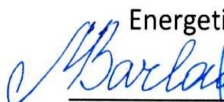


Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

"Aprob"

Directorul Centrului de Excelență în
Energetică și Electronică


Mariana BARLADEAN

"17" septembrie 2025



Curriculumul modular
S.07.O.023 Sisteme de comunicații Wireless

Specialitatea: 0714.7 Tehnologii și rețele de telecomunicații
Calificarea: 0714.7.1 Tehnician/tehniciană rețele de telecomunicații

Aprobat la:

Consiliul metodic-științific al I.P. Centrului de Excelență în Energetică și Electronică din 15 septembrie 2025, director adjunct pentru instruire Virgil BANTAȘ _____

Ședința Catedrei Comunicații a I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică din 02 septembrie 2025, șef catedră Popov Natalia _____

Coordonat cu:

Colegiul Universității Tehnice a Moldovei

Autori:

Stela ZAGAEVSCHI, cadru didactic, grad didactic superior, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Olga ZINOVEI, cadru didactic, grad didactic superior, I.P. Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Recenzenți:

1. CEGODARI Efim, Șef Serviciu Proiectare și Evidență Rețele, S.A. Moldtelecom.
2. PÎRȚÎNĂ Radu, Inginer superior în telecomunicații, Servicii administrare rețea, "StarLab" SRL
3. SAVA Lilia, conf. Univ, decan facultatea Electronică și Telecomunicații, Universitatea Tehnică a Moldovei

Adresa Curriculumului în Internet:

<https://ceee.md/programe-de-formare-profesionala/>

Cuprins

<i>I. Preliminarii</i>	<i>4</i>
<i>II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională.....</i>	<i>4</i>
<i>III. Competențele profesionale și rezultatele învățării.....</i>	<i>5</i>
<i>IV. Administrarea unității de curs.....</i>	<i>7</i>
<i>V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare</i>	<i>7</i>
<i>VI. Unitățile de învățare</i>	<i>8</i>
<i>VII. Studiu individual ghidat de profesor</i>	<i>9</i>
<i>VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate.....</i>	<i>11</i>
<i>IX. Sugestii metodologice</i>	<i>11</i>
<i>X. Sugestii de evaluare.....</i>	<i>12</i>
<i>XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării</i>	<i>14</i>
<i>XII. Resursele didactice recomandate elevilor</i>	<i>15</i>

I. Preliminarii

Unitatea de curs *Sisteme de comunicații Wireless* este o parte componentă a programului de formare profesională în conformitate cu planul de învățământ aprobat de Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova Nr.SC-53/24 din 03.09.2024, specialitatea 0714.7 Tehnologii și rețele de telecomunicații, termen de studii 4 ani, calificarea 0714.7.1 Tehnician/tehniciană rețele de telecomunicații.

Societatea contemporană este definită de hiper-conectivitate și mobilitate extinsă, susținute de proliferarea dispozitivelor inteligente de ultimă generație (smartphone-uri, tablete, dispozitive IoT). Utilizatorii și aplicațiile de business solicită, în mod imperativ, acces neîntrerupt, de oriunde și oricând, la resurse digitale, impunând standarde extrem de ridicate de performanță, cum ar fi:

- Viteze de transfer masive (High Throughput): necesare pentru conținutul video 4K/8K și realitate virtuală/argumentată.
- Latență ultra-mică (Low Latency): esențială pentru aplicațiile critice, jocurile online și controlul IoT în timp real.
- Fiabilitate și securitate avansată: asigurarea integrității datelor transmise prin eter.

Rolul vital al infrastructurii Wireless:

În acest peisaj, *rețelele fără fir* nu mai sunt o opțiune, ci o premisă fundamentală a funcționării digitale.

Infrastructura wireless actuală este definită de:

- Rețelele locale fără fir (WLAN - Wi-Fi 6/7): acestea rămân soluția principală pentru accesul de mare viteză în medii restrânse (case, birouri, spații publice), necesitând o arhitectură flexibilă și securizată pentru a gestiona densitatea crescută a dispozitivelor și cerințele de Quality of Service (QoS).
- Sistemele celulare mobile (4G/5G): asigură mobilitatea pe scară largă și capacitatea de transfer masivă, servind ca baza pentru servicii critice și aplicații industriale.

Obiectivul unității de curs:

Unitatea de curs *Sisteme de comunicații Wireless* răspunde direct acestei cereri, având ca scop formarea tehnicienilor în telecomunicații capabili să gestioneze și să optimizeze mediul radio.

Modulul asigură dezvoltarea competențelor profesionale necesare pentru:

- configurarea și implementarea rețelelor locale și de acces wireless, inclusiv a standardelor moderne (de exemplu, configurarea punctelor de acces Wi-Fi 6/7).
- mentenanța, diagnoza și remedierea defecțiunilor în legăturile radio, asigurând calitatea și stabilitatea conexiunilor.
- administrarea proceselor de conectare și deconectare a echipamentelor utilizator (UE - User Equipment) la infrastructura wireless, respectând protocoalele de securitate și acces.

