

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

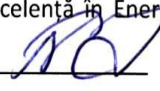
S.08.O.024 Arhitecturi și protocoale de comunicații

Specialitatea: 0714.7 Tehnologii și rețele de telecomunicații

Calificarea: 0714.7.1 Tehnician/tehniciană rețele de telecomunicații

Aprobat:

La ședința Consiliului metodic-științific al Centrului de Excelență în Energetică și Electronică din „15” Septembrie 2025, director adjunct pentru instruire Virgil BANTAȘ 

La 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:

ZAGAEVSCHI Stela, grad didactic superior, IP Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

POPOV Natalia, grad didactic superior, IP 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>5</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>7</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>13</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 *Arhitecturi și protocoale de comunicații* 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.

Gestionarea protocoalelor de rețea reprezintă un set de activități complexe care asigură funcționarea eficientă, stabilă și sigură a infrastructurii de comunicații. Aceasta include:

- întreținerea, supravegherea, îmbunătățirea și actualizarea continuă a protocoalelor de comunicații;
- asistența în administrarea protocoalelor de rutare care presupune, pe lângă aspectele deja menționate (dirijarea traficului/fluxului de date, mentenanța tabelelor de rutare, controlul traficului);
- implementarea protocoalelor de rutare dinamice esențiale:
 - OSPF (Open Shortest Path First): un protocol de rutare interior (IGP - Interior Gateway Protocol) bazat pe starea legăturii (link-state), folosit pentru a determina cea mai scurtă cale în interiorul unui sistem autonom (AS)
 - BGP (Border Gateway Protocol): protocolul de rutare exterior (EGP - Exterior Gateway Protocol) care face posibilă interconectarea rețelelor la nivel global (Internetul), schimbând informații de rutare între sistemele autonome
 - MPLS (Multiprotocol Label Switching): o tehnică ce permite dirijarea pachetelor de date folosind etichete (labels) în locul adreselor IP, sporind viteza și eficiența în rețelele de mari dimensiuni.
- alocarea și gestionarea adreselor IPv6: trecerea de la IPv4 la IPv6 impune cunoașterea schemelor de adresare, a mecanismelor de autoconfigurare și a tranziției între protocoale.

Tehnicianul în telecomunicații joacă un rol vital în menținerea rețelei prin:

- monitorizare zilnică: supravegherea activității cotidiene din rețea pentru a asigura utilizarea resurselor companiei conform standardelor stabilite
- testare și diagnosticare: rularea de teste periodice pentru a depista eventualele abateri de la regimurile prestabilite de funcționare
- mentenanța rutelor și configurărilor:
 - monitorizarea statutului rutelor și reînnoirea acestora
 - actualizarea tabelelor de rutare
 - configurarea și reconfigurarea echipamentelor de rețea (routere, switch-uri) și a configurației logice a rețelei pentru a răspunde nevoilor de extindere sau optimizare.

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

S.06.O.020 Tehnici de comutație și rutare;

F.07.O.015 Sisteme de operare și tehnologii de rețea;

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

Aceste cunoștințe prealabile sunt necesare pentru a înțelege modul în care protocoalele de rețea interacționează cu hardware-ul și software-ul, și cum sunt configurate și gestionate în cadrul unei arhitecturi de comunicații.

II. Motivația, utilitatea unității de curs pentru dezvoltarea profesională

Protocoalele de comunicații și Internetul sunt "regulile de bază" care permit ca miliarde de dispozitive (telefoane, computere, camere de supraveghere, mașini) să comunice zilnic. Ca tehnician, rar ne gândim la servere și echipamente; ne concentrăm pe a ne asigura că regulile sunt respectate.

Aplicațiile folosite astăzi – de la citirea e-mailului și serviciile de *cloud computing* până la camerele de supraveghere IP și rețelele 5G – se bazează pe un sistem complex de echipamente de rețea (routere, switch-uri) și regulile (protocoalele) pe care acestea le folosesc.

- Asistența bună a protocoalelor de rețea înseamnă că rețeaua este rapidă, sigură și nu se blochează;
- Disponibilitate maximă: reducerea probabilităților de cădere majoră a traficului și a echipamentelor (routere) prin implementarea redundanței (mecanisme de rezervă);
- Viteză și calitate: creșterea performanțelor rețelelor și reducerea timpului de așteptare (latență), esențial pentru apelurile video sau teleconferințe;
- Fiabilitate stabilă: asigurarea unei funcționări stabile și fiabile a rețelelor, chiar și când traficul este mare.

