параметри на соларниот фотонапонски систем и анализа на отстапувањата.
- Мерење на сончевото зрачење во реално време - Ирадиометри, важност и методи на следење.
- Мониторинг на температурата на панелот и интензитетот на сончевото зрачење - Влијание на температурните фактори и засенчувањето врз перформансите на системот.
- Технологии за оптимизација и безбедност - практичен пример.
- Економичност и економски придобивки.
- Користење на софтверски системи за далечинско следење - Имплементација на SCADA системи, веб-апликации и процес на собирање и анализа на податоци.

Методи на предавање

- Предавање и упатства за практична работа - Објаснување на важноста на работните параметри со примери од пракса.
- Демонстрација - Практично мерење на напонот, струјата и температурата на панелот со помош на мерни инструменти.
- Дискусија и групна работа - Анализа на можни дефекти и предлагање решенија врз основа на следените податоци.
- Користење на софтверски алатки - Работа со софтверски решенија за далечинско следење на системот и анализа на историски податоци.
- Практична вежба - Користење на онлајн софтвер за предвидување на производството на фотонапонски системи за конкретен пример (10kW).

Евалуација

- Тест за теоретско знаење - Учениците/учесниците одговараат на прашања поврзани со клучните оперативни параметри и методите за следење на системот.
- Практична вежба - проверка на практичната работа.

Практична вежба:

Задача: Користење на онлајн софтвер за предвидување на производството на соларен фотонапонски систем од 10 kW

Цел за вежбата

Целта на оваа вежба е учениците да стекнат практично знаење за анализата и оптимизацијата на производството на соларна енергија со користење на онлајн софтверски алатки. Учениците ќе симулираат различни фактори кои влијаат на производството на соларен фотонапонски систем од 10 kW и ќе разберат како географската локација, наклонот, ориентацијата и загубите влијаат врз перформансите на системот.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на работен простор и алатки

- Обезбедете им на сите ученици пристап до компјутери или таблети со интернет конекција.
- Отворен онлајн софтвер за предвидување на производството на соларни фотонапонски системи (PVGIS, PVsyst, SAM, HOMER Energy).
- Подгответе спецификации за соларни фотонапонски системи:
 - Вкупна моќност: 10 kW (25 панели со поединечна моќност од 400 W).
 - Инвертер: Моќност од 10 kW.
 - Наклон на панелот: 30° (стандардна оптимизација).
 - Ориентација: Југ (180°).
 - Коефициент на загуба: 15% (кабли, температура, нечистотија).
- Учениците го избираат регионот во кој сакаат да го анализираат производството на соларни фотонапонски системи.

Внесување податоци во софтвер

- Учениците ги внесуваат географските координати на локацијата (град/држава).
- Тие ги дефинираат основните параметри на соларните фотонапонски системи (наклон, ориентација, панел и тип на инвертер).
- Тие ги прилагодуваат просечните загуби во системот.

Извршување на симулација и анализа на резултати

- Извршете симулација за да добиете податоци за очекуваното месечно и годишно производство на енергија.
- Учениците анализираат како производството варира во текот на целата година и како сезонските промени влијаат врз перформансите.
- Споредете го производството на енергија на различни локации (на пр. крајбрежен наспроти континентален регион).

Изведување на симулација

Оптимизација на системот

- Учениците симулираат промена во наклонот на панелот (15°, 45°) и го анализираат влијанието врз производството.
- Тие ја менуваат ориентацијата (југоисток, југозапад) и ги споредуваат резултатите.
- Тие анализираат како сенката и нечистотијата го намалуваат производството на системот.

Конечна проверка

- Компаративна анализа на резултатите: Учениците ги споредуваат добиените резултати со теоретските очекувања.
- Дискусија:
 - Која конфигурација дава најдобро производство?
 - Како локацијата и климата влијаат врз перформансите на соларните фотонапонски системи?
 - Како софтверот помага во реалното планирање на соларните електрани?
- Извлекување заклучоци:
 - Идентификувајте ги оптималните параметри за одредена локација.
 - Предложете најдобри решенија за подобрување на перформансите на фотонапонскиот систем.

7.3. Превентивно одржување и дијагностика

Се предлага оваа наставна единица да се изведе во соработка со локална компанија која се занимава со одржување на соларни панели.

Цел на наставната единица:

Учениците/учесниците ќе стекнат знаење и вештини потребни за зачувување на ефикасноста и продолжување на животниот век на системот со примена на процедури за превентивно одржување. Разбирање на важноста на редовното превентивно одржување со цел да се спречат непланирани дефекти.

