UNIVERSITATEA DIN ORADEA

Coordonatori

Jurca Tünde • Pallag Annamaria

EDUCAȚIE UNIVERSITARĂ ȘI COMPETENȚE PENTRU VIITOR

Inteligență artificială, digitalizare, big data
și competențe verzi pentru creșterea
angajabilității absolvenților

Autori

Jurca Tünde • Ciavoi Gabriela • Filip Sanda • Șoproni Luminița



EDITURA UNIVERSITĂŢII DIN ORADEA

2026

UNIVERSITATEA DIN ORADEA

:

Coordonatori:

Jurca Tünde • Pallag Annamaria

EDUCAȚIE UNIVERSITARĂ ȘI COMPETENȚE PENTRU VIITOR

Inteligență artificială, digitalizare, big data și competențe verzi pentru creșterea angajabilității absolvenților

Autori:

Jurca Tünde • Ciavoi Gabriela • Filip Sanda • Șoproni Luminița

Editura Universității din Oradea

2026

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. Țiț Delia-Mirela – Universitatea din Oradea

Conf. univ.dr. habil. Kiss Rita – Universitatea Debrecen, Ungaria

ISBN 978-606-10-2567-1

Autori și contribuții:

Jurca Tünde – coordonator științific; Introducere, capitolele 1, 3 și 9, secțiunile de sinteză din capitolele 2, 7 și 8

Ciavoi Gabriela – Capitolul 4; secțiunile 2.2, 7.1 și 8.2

Filip Sanda – Capitolul 5; secțiunile 2.3, 7.2 și 8.3

Șoproni Luminița – Capitolul 6; secțiunile 2.4, 7.3 și 8.4

Pallag Annamaria – coordonator instituțional

Coperta: generată cu IA/ Pallag Annamaria

Volum realizat în cadrul Subactivității 4.1 – Elaborarea și realizarea unei analize în vederea anticipării unor nevoi orizontale de dezvoltare a ofertei educaționale, în vederea susținerii angajabilității absolvenților de învățământ terțiar, cu accent pe domenii emergente precum inteligența artificială, digitalizarea, big data și competențele verzi. Proiect: [*Promovarea dezvoltării programelor de studii terțiare de înaltă calitate, flexibile și corelate în domeniul medical și relații internaționale cu cerințele pieței muncii* ,PRACTINDERMED 2., Cod SMIS: 312325].

© Autorii, 2026. Toate drepturile rezervate. Reproducerea integrală sau parțială a textului, fără acordul autorilor, este interzisă. Responsabilitatea pentru conținutul fiecărui capitol revine autorilor acestuia.

Cuprins

Cuvânt înainte 6

Introducere. Contextul și obiectivele cercetării 7

Contextul cercetării 7
Subactivitatea 4.1 și obiectivele cercetării 7
Domeniile și programele de studii vizate 8
Structura volumului 9

1. Metodologia cercetării 11

1.1. Tipul cercetării și abordarea generală 11
1.2. Organizarea echipei de cercetare 11
1.3. Etapele cercetării 12
1.4. Corpusul de planuri de învățământ analizate 13
1.5. Grila comună de analiză 14
1.6. Instrumentele de consultare a angajatorilor 15
1.7. Cadrele de referință 15
1.8. Procedura de raportare și validare 15
1.9. Limitele cercetării 16

2. Transformările pieței muncii și competențele emergente 17

2.1. Patru domenii emergente, trei profiluri profesionale 17
2.2. Sectorul sănătății: competențe emergente 18
2.3. Fizica medicală: competențe emergente 18
2.4. Relațiile internaționale și studiile europene: competențe emergente 19

3. Analiza nevoilor angajatorilor și studenților 21

3.1. Obiectivele analizei 21
3.2. Sursele de informații 21
3.3. Instrumentele adresate angajatorilor 21
3.4. Nevoile de formare identificate 23
3.5. Nevoile orizontale 24
3.6. Nevoile specifice domeniilor 25
3.7. Perspectiva studenților 25
3.8. Rezultatele consultării 26
3.9. Concluziile analizei nevoilor 27

4. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul medical și farmaceutic 29

4.1. Caracteristicile domeniului și transformările actuale ale pieței muncii 29
4.2. Analiza programelor de studii existente 32
4.3. Competențele profesionale și transversale solicitate de angajatori 35
4.4. Oportunități de integrare a inteligenței artificiale, digitalizării, big data și competențelor verzi 36
4.5. Propuneri concrete de actualizare a ofertei educaționale 39
4.6. Concluzii și recomandări specifice domeniului 43

5. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul fizicii medicale 45

5.1. Caracteristicile domeniului și transformările actuale ale pieței muncii 45
5.2. Analiza programelor de studii existente 48
5.3. Competențele profesionale și transversale solicitate de angajatori 52
5.4. Oportunități de integrare a AI, digitalizării, big data și competențelor verzi 53
5.5. Propuneri concrete de actualizare a ofertei educaționale 55

5.6. Concluzii și recomandări specifice domeniului 61

6. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene 63

6.1. Caracteristicile domeniului și transformările actuale ale pieței muncii 63
6.2. Analiza programelor de studii existente..... 65
6.3. Competențele profesionale și transversale solicitate de angajatori 69
6.4. Oportunități de integrare a AI, digitalizării, big data și competențelor verzi..... 70
6.5. Propuneri concrete de actualizare a ofertei educaționale 71
6.6. Concluzii și recomandări specifice domeniului 77

7. Bune practici din universitățile europene 79

7.1. Domeniul medical și medico-dentar 79
7.2. Domeniul fizicii medicale..... 79
7.3. Domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene..... 80
7.4. Lecții comune celor trei domenii 82

8. Plan de integrare a competențelor emergente în oferta educațională 83

8.1. Principiile planului de integrare..... 83
8.2. Programele de studii ale Facultății de Medicină și Farmacie..... 83
8.3. Programul de studii Fizică medicală (Facultatea de Informatică și Științe)..... 86
8.4. Programul de studii Relații Internaționale și Studii Europene 88
8.5. Sinteza planului de integrare la nivelul universității 90

9. Concluzii și recomandări finale.....93

9.1. Concluzii generale..... 93
9.2. Recomandări finale 94
9.3. Direcții viitoare de cercetare 95
9.4. Încheiere..... 95

Bibliografie.....97

Surse generale 97
Domeniul medical și farmaceutic (Capitolul 4) 98
Domeniul fizicii medicale (Capitolul 5) 99
Domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene (Capitolul 6) 102