După studierea acestui modul, elevii vor dobândi abilități practice de tehnician/tehniciană, fiind capabili să:

- să monitorizeze și să verifice periodic starea protocoalelor de rutare (OSPF, BGP) și a serviciilor de bază (DNS, DHCP) folosind instrumente de diagnostic;
- să gestioneze protocoalele: să adauge (de exemplu, un nou segment de rețea) sau să elimine/actualizeze (de exemplu, o versiune mai veche a unui protocol) protocoalele de comunicații;
- să întrețină și să configureze protocoalele, asigurând buna lor funcționare pe routere și switch-uri;
- să depaneze și să remedieze problemele de rutare, identificând rapid de ce pachetele de date nu ajung la destinație;
- să implementeze securitatea: să configureze și să modifice politicile de securitate pentru a bloca utilizatorii neautorizați;
- să optimizeze fluxurile de date în rețele, folosind tehnici de Quality of Service (QoS) pentru a prioritiza traficul important (de exemplu, apelurile de urgență).

III. Competențele profesionale și rezultatele învățării

Competențele profesionale

- Realizarea mentenanței sistemelor de telecomunicații
- Realizarea controlului calității lucrărilor executate
- Aplicarea tehnologiei informației și comunicațiilor în activitatea profesională.
- Comunicarea eficientă cu superiorii și membrii echipei în activitatea profesională.
 - Aplicarea standardelor de eficiență energetică (de exemplu, ITU-T Seria L, PUE) în planificarea, instalarea și controlul calității rețelelor de telecomunicații.
 - Optimizarea ciclului de viață (Life Cycle Assessment - LCA) al echipamentelor de rețea, vizând reutilizarea, recondiționarea și reciclarea responsabilă (E-waste) a componentelor IT&C la dezafectare.
 - Integrarea eticii și responsabilității de mediu în procesul de luare a deciziilor tehnice și în comunicarea profesională cu echipa și superiorii.

Competențele profesionale specifice

- CS1. A dobândi cunoștințe fundamentale, abilități și valori din domeniul protocoalelor de comunicații;
- CS2. A utiliza cunoștințe din domeniul telecomunicațiilor în diverse situații referitoare la protocoalele de comunicații;
- CS3. A aplica tehnici interactive de acumulare, înregistrare, reprezentare, interpretare și comunicare a informației referitoare la studierea rețelelor private virtuale, modelurile de protocoale a rețelelor inteligente;
- CS4. Competența de a rezolva probleme, situații de problemă;
- CS5. Competența de a investiga experimental conectarea rețelelor prin intermediul routerului.
- CS6. A evalua și a compara eficiența energetică a diferitelor arhitecturi de rețea (de exemplu, cablată vs. wireless, fibră optică vs. cupru), în funcție de consumul de resurse materiale și energie.
- CS7. A utiliza protocoale și mecanisme de management energetic (de exemplu, Energy Efficient Ethernet - EEE, modul Sleep) pentru a configura echipamentele de rețea (routere, switch-uri) în vederea reducerii dinamice a consumului în funcție de trafic.
- CS8. A propune soluții de Green Networking, incluzând consolidarea serverelor prin virtualizare și utilizarea surselor de energie regenerabilă pentru alimentarea rețelelor inteligente și a echipamentelor de acces.

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

RI 1: Cunoaștere și înțelegere a conceptelor

- 1.1. Explice arhitecturile de rețea (de exemplu, modelul OSI și TCP/IP), identificând și descriind rolul fiecărui strat și al principalelor protocoale asociate (de exemplu, IP, TCP, UDP, HTTP, FTP).
- 1.2. Definească și să diferențieze funcțiile protocoalelor de comunicații fundamentale (de rutare, de control, de aplicație) utilizate în rețelele de telecomunicații.
- 1.3. Clasifice și să descrie diverse tipuri de rețele, inclusiv conceptul de Rețele Private Virtuale (VPN) și arhitectura rețelelor inteligente.
- 1.4. Să definească și să explice concepte cheie din Green ICT (de exemplu, PUE, EEE, Green Routers) și rolul lor în optimizarea consumului energetic al infrastructurii de telecomunicații.

