



LICEUL TEHNOLOGIC "DIMITRIE LEONIDA" IAȘI
B-DUL SOCOLA NR. 188-190 IAȘI
TEL.: 0232/430325 FAX: 0232/233682
E-MAIL: dleonida_is@yahoo.com

LICEUL TEHNOLOGIC „DIMITRIE LEONIDA” IAȘI

CURRICULUM ÎN DEZVOLTARE LOCALĂ

ARIA CURRICULARĂ: TEHNOLOGII
DOMENIUL PREGĂTIRII DE BAZĂ: ELECTRIC

CLASA a X-a
CICLUL INFERIOR AL LICEULUI- FILIERA TEHNOLOGICĂ

STUDIUL SI MONTAREA INSTALAȚIILOR FOTOVOLTAICE

Autori:
Profesor CIȘMAN AMELIA
Profesor DĂNILĂ CRISTINA DANIELA

DENUMIRE AGENT ECONOMIC:
POLYCHRONIDIS IOAKEIM GRADUATE ELECTRICAL ENGINEER T.E., partener în
proiectul ERASMUS+ 2024-1-RO01-KA121-VET-000220820

An școlar 2025-2026

MODULUL III - CDL INSTALAȚII FOTOVOLTAICE.

DENUMIRE CDL: **STUDIUL ȘI MONTAREA INSTALAȚIILOR FOTOVOLTAICE**

POLYCHRONIDIS IOAKEIM GRADUATE ELECTRICAL ENGINEER T.E., partener în proiectul **ERASMUS+ 2024-1-RO01-KA121-VET-000220820**

TIPUL CDL: **Rezultate ale învățării suplimentare care răspund nevoilor operatorilor economici**

CLASA: **a X-a, ciclul inferior al liceului - filiera tehnologică**

Domeniul pregătirii de bază: **ELECTRIC**

TOTAL ORE : clasa a X a - **30 ore/săpt x 3 săptămâni/an = 90 ore/an**

Din care: Teorie-

Laborator tehnologic- ;

Instruire practică- 90 ore

-

• Notă de prezentare

Modulul „**Studiul și montarea instalațiilor fotovoltaice**” este o componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru domeniul de pregătire **electric**, calificarea profesională **Tehnician în instalații electrice**

Modulul „**Studiul și montarea instalațiilor fotovoltaice**” face parte din cultura de specialitate aferentă domeniului de pregătire de specialitate, clasa a X-a ciclul inferior al liceului, filiera tehnologică și are alocat un număr de **90 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **90 ore/an** – instruire practica

Modulul „**Studiul și montarea instalațiilor fotovoltaice**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de competențe specifice domeniului de pregătire de specialitate, în perspectiva folosirii tuturor achizițiilor (cunoștințe, abilități, atitudini) în practicarea calificării **Tehnician în instalații electrice** sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior din domeniul de pregătire profesională „Electric”.

Competențele construite în termeni de rezultate ale învățării suplimentare vin în completarea Standardului de Pregătire Profesională pentru calificarea **Tehnician în instalații electrice**.

• Structură modul

Rezultate ale învățării/competențe:

URÎ SUPPLEMENTARĂ: MONTAREA ȘI ÎNTREȚINEREA INSTALAȚIILOR FOTOVOLTAICE			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	Conținuturile învățării
• Celula fotovoltaică - Principiul conversiei energiei solare în energie electrică. - Clasificarea celulelor din punct de vedere tehnologic.	- Utilizarea vocabularului de specialitate în mod corect - Analizarea diferitelor tipuri de celule fotovoltaice	-Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită	• Celula fotovoltaică - Principiul conversiei energiei solare în energie electrică. - Clasificarea celulelor din punct de vedere tehnologic. - Regimurile de funcționare ale celulei fotovoltaice - Randamentul fotocelulelor - Realizări constructive de celule fotovoltaice
• Scheme electrice ale instalațiilor	- Decodificarea simbolurilor utilizate	- Asumarea inițiativei în	• Scheme electrice ale instalațiilor fotovoltaice.

