Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

„Aprob"

Mariana BARLADEAN,

Directoare I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

_____

"17" _____ 2025

Curriculum modular la unitatea de curs

Unitatea de curs S.047.O.027 Centrale electrice eoliene

Programul de studii: **0713.7 Surse regenerabile de energie**

Calificarea: **0713.7.1 Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile**

Chișinău 2025

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului "Competenţe pentru tranziţia verde şi dezvoltarea durabilă" implementat de Organizaţia Internaţională a Muncii (ILO) în parteneriat cu Asociaţia Obştească "Educaţie pentru Dezvoltare" (AED) cu suportul financiar al Agenţiei Austriece de Dezvoltare (ADA) şi al Fundaţiei Servicii de Dezvoltare din Liechtenstein (LED)

Aprobat la:

Consiliul metodico-ştiinţific al I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică, proces-verbal nr.1 din 15 septembrie 2025, director adjunct pentru instruire, Virgil BANTAŞ _____

Şedinţa Catedrei Electrotehnică a I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică, proces-verbal nr.2 din 09 septembrie 2025, şef catedră Electrotehnică, Svetlana CECAN _____

Coordonat cu:

Universitatea Tehnică a Moldovei, Decan Facultatea Energetică şi Inginerie electrică,

dr. ing. lect. Dumitru BRAGA _____ 17. 10. 2025
semnătura data

Autori:

1) Grigore TOFAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, şef secţie didactică Electrotehnică, I. P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică
2) Leonid DAMIAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic întâi, I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică
3) Oleg CHITOROAGĂ, profesor discipline de specialitate, grad didactic unu, I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică
4) Sergiu ARION, profesor discipline de specialitate, grad didactic întâi, I.P. Centrul de Excelenţă în Energetică şi Electronică

Coordonatori de proces:

1) Mariana BARLADEAN, directoare I.P. C.E.E.E., grad managerial unu, grad didactic superior
2) Oleg BURSUC, manager proiect "Competenţe pentru tranziţia verde şi dezvoltarea durabilă", Asociaţia Obştească „Educaţie pentru Dezvoltare"

Recenzenţi:

1) Tudor PLUGARU, administrator, compania ECO DYNAMIC SRL
2) Ruslan Moisei, administrator, compania "Volt Master" SRL
3) Ion COJOCARI, administrator, compania S.R.L. DARCOM ENERGY

Adresa Curriculumului în Internet:
Portalul naţional al învăţământului profesional tehnic

http://www.ipt.md/ro/produse-educationale

Cuprins:

I. Preliminarii 4
II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională 5
III. Copetențele profesionale și rezultatatele învățării 5
IV. Administrarea unității de curs 6
V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare 6
VI. Unitățile de învățare 7
VII. Studiu individual ghidat de profesor 10
VIII. Lucrările practice/ de laborator recomandate 12
IX. Sugestii metodologice 12
X. Sugestii de evaluare 14
XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării 15
XII. Resursele didactice recomandate elevilor 17

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* este elaborat în baza Standardului de calificare Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile, aprobat prin Ordinul Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova nr. 104/2025, precum și în baza Planului de învățământ SC 03/25, aprobat prin Ordinul MEC nr.508 din 04 aprilie 2025, cu modificările ulterioare în baza ordinului MEC 768/2024 *Cu privire la aprobarea Referențialului de corelare a programelor de studii (specialităților) și calificărilor pentru învățământul profesional tehnic postsecundar și postsecundar nonterțiar*. Unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* este un element formativ al pachetului curricular pentru calificările din domeniul de formare profesională *0713 Energetică și inginerie electrică* și face parte din componenta de specialitatea a planului de învățământ la programul de studii 0713.7 *Surse regenerabile de energie*.
La scară globală, energia din surse eoliene a reprezentat una dintre cele mai bune soluții pentru dezvoltarea independenței energetice și rămâne o sursă de energie verde foarte populară.
Avantajul ecologic al acestui tip de energie îl reprezintă modul curat în care se produce, fără a emite gazele cu efect de seră atât de nocive pentru mediul înconjurător. Energia eoliană contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, cum ar fi dioxidul de carbon, care sunt principali factori ai schimbărilor climatice. În comparație cu combustibilii fosili, energia eoliană nu produce emisii de gaze cu efect de sera in timpul operării, ceea ce ajută la protejarea mediului și la încetinirea încălzirii globale.
Scopul curiumului modular la unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* este de a oferi elevilor un cadru conceptual și aplicativ solid privind principiile de funcționare ale centralelor eoliene, procesele tehnologice implicate în procesul de dimensionare și implementarea acestora, precum și cunoașterea aprofundată a echipamentelor și tehnologiilor moderne utilizate pentru captarea și conversia energiei cinetice a vântului în energie electrică, în contextul promovării surselor regenerabile și al tranziției către un sistem energetic sustenabil.
Unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* are familiarizarea elevilor cu principiile de funcționare ale turbinelor eoliene și ale sistemelor de conversie a energiei vântului în energie electrică. De asemenea, cursul urmărește înțelegerea tehnologiilor moderne utilizate în proiectarea, instalarea și exploatarea centralelor electrice eoliene, în contextul utilizării sustenabile a resurselor regenerabile. Prin această abordare interdisciplinară, unitatea de curs oferă viitorilor tehnicieni competențele necesare pentru a răspunde cerințelor actuale din domeniul energiei regenerabile și pentru a contribui activ la tranziția energetică durabilă.
Pentru demararea procesului instructiv la unitatea de curs *Centrale electrice eoliene*, sunt necesare cunoștințele dobândite la următoarele discipline: fizică, matematică, și la unitățile de curs
F.01.O.010 Desen tehnic în domeniu;
F.02.O.011 Conversia energiei din surse regenerabile;
F.03.O.013 Teoria circuitelor electrice;
F.03.O.014 Software în domeniu;
F.03.O.015 Electronica de putere;
F.024.O.016 Bazele teoretice ale electrotehnicii;
S.04.O.020 Aparate electrice și automatizări;
S.05.O.021 Mașini și acționări electrice.

