

ANEXA Nr. 3

Planul de învățământ și Programa școlară
pentru pregătirea practică din aria curriculară Tehnologii, pentru clasa a XI-a,
învățământ profesional, inclusiv dual, calificarea profesională Electrician sisteme fotovoltaice

CURRICULUM

pentru

clasa a XI-a
ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL

Calificarea profesională
ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE

Domeniul de pregătire profesională:
ELECTRIC

Domeniul de educație și formare profesională a calificării conform ISCED
2013F
0713 ELECTRICITATE ȘI ENERGIE

2023

GRUPUL DE LUCRU:

BĂLĂȘOIU DOINIȚA	ing. prof. grad didactic I, Colegiul „Ștefan Odobleja” Craiova
CARACOSTEA MUGUREL	ing. prof. grad didactic II, Liceul Energetic Constanța
MARCU FLORENTINA CARMEN	ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „George Bibescu” Craiova
NIȚU CLAUDIA	ing. prof. grad didactic I, Liceul Energetic Constanța
OLTEAN IOANA	ing. prof. grad didactic I, Colegiul Tehnic de Comunicații „Augustin Maior” Cluj Napoca
PREDOAICA DANIEL	ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „George Bibescu” Craiova
SALIU VIOREL	ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „George Bibescu” Craiova
STĂNCULEANU LUCICA	dr. ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic „Dimitrie Filipescu” Buzău
TUTUNARU MARIANA	ing. prof. grad didactic I, Liceul Tehnologic Motru, jud. Gorj

Din partea operatorilor economici:

MARINESCU SABIN – SC. ALM POWER GROUP SRL

CNDIPT – Coordonare și consultanță metodologică:

RĂILEANU CARMEN – Inspector de specialitate curriculum

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum se aplică în domeniul de pregătire profesională **ELECTRIC**, pentru calificarea profesională: **ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE**

Curriculumul a fost elaborat pe baza standardului de pregătire profesională (SPP) aferent calificării sus menționate.

Nivelul de calificare conform Cadrului național al calificărilor – 3

Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:

Unitatea de rezultate ale învățării – tehnice specializate (URÎ)	Denumire modul
URI 8: Montarea structurii suport necesare utilizării sistemelor fotovoltaice	MODUL I: Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice
URI 9: Instalarea/montarea componentelor sistemelor fotovoltaice	MODUL II: Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport
URI 10: Realizarea conexiunilor electrice între componentele sistemelor fotovoltaice	MODUL III: Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice
URI 11: Mentenanța/întreținerea sistemelor fotovoltaice	MODUL IV: Mentenanța sistemelor fotovoltaice

PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT
Clasa a XI-a
Învățământ profesional

Calificarea: ELECTRICIAN SISTEME FOTOVOLTAICE

Domeniul de pregătire profesională: ELECTRIC

Pregătire practică¹

Modul I. Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice

Total ore/an:		150
din care:	Laborator tehnologic	60
	Instruire practică	90

Modul II. Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport

Total ore/an:		180
din care:	Laborator tehnologic	90
	Instruire practică	90

Modul III. Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice

Total ore/an:		210
din care:	Laborator tehnologic	90
	Instruire practică	120

Modul IV. Mentenanța sistemelor fotovoltaice

Total ore/an:		90
din care:	Laborator tehnologic	30
	Instruire practică	60

Total ore/an = 21 ore/săpt. x 30 săptămâni = 630 ore/an

Stagiul de pregătire practică - Curriculum în dezvoltare locală

Modul V. *

 Total ore/an: **300**

Total ore /an = 5 zile x 6 ore /zi x 10 săptămâni= 300 ore/an

TOTAL GENERAL: 930 ore/an

Notă:

1.Pregătirea practică poate fi organizată atât în unitatea de învățământ cât și la operatorul economic/instituția publică parteneră

Stagiul de pregătire practică se desfășoară la operatorul economic/instituția publică parteneră. Condițiile în care stagiul de practică se desfășoară în unitatea de învățământ, sunt stabilite prin metodologia de organizare și funcționare a învățământului profesional.

* Denumirea și conținutul modulului/modulelor vor fi stabilite de către unitatea de învățământ în parteneriat cu operatorul economic/instituția publică parteneră, cu avizul inspectoratului școlar.

MODUL I. STRUCTURI SUPT PENTRU SISTEMELE FOTOVOLTAICE

- **Notă introductivă**

Modulul „**Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Electrician sisteme fotovoltaice* din domeniul de pregătire profesională *Electric*, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **150 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

- **60 ore/an** – laborator tehnologic
- **90 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în standardul de pregătire profesională corespunzător calificării profesionale de nivel 3 - *Electrician sisteme fotovoltaice*, din domeniul de pregătire profesională *Electric*, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

- **Structură modul**

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ8: MONTAREA STRUCTURII SUPT NECESARE UTILIZĂRII SISTEMELOR FOTOVOLTAICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
8.1.1.	8.2.1. 8.2.2. 8.2.3. 8.2.4. 8.2.7. 8.2.32.	8.3.1. 8.3.5.	<p>Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice</p> <p>Tipuri de structuri suport (clasificare, descriere, caracteristici):</p> <ul style="list-style-type: none"> - structuri fixe - structuri mobile orientate pe o axă - structuri mobile orientate pe două axe - structuri pentru sisteme instalate pe sol - structuri pentru sisteme instalate pe clădiri. <p>Termeni specifici într-o limbă străină de circulație internațională</p> <p>Materiale utilizate pentru confecționarea structurilor suport (descriere, caracteristici, simbolizare, cerințe de îndeplinit):</p> <ul style="list-style-type: none"> - materiale utilizate pentru confecționarea structurilor suport - caracteristicile materialelor utilizate pentru confecționarea structurilor suport, prin corelare cu cerințele de îndeplinit: <ul style="list-style-type: none"> - cerințe de poziționare - cerințe de rezistență - cerințe de ventilație a modulelor/matricei de module - cerințe care impun utilizarea de structuri cadru

			<p>secundare</p> <p>Elementele componente ale structurilor suport (descriere, reprezentare grafică):</p> <ul style="list-style-type: none"> - stâlpi de susținere - sisteme de stâlpi de susținere - structuri metalice rotative - structuri din beton - structuri cadru de susținere secundare
8.1.2.	8.2.5. 8.2.6. 8.2.7. 8.2.8. 8.2.9. 8.2.10. 8.2.11. 8.2.30. 8.2.31. 8.2.32.	8.3.1. 8.3.2. 8.3.3. 8.3.4. 8.3.5. 8.3.6. 8.3.8. 8.3.9. 8.3.10. 8.3.11. 8.3.12.	<p>Montarea structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe sol</p> <p>Solicitări mecanice ale structurilor instalate pe sol:</p> <ul style="list-style-type: none"> - solicitări datorită depunerilor (praf, zăpadă) - solicitări datorită temperaturilor joase/ridicate (îngheț/caniculă) - solicitări datorită curenților de aer (vânt) - metode de limitare a solicitărilor mecanice ale structurilor suport <p>Trasarea pozițiilor de montaj pentru stâlpii de susținere și pentru punctele de fixare a structurii suport</p> <p>Echipe și accesorii pentru trasarea pozițiilor</p> <p>Cerințe de calitate specifice operațiilor de trasare a pozițiilor</p> <p>Abateri admisibile la trasarea pozițiilor</p> <p>Metode de montaj:</p> <ul style="list-style-type: none"> - montare pe stâlpi (direct în sol, încorporați în beton) - montare în fundație (pe plăci de beton, pe picioare turnate) - montare cu sisteme de balastare (baze de beton, baze de oțel) - montare cu sisteme de ancorare <p>Tehnologia de montare pe sol a structurii suport pentru fixarea modulelor fotovoltaice și a elementelor suport pentru cabluri, asigurând:</p> <ul style="list-style-type: none"> - orientarea de prindere. - ventilația corectă a modulelor/matricelor de module - conexiunile pentru instalația de împământare - aplicarea metodelor de limitare a riscurilor și a consecințelor determinate de prinderile nesigure. <p>Instrumente, materiale și echipamente de lucru necesare pentru montajul pe sol al structurilor suport</p>

<p>8.1.3. 8.1.4.</p>	<p>8.2.7. 8.2.9. 8.2.10. 8.2.12. 8.2.13. 8.2.14. 8.2.15. 8.2.16. 8.2.17. 8.2.18. 8.2.19. 8.2.20. 8.2.21. 8.2.22. 9.2.23. 8.2.24. 8.2.25. 8.2.26. 8.2.27 8.2.28 8.2.30. 8.2.31. 8.2.32.</p>	<p>8.3.1. 8.3.2. 8.3.3. 8.3.4. 8.3.5. 8.3.6. 8.3.7. 8.3.8. 8.3.9. 8.3.10. 8.3.11. 8.3.12. 8.3.13</p>	<p>Montarea structurilor suport pentru sisteme fotovoltaice instalate pe clădiri</p> <p>Elemente de construcție pe care se instalează sistemele fotovoltaice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - acoperișuri de clădiri (plane, înclinate) - acoperiri de terasă (structuri de umbră) - acoperișuri de parcări auto (plane, înclinate) - sisteme fotovoltaice aplicate <u>pe</u> clădiri și sisteme fotovoltaice integrate <u>în</u> clădiri <p>Caracteristicile suprafețelor de montaj</p> <p>Metode de montaj:</p> <ul style="list-style-type: none"> - în funcție de elementele de construcție - în funcție de elementele de rezistență <p>Metode de protejare a elementelor de construcție împotriva deteriorărilor prin montarea structurilor suport</p> <p>Riscuri și accidente specifice activității de montaj pentru structura suport a sistemelor fotovoltaice</p> <p>Consecințe ale prinderilor nesigure datorită stării de fapt a elementelor de construcție și a elementelor de rezistență pe care se instalează sisteme fotovoltaice.</p> <p>Metode de limitare a riscurilor și de prevenire a accidentelor la lucrările de montaj.</p> <p>Procedee de trasare a punctelor de fixare pentru structura suport:</p> <ul style="list-style-type: none"> - echipamente și accesorii pentru trasare - cerințe de calitate privind trasarea - abateri admisibile <p>Tehnologia de montare a structurii suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe clădiri și a elementelor suport pentru cabluri, ținând seama de caracteristicile clădirilor și respectând orientarea de prindere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tipul de învelitoare (material, caracteristici, condiționări pantru montaj) - tipul de termo-hidroizolație (material, caracteristici, condiționări pentru montaj) <p>Scule, dispozitive și instrumente utilizate pentru montarea structurilor suport pe clădiri.</p> <p>Verificări la montajul structurii suport a sistemelor fotovoltaice conform cerințelor din proiectul de execuție/planul de montaj</p> <p>Elemente definitorii pentru corectitudinea montajului și starea suprafețelor elementelor de construcție pe care s-a montat sistemul de susținere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tehnici de reparare pentru termo-hidroizolații în locurile de fixare a structurii suport pentru sistemele fotovoltaice (curățare, aplicare amorsă, strat de difuzie și barieră de vapori, aplicare strat termoizolant,
--------------------------	--	--	---

			<p>aplicare strat de închidere)</p> <p>- metode de asigurare a unei etanșeizări durabile față de intemperii, pentru clădirile în care cablurile matricei trec prin materialul de construcție</p> <p>Elemente de tehnica securității muncii (NTSM) specifice lucrărilor de montaj a structurilor suport pe clădiri.</p> <p>Sistemul de împământare pentru sistemele fotovoltaice instalate pe clădiri:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parametrii electrici ai sistemului de împământare - soluții constructive corelate cu situațiile de montaj ale sistemelor fotovoltaice - scule, dispozitive, instrumente și accesorii necesare <p>Elemente de legislație privind protecția mediului la lucrările de montare a structurilor suport</p> <ul style="list-style-type: none"> - gestionarea deșeurilor - recuperarea și re folosirea materialelor
8.1.5.	8.2.29.	8.3.4.	Ergonomia lucrărilor de montaj a structurilor suport necesare sistemelor fotovoltaice.

Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

1. Documentație tehnică și tehnologică
2. Echipamente tehnice: ruletă, fir cu plumb, nivelă, teodolit, busolă, șabloane
3. Instrumente, aparate și dispozitive de verificare și măsură: clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței
4. Sisteme de măsurare: nivele optice și otoelectronice cu laser, rulete electronice și laser, detectoare pentru conductori electrici, conducte și alte elemente îngropate în perete
5. Scule și unelte cu acționare manuală și mecanică utilizate pentru asamblarea elementelor mecanice ale structurilor suport: chei fixe, chei tubulare, chei dinamometrice, șurubelnițe, mașini de găurit, burghie
6. Trusă de scule mecanice
7. Trusa instalatorului
8. Aparat de sudare manual electric/cu gaz (arzător oxiacetilenic sau cu propan) și aparat de lipire țevi
9. Modele funcționale sisteme fotovoltaice/sisteme termice solare
10. Elemente și structuri mecanice de prindere a sistemelor fotovoltaice/termice solare
11. Scară telescopică manuală
12. Echipament individual de lucru: salopetă, tricou, pelerină, pufoaică, pantalon, vestă
13. Echipament individual de protecție: cască de protecție, mănuși electroizolante, ochelari, centură de siguranță, cizme electroizolante, vestă reflectorizantă

Sugestii metodologice

Conținuturile modulului „**Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice**” trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, corelată cu particularitățile și cu nivelul inițial de pregătire al elevilor.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Modulul „**Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice**” are o structură elastică, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau, preferabil, de la agentul economic, dotate conform recomandărilor precizate pentru unitatea de rezultate ale învățării, menționată mai sus.

Pregătirea practică în cabinete/laboratoare tehnologice/ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic are importanță deosebită în atingerea rezultatelor învățării exprimate prin cunoștințe, abilități și atitudini.

Pregătirea practică în laboratorul tehnologic se realizează respectând specificitatea activităților de învățare, prin efectuarea unor lucrări de laborator pentru care profesorul va pregăti materiale de învățare – îndrumări de laborator. Structura materialelor de învățare proiectate pentru lucrările de laborator ar trebui să includă, după caz, referiri la următoarele aspecte:

- a. Tema abordată
- b. Noțiuni teoretice
- c. Documentație tehnică/tehnologică specifică, inclusiv lista de resurse materiale necesare
- e. Sarcini/Instrucțiuni de lucru
- f. Rezultatele activităților practic-aplicative efectuate de elevi
- g. Concluzii și observații personale

Având în vedere că prin lucrările de laborator, în afară de însușirea cunoștințelor teoretice, elevii își formează/dezvoltă abilități practice și probează atitudini legate de activitatea desfășurată, se recomandă antrenarea elevilor în toate etapele pe care le presupune efectuarea unei lucrări de laborator: pregătirea spațiului de lucru, alegerea resurselor materiale necesare, rezolvarea creativă a eventualelor probleme de adaptare a echipamentelor/mijloacelor de învățământ folosite la condițiile concrete din laborator și/sau la specificul sarcinilor de lucru pe care le presupune efectuarea lucrării etc. Astfel, elevii beneficiază de mai multe oportunități pentru a proba atitudinile conexe modului „**Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice**” iar profesorul are la dispoziție un context mai larg pentru a observa și evalua aceste atitudini. Pentru fiecare lucrare de laborator elevii vor întocmi un referat în care trebuie să se regăsească dovezile activității lor pentru rezolvarea sarcinilor de lucru primite, precum și concluziile și observațiile personale privind lucrarea desfășurată, chiar dacă s-a recurs la organizarea clasei pe grupe și la lucrul în echipă. Referatele pot fi colectate de elev într-un portofoliu de laborator ce urmează a fi valorificat ca instrument de evaluare sumativă. La începutul activității de pregătire practică în laboratorul tehnologic, în vederea asigurării unui proces evaluativ transparent și echitabil, profesorul va preciza structura acestui portofoliu, precum și criteriile de evaluare ce vor fi folosite pentru aprecierea finală, asociate cu punctajul corespunzător.