Anexe 107

Anexa 1. Calendarul consolidat al Subactivității 4.1 107
Anexa 2. Inventarul materialelor didactice elaborate în cadrul Subactivității 4.1 107
Anexa 3. Disciplinele recomandate de experți, pe lângă disciplinele-pilot 108
Anexa 4. Circuitul de raportare și verificare a rezultatelor 108
Anexa 5. Întrebările comune ale instrumentelor de consultare 109
Anexa 6. Calendarul activității Expertului 1 în cadrul Subactivității 4.1 (Capitolul 4) 109
Anexa 7. Teme de seminar propuse (Capitolul 4)..... 110
Anexa 8. Exemple de itemi de evaluare (test-grilă) (Capitolul 4)..... 112
Anexa 9. Calendarul activității Expertului 2 în cadrul Subactivității 4.1 (Capitolul 5) 113
Anexa 10. Structura chestionarului adresat angajatorilor din domeniul fizicii medicale (Capitolul 5) ... 114
Anexa 11. Lucrări de laborator propuse pentru disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații” (Capitolul 5) 115
Anexa 12. Exemple de itemi de evaluare (test-grilă) (Capitolul 5)..... 116
Anexa 13. Exemplu de subiect de examen (Capitolul 5) 117
Anexa 14. Calendarul activității Expertului 3 în cadrul Subactivității 4.1 (Capitolul 6) 117
Anexa 15. Structura chestionarului adresat angajatorilor din domeniul relațiilor internaționale (Capitolul 6) 118

Anexa 16. Teme de seminar elaborate pentru disciplina „Economie circulară în Europa” (Capitolul 6).119
Anexa 17. Exemple de itemi de evaluare (întrebări grilă) (Capitolul 6).....120
Anexa 18. Metodologia de examen și grila de evaluare a proiectului de seminar (Capitolul 6) 121

Cuvânt înainte

Prezentul volum, Educație universitară și competențe pentru viitor, reprezintă unul dintre rezultatele proiectului Practindermed 2.0, derulat la Universitatea din Oradea în cadrul Programului Educație și Ocupare (PEO). Lucrarea valorifică rezultatele Subactivității 4.1, dedicate anticipării nevoilor de dezvoltare a ofertei educaționale și susținerii angajabilității absolvenților de învățământ terțiar.

Într-un context marcat de accelerarea progresului tehnologic și de necesitatea tranziției către o economie sustenabilă, universitățile au responsabilitatea de a pregăti absolvenți capabili să răspundă cerințelor actuale și viitoare ale mediului profesional. Integrarea inteligenței artificiale, a digitalizării, a analizei volumelor mari de date (big data) și a competențelor verzi în formarea universitară constituie o direcție esențială a acestui demers.

Prin abordarea interdisciplinară a domeniilor medical și farmaceutic, al fizicii medicale și al relațiilor internaționale și studiilor europene, volumul reunește analize comparative, perspective ale beneficiarilor formării universitare, exemple de bune practici europene și propuneri concrete de actualizare curriculară. Valoarea aplicativă a lucrării este dată de posibilitatea transpunerii acestor rezultate în discipline, materiale didactice și instrumente de evaluare adaptate noilor realități profesionale.

În calitate de manager al proiectului Practindermed 2.0, îmi exprim aprecierea pentru contribuția echipei de experți și a coordonatorului științific, precum și pentru implicarea celor care au sprijinit realizarea acestei analize. Îmi exprim convingerea că rezultatele prezentate vor constitui un reper util pentru dezvoltarea ofertei educaționale a Universității din Oradea, pentru consolidarea colaborării cu angajatorii și pentru creșterea relevanței formării academice.

Ne dorim ca această lucrare să contribuie la dezvoltarea unei culturi instituționale a inovării, a adaptabilității și a învățării continue, în beneficiul studenților, al absolvenților și al comunității.

Pallag Annamaria

Manager de proiect Practindermed 2.0

Introducere. Contextul și obiectivele cercetării

Coordonator analiză privind dezvoltarea ofertei educaționale: Jurca Tünde

Contextul cercetării

Piața muncii trece printr-o transformare accelerată, determinată de două procese care se desfășoară simultan și se influențează reciproc: transformarea digitală și tranziția verde. Inteligența artificială, analiza volumelor mari de date, automatizarea și platformele digitale schimbă conținutul profesiilor, inclusiv al celor care, până de curând, erau considerate puțin expuse tehnologiei. În paralel, obiectivele de neutralitate climatică și de utilizare eficientă a resurselor creează cerințe noi pentru aproape toate sectoarele economice și pentru administrația publică.

La nivel european, aceste transformări sunt asumate prin politici explicite. Agenda europeană pentru competențe (2020) a stabilit ca prioritate dobândirea competențelor necesare dublei tranziții, verzi și digitale. Programul de politică „Calea către deceniul digital" fixează, pentru anul 2030, ținta ca cel puțin 80% dintre adulți să aibă competențe digitale de bază și ca Uniunea să dispună de 20 de milioane de specialiști în tehnologia informației și comunicațiilor. Pactul Verde European (2019) și Planul de acțiune pentru economia circulară (2020) transformă sustenabilitatea într-o strategie economică. Regulamentul (UE) 2024/1689 privind inteligența artificială introduce, pentru prima dată, un cadru juridic unitar pentru utilizarea acestor tehnologii, iar în domeniul sănătății Spațiul european al datelor privind sănătatea (Regulamentul (UE) 2025/327) stabilește reguli comune pentru utilizarea datelor medicale.

Comisia Europeană a elaborat și cadrele de referință pentru competențele cerute: DigComp 2.2, pentru competențele digitale ale cetățenilor, și GreenComp, pentru competențele în domeniul sustenabilității. Clasificarea europeană a aptitudinilor, competențelor, calificărilor și ocupațiilor (ESCO) oferă un limbaj comun pentru descrierea legăturii dintre formare și ocupații.

Pentru universități, consecința este directă: o ofertă educațională care nu include aceste competențe pregătește absolvenți pentru o piață a muncii care nu mai există în forma pentru care au fost concepute programele de studii. Angajabilitatea absolvenților depinde tot mai mult de capacitatea instituției de a anticipa nevoile pieței, nu doar de a le urma.

Subactivitatea 4.1 și obiectivele cercetării

Volumul de față reunește rezultatele Subactivității 4.1, desfășurată la Universitatea din Oradea: **elaborarea și realizarea unei analize în vederea anticipării unor nevoi orizontale de dezvoltare a ofertei educaționale, pentru susținerea angajabilității absolvenților de învățământ terțiar, cu accent pe domenii emergente precum inteligența artificială, digitalizarea, big data și competențele verzi.** Subactivitatea a vizat, în același timp, revizuirea și actualizarea programelor de studii, pentru a include competențe și cunoștințe relevante în contextul actual al pieței muncii.

Obiectivul general al cercetării a fost identificarea nevoilor de dezvoltare a ofertei educaționale a Universității din Oradea în domeniile emergente și formularea unor propuneri concrete, aplicabile, de actualizare a programelor de studii.