Клучни теми:

- Визуелна проверка на соларни фотонапонски системи - инспекција на панели, конструкција, кабли, конектори и заштитни уреди.
- Чистење и одржување на компоненти - процедури за чистење на соларни панели, заштита на кабли и системи за вентилација.
- Системска дијагностика - тестирање на напон, струја, отпор на заземјување и заштитни уреди.
- Мониторинг на податоци и анализа на перформансите - употреба на софтверски алатки за следење на перформансите на системот.
- Мерење на отпорот на заземјување и проверка на електричните инсталации - тестирање на системи под оптоварување и проверка на точките на поврзување.

Методи на предавање:

- Предавање и дискусија - Објаснување на важноста на превентивното одржување и дијагностиката.
- Демонстрација на опрема - Демонстрација на визуелна проверка, чистење и тестирање на системот.
- Практична симулација - Учениците/учесниците симулираат правилно одржување на чистотата на соларните панели користејќи соодветна опрема, како и проверка на исправноста на електричните приклучоци.
- Употреба на дигитални алатки - Користење на софтвер за следење и оптимизирање на соларните системи.

Евалуација:

- Тест на теоретско знаење - Учениците/учесниците одговараат на прашања поврзани со процедурите за превентивно одржување
- Практична проверка – Учениците/учесниците демонстрираат соодветни процедури за инспекција и тестирање на системот.
- Дијагностичка дискусија - Учениците/учесниците ги аргументираат можните причини за проблемот врз основа на податоците од тестот.
- Извештај за одржување - Учесниците/учениците подготвуваат технички извештај за резултатите од превентивното одржување.

Практични вежби:

Задача 1: Визуелна проверка и чистење на соларните панели и компонентите на системот

Цел на вежбата:

Учениците/учесниците ќе научат како правилно да извршат визуелна инспекција и чистење на соларни панели, кабли, конектори и други компоненти на системот за да се обезбеди долготрајност и оптимална оперативна ефикасност.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Осигурете безбедна средина и потребна заштитна опрема.
- Подгответе ги сите потребни алатки и материјали за инспекција и чистење.

Објаснување на задачата:

- Објаснете ја важноста на правилната инспекција и одржување на соларните панели.
- Демонстрирајте како да користите огледало за инспекција, мултиметар и термовизиска камера.

Изведување на симулацијата:

- Учесниците вршат визуелна проверка на панелот за оштетувања и нечистотија.
- Тие ги проверуваат каблите и конекторите за знаци на прегревање или корозија.
- Тие користат соодветни методи за чистење на панели и кабли.

Евалуација и конечна проверка:

- Проверете дали сите панели се чисти и дали има преостаната нечистотија.
- Споредете ги работните параметри пред и по чистењето.
- Документирајте ги сите неправилности и предложете мерки за подобрување.

Задача 2: Тестирање на заземјување и заштитни уреди

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како правилно да го проверат системот за заземјување и да ги тестираат заштитните уреди на соларниот фотонапонски систем.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Уверете се дека сите мерни инструменти се достапни и работат.
- Проверете и осигурајте се дека сите заземјувачки врски се видливи и достапни за мерење.

Објаснување на задачата:

- Објаснете ја важноста на заземјувањето и правилното функционирање на заштитните уреди.
- Демонстрирајте ја употребата на мерач на отпор на заземјување и мултиметар.

Извршување на симулацијата:

- Учесниците визуелно ја проверуваат состојбата на заземјувањето и врските.
- Тие го мерат отпорот на заземјувањето и го споредуваат со стандардните вредности.
- Тие ја тестираат функционалноста на заштитните прекинувачи и осигурувачи со симулирање на краток спој.

Евалуација и конечна проверка:

- Споредете ги измерените вредности со референтните стандарди.
- Проверете ја исправноста на сите тествани заштитни уреди.
- Документирајте ги резултатите и предложете подобрувања на системот за заземјување.

Видеа:

Постапка за чистење на соларни фотонапонски панели

https://www.instagram.com/smarthome.co.me/reel/C4fjybxlrch/https://www.youtube.com/watch?v=Q6_bFdkuhOk

7.4. Интервенции и решавање на проблеми

Се предлага оваа наставна единица да се имплементира во соработка со локална компанија која се занимава со одржување на соларни панели.

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе стекнат практични знаења за идентификација, анализа и поправка на дефекти во соларни фотонапонски системи. Ќе научат методи за дијагностицирање на проблеми, безбедносни процедури за време на интервенции и соодветна постапка за замена или поправка на неисправни компоненти на системот.

