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_" ___09___ 2025

Curriculum modular la unitatea de curs

S.07.O.026 Instalații geotermale și pompe de căldură

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 "Competențe pentru tranziția verde și dezvoltarea durabilă" implementat de Organizația Internațională a Muncii (ILO) în parteneriat cu Asociația Obștească "Educație pentru Dezvoltare" (AED) cu suportul financiar al Agenției Austriece de Dezvoltare (ADA) și al Fundației Servicii de Dezvoltare din Liechtenstein (LED)

Aprobat la:

Consiliul metodico-științific al I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică, proces-verbal nr.1 din 15 septembrie 2025, director adjunct pentru instruire, Virgil BANTAȘ _____

Ședința Catedrei Electrotehnică a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică, proces-verbal nr.2 din 09 septembrie 2025, șef catedră Electrotehnică, Svetlana CECAN _____

Coordonat cu:

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

dr. ing. lect. Dumitru BRAGA _____ 17.10.2025
semnătura data

Autori:

1) Grigore TOFAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, șef secție didactică Electrotehnică, I. P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
2) Leonid DAMIAN, profesor discipline de specialitate, grad didactic întâi, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
3) Oleg CHITOROAGĂ, profesor discipline de specialitate, grad didactic doi, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică
4) Elena NICOLAEV, profesor discipline de specialitate, grad didactic superior, I.P. Centrul de Excelență în Construcții

Coordonatori de proces:

1) Mariana BARLADEAN, directoare I.P. C.E.E.E., grad managerial unu, grad didactic superior
2) Oleg BURSUC, manager proiect "Competențe pentru tranziția verde și dezvoltarea durabilă", Asociația Obștească „Educație pentru Dezvoltare"

Recenzenți:

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 național al învățământului 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 6
IV. Administrarea unității de curs 6
V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare 7
VI. Unitățile de învățare 7
VII. Studiu individual ghidat de profesor 10
VIII. Lucrările practice/ de laborator recomandate 11
IX. Sugestii metodologice 11
X. Sugestii de evaluare 13
XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării 14
XII. Resursele didactice recomandate elevilor 16

I. Preliminarii

Curriculumul modular la unitatea de curs *Instalații geotermale și pompe de căldură* 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 *Instalații geotermale și pompe de căldură* 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*.

Scopul curiumului modular *Instalații geotermale și pompe de căldură* este de a ofere elevilor o înțelegere solidă a principiilor de funcționare ale instalațiilor geotermale și a pompelor de căldură, precum și cunoștințele tehnice necesare pentru alegerea și dimensionarea corectă a acestora. Printr-o abordare teoretică și practică, cursul contribuie la dezvoltarea abilităților tehnice esențiale în evaluarea resurselor geotermale, dimensionarea circuitelor termice și implementarea soluțiilor moderne de climatizare durabilă.

În contextul actual al tranziției către surse de energie durabile și al reducerii amprentei de carbon, utilizarea energiei geotermale devine o soluție tot mai importantă în domeniul instalațiilor pentru încălzire și răcire. Curriculumul modular *Instalații geotermale și pompe de căldură* are ca scop principal formarea de specialiști capabili să implementeze și întrețină instalații geotermale și pompe de căldură eficiente, adaptate nevoilor actuale de eficiență energetică și protecție a mediului.

În plus, parcurgerea acestui modul pregătește tehnicienii pentru integrarea instalațiilor geotermale și pompelor de căldură în clădiri rezidențiale, comerciale sau industriale, în concordanță cu standardele actuale din domeniul energiei regenerabile. Astfel, scopul final al cursului este de a contribui la formarea unei generații de profesioniști capabili să răspundă cerințelor unei economii verzi, prin promovarea tehnologiilor nepoluante și eficiente energetic.

Scopul unității de curs *Instalații geotermale și pompe de căldură* este de a oferi elevilor cunoștințele teoretice și practice necesare pentru utilizarea eficientă a sistemelor de încălzire și răcire bazate pe energie geotermală și pompe de căldură.