fotovoltaice. - Simbolizarea elementelor. - Clasificarea aplicațiilor fotovoltaice. - Scheme electrice ale instalațiilor fotovoltaice autonome sau instalații fotovoltaice conectate la rețea.	<i>în schemele instalațiilor fotovoltaice</i> - Reprezentarea schemelor electrice ale instalațiilor fotovoltaice - <i>Aplicarea sistemelor de standardizare specifice domeniului</i>	<i>rezolvarea unor probleme</i> - Folosirea timpului de muncă conform programului de lucru stabilit.	- Simbolizarea elementelor. - Clasificarea aplicațiilor fotovoltaice. - Scheme electrice ale instalațiilor fotovoltaice autonome (izolate) sau instalații fotovoltaice conectate la rețea.
• Componente electrice ale instalațiilor fotovoltaice: - Cabluri electrice. - Echipamente de condiționare a puterii: baterii de curent continuu, regulatoare de încărcare a bateriilor, invertoare, convertizoare -Sisteme de protecție a panourilor fotovoltaice: varistoare, diode by-pass, paratrăsnete, instalații de legare la pământ.	- Selectarea componentelor electrice pentru un anumit tip de aplicație - Analizarea sistemelor de protecție ale unei instalații fotovoltaice	- <i>Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă</i> - <i>Respectarea disciplinei tehnologice</i>	• Componente electrice ale instalațiilor fotovoltaice: - instalatii de condiționare a puterii; - instalatii de răcire; - echipamente de stocare a energiei; - sisteme de protecție: varistoare, diode by-pass, paratrăsnete, instalații de legare la pământ. - instalații de control al comutației; - instalații de reglare si repartiție a energiei (invertoare). - cabluri electrice - tablouri de distribuție - cutii de joncțiuni
• Surse de informare și documentare pentru instalații fotovoltaice.	<i>-Utilizarea surselor de informare și documentare pentru instalații fotovoltaice, inclusiv a celor într-o limbă de circulație internațională.</i>	- <i>Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită</i>	• Surse de informare și documentare pentru instalații fotovoltaice: - Reglementari ANRE în domeniul energiei regenerabile - Standarde: - IEC 60 364-712 <i>pentru execuția unui sistem de alimentare cu energie electrică cu panouri fotovoltaice.</i> - DIN VDE 0100-712 - <i>Instalațiile electrice ale clădirilor. Cerințe pentru instalații sau locații speciale</i> -Sisteme solare fotovoltaice (PV) pentru producerea energiei electrice - Documentație tehnică (desene de execuție, fișe tehnologice, cărți tehnice, dicționare de termeni