Клучни теми

- Одредување на локацијата и видот на дефектот - Дијагностика на проблемите врз основа на следењето на работните параметри, визуелни инспекции и електрични мерења.
- Подготовка за отстранување на дефекти - Идентификација на потребните делови, алатки и безбедносна опрема за извршување на корективни работи.
- Безбедносни мерки за време на интервенции - Правила за заштита од електричен удар, механички повреди и пожар за време на поправки на системот.
- Замена и поправка на неисправни компоненти - Постапки за демонтажа и монтажа на нови панели, инвертори, кабли и заштитни уреди.
- Тестирање по интервенцијата - Проверка на исправноста на заменетите компоненти, мерење на работните параметри, тестирање на системот при работа и повторно пуштање во употреба.
- Подготовка на протоколи за корективни работи - Евидентирање на дефекти, извршени поправки и предложени превентивни мерки.

Методи на предавање

- Предавање со технички илустрации - Објаснување на типични дефекти, методи на дијагностика и поправка на системот.
- Демонстрација - Презентација на процедури за тестирање на грешки со употреба на термална камера, мултиметар и анализатор на електрични параметри.
- Работа во групи - Секоја група анализира специфичен дефект, предлага решение и ја презентира постапката за поправка. Практична работа на учениците/учесниците - Симулација на замена на оштетени соларни панели, кабли или заштитни склопови со примена на безбедносни мерки.
- Анализа на случаи од пракса - Преглед на документираните дефекти и дискусија за можните причини и решенија.

Евалуација

- Тест за теоретско знаење - Тест со прашања за методи за откривање на дефекти и процедури за поправка.
- Практична задача - Учениците/учесниците симулираат дијагноза и поправка на специфичен дефект користејќи достапни алатки и мерна опрема.
- Анализа и дискусија - Групна дискусија за вообичаени проблеми во соларните системи и најдобрите методи за нивно решавање.
- Подготовка на технички извештај - Секоја група ја документира извршената корективна работа, ја опишува постапката за поправка и дава препораки за спречување на идни дефекти.

Практични вежби:

Задача 1: Дијагностика и поправка на дефекти во соларните фотонапонски системи

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како да идентификуваат и да решаваат проблеми со соларни фотонапонски системи користејќи дијагностички алатки и процедури.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Обезбедете безбедна работна средина и потребна заштитна опрема.
- Подгответе дијагностички алатки и резервни компоненти.

Објаснување на задачата:

- Објаснете ги процедурите за визуелна проверка на системот.
- Демонстрирајте ја употребата на мултиметар, амперметар со стега и термографска камера.

Извршување на симулацијата:

- Учесниците ги препознаваат можните дефекти на панелите, каблите и инверторот.
- Тие вршат мерења на електрични параметри и термографска инспекција.
- Поправете ги дефектите со замена на оштетените компоненти и прилагодување на врските.

Евалуација и конечна проверка:

- Споредете ги измерените вредности пред и по поправката.
 - Проверете ја исправноста на системот по поправката.
 - Документирајте ја интервенцијата и предложете подобрувања.
-

Задача 2: Замена на неисправен фотонапонски панел

Цел на вежбата:

Учесниците ќе научат како правилно да расклопат и заменат неисправен соларен панел, заедно со правилно повторно инсталирање и тестирање.

Упатства за изведување на вежбата:

Подготовка на училницата или работниот простор:

- Осигурајте се дека системот е исклучен и деактивиран.
- Прегледајте ја техничката документација на заменската табла.

Објаснување на задачата:

- Објаснете го правилното расклопување на панелите и безбедното одвојување од низата.
- Демонстрирајте ја употребата на алатки за отклучување на конекторот и држачот.

Извршување на симулацијата:

- Учесниците го отстрануваат неисправниот панел и ги проверуваат врските.
- Тие го поставуваат новиот панел на потпората и го поврзуваат со системот.
- Тие вршат тестови за напон и проверуваат врски.

Евалуација и конечна проверка:

- Проверете ја физичката стабилност на монтираниот панел.
- Проверете ја работата на системот по замената.
- Документирајте ја постапката и заведете ги резултатите од тестот.

7.5. Сезонски и долгорочни системски подготовки

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе научат како да ги адаптираат соларните фотонапонски системи на сезонските промени, како да спроведуваат годишни системски ревизии и како да планираат долгорочно одржување и модернизација за да се обезбеди долгорочна ефикасност и сигурност на системот.

Клучни теми

- Подготовка на системот за сезонски промени,
- Ревизија и оптимизација на системот,
- Долгорочна стратегија за одржување.