II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională

Curriculumul modular pentru unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* reprezintă documentul normativ de bază care descrie condițiile învățării și performanțele ce trebuie atinse la unitatea de curs, exprimate în cunoștințe și abilități ale rezultatelor învățării.

În contextul actual al tranziției către surse de energie regenerabilă și al creșterii cererii de specialiști în domeniul energiilor verzi, unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* reprezintă un instrument esențial pentru formarea profesională a elevilor în domeniul electroenergetic.

Studierea acestei unități de curs oferă oportunitatea de a dobândi cunoștințe actualizate și relevante despre funcționarea centralelor electrice eoliene, contribuind astfel la dezvoltarea unei perspective sustenabile asupra producției de energie.

Prin formarea de competențe tehnice specifice, precum analiza potențialului eolian, înțelegerea tehnologiilor moderne de conversie a energiei, dar și aplicarea standardelor de siguranță și protecție a mediului și facilitează inserția pe piața muncii în domenii emergente.

Prin studierea unității de curs *Centrale electrice eoliene* se urmărește formarea la elevi a următoarelor abilități:

- Cunoașterea principiilor fizice care stau la baza conversiei energiei vântului în energie electrică.
- Înțelegerea structurii și funcționării componentelor principale ale turbinelor eoliene.
- Familiarizarea cu tipurile de centrale eoliene și caracteristicile acestora.
- Înțelegerea impactului utilizării energiei eoliene asupra mediului și economiei.
- Identificarea și descrierea echipamentelor din componența unei instalații eoliene.
- Analizarea și interpretarea datelor referitoare la potențialul eolian.
- Aplicarea principiilor de dimensionare și amplasare a centralelor electrice eoliene.
- Respectarea normelor de siguranță și protecție a mediului în activitățile de instalare și exploatare a turbinelor eoliene.

Unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* joacă un rol esențial în formarea competențelor profesionale necesare pentru tehnicienii specializați în instalațiile de producere a energiei din surse regenerabile, conform cerințelor specificate în Standardul de calificare TIPESR.

Studierea unității de curs *Centrale electrice eoliene* are un rol important în formarea competențelor profesionale ale viitorului tehnician, creând precondiții pentru dobândirea cunoștințelor și abilităților la unitatea de curs S.08.O.030 Montarea și mentenanța centralelor electrice eoliene.

III. Competențele profesionale și rezultatele învățării

Unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* va contribui la formarea rezultatelor învățării descrise în Standardul de calificare *Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile,* care, la rândul său, vor asigura formarea competențelor profesionale specificate în standardul ocupațional *Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile*:

Rezultate ale învățării (RÎ) din standardul de calificare	Competențe profesionale (CP) din standardul ocupațional
RÎ1: Absolventul poate determina necesarul de energie în funcție de tipul IPESR pentru a propune beneficiarului o variantă optimă de instalație.	**CP1.** Relaționarea cu beneficiarul, managerii de proiect și/sau echipa de proiectare
RÎ3: Absolventul poate elabora schița de amplasare a IPESR, argumentând decizia în funcție de tipul IPESR, rezistența mecanică a construcției, măsurările tehnice efectuate.	**CP2.** Analiza situației reale pe teren **CP3.** Participarea la elaborarea proiectului tehnic și devizului de cheltuieli
RÎ4: Absolventul poate organiza procesele de execuție a proiectului tehnic pentru montarea IPESR, stabilind resursele umane, informaționale, fizice necesare.	**CP5.** Elaborarea planului, etapelor și termenelor de realizare a proiectului tehnic **CP6.** Coordonarea procesului de lucru la obiect