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 *Instalații geotermale și pompe de căldură*, sunt necesare cunoștințele dobândite la următoarele discipline: fizică, chimie, matematică, și la unitățile de curs:
F.01.O.009 Materiale și componente tehnice;

F.01.O.010 Desen tehnic;
F.02.O.011 Conversia energiei din surse regenerabile;
F.03.O.013 Teoria circuitelor electrice;
F.01.O.010 Desen tehnic în domeniu;
F.03.O.014 Software în domeniu;
F.03.O.015 Electronica de putere;
F.04.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 *Instalații geotermale și pompe de căldură* 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.
Prin studierea unității de curs *Instalații geotermale și pompe de căldură* se urmărește formarea la elevi a următoarelor abilități:

- Explicarea principiului de funcționare a instalațiilor geotermală și pompele de căldură, în contextul transferului de căldură și eficienței energetice.
- Calcularea unui sistem geotermal corespunzător nevoilor specifice ale unei clădiri sau ale unui spațiu industrial.
- Analizarea și evaluarea resurselor geotermale dintr-o anumită locație, pentru a determina viabilitatea unui proiect geotermal.
- Dezvoltarea abilității de a instala componentele unui sistem geotermal, inclusiv colectoare, pompe, și țevi de schimb de căldură.
- Evaluarea performanța energetică a unui sistem geotermal, utilizând parametri precum coeficientul de performanță și economiile de energie realizate.
- Integrarea sistemele geotermale cu alte tehnologii energetice regenerabile pentru a optimiza eficiența globală a unei clădiri sau a unui complex industrial.
- Aplicarea reglementărilor locale și internaționale privind instalarea și întreținerea sistemelor geotermale, în conformitate cu standardele de siguranță și protecția mediului.
- Elaborarea documentației tehnice pentru execuția unui sistem geotermal sau de pompe de căldură, incluzând planuri detaliate de instalare, devize estimative, studii de fezabilitate și analiza impactului ecologic al implementării acestora.

Unitatea de curs *Instalații geotermale și pompe de căldură* 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 *Instalații geotermale și pompe de căldură* are un rol important în formarea competențelor profesionale ale viitorului tehnician, creând precondiții pentru dobândirea cunoștințelor și abilităților la unitatea de curs S.04.O.025 Montarea și mentenanța instalațiilor geotermale și pompelor de căldură.

III. Competențele profesionale și rezultatele învățării

Unitatea de curs *Instalații geotermale și pompe de căldură* 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 *Instalații geotermale și pompe de căldură*, elevul va fi capabil:

- să identifice tipuri de instalații geotermale și principul de transfer eficient de energie termică din surse regenerabile;
- să descrie componentele aplicate în sistemele geotermale și pompe de căldură, identificând caracteristicile tehnice;
- să determine amplasamentul optim pentru montarea instalațiilor geotermale și pompelor de căldură, în conformitate cu principiile de dimensionare;
- să elaboreze documentația tehnică pentru execuția proiectului tehnic al instalației geotermală și pompă de căldură.

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	60	30	10	20	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.	Principii fundamentale al instalațiilor geotermale	16	10	2	4
2.	Echipamentul instalațiilor geotermale și pompelor de căldură	20	10	4	6
3.	Amplasamentul instalațiilor geotermale și pompelor de căldură	14	6	2	6
4.	Documentația de execuție a proiectului tehnic	10	4	2	4
	Total	**60**	**30**	**10**	**20**