Obiectivele specifice au fost:

1. analiza comparativă a planurilor de învățământ ale programelor de studii relevante din România și din universități ale Uniunii Europene;
2. identificarea decalajelor dintre competențele formate în prezent și competențele solicitate pe piața muncii, în raport cu cele patru domenii emergente;
3. consultarea angajatorilor, prin instrumente elaborate în cadrul proiectului, privind tendințele actuale și viitoare ale pieței muncii;
4. identificarea bunelor practici din universitățile europene care pot fi transferate la Universitatea din Oradea;
5. elaborarea unor instrumente curriculare gata de utilizare – discipline noi, cursuri, teme de seminar, instrumente de evaluare;
6. formularea unui plan de integrare a competențelor emergente în oferta educațională și a unor recomandări la nivel de program, facultate și universitate.

Domeniile și programele de studii vizate

Pentru ca analiza să fie relevantă pentru oferta reală a universității, au fost alese trei domenii cu profiluri diferite: un domeniu reglementat, cu un grad ridicat de digitalizare a practicii (medical și farmaceutic), un domeniu tehnico-științific, la interfața dintre fizică, medicină și tehnologie (fizica medicală), și un domeniu socio-uman, în care tehnologia și sustenabilitatea sunt atât instrumente de lucru, cât și obiect de studiu (relațiile internaționale și studiile europene).

Această alegere permite identificarea atât a nevoilor specifice fiecărui domeniu, cât și a nevoilor orizontale, comune tuturor programelor.

Tabelul I.1. Domeniile analizate și echipa de cercetare

Domeniul	Programe de studii vizate	Facultatea	Responsabil
Medical și farmaceutic	Medicină, Medicină dentară, Farmacie, Asistență medicală generală, Tehnică dentară, Radiologie și imagistică, Balneofiziokinetoterapie și recuperare, Nutriție și dietetică	Facultatea de Medicină și Farmacie	Expert 1 – Ciavoi Gabriela
Fizică medicală	Fizică medicală (licență)	Facultatea de Informatică și Științe	Expert 2 – Filip Sanda
Relații internaționale și studii europene	Relații Internaționale și Studii Europene (licență)	Facultatea de Istorie, Relații Internaționale, Științe Politice și Științele Comunicării	Expert 3 – Șoproni Luminița
Coordonare și sinteză	Toate programele analizate; nevoi orizontale	–	Coordonator – Jurca Tünde

Structura volumului

Volumul este organizat în nouă capitole. Introducerea și Capitolul 1 prezintă contextul, obiectivele și metodologia cercetării. Capitolul 2 descrie transformările pieței muncii și competențele emergente în cele trei domenii. Capitolul 3 analizează nevoile angajatorilor și ale studenților. Capitolele 4, 5 și 6 prezintă, pentru fiecare domeniu, analiza programelor de studii și propunerile concrete de actualizare, după o structură internă comună. Capitolul 7 reunește bunele practici din universitățile europene, iar Capitolul 8 – componenta aplicativă a volumului – prezintă planul de integrare a competențelor emergente în oferta educațională. Capitolul 9 sintetizează concluziile și recomandările finale.

Tabelul I.2. Structura volumului și responsabilitățile de redactare

Capitolul	Responsabil principal
Introducere. Contextul și obiectivele cercetării	Coordonator
1. Metodologia cercetării	Coordonator, cu contribuția experților

2. Transformările pieței muncii și competențele emergente	Toți cei trei experți
3. Analiza nevoilor angajatorilor și studenților	Coordonator și experți
4. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul medical și farmaceutic	Expert 1
5. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul fizicii medicale	Expert 2
6. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene	Expert 3
7. Bune practici din universitățile europene	Toți cei trei experți
8. Plan de integrare a competențelor emergente în oferta educațională	Coordonator și experți
9. Concluzii și recomandări finale	Coordonator
Bibliografie și anexe	Toți

Volumul se adresează conducerii universității și a facultăților, coordonatorilor de programe de studii, cadrelor didactice implicate în revizuirea curriculumului, comisiilor de evaluare și asigurare a calității, dar și angajatorilor și partenerilor interesați de formarea viitorilor absolvenți.

1. Metodologia cercetării

Coordonator analiză privind dezvoltarea ofertei educaționale: Jurca Tünde, cu contribuția experților

1.1. Tipul cercetării și abordarea generală

Cercetarea a avut un caracter aplicativ și prospectiv: scopul nu a fost doar descrierea situației existente, ci anticiparea nevoilor de formare și transformarea constatărilor în propuneri gata de implementat. Abordarea a combinat trei componente:

- **analiza documentară comparativă** a planurilor de învățământ din România și din universități europene, raportată la standardele naționale de calitate și la cadrele europene de competențe;
- **consultarea angajatorilor**, prin chestionare elaborate pentru fiecare domeniu, cu o structură comună pe cele patru domenii emergente;
- **cercetarea-dezvoltare curriculară**, prin care constatările au fost transformate în discipline noi, cursuri, teme de seminar și instrumente de evaluare.

Pentru a asigura comparabilitatea rezultatelor, cei trei experți au lucrat după o grilă comună de analiză și după o structură comună de raportare, stabilite de coordonator la începutul subactivității. Specificul fiecărui domeniu a fost păstrat prin criterii suplimentare de analiză, adaptate profesiei vizate.

1.2. Organizarea echipei de cercetare

Echipa a fost formată din trei experți în elaborarea analizelor privind dezvoltarea ofertei educaționale, câte unul pentru fiecare domeniu, un coordonator al analizei și managerul de proiect. Responsabilitățile au fost împărțite astfel încât fiecare rezultat să treacă prin două niveluri de verificare înainte de a fi considerat final.

Tabelul 1.1. Rolurile în cadrul echipei de cercetare

Rol	Persoana	Responsabilități principale
Expert 1 – domeniul medical și farmaceutic	Ciavoi Gabriela	Analiza planurilor de învățământ din domeniul sănătății; elaborarea disciplinei „Digital Health și Tehnologii Digitale în

		Sănătate", a celor 14 cursuri, a testelor-grilă și a temelor de seminar
Expert 2 – domeniul fizicii medicale	Filip Sanda	Analiza planurilor de învățământ de Fizică medicală; chestionarul pentru angajatori; disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații", cursuri, teste-grilă și subiecte de examen
Expert 3 – relații internaționale și studii europene	Șoproni Luminița	Analiza planurilor de învățământ RISE; chestionarul pentru angajatori; disciplina „Economie circulară în Europa", cursuri, fișa disciplinei, grile, teme de seminar și metodologia de examen
Coordonator analiză	Jurca Tünde	Stabilirea metodologiei și a grilei comune; verificarea rapoartelor lunare; sinteza nevoilor orizontale; coordonarea științifică a volumului
Manager de proiect	Pallag Annamaria	Aprobarea rapoartelor; coordonarea instituțională; asigurarea legăturii cu celelalte activități ale proiectului

1.3. Etapele cercetării

Cercetarea s-a desfășurat în perioada februarie 2025 – noiembrie 2026, în cinci etape succesive. Etapele s-au suprapus parțial, deoarece cei trei experți au avansat în ritmuri diferite, în funcție de numărul de programe analizate și de complexitatea materialelor elaborate.