Pentru a atinge rezultatele învățării nr. 1, 3, 4 din Standardul de calificare *Tehnician/tehniciană pentru instalații de producere a energiei din surse regenerabile*, după studierea unității de curs *Centrale electrice eoliene*, elevul va fi capabil:

- să caracterizeze tipurilor de turbine eoliene în funcție de capacitate și caracteristici tehnice;
- să analize componentele de bază ale centralelor electrice eoliene, specificând caracteristicile tehnice;
- să determine amplasamentul optim pentru instalarea centrale electrice eoliene, în funcție de potențialul vântului;
- să elaboreze documentația de execuție a proiectului tehnic pentru o centrală electrică eoliană, respectând etapele specifice de proiectare.

IV. Administrarea unității de curs

Semestru	Număr de ore				Forma de evaluare	Număr de credite
	Total ore	Ore de contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică/Laborator			
VII	90	40	20	30	examen	2

V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Număr de ore			
		Total	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică/ Laborator	
1.	Centrale electrice eoliene	24	14	8	8
2.	Componentele centralelor electrice eoliene	28	14	8	10
3.	Amplasamentul pentru montarea centralei electrice eoliene	16	6	4	6
4.	Documentația de execuție a proiectului tehnic	12	6	-	6
	Total	**90**	**40**	**20**	**30**

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Centrale electrice eoliene		
Unitatea de competență 1. Caracterizarea tipurilor de turbine eoliene în funcție de capacitate, dimensiuni și caracteristici tehnice	1.1 Aspecte generale. Capacitatea, mărimi și caracteristice al centralelor electrice eoliene. (CEE) 1.2 Dezvoltarea industriei energetice eoliene. Energia eoliana în Republica Moldova. 1.3 Turbine eoliene. Clasificarea și domeniul de utilizare. Parametrii turbinelor eoliene. 1.4 Turbine eoliene cu ax vertical. Clasificarea și principiul de funcționare. Schema electrică de principiu. 1.5 Turbine eoliene cu ax orizontal. Clasificarea și principiul de funcționare. Schema electrică de principiu. 1.6 Utilizarea energiei eoliene. Instalații hibride generatoare de energie de energie electrică. 1.7 Turbine eoliene onshore și offshore. Diferențe structurale și funcționale între turbinele eoliene onshore și offshore. 1.8 Siguranța energiei eoliene și durata de viață a centralelor electrice eoliene.	1. Analizarea capacității energiei eoliene 2. Descrierea mărimilor și Caracteristicilor CEE 3. Evaluarea potențialului energie eoliene în R. Moldova 4. Specificarea industrie energetice eoliene 5. Clasificarea turbinelor eoliene după criteriile tehnice 6. Identificarea demoniilor de utilizare a turbinelor eoliene 7. Descrierea turbine eoliene cu ax vertical. 8. Reprezentarea schemei electrice de principiu a turbine eoliene cu ax vertical 9. Caracterizarea turbinelor eoliene cu ax orizontal 10. Demonstrarea principiului de funcționare a turbinelor eoliene cu ax orizontal 10. Justificarea utilizării centralelor electrice eoliene în instalații hibride 11. Enumerarea diferențelor structurale și funcționale între turbinele eoliene onshore și offshore.
2. Componentele centralelor electrice eoliene		
Unitatea de competență 2. Analizarea componentelor de bază ale centralelor electrice eoliene, specificând caracteristicile tehnice	2.1 Componentele principale ale unei turbine eoliene. Descrierea și parametrii tehnici. 2.2 Turnul turbinei eoliene. Structura turnului turbinei.	1. Enumerarea componentelor centralelor electrice eoliene. (CEE) 2. Identificarea tipuri de turbine eoliene