Методи на предавање

- Предавање со објаснување на сезонските промени - Објаснување на сезонските фактори и нивното влијание врз работата на соларните системи.
- Работа во групи - Анализа на различни сезонски сценарија и предлагање решенија за одржување на системот со цел подобрување на методите за одржување.
- Студија на случај - Анализа на податоци од реални соларни електрани и дискусија за можни подобрувања.

Евалуација

- Квиз - Прашања за работењето и одржувањето на соларните фотонапонски системи.
- Анализа на податоци - Интерпретација на податоци за перформансите на системот од софтверски платформи за следење.
- Презентација на решенија од групната работа - Секоја група креира план за сезонска подготовка на системот и предлага стратегија за модернизација.

Квиз 11: Работа и одржување во соларни фотонапонски системи

<https://forms.office.com/e/Y4DvWyr6Gg>

1. Кои се основните работни параметри што треба да се следат за соларните фотонапонски системи?

- а) Бојата на соларните панели и видот на конструкција
- б) Напонот, струјата, моќноста, енергијата, температурата на панелот, интензитетот на сончевото зрачење
- в) Бројот на инсталирани панели и тежината на структурата
- г) Површината на соларни панели и јачината на ветерот

2. Кој е првиот чекор при процесот на стартување на соларен фотонапонски систем?

- а) Инсталирање нови кабли
- б) Преглед на техничката документација и проверка на исправноста на системот
- в) Демонтирање на инверторот
- г) Чистење на панелот од нечистотија

3. Кој метод се користи за далечинско следење на перформансите на соларниот фотонапонски систем?

- а) Оптички преглед
- б) Софтверски системи за мониторинг и управување
- в) Рачно мерење на температурата на панелот
- г) Повремено исклучување на системот за проверка

4. Зошто е важно превентивното одржување за функционирањето на соларните фотонапонски системи?

- а) Ја намалува ефикасноста на системот
- б) Ги зголемува оперативните трошоци на соларниот фотонапонски систем
- в) Го продолжува животниот век на компонентите и спречува непланирани дефекти
- г) Овозможува почеста замена на компонентите

5. Која од наведените активности е вклучена во превентивното одржување на соларните панели?

- а) Демонтирање на целиот систем на секои шест месеци
- б) Визуелна проверка, чистење и проверка на споеви
- в) Отстранување на каблите и проверка на нивната тежина
- г) Зголемување на напонот на панелот над номиналните вредности

6. Која е главната цел на тестирањето на систем под оптоварување?

- а) Проверка на работата на инверторот и стабилноста на напонот при различни оптоварувања
- б) Оштетување на фотонапонските ќелии
- в) Исклучување на заштитните уреди
- г) Оневозможување на следењето на производството на електрична енергија

7. Кој уред се користи за откривање на жаришта на соларните панели?

- а) Волтметар
- б) Амперметар
- в) Термографска камера**
- г) Дигитален калипер

8. Кој е првиот чекор во процесот на решавање проблеми со соларните електрани?

- а) Замена на сите компоненти на системот
- б) Одредување на локацијата и видот на дефектот со употреба на дијагностички методи**
- в) Случајно исклучување на панелот
- г) Ископ на нови темели за потпори

9. Кои се основните безбедносни мерки на претпазливост при поправка на инвертер?

- а) Исклучување на системот, проверка на напонот и користење на изолирана алатка**
- б) Ставање на инверторот во вода за ладење
- в) Зголемување на напонот над дозволените граници
- г) Исклучување само на еднонасочната струја, додека наизменичната струја останува активна

10. Зошто е важна сезонската подготовка на соларен фотонапонски систем?

- а) Му овозможува на системот автоматски да го менува режимот на работа без потреба од надзор
 - б) Го прилагодува работењето на системот на различни временски услови и спречува потенцијално оштетување.**
 - в) Ја намалува потребата од следење на оперативните параметри
 - г) Овозможува зголемување на производството на енергија во текот на зимата
- Упатства за изведување на наставната единица

7.6. Финансиски аспект на фотонапонските електрани

Цел на наставната единица

Учениците/учесниците ќе ги разберат клучните финансиски фактори поврзани со соларните фотонапонски системи, вклучувајќи анализа на оперативните трошоци, поврат на инвестицијата (ROI), период на враќање на инвестицијата и долгорочната економска одржливост на соларните фотонапонски системи.

Клучни теми

Оперативни трошоци на соларни фотонапонски системи

- Трошоци за одржување и замена на компоненти (инвертер, кабли, конектори),
- Трошоци за следење и надзор на системот,
- Осигурување и системско лиценцирање.