Pentru a demara procesul de instruire la unitatea de curs *Sisteme de comunicații Wireless*, sunt esențiale cunoștințele dobândite în următoarele unități de curs:

F.03.O.011 Electrotehnica în domeniu;

S.04.O.018 Medii și echipamente de transmisiune;

F.07.O.021 Sisteme și tehnologii multiplexe;

S.07.O.022 Sisteme și rețele de comunicații digitale.

II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională

Unitatea de curs *Sisteme de comunicații Wireless* este esențială în formarea tehnicienilor în telecomunicații, deoarece le oferă competențele practice necesare pentru a proiecta, instala și menține infrastructura fără fir care definește mobilitatea secolului XXI (Wi-Fi, 4G, 5G).

Cererea pe piața muncii pentru specialiști în comunicații fără fir este exponențială, datorită următorilor factori majori:

- Dominanța mobilității (5G și Wi-Fi 6/7): aproape toate serviciile digitale (video, date, IoT) depind de standarde wireless avansate. Tehnicienii trebuie să fie pregătiți să lucreze cu aceste tehnologii, care necesită latență ultra-mică și capacitate masivă.
- Expansiunea IoT (Internet of Things): milioanele de dispozitive conectate la rețea necesită integrarea și gestionarea eficientă a rețelelor wireless, de la senzori la echipamente industriale.
- Necesitatea diagnozei specializate: eterul este un mediu comun și problematic (interferențe, fading). Angajatorii caută personal capabil să diagnosticheze și să rezolve rapid problemele complexe de propagare și conectivitate.

Unitatea de curs traduce teoria sistemelor wireless în abilități practice care asigură succesul profesional și contribuie direct la îndeplinirea cerințelor operaționale:

Obiectivul de utilitate	Competențe dezvoltate	Beneficiu direct pentru tehnician
Preluarea proiectelor	Planificarea rețelelor wireless și realizarea documentației tehnice.	Permite participarea la faza inițială de proiectare și dimensionare a rețelelor, nu doar la execuție.
Instalare și operațiuni	Instalarea și configurarea Punctelor de acces și montajul echipamentelor.	Asigură capacitatea de a pune în funcțiune fizic și logic infrastructura de acces (AP-uri, antene, bridge-uri).
Asigurarea calității	Întreținerea rețelelor și depistarea refuzurilor.	Formează expertiza necesară pentru diagnosticarea rapidă (<i>troubleshooting</i>) și menținerea stabilității rețelei (viteză, acoperire), îndeplinind controlul calității.
Securitatea datelor	Securizarea rețelelor Wireless.	Permite implementarea celor mai noi protocoale (WPA3), protejând datele utilizatorilor și infrastructura companiei.

În concluzie, această unitate de curs pregătește tehnicianul pentru a deveni un profesionist autonom, capabil nu doar să monteze, ci și să administreze, să securizeze și să optimizeze rețelele fără fir, garantând astfel o carieră solidă în domeniul dinamic al telecomunicațiilor.

III. Competențele profesionale și rezultatele învățării

Competențele profesionale

- Realizarea documentației tehnice specifice locului de muncă.
- Realizarea activităților de montaj echipamente pentru telecomunicații.
- Lansarea programului de mentenanță a rețelelor și sistemelor de telecomunicații.
- Realizarea controlului calității lucrărilor executate.
- Aplicarea normelor de SSM și protecția securității incendiare la locul de muncă.
- Aplicarea tehnologiei informației și comunicațiilor în activitatea profesională.
- Aplicarea principiilor de protecție a mediului și dezvoltare durabilă în activitățile de instalare, testare și mentenanță a rețelelor de telecomunicații, utilizând resursele în mod rațional și reducând impactul ecologic al intervențiilor tehnice.

Competențele profesionale specifice

- CS1. Planificarea rețelelor wireless
- CS2. Conectarea la rețele wireless a diverselor dispozitive
- CS3. Instalarea și demontarea Punctelor de acces (Access Point)
- CS4. Configurarea Punctelor de acces
- CS5. Configurarea clienților Wireless
- CS6. Securizarea rețelelor Wireless
- CS7. Interconectarea Wireless între diverse echipamente de calcul
- CS8. Întreținerea rețelelor și a echipamentelor fără fir
- CS9. Depistarea și înlăturarea eventualelor refuzuri ale rețelei fără fir.

La finalizarea acestei unități de curs, elevul va fi capabil să:

I. Rezultate bazate pe competențele profesionale generale:

Documentare și raportare:

- Elaboreze documentația tehnică de bază (scheme logice, liste de echipamente, rapoarte de instalare) specifică proiectelor de rețele wireless.