De exemplu, se poate folosi următoarea listă criterială și punctajele asociate:

Criteria de evaluare a portofoliului de laborator la modulul „ Structuri suport pentru sistemele fotovoltaice ”	Punctaj acordat	Punctaj realizat
I. Criterii de evaluare profesionale	80	
<i>I.1 Elemente obligatorii</i>	60	
conținut – minim 80% dintre temele studiate	30	
referate complete, cu reprezentări grafice (dacă este cazul) și cu concluzii și observații personale	30	
<i>I.2. Elemente suplimentare</i>	20	
situaționale (aplicarea în alte situații practice, la alte module/discipline)	5	

descriptive <ul style="list-style-type: none"> • chestionare de autoevaluare cu descrierea aspectelor neclare la tema respectivă și evidențierea cauzelor ce au generat insuccesul • listă de obiective pe care elevul ar dori să le realizeze după parcurgerea modulului/temelor de laborator • jurnal reflectiv privind activitățile desfășurate • materiale ilustrative la temă • articole din cărți, reviste, de pe Internet • glosar de termeni • tabel semne convenționale-semnificații 	15	
II. Criterii de evaluare estetice	20	
prezentare ordonată și atractivă	10	
originalitate și creativitate în organizarea conținutului	10	
TOTAL	100	

Considerând lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la agentul economic), se prezintă următoarea listă orientativă de **teme pentru lucrările de laborator**:

1. Studiul materialelor utilizate pentru confecționarea structurii suport: caracteristici, simbolizare
2. Analiza comparativă a structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice
3. Studiul materialelor utilizate la confecționarea stucturilor suport ale sistemelor fotovoltaice pentru evidențierea corelațiilor dintre caracteristicile materialelor și cerințele pe care trebuie să le îndeplinească structurile suport
4. Analiza documentației tehnologice a unui sistem fotovoltaic pentru identificarea elementelor componente ale structurilor suport, prin decodificarea reprezentărilor grafice ale acestor elemente
5. Identificarea (prin studiu de caz) a solicitărilor mecanice ale structurilor suport instalate pe sol.
6. Analiza/completarea documentației tehnologice corespunzătoare trasării pozițiilor de montaj pentru stâlpii de susținere și pentru punctele de fixare ale structurilor suport
7. Analiza/completarea documentației tehnologice corespunzătoare operațiilor de montare pe sol a structurilor suport, pentru identificarea/alegerea resurselor materiale necesare fiecărei operații
8. Studiul (de caz) privind posibilitățile de instalare pe clădiri a sistemelor fotovoltaice
9. Analiza consecințelor posibile ale prinderilor nesigure, la montarea structurilor suport pe clădiri
10. Studiul metodelor de limitare a riscurilor și de prevenire a accidentelor, la lucrările de montaj pe clădiri a structurilor suport, prin corelare cu specificul acestor lucrări
11. Analiza cerințelor din proiectul de execuție/planul de montaj pentru stabilirea verificărilor necesare la montarea structurilor suport pe clădiri
12. Completarea documentației tehnologice pentru lucrări de asigurare a calității suprafețelor elementelor de construcție pe care s-a montat sistemul de susținere (operații, ordinea acestora, resurse materiale necesare)
13. Analiza comparativă a soluțiilor constructive aplicabile pentru realizarea sistemului de împământare a sistemelor fotovoltaice instalate pe clădiri

De asemenea, pentru **lucrările practice de efectuat în atelierul școlii sau la agentul economic**, se prezintă următoarea listă orientativă:

1. Aplicarea unor metode de limitare a solicitărilor mecanice ale structurilor suport, în funcție de factorii de mediu care determină aceste solicitări
2. Efectuarea lucrărilor de trasare a pozițiilor de montaj pentru stâlpii de susținere și pentru punctele de fixare a structurilor suport, asigurând condițiile de calitate
3. Studiu de caz privind respectarea abaterilor admisibile la trasarea pozițiilor de montaj, prin compararea documentației tehnologice cu rezultatele măsurate la o lucrare deja efectuată
4. Realizarea lucrărilor de montaj a structurilor suport pe stâlpi, direct în sol
5. Realizarea lucrărilor de montaj a structurilor suport cu sisteme de balastare
6. Realizarea lucrărilor de montaj a structurilor suport cu sisteme de ancorare
7. Verificarea lucrărilor de montaj a unei structuri suport date din p.d.v. al asigurării condițiilor tehnologice (orientare, ventilație, conexiunile instalației de împământare, limitarea riscurilor)
8. Realizarea lucrărilor de trasare a punctelor de fixare a structurii suport pe elemente de construcție, asigurând calitatea lucrărilor executate
9. Efectuarea lucrărilor de montare a structurii suport pe clădiri, asigurând condiționările impuse de tipul învelitorii
10. Efectuarea lucrărilor de montare a structurii suport pe clădiri, asigurând condiționările impuse de tipul termo-hidroizolației
11. Efectuarea lucrărilor de montare a structurii suport pentru cabluri, asigurând condiționările impuse de tipul învelitorii
12. Efectuarea lucrărilor de montare a structurii suport pentru cabluri, asigurând condiționările impuse de tipul termo-hidro-izolației
13. Verificarea lucrărilor de montaj a unei structuri suport pentru a evalua concordanța cu cerințele din proiectul de execuție/planul de montaj
14. Realizarea lucrărilor de reconstituire a calității suprafețelor de montaj a structurilor suport
15. Realizarea sistemului de împământare pentru sistemele fotovoltaice instalate pe clădiri, respectând condiționările suprafețelor de montaj

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, inclusiv adaptarea la elevii cu CES.

Aceste activități de învățare vizează:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, pe exersarea potențialului psihofizic al acestora, pe transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, experimentul și lucrul individual, tehnica muncii cu fișe) cu activitățile ce solicită efortul colectiv (de echipă, de grup) de genul discuțiilor, asaltului de idei, metoda Phillips 6 – 6, metoda 6/3/5, metoda expertului, metoda cubului, metoda mozaicului, discuția Panel, metoda cvintetului, jocul de rol, explozia stelară, metoda ciorchinului etc.;
- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgere la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă

deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

Pentru dobândirea rezultatelor învățării, pot fi derulate următoarele activități de învățare:

- elaborarea de referate interdisciplinare;
- activități de documentare individuală/în echipă;
- vizionări de materiale video (casete video, CD/DVD-uri);
- problematizarea;
- demonstrația;
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- activități practice;
- studii de caz;
- jocuri de rol;
- simulări;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/în echipă.

Un exemplu de metodă de învățare, care stimulează participarea tuturor elevilor la activitate, este **metoda „UNUL stă, TREI circulă”**. Bazându-se pe schimbul de idei între elevi, metoda își propune să dezvolte capacitatea de analiză și sinteză a elevilor și capacitatea acestora de a evalua anumite idei.

Metoda se desfășoară cu aplicarea următoarelor **etape**:

1. Colectivul clasei se împarte în grupuri de câte 4 elevi. Grupurile sunt numerotate, iar în cadrul grupului fiecare elev primește un număr cuprins între **1** și **4**.
2. Elevii primesc o fișă de lucru în care sunt precizate sarcinile de lucru/problemele de rezolvat. Lucrând în grup, elevii rezolvă sarcinile de lucru primite și notează pe fișă rezultatele obținute.
3. La semnalul profesorului, elevii se rotesc astfel: cei cu numărul **1** din fiecare grup se mută până la grupul următor, cei cu numărul **2** se mută peste două grupuri, cei cu numărul **3** peste trei grupuri, iar cei cu numărul **4** rămân pe loc.
4. Elevii care au rămas pe loc explică vizitatorilor rezultatul muncii grupului lor. Timp de 10 minute, vizitatorii pun întrebări și își iau notițe, pentru a putea raporta grupului inițial ce au aflat. Fiecare vizitator face comentarii pe marginea celor prezentate de gazdă.
5. Elevii se întorc în grupurile inițiale și lucrează (un timp stabilit de profesor), astfel:
 - elevul care a stat pe loc raportează comentariile pe care le-au făcut vizitatorii;
 - ceilalți elevi spun pe rând ce au aflat în grupurile pe care le-au vizitat, subliniind asemănările și diferențele față de propriul rezultat;
 - pe baza tuturor informațiilor culese, elevii finalizează rezolvarea sarcinilor de lucru.

În continuare, se prezintă un exemplu de fișă de lucru care poate fi utilizată la tema „*Solicitări mecanice ale structurilor instalate pe sol*”, din unitatea de învățare „Montarea structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe sol”. Activitatea de învățare va fi organizată înainte de predarea noilor cunoștințe corespunzătoare temei, urmărindu-se activarea elevilor prin implicarea lor într-un proces de descoperire a soluțiilor unor situații posibile din viața reală.

FIȘĂ DE LUCRU - METODA „UNUL STĂ, TREI CIRCULĂ
Solicitări mecanice ale structurilor instalate pe sol

Lucrați în echipă! Timp alocat: 40 min

Rezultate ale învățării vizate:

- 8.1.2. Montarea structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe sol:
- solicitări mecanice ale structurilor instalate pe sol
- 8.2.5. Identificarea solicitărilor mecanice ale structurilor instalate pe sol.
- 8.2.30. *Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă*
- 8.2.31. *Utilizarea termenilor specifici într-o limbă străină de circulație internațională, pentru citirea documentației tehnice necesare efectuării lucrărilor repartizate*
- 8.2.32. *Comunicarea rezultatelor activităților desfășurate*
- 8.3.5. *Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*

Sarcini de lucru:

1. Identificați factori de mediu care solicită mecanic structurile suport pentru sistemele fotovoltaice. Ce tip de solicitări mecanice poate genera fiecare dintre acești factori de mediu?
2. Descrieți/imaginați soluții (eventual, constructive) care pot fi aplicate pentru limitarea solicitărilor mecanice identificate.
3. Analizați soluțiile propuse pentru a stabili eficiența fiecăreia. (eficiență = capacitatea de a atinge un obiectiv folosind cea mai mică cheltuială de resurse posibilă)

Prin aplicarea metodei „UNUL stă, TREI circulă”, activitatea de învățare îi pune pe elevi în posesia informațiilor care alcătuiesc, de fapt, noile cunoștințe de predat. Metoda precizată poate fi combinată, pentru etapa de lucru în echipă (pasul 2 din descrierea metodei), cu **brainstorming**-ul: în cadrul echipei, rezolvarea sarcinilor de lucru se poate realiza, fie prin documentare, fie printr-un asalt de idei. La finalizarea activității, profesorului îi revine sarcina de a sistematiza răspunsurile colectate de la echipele de elevi formate, astfel încât să fie asigurat accesul egal al tuturor elevilor, la noile cunoștințe.

Dintre răspunsurile colectate prin aplicarea metodei descrise, nu ar trebui să lipsească următoarele informații:

1. Factori de mediu care solicită mecanic structurile suport ale sistemelor fotovoltaice

Factori de mediu	Solicitări mecanice generate
Depuneri de praf	erodare (mai accentuată în cazul particulelor mari)
Depuneri de zăpadă	comprimare (prin creșterea greutateii panourilor fotovoltaice susținute) deformează elementele metalice ale structurii suport
Temperaturi scăzute/ridicate	tensionare termică (dilatare/contractare) deformează elementele metalice ale structurii suport
Curenți de aer (vânturi)	suprapresiuni pe suprafețele expuse, respectiv subpresiuni pe suprafețele „adăpostite”

2. Soluții (soluția eficientă este marcată prin subliniere)

Solicitări mecanice	Soluții de limitare
erodare	- îndepărtarea surselor de praf cu particule mari (sau, evitarea lor, la montaj) - <u>curățarea periodică</u> de praf

comprimare	- reorientarea panourilor (dacă este posibil) pentru a preveni depunerea zăpezii - îndepărtarea zăpezii de pe panouri, cu ajutorul unor unelte speciale (nonabrazive, de tip „mop”) - îndepărtarea zăpezii/gheții prin <u>degivrare</u> (cu folie de aluminiu, cu cabluri speciale)
tensionare termică	- <u>încălzire</u> (electrică, folosind o parte din energia furnizată), respectiv <u>răcire</u> (cu apă; utilă și pentru panouri, altfel scade producția de energie electrică) - protejare cu materiale termoizolante
suprapresiuni/subpresiuni	- alegerea unui teren de montaj al structurii suport ferit de curenți de aer sau cu o configurație care nu favorizează formarea de „vârtejuri” de aer. - montarea de <u>panouri paravânt</u>

Sugestii privind evaluarea

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii au atins rezultatele învățării stabilite în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

a. *Continuă:*

- instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul temei, de modalitatea de evaluare – probe orale, scrise, practice – de stilurile de învățare ale elevilor.
- planificarea evaluării trebuie să se deruleze după un program stabilit, evitându-se aglomerarea mai multor evaluări în aceeași perioadă de timp.
- va fi realizată de către profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în Standardul de Pregătire Profesională.

b. *Finală:*

- realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/ învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Sugerăm următoarele **instrumente de evaluare continuă:**

- fișe de observație;
- fișe test;
- fișe de lucru;
- fișe de documentare;
- fișe de autoevaluare/ interevaluare;
- eseul;
- portofoliul;
- referatul științific;
- proiectul;
- activități practice;
- teste docimologice.

Propunem următoarele **instrumente de evaluare finală:**

- proiectul,
- studiul de caz,
- portofoliul,
- testele sumative,
- probe practice complexe, corespunzătoare, de preferat, unei unități de învățare.

În parcurgerea modului se va utiliza evaluare de tip formativ și la finalul unei unități de învățare, de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării corespunzătoare. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

În continuare, având în vedere ponderea pregătirii practice în totalul orelor alocate acestui modul, se propune un *instrument de evaluare prin probă practică* pentru tema „Montarea structurilor suport pentru sistemele fotovoltaice instalate pe sol”, care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării:

Cunoștințe

R.Î. 8.1.2. Montarea structurilor suport pentru sisteme fotovoltaice instalate pe sol

Trasarea pozițiilor de montaj pentru stâlpii de susținere și pentru punctele de fixare a structurii suport

Echipamente și accesorii pentru trasarea pozițiilor

Cerințe de calitate specifice operațiilor de trasare a pozițiilor

Abateri admisibile la trasarea pozițiilor

Metode de montaj:

- montare pe stâlpi (direct în sol)

Tehnologia de montare pe sol a structurii suport pentru fixarea modulelor fotovoltaice și a elementelor suport pentru cabluri, asigurând:

- orientarea de prindere.
- aplicarea metodelor de limitare a riscurilor și consecințelor determinate de prinderile nesigure.

Instrumente, materiale și echipamente de lucru necesare pentru montajul pe sol al structurilor suport

Abilități

R.Î. 8.2.6. *Trasarea poziției stâlpilor de susținere pentru structurile suport ale sistemelor fotovoltaice instalate pe sol, asigurând cerințele de calitate specifice.*

R.Î. 8.2.7. Decodificarea simbolurilor standardizate ale materialelor utilizate la executarea lucrărilor de montare a structurilor suport.

R.Î. 8.2.8. Selectarea instrumentelor și echipamentelor de lucru necesare montării pe sol a structurilor suport.

R.Î. 8.2.9. Aprovizionarea cu materiale necesare fiecărei lucrări de executat.

R.Î. 8.2.10. *Identificarea secvențelor de lucru și a operațiunilor necesare în procesul de muncă, pe baza specificațiilor/reprezentărilor grafice din fișele tehnologice și planul de montaj.*

R.Î. 8.2.11. Executarea lucrărilor de montare pe sol a structurii suport pentru modulele fotovoltaice/matricele de module, asigurând cerințele de ventilație și calitatea lucrărilor executate și respectând procesul tehnologic.

R.Î. 8.2.30. *Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate în procesul de comunicare la locul de muncă*

R.Î. 8.2.31. *Utilizarea termenilor specifici într-o limbă străină de circulație internațională, pentru citirea documentației tehnice necesare efectuării lucrărilor repartizate*

R.Î. 8.2.32. *Comunicarea rezultatelor activităților desfășurate*

Atitudini

R.Î. 8.3.4. Respectarea normelor ergonomice la locul de muncă

R.Î. 8.3.5. *Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme*

R.Î. 8.3.6. *Utilizarea echipamentului de lucru și de protecție specific locului de muncă, inclusiv pentru lucrul la înălțime*

R.Î. 8.3.8. Asigurarea calității lucrărilor executate prin respectarea disciplinei tehnologice.

R.Î. 8.3.9. Asumarea responsabilității pentru lucrările executate independent, conform documentației tehnologice

R.Î. 8.3.10. Respectarea normelor de SSM, pentru lucrările executate la sol și la înălțime.

R.Î. 8.3.11. *Respectarea normelor de protecție împotriva electrocutării.*

Titlu temă: Montarea structurilor suport pentru sisteme fotovoltaice instalate pe sol**Enunțul temei pentru proba practică:**

Realizați, pe un teren plat orizontal, montarea structurii suport pentru un sistem fotovoltaic, format din patru celule înclinate la 30°, într-o matrice de 2 linii și 2 coloane, orientată pe direcția E-V.

La finalizarea lucrării, prezentați normele de sănătate și securitate în muncă, secvențele de lucru și operațiunile necesare pentru montarea structurii suport a instalației și două avantaje ale utilizării surselor de energie regenerabilă.