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	Materialele utilizate pentru turnuri. 2.3 Butucul rotorului turbinei eoliene. Rolul și importanța butucului rotorului. 2.4 Paletele turbinei eoliene. Construcția și rolul paletelor turbinei eoliene în captarea energiei cinetice a vântului. 2.5 Nacela. Destinația și componentele de bază. Sistemul de orientare a turbinei eoliene. 2.6 Arborele principal al turbinelor eoliene. Destinația și rolul arborelui principal. 2.7 Reductorul de turație cu roți dințate. Construcția și funcția de bază. 2.8 Generatorul eolian. Tipuri și construcția. Sistemul de răcire. 2.9 Dispozitivul de frânare. Rolul și principiul de funcționare. 2.10 instrument de măsurare a vitezei vântului. Rolul anemometrului în turbinele eoliene. 2.11 Controlerului turbinei eoliene. Rolul și principiul de funcționare. Schema electrică a controlerului. 2.12 Structura rețelei electrice a parcurilor eoliene. Conectarea la rețeaua națională a turbinelor eoliene. 2.13 Protecția și legarea la pământ a centralelor electrice eoliene.	3. Descrierea structurii turnului turbinei eoliene 4. Analizează impactul butucului asupra performanței generale a turbinei 5. Descrie structura și funcționalitatea paletelor turbinei eoliene 6. Detalierea mecanismelor care permit alinierea rotorului 7. Descrierea rolului și funcția arborelui principal al turbinei eoliene 8. Remarcarea importanței reductorului de turație cu roți dințate în cadrul turbinei eoliene 9. Ilustrarea principiului de funcționare a generatorului eolian 10. Justificarea necesității sistemului de răcire a generatorului eolian 11. Descrierea dispozitivului de frânare al turbinei eoliene în controlul vitezei 12. Utilizarea aparatelor de măsurare a vitezei vântului 13. Reprezentarea schemei electrică a controlerului turbinei eoliene 14. Distingerea structurii rețelei electrice a parcurilor eoliene 15. Justificarea importanței protecției și legării la pământ a centralelor electrice eoliene

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
3. Amplasamentul pentru montarea centralei electrice eoliene		
Unitatea de competență 3. Determinarea amplasamentul optim pentru instalarea centrale electrice eoliene, în funcție de potențialul vântului	3.1 Aspecte legale și reglementări privind amplasarea centralelor electrice eoliene (CEE). 3.2 Analiza factorilor de mediu și climatici în alegerea amplasamentului CEE. 3.3 Evaluarea amplasamentului pentru montarea CEE. 3.4 Tipuri de măsurări tehnice specifice determinării locului de amplasare a CEE. 3.5 Materiale și AMC-urile pentru determinarea locației. 3.6 Determinarea locației optime pentru componentele CEE. 3.6 Formulare de evaluare a amplasamentului CEE. 3.7 Schițe de amplasare a CEE. Cerințe tehnice la elaborarea schiței de amplasare.	1. Interpretarea aspectelor legale și reglementărilor privind amplasarea CEE 2. Analizeze factorilor de mediu și climatici relevanți în alegerea amplasamentului pentru CEE 3. Evaluarea prin simulare a amplasamentului CEE 4. Aplicarea măsurărilor tehnice la alegerea amplasamentului CEE 5. Distingerea materialelor și AMC-urilor pentru determinarea locației CEE 6. Aplicarea principiilor de dimensionare pentru a selecta locațiile care maximizează eficiența și minimizează costurile de instalare și operare ale CEE 7. Utilizarea formularelor de evaluare a amplasamentului pentru CEE 8. Elaborarea schițe de amplasare a unei centrale electrice eoliene
4. Documentația de execuție a proiectului tehnic		
Unitatea de competență 4. Elaborarea documentației de execuție a proiectului tehnic pentru o centrală electrică eoliană, respectând etapele specifice de proiectare	4.1 Normative și reglementări în realizarea documentației tehnice. 4.2 Norme de securitate și sănătate în muncă pentru execuția CEE. 4.3 Proiect tehnic și detalii de execuție a centrale electrice eoliene solare. Componente de bază. 4.4 Semne convenționale aplicate în proiectele tehnice. 4.5 Planul amplasamentului CEE.	1. Aplicarea normativelor și reglementărilor în realizarea documentației tehnice 2. Identificarea normelor de securitate și sănătate în muncă pentru execuția CEE 3. Elaboreze schițe de proiect tehnic și de schițe de execuție pentru CEE 4. Utilizarea semnelor și simboluri convenționale în proiectele/schițele de execuție CEE

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	4.6 Planuri de instalare a CEE. 4.7 Schița de proiect pentru execuția centralelor electrice eoliene. 4.8 Documentația tehnică și actele de conformitate a materialelor și echipamentelor CEE. 4.9 Documentația tehnică și actele de conformitate a instrumentelor și utilajelor pentru realizarea lucrărilor. 4.10 Proceduri de recepționare și depozitare a materialelor, echipamentelor, instrumentelor și utilajelor.	5. Elaborarea planurilor de amplasare și execuția a CEE 6. Elaborarea planurilor de execuție a unui proiect tehnic a CEE 7. Citirea proiectelor tehnice și schițelor de instalare a CEE 8. Întocmirea documentației tehnice necesară pentru implementarea unei CEE 10. Aplicarea procedurilor corecte de recepționare și depozitare a materialelor, echipamentelor, instrumentelor și utilajelor necesare pentru execuția CEE