Execuție și montaj:

- Execute activități de montaj și instalare fizică a echipamentelor de telecomunicații (puncte de acces, antene, cabluri de interconectare) conform standardelor tehnice.

Mentenanță și operațiuni:

- Aplice planuri simple de mentenanță preventivă și corectivă pentru rețelele și sistemele de comunicații wireless.

Controlul calității:

- Verifice și evalueze calitatea lucrărilor de instalare și configurare a sistemelor wireless utilizând proceduri și instrumente standard.

Securitate și norme:

- Respecte și aplice cu strictețe normele de Securitate și Sănătate în Muncă (SSM) și de protecție împotriva incendiilor specifice lucrului cu echipamente de rețea și instalații electrice.

Utilizare tehnologică:

- Utilizeze aplicații software și instrumente informatice specifice (diagnoză, monitorizare, configurare) în activitatea de administrare a rețelelor wireless.

Protecția mediului și dezvoltare durabilă:

- Identifice și aplice soluții de gestionare responsabilă a deșeurilor electronice (e-waste) rezultate din demontarea echipamentelor wireless (AP-uri, cabluri, baterii).
- Selecteze echipamente (AP-uri, routere) pe baza criteriilor de eficiență energetică, contribuind la reducerea consumului de energie al rețelei.
- Utilizeze resursele (cabluri, consumabile, combustibil pentru deplasări) în mod rațional în timpul lucrărilor de instalare și mentenanță.

II. Rezultate bazate pe competențele profesionale specifice (CS1-CS9):

A. Planificare și instalare (CS1, CS3)

1. Planificare (CS1): Identifice și stabilească parametrii esențiali (acoperire, capacitate, interferențe) necesari pentru planificarea de bază a unei rețele locale fără fir (WLAN).

2. Instalare fizică (CS3): instaleze și demonteze corect Punctele de Acces (AP) și echipamentele de infrastructură wireless, luând în considerare amplasarea optimă pentru propagarea semnalului.
- B. *Configurare și interconectare (CS2, CS4, CS5, CS7)*
3. Conectare dispozitive (CS2): realizeze procesul de conectare/deconectare a diferitelor dispozitive (smartphone-uri, laptopuri) la rețele wireless, gestionând profilele de conexiune.
4. Configurare AP (CS4): configureze funcțiile de bază ale Punctelor de Acces (SSID, canal de frecvență, mod de operare, mod de autentificare) pentru a asigura funcționalitatea rețelei.
5. Configurare clienți (CS5): configureze interfața de rețea wireless a dispozitivelor client (stații de lucru) pentru a se autentifica și a opera eficient în rețeaua fără fir.
6. Interconectare (CS7): stabilească legături de comunicații wireless de bază între diverse echipamente de calcul, utilizând moduri de operare *ad-hoc* sau *Infrastructure*.
- C. *Mentenanță și diagnosticare (CS8, CS9)*
7. Întreținere (CS8): efectueze operațiuni de întreținere periodică (actualizări de firmware, monitorizarea resurselor) pentru rețele și echipamente fără fir, prevenind disfuncționalitățile.
8. Diagnosticare (CS9): depisteze, analizeze și înlătore cauzele comune ale refuzurilor (întreruperilor) sau degradării performanței rețelei fără fir (ex: interferențe, semnal slab, erori de autentificare).
- D. *Securitate (CS6)*
9. Securitate (CS6): implementeze și gestioneze mecanismele de securitate de bază (WPA2/WPA3, filtrare MAC) pentru a proteja rețelele wireless împotriva accesului neautorizat.

IV. Administrarea unității de curs

Semestrul	Numărul de ore				Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total ore	Contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică/ Laborator			
VII	90	24	6	60	examen	3

V. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

Nr. crt.	Unități de învățare	Numărul de ore			
		Total ore	Contact direct		Studiu individual
			Teorie	Practică/ Laborator	
1.	Fundamentele transmisiei radio și propagarea semnalului	12	2	0	10
2.	Arhitecturi Wireless: WLAN și celulare	16	6	0	10
3.	Tehnici avansate de transmisie și acces multiplu	16	6	0	10
4.	Configurarea, diagnoza și interconectarea echipamentelor Wireless	26	6	4	16
5.	Securitatea rețelelor Wireless și politicile de acces	20	4	2	14
	Total	90	24	6	60