			tehnici, fișe individuale de instrucțaj de SSM și PSI, standarde tehnice, standarde de calitate)
• Montarea instalațiilor fotovoltaice (conform documentației tehnologice). - Modalități de interconectare a elementelor fotovoltaice (serie, paralel) - Operații tehnologice la montarea componentelor electrice - SDV-uri și aparate de măsură și control - NTSM și PSI specifice - Norme de calitate pentru lucrări specifice instalațiilor fotovoltaice.	<i>Utilizarea documentației tehnologice pentru executarea operațiilor de montare a echipamentelor electrice.</i> - Instalarea panourilor fotovoltaice; - Montarea cablurilor electrice - Montarea echipamentului de condiționare a puterii - Montarea sistemelor de protecție la supratensiuni (paratrăsnete, instalații de legare la pământ) - Realizarea conexiunilor electrice la rețea (independentă, națională) - Aplicarea instrucțiunilor tehnice interne de lucru specifice domeniului energetic	- Respectarea normelor de protecție și securitate muncii și PSI specifice lucrării executate. - Respectarea normelor de calitate a lucrărilor efectuate; - Utilizarea echipamentului de lucru și de protecție specific locului de muncă - <i>Respectarea disciplinei tehnologice</i>	• Montarea instalațiilor fotovoltaice (conform documentației tehnologice). - Modalități de interconectare a elementelor fotovoltaice (serie, paralel) - Montarea panourilor solare: <i>pe suprafață; integrate în anvelopa clădirii: păături de cauciuc cu celule siliconice înglobate, panouri autoadezive, panouri flexibile; integrarea pe acoperiș: țiglă solară; module fotovoltaice pentru fațade și luminatoare.</i> - Instalarea cutiilor de joncțiune generator KV - PV - Montare invertor solar PV - Montarea colectorului pentru invertor solar PV - Instalarea tabloului de distribuție - Realizarea instalației de împământare - SDV-uri și aparate de măsură și control - NTSM și PSI specifice - Norme de calitate pentru lucrări specifice instalațiilor fotovoltaice.
• Tipuri de lucrări de întreținere a instalațiilor fotovoltaice (conform fișelor tehnologice). - operații necesare - materiale - SDV-uri, aparate de măsură și control - NSSM și PSI/lucrare	<i>- Interpretarea cerințelor precizate în fișele tehnologice.</i> - Alegerea SDV-urilor și materialelor în cadrul lucrărilor de întreținere a instalațiilor fotovoltaice - Realizarea lucrărilor de întreținere a componentelor instalațiilor fotovoltaice	- Respectarea normelor de calitate a lucrărilor efectuate; - Utilizarea echipamentului de lucru și de protecție specific locului de muncă	• Tipuri de lucrări de întreținere a instalațiilor fotovoltaice (conform fișelor tehnologice). - controlul temperaturii în instalație (ventilarea invertorului); - controlul protecției împotriva umezelii pentru cabluri; - controlul împământării instalației: • Proceduri de întreținere a sistemului de PV • Inspecție și măsurători: - <i>inspecție vizuală;</i> - <i>starea generală a echipamentelor (module, cabluri, cutii de joncțiune, invertoare și instalație de împământare);</i> - <i>poziția panoului (umbrire, distanțe,</i>

		- comunicare activă în cadrul echipei indiferent de structura etnică a grupului	<i>azimut adecvat și înclinație);</i> - structură și balast (consistență și rugină) - măsurători de mediu - măsurători electrice. • Curățarea modulelor fotovoltaice: - periodică cu apă și elemente non-abrazive, pentru îmbunătățește performanței instalației; - plasarea sistemelor de protecție împotriva păsărilor; • Monitorizarea datelor relevante ale sistemului PV: - la nivel local prin LED-uri și panouri de afișare (temperaturi locale și ale panourilor (°C), radiația solară (Watt/m²), putere instantanee în W, energie totală stocată în kWh, emisiile de CO₂ din total energie produsă). - la distanță prin sistemul de monitorizare SW
• Defecte în instalațiile fotovoltaice. - Proceduri pentru măsurarea parametrilor electrici. -Tipuri de defecte (cauze, remediere): mecanice, optice, electrice	- Interpretarea rezultatelor măsurării parametrilor electrici în instalațiile fotovoltaice - Remedierea defectelor simple în instalațiile fotovoltaice. -Comunicarea (raportarea) rezultatelor din activitatea profesională	- Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme - Utilizarea echipamentului de lucru și de protecție specific locului de muncă	• Defecte în instalațiile fotovoltaice. - Proceduri pentru măsurarea parametrilor electrici. -Tipuri de defecte (cauze, remediere): <i>mechanice, optice, electrice</i> ✓ cauzate de proiectare incorectă (locatie, echipament, împământare, cabluri, conexiuni electrice) ✓ defecte de instalare (mecanice, electrice) ✓ cauzate de mentenanță incorectă (absența întreținerii, nespălare, detergenți abrazivi)

- **Resurse materiale minime, necesare parcurgerii modulului**

- ✓ Calculator
- ✓ Videoproiector.
- ✓ Auxiliare curriculare, suport de curs, fișe de lucru, fișe de documentare, fișe ajutoare, planșe didactice, reviste de specialitate
- ✓ Documentație tehnică (desene de execuție, fișe tehnologice, cărți tehnice, dicționare de termeni tehnici, fișe individuale de instructaj de SSM și PSI, standarde tehnice, standarde de calitate)
- ✓ Cataloage cu produse ale instalațiilor fotovoltaice: panouri solare, cabluri, invertoare, baterii de acumulare, reglatoare de încărcare, convertizoare, etc.
- ✓ Truse (pentru electricieni, eventual pentru posturi individuale) de lucru;
- ✓ Consumabile