RI 2: Aplicarea cunoștințelor și abilități tehnice

- 2.1. Configureze și să testeze conectivitatea de bază a echipamentelor de rețea (routere, switch-uri) aplicând cunoștințele despre protocoalele de adresare și rutare.
- 2.2. Implementeze o conexiune simplă de rețea privată virtuală (VPN), analizând cerințele de securitate și funcționare necesare.
- 2.3. Investigeze experimental funcționarea protocoalelor de comunicații, utilizând instrumente de monitorizare (de exemplu, analizatoare de pachete) pentru a înregistra, reprezenta și interpreta traficul de rețea.
- 2.4. Aplice tehnologia informației și comunicațiilor (TIC) pentru a diagnostica și a soluționa probleme simple de conectivitate și protocoale.
- 2.5. Să configureze și să testeze funcțiile de Energy Efficient Ethernet (EEE) pe switch-uri, demonstrând capacitatea de reducere automată a energiei pentru porturile inactive.

RI 3: Mentenanță, controlul calității și rezolvare de probleme (competențe profesionale generale)

- 3.1. Identifice și să propună măsuri corective pentru realizarea mentenanței preventive și corective a sistemelor de comunicații bazate pe protocoale standard.
- 3.2. Evalueze calitatea funcționării unei rețele (de exemplu, latența, pierderea de pachete) utilizând metode și instrumente adecvate, conform standardelor stabilite.
- 3.3. Rezolve situații-problemă specifice legate de arhitecturi și protocoale, utilizând o abordare logică și structurată (de exemplu, depanarea erorilor de adresare IP sau de rutare).

RI 4: Comunicare și relaționare profesională (competențe profesionale generale)

- 4.1. Comunice eficient (oral și în scris) informații tehnice clare și concise referitoare la arhitecturile și protocoalele de comunicații către colegii și superiorii din echipă.
- 4.2. Colaboreze cu membrii echipei la realizarea sarcinilor practice, demonstrând responsabilitate și inițiativă în aplicarea cunoștințelor dobândite.
- 4.3. Să elaboreze rapoarte tehnice clare (oral și în scris) care să includă o analiză de mediu (de exemplu, consumul de energie, propuneri de optimizare PUE), justificând deciziile tehnice prin prisma sustenabilității.

Așadar, aceste rezultate acoperă spectrul de la înțelegerea teoretică la aplicarea practică, mentenanță, controlul calității și abilitățile de comunicare necesare în domeniul telecomunicațiilor.

IV. Administrarea unității de curs

Semestrul	Numărul de ore				Forma de evaluare	Numărul de credite
	Total ore	Contact direct		Studiu individual		
		Teorie	Practică/ Laborator			
VIII	120	40	20	60	examen	4

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 arhitecturii și conceptul de protocol de comunicații	20	10	8	16
2.	Arhitecturi și protocoale avansate de rețea	20	10	6	14
3.	Implementarea soluțiilor securizate	30	12	4	18
4.	Mentenanță, diagnosticare și comunicare profesională	20	8	2	12
	Total	120	40	20	60

VI. Unitățile de învățare

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
1. Fundamentele arhitecturii și conceptul de protocol de comunicații		
UC1. Explicarea arhitecturii rețelelor, identificarea funcțiilor protocoalelor de	1. Conceptul de protocoale de comunicație 2. Modele de referință	A1. Descrierea rolului și necesității protocoalelor de comunicații.