Sarcini de lucru:

1. Identificarea, în teren, a direcției de orientare a matricei celulelor fotovoltaice
2. Selectarea echipamentelor și accesoriilor pentru trasarea pozițiilor
3. Trasarea poziției stâlpilor de susținere
4. Alegerea instrumentelor și echipamentelor de lucru necesare montării pe sol a structurilor suport
5. Fixarea în sol a stâlpilor de susținere
6. Montarea componentelor structurii suport
7. Verificarea calității lucrărilor executate pentru asigurarea prinderilor sigure
8. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă

Timp de lucru: 120 minute

FIȘA DE EVALUARE A POBEI PRACTICE

Nr. crt.	A. Criterii de evaluare a probei practice	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru (max 20p)	Analiza sarcinilor de lucru și identificarea soluțiilor de rezolvare	5p
		Selectarea echipamentelor și accesoriilor pentru trasarea pozițiilor	5p
		Alegerea instrumentelor și echipamentelor de lucru necesare montării pe sol a structurilor suport	5p
		Stabilirea direcției de orientare a matricei celulelor fotovoltaice	5p
2.	Realizarea sarcinii de lucru (max 50 p)	Trasarea poziției stâlpilor de susținere a structurii suport	5p
		Fixarea stâlpilor în sol	10p
		Montarea componentelor structurii suport	20p
		Verificarea calității lucrărilor de montaj pentru asigurarea prinderilor sigure	10p
		Respectarea normelor de SSM specifice lucrărilor executate	5p
TOTAL PROBĂ PRACTICĂ			70 p
3	Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru (30 p)	Prezentarea normelor de SSM specifice lucrărilor executate	5p
		Enumerarea, în ordine, a etapelor procesului tehnologic de monaj a structurii suport	10p
		Precizarea a două avantaje ale utilizării surselor de energie regenerabilă	10p
		Utilizarea vocabularului de specialitate în prezentarea orală	5p
TOTAL PROBA ORALĂ			30 p
PUNCTAJ TOTAL			100 p

• Bibliografie

- [1] * * * Standarde de pregătire profesională pentru calificările de nivel 3, domeniul de pregătire profesională Electric
- [2] * * * Sisteme de structuri pentru panouri fotovoltaice. Catalog de produse disponibil online la adresa: <https://structuri-fotovoltaice.ro/>
- [3] * * * Structuri metalice pentru panouri fotovoltaice. Catalog de produse disponibil online la adresa: <https://www.belvederecompany.ro/structuri-metalice-pentru-panouri-fotovoltaice-panourilor-solare>
- [4] * * * Structuri metalice pentru panouri fotovoltaice fixate la sol. Catalog de produse disponibil online la adresa: <https://structuri-zincate.ro/structuri-panouri-fotovoltaice/structura-metalica-panouri-fotovoltaice/>
- [5] * * * Structuri suport panouri fotovoltaice. Catalog de produse disponibil online la adresa: <https://www.goldprofil.ro/structuri-suport-panouri-fotovoltaice-in-camp.html>
- [6] * * * Cinci structuri de bază pentru montare solară. Produse. Știri. Cunoștințe. Disponibil la adresa: <https://ro.dsisolar.com/info/five-basic-solar-mounting-structures-54470262.html>
- [7] * * * Solar-Service. Acasă. <https://www.solar-service.ro>
- [8] * * * Solar-Service. Blog. <https://www.solar-service.ro/blog/>
- [9] * * * Montaj panouri fotovoltaice. Aspecte de luat în considerare. Disponibil online la adresa: <https://panourifotovoltaice.online/montaj/>
- [10] * * * Catalog BAKS – Sisteme de susținere pentru panouri fotovoltaice, disponibil online la adresa <https://promelek.ro/content/files/cataloage/baks/catalog-baks-19-sisteme-de-sustinere-pt-panouri-fotovoltaice.pdf>
- [11] * * * Instalarea sistemelor fotovoltaice. Aspecte practice pentru instalatori, publicație, realizată în cadrul proiectului european PVTRIN disponibilă online la adresa <http://pvtrin.eu/assets/media/PDF/Publications/Informational%20Material/Installing%20PV-Practical%20guide/68.pdf>
- [12] * * * Sistem de montare fotovoltaic. Photovoltaic mounting system, Encyclopedia wiki, online la adresa https://wikicro.icu/wiki/Photovoltaic_mounting_system#Ground-mounted
- [13] * * * Ground-Mounted Solar Photovoltaic Systems. Questions & Answers. Ghid CleanEnergyResults, june 2015, disponibil online la adresa <https://www.mass.gov/doc/ground-mounted-pv-guide/download>
- [14] * * * Catalog de produse Enerack, disponibil online la adresa <https://ro.enerack.com/products>
- [15] * * * Sisteme de montare pentru panouri solare. Catalog Wanhos Solar Technology, disponibil online la adresa <http://ro.solar-panel-mounting.com/products>

Videoclip-uri:

- [1] Montaj panouri fotovoltaice. <https://www.youtube.com/watch?v=sxQaKxTH9P0>
- [2] Instalare fotovoltaice. <https://www.youtube.com/watch?v=6YjAAMdMbEI>

MODUL II. INSTALAREA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE PE STRUCTURI SUPORT

- **Notă introductivă**

Modulul „**Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Electrician sisteme fotovoltaice* din domeniul de pregătire profesională *Electric*, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **180 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

- **90 ore/an** – laborator tehnologic
- **90 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în standardul de pregătire profesională corespunzător calificării profesionale de nivel 3 - *Electrician sisteme fotovoltaice*, din domeniul de pregătire profesională *Electric*, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

- **Structură modul**

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ9. INSTALAREA/MONTAREA COMPONENTELOR SISTEMELOR FOTOVOLTAICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
9.1.1.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.5. 9.2.14. 9.2.15.	9.3.1. 9.3.2. 9.3.3.	<p>Materiale, instrumente și echipamente pentru montaj (enumerare; clasificare, caracteristici tehnice)</p> <p><u>Materiale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • panouri fotovoltaice, invertoare, baterii, încărcătoare, tablou de siguranțe, siguranțe automate, socluri, profile, conductoare, cabluri, izolatoare, cuploare, prize, conectori (MC4); • elemente de fixare a panourilor fotovoltaice: accesorii de montaj (suprateran, pentru acoperiș plat/inclinat), profile de montaj, elemente de îmbinare. <p><u>Mijloace de măsură și control</u>: voltmetru, ampermetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clampmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței etc.</p> <p><u>Scule și unelte</u> cu acționare manuală și mecanică utilizate pentru asamblarea elementelor mecanice din cadrul sistemelor fotovoltaice;</p> <p><u>Scule și aparate</u> pentru realizarea conexiunilor electrice: clești de sertizare, analizor curent-tensiune pentru module solare și sisteme solare complete, termometre cu sistem infraroșu;</p> <p><u>Echipament individual</u> de lucru.</p> <p><u>Echipament individual</u> de protecție.</p>

9.1.2.	9.2.3. 9.2.4. 9.2.5. 9.2.6. 9.2.14. 9.2.15.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.6. 9.3.7. 9.3.8. 9.3.10.	<p>Sisteme de montaj a panourilor fotovoltaice</p> <p>Rolul sistemelor de montaj</p> <p>Tipuri de sisteme de montaj (caracteristici, modalități de asamblare propriu-zisă, aplicații specifice)</p> <p>Tehnologia asamblării demontabile a sistemelor de panouri fotovoltaice corespunzătoare fiecărui sistem de fixare</p> <p>Documentație tehnică</p>
9.1.3.	9.2.3. 9.2.4. 9.2.5. 9.2.6. 9.2.14. 9.2.15.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.8. 9.3.9. 9.3.10.	<p>Organizarea locului de muncă:</p> <p>Cerințe referitoare la organizarea ergonomică a locului de muncă, la sol și/sau la înălțime;</p> <p>Documentația tehnică și tehnologică.</p>
9.1.4. 9.1.7 9.1.8.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.3. 9.2.4. 9.2.5. 9.2.6. 9.2.7. 9.2.14. 9.2.15. 9.2.16. 9.2.17. 9.2.18.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.6. 9.3.8. 9.3.9. 9.3.10. 9.3.11. 9.3.12.	<p>Montarea sistemelor de panouri fotovoltaice</p> <p>Clasificarea panourilor fotovoltaice după: tipul celulei fotoelectrice, particularitățile electrice, caracteristicile fizice</p> <p>Condiții de instalare: locul de instalare, mediul de lucru, unghiul de înclinare</p> <p>Orientarea structurii pe punctul cardinal Sud și înclinarea la unghiul precizat în documentația de montaj, pentru eficientizarea sistemului fotovoltaic</p> <p>Cerințe de instalare pe suporturi</p> <p>Verificarea integrității panourilor fotovoltaice</p> <p>Etapele de montare a panourilor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - amplasarea și fixarea modulelor fotovoltaice pe structura suport; - conectarea electrică a modulelor fotovoltaice montate conform proiectului: serie; paralel; mixt; - pozarea cablurilor <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice montării sistemelor de panouri fotovoltaice.</p> <p>Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor.</p>
9.1.5. 9.1.7. 9.1.8.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.5. 9.2.8. 9.2.9. 9.2.10. 9.2.14. 9.2.15. 9.2.16. 9.2.17. 9.2.18.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.6. 9.3.8. 9.3.9. 9.3.10. 9.3.11. 9.3.12.	<p>Montarea invertoarelor</p> <p>Clasificarea invertoarelor după caracteristici tehnice, fizice, izolare și protecție</p> <p>Caracteristici optime de montaj conform normelor de funcționare a invertoarelor, cu referire la:</p> <ul style="list-style-type: none"> - obiecte/obstacole de vecinătate - distanța față de acumulatori - accesibilitate ulterioară pentru mentenanță - secțiunea corectă a conductoarelor c.c./c.a. - echipamente de separare, protecție supracurent și

			<p>descărcătoare specifice producătorului invertorului</p> <p>Condiții de ventilare a invertoarelor</p> <p>Tehnologia de montare/prindere a invertoarelor</p> <p>Verificarea montării și funcționării invertoarelor</p> <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice montării invertoarelor</p> <p>Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor.</p>
9.1.6. 9.1.7. 9.1.8.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.5. 9.2.11. 9.2.12. 9.2.13. 9.2.14. 9.2.15. 9.2.16. 9.2.17. 9.2.18.	9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.6. 9.3.8. 9.3.9. 9.3.10. 9.3.11. 9.3.12.	<p>Montarea bateriilor de acumuloare</p> <p>Locații pentru montarea bateriilor de acumuloare în funcție de tipul acestora și de modul de utilizare; distanțe față de invertor, regulator solar sau alte surse de arc electric.</p> <p>Clasificarea bateriilor de acumuloare după tehnologia folosită, tip, capacitate, caracteristici fizice</p> <p>Condiții de instalare: medii de lucru (spații uscate, spații ventilate, fără temperaturi extreme)</p> <p>Tehnologia de montare a bateriilor de acumuloare, reguli și instrucțiuni specifice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - conectarea bateriilor de acumuloare (serie, serie-derivație) - montarea propriu-zisă a acumuloarelor în funcție de tip și caracteristici. <p>Verificarea montării bateriilor de acumuloare</p> <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, specifice montării bateriilor de acumuloare</p> <p>Norme de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor.</p>

Lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

1. Materiale: panou fotovoltaic, invertoare, baterii, încărcătoare, tablou de siguranțe, siguranțe automate, socluri, profile, sârme, conductoare, izolatoare, cuploare, prize, conectori
2. SDV-uri și utilaje specifice lucrărilor de montare a panourilor fotovoltaice: clești de sertizare, analizor curent-tensiune pentru module solare și sisteme solare complete, termometre cu sistem infraroșu
3. Mijloace de măsură și control: voltmetru, ampermetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clampmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței etc
4. Documentație tehnică și tehnologică
5. Scară telescopică manuală
6. Echipament individual de lucru: salopetă, tricou, pelerină, pufoaică, pantalon, vestă
7. Echipament individual de protecție: cască de protecție, mănuși electroizolante, ochelari, centură de siguranță, cizme electroizolante, vestă reflectorizantă

SUGESTII METODOLOGICE

Modulul „**Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport**” prevede conținuturi ce impun o abordare integrată, dar în același timp și diferențiată, ce vor ține cont de nivelul inițial de pregătire al elevilor precum și de particularitățile lor cognitive.

Pentru realizarea eficientă a aplicațiilor practice este necesar ca noțiunile teoretice să fie incluse în cadrul orelor de laborator și/sau instruire practică sub forma materialelor de învățare predate înainte de efectuarea propriu-zisă a lucrărilor de laborator și/sau lucrărilor de instruire practică.

Cadrele didactice care predau modulul „**Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport**” vor avea lejeritatea de a aloca numărul de ore considerat necesar fiecărei teme în funcție de complexitatea temei, de nivelul de cunoștințe acumulate anterior de către elevi, de complexitatea și noutatea materialului didactic implicat în strategia didactică și nu în ultimul rând ținând cont de ritmul de asimilare a informațiilor predate de către elevi.

În vederea atingerii rezultatelor învățării precum și pentru însușirea competențelor de specialitate ce sunt clar prevăzute în Standardul de pregătire profesională al calificării, pregătirea practică în cabinete/laboratoare tehnologice/ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic are importanță deosebită.

Având în vedere cele de mai sus, pregătirea practică în laboratorul tehnologic se va realiza respectând specificul activităților de învățare prin efectuarea lucrărilor de laborator pentru care profesorul va pregăti noțiunile teoretice (materiale de învățare) sub forma îndrumărilor de laborator.

Lucrările de laborator oferă mai multe oportunități:

- Însușirea noțiunilor teoretice prin intermediul îndrumărilor de laborator
- Formarea/dezvoltarea de abilități și deprinderi practice
- Dezvoltarea atitudinilor specifice legate de activitatea desfășurată

Astfel, în cadrul lucrărilor de laborator este necesară antrenarea elevilor în toate etapele desfășurării lucrării de laborator începând cu

- Pregătirea standului de lucru/aplicațiilor de simulare
- Interpretarea corectă a informațiilor și cerințelor din documentația de specialitate
- Alegerea aparatelor și echipamentelor necesare
- Rezolvarea eventualelor probleme de adaptare la echipamentele/mijloacele de învățământ folosite
- Adaptarea la specificul sarcinilor de lucru necesare pentru realizarea lucrării de laborator

Această abordare a lucrărilor de laborator/orelor de instruire practică asigură elevilor maximul de oportunități pentru dezvoltarea abilităților și probarea atitudinilor specifice modulului „**Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport**” și în același timp permite profesorului atât observarea cât și evaluarea abilităților și atitudinilor elevilor.

Ținând cont de lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare asigurării dobândirii rezultatelor învățării, atât din școală cât și de la operatorul economic, pot fi sugerate următoarele tipuri de **activități practice de învățare pentru orele de laborator tehnologic respectiv pentru orele de instruire practică**:

- Însușirea normelor de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor precum și a normelor de protecția mediului și de gestionare a deșeurilor la amplasarea și instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport
- Aplicații practice de identificare a instrumentelor, materialelor și echipamentelor pentru montajul sistemelor fotovoltaice după construcție și după funcționare;
- Aplicații practice de identificare a modalităților de asamblare/dezasamblare/înlocuire pentru sisteme de panouri fotovoltaice
- Aplicații practice de montare a sistemelor de panouri fotovoltaice în vederea orientării corecte și obținerii unghiului optim de înclinare
- Aplicații practice de interconectare serie și/sau paralel a modulelor fotovoltaice conform specificațiilor tehnologice
- Documentarea pentru realizarea unei teme date, utilizând diverse surse de informații / site-uri de specialitate / platforme interactive.

Nivelul de pregătire va fi realizat corespunzător, dacă poate fi demonstrat fiecare dintre rezultatele învățării.

Deoarece are o structură flexibilă, modulul „**Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport**”, poate încorpora, noi mijloace sau resurse didactice ce permit abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, ce vor avea în vedere stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, precum și adaptarea conținuturilor pentru elevii cu CES.

Activitățile de învățare vizează aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activarea structurilor cognitive și operatorii ale sale, pe exersarea potențialului psiho-fizic al acestuia prin transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație utilizând îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului cu activități ce solicită efortul colectiv de echipă și de grup.

Se vor folosi metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin utilizarea de modele concrete cum ar fi modelul experimental, precum și însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

Atingerea rezultatelor învățării poate fi realizată prin intermediul următoarelor activități de învățare:

- activități de documentare, vizionări de materiale digitale;
- desfășurarea de lucrări de laborator/activități practice;
- elaborarea de proiecte / portofolii;
- activități de lucru în grup/ în echipă bazate pe comunicare și relaționare.

Metoda didactică care poate fi utilizată cu succes deoarece facilitează însușirea noțiunilor teoretice, poate oferi feedback imediat elevului, adesea permițând evaluarea, este **metoda jocurilor simulative** prin utilizarea diverselor site-uri de specialitate, jocuri online, simulatoare sau platforme interactive.

Jocul spre deosebire de învățare, nu are ca obiectiv explicit însușirea de noi cunoștințe, abilități și atitudini profesionale, dar permite realizarea tuturor celor de mai sus în context relaxat și lipsit de constrângeri sau presiune, elevul fiind adus în situația de a-și utiliza energiile și potențialul psiho-fizic pentru a-și optimiza parametrii comportamentali.

În activitatea școlară, particularitatea esențială a jocului didactic este că îmbină armonios elementul instructiv-educativ și exercițiul cu elementul distractiv, ceea ce duce la apariția unor stări emoționale complexe, ce stimulează și intensifică procesele de dezvoltare psihică.

Folosirea jocului didactic ca activități obligatorii aduce variație în procesul de instruire a elevilor, făcându-l mai atractiv. Valoarea practică a jocului didactic constă în faptul că, în procesul desfășurării lui, elevul are posibilitatea să-și aplice cunoștințele, să-și exerseze priceperile și deprinderile ce s-au format în cadrul diferitelor activități.