Поврат на инвестицијата (ROI) и период на враќање на инвестицијата

- Пресметка на почетните инвестициски трошоци (панели, инвертер, инсталација).
- Анализа на годишните заштеди и приходи од соларните фотонапонски системи.
- Пресметка на периодот на поврат на инвестицијата.

Финансиски придобивки од соларни фотонапонски системи

- Заштеда на сметките за струја.
- Можности за продажба на вишок енергија (нето мерење, повластени тарифи).
- Анализа на трошоците и приходите во текот на целиот животен век на соларните фотонапонски системи.

Анализа на паричниот тек и животниот циклус на соларните фотонапонски системи

- Долгорочно инвестициско планирање и економска анализа.
- Влијанието на субвенциите и промените во цената на електричната енергија врз профитабилноста на соларните фотонапонски системи.

Методи на предавање

- Предавање со графички прикази - Објаснување на клучните економски термини и анализа на трошоците за соларни фотонапонски системи.
- Студија на случај - Пресметка на периодот на поврат на инвестицијата за специфични примери на соларни фотонапонски системи со различна моќност.
- Групна дискусија - Учениците анализираат различни модели на финансирање за соларни фотонапонски системи и предлагаат оптимални инвестициски стратегии.
- Практична задача - Учениците користат калкулатори за профитабилност на соларните фотонапонски системи за да го пресметаат повратот на инвестицијата и периодот на поврат за даден систем.
- Симулација на сценарија - Анализа на тоа како различни фактори (локација, цена на електрична енергија, субвенции) влијаат врз профитабилноста на соларните фотонапонски системи.

Евалуација

- Устен испит - Прашања за финансиските параметри на соларните фотонапонски системи и поврат на инвестицијата.
- Практична задача - Пресметка на повратот на инвестицијата и периодот на поврат за даден соларен фотонапонски систем.
- Анализа на случај - Учениците анализираат податоци од реални соларни фотонапонски системи и извлекуваат заклучоци за нивната економска одржливост.
- Презентација - Секоја група го презентира својот финансиски план за соларниот фотонапонски систем и дава препораки за оптимизација на трошоците и приходите.

8. ЗАКЛУЧОК И ПРЕПОРАКИ

Ефективната примена на соларните фотонапонски системи зависи од квалитетното образование и континуиранот професионален развој, како на учениците/учесниците, така и на наставниците кои ги подготвуваат за работа во овој сектор. Овој Прирачник им обезбедува на наставниците потребни методолошки упатства, практични препораки и стратегии за настава што овозможуваат темелна и динамична настава, со посебен осврт на инсталацијата и одржувањето на соларните фотонапонски системи.

Опфаќајќи широк спектар на теми - од основните принципи на работа на соларните системи, преку инсталација на електрични компоненти, до заштитни мерки и процедури за одржување - Прирачникот има за цел да обезбеди сеопфатно разбирање на областа. Посебно внимание се посветува на безбедноста при работа и заштитата на животната средина, кои се опфатени во посебно поглавје, нагласувајќи ја важноста на безбедноста при работа и одговорноста кон животната средина. Соработката со локалните организации и здруженија во овие области може дополнително да ја зајакне свеста на учесниците за важноста на одржливите работни практики и одговорното управување со ресурсите.

Еден од клучните предизвици во областа на соларната енергија е управувањето со отпадот и рециклирањето на застарените компоненти, што е тема на која ѝ се посветува значително внимание во прирачникот. Со воведување на принципите на циркуларната економија и поттикнување на одговорното управување со ресурсите, учениците/учесниците се подготвуваат да работат во индустрија која се стреми кон одржливост на животната средина.

Голем акцент е ставен на практичните вежби, кои се разработуваат детално чекор по чекор, со цел учесниците да стекнат конкретни вештини потребни за работа на терен. Преку овие сегменти, авторите се обидоа да обезбедат јасен и систематски пристап кон монтажа, инсталацијата и одржувањето на соларните фотонапонски системи, со што ќе обучат нова генерација стручњаци за една од најбараните занимања на пазарот на трудот. За да се обезбедат оптимални услови за извршување на практичните задачи, се предлага соработка со локални компании кои можат да ги обезбедат потребните ресурси и инфраструктура за обука.