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Fundamentele transmisiei radio și propagarea semnalului		
UC1. Analiza mediului de transmisie wireless	1. Proprietățile semnalului radio: frecvență, lungime de undă, putere.	A1. Identifică și descrie fenomenele de propagare (reflexie, difracție, atenuare) specifice mediului wireless. Măsoară și interpretează parametrii semnalului (RSSI, SNR) utilizând instrumente de bază.
2. Arhitecturi Wireless: WLAN și celulare		
UC2. Diferențierea și aplicarea arhitecturilor de rețea	1. Tehnologii Bluetooth. 2. Standarde WLAN: 802.11 a/b/g/n/ac/ax (Wi-Fi 6/7). 3. Arhitectura de bază a rețelelor 4G (LTE) și 5G. 4. Echipamente de acces (AP, controlere) și de client.	A2. Configurează și gestionează conexiunile Bluetooth (lassic și BLE - Bluetooth Low Energy) între diverse dispozitive periferice, identifică și soluționează problemele de împerechere, interferențe și latență, asigurând transferul eficient de date în aplicațiile IoT și de proximitate. A3. Explică structura de bază și funcțiile echipamentelor (AP, eNB/gNB) în rețelele WLAN și celulare. A4. Diferențiază modurile de operare (Ad-hoc, Infrastructure) și componentele rețelei de bază (Core Network). A5. Identifică funcțiile și interfețele echipamentelor de client și de infrastructură.
3. Tehnici avansate de transmisie și acces multiplu		
UC3. Aplicarea principiilor de eficiență spectrală	1. Modulații digitale (QAM) și rolul lor în capacitate. 2. Multiplexarea prin Diviziune în Frecvență Ortogonală (OFDM/OFDMA). 3. Tehnologia MIMO (Multiple-Input Multiple-Output).	A6. Explică rolul modulațiilor digitale în transportul datelor. A7. Descrie principiul OFDMA și utilizarea sa pentru a crește eficiența spectrului. A8. Explică conceptul MIMO și necesitatea acestuia în creșterea capacității și a acoperirii.
4. Configurarea, diagnoza și interconectarea echipamentelor Wireless		
UC4. Implementarea și depanarea rețelelor Wireless	1. Configurarea AP-urilor: SSID, canal, putere și QoS/VLAN. 2. Diagnoză: analiză de spectru, site survey, testarea debitului	A9. Configurează funcțiile de bază și avansate ale Punctelor de Acces, inclusiv segmentarea cu VLAN.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
	(throughput). 3. Topologii de interconectare: punct-la-punct (Bridge), mesh.	A10. Diagnostichează și remediază erorile comune de rețea (ex: interferențe, semnal slab) utilizând instrumente de testare. A11. Stabilește și testează legături de interconectare wireless de tip Bridge.
5. Securitatea rețelelor Wireless și politicile de acces		
UC5. Securizarea infrastructurii wireless și a datelor	1. Protocoale de securitate: WPA2, WPA3 (personal și enterprise). 2. Sisteme de autentificare centralizate (802.1X/RADIUS). Vulnerabilități și metode de prevenire a atacurilor comune.	A12. Implementează și gestionează protocoalele de securitate moderne WPA3 pe echipamentele de rețea. A13. Configurează un Punct de Acces pentru a folosi autentificarea de tip 802.1X/RADIUS (Enterprise).

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Număr de ore
1. Identificarea și descrierea proprietăților esențiale ale semnalului radio (frecvență, putere) și măsurarea și interpretarea influenței fenomenelor de propagare (atenuare, reflexie, difracție) asupra calității legăturii wireless, utilizând instrumente de bază.			
1.1. Noțiuni de bază: unda electromagnetică, spectrul de frecvențe.	Miniglosar de termeni radio (frecvență, câștig, polarizare etc.).	Evaluare orală	2
1.2. Propagarea: modele de atenuare (friis), efectele reflexiei și difracției.	Fișă de analiză a influenței unui obstacol	Comunicare (prezentarea fișei de analiză).	4
1.3. Măsurarea: interpretarea parametrilor RSSI și SNR.	Raport: Analiza unui spectru radio simplificat.	Demonstrarea interpretării grafice a spectrului.	4
2. Diferențierea standardelor de operare (Wi-Fi 6/7, 4G, 5G) și explicarea structurii, rolul și funcțiile echipamentelor cheie (AP, eNB/gNB) în cadrul arhitecturilor de rețele locale fără fir și al celor celulare.			
2.1. Standarde WLAN: Detalii tehnice 802.11ax (Wi-Fi 6/7).	Fișă comparativă: 802.11ac vs. 802.11ax.	Evaluare orală (diferențierea standardelor).	2
2.2. Arhitecturi celulare: Componentele 4G (eNB, EPC) și 5G (gNB, 5GC).	Schemă bloc a arhitecturii 5G cu evidențierea rolurilor.	Derularea prezentării (prezentarea schemei bloc).	4
2.3. Echipamente: Rolul controlerelor WLAN și al terminalelor de client (UE).	Studiu de caz: Tipuri de AP-uri (controller-based vs. autonomous).	Test grilă pe echipamente și funcții.	4