Având ca exemplu, tema: **Montarea sistemelor de panouri fotovoltaice** - conectarea electrică a modulelor fotovoltaice, se are în vedere obținerea următoarelor **REZULTATE ALE ÎNVĂȚĂRII**:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
9.1.4. Montarea sistemelor de panouri fotovoltaice ... - conectarea electrică a modulelor fotovoltaice montate pe acoperiș conform proiectului	9.2.1. Interpretarea informațiilor cuprinse în documentația tehnică și tehnologică utilizată la locul de muncă 9.2.2. Alegerea corectă a instrumentelor, materialelor și echipamentelor pentru montaj 9.2.3. Analiza/identificarea sistemelor de montaj a panourilor fotovoltaice	9.3.3. Respectarea cerințelor ergonomice la locul de muncă 9.3.5. Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită

	<p>9.2.4. Aplicarea modalităților de asamblare pentru sisteme de panouri fotovoltaice</p> <p>9.2.5. Organizarea ergonomică a locului de muncă</p> <p>9.2.7. Realizarea interconectării serie paralel a modulelor fotovoltaice conform specificațiilor tehnologice</p> <p>9.2.14. Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate pentru descrierea instalării/montării sistemelor fotovoltaice</p> <p>9.2.15. Comunicarea/Raportarea rezultatelor activității profesionale desfășurate</p>	<p>9.3.6. Asigurarea calității lucrărilor executate</p> <p>9.3.9. Respectarea normelor de SSM și PSI specifice lucrărilor executate</p> <p>9.3.10. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme</p>
--	---	--

Obiective:

- Utilizarea corectă a limbajului tehnic și de specialitate
- Interpretarea informațiilor cuprinse în documentația tehnică
- Verificarea polarității corecte a panourilor fotovoltaice după montarea pe structura suport
- Identificarea valorilor calculate cu ajutorul aplicației interactive pentru tipul de conexiune din proiect: serie/paralel sau mixt
- Utilizarea documentației tehnice
- Decodificarea simbolurilor folosite
- Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate
- Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Cerințe:

- 1. Accesați Platforma interactivă online <https://footprinthero.com/solar-panel-series-and-parallel-calculator>
- 2. Identificați valorile de funcționare ale unor panouri fotovoltaice (de pe etichetele acestora și/sau din documentația tehnică a producătorului) și introduceți în aplicație/simulator datele identificate
- 3. Realizați cu ajutorul aplicației configurația 8S, 12S și 21S identificați valorile mărimilor electrice generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabel
- 4. Realizați apoi, cu ajutorul aplicației, configurația 8P, 12P și 21P identificați valorile mărimilor electrice generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabelul următor

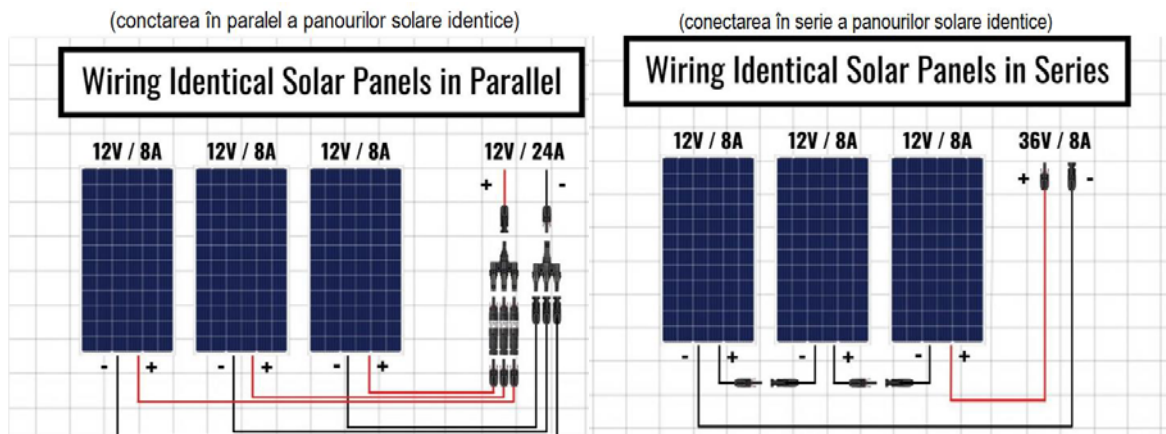
Număr panouri	Configurație panouri	Valori generate de aplicație pentru configurația cerută		
		Tensiune totală [V]	Curent total [A]	Putere [W]
8	Serie			
	Paralel			
12	Serie			
	Paralel			
21	Serie			
	Paralel			

Elevii vor parcurge setul de exerciții familiarizându-se astfel cu noțiunile despre conectarea în serie și paralel a panourilor fotovoltaice, precum și importanța utilizării secțiunii corecte a conductorilor în vederea respectării documentației tehnice din proiect.

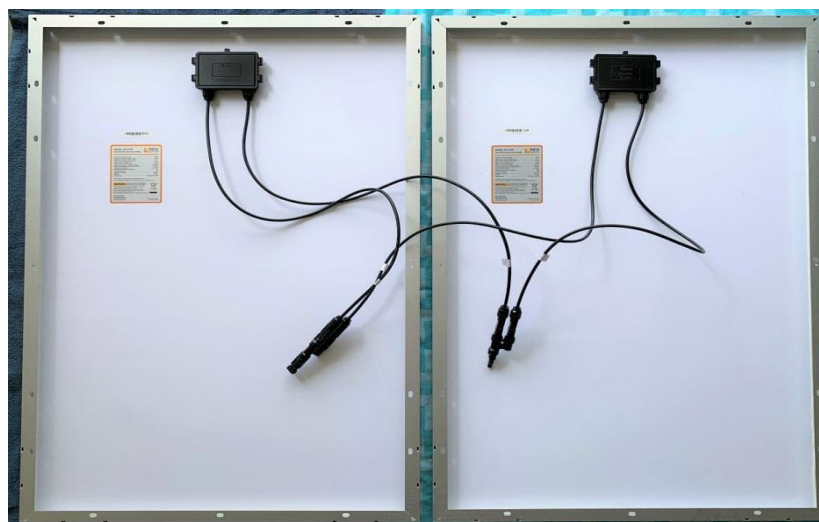
Modul de organizare a activității/a clasei. Activitatea se desfășoară în două etape:

Prima etapă se realizează prin conversație euristică frontală în mod sincron și constă în:

- prezentarea situației de lucru a montajului/echipamentelor, simbolurilor
- prezentarea panourilor fotovoltaice și a documentației tehnice
- descrierea montajelor panourilor fotovoltaice conectate în serie și paralel
- prezentarea platformei interactive și a modului de accesare
- respectarea dimensiunilor corecte a secțiunii conductorilor la conectarea electrică a modulelor fotovoltaice montate conform proiectului.



Acest site/platformă interactivă prezintă diferite variante de conectare a panourilor fotovoltaice serie și paralel. De asemenea, elevii vor putea vedea și exemple reale și se pot familiariza și cu partea de conectori specifici interconectării panourilor (MC4).



Conectori specifici interconectării panourilor fotovoltaice

În a doua etapă elevii vor lucra individual (sau sub îndrumarea profesorului) și constă în:

- accesarea platformei interactive
- introducerea datelor solicitate, identificate de pe etichetele panourilor și/sau din documentația tehnică
- completarea datelor în tabel

În a treia etapă, sub coordonarea profesorului, se stabilesc avantajele și dezavantajele pentru fiecare tip de conexiune:

- compararea rezultatelor obținute pe platformă pentru puterea totală pentru fiecare grup de panouri (8, 12 și 21)
- explicarea valorilor obținute pentru fiecare caz
- corelarea valorilor obținute pentru curentul total, cu secțiunea conductorilor necesari realizării fiecărui tip de conexiune

Resurse materiale:

- Documentație tehnică a producătorului de panouri fotovoltaice
- Calculator, telefon, tabletă, etc care utilizează orice sistem de operare (Windows, IOS, Android, etc.)
- Conexiune la internet
- Platforme interactive pentru măsurarea diferitelor mărimi electrice;
- „Youtube for education” – materiale video/animații grafice
<https://www.youtube.com/watch?v=NYyhy3JTEik>
- Platforma interactivă online
<https://footprinthero.com/solar-panel-series-and-parallel-calculator>

Avantajul site-ului/platformei este că poate fi accesată din orice dispozitiv (PC, telefon, tabletă, etc) care utilizează orice sistem de operare (Windows, IOS, Android, etc.) fără a fi nevoie de un cont.

Sugestii privind evaluarea

Modulul „**Instalarea sistemelor fotovoltaice pe structuri suport**” are prevăzute ore de laborator și instruire practică ce vor avea metode de evaluare specifice acestor tipuri de activități. De asemenea pot fi concepute și activități de evaluare combinate în care pot fi evaluate și cunoștințele teoretice.

Evaluarea urmărește măsura în care elevii și-au însușit noțiunile teoretice și și-au format abilitățile și atitudinile specifice propuse în standardul de pregătire profesională Electrician sisteme fotovoltaice.

Tipurile de evaluare pot fi:

Continuă.

- instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare – probe orale, probe practice.
- planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp.
- va fi realizată de către cadrul didactic pe baza unor probe care se referă la criteriile și indicatorii de evaluare specificate în Standardul de Pregătire Profesională
- evaluarea va putea fi realizată și folosind echipamente digitale și softuri educaționale specifice orelor de laborator și instruire practică, ținând cont de faptul că toți elevii sunt familiarizați cu interfețele digitale ce echipează mijloacele de comunicare din prezent.

Sumativă

- realizată printr-o lucrare cu caracter practic și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii nivelului de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor/ competențelor. Aprecierea lucrării se va realiza pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizate în standardul de pregătire profesională al calificării.

Propunem următoarele **instrumente de evaluare continuă:**

- fișe de observație;
- fișe test;

- fișe de lucru;
- fișe de documentare;
- fișe de autoevaluare/interevaluare;
- referatul științific;
- proiectul;
- activități practice;
- lucrări de laborator/practice

Propunem următoarele **instrumente de evaluare sumativă**:

- studii de caz realizate în parcuri fotovoltaice
- portofoliul cu rezultatele lucrărilor de laborator
- lucrări practice de evaluare;
- lucrări de laborator de evaluare.

Se recomandă, ca pe durata parcurgerii modulului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării.

EVALUARE: probă practică pentru activitatea de laborator și/sau instruire practică

Obiective:

- Utilizarea documentației tehnice
- Decodificarea simbolurilor folosite
- Utilizarea corectă a limbajului tehnic și de specialitate
- Efectuarea transformărilor de unități de măsură
- Prelucrarea matematică a datelor măsurate
- Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Mod de organizare a activității/clasei: activitate individuală

Resurse materiale: - Simulator / Platforma interactivă online

<https://www.explorist.life/solar-charge-controller-calculator/>

Avantajul platformei este că poate fi accesată din orice dispozitiv (PC, telefon, tabletă, etc) care utilizează orice sistem de operare (Windows, IOS, Android, etc) fără a fi nevoie de un cont.

Durată: 50 minute

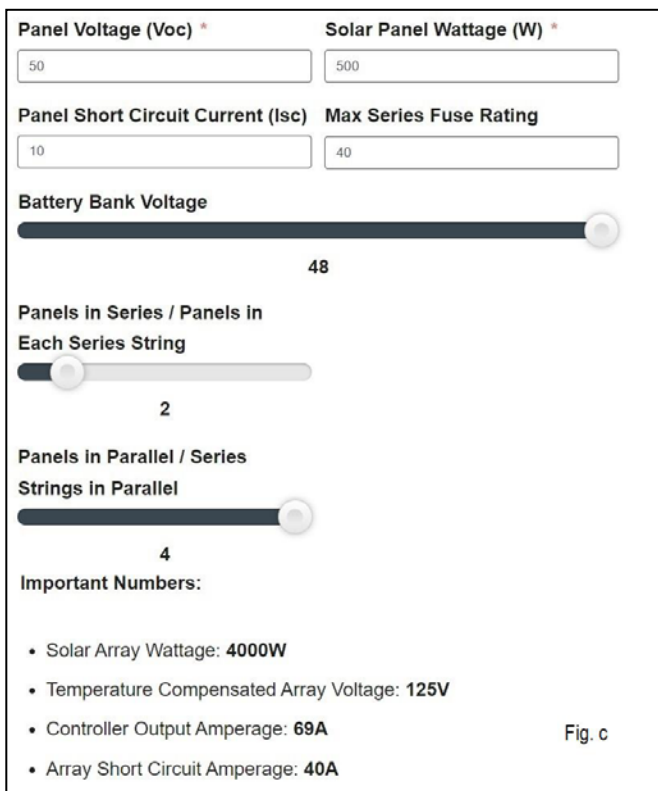
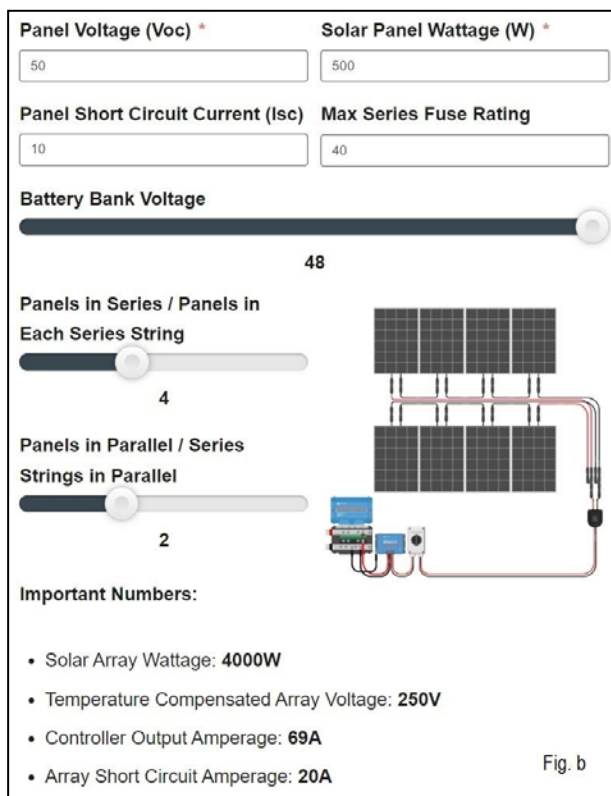
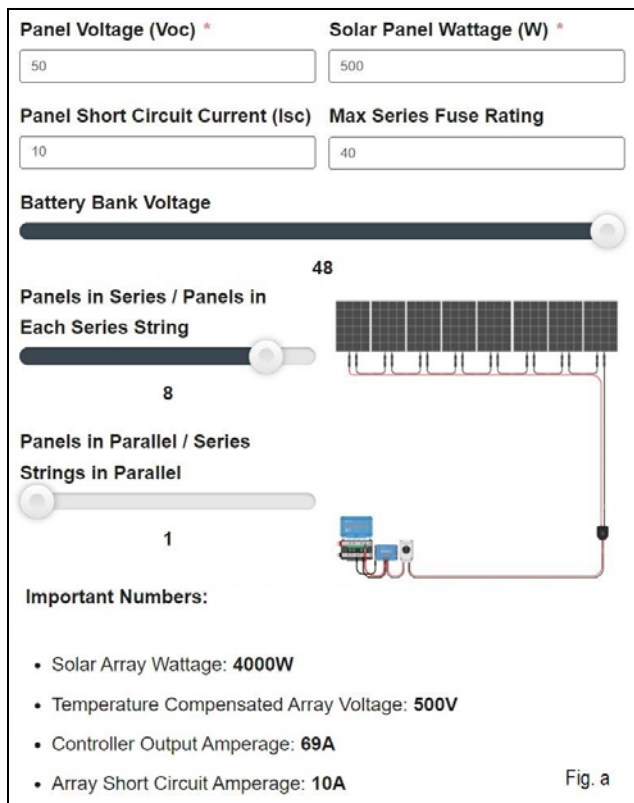
LUCRARE PRACTICĂ DE LABORATOR

Pentru 8 panouri fotovoltaice cu puterea de 500 W, voltaj/tensiune în circuit deschis (de mers în gol) 50 V și curent de scurtcircuit 10 A, să se realizeze schema de conectare a unui set de 8 panouri fotovoltaice în următoarele configurații 8S, 4S2P și 2S4P, în platforma interactivă accesând link-ul:

<https://www.explorist.life/solar-charge-controller-calculator/>

Sarcini de lucru:

1. Introduceți în aplicație/simulator valorile de funcționare a panourilor fotovoltaice
2. Conform cerinței, realizați cu ajutorul aplicației, configurația 8S (fig. a), identificați valorile generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabel.
3. Conform cerinței, realizați cu ajutorul aplicației, configurația 4S2P (fig. b), identificați valorile generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabel.
4. Conform cerinței, realizați cu ajutorul aplicației, configurația 2S4P (fig. c), identificați valorile generate de aplicație pentru această configurație și notați rezultatele în tabel.
5. Comparați valorile intensității curentului total pentru fiecare dintre cele trei configurații de montaj și precizați valoarea curentului nominal al siguranței necesare pentru protejarea configurației respective.