Свесни за предизвиците што го придружуваат организирањето на практичната настава во училиштата и во рамките на обуката за возрасни, авторите предлагаат и иновативни решенија, меѓу кои се издвојува имплементацијата на симулации на VR (виртуелна реалност) и AR (збогатена реалност). Овие технологии им овозможуваат на учениците/учесниците да совладаат клучни практични вештини во безбедна и контролирана средина, симулирајќи реални работни услови без ризиците и ограничувањата на физичката обука. Овој пристап може значително да го подобри квалитетот на наставата, овозможувајќи им на учесниците да ги стекнат потребните компетенции за работа во индустријата преку интерактивно искуство.

Дополнително, со цел теоретското знаење да се доближи што е можно повеќе до практичната примена, прирачникот вклучува видео материјали со отворен код, достапни преку предложените линкови. Овие ресурси им овозможуваат на учениците да го прошират своето разбирање на клучните концепти на визуелен и интуитивен начин, а на наставниците им обезбедуваат дополнителна алатка за збогатување на нивната настава. Исто така, прирачникот содржи голем број квизови во формат на Microsoft Forms, кои наставниците можат да ги прилагодат на сопствените потреби и да ги користат како алатка за оценување на знаењето.

За соларните фотонапонски системи да функционираат сигурно и долгорочно, од клучно значење се превентивното и корективно одржување, навременото дијагностицирање на проблемите и оптимизацијата на системот. Прирачникот детално ги обработува овие аспекти, нудејќи им на

наставниците упатства за планирање и настава што ќе им овозможат на учениците да ги стекнат потребните компетенции за работа во овој сектор. Улогата на наставникот не е само во пренесувањето на техничко знаење, туку и во развивањето на свеста за важноста на безбедноста при работа и одговорниот став кон животната средина.

Глобалната побарувачка за квалификувани стручњаци во секторот за соларна енергија е во постојан подем, отворајќи бројни можности за вработување и професионален развој. Современото образование, кое ги комбинира теоријата, практиката и употребата на нови технологии, е клучно за подготовка на идни експерти подготвени да одговорат на барањата на пазарот на трудот.

Препораки за наставници

1. Комбинирајте теорија и пракса - Насочете ја наставата на конкретни примери и овозможете им на учениците/учесниците да работат со реална опрема со цел да стекнат практично знаење.
2. Поттикнување на истражувачката работа - Со вклучување на ученици/учесници во семинари, проектни задачи и анализа на иновации во областа на соларната енергија, поттикнете го нивниот интерес за нови технологии и трендови.
3. Користете интерактивни методи на настава - Дискусиите, студиите на случај, видео материјалите и симулациите можат да придонесат за подобро разбирање на клучните концепти и развој на критичко размислување.
4. Нагласете ја важноста на безбедноста и одговорноста за животната средина - Интегрирајте ги принципите на безбедност при работа и заштита на животната средина во наставата, со можност за соработка со професионални организации.
5. Користете достапни дигитални ресурси - Видео материјалите со отворен код и квивозите на Microsoft Forms од прирачникот можат да послужат како алатки за евалуација на знаењето и прилагодување на наставниот процес на потребите на учениците/учесниците.
6. Воведување на модерни технологии во образованието - VR и AR симулациите претставуваат иновативно решение кое им овозможува на учениците/учесниците да стекнат практични вештини во безбедна средина преку интерактивно искуство.
7. Поттикнување на континуиран професионален развој – Наставниците треба да ги следат иновациите во областа на фотонапонските системи, да учествуваат во професионални обуки и да ги подобруваат своите методи на работа.

Прирачникот е дизајниран така што може да се користи како наставен материјал во завршните класови од средните училишта, но и како ресурс за курсеви и обуки од областа на соларните фотонапонски системи. Неговата примена им овозможува на наставниците ефикасно да ја планираат и спроведуваат наставата, да ги подобруваат компетенциите на учениците/учесниците и да придонесуваат за развојот на професијата во согласност со современите барања на пазарот на трудот и обновливите извори на енергија.

Овој Прирачник не е само алатка за стручно образование, туку и ресурс за подобрување на наставниот процес, прилагоден на современите методи на учење и технолошкиот напредок. Неговата употреба може значително да го подигне квалитетот на наставата, овозможувајќи им на учениците/учесниците да стекнат практични и применливи вештини.

Воведувањето на нови методи на настава, вклучително и примената на VR и AR технологии, дополнително би го збогатило процесот на обука, обезбедувајќи им на учениците/учесниците реални искуства во симулирани услови и подготвувајќи ги за работа во брзо развивачкиот сектор за соларна енергија.