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
comunicații din modelele OSI și TCP/IP și configurarea conectivității de bază a echipamentelor de interconectare.	3. Protocoale de bază 4. Rutare și conectare	A2. Explicarea structurii și funcțiilor celor 7 straturi ale modelului OSI și a celor 4 straturi ale modelului TCP/IP. A3. Calcularea adreselor IP, măștilor de subrețea și segmentarea rețelelor (subnetting). A4. Configurarea adresării IP și a interfețelor de bază pe echipamentele de rețea (switch, router). Testarea conectivității utilizând instrumente de bază
2. Arhitecturi și protocoale avansate de rețea		
UC2. Analizarea arhitecturii și a protocoalelor specifice rețelelor inteligente, aplicarea protocoalelor de rutare dinamică și utilizarea instrumentelor de analiză a pachetelor pentru înregistrarea și interpretarea traficului de rețea.	5. Arhitectura rețelelor inteligente 6. Protocoalele rețelelor inteligente 7. Managementul calității serviciilor (QoS) 8. Protocoale de rutare	A5. Analizarea cerințelor de comunicație în contextul rețelelor inteligente A6. Identificarea și diferențierea protocoalelor specifice A7. Măsurarea și evaluarea parametrilor de calitate (latență, jitter, pierderi) ai unei conexiuni. A8. Implementarea și verificarea rutării statice și a unui protocol de rutare dinamică (ex. OSPF) pe routere. Capturarea și interpretarea pachetelor de rețea utilizând un analizor de protocol
3. Implementarea soluțiilor securizate (VPN)		
UC3. Configurarea și implementarea tunelurilor VPN utilizând protocoale securizate precum IPsec, pentru a asigura comunicarea confidențială între rețele, aplicând totodată măsuri de securitate a datelor.	9. Noțiuni VPN 10. Implementarea soluțiilor de rețele virtuale private 11. Configurarea VPN 12. Securitatea datelor	A9. Diferențierea între tipurile de VPN (Site-to-Site, Remote Access). A10. Descrierea etapelor de stabilire a unui tunel IPsec (faze, moduri de operare). A11. Configurarea unui tunel VPN Site-to-Site între două dispozitive de rețea. Configurarea accesului VPN la distanță (Remote Access). A12. Aplicarea și testarea

Unități de competență	Unități de conținut	Abilități
		metodelor de autentificare și criptare necesare pentru securitatea datelor transmise prin VPN.
4. Mentenanță, diagnosticare și comunicare profesională		
UC4. Aplicarea procedurilor de mentenanță preventivă și corectivă a sistemelor de comunicații, diagnosticarea și soluționarea problemelor complexe de rețea, și comunicarea eficientă a rezultatelor analizei și a soluțiilor tehnice către echipa de lucru și superiori.	13. Diagnosticarea problemelor 14. Mentenanța sistemelor 15. Controlul calității	A13. Depanarea (troubleshooting) sistematică a erorilor de protocol (rutare, adresare, VPN) bazată pe modelul OSI. Identificarea cauzelor principale ale disfuncționalităților. A14. Elaborarea și implementarea unui plan de mentenanță preventivă (backup-uri, actualizări firmware) și corectivă. A15. Documentarea și evaluarea lucrărilor executate conform standardelor tehnice. Redactarea de rapoarte tehnice clare și concise privind starea rețelei. Prezentarea eficientă a soluțiilor tehnice echipei și superiorilor.

VII. Studiu individual ghidat de profesor

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Număr de ore
1. Explicarea funcțiilor fiecărui strat al modelelor de referință OSI și TCP/IP, definirea rolului protocoalelor de bază (IP, TCP, UDP) și configurarea parametrilor de adresare și conectivitate esențiali pe echipamentele de interconectare.			
1.1. Compararea detaliată a modelelor OSI și TCP/IP; descrierea funcțiilor protocolului IP (adresare, clase, subnetting).	Notițe structurate (rezumat comparativ OSI/TCP-IP).	Verificare orală/Test scurt (noțiuni teoretice).	4
1.2. Studiul aprofundat al protocoalelor TCP (controlul fluxului, fiabilitatea) și UDP (caracteristici, aplicații).	Fișă de lucru (rezolvare de exerciții de subnetting)	Evaluare practică (configurare adresare IP/test conectivitate).	4
1.3. Analiza protocoalelor de nivel	Soluția la exerciții de	Observarea	4