Tabelul 1.2. Etapele cercetării

Etapa	**Perioada**	**Activități principale**	**Rezultate**
I. Analiza documentară	februarie – iulie 2025	Identificarea și analiza planurilor de învățământ din România și din UE; elaborarea chestionarelor pentru angajatori	Rapoarte lunare de analiză; constatări preliminare și recomandări
II. Analiza comparativă și identificarea decalajelor	iunie – septembrie 2025	Comparația programelor naționale și internaționale; raportarea la standardele ARACIS și la cadrele europene; selectarea disciplinelor propuse	Sinteze comparative; liste de discipline recomandate; selectarea câte unei discipline-pilot pe domeniu
III. Elaborarea materialelor de curs	octombrie 2025 – martie 2026	Elaborarea a câte 14 cursuri pentru fiecare dintre cele trei discipline-pilot	42 de prezentări de curs

IV. Elaborarea instrumentelor de evaluare și a fișelor	aprilie – octombrie 2026	Teste-grilă, subiecte de examen, fișe ale disciplinelor, teme de seminar, metodologii de examen	Pachete complete de evaluare și fișe ale disciplinelor
V. Sinteză și redactare	noiembrie 2026	Sinteza nevoilor orizontale; planul de integrare; redactarea volumului	Volumul de față

1.4. Corpusul de planuri de învățământ analizate

Selecția planurilor de învățământ a urmărit trei criterii: relevanța pentru oferta Universității din Oradea (programe similare, universități din aceeași regiune sau aflate în competiție directă pentru studenți, inclusiv internaționali), reprezentativitatea modelelor curriculare europene (curriculum integrat, învățare bazată pe probleme, programe comune, consorții) și accesibilitatea publică a documentelor. Au fost analizate versiunile planurilor publicate pe site-urile oficiale ale universităților, aplicabile anilor universitari recenți.

Tabelul 1.3. Sinteza corpusului analizat

Domeniul	**Universități / programe din România**	**Universități din Uniunea Europeană**	**Repere de referință**
Medical și farmaceutic	UMFST „George Emil Palade” Târgu Mureș; UMF „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca (Medicină, Medicină dentară, Tehnică dentară)	Debrecen, Košice, Heidelberg, Frankfurt pe Main (Goethe), Viena, Maastricht	Strategia UE pentru sănătate digitală; DigComp 2.2; GreenComp
Fizică medicală	Cluj-Napoca (UBB), București, Iași, Timișoara, Craiova, Oradea	University College London, Lund, KU Leuven	Standardele ARACIS – Științe exacte (2024); recomandările EFOMP; Directiva 2013/59/Euratom
Relații internaționale și studii europene	17 programe RISE din universități din România (Oradea, Cluj-Napoca, București, Iași, Galați, Timișoara, Craiova, Constanța, Suceava, Sibiu, Târgu Jiu, Arad și altele)	Sorbonne Nouvelle, Lusófona, Maastricht, Bologna, Complutense Madrid, Metropolitan University Prague	Pactul Verde European; competențele ESCO; consorțiul Una Europa

Lista completă a planurilor analizate, cu sursele online, este prezentată în Bibliografie, în secțiunile dedicate capitolelor 4, 5 și 6. Numărul total al programelor analizate depășește 40, ceea ce oferă o bază suficientă pentru identificarea tendințelor generale, fără a avea pretenția unei analize exhaustive a ofertei naționale și europene.

1.5. Grila comună de analiză

Pentru fiecare plan de învățământ, experții au urmărit cinci criterii comune, corespunzătoare celor patru domenii emergente și capacității programului de a se adapta:

1. prezența cursurilor de informatică, digitalizare și analiză a datelor;
2. existența unor elemente de inteligență artificială sau machine learning aplicate domeniului;
3. competențele de prelucrare și analiză a datelor (biostatistică, bioinformatică, big data, analiza datelor experimentale sau a indicatorilor);
4. introducerea unor conținuturi legate de sustenabilitate, eficiență energetică, managementul deșeurilor sau economie circulară;
5. deschiderea programului spre interdisciplinaritate și frecvența actualizării curriculumului.

La aceste criterii s-au adăugat criterii specifice fiecărui domeniu: pentru medicina dentară și tehnica dentară – prezența tehnologiilor CAD/CAM, a scanării intraorale și a imprimării 3D; pentru fizica medicală – programarea aplicată pe imagini medicale, radioterapia modernă și acceleratoarele liniare clinice; pentru relațiile internaționale – practica de specialitate, internshipurile și cooperarea universitară (programe comune, consorții).

Tabelul 1.4. Scala de apreciere utilizată în sintezele comparative

Nivel	**Semnificație**
Bun / acoperit	Conținutul este prezent sistematic, în discipline dedicate sau integrat explicit în discipline de specialitate
Parțial	Conținutul apare ca temă în discipline clasice, fără o abordare integrată sau aplicativă
Insuficient	Conținutul apare sporadic, opțional sau doar în anii terminali
Absent	Conținutul nu a fost identificat în planurile analizate

1.6. Instrumentele de consultare a angajatorilor

Pentru a completa analiza documentară cu perspectiva pieței muncii, au fost elaborate chestionare pentru angajatori, cu o structură comună pe cele patru domenii emergente. Fiecare chestionar urmărește, pentru fiecare domeniu emergent, trei aspecte: relevanța pentru activitatea profesională, dificultățile sau riscurile asociate și măsura în care formarea universitară actuală pregătește absolvenții. Secțiunile finale privesc colaborarea dintre universitate și angajatori și pregătirea generală a absolvenților.

Chestionarele combină întrebări închise, cu variante de răspuns pe scale ordinale (de exemplu: „esențială / foarte relevantă / moderat relevantă / puțin sau deloc relevantă"), întrebări cu alegere multiplă și întrebări deschise, care permit angajatorilor să formuleze nevoi neprevăzute de cercetători. Structura comparată a instrumentelor este prezentată în Capitolul 3 și în Anexa 5.

1.7. Cadrele de referință

Interpretarea constatărilor a fost raportată la cadre de referință recunoscute, pentru ca propunerile să fie compatibile cu cerințele de acreditare și cu limbajul comun european al competențelor:

- **standardele ARACIS** pentru domeniile de licență, care stabilesc structura minimă a planurilor de învățământ și limitele în care pot fi introduse discipline noi;
- **DigComp 2.2** – cadrul european al competențelor digitale, utilizat pentru descrierea competențelor digitale transversale;
- **GreenComp** – cadrul european al competențelor în domeniul sustenabilității, utilizat pentru descrierea competențelor verzi;
- **ESCO** – utilizat pentru corelarea competențelor din fișele disciplinelor cu ocupațiile;
- **cadrele profesionale specifice** – recomandările EFOMP pentru fizica medicală, strategia europeană pentru sănătate digitală pentru domeniul medical, politicile UE privind tranziția verde pentru studiile europene.