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1. Centrale electrice eoliene			
1.3 Turbine eoliene. Clasificarea și domeniul de utilizare. Parametrii turbinelor eoliene.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
1.4 Turbine eoliene cu ax vertical. Clasificarea și principiul de funcționare. Schema electrică de principiu.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
1.5 Turbine eoliene cu ax orizontal. Clasificarea și principiul de funcționare. Schema electrică de principiu.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
1.6 Utilizarea energiei eoliene. Instalații hibride generatoare de energie de energie electrică.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
2. Componentele centralelor electrice eoliene			
2.8 Generatorul eolian. Tipuri și construcția. Sistemul de răcire.	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
2.10 instrument de măsurare a vitezei vântului. Rolul anemometrului în turbinele eoliene.	Referat	Prezentarea referatului	2 ore
2.11 Controlerului turbinei eoliene. Rolul și principiul de funcționare. Schema electrică a controlerului.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
2.12 Structura rețelei electrice a parcurilor eoliene. Conectarea la rețeaua națională a turbinelor eoliene.	Schemă de conectare	Prezentarea schemei electrice	2 ore
2.13 Protecția și legarea la pământ a centralelor electrice eoliene.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
3. Amplasamentul pentru montarea centralei electrice eoliene			
3.3 Evaluarea amplasamentului pentru montarea CEE.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
3.6 Formulare de evaluare a amplasamentului CEE.	Formulare de evaluare	Prezentarea Formulare de evaluare	2 ore
3.7 Schițe de amplasare a CEE. Cerințe tehnice la elaborarea schiței de amplasare.	Schițe de amplasare	Prezentarea schiței de amplasare	2 ore
4. Documentația de execuție a proiectului tehnic			
4.5 Planul amplasamentului CEE.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
4.7 Schița de proiect pentru execuția centralelor electrice eoliene.	Schițe de proiect	Prezentarea schiței de proiect	2 ore
4.10 Proceduri de recepționare și depozitare a materialelor, echipamentelor, instrumentelor și utilajelor.	Formular de recepționare	Formular de recepționare	2 ore

Notă: Termenele de realizare a studiului individual ghidat de profesor vor fi specificate în *Planul de lungă durată*.

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

Nr.	Unități de învățare	Lista lucrărilor practice/de laborator	Ore
1.	Centrale electrice eoliene	1. Studiul general al energiei eoliene și al turbinelor eoliene	2
		2. Determinarea tensiunii generate de o microturbina eoliană	2
		3. Determinarea dependenței puterii generate de viteza vântului	2
		4. Monitorizarea parametrilor de funcționare ai unei centrale eoliene (simulare)	2
2.	Componentele centralelor electrice eoliene	5. Studiul ansamblului mecanic al unei turbine eoliene	2
		6. Studiul părții electrice a centralei eoliene	2
		7. Sistemul de control și monitorizare al unei centrale eoliene	2
		8. Conectarea generatorului eolian la sistemul de conversie și la rețeaua electrică	2
3.	Amplasamentul pentru montarea centralei electrice eoliene	9. Evaluarea condițiilor tehnice și de siguranță pentru montarea unei centrale eoliene	2
		10. Analiza condițiilor naturale pentru amplasarea unei centrale eoliene	2
	Total ore		**20**

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile curriculumului modular *Centrale electrice eoliene* trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile elevilor, precum şi de nivelul inițial de pregătire al acestora. Parcurgerea conținuturilor se face în ordinea propusă în coloana „Unități de conținut”. Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la discreția cadrelor didactice care predau conținutul modulului.

Aceștia vor repartiza timpul în funcție de gradul de dificultate al temelor, de complexitatea materialului didactic utilizat în strategia didactică şi de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către elevi. Unitatea de curs *Centrale electrice eoliene* are o structură permeabilă, deschisă pentru a încorpora alte unități de învățare, care să formeze cunoștințe și abilități noi, solicitate pe piața muncii.

Strategii didactice. Pentru a atinge rezultate ale învățării care să contribuie la dezvoltarea competențelor profesionale, strategiile didactice la modulul *Centrale termice solare* vor fi axate preponderent pe activizarea structurilor funcțional-acționare ale elevilor și pe dezvoltarea potențialului psihofizic al acestora.

Metode didactice. Dat fiind caracterul practic al procesului de instruire, profesorul va selecta metode și tehnici didactice axate pe formarea aptitudinilor și deprinderilor praxiologice necesare.