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Principii fundamentale al instalațiilor geotermale		
Unitatea de competență 1. Identificarea tipurilor de instalații geotermale și principul de transfer eficient de energie termică din surse regenerabile	1.1 Instalații geotermale sol-apă. (cu sondă geotermală verticală). Construcția și principiul de funcționare. 1.2 Instalații geotermale sol-apă. (cu colector orizontal). Construcția și principiul de funcționare. Schema de principiu. 1.3 Instalații geotermale apă-apă. Construcția și principiul de funcționare. Schema de principiu. 1.4 Instalații geotermale aer-apă. Construcția și principiul de funcționare. Schema de principiu. 1.5 Instalații geotermale cu pompe de căldură pentru apă caldă menajeră (ACM). Construcția și principiul de funcționare.	1. Identificarea domeniilor de utilizare a instalațiilor geotermale (IGT) 2. Descrierea instalației geotermale sol-apă 3. Disecarea instalații geotermale cu colector orizontal 4. Schițarea scheme de principiu a instalații geotermale sol-apă 5. Analizarea construcției instalații geotermale apă-apă 6. Ilustrarea principiului de funcționare a instalației geotermale apă-apă 7. Utilizarea instalațiilor geotermale aer-apă 8. Analizarea schemei de principiu a instalației geotermale aer-apă 9. Demonstrarea principiului de funcționare a instalației geotermale cu pompe de căldură

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	1.6 Instalații geotermale hibride. Construcția și principiul de funcționare. Schema de principiu.	pentru apă caldă menajeră 10. Implementarea instalațiilor geotermale hibride
2. Echipamentul instalațiilor geotermale și pompelor de căldură		
Unitatea de competență 2. Descrierea componentelor aplicate în sistemele geotermale și pompe de căldură, identificând caracteristicile tehnice	2.1 Tipuri de pompe de căldură. Principiul de funcționare ale pompelor de căldură. 2.2 Condiții de utilizare a pompelor de căldură. Componente ale pompelor de căldură. 2.3 Pompe de căldură aer-apă și apă-apă. Caracteristici și parametri. 2.4 Pompe de căldură sol-apă. Avantaje și dezavantaje. 2.5 Condiții de utilizare a pompelor de căldură. 2.6 Sonde geotermale. Sonde verticale. Sisteme de colectoare orizontale. 2.7 Schimbătoare de căldură. Destinația și construcția. 2.8 Rezervor de acumulare a energiei. 2.9 Pompe de circulație. Schema de conectare. 2.10 Vase de expansiune. Construcția și principiul de funcționare. 2.11 Controler și panou de comandă. Aparate componente a panoului de comandă. 2.12 Sisteme de protecție, monitorizare și control la distanță.	1. Distingerea tipurilor pompelor de căldură 2. Descrierea principiului de funcționare ale pompelor de căldură 3. Specificarea condițiilor de utilizare a pompelor de căldură 4. Identificarea părților componente ale pompelor de căldură 5. Descrierea pompelor de căldură aer-apă și apă-apă 6. Distingerea pompelor de căldură sol-apă 7. Specificarea condițiilor de utilizare a pompelor de căldură. 8. Desecarea sonde geotermale 9. Descrierea schimbătoarelor de căldură 10 Caracterizarea rezervorului de acumulare a energiei 11. Utilizarea pompelor de circulație în instalații geotermale 12. Justificarea necesității vaselor de expansiune 13. Conectarea controlerului în scheme de control și comandă a instalațiilor geotermale 14. Alegerea aparatelor de protecție și monitorizare a instalațiilor geotermale și pompe de căldură