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Număr de ore
aplicație (HTTP, DNS, FTP) și a mecanismelor de porturi.	subnetting.	activități la laborator (configurare router/switch).	
1.4 Studiul modului de operare al switch-urilor și routerelor (L2 vs L3).	Diagrama funcțională a pachetului TCP/IP.	Proiect individual (mini-rețea simulată cu adresare corectă).	4
2. Aplicarea cunoștințelor despre arhitecturile rețelelor inteligente și protocoalele de rutare dinamică (ex. OSPF), măsurarea și evaluarea calității serviciilor (QoS) și utilizarea instrumentelor profesionale (precum analizatoarele de pachete) pentru a interpreta traficul de rețea.			
2.1. Investigarea arhitecturii și aplicațiilor rețelelor inteligente (Smart Grid, IoT).	Prezentare despre un protocol IoT (ex. MQTT).	Verificare orală/Test (protocoale avansate).	2
2.2. Studiul protocoalelor specifice rețelelor inteligente (ex. CoAP, ZigBee).	Configurație OSPF (rezultat configurare routere/tabele de rutare).	Evaluare practică la laborator (implementare OSPF/rutare).	4
2.3. Analiza detaliată a principiilor și metricilor QoS (latență, jitter, pierderi).	Raport scurt de analiză Wireshark (identificare protocoale).	Analiză de caz/Simulare (evaluarea QoS).	4
2.4. Aprofundarea funcționării protocolului de rutare dinamică OSPF.	Raport privind analiza și evaluarea QoS.	Evaluare/studiu de caz (întrebări complexe și de sinteză).	4
3. Configurarea și implementarea tunelurilor de rețea private virtuale (VPN), de tip Site-to-Site și Remote Access, utilizând protocoale de securitate precum IPsec pentru a asigura confidențialitatea și integritatea datelor în comunicațiile de la distanță.			
3.1. Studiul protocoalelor VPN: PPTP, L2TP, SSL/TLS, IPsec.	Notițe despre diferențele și vulnerabilitățile tipurilor de VPN.	Test teoretic (noțiuni VPN, IPsec).	4
3.2. Analiza detaliată a protocoalelor IPsec (moduri de operare, faze IKE, AH/ESP).	Document de configurare VPN (pași detaliați pentru un tunel Site-to-Site).	Evaluare practică la laborator (configurare VPN Site-to-Site).	4
3.3. Studiu de caz: cerințe pentru implementarea unui VPN Remote Access.	Configurația finală a tunelului VPN și testul de conectivitate	Verificare orală (explicarea modului de funcționare a VPN).	4
3.4. Aprofundarea rolului criptării și autentificării în securitatea rețelelor.	Mini-proiect de securitate (propunere de soluție VPN pentru o firmă).	Simulare/Test de penetrare (testarea funcționării și securității VPN).	6

Materii pentru studiul individual	Produse de elaborat	Modalități de evaluare	Număr de ore
4. Aplicarea metodelor de diagnosticare și depanare pentru soluționarea problemelor complexe de rețea, realizarea mentenanței sistemelor de comunicații conform standardelor de calitate și comunicarea eficientă soluțiilor tehnice și rapoartele de lucru în mediul profesional.			
4.1. Studiul procedurilor standard de depanare (troubleshooting) în rețele (metoda top-down/bottom-up).	Schemă logică a pașilor de depanare pentru o eroare comună.	Test pe simulator (diagnosticarea și corectarea unei erori).	4
4.2. Investigarea practicilor de mentenanță preventivă (backup, monitorizare).	Plan de mentenanță preventivă (program de backup/actualizare).	Evaluare practică (rezolvarea unui studiu de caz complex de depanare).	4
4.3. Analiza standardelor de control al calității (documentare, logare, audit).	Raport tehnic standardizat (simularea unui raport de intervenție/mentenanță).	Prezentare orală (susținerea raportului tehnic și a soluției propuse).	4

VIII. Lucrările practice/de laborator recomandate

1. Analiza modelului OSI/TCP-IP
2. Adresarea IP și subrețele
3. Investigarea conectivității rețelei
4. Configurarea bază a routerului
5. Analiza traficului cu Wireshark
6. Implementarea Rutării Statice
7. Simularea protocolului OSPF
8. Monitorizarea calității serviciilor (QoS)
9. Implementarea VPN Site-to-Site (IPsec)
10. Configurarea Remote Access VPN
11. Depanarea (troubleshooting) rutării
12. Mentenanța și documentarea

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:

- Implementarea rutelor statice și dinamice.
- Implementarea soluțiilor VPN.
- Implementarea rețelelor inteligente.

Problematicizarea 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:

- Situația trebuie să prezinte o dificultate pentru instruit, iar pentru a găsi soluția, acesta se va confrunta cu efort de gândire;
- Situația trebuie să prezinte interes, astfel încât acesta să acționeze spre a rezolva problema;
- Situația trebuie să orienteze activitatea instruitului spre a rezolva problema și de a-l cointeresa pe acesta de a dobândi noi cunoștințe;
- 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:

- Formularea problemei – este descrisă situația problemă, explicarea, după necesitate a diferitor puncte cheie, care ar permite instruitului să perceapă problema;
- Studierea problemei – se lucrează în mod independent, sunt reactualizate anumite resurse;
- 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;
- Obținerea rezultatului final – se analizează rezultatul obținut și formate anumite concluzii.