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Număr de ore
3. Explicarea și diferențierea principiilor de bază ale tehnicilor de transmisie digitală (Modulații QAM) și de acces radio (OFDM/OFDMA, MIMO), descriind rolul lor în creșterea capacității și a eficienței spectrale a sistemelor wireless moderne.			
3.1. Modulații: Reprezentarea modulației QAM (constelații).	Fișă de lucru: Calculul eficienței QAM.	Evaluare orală/întrebări de clarificare.	2
3.2. OFDM/OFDMA: Principiu și diferența de aplicare în 4G/5G și Wi-Fi.	Diagramă explicativă a conceptului OFDMA.	Demonstrarea (explicarea principiului OFDMA pe diagramă).	4
3.3. MIMO: Relația dintre numărul de antene și capacitate (conceptul Massive MIMO).	Rezumat: importanța tehnologiei MIMO.	Evaluare scrisă/temă de casă.	4
4. Configurarea funcțiilor de bază și avansate (QoS, VLAN) ale Punctelor de Acces, stabilirea legături de interconectare (bridge, mesh) și diagnosticarea și remedierea erorilor de rețea, utilizând instrumente de testare a performanței.			
4.1. Configurare avansată: implementarea VLAN-urilor pe AP-uri.	Procedură de configurare a unui VLAN pe un AP.	Demonstrarea practică pe simulator/echipament (configurare VLAN).	4
4.2. Diagnoză: utilizarea instrumentelor software (ex: iperf) și interpretarea rezultatelor.	Raport de analiză a rezultatelor iperf (throughput, latență).	Evaluare practică pe utilizarea instrumentelor de diagnoză.	4
4.3 Interconectare: principiile de funcționare a modului Bridge (P2P) .	Studiu de caz: Alegerea antenelor pentru o legătură P2P.	Comunicare (prezentarea studiului de caz).	4
4.4. Mentenanță: operațiuni de <i>firmware update</i> și <i>backup</i> de configurație.	Fișă de urmărire a mentenanței preventive.	Test final de depanare (Troubleshooting).	4
5. Implementarea și gestionarea protocoalelor de securitate moderne (WPA3) și sistemele de autentificare centralizată (802.1X/RADIUS), protejând rețelele wireless împotriva vulnerabilităților și accesului neautorizat.			
5.1. WPA3: diferențele esențiale față de WPA2 (SAE, Forward Secrecy).	Fișă comparativă WPA2 vs. WPA3.	Evaluare orală/interviu.	2
5.2. 802.1X/RADIUS: rolul serverului RADIUS în autentificarea Enterprise.	Schemă logică a fluxului de autentificare 802.1X.	Demonstrarea modelului (explicarea fluxului 802.1X pe schemă).	4
5.3. Vulnerabilități: tipuri de atacuri și metode de prevenire.	Prezentare: Metode de protecție la nivel Layer 2.	Derularea prezentării (expunerea măsurilor de securitate).	4
5.4. Politici de Acces: crearea de politici pentru <i>Guest Access</i> .	Document de politică de acces pentru rețeaua unui birou mic.	Prezentarea portofoliului (Evaluarea documentului de politică).	4

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

1. Analiza spectrului radio și identificarea interferențelor
2. Instalarea fizică și optimizarea amplasării Punctului de Acces (AP)
3. Configurarea de bază a unui Punct de Acces (AP)
4. Configurarea opțiunilor de acces multiplu (SSID și VLAN)
5. Implementarea securității WPA3 (Personal Mode)
6. Configurarea autentificării enterprise (802.1X)
7. Realizarea unei legături Wireless Bridge (Point-to-Point)
8. Diagnoza și optimizarea performanței legăturii
9. Simularea depanării (troubleshooting) rețelei Wireless
10. Monitorizarea rețelei și gestionarea firmware-ului.

IX. Sugestii metodologice

Elementul de bază al Curriculumului sunt competențele ce trebuie formate și dezvoltate în procesul de formare profesională. Acestea vor fi formate prin organizarea eficientă a procesului de instruire. Pentru aceasta sunt necesare două condiții:

1. *Organizarea activităților.* Pentru buna organizare a procesului didactic ambii participanți necesită de a-și organiza activitățile. De modul cum sunt organizate acestea depinde în mare măsură nivelul de formare a competențelor. În această ordine de idei, în procesul de organizare a activităților se vor asigura:

- condiții optime pentru buna colaborare dintre elev și profesor;
- un set de procese care duc la îmbunătățirea relațiilor dintre părți;
- un nivel de implicare a părților acționând în baza unor reguli și acțiuni prestabilite.