- **Echipamente, mijloace de învățământ:**

- ✓ Elemente de conversie fotovoltaice: celule, module;
- ✓ Scheme, fotografii ale diferitelor tipuri de sisteme fotovoltaice: autonome, rezidențiale, industriale, parcuri fotovoltaice;
- ✓ Echipamente electrice: cabluri, invertore, tablou de distribuție, aparataj de protecție la suprasarcini și supratensiuni, cutii de joncțiuni, baterii de acumulare, regulatoare de încărcare a bateriilor, convertizoare, invertore;
- ✓ Sisteme de protecție (varistoare, diode by-pass, paratrăsnete, instalații de legare la pământ);
- ✓ Cataloage cu produse ale instalațiilor fotovoltaice: panouri solare, cabluri, invertore, baterii de acumulare, regulatoare de încărcare, convertizoare, etc.
- ✓ SDV-uri și aparate de măsurat electrice pentru montarea, verificarea, întreținerea și repararea instalațiilor celulelor fotovoltaice.
- ✓ Echipament individual de securitate

- **Sugestii metodologice**

Conținuturile programei modulului „**Studiul și montarea instalațiilor fotovoltaice**” trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire.

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.

Modulul „**Studiul și montarea instalațiilor fotovoltaice**” are o structură elastică, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orele se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic, dotate conform recomandărilor precizate în unitățile de rezultate ale învățării, menționate 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/cunoștințe-abilități-atitudini.

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.

Acestea vizează următoarele aspecte:

- 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, studiul de caz, metoda Știu/Vreau să știu/Am învățat;
- 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, stidii 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 și dezvoltarea competențelor vizate de parcurgerea modulului, pot fi derulate următoarele activități de învățare:

- Elaborarea de referate interdisciplinare;

- Activități de documentare;
- 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.

Metoda: ȘTIU/VREAU SĂ ȘTIU/AM ÎNVĂȚAT

Este o metodă folosită în etapa de realizare a sensului. Ea ajută la ghidarea lecturii sau ascultarea unei prelegeri. Este precedată de alte metode care urmăresc reactualizarea cunoștințelor și informațiilor anterioare necesare înțelegerii temei respective (cel mai adesea, de brainstorming). Cu grupuri mici sau cu întreaga clasă, se trece în revistă ceea ce elevii știu deja despre o anumită temă și apoi se formulează întrebări la care se așteaptă găsirea răspunsului în lecție.

Pentru a folosi această metodă, cereți-le la început elevilor să formeze perechi și să facă o listă cu tot ce știu despre tema ce urmează a fi discutată. În acest timp, construiți pe tablă un tabel cu următoarele coloane: Știu/Vreau să știu/Am învățat, precum cel reprezentat mai jos:

ȘTIU CE CREDEM CĂ ȘTIM?	VREAU SĂ ȘTIU CE VREM SĂ ȘTIM?	AM ÎNVĂȚAT CE AM ÎNVĂȚAT?

Cereți apoi câtorva perechi să spună celorlalți ce au scris pe liste și notați lucrurile cu care toată lumea este de acord în coloana din stânga. Poate fi util să grupați informațiile pe categorii.

În continuare ajutați-i pe elevi să formuleze întrebări despre lucrurile de care nu sunt siguri. Aceste întrebări pot apărea în urma dezacordului privind unele detalii sau pot fi produse de curiozitatea elevilor. Notați aceste întrebări în coloana din mijloc.

După însușirea noilor cunoștințe, reveniți asupra întrebărilor pe care le-au formulat înainte de lecție și pe care le-au trecut în coloana “Vreau să știu”. Vedeți la care întrebări s-au găsit răspunsuri în text și treceți aceste răspunsuri în coloana “Am învățat”. În continuare, întrebați-i pe elevi ce alte informații au primit în noua lecție, în legătură cu care nu au pus întrebări la început și treceți-le și pe acestea în ultima coloană.