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
3. Amplasamentul instalațiilor geotermale și pompelor de căldură		
Unitatea de competență 3. Determinarea amplasamentului optim pentru montarea instalației geotermale în conformitate cu principiile de dimensionare	3.1 Cadrul normativ și cerințele tehnice de evaluare a amplasamentului pentru ITG. 3.2 Evaluarea amplasamentului pentru montarea ITG. 3.3 Tipuri de măsurări tehnice specifice determinării locului de amplasare a ITG. 3.4 Materiale și AMC-urile pentru determinarea locației. 3.5 Determinarea locației optime pentru componentele ITG. 3.6 Formulare de evaluare a amplasamentului ITG. 3.7 Schițe de amplasare a ITG. Cerințe tehnice.	1. Interpretarea cadrului normativ și cerințele tehnice la evaluarea amplasamentului pentru ITG 2. Determinarea consumului și necesarului de energie termică ale beneficiarului 3. Evaluarea prin simulare a amplasamentului ITG 4. Aplicarea măsurărilor tehnice la determinarea amplasamentului ITG 5. Distingerea materialelor și AMC-urilor pentru determinarea locației 6. Determinarea locației optime pentru componentele ITG 7. Completarea formularului de evaluare a amplasamentului ITG 8. Elaborarea schiței de amplasare a ITG
4. Documentația de execuție a proiectului tehnic		
Unitatea de competență 4. Elaborarea documentației de execuție a proiectului tehnic pentru centralele termice solare	4.1 Normative și reglementări tehnice. 4.2 Norme de securitate și sănătate în muncă pentru execuția ITG. 4.3 Proiect tehnic și detalii de execuție a ITG. Componente de bază. 4.4 Semne convenționale aplicate în proiectele tehnice. 4.5 Planul amplasament ITG. proiectului. 4.6 Planuri de instalare a ITG. 4.7 Schița de proiect pentru execuția instalației ITG.	1. Analizarea normelor și reglementărilor tehnice la executarea schițelor de proiect 2. Respectarea normelor de securitate și sănătate în muncă pentru execuția ITG 3. Descrierea proiectelor tehnice/schițelor de execuție a ITG 4. Interpretarea semnelor convenționale aplicate în proiectele/schițele de execuție a ITG 5. Elaborarea planurilor de amplasare și execuția a ITG

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	4.8 Documentația tehnică și actele de conformitate a materialelor și echipamentelor ITG. 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.	6. Citirea proiectelor tehnice /schițelor de instalare a ITG 7. Elaborarea schițelor de instalare a componentelor ITG 8. Enumerarea documentației tehnice și actele de conformitate a materialelor și echipamentelor ITG 9. Interpretarea documentației tehnice și actele de conformitate a instrumentelor și utilajelor 10. Desecarea procedurilor de recepționare și depozitare a materialelor, echipamentelor, instrumentelor și utilajelor

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
1. Principii fundamentale al instalațiilor geotermale			
1.2 Instalații geotermale sol-apă. (cu colector orizontal). Construcția și principiul de funcționare. Schema de principiu.	Prezentare electronică	Derularea prezentării	2 ore
1.5 Instalații geotermale cu pompe de căldură pentru apă caldă menajeră (ACM). Construcția și principiul de funcționare.	Portofoliu	Prezentarea portofoliului	2 ore
2. Echipamentul instalațiilor geotermale și pompelor de căldură			
2.6 Sonde geotermale. Sonde verticale. Sisteme de colectoare orizontale.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
2.9 Pompe de circulație. Schema de conectare.	Schema de conectare	Prezentarea schemei de conectare	2 ore
2.12 Sisteme de protecție, monitorizare și control la distanță.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Numărul de ore
3. Amplasamentul instalațiilor geotermale și pompelor de căldură			
3.2 Evaluarea amplasamentului pentru montarea ITG.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
3.5 Determinarea locației optime pentru componentele ITG.	Studiu de caz	Prezentarea studiului	2 ore
3.7 Schițe de amplasare a ITG. Cerințe tehnice.	Schițe de amplasare	Prezentarea schiței de amplasare	2 ore
4. Documentația de execuție a proiectului tehnic			
4.7 Schița de proiect pentru execuția instalației ITG.	Schițe de proiect	Prezentarea schiței de proiect	2 ore
4.8 Documentația tehnică și actele de conformitate a materialelor și echipamentelor ITG.	Referat	Prezentarea referatului	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.	Principii fundamentale al instalațiilor geotermale	1. Studiul principiului de funcționare al pompei de căldură	2
2.	Echipamentul instalațiilor geotermale și pompelor de căldură	2. Simularea funcționării unei pompe de căldură în regim de încălzire și răcire	2
		3. Determinarea randamentului schimbătorului de căldură dintr-un sistem geotermal	2
3.	Amplasamentul instalațiilor geotermale și pompelor de căldură	4. Studiul unui sistem geotermal cu sondă verticală de mică adâncime	2
4.	Documentația de execuție a proiectului tehnic	5. Întreținerea și verificarea componentelor unei pompe de căldură	2
	Total ore		**20**