Un rol important în formarea deprinderilor practice, dar și în dezvoltarea gândirii creative a elevilor îl au lucrările de laborator şi lucrările practice, axate pe dezvoltarea următoarelor abilități:

- analizarea parametrilor electrici specifici centralelor eoliene, pe baza datelor obținute prin măsurători experimentale;
- realizarea montajelor electrice, conform schemelor de principiu, utilizând componente și echipamente specifice;
- efectuarea măsurători corecte și riguroase ale mărimilor electrice, prin utilizarea adecvată a aparaturii de laborator;
- conștientizarea normelor de securitate, în ceea ce privește utilizarea sigură a echipamentelor de măsură și control;
- identificarea și rezolvarea problemelor tehnice întâlnite în timpul lucrărilor;

Pentru a atinge rezultatele învățării scontate, se recomandă aplicarea metodelor și tehnologiilor de predare care fac parte din:

- instruirea prin descoperire;
- instruirea prin proiect;
- instruirea colaborativă;
- instruirea problematizată;
- instruirea euristică;
- instruirea demonstrativă;
- simularea.

Pentru formarea gândirii creative se recomandă:

- utilizarea actelor normative și a instrucțiunilor tehnice, prin analiză critică și aplicare contextualizată, în vederea găsirii unor soluții tehnice originale și conforme cu reglementările în vigoare;
- întocmirea referatelor pe teme de actualitate din domeniul tehnic, care stimulează documentarea, sinteza informațiilor și formularea propriilor opinii sau propuneri;
- realizarea proiectelor tehnice individuale sau în echipă, cu accent pe inovație și aplicabilitate practică;
- participarea la dezbateri, mese rotunde sau concursuri tematice, care favorizează exprimarea ideilor proprii și argumentarea lor logică;
- explorarea comparativă a diferitelor soluții tehnice, în scopul identificării celei mai eficiente și sustenabile variante;

În procesul de predare-învățare, profesorul va pune accent pe învățământul formativ-dezvoltați, individual şi de grup. Ținând cont de specificul modulului, pe parcursul lecțiilor teoretice și, în special, în procesul de executare a lucrărilor de laborator sau practice, profesorul, în mod obligatoriu și continuu, va atenționa elevii despre necesitatea respectării tehnicii securității, a normelor de securitate și sănătate în muncă, precum și a securității antiincendiare.

Mijloace de învățare. Pentru organizarea și desfășurarea procesului instructiv-educativ, se recomandă utilizarea resurselor și mijloacelor didactice care facilitează comunicarea, înțelegerea

mesajelor didactice, formarea de priceperi și deprinderi, fixarea și aplicarea noilor cunoștințe. Instrumentele didactice recomandate pentru sprijinirea și amplificarea eforturilor de predare, învățare și evaluare sunt:

- mijloace informativ-demonstrative (planșe, machete, mostre);
- mijloace de exersare și formare a deprinderilor (scheme, schițe, modele, calculator);
- mijloace tehnice audiovizuale (videoproiector, televizor etc.).

X. Sugestii de evaluare a rezultatelor învățării

Evaluarea este implicită demersului didactic şi urmărește măsura în care rezultatele învățării au fost exprimate prin cunoștințe și deprinderi/abilități cognitive. Evaluarea permite atât profesorului, cât şi elevului să cunoască nivelul deprinderilor şi cunoștințelor dobândite, să identifice lacunele şi cauzele lor, ceea ce oferă un feedback eficient în vederea reglării procesului de predare-învățare.

Evaluarea continuă (formativă) a elevilor va fi realizată de către cadrele didactice pe baza unor probe explicite, corespunzătoare rezultatelor învățării scontate.

Metodele de evaluare formativă recomandate sunt:

- *observarea sistematică* a comportamentului elevilor, care permite evaluarea înțelegerii conceptelor, proceselor, procedurilor, aptitudinilor, dar și a atitudinilor față de o sarcină dată;
- *autoevaluarea*, prin care elevul compară nivelul la care a ajuns cu obiectivele și standardele educaționale și își poate modifica programul propriu de învățare;
- *metoda lucrărilor de laborator,* prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile de teorie, utilizarea corespunzătoare a materialelor și a instrumentelor, precum și a documentației tehnice.

Pentru evaluarea rezultatelor învățării, incluse în curriculumul la modulul „Electronică analogică”, se recomandă utilizarea unor metode și instrumente moderne de evaluare:

- miniproiectul, prin care se evaluează metodele de lucru folosite de elev, eficiența utilizării bibliografiei, a materialelor şi echipamentelor din dotare, modul de organizare a ideilor şi a resurselor materiale, acuratețea tehnică a execuției;
- portofoliul, ca instrument de evaluare flexibil, complex, integrator, ca o modalitate de înregistrare a performanțelor elevilor pe o anumită durată de timp.

Instrumentele de evaluare recomandate sunt: fişe de lucru (în clasă, acasă), fişe de autoevaluare, teste cu itemi de completare, itemi cu răspuns scurt, itemi cu alegere multiplă, itemi cu alegere dual, itemi de asociere, itemi de tip întrebări structurate, itemi de tip rezolvare de probleme.