Datele obținute se înregistrează în următorul tabel:

Configurație panouri	Valori generate de aplicație pentru configurația cerută			
	Tensiune totală [V]	Curent total [A]	Putere [W]	Curent nominal siguranță [A]
8S				
4S2P				
2S4P				

Pentru evaluarea acestei lucrări practice propunem următoarea grilă de evaluare:

Criterii de evaluare	Indicatori de realizare	Punctaj acordat
Criterii de evaluare pentru proba practică		
Puncte din oficiu		10 p
Primirea sarcinilor de lucru și organizarea locului de muncă	Configurarea interfeței de lucru	10 p
	Alegerea corectă, din aplicație, a configurației de studiat	10 p
Realizarea sarcinii de lucru	Respectarea succesiunii logice a operațiilor	5p
	Identificarea și conectarea panourilor fotovoltaice conform specificațiilor tehnice (îndrumărilor de laborator)	10 p
	Completarea corectă a tabelului cu rezultatele obținute	10 p
	Respectarea normelor de SSM și PSI	5 p
Criterii de evaluare pentru proba orală, proba complementară probei practice		
Prezentarea sarcinii realizate	Utilizarea corectă a limbajului tehnic de specialitate în comunicarea rezultatelor obținute	15 p
	Formularea observațiilor/concluziilor personale	15 p
	Prezentarea/compararea variantelelor de conexiuni ale grupului de panouri fotovoltaice	10 p
Total		100 p

Bibliografie

1. <https://www.explorist.life/solar-charge-controller-calculator/>
2. www.pvtrin.eu Curs de instruire–Manualul instalatorului de sisteme fotovoltaice
3. <http://www.solarelectricityhandbook.com/solar-angle-calculator.html>
4. Rusu Constantin – Instalații electrice, Auxiliar curricular – Bistrița, 2018
5. Mircea Oltean–Manualul Electricianului, Editia 2019
6. Mihai I.–Manual pentru autorizarea electricienilor instalatori, Ministerul Energiei Electrice, 1995

MODUL III. INTERCONECTAREA COMPONENTELOR SISTEMELOR FOTOVOLTAICE

- **Notă introductivă**

Modulul „**Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Electrician sisteme fotovoltaice* din domeniul de pregătire profesională *Electric*, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un numărul de **210 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

- **90 ore/an** – laborator tehnologic
- **120 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în standardul de pregătire profesională corespunzător calificării profesionale de nivel 3 - *Electrician sisteme fotovoltaice*, din domeniul de pregătire profesională *Electric*, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

- **Structură modul**

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării:

URÎ 10: REALIZAREA CONEXIUNILOR ELECTRICE ÎNTRE COMPONENTELE SISTEMELOR FOTOVOLTAICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
10.1.1. 10.1.5.	10.2.1. 10.2.2. 10.2.3. 10.2.4. 10.2.5. 10.2.6. 10.2.7. 10.2.9. 10.2.10. 10.2.26 10.2.27 10.2.30 10.2.32	10.3.1. 10.3.2. 10.3.3. 10.3.4. 10.3.5. 10.3.6. 10.3.7. 10.3.8. 10.3.9. 10.3.10. 10.3.11. 10.3.12.	<p>Scheme electrice de curent continuu și curent alternativ utilizate în sistemele fotovoltaice</p> <ul style="list-style-type: none"> - organizarea activităților de realizare a schemelor electrice - circuite electrice de c.c. (structura generală, simboluri, caracteristici, utilizări) - circuite electrice de c.a. (structura generală, simboluri, caracteristici, utilizări) - componente (branșament electric, contor electric, panou de distribuție, priza de pământ, întreruptor, cablu electric, consumator) - sisteme de siguranță și automatizare (siguranțe, senzori, rele) - scheme electrice on-grid de mică și mare putere - scheme electrice off-grid - configurarea invertoarelor și reguletoarelor de tensiune după montarea în circuit, conform reglementărilor ANRE - configurarea și conectarea bateriilor de acumulare la sistemele fotovoltaice, parametrizarea bateriilor . - fișe tehnologice. - aparate, instrumente și SDV-uri necesare realizării circuitelor electrice <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - echipament de lucru și de protecție, inclusiv la înălțime - modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
10.1.2. 10.1.4. 10.1.5.	10.2.8. 10.2.9. 10.2.10. 10.2.11. 10.2.12. 10.2.13. 10.2.14. 10.2.15. 10.2.25 10.2.26 10.2.27 10.2.28 10.2.29 10.2.30 10.2.31 10.2.32	10.3.1. 10.3.2. 10.3.3. 10.3.4. 10.3.5. 10.3.6. 10.3.7. 10.3.8. 10.3.9. 10.3.10. 10.3.11. 10.3.12.	<p>Conexiunile electrice între componentele sistemului fotovoltaic:</p> <ul style="list-style-type: none"> - panouri fotovoltaice, invertoare, acumulatori, contori inteligenți, aparate de protecție - tipuri de conectori utilizați la interconectarea panourilor - reguli generale de realizare/amplasare a cablurilor, instalațiilor - SDV –uri necesare realizării conexiunilor electrice <p>Surse de informare și documentare pentru panouri fotovoltaice, inclusiv într-o limbă străină de circulație internațională</p> <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, PSI, specifice lucrărilor de conectare; echipament de lucru și de protecție; modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare).</p> <ul style="list-style-type: none"> - echipament de lucru și de protecție, inclusiv la înălțime - modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
10.1.3. 10.1.4. 10.1.5.	10.2.16. 10.2.17. 10.2.18. 10.2.19. 10.2.20. 10.2.21. 10.2.22. 10.2.23 10.2.24 10.2.25 10.2.26 10.2.27 10.2.28 10.2.29 10.2.30 10.2.31 10.2.32	10.3.1. 10.3.2. 10.3.3. 10.3.4. 10.3.5. 10.3.6. 10.3.7. 10.3.8. 10.3.9. 10.3.10. 10.3.11. 10.3.12.	<p>Pregătirea pentru punerea în funcțiune a sistemului fotovoltaic:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parametrii electrici ai sistemului fotovoltaic - corelări între puterea sistemului fotovoltaic și puterea rețelei electrice - metode de verificare a continuității circuitelor - condiții privind respectarea polarității circuitelor de c.c. - măsurarea tensiunii din stringurile formate de panouri - temporizare la repornire insularizare - măsurări specifice punerii în funcțiune a sistemelor fotovoltaice (priza de pământ, tensiune de string) - configurarea inverterului / invertoarelor cu elementele auxiliare folosite în plant (baterii , smart meter , smart dongle) - parametrizarea inverterului pentru rețeaua specifică a distribuitorului - probe de funcționare în regim normal. - fișa tehnologică <p>Surse de informare și documentare pentru panouri fotovoltaice, inclusiv într-o limbă străină de circulație internațională</p> <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, PSI, specifice lucrărilor de conectare; echipament de lucru și de protecție; modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare).</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - echipament de lucru și de protecție, inclusiv la înălțime - modalități de avertizare a pericolelor la locul de muncă (semnale de avertizare)
--	--	--	---

LISTA MINIMĂ DE RESURSE MATERIALE (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

1. Materiale:

1. Panouri fotovoltaice de mici dimensiuni
2. Reglatoare de tensiune
3. Invertor
4. Cabluri și conductoare, papuci de cablu, șuruburi și piulițe, cleme și conectori de diferite tipuri, pistol de lipit, aliaj pentru lipit
5. Tuburi de protecție
6. Accesorii pentru conductoare și tuburi de protecție
7. Aparat și echipamente electrice: întreruptoare, comutatoare, prize, siguranțe automate și fuzibile, blocuri de rele termice, separatoare cu siguranțe, descărcătoare, rele de protecție, declanșatoare, rele de timp, tablouri electrice (de bransament, de firdă, de apartament);
8. Aparat pentru automatizări: butoane de comandă, limitatoare, microîntreruptoare
9. Panoplii cu componente și subansambluri ale aparatelor electrice
10. Motoare electrice de c.a. de mică putere
11. Diferite tipuri de lămpi: cu incandescență, economice
12. Elemente auxiliare

2. SDV-uri:

1. Scule și dispozitive pentru lucrări de montare și întreținere a aparatelor electrice de j.t. (trusa electricianului – clești de diferite tipuri: multifuncțional, sertizat, presă, cuțite)
2. Aparat de măsură: multimetru, voltmetru, ohmmetru, ampermetru, wattmetru
3. Mașini: portabile de găurit și înșurubat

3. Documentație tehnică

4. Scară telescopică

5. Echipament individual de securitatea muncii, inclusiv pentru activități la înălțime.

SUGESTII METODOLOGICE

Conținuturile prevăzute pentru modulul „**Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice**”, trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

Noțiunile teoretice necesare aplicațiilor practice vor fi incluse (în materialele de învățare) în cadrul orelor de laborator și/sau orelor de instruire practică, înainte de efectuarea lucrărilor de laborator și/sau lucrărilor de instruire practică.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modulului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Pregătirea practică în cabinete/laboratoare tehnologice/ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic are importanță deosebită în atingerea rezultatelor învățării/ competențelor de specialitate prevăzute în Standardul de pregătire profesională al calificării.

Pregătirea practică în laboratorul tehnologic se realizează respectând specificitatea activităților de învățare (prin efectuarea unor lucrări de laborator) pentru care profesorul va pregăti materiale de învățare – îndrumări de laborator.

Având în vedere că prin lucrările de laborator, în afară de însușirea cunoștințelor teoretice, elevii își formează/dezvoltă abilități practice și probează atitudini legate de activitatea desfășurată, se recomandă antrenarea elevilor în toate etapele pe care le presupune efectuarea unei lucrări de laborator: pregătirea standului de lucru, alegerea aparatelor necesare, rezolvarea creativă a eventualelor probleme de adaptare a echipamentelor/mijloacelor de învățământ folosite la condițiile concrete din laborator și/sau la specificul sarcinilor de lucru pe care le presupune efectuarea lucrării etc. Astfel, elevii beneficiază de mai multe oportunități pentru a proba atitudinile conexe modulului **„Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice”**, iar profesorul are la dispoziție un context mai larg pentru a observa și evalua aceste atitudini.

Considerând lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării, existente în școală sau la operatorul economic, sugerăm următoarea listă orientativă de **activități practice de învățare pentru orele de laborator tehnologic respectiv pentru orele de instruire practică:**

- exerciții aplicative și practice de identificare a componentelor sistemelor fotovoltaice după construcție și după funcționare;
- exerciții aplicative și practice de identificare a tipurilor de invertoare și a modului de funcționare al fiecăruia;
- exerciții practice de montare/demontare a componentelor sistemelor fotovoltaice
- exerciții practice de realizare după o schemă dată a montajelor corespunzătoare sistemelor complete on-grid cu 3, 4, 5, 6 panouri fotovoltaice sau pentru puteri de 2, 3 sau 5 kW.
- exerciții practice de realizare a unor sisteme complete off-grid cu 3, 4 sau 5 consumatori.
- exerciții practice de verificare a montajului realizat;
- documentare după diverse surse de informații pentru o temă dată;
- studiu individual referitor la prevederile normelor de sănătate și securitate a muncii, apărare împotriva incendiilor și protecția mediului la montarea și demontarea componentelor sistemelor fotovoltaice.

Se consideră că *nivelul de pregătire este realizat corespunzător, dacă poate fi demonstrat fiecare dintre rezultatele învățării.*

Modulul **„Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice”**, are o structură flexibilă, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Pregătirea se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform listei minime de resurse materiale menționate mai sus.

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, inclusiv adaptarea la elevii cu CES.

Aceste activități de învățare vizează:

- aplicarea metodelor centrate pe elev, pe activizarea structurilor cognitive și operatorii ale elevilor, pe exersarea potențialului psiho-fizic al acestora, pe transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- îmbinarea și alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, experimentul și lucrul individual, tehnica muncii cu fișe) cu activitățile ce solicită efortul colectiv (de echipă, de grup) de genul discuțiilor, asaltului de idei, metoda Phillips 6 – 6, metoda 6/3/5, metoda expertului, metoda cubului, metoda mozaicului, discuția Panel, metoda cvintetului, explozia stelară, metoda ciorchinelui, etc;

- folosirea unor metode care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu obiectele cunoașterii, prin recurgerea la modele concrete cum ar fi modelul experimental, activitățile de documentare, modelarea, observația/ investigația dirijată etc.;

- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă (ex. studiul individual, investigația științifică, studiul de caz, metoda referatului, metoda proiectului etc.), care oferă deschiderea spre autoinstruire, spre învățare continuă (utilizarea surselor de informare: ex. biblioteci, internet, bibliotecă virtuală).

Pentru atingerea rezultatelor învățării pot fi derulate următoarele activități de învățare:

- activități de documentare;
- vizionări de materiale video (filme didactice, documentare video, cd/ dvd – uri);
- problematizarea;
- învățarea prin descoperire;
- desfășurarea de lucrări/activități practice;
- desfășurarea unor lucrări de laborator;
- studii de caz;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/ în echipă.

Un exemplu de metodă didactică ce poate fi folosită în activitățile de predare/învățare este **METODA JOCURILOR - CATEGORIA JOCURILOR SIMULATIVE**.

Jocul este activitatea care își găsește motivația și împlinirea în sine însuși. Spre deosebire de învățare, nu țintește în mod explicit obținerea de noi cunoștințe sau alte produse ale învățării, iar în comparație cu munca, jocul nu are ca finalitate obținerea unor bunuri materiale.

Una din metodele folosite din ce în ce mai frecvent în cadrul procesului de instruire și educare și a cărui eficiență a fost dovedită printr-o serie de studii sau cercetări de specialitate este jocul didactic.

Jocul devine „didactic” atunci când, prin modul de formulare a sarcinii de învățare, elevul este adus în situația de a-și utiliza energiile și potențialul psiho-fizic pentru a-și optimiza parametrii comportamentali.

Rolul și importanța jocului didactic constă în faptul că el facilitează procesul de asimilare, fixare, consolidare și verificare a cunoștințelor, iar, datorită caracterului său formativ, influențează dezvoltarea personalității elevului.

Jocul didactic utilizat în contextul activităților școlare are această particularitate esențială: el trebuie să îmbine armonios elementul instructiv-educativ și exercițiul cu elementul distractiv. Învățând prin joc, elevul trebuie să se distreze în același timp. Îmbinarea elementului distractiv cu cel instructiv duce la apariția unor stări emotive complexe, care stimulează și intensifică procesele de dezvoltare psihică.

Jocul didactic este o formă de activitate atractivă și accesibilă elevului, prin care se realizează o bună parte din sarcinile instructiv-educative .

În practica învățământului școlar, jocurile didactice fac parte integrantă din activitățile obligatorii și la libera alegere.

Valoarea practică a jocului didactic constă în faptul că, în procesul desfășurării lui, elevul are posibilitatea să-și aplice cunoștințele, să-și exerseze priceperile și deprinderile ce s-au format în cadrul diferitelor activități. Folosirea jocului didactic ca activitate de învățare aduce variație în procesul de instruire a elevilor, făcându-l mai atractiv.

TEMA ALEASĂ spre exemplificare (**Scheme electrice de curent continuu și curent alternativ**: alegerea, configurarea și conectarea bateriilor de acumulare la sistemele fotovoltaice) are în vedere următoarele **REZULTATE ALE ÎNVĂȚĂRII**:

Cunoștințe	Abilități	Atitudini
<p>10.1.1. Scheme electrice de curent continuu și curent alternativ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - configurarea și conectarea bateriilor de acumuloare la sistemele fotovoltaice, parametrizarea bateriilor . - fișe tehnologice. 	<p>10.2.2. Interpretarea informațiilor/cerințelor cuprinse în documentația tehnică și tehnologică utilizată la locul de muncă</p> <p>10.2.3. Asocierea fiecărui tip de component al unei scheme electrice cu rolul funcțional și domeniul de utilizare corespunzător</p> <p>10.2.5. Decodificarea simbolurilor și semnelor convenționale ale elementelor utilizate în schemele instalațiilor electrice</p> <p>10.2.6. Realizarea circuitelor electrice de c.c. corespunzătoare sistemului fotovoltaic, conform schemelor de montaj</p> <p>10.2.30. Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate</p> <p>10.2.31. Comunicarea /Raportarea rezultatelor activității profesionale desfășurate</p>	<p>10.3.1. Menținerea interesului continuu pentru perfecționarea propriei activități și adoptarea de noi tehnologii</p> <p>10.3.2. Manifestarea interesului față de evoluțiile tehnologice din domeniul sistemelor fotovoltaice</p> <p>10.3.10. Asumarea responsabilității pentru deciziile luate referitoare la lucrările executate.</p>

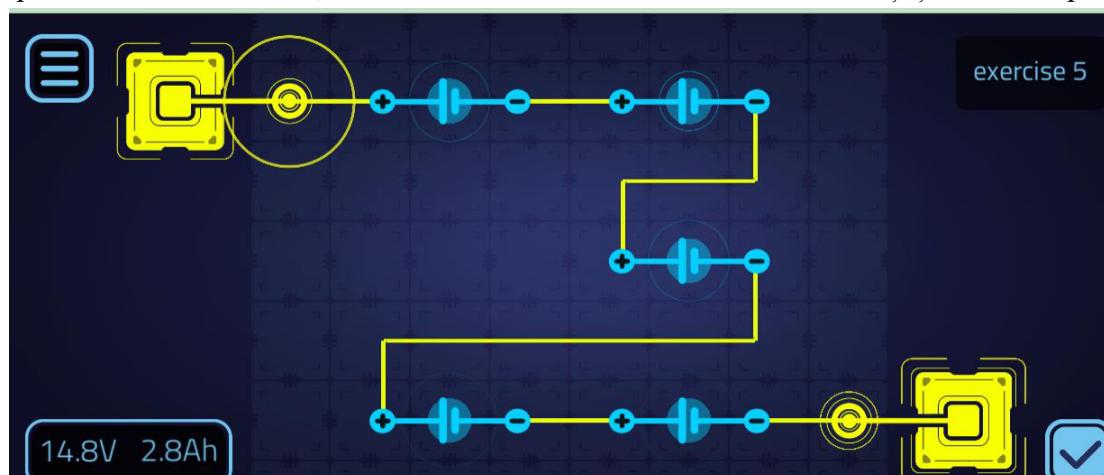
Obiective:

- Utilizarea corectă a limbajului tehnic și de specialitate
- Efectuarea conexiunilor, alegerea, configurarea și conectarea bateriilor de acumuloare (serie și paralel) la sistemele fotovoltaice
- Prelucrarea matematică a datelor măsurate
- Utilizarea documentației tehnice
- Decodificarea simbolurilor folosite
- Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă și de protecția mediului specifice sarcinilor de lucru încredințate
- Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă
- Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate
- Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme

Cerințe:

1. Accesarea unor exerciții specifice de pe platforma interactivă
2. Identificarea parametrilor acumulatorilor din cadrul fiecărui exercițiu selectat
3. Identificarea bornelor acumulatorilor și poziționarea acestora
4. Efectuarea conexiunilor între terminalele acumulatorilor pentru obținerea valorilor specificate pentru exercițiul respectiv

Elevii vor parcurge setul de exerciții, familiarizându-se astfel cu noțiunile despre conectarea în serie și paralel a acumulatorilor, ce are ca obiectiv final dezvoltarea de abilități și atitudini specifice.