1.8. Procedura de raportare și validare

Rezultatele au fost raportate lunar. Fiecare expert a întocmit un raport lunar, care a precizat activitatea desfășurată, planurile analizate (cu sursele), constatările și recomandările sau materialele elaborate. Raportul a fost semnat de expert, verificat de coordonatorul analizei și

aprobat de managerul de proiect. Verificarea coordonatorului a urmărit trei aspecte: conformitatea cu obiectivele subactivității, respectarea grilei comune de analiză și coerența cu rezultatele celorlalți experți.

Acest circuit a permis corectarea din timp a eventualelor abateri, armonizarea terminologiei și identificarea, pe parcurs, a nevoilor comune celor trei domenii. Rapoartele lunare constituie baza documentară a capitolelor 4, 5 și 6. Circuitul de verificare este prezentat în Anexa 4.

1.9. Limitele cercetării

Rezultatele trebuie interpretate ținând cont de câteva limite:

- analiza a avut ca obiect planurile de învățământ publice; acestea arată structura programelor, dar nu întotdeauna conținutul efectiv al disciplinelor, care poate include teme digitale sau verzi neidentificabile din denumirea disciplinei;
- planurile de învățământ se modifică anual, iar unele dintre versiunile analizate pot fi fost actualizate între timp;
- selecția universităților europene a fost intenționată, nu aleatorie, și a privilegiat modelele de referință; ea nu descrie situația medie din Uniunea Europeană;
- consultarea angajatorilor depinde de rata de răspuns, iar rezultatele chestionarelor reflectă percepțiile respondenților;
- propunerile curriculare au fost elaborate și verificate în cadrul proiectului, dar eficiența lor va putea fi evaluată doar după implementare.

Aceste limite nu afectează concluziile principale, care sunt convergente în toate cele trei domenii, dar indică direcții pentru continuarea cercetării, prezentate în Capitolul 9.

2. Transformările pieței muncii și competențele emergente

2.1. Patru domenii emergente, trei profiluri profesionale

Coordonator analiză privind dezvoltarea ofertei educaționale: Jurca Tünde

Cele patru domenii emergente vizate de proiect nu au aceeași greutate în toate profesiile, dar sunt prezente în toate. Analiza celor trei domenii arată că transformarea pieței muncii se produce pe două niveluri. La primul nivel, tehnologiile digitale și cerințele de sustenabilitate schimbă **instrumentele de lucru** – dosarul electronic al pacientului și scanarea intraorală în domeniul medical, software-ul de planificare a tratamentului în fizica medicală, bazele de date europene și instrumentele de monitorizare a surselor în relațiile internaționale. La al doilea nivel, ele schimbă **conținutul responsabilității profesionale**: medicul răspunde de utilizarea corectă a unui algoritm de diagnostic, fizicianul medical de validarea unui plan de tratament calculat automat, specialistul în studii europene de interpretarea și aplicarea unor politici verzi și digitale complexe.

Tabelul 2.1. Domeniile emergente în cele trei profiluri profesionale

Domeniul emergent	Medical și farmaceutic	Fizică medicală	Relații internaționale și studii europene
Inteligență artificială	Diagnostic asistat, imagistică, sprijin decizional	Segmentare automată, planificare a tratamentului, control de calitate	Analiză, traducere și monitorizare a surselor; reglementarea AI ca obiect de studiu
Digitalizare	Dosar electronic, telemedicină, mHealth, flux digital în medicina dentară	Software de planificare, sisteme clinice, comisionarea LINAC	Diplomație digitală, comunicare instituțională, trasabilitate digitală
Big data	Analitică clinică, date de la dispozitive purtabile, registre	Date dozimetrice, date de fascicul, date de imagine	Indicatori Eurostat, indicatori de performanță circulară, date de politici publice
Competențe verzi	Deșeuri medicale, Green Digital Health, eficiență energetică	Radioprotecție, deșeuri radioactive, eficiența energetică a echipamentelor	Pactul Verde European, economie circulară, diplomație climatică

Tabelul arată că aceleași patru domenii se traduc, în fiecare profesie, în competențe diferite. De aceea, integrarea lor în oferta educațională nu poate fi făcută doar prin discipline generale,

comune tuturor programelor; este necesară o combinație între un nivel transversal (alfabetizare digitală, etica datelor, principii de sustenabilitate) și un nivel aplicativ, specific fiecărei profesii. Această concluzie a stat la baza planului de integrare din Capitolul 8.

2.2. Sectorul sănătății: competențe emergente

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 1: Ciavoi Gabriela

Sectorul sănătății este unul dintre domeniile în care transformarea pieței muncii este cea mai rapidă și, totodată, cea mai strict reglementată. Patru categorii de competențe emergente caracterizează domeniul: (1) competențele digitale aplicate – utilizarea dosarului electronic, a telemedicinei, a dispozitivelor conectate și a tehnologiilor de fabricație digitală; (2) competențele de lucru cu datele – interpretarea, vizualizarea și utilizarea responsabilă a datelor clinice; (3) competențele privind inteligența artificială – utilizarea critică a sistemelor de sprijin decizional, cu păstrarea responsabilității clinice; (4) competențele verzi – reducerea amprentei de mediu a actului medical, gestionarea deșeurilor și utilizarea rațională a resurselor.

Caracteristica distinctivă a domeniului este dubla constrângere: profesionistul din sănătate trebuie să adopte tehnologia, dar numai în limitele impuse de siguranța pacientului și de protecția datelor cu caracter special. De aceea, în sănătate, competențele digitale sunt inseparabile de cele etice și juridice. Pe piața muncii apar, totodată, profesii hibride – specialist în sănătate digitală, analist de date medicale, manager de sisteme informatice medicale –, iar educația continuă devine o obligație profesională, nu o opțiune.

2.3. Fizica medicală: competențe emergente

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 2: Filip Sanda-Monica

În fizica medicală, transformarea pieței muncii este determinată în primul rând de tehnologie și de reglementare. Patru categorii de competențe emergente caracterizează domeniul: (1) competențele tehnologice și digitale – lucrul cu acceleratoare liniare, sisteme de planificare a tratamentului, sisteme de imagistică și software de analiză dozimetrică; (2) competențele de lucru cu datele – prelucrarea, compararea și interpretarea datelor de fascicul, a datelor de control al calității și a datelor clinice; (3) competențele privind inteligența artificială – utilizarea, comisionarea și monitorizarea instrumentelor de conturare și planificare automată, cu păstrarea responsabilității profesionale; (4) competențele verzi – optimizarea dozei și a numărului de

ședințe, gestionarea surselor și deșeurilor radioactive, utilizarea eficientă a energiei și a echipamentelor.

Caracteristica distinctivă a domeniului este că fizicianul medical răspunde de siguranța unor tehnologii cu risc ridicat. De aceea, fiecare competență digitală vine împreună cu una de calitate și de radioprotecție: un algoritm sau un model de fascicul trebuie validat înainte de utilizare, la fel ca un echipament. Pe piața muncii apar roluri hibride – specialist în aplicații clinice pentru furnizorii de echipamente, fizician responsabil de sistemele AI, specialist în date dozimetrice –, iar formarea continuă devine o cerință a profesiei.