Sarcinile recomandate pentru demonstrarea rezultatelor învățării sunt:

- asamblarea unor circuite electrice, utilizând componente ale centralelor electrice eoliene;
- efectuarea unor calcule ale parametrilor electrici și tehnici a echipamentului electric;
- analiza datelor obținute în urma calculelor.

Produsele recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării sunt rapoartele lucrărilor de laborator și practice, care includ:

- Circuitele electrice asamblate;

- Tabelele cu datele măsurate și calculate;
- Caracteristicile de bază ale circuitelor electrice;
- Calculele parametrilor de bază ai circuitelor electrice;
- Concluziile asupra lucrării executate.

Criteriile de evaluare a produselor:

- circuitele asamblate sunt conforme din punct de vedere tehnic și respectă reglementările actuale din domeniu;
- montajele executate funcționează corespunzător și răspund cerințelor tehnice specificate;
- valorile obținute prin măsurători sunt semnificative;
- calculele realizate sunt corecte din punct de vedere matematic și tehnic;
- concluziile exprimate sunt logice, coerente și susținute de datele obținute în urma lucrării de laborator.

Evaluarea sumativă va fi realizată la finele modulului sub formă de examen constituit test scris. La elaborarea instrumentelor de evaluare, profesorul va ține cont de scopul evaluării sumative: se măsoară rezultatele învățării, și nu procesului de învățare.
Pentru a fi admis la examen, elevul:

- va prezenta portofoliul completat cu produsele studiului individual, prin care se evaluează experiența de învățare individuală a elevului;
- va efectua toate lucrările de laborator și practice, prin care se evaluează cunoștințele dobândite la lecțiile teoretice, precum și abilitățile practice de asamblare a schemei electrice și de verificare a funcționalității acesteia.

XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării

Amenajarea laboratorului pentru studiul *Centralelor electrice eoliene* trebuie realizată cu maximă atenție, pentru a asigura un mediu educațional sigur, funcțional și eficient. În acest context, cerințele de amenajare vizează atât infrastructura fizică a laboratorului, cât și dotările tehnice necesare pentru desfășurarea activităților practice, respectarea normelor de siguranță și susținerea procesului de învățare aplicată.
Pentru a facilita atingerea competențelor prevăzute de curriculum și pentru a oferi elevilor o experiență practică relevantă în cadrul unității de curs centrale electrice eoliene, este esențial ca laboratorul să fie echipat corespunzător. Dotarea corespunzătoare va sprijini desfășurarea în condiții optime a lucrărilor practice, contribuind semnificativ la înțelegerea funcționării turbinelor eoliene și a conversiei energiei vântului în energie electrică.

Structura fizică a laboratorului. Spațiu de lucru adecvat: Laboratoarele vor fi amenajate astfel încât să permită un flux de activități eficiente și sigure, având un spațiu generos de lucru pentru fiecare elev sau grup de elevi. Acesta va include mese de lucru rezistente la șocuri și căldură.

Sisteme de ventilare: Laboratoarele vor fi dotate cu un sistem adecvat de ventilare și climatizare pentru a asigura condiții optime de temperatură și umiditate, mai ales în cazul echipamentelor care generează căldură sau în timpul proceselor de testare a materialelor.

Accesibilitate și siguranță: Laboratoarele vor fi amenajate astfel încât să permită accesul rapid în caz de urgență, iar ieșirile de urgență și echipamentele de siguranță (extinctoare, kituri de prim ajutor) vor fi amplasate vizibil și la îndemână.

Iluminat adecvat: Laboratorul trebuie să beneficieze de iluminat puternic și uniform, astfel încât elevi să poată lucra cu componente mici, fără a întâmpina dificultăți. Luminile trebuie să fie rezistente la variabilele de temperatură și să nu interfereze cu echipamentele sensibile.

Spațiu pentru depozitare. Laboratoarele vor include rafturi și dulapuri pentru depozitarea în siguranță a materialelor, instrumentelor de măsură și componentelor de laborator.

Mediu de lucru curat și organizat. Laboratoarele vor fi dotate cu containere pentru deșeuri și materiale periculoase, pentru a asigura un mediu curat și organizat, facilitând desfășurarea activităților de laborator în siguranță.

Întreținerea echipamentelor: Echipamentele vor fi întreținute regulat pentru a asigura funcționarea optimă pe durata cursurilor. Aceasta include calibrarea periodică a instrumentelor de măsură și verificarea integrității echipamentelor electrice.

Echipamente de protecție personală și pentru urgențe. îmbrăcăminte specială de laborator, stingătoare de stingere a incendiilor, trusă medicală de prim ajutor.