Această platformă interactivă prezintă sub forma unei animații, acumulatorii, cu cele două borne, permițând astfel realizarea conexiunilor pentru diverse configurații (serie, paralel și mixt).

Platforma interactivă prezintă cerința în colțul stânga jos sub forma unei casete cu două valori, respective pentru tensiune și current (prin capacitatea electrică a acumulatorilor), cerință ce poate fi realizată prin efectuarea conexiunilor corespunzătoare.

La finalizarea realizării conexiunilor, prin apăsarea bifei din colțul dreapta jos, aplicația verifică îndeplinirea cerinței și oferă un feedback elevului.

Mod de organizare a activității/a clasei:

Activitatea se desfășoară în trei etape:

Prima etapă se realizează prin conversație euristică frontală și constă în:

- prezentarea situației de lucru,
- prezentarea platformei interactive
- prezentarea simbolurilor utilizate pe platformă
- descrierea montajelor (serie și paralel)

A doua etapă constă în activitate individuală a elevilor, prin accesarea platformei și realizarea sarcinilor de lucru conform cerințelor. Se pot realiza mai multe astfel de exerciții, cu scheme și valori diferite ale parametrilor (tensiune, curent)

A treia etapă are drept scop analiza și înțelegerea fenomenelor, prin feedback-ul oferit de platformă la finalizarea conexiunilor. Această etapă se realizează sub îndrumarea cadrului didactic.

Resurse materiale:

- Platforme pentru măsurarea diferitelor mărimi electrice;
- „Youtube for education” – materiale video/ animații grafice
<https://www.youtube.com/watch?v=cxkVxi9P0EA>
- Platforma interactivă online
<https://www.batterygame.sea.innoenergy.com/batterybash/webgl>

Sugestii privind evaluarea

Modulul „**Interconectarea componentelor sistemelor fotovoltaice**” are prevăzute ore de laborator și instruire practică. Vor fi prevăzute cu precădere metode de evaluare specifice acestor tipuri de activități, pot fi concepute și aplicate și activități de evaluare combinate în care pot fi evaluate și cunoștințele teoretice.

Evaluarea va urmări concret măsura în care elevii au dobândit rezultatele învățării propuse în standardul de pregătire profesională *Electrician sisteme fotovoltaice*.

Evaluarea poate fi:

a. Continuă.

- instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare – probe orale, probe practice.
- planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp.
- va fi realizată de către cadrul didactic pe baza unor probe care se referă la criteriile și indicatorii de evaluare specificate în Standardul de Pregătire Profesională
- evaluarea va putea fi realizată și folosind echipamente digitale și softuri educaționale specifice orelor de laborator și instruire practică, ținând cont de faptul că toți elevii sunt familiarizați cu interfețele digitale ce echipează mijloacele de comunicare din prezent.

b. Finală

- realizată printr-o lucrare cu caracter practic și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii nivelului de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor/ competențelor. Aprecierea lucrării se va realiza pe baza criteriilor și indicatorilor de realizare și ponderea acestora, precizate în standardul de pregătire profesională al calificării.

Propunem următoarele **instrumente de evaluare continuă**:

- fișe de observație;
- fișe test;
- fișe de lucru;
- fișe de documentare;
- fișe de autoevaluare/interevaluare;
- referatul științific;
- proiectul;
- activități practice;
- lucrări de laborator/practice

Propunem următoarele **instrumente de evaluare finală**:

- studii de caz realizate în parcuri fotovoltaice
- portofoliul cu rezultatele lucrărilor de laborator
- lucrări practice de evaluare (în laborator, în atelierul de instruire practică/la operatorul economic);

Se recomandă, ca în parcurgerea modulului, să se utilizeze atât evaluarea de tip formativ, cât și de tip sumativ, pentru verificarea obținerii rezultatelor învățării corespunzătoare modulului.

Având în vedere ponderea pregătirii practice în totalul orelor alocate acestui modul, se propune un *instrument de evaluare prin probă practică de laborator*.

Obiective:

- Utilizarea corectă a limbajului tehnic și de specialitate
- Efectuarea transformărilor de unități de măsură
- Prelucrarea matematică a datelor măsurate
- Utilizarea documentației tehnice
- Decodificarea simbolurilor folosite
- Comunicarea/ raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

Mod de organizare a activității/clasei: activitate individuală

Resurse materiale:

- Platforma interactivă online

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc>

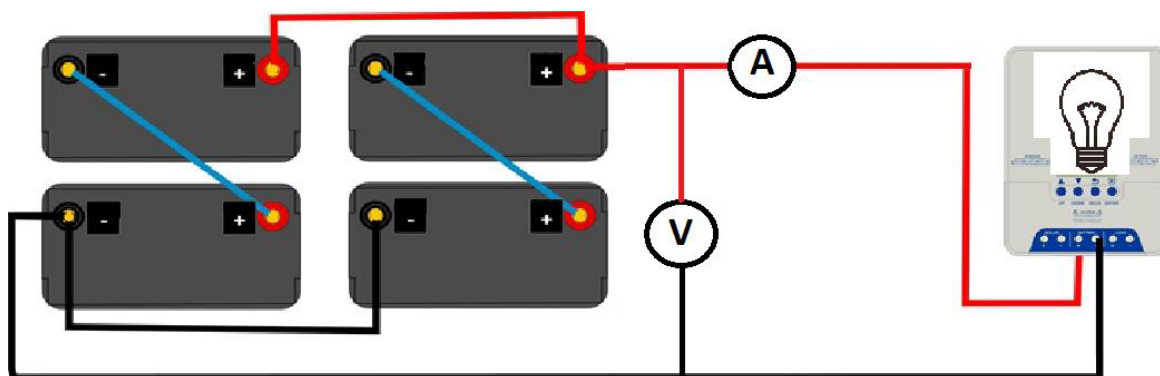
Durată: 50 minute

LUCRARE PRACTICĂ DE LABORATOR

Enunțul temei: Utilizând platforma interactivă precizată mai jos, realizați următoarea schemă de conectare a unui banc de acumulatori de 24 V, din structura unui sistem fotovoltaic și măsurați tensiunea electrică obținută la bornele conexiunii bancului de acumulatori.

Platforma interactivă este disponibilă la link-ul următor:

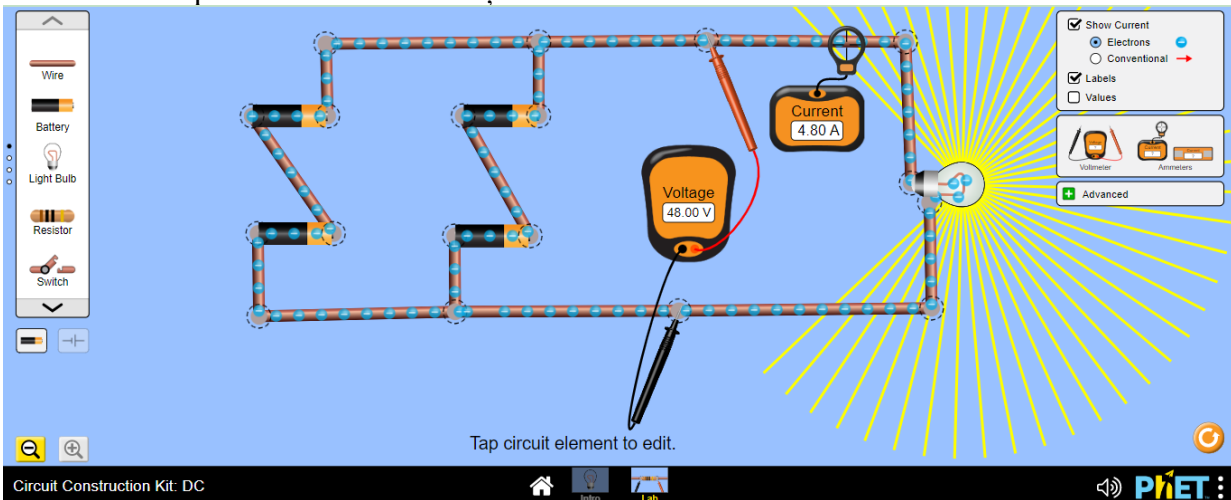
https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html



Sarcini de lucru:

1. Identificați tipul de conexiune prezentată în schemă
2. Accesați platforma interactivă
3. Alegeți componentele necesare realizării unui montaj funcțional, conform schemei date, accesând meniul din stânga aplicației.
4. Identificați modul în care se reglează valoarea tensiunii fiecărui acumulator din caseta de dialog a elementului respective
5. Determinați/Calculați valoarea tensiunii ce trebuie setată la bornele fiecărui acumulator astfel încât să se obțină la bornele bancului de acumulatori tensiunea din cerință, respectiv 24 V.
6. Montați voltmetrul conform schemei și verificați valoarea determinată la cerința de mai sus
7. Montați și ampermetrul în schema finală pentru determinarea valorii curentului ce trece prin montaj

Schema finală pentru verificarea funcționării este următoarea:



Pentru evaluarea acestei lucrări practice propunem următoarea grilă de evaluare:

Criteria de evaluare	Indicatori de realizare	Punctaj acordat
Criteria de evaluare pentru proba practică		
Primirea sarcinilor de lucru și organizarea locului de muncă	Identificarea tipului de conexiune	10 p
	Alegerea corectă a componentelor din montaj	10 p
	Organizarea spațiului de lucru al aplicației	5 p
Realizarea sarcinii de lucru	Respectarea succesiunii logice a operațiilor	5p
	Identificarea și poziționarea corectă a acumulatorilor	10 p
	Realizarea legăturilor electrice între componentele montajului	10 p
	Determinarea/Calcularea/Ajustarea tensiunii fiecărui acumulator pentru obținerea valorii totale indicate în cerințe	15p
	Poziționarea corectă a instrumentelor de măsurat	10 p
Criteria de evaluare pentru proba orală, proba complementară probei practice		
Prezentarea sarcinii realizate	Utilizarea corectă a limbajului tehnic de specialitate în comunicarea cu privire la sarcinile realizate	10 p
	Explicarea modului de calcul pentru tensiunea echivalentă a bancului de acumulatori	10 p
	Justificarea alegerii componentelor și mijloacelor de măsurat din schemă	5 p
Total		100 p

Bibliografie

1. PVTRIN Curs de instruire – Manualul instalatorului de sisteme fotovoltaice – www.pvtrin.eu
2. Mircea Olteanu – Manualul Electricianului, Editia 2019
3. Mihai, I., ș.a., Manual pentru autorizarea electricienilor instalatori, Ministerul Energiei Electrice, 1995
4. Rusu Constantin – Instalații electrice, Auxiliar curricular – Bistrița, 2018
(<https://eprof.ro/tehnice/instalatii-electrice/>)
5. Rusu Constantin – Instalații electrice – Lucrări practice, Auxiliar curricular – Bistrița, 2018
(<https://eprof.ro/tehnice/lucrari-practice-instalatii/>)
6. <https://www.creeaza.com/didactica/gradinita/JOCUL-DIDACTIC-METODA-SI-FORMA878.php>

MODUL IV. MENTENANȚA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE

• Notă introductivă

Modulul „**Mentenanța sistemelor fotovoltaice**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională *Electrician sisteme fotovoltaice* din domeniul de pregătire profesională *Electric*, face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **90 ore/an**, conform planului de învățământ, din care:

- **30 ore/an** – laborator tehnologic
- **60 ore/an** – instruire practică

Modulul „**Mentenanța sistemelor fotovoltaice**”, este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în standardul de pregătire profesională corespunzător calificării profesionale de nivel 3 - *Electrician sisteme fotovoltaice*, din domeniul de pregătire profesională *Electric*, sau continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• Structură modul

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 11: MENTENANȚA/ÎNTREȚINEREA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
11.1.1.	11.2.1. 11.2.9. 11.2.14. 11.2.15.	11.3.2. 11.3.7. 11.3.8. 11.3.9.	Documentația tehnologică utilizată la lucrările de mentenanță/întreținere - proiectul de execuție (scheme de execuție și codificări) al sistemului fotovoltaic - planul de mentenanță și evaluarea stării tehnice a sistemului fotovoltaic - parametri nominali de funcționare - listă de echipamente/componente - scheme de diagnosticare a defectelor - documentația de lucru necesară facturării lucrării; mod de completare
11.1.2. 11.1.3.	11.2.3. 11.2.4. 11.2.5. 11.2.9. 11.2.14 11.2.15	11.3.2. 11.3.7. 11.3.8. 11.3.9.	Materiale de spălare/curățare - detergent, cârpe, perii, agenți de curățare Echipamente utilizate în mentenanța/întreținerea sistemului fotovoltaic - tije telescopice - sistem robotizat de spălare/curățare,. Echipamente, scule, aparate și dispozitive de măsură și control - Scule și unelte cu acționare manuală și mecanică - Ruletă, fir cu plumb, nivelă, teodolit, busolă, șabloane - Trusa electricianului, voltmetru, ampermetru, clampmetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței, cameră termografică, analizor curent-tensiune, termometre cu sistem infraroșu

<p>11.1.4. 11.1.6.</p>	<p>11.2.1. 11.2.2. 11.2.3. 11.2.4. 11.2.5. 11.2.6. 11.2.7. 11.2.8. 11.2.12. 11.2.13. 11.2.15 11.2.16. 11.2.17 11.2.18</p>	<p>11.3.1. 11.3.2. 11.3.3. 11.3.6 11.3.10.</p>	<p>Defecte ale sistemelor fotovoltaice și proceduri de remediere</p> <ul style="list-style-type: none"> - defecte posibile ale structurii suport și de fixare - defecte posibile ale componentelor sistemului fotovoltaic (panouri, invertoare, controllere, baterii solare, accesorii) - proceduri specifice de remediere a defectelor <p>Aplicații practice privind intervențiile la sistemele fotovoltaice</p> <ul style="list-style-type: none"> - informații obținute pe baza evaluării stării tehnice a sistemului fotovoltaic - demontarea componentelor defecte; - înlocuirea/repararea pieselor defecte; - remontarea componentelor cu reconstituirea circuitelor; - metode de realizarea măsurătorilor; - verificări ale parametrilor funcționali în urma intervențiilor; - completarea fișei de lucru pentru lucrările efectuate - informații necesar a fi furnizate pentru facturarea lucrărilor <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, inclusiv pentru lucrul la înălțime, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului și de gestionare a deșeurilor specifice lucrărilor de intervenții la sistemele fotovoltaice.</p>
<p>11.1.5. 11.1.6</p>	<p>11.2.1. 11.2.2. 11.2.3. 11.2.4. 11.2.5. 11.2.6. 11.2.7. 11.2.8. 11.2.10. 11.2.11. 11.2.12. 11.2.13. 11.2.14 11.2.15 11.2.16. 11.2.17 11.2.18</p>	<p>11.3.1. 11.3.2. 11.3.3. 11.3.4. 11.3.5. 11.3.6 11.3.10.</p>	<p>Sisteme de mentenanță</p> <ul style="list-style-type: none"> - mentenanța predictivă, corectivă, planificată - evaluarea stării tehnice a sistemului fotovoltaic pentru întocmirea planului de mentenanță <p>Aplicații practice</p> <ul style="list-style-type: none"> - culegerea și utilizarea datelor tehnice necesare pentru evaluarea inițială a stării tehnice a sistemului fotovoltaic; - colectarea și interpretarea informațiilor furnizate de client; - evaluarea inițială a stării tehnice a sistemului fotovoltaic; - propunerea și argumentarea unei intervenții specializate <p>Lucrări de mentenanță/întreținere specifice</p> <p>Documentația tehnologică specifică lucrărilor de mentenanță/întreținere</p> <p>Situații posibile de intervenție</p> <p>Verificări ale structurii suport</p> <ul style="list-style-type: none"> - controlul și fixarea corespunzătoare a îmbinărilor - verificarea mecanică de uniformitate a stratului de zinc - lipsa petelor de rugină <p>Verificări ale panourilor fotovoltaice d.p.d.v. al:</p> <ul style="list-style-type: none"> - umbririi - stării fizice - punctelor calde (prin termoviziune)

		<p>Verificări privind funcționalitatea invertoarelor</p> <ul style="list-style-type: none"> - continuitatea electrică prin echivalarea potențialului de împământare - funcționarea corectă a dispozitivelor de comutație și protecție integrate <p>Verificări ale funcționării aparatelor de comutație și de protecție:</p> <ul style="list-style-type: none"> - comutatoare de curent alternative (c.a.) <ul style="list-style-type: none"> - integritatea/continuitatea cablurilor electrice - funcționalitatea dispozitivelor de blocare - starea de curățenie a compartimentelor: tuneluri și grile de ventilare - comutatoare și dispozitive de protecție de joasă tensiune <ul style="list-style-type: none"> - calibrarea aparatelor în funcție de caracteristicile electrice ale circuitului - eficiența de manipulare și de protecție - comutatoare și dispozitive de protecție de medie tensiune <ul style="list-style-type: none"> - controlul integrității interblocării - controlul presiunii de prindere - controlul lamelor pentru deconectarea bobinelor de presiune - controlul circuitelor de comutare - lubrifierea mecanismelor constructive <p>Verificări la priza de pământ</p> <ul style="list-style-type: none"> - starea fizică - rezistența electrică <p>Verificări ale conexiunilor la acumulatori</p> <ul style="list-style-type: none"> - starea fizică a conexiunilor - controlul gradului de încărcare a bateriei - starea de curățenie a grilelor de ventilare. <p>Verificări la matricele de panouri fotovoltaice</p> <ul style="list-style-type: none"> - controlul paratrăsnetelor și a siguranțelor - asigurarea fixării corespunzătoare - verificarea funcționării panoului de control - verificarea diodelor de separare - determinarea performanței la ieșirea șirurilor <p>Lucrări de întreținere periodice:</p> <ul style="list-style-type: none"> - curățarea compartimentelor: tuneluri și grile de ventilare - curățarea grilelor de ventilare ale bateriilor de acumulatori. - spălarea/curățarea panourilor fotovoltaice - inspectarea vizuală a componentelor sistemului fotovoltaic - îndepărtarea vegetației în exces - înlocuirea componentelor defecte <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii, inclusiv pentru lucrul la înălțime, de prevenire și stingere a</p>
--	--	--

			incendiilor, de protecție a mediului și de gestionare a deșeurilor specifice lucrărilor de mentenanță/ întreținere ale sistemelor fotovoltaice
--	--	--	---

LISTA MINIMĂ DE RESURSE MATERIALE (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la operatorul economic):

Echipamente tehnice:

- ruletă, fir cu plumb, nivelă, teodolit, busolă, șabloane;
- analizor curent-tensiune
- termometre cu sistem infraroșu etc.;

Instrumente, aparate și dispozitive de verificare și măsură: voltmetru, ampermetru, wattmetru, multimetru, ohmmetru, clampmetru, clinometru, aparate pentru măsurarea iradianței, cameră termografică, etc.;

Scule și unelte cu acționare manuală și mecanică utilizate pentru asamblarea elementelor mecanice din cadrul sistemelor fotovoltaice:

- chei fixe, chei tubulare, chei dinamometrice, șurubelnițe, burghie etc.;
- Mașini portabile de găurit, de săpat șanțuri (cu rotopercurtor).
- Echipamente pentru îndepărtarea vegetației în exces

Scule și aparate pentru realizarea conexiunilor electrice:

- trusa electricianului: multimetru, clește patent, clește sfic, clește cu cioc, clește foarfecă pentru cabluri, clește de sertizat, creion de fază, șurubelnițe, șurubelnițe electrice, scule pentru strângerea cablurilor, ciocan electric de lipit, chei etc.;

Echipament individual de lucru:

- șalopetă, tricou, pelerină, pufoaică, pantalon, vestă etc.;

Echipament individual de protecție:

- cască de protecție, mănuși electroizolante, ochelari, centură de siguranță, cizme electroizolante, vestă reflectorizantă etc.