2.4. Relațiile internaționale și studiile europene: competențe emergente

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 3: Șoproni Luminița

În domeniul relațiilor internaționale, transformarea pieței muncii este determinată de schimbarea agendei europene și internaționale. Patru categorii de competențe emergente caracterizează domeniul: (1) competențele verzi – înțelegerea politicilor europene de tranziție verde și a economiei circulare, a instrumentelor de finanțare și a implicațiilor lor geopolitice, de la securitatea resurselor critice la diplomația climatică; (2) competențele digitale – diplomația digitală, comunicarea instituțională online, utilizarea platformelor de colaborare și a instrumentelor de monitorizare a surselor internaționale; (3) competențele de lucru cu datele – utilizarea indicatorilor și a bazelor de date europene în fundamentarea deciziilor și a recomandărilor de politici; (4) competențele privind inteligența artificială – utilizarea instrumentelor AI în analiză, traducere și comunicare și înțelegerea reglementării și a implicațiilor ei internaționale.

Caracteristica distinctivă a domeniului este că specialistul în relații internaționale trebuie să trateze tehnologia și sustenabilitatea în dublu registru: ca instrumente de lucru și ca obiect al negocierilor și politicilor. Pe piața muncii apar roluri noi – consultant pentru proiecte verzi finanțate european, specialist în politici de sustenabilitate, analist de politici bazate pe date, expert în diplomație climatică și digitală –, iar cunoașterea limbilor străine și competența interculturală rămân, în continuare, fundamentul profesiei.

3. Analiza nevoilor angajatorilor și studenților

Coordonator analiză privind dezvoltarea ofertei educaționale: Jurca Tünde, cu contribuția experților

3.1. Obiectivele analizei

Analiza nevoilor are rolul de a verifica și de a completa, din perspectiva beneficiarilor, constatările obținute prin analiza documentară a planurilor de învățământ. Planurile arată ce oferă universitățile; angajatorii și studenții pot spune ce lipsește. Obiectivele capitolului sunt:

1. prezentarea instrumentelor de consultare elaborate în cadrul proiectului;
2. sinteza nevoilor de formare identificate în cele trei domenii, cu distincția dintre nevoile orizontale (comune) și cele specifice;
3. integrarea perspectivei angajatorilor și a studenților în fundamentarea planului de integrare din Capitolul 8.

3.2. Sursele de informații

Analiza nevoilor s-a sprijinit pe trei surse:

- **analiza documentară** realizată de experți (capitolele 4–6), care a evidențiat decalajele dintre oferta actuală și competențele emergente;
- **consultarea angajatorilor**, prin chestionarele elaborate pentru domeniile fizicii medicale și relațiilor internaționale și prin contactele cu reprezentanții angajatorilor din domeniul medical;
- **perspectiva studenților**, prin consultarea acestora privind competențele pe care le consideră necesare pentru inserția profesională.

Cele trei surse au fost corelate prin aceeași grilă tematică – inteligența artificială, digitalizarea, big data, competențele verzi și colaborarea universitate–piața muncii –, ceea ce permite compararea directă a rezultatelor.

3.3. Instrumentele adresate angajatorilor

Chestionarele pentru angajatori au fost elaborate de experți, pe baza unei structuri comune convenite la nivelul coordonării, și adaptate fiecărui domeniu. Ele vizează categorii diferite de

angajatori: spitale, centre de radioterapie și imagistică și furnizori de echipamente medicale, pentru fizica medicală; instituții publice, organizații internaționale și neguvernamentale, companii cu departamente de afaceri europene, pentru relațiile internaționale și studiile europene.

Tabelul 3.1. Structura comparată a chestionarelor pentru angajatori

Componenta	**Fizică medicală**	**Relații internaționale și studii europene**
Titlul instrumentului	Chestionar pentru identificarea tendințelor actuale și viitoare în piața muncii în domeniul fizicii și fizicii medicale	Chestionar pentru identificarea tendințelor actuale și viitoare în piața muncii în domeniul relațiilor internaționale
Variante	Două variante: centrată pe fizica medicală; extinsă la fizică și fizică medicală	O variantă
Secțiuni privind domeniile emergente	AI; digitalizare; big data; competențe verzi	AI; digitalizare; big data; competențe verzi și sustenabilitate
Secțiuni privind rolul universității	Rolul învățământului superior pentru fiecare domeniu emergent; colaborarea universitate – angajatori	Rolul învățământului superior pentru fiecare domeniu emergent; colaborarea universitate – angajatori; pregătirea generală a studenților
Secțiuni privind perspectivele	–	Provocări și oportunități pentru viitor
Număr de secțiuni	9	12
Tipuri de întrebări	Scale ordinale, alegere multiplă cu variantă deschisă, întrebări deschise	Scale ordinale, alegere multiplă cu variantă deschisă, întrebări deschise

Pentru fiecare domeniu emergent, chestionarele urmăresc aceleași patru întrebări de fond:

1. Cât de relevant va deveni domeniul în activitatea profesională în următorii ani?
2. Ce aplicații sau instrumente sunt cele mai utile și care sunt deja folosite?
3. Ce dificultăți, bariere sau riscuri apar în integrarea lor (lipsa instruirii, costuri, aspecte etice, infrastructură, reticența personalului)?
4. Oferă formarea universitară actuală o bază suficientă și ce tip de formare ar fi necesar?

Această structură comună permite agregarea răspunsurilor din domenii diferite și compararea percepțiilor angajatorilor privind fiecare domeniu emergent. Instrumentele pot fi reaplicate periodic, ca parte a mecanismului de revizuire a curriculumului propus în Capitolul 8.

3.4. Nevoile de formare identificate

Corelând constatările analizei documentare din cele trei domenii, au fost identificate nevoile de formare prezentate în Tabelul 3.2. Nevoile sunt formulate din perspectiva competențelor pe care absolvenții trebuie să le dobândească, iar gradul de urgență a fost apreciat în funcție de nivelul de acoperire constatat în planurile de învățământ.