Întoarceți-vă apoi la întrebările care au rămas fără răspuns și discutați cu elevii unde ar putea căuta ei aceste informații.

Merită să reflectăm puțin la strategia Știu/Vreau să știu/Am învățat, la scopurile și efectele produse de:

- a) tabelul Știu/Vreau să știu/Am învățat
- b) brainstorming-ul în perechi
- c) lista de idei trecută în prima coloană
- d) categorizarea acestor idei
- e) formularea întrebărilor pentru a doua coloană
- f) participarea la noua lecție cu aceste întrebări în minte
- g) completarea coloanei a treia în urma însușirii noilor cunoștințe.

În încheierea lecției elevii revin la schema S/V/I și decid ce au învățat din lecție. Unele dintre întrebările lor s-ar putea să rămână fără răspuns și s-ar putea să apară întrebări noi. În acest caz întrebările pot fi folosite ca punct de plecare pentru investigații ulterioare.

Se prezintă un exemplu de aplicare a metodei **ȘTIU, VREAU SĂ ȘTIU, AM ÎNVĂȚAT**, pentru tema: „*Celula fotovoltaică*”

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe: 1.1. Celula fotovoltaică

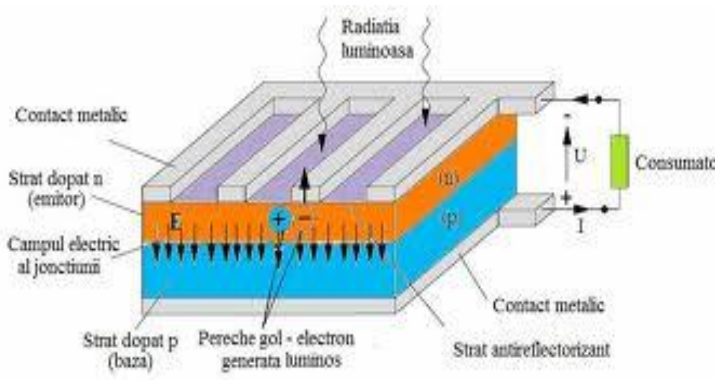
Abilități: 2.1. Utilizarea vocabularului de specialitate în mod corect

2.2. Analizarea diferitelor tipuri de celule fotovoltaice

Atitudini: 3.1. Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită

3.2. Comunicare activă în cadrul echipei indiferent de structura etnică a grupului

Se propune completarea unei **Fișe de lucru** conform modelului de mai jos (elevii completează fișa cu răspunsuri la întrebările formulate sau la altele pe care le propun ei). Ultima coloană va fi completată după însușirea noilor cunoștințe referitoare la tema „*Celula fotovoltaică*”.

ȘTIU CE CREDEM CĂ ȘTIM?	VREAU SĂ ȘTIU CE VREM SĂ ȘTIM?	AM ÎNVĂȚAT CE AM ÎNVĂȚAT?
Celulele fotovoltaice folosesc energia solară. Celulele fotovoltaice produc energie electrică. Instalațiile fotovoltaice sunt nepoluante.	- Cum este construită o celulă fotovoltaică? - Cum funcționează celula fotovoltaică? - Cum se clasifică celulele fotovoltaice din punct de vedere tehnologic și care tipuri de celule sunt mai avantajoase ?	1. O celulă solară constă din două sau mai multe straturi de material semiconductor, cel mai întâlnit fiind siliciul. Aceste straturi au o grosime cuprinsă între 0,001 și 0,2 mm și sunt dopate cu anumite elemente chimice pentru a forma joncțiuni P și N. Aceasta structură e similară cu a unei diode.  2. Când stratul de siliciu este expus la lumină se va produce o „agitație” a electronilor din material și va fi generat un curent electric. Celulele, numite și celule fotovoltaice, au de obicei o suprafață foarte mică și curentul generat de o singură celulă este mic dar combinații serie, paralel ale acestor celule pot produce curenți suficient de mari pentru a putea fi utilizați în practică. Pentru aceasta, celulele sunt încapsulate în panouri care le oferă rezistență mecanică și la intemperii. 3. În funcție de procesele lor de producție, se disting următoarele tipuri de celule fotovoltaice: • cu siliciu monocristalin: au un grad de puritate mai mare a materialului și garantează cele mai bune prestații în termeni de eficiență având randamentul cel mai mare de 15%. Au o culoare uniformă albastru închis și o formă circulară sau octogonală, cu diametrul de la 8 la 16 cm și