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile curriculumului modular *Instalații geotermale și pompelor de căldură* 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 *Instalații geotermale și pompelor de căldură* 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 *Instalații geotermale și pompelor de căldură* 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:

- calcularea diferitor parametri ai centralelor termice solare;
- executarea montajelor după diverse scheme;
- măsurarea parametrilor electrici și tehnici;
- utilizarea în siguranță a aparatelor de măsură şi control.

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

- instruirea problematizată;
- instruirea euristică;
- instruirea demonstrativă;
- simularea.

Pentru formarea gândirii creative se recomandă:

- utilizarea actelor normative și a instrucțiunilor tehnice;
- întocmirea referatelor.

În procesul de predare-învățare, profesorul va pune accent pe învățământul formativ-dezvoltați, individual și 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. Prin urmare, în cadrul demersului evaluativ vor fi valorificate diverse metode, tehnici şi instrumente de evaluare, care contribuie la optimizarea procesului de 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 *Instalații geotermale și pompelor de căldură,* se recomandă utilizarea unor metode și instrumente moderne de evaluare:

- *mini-proiectul*, 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: fișe 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 circuitului de alimentare pentru o pompă de căldură;
- efectuarea măsurărilor parametrilor de funcționare pompă de căldură;
- efectuarea măsurătorilor de temperatură, presiune și consum energetic
- determinarea parametrilor esențiali ai pompelor de căldură (coeficient de performanță – COP, randament, putere termică, temperaturi, debite, diferențe de temperatură etc.);
- analiza datelor obținute în urma măsurărilor și calculelor.

Produsele recomandate pentru evaluarea rezultatelor învățării sunt rapoartele lucrărilor de

laborator și practice, care includ:

- Schemele și circuitele electrice asamblate, realizate în conformitate cu cerințele tehnice și standardele de siguranță;
- Tabele cu valorile măsurate și rezultatele calculelor, obținute în urma experimentelor sau testărilor efectuate;
- Descrierea caracteristicilor de bază ale circuitelor electrice, cu evidențierea funcțiilor și a comportamentului în condiții de funcționare reală;
- Calculele parametrilor esențiali, precum tensiunea, curentul, puterea și randamentul, raportate la funcționarea instalației analizate;
- Concluzii tehnice argumentate, care reflectă înțelegerea fenomenelor observate, corectitudinea execuției și respectarea instrucțiunilor de lucru.

Criteriile de evaluare a produselor:

- Circuitele asamblate corespund cerințelor tehnice și standardelor în vigoare;
- Circuitele asamblate sunt funcționale;
- Parametrii măsurați sunt relevanți;
- Calculele efectuate sunt corecte;
- Concluziile asupra circuitului electronic sunt logice și întemeiate.

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, utilizând AMC-uri.

XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării

Cerințele de amenajare/dotare ale laboratorului

Amenajarea laboratorului trebuie să fie realizată cu un mare grad de atenție pentru a asigura un mediu de învățare sigur, funcțional și eficient. În acest context, cerințele de amenajare se referă la structura fizică a laboratorului, dotările necesare pentru realizarea activităților practice, siguranța elevilor și facilitarea învățării. Pentru a asigura atingerea rezultatelor învățării și pentru a oferi elevilor o experiență practică relevantă și eficientă la unitatea de curs *Electronica de putere*, este necesar ca laboratorul de specialitate să fie dotate corespunzător. Dotările și amenajarea laboratorului vor sprijini desfășurarea activităților practice și vor facilita înțelegerea aplicativă a teoriei.

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.