Tabelul 3.2. Matricea nevoilor de formare în cele trei domenii

Nevoia de formare	**Medical și farmaceutic**	**Fizică medicală**	**Relații internaționale și studii europene**	**Tip**
Utilizarea responsabilă a instrumentelor de inteligență artificială	Insuficient acoperită – introdusă sporadic, în anii terminali	Rar, de regulă opțională	Absentă ca disciplină	Orizontală
Analiza și interpretarea datelor (big data)	Limitată la biostatistica clasică	Limitată la prelucrarea datelor experimentale	Rar abordată	Orizontală
Competențe digitale aplicate profesiei	Abordate tangențial (dosar electronic, telemedicină)	Programare fără aplicații clinice	Excepție: „Internetul în relațiile internaționale” (Oradea)	Orizontală, cu componentă specifică
Competențe verzi și sustenabilitate	Practic absente	Absente în planurile românești	Discipline izolate	Orizontală
Etica datelor, protecția datelor și securitatea cibernetică	Dimensiunea digitală a bioeticii lipsește	Abordată prin radioprotecție și etica datelor	Tratată ca temă de politici, nu ca practică	Orizontală
Lucrul în echipe interdisciplinare	Colaborare redusă între specializări	Necesară colaborare fizician – medic – inginer	Interdisciplinaritate prezentă, cooperare universitară limitată	Orizontală
Tehnologii specifice profesiei	Flux digital CAD/CAM,	LINAC, radioterapie stereotactică,	Politici verzi, finanțare europeană,	Specifică

	imprimare 3D, mHealth, IoT, AR/VR	software de planificare	indicatori de performanță	
Actualizarea periodică a curriculumului	Planuri nemodificate semnificativ în 7–8 ani	Revizuire limitată	Actualizare anuală	Instituțională

Matricea arată că **șase dintre cele opt nevoi identificate sunt orizontale**: ele se regăsesc, cu intensități diferite, în toate cele trei domenii. Aceasta este principala constatare a analizei nevoilor și justifică propunerea unor măsuri la nivelul universității, nu doar la nivelul programelor de studii.

3.5. Nevoile orizontale

3.5.1. Inteligența artificială și analiza datelor

În toate cele trei domenii, inteligența artificială și big data sunt fie absente, fie prezente sporadic, de regulă ca discipline opționale sau în anii terminali. Nevoia nu este aceea de a forma specialiști în inteligență artificială, ci absolvenți care înțeleg principiile de funcționare ale acestor instrumente, le pot utiliza responsabil în profesia lor și le pot evalua critic. Competența de a interpreta date – clinice, dozimetrice sau statistice europene – este o condiție a utilizării corecte a algoritmilor.

3.5.2. Competențele digitale aplicate

Programele includ, în general, discipline de informatică generală, dar acestea nu sunt continuate cu aplicații specifice profesiei. Decalajul se află între alfabetizarea digitală și utilizarea profesională a tehnologiei: dosarul electronic al pacientului, software-ul de planificare a tratamentului sau instrumentele de analiză a politicilor publice. Nevoia este de a muta formarea digitală din disciplinele introductive în disciplinele de specialitate.

3.5.3. Competențele verzi

Competențele verzi reprezintă decalajul cel mai mare. În domeniul medical și în fizica medicală, planurile analizate nu conțin discipline care să abordeze impactul tehnologiilor medicale asupra mediului, gestionarea deșeurilor medicale sau eficiența energetică; în relațiile internaționale, ele apar doar în discipline izolate. Totodată, analiza a arătat că sustenabilitatea poate fi predată în mod specific fiecărei profesii: Green Digital Health și auditul deșeurilor în medicină,

radioprotecția și eficiența energetică a echipamentelor în fizica medicală, economia circulară ca politică europeană în studiile europene.

3.5.4. Etica, protecția datelor și responsabilitatea profesională

Utilizarea tehnologiilor digitale ridică probleme noi de responsabilitate: cine răspunde pentru o decizie sprijinită de un algoritm, cum se protejează datele pacienților, cum se garantează transparența. Cadrul european – GDPR, Regulamentul privind inteligența artificială, Spațiul european al datelor privind sănătatea – face din aceste cunoștințe o cerință profesională, nu doar una academică.

3.5.5. Interdisciplinaritatea și colaborarea cu angajatorii

În practică, absolvenții lucrează în echipe interdisciplinare: medicul dentist cu tehnicianul dentar, fizicianul medical cu medicul radioterapeut și cu inginerul, specialistul în studii europene cu economiști și juriști. Formarea universitară valorifică insuficient această colaborare. Totodată, legătura cu angajatorii este bine dezvoltată prin practica de specialitate în unele programe (RISE), dar insuficientă în ceea ce privește accesul la tehnologia actuală.

3.6. Nevoile specifice domeniilor

Tabelul 3.3. Nevoi specifice identificate de experți

Domeniul	**Nevoi specifice**	**Răspunsul propus**
Medical și farmaceutic	Fluxul digital cabinet – laborator (scanare intraorală, CAD/CAM, imprimare 3D); telemedicină și mHealth; trasabilitatea dispozitivelor medicale	Disciplina „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate”; stagii comune Medicină dentară – Tehnică dentară
Fizică medicală	Lucrul cu acceleratorul liniar clinic; asigurarea calității; analiza datelor de fascicul; planificarea tratamentului	Disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații”; lucrări de laborator în parteneriat cu centre de radioterapie
Relații internaționale și studii europene	Politici europene verzi; guvernanță multilevel; finanțare europeană; diplomație digitală și climatică	Disciplina „Economie circulară în Europa”; opționale de big data, AI și fonduri europene

3.7. Perspectiva studenților

Studenții sunt beneficiarii direcți ai ofertei educaționale, iar opinia lor privind competențele necesare pentru inserția profesională este un criteriu de evaluare a relevanței programelor. Consultarea studenților urmărește aceleași teme ca și chestionarele pentru angajatori, pentru a permite compararea celor două perspective:

- percepția privind importanța inteligenței artificiale, a digitalizării, a big data și a competențelor verzi pentru viitoarea profesie;
- măsura în care disciplinele urmate îi pregătesc pentru utilizarea acestor tehnologii;
- tipurile de activități preferate pentru dobândirea competențelor (cursuri opționale, proiecte, stagii, platforme online);
- disponibilitatea de a urma discipline opționale și module interdisciplinare;
- așteptările privind colaborarea cu angajatorii (stagii, proiecte, mentorat).

Compararea perspectivei studenților cu cea a angajatorilor permite identificarea zonelor de convergență – în care nevoia este percepută de ambele părți și măsurile pot fi introduse cu prioritate – și a zonelor de divergență, în care studenții subestimează sau supraestimează importanța unor competențe și în care este nevoie de informare și orientare în carieră.

3.8. Rezultatele consultării

Rezultatele aplicării chestionarelor către angajatori și ale consultării studenților se prezintă pe domenii și pe domenii emergente, după structura din Tabelul 3.4, care permite agregarea răspunsurilor obținute cu instrumentele din cele trei domenii.

Tabelul 3.4. Structura de prezentare a rezultatelor consultării

Domeniul emergent	**Relevanța percepută de angajatori**	**Pregătirea percepută a absolvenților**	**Principalele bariere**	**Perspectiva studenților**
Inteligență artificială	[se completează cu datele prelucrate]	[se completează]	[se completează]	[se completează]
Digitalizare	[se completează]	[se completează]	[se completează]	[se completează]
Big data	[se completează]	[se completează]	[se completează]	[se completează]
Competențe verzi	[se completează]	[se completează]	[se completează]	[se completează]

Colaborare universitate – angajatori	[se completează]	[se completează]	[se completează]	[se completează]

Notă: Tabelul se completează cu rezultatele prelucrate ale chestionarelor (număr de respondenți, distribuția răspunsurilor pe scalele de relevanță, principalele răspunsuri deschise) la redactarea finală a volumului.