		grosimea de între 0.2-0.3 mm. • cu siliciu policristalin: au o puritate mai mare, condiție care implică o eficiență mai mică adică randamentul lor este între 13 și 14%. Au o culoare albastru intens schimbătoare datorată structurii lor policristaline. Au o formă pătrată sau octogonală cu o grosime asemănătoare tipului anterior. • cu siliciu amorf: realizate prin depunerea unui strat foarte subțire de siliciu cristalin (1-2 micron) pe suprafețe de un alt material, spre exemplu sticlă sau suporturi din plastic. În acest caz este impropriu să vorbim despre celule, întrucât pot fi acoperite în mod continuu. Eficiența acestei tehnologii este ușor mai scăzută, cu 5-7%.
--	--	--

• Sugestii privind evaluarea

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea urmărește măsura în care elevii au atins rezultatele învățării și și-au format competențele stabilite în Standardele de Pregătire Profesională.

Evaluarea rezultatelor învățării poate fi:

➤ **Continuă:**

- 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 de către profesor pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în Standardul de Pregătire Profesională.

➤ **Finală:**

- Realizată printr-o lucrare cu caracter aplicativ și integrat la sfârșitul procesului de predare/ învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a cunoștințelor, abilităților și atitudinilor.

Se pot utiliza următoarele **instrumente de evaluare** continuă:

- Fișe test;
- Fișe de lucru;
- Fișe de autoevaluare/interevaluare;
- Eseul;
- Portofoliul;
- Referatul științific;
- Proiectul;
- Activități practice + Fișe de observație;
- Teste docimologice.

Se propun următoarele **instrumente de evaluare** finală:

- Proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a 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, cu variantele sale (prezentare de informații + sarcini de lucru pe baza acestora, sarcini de lucru rezolvate prin documentare + prezentare rezultate), folosit de exemplu, pentru un produs, o imagine, sau o înregistrare electronică referitoare la un anumit proces tehnologic.
- Portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare;
- Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.

În parcurgerea modulului se va utiliza evaluarea 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.

Se propune un test de evaluare ce vizează verificarea nivelului de realizare a rezultatelor învățării corespunzătoare temei „**Studiul și montarea instalațiilor fotovoltaice**”.

Rezultate ale învățării vizate:

Cunoștințe:

- 1.2. Scheme electrice ale instalațiilor fotovoltaice.
- 1.3. Componente electrice ale instalațiilor fotovoltaice

Abilități:

- 2.3. Decodificarea simbolurilor utilizate în schemele instalațiilor fotovoltaice
- 2.4. Reprezentarea schemelor electrice ale instalațiilor fotovoltaice
- 2.5. Aplicarea sistemelor de standardizare specifice domeniului
- 2.6. Selectarea componentelor electrice pentru un anumit tip de aplicație
- 2.7. Analizarea sistemelor de protecție ale unei instalații fotovoltaice

Atitudini:

- 3.1. Asumarea, în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită
- 3.2. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme
- 3.3. Folosirea timpului de muncă conform programului de lucru stabilit
- 3.4. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă
- 3.5. Comunicare activă în cadrul echipei indiferent de structura etnică a grupului

TEST DE EVALUARE

Subiectul I

26 puncte

Scrieți alăturat litera corespunzătoare răspunsului corect:

(12 puncte)