Standardul de dotare a laboratoarelor/atelierelor

Descrierea narativă a resurselor necesare realizării rezultatelor învățării și a condițiilor specifice de utilizare/întreținere a acestora.
Suprafața totală a laboratorului – 60 m^2
Suprafața pentru un elev – 4,00 m^2
Numărul locurilor de lucru – 15

Nr. crt.	Denumirea	Cantitatea per elev
Echipamente		
1.	Stand de laborator pentru cercetarea centralelor electrice eoliene	1/3
2.	Invertor	1/3
3.	Redresor cu reglaj de tensiune	1/3
4.	Baterii de stocare (Li-ion, AGM, etc.)	1/3
5.	Controler de sarcină (MPPT sau PWM)	1/3
Mobilier și tehnică sanitară		
6.	Bancă (masă cu două locuri) și scaune pentru elevi	1/2
7.	Proiector sau TV	1
8.	Tablă ecologică (magnetică) pentru marcher	1
Instrumente și dispozitive		
9.	Multimetre digitale	1/3
10.	Wattmetre, voltmetre, ampermetre	1/3

11.	Anemometru digital	1/3
12.	Analizor de putere trifazat	1/3
13.	Osciloscop digital pentru analiza semnalelor electrice	1/3
14.	Data logger sau interfață PC pentru achiziție de date	1/3
15.	Reostat de sarcină reglabil	1/3
16.	Convertor DC-DC	1/3
17.	Senzori de mediu: viteză vânt, temperatură, umiditate	1/3
18.	Senzori de turație și cuplu	1/3
19.	Panou de control HMI pentru simularea și vizualizarea parametrilor	1/3
20.	Software de specialitate MATLAB/Simulink, LabVIEW, SCADA sau software de monitorizare în timp real	1/3
21.	Simulator de vânt/tunel aerodinamic	1/3
22.	Banc de sarcină electronică	1/3
23.	Hartă topografică / GIS (digitală sau fizică)	1/3
24.	Software de analiză geospațială (QGIS, Google Earth, WindPRO)	1/3
25.	Set de rigle, busolă, telemetru laser (pentru măsurători manuale)	1/3
Inventar și ustensile		
26.	Cabluri, conectori, breadboard-uri pentru testare rapidă	15/2
27.	Set de instrumente	1/3

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată sau accesată resursa
1.	Surse Regenerabile de Energie / T. Ambros, V. Arion, A. Guțu I. al. Editura “Tehnica Info”, Ch.: 1999, 435 p.	Bibliotecă CEEE
2.	Tudor Ambros. Convertizoare electrice și electromagnetice speciale., Chișinău, Editura Tehnic-INFO, 2008	Bibliotecă CEEE
3.	Răzvan Ștefan Popescu. Utilizarea energiei regenerabile în clădiri. București, Matrix Rom, 2016	Bibliotecă CEEE
4.	Edmond Maican. Sisteme de energii regenerabile. Editura PRINTECH. București, 2015	chrome-extension:// efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj /https://isb.pub.ro/docs /Energii_regenerabile.pdf
5.	Lucian Victor. Instalații eoliene. Îndrumar de inginerie, execuție, montare a instalațiilor eoliene. Editura Universitară, București, 2014.	file:///C:/Users/S_PC1/ Downloads/ 54dde91b0fe20Instalatii_eoliene%20 (4).pdf

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată sau accesată resursa
6.	Nicolae Soloviov., Ghid „Utilizarea instalațiilor eoliene de capacitate mică în instituțiile sociale pentru implementarea schemei de sprijin "Contorizarea Netă" și elaborarea unui model de replicare în zonele rurale”	chrome-extension: // efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj / https:// www.undp.org/sites/ g/ files/zskgke326 /files/2023-07/ ghid_turbina.pdf
7.	Dulgheru V., MD; Dumitrescu C., RO; Dumitrescu L., RO; Rădoi R., RO; Cristescu C., RO; Ciobanu R., MD, Ciobanu O., MD. Sistem Eolian. Expoziția Internațională Specializată „Infoinvent 2023”, ediția a XVIII-a. 22-24 noiembrie 2023. Catalog 2023.indd	Internet
8.	Rachier V., Sobor I., Mangos O. Estimarea teoretică a energiei electrice produsă de o Centrală Electrică Eoliană și validarea rezultatelor. În: Revista Energetica. 2023 Volumul 71, nr. 5, pp.338-347. ISSN: 1453-2360.	https://ire.ro/publicatii/arhiva-revista/anul-2023/
9.	Rachier Vasile, Mangos, Octavian, Sobor Ion Chiciuc Andrei. „Potențialul Energetic Eolian al Republicii Moldova”, Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, Departamentul Inginerie Electrică. – Chișinău: S.n., 2023 (Bons Offices). – 275 p. ISBN 978-5-36241-124-4	Internet