2. *Selectarea adecvată a metodelor de instruire.* Se recomandă utilizarea metodelor de instruire precum:

Simularea și modelarea. Simularea este utilizată pentru prezentarea la faza inițială a unor concepte, oferind posibilitatea de ghidare a activității studentului în bază de situații practice. Prin intermediul acestei metode se pot reda, prin analogie, diverse situații, raționamente, care pot să reprezinte relații dintre obiecte, fenomene, procese etc. Această metodă se recomandă pentru predarea-învățarea-evaluarea următoarelor unități de conținut:

- Modelarea propagării semnalului și planificarea acoperirii
- Modelarea interconectării de la distanță (Bridge Wireless)
- Simularea arhitecturii de bază 5G (Network Slicing).

Problematizarea mai poate fi denumită și predare prin rezolvare de probleme sau predare productivă de probleme. Conform acestei metode instruitul este pus în fața unor dificultăți create în mod deliberat, și prin depășirea lor învață ceva nou. „Punctul forte” al metodei îl constituie situația-problemă. Din această cauză este necesar de a formula corect situația. La crearea situației de tip problemă se va ține cont de următoarele caracteristici:

- A. Situația trebuie să prezinte o dificultate pentru instruit, iar pentru a găsi soluția, acesta se va confrunta cu efort de gândire;
- B. Situația trebuie să prezinte interes, astfel încât acesta să acționeze spre a rezolva problema;
- C. Situația trebuie să orienteze activitatea instruitului spre a rezolva problema și de a-l cointeresa pe acesta de a dobândi noi cunoștințe;
- D. Rezolvarea situației nu va fi posibilă fără a apela la cunoștințele recent dobândite.

Prin intermediul situației create, instruitul este cointerestat de a studia, analiza și a participa la rezolvarea problemei. Aplicarea acestei metode presupune parcurgerea a patru etape:

1. Formularea problemei – este descrisă situația problemă, explicarea, după necesitate a diferitor puncte cheie, care ar permite instruitului să perceapă problema;
2. Studiarea problemei – se lucrează în mod independent, sunt reactualizate anumite resurse;
3. Determinarea soluției – în cadrul acestei etape sunt pregătite resursele necesare, se descoperă mijloacele care duc la rezolvarea problemei și este analizat modul de aplicare a acestora în determinarea soluției;
4. Obținerea rezultatului final – se analizează rezultatul obținut și formate anumite concluzii.

Această metodă se recomandă pentru predarea-învățarea-evaluarea următoarelor unități de conținut:

- Diagnoza vitezei reduse (Low Throughput)
- Optimizarea performanței rețelei WLAN aglomerate
- Restabilirea conectivității după o eroare de securitate.

Instruirea asistată de calculator este o metodă didactică care valorifică principiile de modelare și analiză cibernetică. Prin intermediul calculatorului se pune la dispoziția elevului un set de probleme, care necesită a fi analizate, completate sau elaborate. Utilizarea metodei va oferi posibilitatea de organizarea informației conform cerințelor programei adaptabile la capacitățile fiecărui student; stimularea cognitivă a studentului prin secvențe didactice și întrebări ce vizează depistarea unor lacune, probleme, situații-problemă; rezolvarea sarcinilor didactice prezentate anterior prin reactivarea sau obținerea informațiilor necesare de la resursele informatice apelate prin intermediul calculatorului; realizarea unor sinteze recapitulative după parcurgerea unor teme, module de studiu, lecții; asigurarea unor exerciții suplimentare de stimulare a creativității studentului.

Această metodă se recomandă pentru predarea-învățarea-evaluarea următoarelor unități de conținut:

- Integrarea IP-ului în rețeaua Wireless Backhaul
- Rutarea BGP pentru interconectarea cu Internetul
- Alocarea și configurarea IPv6 pe dispozitivele wireless.

Metoda studiul de caz valorifică o situație reală care se analizează și se rezolvă. Avantajul metodei, constă în faptul că fiecare dintre student își va aduce aportul la analiza și rezolvarea problemei. În utilizarea acestei metode se conturează câteva etape: 1) Selectarea și prezentarea cazului; 2) Organizarea echipelor de lucru; 3) Prelucrarea și conceptualizarea; 4) Structurarea finală a studiului.

Această metodă se recomandă pentru predarea-învățarea-evaluarea următoarelor unități de conținut:

- Alegerea standardului Wireless optim
- Proiectarea unui link Wireless punct-la-punct (backhaul).

X. Sugestii de evaluare

Axarea procesului de învățare-predare-evaluare pe competențe presupune efectuarea evaluării pe parcursul întregului proces de instruire. Evaluarea continuă va fi structurată în evaluări formative și evaluări sumative (finale) ce țin de interpretarea creativă a informațiilor și de capacitatea de a rezolva situațiile de problemă.

Activitățile de evaluare vor fi orientate spre motivarea elevilor și obținerea unui feedback continuu, fapt ce va permite corectarea operativă a procesului de învățare, stimularea autoevaluării și a evaluării reciproce, evidențierea succeselor, implementarea evaluării selective sau individuale.