Materiale și echipamente de spălare/curățare: detergent, cârpe, perii, tije telescopice, sistem robotizat de spălare/curățare, agenți de curățare.

Documentație tehnică și tehnologică:

- cărți tehnice, manuale de întreținere și reparații, scheme structurale, cataloage cu componente pentru sistemele fotovoltaice, formulare specifice, proceduri etc.

• **Sugestii metodologice**

Conținuturile modulului „**Mentenanța sistemelor fotovoltaice**” trebuie să fie abordate într-o manieră integrată, în funcție de particularitățile elevilor cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

Repartizarea numărului de ore alocat modulului pe fiecare temă rămâne la latitudinea profesorului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale elevilor cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Alegerea tehnicilor de instruire revine profesorului, care are sarcina de a individualiza și de a adapta procesul didactic la particularitățile elevilor, de a centra procesului de învățare, pe nevoile și disponibilitățile acestora, în scopul unei valorificări optime ale acestora, individualizării învățării, lărgirii orizontului și perspectivelor educaționale.

Modulul „**Mentenanța sistemelor fotovoltaice**” poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice care, prin caracterul lor aplicativ și interactiv să faciliteze tranziția de la școală la viața activă. Orele se recomandă a se desfășura în cabinete de specialitate, în laboratoare și în ateliere din unitatea de învățământ sau de la agentul economic,

dotate conform specificațiilor din standardul de pregătire profesională. Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare caracteristicile de învățare ale fiecărui elev.

Pentru dobândirea rezultatelor învățării, pot fi derulate următoarele activități de învățare:

- elaborarea de referate interdisciplinare;
- activități de documentare prin vizite de studiu la parcuri fotovoltaice;
- vizionări de materiale video (casete video, CD/ DVD – uri);
- problematizarea;
- demonstrația;
- investigația științifică;
- învățarea prin descoperire;
- activități practice;
- studii de caz;
- jocuri de rol;
- simulări;
- elaborarea de proiecte;
- activități bazate pe comunicare și relaționare;
- activități de lucru în grup/ în echipă.

Considerând lista minimă de resurse materiale (echipamente, unelte și instrumente, machete, materii prime și materiale, documentații tehnice, economice, juridice etc.) necesare dobândirii rezultatelor învățării (existente în școală sau la agentul economic), sugerăm următoarea listă orientativă de **teme pentru lucrările de laborator**:

1. Studiul documentației tehnice de specialitate pentru identificarea parametrilor nominali de funcționare ai unui sistem fotovoltaic dat
2. Analiza documentației tehnologice specifice lucrărilor de mentenanță a unui sistem fotovoltaic (verificare, control, măsurare, diagnoză, remediere a defecțiunilor)
3. Analiza structurată a unui efect dat (defecțiune) pentru identificarea cauzelor posibile, incluzând, eventual, și precizarea metodelor de localizare pentru intervenții
4. Studiu de caz (joc de rol) pentru colectarea și interpretarea informațiilor furnizate de client în cazul funcționării neconforme a unui sistem fotovoltaic
5. Evaluarea inițială a unui sistem fotovoltaic (dat/descris), pentru stabilirea defectelor, prin corelare cu datele tehnice extrase din documentația tehnică specifică
6. Studiu de caz privind diagnosticarea funcționării defectuoase a sistemelor fotovoltaice (cauzele posibile), incluzând metodele și mijloacele de intervenție corespunzătoare
7. Identificarea, înregistrarea și utilizarea datelor tehnice necesare pentru evaluarea inițială a unui defect dat, utilizând documentația tehnică specifică.
8. Identificarea, înregistrarea și utilizarea datelor tehnice necesare pentru evaluarea inițială a unui defect dat, utilizând informații furnizate de client.
9. Etapele de lucru pentru evaluarea inițială a stării tehnice a unui sistem fotovoltaic dat/descris
10. Determinarea unor parametri (indicați) pentru diagnoza a sistemelor fotovoltaice, în vederea reglării/ajustării acestora
11. Întocmirea planului de intervenție specializată și argumentarea etapelor de lucru, pentru remedierea defectelor date/descrise, utilizând documentația tehnologică de specialitate (instrucțiuni de lucru, manuale/ghiduri de întreținere și reparații ș.a.)
12. Întocmirea/utilizarea unui plan de întreținere/mentenanță a unui sistem fotovoltaic, în vederea stabilirii etapelor de lucru, a operațiilor de efectuat și a mijloacelor tehnice necesare pentru lucrările de reparații
13. Completarea/înregistrarea în formularele specifice a informațiilor referitoare la intervențiile efectuate într-un sistem fotovoltaic

De asemenea, pentru **lucrările practice de efectuat în atelierul școlii sau la agentul economic**, sugerăm următoarea listă orientativă:

1. Realizarea controlului/verificării stării tehnice a unui sistem fotovoltaic, conform procedurilor specifice și pe baza schemelor de diagnosticare
2. Determinarea (prin măsurători) și evaluarea stării tehnice a unui sistem fotovoltaic, conform procedurilor specifice și pe baza schemelor de diagnosticare
3. Lucrări practice de evaluare inițială a stării unui sistem fotovoltaic, în vederea identificării cauzelor unei defecțiuni date/descrise.
4. Executarea intervențiilor necesare asupra unui sistem fotovoltaic, pe baza evaluării stării tehnice a componentelor/sistemului, prin aplicarea planului de intervenție corespunzător (demonstrarea componentelor; înlocuirea/repararea pieselor defecte; remontarea componentelor; efectuarea reglajelor; verificarea stării tehnice a sistemului în urma intervențiilor; completarea fișei de lucru și furnizarea informațiilor necesare facturării lucrărilor)
5. Lucrări practice de identificare a componentelor defecte ale unui sistem fotovoltaic, prin aplicarea metodelor (de măsurare) corespunzătoare și utilizând mijloacele tehnice adecvate, în vederea aplicării planului de intervenție pentru remediere

Lista lucrărilor de laborator, precum și cea a lucrărilor practice poate fi dezvoltată și adaptată condițiilor specifice oferite de partenerul de practică, cu condiția ca toate rezultatele învățării specificate în standardul de pregătire profesională și vizate de acest modul să poată fi obținute. Lucrul în grup, simularea, practica în laborator, în atelierele școală și la unități economice, discuțiile de grup, prezentările video, multimedia și electronice, temele și proiectele integrate, vizitele de studiu și documentare etc. contribuie la învățarea eficientă, prin dezvoltarea abilităților de comunicare, de negociere, de luare a deciziilor, de asumare a responsabilității, de sprijin reciproc, precum și a spiritului de echipă, competițional și a creativității elevilor.

Se recomandă:

- transformarea elevului în coparticipant la propria instruire și educație;
- învățarea interactiv-creativă;
- îmbinarea și/sau alternarea sistematică a activităților bazate pe efortul individual al elevului (documentarea după diverse surse de informare, observația proprie, exercițiul personal, instruirea programată, experimentul și lucrul individual, tehnica muncii cu fișe) cu activitățile ce solicită efortul colectiv, de genul discuțiilor, asaltului de idei, etc.;
- folosirea unor strategii care să favorizeze relația nemijlocită a elevului cu mediul de afaceri în care va putea valorifica rezultatele dobândite ale învățării și își va construi o carieră;
- însușirea unor metode de informare și de documentare independentă, care oferă deschiderea spre autoperfecționare, spre învățare continuă pe parcursul întregii vieți.

Având în vedere volumul de cunoștințe noi vizate de acest modul și necesitatea de a le organiza, de a le sistematiza și de a le aplica în diferite contexte pentru rezolvarea unor sarcini primite la locurile de muncă oferite de partenerii de practică, recomandăm utilizarea unor metode de predare și învățare care să susțină acest demers, ca de exemplu: „Organizatorul grafic”, „Harta conceptelor”, tehnica „Lotus”, „Ciorchinele”, „Cubul”, metoda învățării reciproce, metoda „Mozaic”, metoda „piramidei” etc.

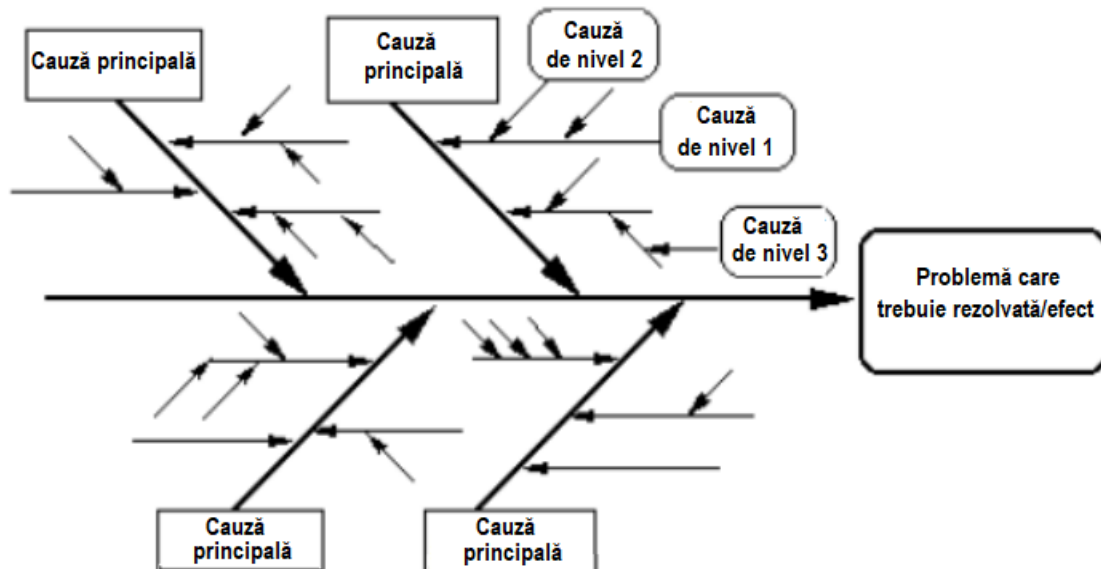
Modulul „**Mentenanța sistemelor fotovoltaice**” poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, metode, mijloace sau resurse didactice care să faciliteze tranziția de la școală la viața activă. Vizita de studiu la agenții economice din domeniu poate oferi posibilitatea ca datele informațional-aplicative obținute în cadrul obiectivelor vizitate să aibă un rol instructiv, demonstrativ sau aplicativ. Recomandăm și strategiile didactice inspirate de practica industrială prin utilizarea următoarelor metode și tehnici: „Brainstorming”, „Explozia stelară”, „Pălăriile gânditoare”, „Caruselul” (Metoda Graffiti), Metoda „Multi-voting”, masa rotundă, interviul de grup, „Incidentul critic”, Phillips 6-6, tehnica 6-3-5, „Controversa creativă”, tehnica acvariului, tehnica focus – grupului, metoda Frisco, sinectica, Buzz-groups, metoda Delphi, discuția panel etc.

Aplicarea acestor metode va consolida caracterul interactiv al învățării și va contribui la formarea elevilor ca persoane active, capabile să ia decizii și să rezolve problemele vieții prin acțiune.

Date fiind rezultatele învățării vizate de acest modul, se exemplifică, în continuare, utilizarea metodelor interactive de grup în formarea integrată a competențelor specifice și a competențelor cheie printr-o metodă bazată pe analiza structurată a dependenței cauză-efect, și anume **metoda diagramei FISHBONE**.

Această metodă oferă posibilitatea punerii în evidență a izvoarelor unei probleme, unui eveniment sau unui rezultat. Diagramele sunt folosite de grup ca un proces creativ de generare și organizare a cauzelor majore (principale) și minore (secundare) ale unui efect. Diagrama cauză – efect oferă posibilitatea de a evidenția cauza și efectul unor procese, evenimente, fenomene, probleme etc. și are ca obiectiv stimularea imaginației elevilor pentru rezolvarea problemei analizate din mai multe perspective.

Într-o diagramă tipică de acest fel, problema ce trebuie rezolvată este notată în „capul peștelui”, apoi sunt înșirate cauzele, de-a lungul „oaselor” și împărțite pe categorii. Cauzele suplimentare pot fi adăugate pe noi ramificații.



Obiectivul principal al diagramei os de pește este ilustrarea grafică a legăturii dintre un rezultat și factorii ce au dus la apariția acestuia. Acest instrument are următoarele obiective principale:

- Determinarea cauzelor de bază ale unei probleme
- Îndreptarea atenției către o problemă anume, fără a recurge la discuții irelevante.
- Identificarea zonelor cu informații insuficiente.

Diagrama **FISHBONE (os de pește)** poate fi folosită atunci când dorim să:

- Îndreptăm atenția către o problemă anume
- Îndreptăm atenția echipei asupra cauzelor, și nu a simptomelor
- Înfățișăm grafic diferitele teorii despre cauzele care ar putea sta la baza unei probleme
- Arătăm legăturile dintre factorii diverși, care influențează o problemă
- Descoperim legăturile importante dintre diferite variabile și posibile cauze
- Înțelegem mai bine cum funcționează procesul respectiv.

Activitatea se realizează **în grup**, prin procesul de **brainstorming** și are drept scop, identificarea cauzelor de bază ale unor probleme. Această funcție explică de ce instrumentul de față este cunoscut și sub denumirea de diagramă cauză-efect.

Diagrama **FISHBONE** este un instrument de analiză, care oferă un mod sistematic de a privi efectele și cauzele ce contribuie sau pot duce la apariția acestor efecte. Reprezentarea grafică arată ca un schelet de pește și, de aceea, diagrama este numită de multe ori diagrama „os de pește”.

Diagrama cauză-efect poate ajuta la identificarea motivelor pentru care un procedeu nu se desfășoară conform planului. De multe ori, acest instrument este folosit pentru a nota pe scurt rezultatele procesului de **brainstorming**, în urma căruia au fost identificate cauzele unui rezultat nedorit. Metoda ajută la identificarea cauzelor de bază și asigură înțelegerea generală a acestor cauze: prin construirea sa, diagrama facilitează sistematizarea/schematizarea cauzelor care conduc la efectul analizat, iar prin analiza diagramei construite se pot stabili mai ușor, metode de rezolvare a efectelor nedorite.

Iată etapele prin care se construiește și se analizează o diagramă cauză-efect:

Pasul 1 – Identificarea și definirea rezultatului/efectului ce trebuie analizat

Problema de analizat trebuie formulată clar și înțeleasă de toți participanții. Altfel, dacă unii au neclarități cu privire la scopul activității, problema nu va fi soluționată

Pasul 2 – Reprezentarea schematică a diagramei

Se desenează un tabel, așezat la vederea tuturor (în care se vor înregistra ideile/cauzele generate prin brainstorming) un desen al „șirei spinării” și chenarul în care se va nota efectul („capul peștelui”).

Pasul 3 – Identificarea cauzelor principale

Înregistrările cuprinse în tabel, sunt analizate și grupate, pentru a stabili cauzele principale care au dus la apariția efectului în discuție. Acestea sunt denumirile principalelor ramificații ale diagramei și vor deveni **categorii**, în dreptul cărora se vor putea trece multe alte **subcategorii**.