1. Din categoria sistemelor de protecție a panourilor fotovoltaice, fac parte:
 - a. bateriile de curent continuu
 - b. convertizoarele
 - c. invertoarele
 - d. varistoarele
2. Echipamentele de stocare a energiei din cadrul instalațiilor fotovoltaice sunt:
 - a. diodele by-pass
 - b. bateriile de curent continuu
 - c. instalațiile de legare la pământ
 - d. varistoarele
3. Într-o instalație fotovoltaică, transformarea curentului continuu în curent alternativ este realizată de:
 - a. convertoare
 - b. invertoare
 - c. transformatoare
 - d. varistoare
4. Regulatoarele de încărcare a bateriilor de acumulatori electrice se mai numesc:
 - a. convertoare
 - b. controlere
 - c. invertoare
 - d. generatoare
5. În aplicațiile autonome, pentru a "transforma" tensiunea continuă produsă de o instalație fotovoltaică la un nivel corespunzător funcționării optime a consumatorului se folosesc:
 - a. generatoare

- b. diode by-pass
 - c. varistoare
 - d. "urmăritoare a punctului de putere maximă" (MPPT)
6. Într-un sistem fotovoltaic conectat la rețea, singurul bloc necesar este:
- a. bateria de current continuu
 - b. controlerul
 - c. invertorul
 - d. generatorul

7. Notați în dreptul fiecărui enunț, litera A, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera F, dacă apreciați că enunțul este fals. Enunțurile considerate false transformați-le în enunțuri adevărate: (14 puncte)

- a. Proprietatea anumitor metale conductoare tratate corespunzător (printre acestea siliciul, element foarte răspândit în natură) de a genera direct energia electrică atunci când sunt atinse de radiația solară, se numește efect Joule.
- b. Curentul generat de sistemul fotovoltaic este un curent continuu.
- c. Instalații fotovoltaice izolate sunt avantajoase din punct de vedere tehnic și economic în cazurile în care rețeaua electrică lipsește sau este greu accesibilă.
- d. Sistemele fotovoltaice conectate la rețea electroenergetică au nevoie de baterie de curent continuu.
- e. Conectarea în serie a celulelor solare, are ca rezultat creșterea tensiunii direct proporțional cu numărul celulelor.

Subiectul II 34 puncte

1. În coloana A sunt date denumirile unor elemente ale instalațiilor fotovoltaice, iar în coloana B componența acestora. Stabiliți corespondența dintre fiecare cifră din coloana A cu litera corespunzătoare din coloana B. (10 puncte)

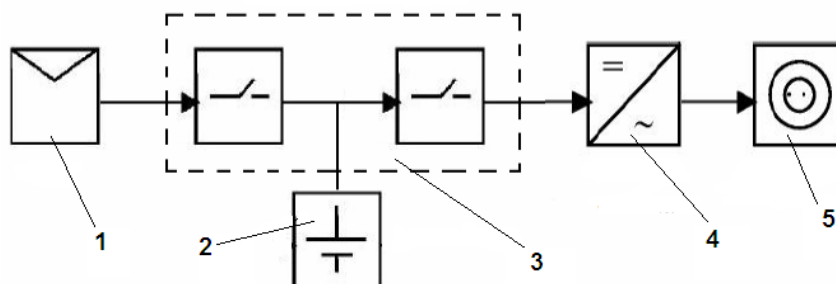
A. Elemente ale instalațiilor fotovoltaice	B. Componență
1. Panou fotovoltaic	a. Grup de fotocelule asamblate într-o carcasă unică
2. Câmp fotovoltaic	b. Mai multe module grupate pe un suport plan
3. Modul fotovoltaic	c. Joncțiune semiconductoare p-n
4. Unitatea de stocare a energiei generate fotovoltaic	d. Mai multe panouri interconectate
5. Celulă fotovoltaică	e. Baterii de acumulatoare

2. Scrieți informația corectă care completează spațiile libere: (18 puncte)

- a. Regulate de(1).... sunt necesare în sistemele fotovoltaice care stochează energia generată fotovoltaic, folosind acumulatoare electrice pentru evitarea(2).... excesive sau a supraîncălzirii acestora.
 - b. Pentru a asigura continuitatea(3).... cu energie electrică a consumatorilor, atunci când situația o cere, este necesară o unitate de(4).... a energiei.
 - c. Într-o instalație fotovoltaică....(1)....,(2).... energie produsă fotovoltaic este preluată de consumator .
3. Enumerați trei domenii de utilizare ale instalațiilor fotovoltaice autonome. (6 puncte)