9. МАТЕРИЈАЛНИ УСЛОВИ И ОПРЕМА

ПРОСТОР, ПРЕГЛЕДНА ЛИСТА НА ОПРЕМА И НАСТАВНИ МАТЕРИЈАЛИ	ФОРМАЛНО ОБРАЗОВАНИЕ парчиња	НЕФОРМАЛНО ОБРАЗОВАНИЕ парчиња
Училишница за теоретска настава	1	1
Лабораторија за практична настава	1	1
Компјутер со инсталиран наменски софтвер за следење на часовите, спроведување вежби и проверка на постигнатите резултати	11	4
Аналогни мерни инструменти (волтметар, амперметар, омметар, мултиметар, ватметар, итн.)	5	3
Дигитални мерни инструменти (мултиметар, волтметар, амперметар, ватметар, фреквенциски метар, анализатор на квалитет на електрична енергија, соларен мултиметар, мултифункционален тестер, двонасочен дигитален метар, мрежен анализатор, итн.)	5	3
Мерни инструменти за мерење на неелектрични величини (пиранометар, дигитален термометар, актинометар, термовизиска камера, мрежен анализатор, итн.)	5	3
Извор на еднонасочен напон, функционален генератор, трансформатор, прекинувачи, осигурувачи, релеи, итн.	5	3
Опрема за електрична инсталација (прекинувачи, 4p прекинувач со моторен погон, раставувачи, ребрести прекинувачи, контактори, МС4 конектори, осигурувачи, одводници на пренапон, релеи, сензори, уреди за управување и сигнализација, шини, изолатори, приклучни терминали, разводни ормари, разводна кутија, кутија за монтирање, шини за елементи во разводната табла, уред за заштита од диференцијална струја, итн.)	5	3
Комплет алатки за електричари (шрафцигери, клешти за отстранување на изолација, клешти за сечење, лемилица, итн.)	10	3
Алатки за обележување и обработка на материјали (шестар, уреди за паралелно обележување, ножици, секачи, чекан, клучеви, пили, турпии за лим и дрво, клешти, брусилка, дупчалка, бонсек, итн.)	5	3
Различни видови на инвертори	5	3
Елементи за заземјување: структурни елементи (уреди за заземјување, заземјувачки шини, поврзувачки водови), поврзувачки елементи (педалки, ногарки, стеги за поврзување и прицврстување)	5	3
Елементи на громобранска заштита: одводници (громобрански шипки), одводи (галванизирана лента), уред за заземјување, мерна врска, елементи за поврзување (стеги, завртки и навртки, спојници, итн.)	5	3
Материјал: спроводници и соларни кабли, глави на кабли, спојки на кабли, стеги, спојки, разделувачи, изолациски ленти и друг изолациски материјал, фотонапонски цевки и кутии, подмачкувачи, средства за отстранување корозија, средства за заштита од корозија (антикорозивни бои, премази), материјали за заптивање, завртки и навртки, материјал за означување и сигнализација, градежен материјал, итн.	5	3
Комплет лична заштитна опрема: заштитен шлем, безбедносен појас и јажиња (систем за работа на висина), заштитни ракавици, заштитна облека и обувки, антифони (заштита од бучава) и заштитни очила, маски со филтри против испарување.	10	3
Комплекти за прва помош, комплекти за вежбање за прва помош	5	3
Противпожарни апарати за демонстрација и обука во случај на пожар	5	3
Мобилни фотонапонски комплекти за обука за фотонапонски системи, со техничка документација	5	3