Echipamente de protecție personală și pentru urgențe. îmbrăcăminte de laborator, stingătoare de stingere a incendiilor, amplasate la îndemână în caz de incendii, trusă medicală de prim ajutor pentru tratamente de urgență în cazul unor accidente minore.

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 didactic cu pompă de căldură aer-apă / apă-apă / sol-apă	1/3
2.	Simulator de instalație geotermală verticală și orizontală	1/3
3.	Sistem de distribuție a agentului termic (radiatoare, ventilo-convectoare, panouri radiante)	1/3
4.	Sofware de specialitate: CoolPack, Polysun, Dymola, TRNSYS	1/3
5.	Pompa de căldură Subsistem 6 kW MONO PLUS R 32,220V	1/3
6.	Pompa de circulație Termojet APE 32/8/180 invertor	1/3
7.	Vana antiinghet Caleffi 1 ¼	1/3
8.	Vana cu 3 cai 1 cu servomotor VCZMP Honeywell	1/3
9.	Filtru magnetic cu autocuratare Bautech Mag Protect 1	1/3
10.	Boiler termoelectric Sunsystem 200L SNS SON	1/3
11.	Vas tampon Subsystem PSM izolat (pentru pompe de căldură)	1/3
12.	Vas de expansiune apa potabila 12L	1/3
13.	Vas de expansiune încălzire 19L	1/3
14.	Boiler de acumulare	1/3
Mobilier și tehnică sanitară		

15.	Bancă (masă cu două locuri) și scaune pentru elevi	1/2
16.	Proiector sau TV	1
17.	Tablă ecologică (magnetică) pentru marcher	1
Instrumente și dispozitive		
18.	Senzori de temperatură, presiune și debit	1/3
19.	Anemometre și piranometre	1/3
20.	Multimetre digitale	1/3
21.	Termocamere/camere cu infraroșu	1/3
22.	Pompe și compresoare transparente (secționate)	1/3
23.	Cutii de componente – supape, filtre, supape de expansiune, schimbătoare de căldură etc.	1/3
Inventar și ustensile		
24.	Fire de conexiune	10/2
25.	Set de instrumente	1/2

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată sau accesată resursa
1.	Ion Sobor, Valentin Arion, Dumitru Ungureanu, Petru Todos, Andrei Chiciuc. „Surse regenerabile de energie”. Editura “ Tehnica-Info” Chişinău, 2006	http://www.energyplus.utm.md/index.php/ro/manuale/53-surse-regenerabile-de-energie
2.	Andrei Chiciuc, Ion Sobor, Valentin Arion, Dumitru Ungureanu, Petru Todos, Mihai Pleşca „Studiu de fezabilitate a surselor regenerabile de energie”. Editura “ Tehnica-Info” Chişinău, 2007	http://www.energyplus.utm.md/index.php/ro/manuale/55-energia-regenerabila-studiu-de-fezabilitate
3.	Ion Bostan, Valeriu Dulgheru, Ion Sobor, Viorel Bostan, Anatolie Sochirean ,,Sisteme de conversie a energiiilor regenerabile”, Editura “ Tehnica-Info” Chişinău, 2007	http://www.energyplus.utm.md/index.php/ro/manuale/54-sisteme-de-conversie-a-energiilor-regenerabile
4.	Surse regenerabile de energie, Adrian Badea, Horia Necula, Editura AGIR, Bucureşti 2013.	Biblioteca CEEE
5.	Pompe de căldură, Iona Sârbu, Călin Sebarchievici, Editura politehnica, Timişoara 2010.	Biblioteca CEC
6.	Pompe de căldură, Meșterul priceput, Viessmann, Oradea România 2011.	Biblioteca CEC
7.	Enciclopedia tehnică de instalaţii, Manualul de instalaţii, Volumele Încălzire, Ventilare şi Sanitare, Ediţia a II-a, Asociaţia Inginerilor de Instalaţii din România, Editura Artecno, Bucureşti, 2010;.	Biblioteca CEC