Subiectul III 30 puncte

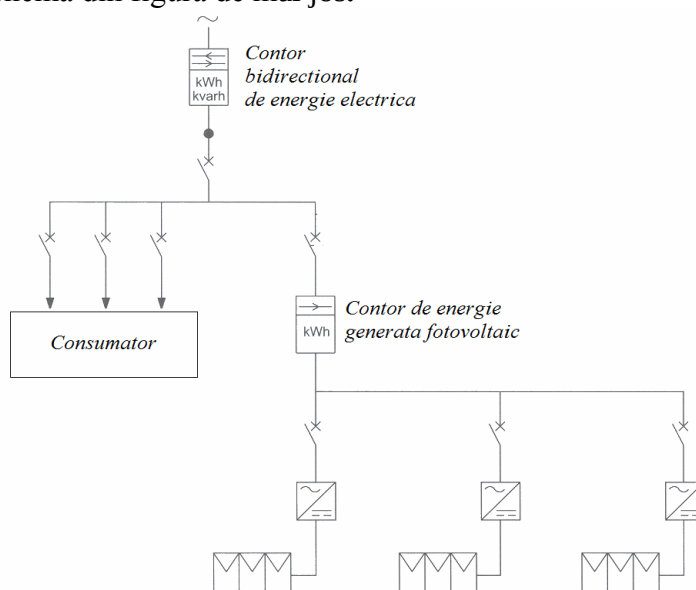
1. În figura de mai jos se dă schema bloc a unei instalații fotovoltaice. (16 puncte)



- Precizați tipul de aplicație fotovoltaică reprezentat în schemă.
- Specificați denumirea elementelor componente numerotate cu 1, 2, 3, 4, 5.
- Descrieți pe scurt rolul fiecărui element în funcționarea instalației fotovoltaice reprezentate.

2. Se consideră schema din figura de mai jos.

(14 puncte)



- Indicați semnificația figurii reprezentate.
- Marcați pe schemă cu cifra 1 - panourile fotovoltaice și cu cifra 2- invertoarele.
- Explicați principiul de funcționare a celulei fotovoltaice
- Precizați avantajele acestui tip de aplicație fotovoltaică

Notă: Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă din oficiu 10 puncte.

Timp de lucru: 1 oră

Obs. Testul de evaluare cuprinde punctaje alocate fiecărui subiect. Rămâne la latitudinea profesorului modul în care realizează baremul detaliat.

• Bibliografie

- California Energy Commission – A Guide to photo-voltaic (PV) design and Installation
- LPELECTRIC – Catalog Panouri fotovoltaice • Comisia Europeană, Directiva 2009/28/EC a Parlamentului European și a Consiliului din 23 Aprilie 2009 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2009;
- Concepte și erori de construcție comune înproiectele PV comerciale - 3E SERENE – Salerno 2nd July 2010
- Construirea fotovoltaicelor integrate. O nouă oportunitate de proiectare pentru arhitecți. SUNRISE
- Construirea fotovoltaicelor integrate. PREDAC

- Ghid de bune practici PROBE ÎN TEREN FOTOVOLTAICE CASNICE: Partea I Management de proiect și probleme de instalare (S/P2/00409,URN 06/795)
- Ghid de bune practici PROBE ÎN TEREN FOTOVOLTAICE CASNICE: Partea a II-a Probleme de Performanță a Sistemului (S/P2/00409,URN 06/2219), Alba Iulia, 2006;
- Gușă M., Ionel I., Popa P., ș. a. – *Surse regenerabile de energie*, Editura Academiei Oamenilor de Știință din România, București, 2011;
- Cerghit, I. - *Metode de învățământ*, Iași, Editura Polirom, 2006;
- Dulama, M., E. - *Modele, strategii și tehnici didactice activizante*, Editura Clusium, 2002