Pasul 4 – Identificarea factorilor secundari (subcategorii)

Prin discuții de grup, despre fiecare cauză principală se identifică ceilalți factori secundari, care pot avea legătură cu efectul. Fiecare factor secundar se notează, ca subcategorie, în dreptul ramificației principale corespunzătoare. Cu cât analiza este mai temeinică, numărul factorilor secundari va fi mai mare. Dacă o cauză secundară determină mai multe cauze principale, se notează în dreptul fiecăreia.

Pasul 5 – Identificarea cât mai multor cauze

Printr-o serie de întrebări ajutătoare (De ce ... ?) sunt identificate treptat, cât mai multe cauze care vor fi așezate, în dreptul subcategoriilor corespunzătoare.

S-ar putea să fie necesară împărțirea diagramei în câteva mai mici, în cazul în care o categorie are prea multe subcategorii. În acest caz, oricare dintre cauzele principale poate fi retranscrisă ca efect.

Pasul 6 – Analiza diagramei

Analiza ajută la identificarea acelor cauze care necesită cercetări suplimentare. Este necesară examinarea „echilibrului” diagramei și verificarea detaliilor comune mai multor categorii: o categorie cu multe subramificații poate denota nevoia de analiză suplimentară; o categorie principală cu doar câteva cauze specifice poate denota nevoia de identificare a altor cauze. Dacă mai multe ramificații principale au doar câteva subramificații, s-ar putea să fie necesară combinarea lor într-o singură categorie. Se recomandă identificarea cauzelor care se repetă pentru că este posibil ca acestea să fie cauzele de bază. Mai mult, se observă ce poate fi măsurat în cazul fiecărei cauze, astfel încât să poată fi măsurate efectele schimbărilor ce vor fi puse, eventual, în aplicare.

Metoda FISHBONE are o serie de avantaje:

- Ajută la identificarea cauzelor de bază
- Stimulează participarea fiecărui membru al grupului
- Este ordonată și ușor de descifrat
- Scoate în evidență relațiile dintre cauză și efect
- Arată ce poate fi schimbat

- Participanții capătă cunoștințe noi, legate de procesul respectiv, întrucât află mai multe detalii despre factorii ce influențează acest proces și relațiile dintre ei
- Determină acele zone ce necesită informații suplimentare

Exemplu de aplicare a metodei FISHBONE pentru tema „Defecte posibile ale componentelor sistemului fotovoltaic (panouri, invertoare, controllere, baterii solare, accesorii)”

Rezultate ale învățării avute în vedere sunt:

1. Cunoștințe

11.1.4. Defecte ale sistemelor fotovoltaice și proceduri de remediere

- Defecte ale structurii suport și de fixare
- Defecte ale componentelor sistemului fotovoltaic (panouri, invertoare, controllere, baterii solare, accesorii)
- Proceduri de remediere a defectelor

11.1.6. Norme de sănătatea și securitatea muncii, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului și de gestionare a deșeurilor

2. Abilități

11.2.2. *Evaluarea stării tehnice a sistemului fotovoltaic, propunerea și argumentarea unei intervenții specializate*

11.2.3. Identificarea componentelor dintr-un sistem fotovoltaic

11.2.6. Identificarea defectelor

11.2.8. *Rezolvarea problemelor de mentenanță/întreținere prin adecvare la condițiile concrete de la beneficiar.*

3. Atitudini

11.3.1. *Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul asigurării calității lucrărilor realizate.*

11.3.2. *Comunicare activă în cadrul echipei, indiferent de structura etnică a grupului*

11.3.3. *Asumarea și menținerea unui comportament responsabil față de îndeplinirea sarcinilor primite*

Regulile de organizare și etapele de realizare a diagramei cauzelor și a efectului sunt următoarele:

1. Se împarte clasa în echipe de lucru;
 2. Se stabilește problema/efectul de discutat care, în acest caz, este formulată astfel: „Matricea de panouri fotovoltaice nu funcționează sau funcționează incorect”.
 3. Are loc dezbaterea în fiecare grup pentru a identifica și înregistra, cauzele care au condus la efectul discutat. Înregistrarea cauzelor se face pe hârtie sau pe tablă.
 4. Construirea diagramei cauzelor și a efectului astfel:
 - pe axa principală a diagramei se trece efectul;
 - pe ramurile axei principale se trec cauzele majore/principale (de exemplu, factorul uman, factori de mediu, materiale și instrumente etc.) și categoriile de cauze corespunzătoare fiecăreia (de exemplu, metode, materiale, echipamente, măsurare/procesare date etc.)
 - cauzele minore (secundare) ce decurg din cele principale se trec pe câte o ramură mai mică ce se deduce din cea a cauzei majore;
 5. Etapa examinării listei de cauze generate de fiecare grup:
 - examinarea patternurilor (diagramelor);
 - evaluarea modului în care s-a făcut distincție între cauzele majore și cele minore și a plasării lor corecte în diagramă, cele majore pe ramurile principale, cele minore pe cele secundare, relaționând și/sau decurgând din acestea;
 - evaluarea diagramelor fiecărui grup și discutarea lor;
 6. Stabilirea concluziilor/modalităților posibile de intervenție
- În diagramele realizate de elevi ar trebui să se regăsească și elemente ale reprezentării din figura „Elemente ale răspunsului așteptat la sarcina de lucru”

Diagramele pot fi folosite de asemenea, pentru a exersa capacitatea de a răspunde la întrebări legate de anumite probleme aflate în discuție.

Recomandăm aplicarea metodei la toate activitățile practice de monitorizare a sistemelor fotovoltaice. Elevii vor pleca de la un simptom de funcționare defectuoasă și vor identifica în echipă sau individual cauzele posibile, le vor clasifica în cauze majore și cauze minore cu ajutorul diagramei, vor prioritiza tratarea cauzelor în funcție de probabilitatea și posibilitatea de a fi verificate (prioritatea cea mai mare fiind atribuită cauzelor cu probabilitate mai ridicată și ușor de verificat), vor realiza activități de verificare, testare și măsurare specifice pentru a stabili un diagnostic.

- **Sugestii privind evaluarea**

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care cadrul didactic va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea urmărește măsura în care elevii și-au format/atins rezultatele învățării prevăzute în standardul de pregătire profesională.

Evaluarea poate fi:

- continuă, în timpul parcurgerii modulului, prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării;
 - instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modulului și de metoda de evaluare – probe orale, scrise, practice;
 - planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp;
 - va fi realizată pe baza unor probe care se referă la criteriile de evaluare și la indicatorii de evaluare, corelate cu standardul de evaluare specificat în Standardul de Pregătire Profesională pentru fiecare rezultat al învățării;
- finală, realizată printr-o lucrare cu caracter aplicativ și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare și evaluare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Se propun următoarele instrumente de evaluare continuă pentru utilizare:

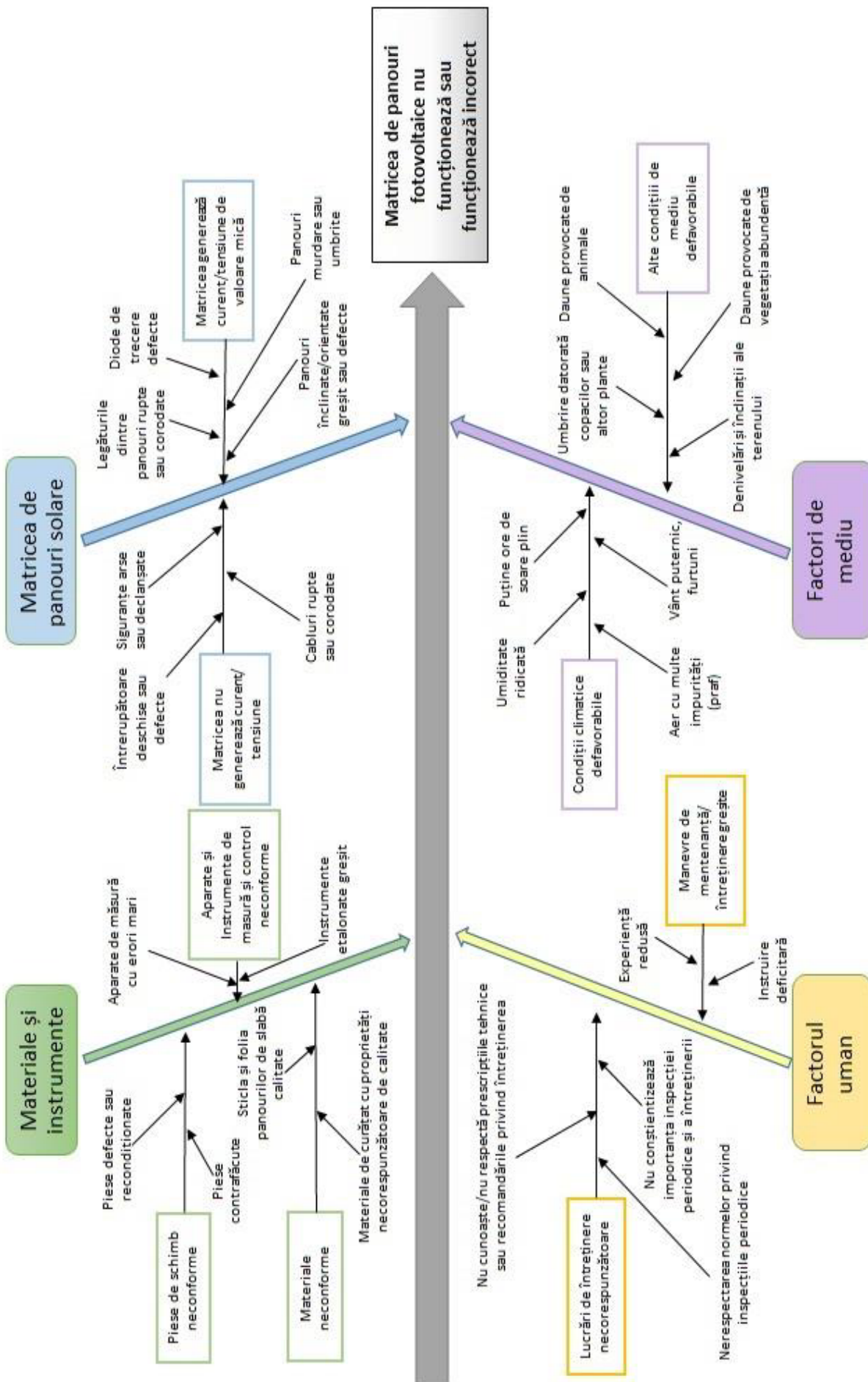
- fișe de observație; fișe de lucru; fișe de autoevaluare;
- teste cu itemi cu alegere multiplă, itemi alegere duală, itemi de completare, itemi de tip pereche, itemi de tip întrebări structurate sau itemi de tip rezolvare de probleme.

De asemenea, propunem și instrumente de evaluare finală:

- proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport; poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi;
- studiul de caz, care poate viza un proces de diagnosticare, întreținere și de reparare a unui sistem fotovoltaic;
- portofoliul, care oferă informații culese de elevi în timpul activităților practice, activităților extrașcolare cu privire la construcția, funcționarea și mentenanța sistemelor fotovoltaice.
- Lucrare practică din tematica propusă cu complexitate ridicată și caracter intermodular executată la operatorul economic și evaluată pe baza unei fișe de observație.

În parcurgerea modulului se va utiliza evaluare de tip formativ și la final de tip sumativ, pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește atingerea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul.

În continuare, având în vedere alocarea numărului de ore corespunzătoare modulului, pentru componentele de laborator tehnologic, respectiv pentru instruire practică, se propune un *instrument de evaluare prin probă practică* pentru tema „Evaluarea inițială a stării tehnice a sistemului fotovoltaic”, care vizează verificarea nivelului de realizare pentru următoarele rezultate ale învățării:



Cunoștințe

11.1.1. Documentația tehnologică utilizată la lucrările de mentenanță/întreținere

- parametri nominali de funcționare

11.1.5. Lucrări de mentenanță/întreținere ale sistemelor fotovoltaice, Verificări ale panourilor fotovoltaice d.p.d.v. al: umbririi; stării fizice.

Aplicații practice:

- evaluarea inițială a stării tehnice a sistemului fotovoltaic;

11.1.6. Norme de sănătatea și securitatea muncii, inclusiv pentru lucrul la înălțime, de prevenire și stingere a incendiilor, de protecție a mediului și de gestionare a deșeurilor.

Abilități

11.2.3. Identificarea componentelor dintr-un sistem fotovoltaic

11.2.5. Alegerea SDV-urilor și a aparatelor de măsură și control (AMC) necesare intervențiilor

11.2.9. Analiza documentației tehnologice prin raportare la situația concretă

11.2.11. Verificarea funcționării sistemului fotovoltaic

11.2.12. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă

11.2.14. Utilizarea corectă a vocabularului comun și de specialitate pentru descrierea lucrărilor de mentenanță a sistemelor fotovoltaice

11.2.15. Comunicarea /Raportarea rezultatelor activității profesionale desfășurate

11.2.16. Aplicarea normelor de sănătate și securitate în muncă

Atitudini

11.3.3. Asumarea și menținerea unui comportament responsabil față de îndeplinirea sarcinilor primite

11.3.5. Respectarea normelor de timp aferente operațiilor executate

11.3.6. Respectarea normelor de sănătatea și securitatea muncii și de protecția mediului corespunzătoare lucrărilor efectuate

11.3.7. Asumarea inițiativei în rezolvarea creativă a problemelor la locul de muncă.

11.3.8. Menținerea interesului continuu pentru perfecționarea propriei activități

11.3.9. Manifestarea interesului față de evoluțiile tehnologice din domeniul sistemelor fotovoltaice

Titlu temă: Evaluarea stării tehnice a unui panou fotovoltaic**Enunțul temei pentru proba practică:**

Realizați, pentru un panou fotovoltaic dat, evaluarea inițială a stării tehnice, incluzând și verificarea umbririi și a stării sale fizice.

La finalizarea lucrării, prezentați normele specifice de sănătate și securitate în muncă, SDV-urile și AMC-urile folosite și o apreciere privind starea tehnică a panoului pe baza comparării rezultatelor determinate cu documentația tehnică specifică.

Sarcini de lucru:

1. Analiza documentației tehnice a panoului fotovoltaic dat, pentru a identifica parametrii de funcționare

2. Verificarea umbririi, a unghiului de înclinare și a stării fizice a panoului fotovoltaic

3. Alegerea SDV-urilor și AMC-urilor necesare lucrărilor de efectuat

4. Măsurarea valorilor numerice ale parametrilor de funcționare (tensiunea de mers în gol, curentul de scurtcircuit)

5. Compararea valorilor măsurate cu valorile specificate în documentația tehnică, pentru aprecierea stării tehnice

6. Respectarea normelor de sănătate și securitate în muncă

Timp de lucru: 120 minute

FIȘA DE EVALUARE A POBEI PRACTICE

Nr. crt.	A. Criterii de evaluare a probei practice	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator
1.	Primirea și planificarea sarcinii de lucru (35 p)	Analiza documentației tehnice a panoului fotovoltaic pentru identificarea parametrilor de funcționare	10p
		Alegerea SDV-urilor și a aparatelor de măsură și control (AMC) necesare executării lucrărilor	10p
		Realizarea operațiilor pregătitoare în vederea verificării panoului fotovoltaic	10p
		Pregătirea locului de muncă	5p
2.	Realizarea sarcinii de lucru (50 p)	Verificarea umbririi, a unghiului de înclinare și a stării fizice a panoului fotovoltaic	10p
		Măsurarea valorilor numerice ale parametrilor de funcționare (tensiunea de mers în gol, curentul de scurtcircuit), respectând normele și procedurile specifice	20p (2x10p)
		Compararea valorilor măsurate cu valorile specificate în documentația tehnică, pentru aprecierea stării tehnice a panoului fotovoltaic	15p
		Respectarea normelor de SSM specifice lucrărilor executate	5p
TOTAL PROBĂ PRACTICĂ			85 p
Nr. crt.	B. Criterii de evaluare la proba orală	Indicatori de realizare	Punctaj maxim pe indicator
1.	Prezentarea și promovarea sarcinii de lucru (15 p)	Prezentarea normelor de SSM specifice lucrărilor executate	5p
		Enumerarea SDV-urilor și AMC-urilor folosite pentru realizarea lucrărilor	5p
		Formularea unei aprecieri privind starea tehnică a panoului pe baza comparării rezultatelor determinate cu documentația tehnică specifică, utilizând vocabularul de specialitate	5p
TOTAL PROBA ORALĂ			15 p
PUNCTAJ TOTAL			100 p

Bibliografie

1. Standarde de pregătire profesională pentru calificările de nivel 3, domeniul de pregătire profesională Electric
2. Isac E., *Măsurări electrice și electronice*, Manual pentru clasele a X-a, a XI-a, a XII-a, Editura Didactică și Pedagogică, 1999, București
3. Mareș F., ș.a., Domeniul electric, clasa a X-a, *Electrotehnică și măsurări electrice*, Editura Art Grup Editorial, București, 2006
4. Mareș F., Cosma D.I., *Măsurări electrice*, Manual pentru clasa a IX-a, Editura CD Press, București, 2010
5. Tănăsescu M., Gheorghiu T., Ghețu C., *Măsurări tehnice*, Manual pentru clasa a X-a, Ed. Aramis, 2005, București
6. Nițucă C., Stanciu T., *Didactica disciplinelor tehnice*, Editura Performantica, Iași, 2006
7. Trippi D., *Energia solară fotovoltaică*, Editura Avelez, 2018
8. Chiras D., *Electricitate din panouri solare*, Editura Mast, 2021
9. Lucian E.V., *Energia solară. Captarea, conversia și utilizarea energiei solare*, Editura Universitară, 2018