КОМПЛЕТ ОПРЕМА ЗА МОНИТОРИНГ И ДИЈАГНОСТИКА ВО СОЛАРНИ ФОТОВОЛТАИЧКИ СИСТЕМИ	
1. Контролни и комуникациски уреди	<i>Менаџер на податоци</i> (Модул за управување со податоци за производство на соларен фотонапонски систем) Комуникациски кабли (оптички или бакарни за поврзување на сензори и мрежа) Сервери (локални или облачни платформи за анализа на податоци) Софтвер за управување со соларни електрани (мониторинг на работата, анализа на перформансите) SCADA систем (Супервизорска контрола и собирање податоци - надзор и управување со соларни фотонапонски системи)
2. Сензори и мерни уреди	Пиранометр (мерење на сончевото зрачење) Пирохелиометар (прецизно мерење на директно сончево зрачење) Сензори за температура (мониторинг на панел и амбиентална температура) Сензори за напон и струја (мерење на електричните параметри на системот) Термовизиска камера (детекција на прегревање и „жаришта“ на панелите) Анемометар (за следење на ефектот на ветерот врз фотонапонските панели) Сензори за влажност и атмосферски притисок (анализа на влијанието на климатските услови врз перформансите) Сензори за следење на навалувањето и ориентацијата на панелот
3. Комуникациска и мрежна опрема	<i>Индустриски етернет прекинувач</i> (индустриски мрежен прекинувач за поврзување на сензори и SCADA системи) 4G/5G или сателитски модеми (далечински пристап до податоци од соларни фотонапонски системи) Оптички или бакарни комуникациски кабли (поврзување на системот за следење) Модули за безжична комуникација (Wi-Fi, Zigbee, LoRaWAN за безжична контрола)
4. Системи за складирање и анализа на податоци	<i>Снимач на податоци</i> (собирање податоци од сензори на соларни фотонапонски системи) Локални сервери (брза обработка на податоци, локален SCADA систем) Платформи во облак (долгорочно складирање на податоци и напредна аналитика)
5. Системи за еколошки мониторинг	Сензори за следење на влијанието на соларните фотонапонски системи врз животната средина Мониторинг на емисиите и промените на температурата во околината на соларните фотонапонски системи
6. Безбедносна и заштитна опрема	UPS системи (непрекинато напојување) Уреди за заштитен сид (firewall уред) (мрежна заштита на соларни фотонапонски системи од сајбер напади) VPN системи (безбеден далечински пристап до податоците за работењето на системот) Антивирусни и IDS/IPS системи (мониторинг на безбедноста на податоците)
7. Камери и безбедносни системи	Термички камери (за откривање на дефекти на панелот поради прегревање) IP камери за надзор (за следење на работата на соларните фотонапонски системи и спречување на кражба на опрема) Дронови со камери и сензори (за проверка на тешко достапни делови од соларен фотонапонски систем)

Литература и користени извори

- Archer, M. D., & Green, M. A. (2003). Clean Electricity from Photovoltaics. Imperial College Press.
- Barac, K., Radić, L. (2006). Bezbednost i zdravlje pri radu na elektroenergetskim objektima sa osvrtom na evropske norme. EDB, Beograd.
- Čalasan, M., Čalasan, B. (2013). Električne instalacije i osvetljenja. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2016). IEC 61215: Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval.
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2016). IEC 61730: Photovoltaic (PV) module safety qualification.
- International Energy Agency (IEA). (2021). World Energy Outlook Special Report on Renewables. Paris, France.
- IEEE Standards Association. (2018). IEEE 1547-2018. Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces.
- Janković, S. (2019). Elektroenergetski sistemi i obnovljivi izвори. Univerzitet u Beogradu.
- Kalogirou, S. (2009). Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press.
- Lekić, M. (2017). Obnovljivi izвори energije. Univerzitet Crne Gore.
- Lovins, A. B. (2011). Reinventing Fire: Bold Business Solutions for the New Energy Era. Chelsea Green Publishing.
- Markvart, T. (2000). Solar Electricity. John Wiley & Sons.
- Messenger, R. A., & Ventre, J. (2010). Photovoltaic Systems Engineering. CRC Press.
- Milovanović, Z. (2021). Tehnička regulativa u elektroenergetici. Građevinski fakultet, Beograd.
- Norton, B. (2006). Solar Energy Thermal Technology. Springer.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2019). Guidelines for Solar Energy Workers - Safety and Best Practices.
- Quaschnig, V. (2016). Understanding Renewable Energy Systems. Earthscan.
- Sauer, D. U. (2003). Solar Photovoltaic Basics. Springer.
- Stevanović, V. (2021). Solarne elektrane – projektovanje i implementacija. Akademska knjiga, Novi Sad.
- Škuletić, S., Sekulić, Z. (2019). Proizvodnja električne energije. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Podgorica.

Организации и извори на стандардизација

- European Photovoltaic Industry Association (EPIA) – www.solarpowereurope.org
- IEEE Power & Energy Society – www.ieee-pes.org
- International Electrotechnical Commission (IEC) – www.iec.ch
- International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme (IEA PVPS) – www.iea-pvps.org
- International Renewable Energy Agency (IRENA) – www.irena.org
- National Renewable Energy Laboratory (NREL) – www.nrel.gov
- <https://azimut.rs/optimalan-ugao-za-postavljanje-solarnih-panela/>
- <https://ba.pv-mounting.com/ground-mounting-system/pile-ground-mounting-system/solar-panel-bracket-ground-mounting-pile.html>
- <https://solarstore.hr/hibridni-fotonaponski-sustavi/>
- <https://srla.solar-panel-mounting.com/roof-mounting-system/fold-tri-bracket-solar-panel-mounting.html>