Pentru a eficientiza procesele de evaluare, înainte de a demara evaluările, cadrul didactic va aduce la cunoștința elevilor tematica lucrărilor, modul de evaluare (bareme/grile/criterii de notare) și condițiile de realizare a fiecărei evaluări.

Evaluarea curentă/formativă se va realiza prin diverse modalități: observarea comportamentului elevului, analiza rezultatelor activității elevului, discuția/conversația, prezentarea proiectelor individuale de

activitate. Prin evaluarea curentă/formativă, cadrele didactice informează elevul despre nivelul de performanță; îl motivează să se implice în dobândirea competențelor profesionale.

Evaluarea sumativă se realizează la finele modulului în baza simulării în atelier a unei situații de problemă din contexte profesionale variate, care solicită elevului demonstrarea competenței profesionale. Cadrele didactice vor elabora sarcini prin care vor orienta comportamentul profesional al elevului spre demonstrarea sistemului de cunoștințe și abilități. În acest scop, vor fi clar stabiliți indicatorii și descriptorii de performanță ai procesului și produsului realizat de către elev.

Portofoliul reprezintă o metodă complexă de evaluare în care un rezultat al evaluării este elaborat pe baza aplicării unui ansamblu variat de probe și instrumente de evaluare. Portofoliul, de regulă este realizat pe o perioadă mai îndelungată (în decursul mai multor ore). Conținutul unui portofoliu este reprezentat de rezultatele la: lucrări practice, studiul individual, investigații, referate și proiecte, observarea sistematică la clasă, autoevaluarea elevului, chestionare de atitudini etc. Alegerea elementelor ce formează portofoliul este realizată de către profesor (astfel încât acestea să ofere informații concludente privind pregătirea, evoluția, atitudinea elevului) sau chiar de către elev (pe considerente de performanță, preferințe etc.). Structurarea evaluării sub forma de portofoliu se dovedește deosebit de utilă, atât pentru profesor, cât și pentru elev sau părinții acestuia. Pentru a realiza o evaluare pe bază de portofoliu, profesorul:

- va comunica elevilor intenția de a realiza un portofoliu, adaptând instrumentele de evaluare ce constituie “centrul de greutate” ale portofoliului la specificul unității de învățare;
- va alege componentele ce formează portofoliul, dând și elevului posibilitatea de a adăuga piese pe care le consideră relevante pentru activitatea sa;
- va evalua separat fiecare piesă a portofoliului în momentul realizării ei, dar va asigura și un sistem de criterii pe baza cărora să realizeze evaluarea globală și finală a portofoliului;
- va pune în evidență evoluția elevului, particularitățile de exprimare și de raportare a acestuia la aria vizată;
- va integra rezultatul evaluării portofoliului în sistemul general de notare.

În calitate de **produse pentru măsurarea competenței** se vor folosi, după caz:

- Raport de analiză de spectru și test de *throughput* (debit)
- Diagrama de arhitectură logică a rețelei WLAN/celulare
- Configurația unui Punct de Acces (AP) și a unui client
- Fluxul de autentificare (802.1X/WPA3) sau diagrama de interconectare Bridge
- Fișă de *Site Survey* și Buget de legătură.

Criterii de evaluare a produselor pentru măsurarea competențelor sunt:

- Corectitudinea configurării radio (canal, putere, standard 802.11) și a securității (WPA3/802.1x)
- Claritatea și exactitatea schemei logice/fizice (inclusiv amplasarea AP-urilor) și a planului de adresare VLAN/IP
- Capacitatea de a diagnostica (cu *iperf* sau analizor de spectru) și de a interpreta datele pentru a remedia problemele de performanță
- Corectitudinea fluxului logic de autentificare WPA3/802.1x sau a procedurii de interconectare de tip Bridge
- Respectarea normelor SSM la manipularea fizică a echipamentelor și cablurilor.

Pe parcursul modulului se realizează evaluare continuă, prin aplicarea instrumentelor de evaluare continuă (probe scrise, probe orale, probe practice), iar la sfârșitul lui se realizează evaluare sumativă, pentru verificarea atingerii competențelor care se va realiza printr-un examen ce va include o probă teoretică (ce poate fi sub formă de test scris/oral sau test online) și o probă practică (de regulă, o aplicație sau o simulare) pentru a măsura atât cunoștințele conceptuale, cât și competențele aplicative dobândite.