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

- Implementarea soluțiilor de control al căilor de nivel 3;
- Conceptul de rutare;
- Manipularea cu actualizările rutării.

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:

- Implementarea multi-aria OSPF.
- Implementarea soluțiilor BGP.
- Implementarea IPv6 în rețelele corporative.
- Implementarea unei soluții MPLS.

Metoda studiul de caz valorifică o situație reală care se analizează și se rezolvă. Avantajul metodei, constă în faptul că fiecare dintre studenți 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:

- Conceptul de protocoale de comunicații;
- Manipularea cu serviciile rețelelor inteligente.

X. Sugestii de evaluare

Acoperirea 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:

- aplicație de testare a protocoalelor de rețea;
- schema rețelei de calculatoare și a protocoalelor utilizate;
- protocoale configurate pe rutere;
- schema de lucru a protocoalelor;
- schema adreselor alocate în rețea locală sau subrețea.

Criterii de evaluare a produselor pentru măsurarea competențelor sunt:

- corectitudinea configurării protocoalelor;
- claritatea în alcătuirea schemei rețelei;
- respectarea cerințelor la folosirea aplicației de testare;
- corectitudinea schemei de lucru a protocoalelor.

Pe parcursul modului 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	Sală de curs teoretică hibridă: echipată cu proiector Full HD sau Display Interactiv (Smart Board), conexiune Wi-Fi de mare viteză și acces la prize pentru dispozitivele personale ale elevilor.
Pentru orele de laborator	Laborator de rețelistică: asigură 1 post de lucru complet echipat per elev (sau max. 2 elevi/post). Echipat cu rack-uri de rețea și minimum 6-8 seturi de echipamente fizice (routere și switch-uri L3/L2 de clasă Enterprise, ex. Cisco seria 2900/3560 sau echivalent modern).
Cerințe tehnice	
Parametri tehnici minimi ale calculatorului	<i>Procesor:</i> Intel Core i5 (sau AMD Ryzen 5) de generație recentă (sau echivalent) <i>Memorie operativă:</i> minimum 8 GB (16 GB - recomandat) <i>Unitate de stocare:</i> minimum 256 GB SSD (pentru viteză și stabilitate) <i>Afișaj și grafică:</i> minimum 14” cu rezoluție Full HD (1920 \times

	1080\$) <i>Rețea:</i> Ethernet Gigabit (1000 Mb/s) și Wi-Fi 5 (802.11ac) sau 6 (802.11ax)
Software	<i>Sistem de operare:</i> sistem de operare modern (Windows 10/11, macOS, sau o distribuție Linux) - compatibilitate cross-platform. <i>Simulare/emulare de rețele:</i> Cisco Packet Tracer (cea mai recentă versiune - ex. 8.x) și GNS3 sau EVE-NG (pentru emularea reală a sistemelor de operare de pe rutere/switch-uri). <i>Virtualizare:</i> Oracle VirtualBox sau VMware Workstation Player/Pro (pentru rularea mașinilor virtuale, necesare pentru testarea serverelor și clienților). <i>Analizor de protocol:</i> Wireshark (cea mai recentă versiune) - standard industrial pentru analiza traficului. <i>Utilitare adiționale:</i> Client SSH/Telnet (ex. PuTTY, MobaXterm), browser modern, editor de text cu suport pentru cod (ex. Visual Studio Code).

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

Nr. crt.	Denumirea resursei	Locul în care poate fi consultată/ accesată/ resursa
1.	Doru Suciu 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 Relele de telecomunicații, Ed. Thalia, București 1997	Biblioteca instituției
8.	https://www.jandarmeriadambovita.ro/pdf/pdf_anunturi_angajare/documente%20pentru%20concurs%20sursa%20externa/retcalc_ed_4.pdf	Internet
9.	https://users.info.uvt.ro/~cristiana.dragoescu/ANUI%20II/Curs14_RC.pdf	Internet
10.	https://docstore.mik.ua/oreilly/networking/tcpip/index.htm	Internet
11.	http://civile.utcb.ro/curs/dppd/dns.pdf	Internet
12.	https://mrbondarenco.wordpress.com/2013/05/05/tehnologia-virtual-private-network/	Internet