XI. Resursele necesare pentru atingerea rezultatelor învățării

Cerințe față de sălile de curs	
Pentru orele teoretice	Mostre de antene (omnidirecționale, direcționale, patch). Trusă profesională pentru rețelistică și cablare. Consumabile de bază (cabluri UTP/FTP, conectori RJ45, etichete). Proiector multimedia de înaltă rezoluție (Full HD).
Pentru orele de laborator	Laborator de Informatică/rețelistică care asigură fiecărui elev un calculator (sau <i>thin client</i>). Standuri de lucru modulare: echipamente montate pe panouri/standuri mobile pentru configurare fizică. Consumabile specifice: cabluri de antenă (coaxiale), atenuatoare (pentru teste).
Cerințe față de lecțiile on-line	
Instruirea la distanță	Instrumente de comunicare sincronă/asincronă (Microsoft Teams, Zoom, Google Meet); Platforme de management al învățării (LMS) pentru distribuirea materialelor, temelor și evaluării (ex: Moodle, Google Classroom). Instrumente digitale pentru predare/evaluare (Kahoot, Quizizz) și instrumente de colaborare online (Whiteboard-uri virtuale); Asigurarea accesului elevilor la laboratoarele virtuale (istanțe ale simulatoarelor EVE-NG/GNS3 sau acces la medii virtuale de configurare) pentru a executa lucrările practice de la distanță.
Cerințe tehnice	
Parametri tehnici minimi ale calculatorului	Procesor: Quad-Core (2.5 GHz sau echivalent modern). Memorie operativă: 8 GB (minim), 16 GB (recomandat). Unitate de stocare: 256 GB SSD (recomandat) sau 500 GB HDD. Afișaj și grafică: Dimensiune: 23" Full HD (1920x1080). Network: Port Gigabit Ethernet (1000 Mb) pe fiecare stație.
Software	Sistem de Operare Microsoft Windows 10/11 sau distribuție Linux modernă. Cisco Packet Tracer (versiunea actuală) și EVE-NG / GNS3.
Hardware	Routeri (cu suport BGP/OSPF/MPLS), switch-uri gestionabile (cu suport VLAN), Puncte de Acces (AP) Dual-Band/Wi-Fi 6 (802.11ax), Plăci de rețea Wireless USB/PCI (compatibile Wi-Fi 6); Testere de cablu (UTP/FTP), Terminale de măsură (ex: SWR/Putere) simple, Dispozitive de analiză de spectru USB (software-defined radio). Telefoane inteligente (cu suport Wi-Fi 5/6), Tablete, Laptopuri (pentru testarea performanței și roamingului).

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ resursa
1.	Doru Suciuc Fundamente ale sistemelor de comunicații, Ed. MatrixRom, București 2009	Biblioteca instituției
2.	Grazziela Niculescu, Ștefania Bărbălău Analiza și modelarea sistemelor de comunicații, Ed. MatrixRom, București 1997	Biblioteca instituției
3.	Dan Galațchi Problematika rutării în rețelele de comutare de pachete, Ed. MatrixRom, București 2005	Biblioteca instituției
4.	Lucian Ioan, Grazziela Niculescu Sisteme de comunicații, Ed. MatrixRom, București 2012	Biblioteca instituției
5.	Roxana Zoican, Dan Galațchi Managementul rețelelor de telecomunicații, Ed. MatrixRom, București 2004	Biblioteca instituției
6.	Titu I. Băjenescu Comunicații de bandă largă. Aspecte tehnice, economice, politice și sociale, Ed. MatrixRom, București 2004	Biblioteca instituției
7.	Tatiana Rădulescu Rețele de telecomunicații, Ed. Thalia, București 1997	Biblioteca instituției
8.	Bodgan, Iulian, <i>Instalarea și Diagnoza Echipamentelor Wireless: Ghid Practic pentru Tehnicienii</i> , Ed. MatrixRom, București, 2023.	Internet
9.	Rappaport, Theodore S., <i>Wireless Communications: Principles and Practice</i> , Ed. Pearson Education, New Jersey, 2024	Internet
10.	Molisch, Andreas F., <i>Wireless Communications</i> , Ed. Wiley-IEEE Press, New York, 2023	Internet
11.	Popescu, Adrian, <i>Sisteme de Comunicații Mobile 4G și 5G: Arhitecturi și Tehnologii</i> , Ed. Tehnică, București, 2024.	Internet
12.	Ciobanu, Adrian, Ionescu, Victor, <i>Rețele Locale Fără Fir: Implementare Wi-Fi 6 și Securitate WPA3</i> , Ed. Polirom, Iași, 2023.	Internet
13.	Ghimpu, Silviu, Sasu, Mihai, <i>Principii de Modulație și Multiplexare în Comunicațiile Radio (OFDM și MIMO)</i> , Ed. AGIR, București, 2022.	Internet
14.	https://www.jandarmeriadambovita.ro/pdf/pdf_anunturi_angajare/documente%20pentru%20concurs%20sursa%20externa/retcalc_ed_4.pdf	Internet
15.	https://docstore.mik.ua/oreilly/networking/tcpip/index.htm	Internet
16.	https://mrbondarenco.wordpress.com/2013/05/05/tehnologia-virtual-private-network/	Internet