3.9. Concluziile analizei nevoilor

Analiza nevoilor conduce la trei concluzii principale. În primul rând, nevoile de formare legate de domeniile emergente sunt **preponderent orizontale**: inteligența artificială, analiza datelor, competențele digitale aplicate, competențele verzi și etica datelor lipsesc sau sunt insuficient acoperite în toate cele trei domenii analizate. În al doilea rând, aceste nevoi se manifestă diferit în fiecare profesie, ceea ce impune un **răspuns pe două niveluri**: module transversale comune și conținuturi aplicate, specifice fiecărui program. În al treilea rând, **colaborarea cu angajatorii** trebuie transformată dintr-o componentă ocazională într-un mecanism permanent de actualizare a ofertei educaționale, prin reaplicarea periodică a instrumentelor elaborate în proiect.

4. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul medical și farmaceutic

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 1: Ciavoi Gabriela

Capitolul de față prezintă rezultatele analizei realizate în cadrul Subactivității 4.1 pentru programele de studii ale Facultății de Medicină și Farmacie a Universității din Oradea – Medicină, Medicină dentară, Farmacie, Asistență medicală generală, Tehnică dentară, Radiologie și imagistică, Balneofiziokinetoterapie și recuperare, Nutriție și dietetică. Analiza s-a desfășurat în perioada martie 2025 – octombrie 2026 și a parcurs trei etape: studiul comparativ al planurilor de învățământ din universități românești și europene, identificarea decalajelor de competențe în raport cu domeniile emergente (inteligență artificială, digitalizare, big data, competențe verzi) și elaborarea unui set concret de instrumente curriculare – o disciplină opțională cu fișă completă, paisprezece cursuri tematice, teme de seminar și instrumente de evaluare.

Structura capitolului urmează schema comună adoptată de cei trei experți: caracteristicile domeniului și transformările pieței muncii (4.1), analiza programelor de studii existente (4.2), competențele solicitate (4.3), oportunitățile de integrare a domeniilor emergente (4.4), propunerile concrete de actualizare (4.5) și concluziile specifice domeniului (4.6).

4.1. Caracteristicile domeniului și transformările actuale ale pieței muncii

4.1.1. Sistemul de sănătate în contextul transformării digitale

Domeniul medical și farmaceutic se află într-un proces de transformare accelerată, determinat de trei factori convergenți. Primul este presiunea demografică: îmbătrânirea populației și creșterea ponderii bolilor cronice sporesc cererea de servicii medicale, în timp ce resursa umană rămâne limitată, iar în cazul României este afectată și de migrația profesioniștilor din sănătate. Al doilea factor este maturizarea tehnologică: dosarul electronic al pacientului, telemedicina, dispozitivele conectate, inteligența artificială aplicată în imagistică și diagnostic, imprimarea 3D și fluxurile CAD/CAM au trecut din zona experimentală în practica curentă. Al treilea factor este reprezentat de criza sanitară provocată de pandemia COVID-19, care a demonstrat, într-un interval foarte scurt, atât utilitatea soluțiilor digitale (consultații la distanță, telemonitorizare, platforme de date epidemiologice), cât și vulnerabilitățile sistemelor nepregătite pentru ele.

Sănătatea digitală (digital health) desemnează integrarea tehnologiilor digitale în toate etapele actului medical – prevenție, diagnostic, tratament, monitorizare și recuperare – precum și în managementul sistemelor de sănătate. Conceptul înglobează noțiunile mai vechi de eHealth

(servicii de sănătate susținute de tehnologia informației), mHealth (servicii furnizate prin dispozitive mobile) și telehealth/telemedicină (furnizarea de servicii la distanță). Evoluția domeniului poate fi urmărită în patru etape: primele sisteme informatice medicale, centrate pe administrare și facturare; digitalizarea documentației clinice după anul 2000; expansiunea aplicațiilor de inteligență artificială după 2015; accelerarea adoptării pe scară largă în timpul pandemiei. Tendințele actuale includ dispozitivele purtabile (wearables), telemonitorizarea pacienților cronici, asistenții conversaționali medicali și gemenii digitali (digital twins) – modele virtuale ale pacientului utilizate pentru simularea evoluției bolii și a răspunsului la tratament.

Pentru piața muncii, aceste transformări au o consecință directă: angajatorii din sistemul sanitar – spitale, clinici private, cabinete de medicină dentară, laboratoare de tehnică dentară, farmacii, centre de imagistică și de recuperare – solicită tot mai frecvent absolvenți capabili să lucreze cu sisteme informatice clinice, să interpreteze date, să utilizeze echipamente digitale și să respecte regimul juridic al datelor medicale. Competența digitală nu mai este o abilitate opțională, ci o condiție de exercitare a profesiei.

4.1.2. Cadrul strategic și normativ european

Transformarea digitală a sistemelor de sănătate este susținută, la nivel internațional și european, de un cadru strategic și normativ care influențează direct competențele cerute absolvenților:

- **Strategia globală a Organizației Mondiale a Sănătății privind sănătatea digitală 2020–2025**, a cărei aplicare a fost prelungită de Adunarea Mondială a Sănătății, în mai 2025, până în 2027; în paralel a început elaborarea unei noi strategii pentru perioada 2028–2033. Strategia recomandă statelor integrarea sănătății digitale în formarea profesioniștilor din sănătate.
- **Spațiul European al Datelor privind Sănătatea (EHDS)**, instituit prin Regulamentul (UE) 2025/327, publicat în Jurnalul Oficial al UE la 5 martie 2025 și intrat în vigoare la 26 martie 2025, cu aplicare etapizată. Regulamentul impune interoperabilitatea sistemelor de dosare electronice de sănătate la nivelul Uniunii și reglementează utilizarea secundară a datelor medicale pentru cercetare și politici publice. Infrastructura MyHealth@EU permite deja schimbul transfrontalier al rezumatului pacientului și al prescripției electronice.
- **Regulamentul general privind protecția datelor – GDPR** (Regulamentul (UE) 2016/679), care încadrează datele privind sănătatea, datele genetice și datele biometrice în categoria datelor cu caracter special, supuse unui regim de protecție sporit.

- **Regulamentul (UE) 2024/1689 privind inteligența artificială (AI Act)**, care clasifică drept sisteme cu risc ridicat numeroase aplicații AI cu utilizare medicală și impune cerințe de supraveghere umană, transparență și gestionare a riscului – ceea ce presupune utilizatori instruiți.
- **Regulamentul (UE) 2017/745 privind dispozitivele medicale (MDR)**, relevant pentru software-ul medical, dispozitivele conectate și trasabilitatea aparatelor medicale.
- Programele de finanțare **EU4Health**, **Horizon Europe** și **Digital Europe**, care susțin investiții în infrastructura digitală și în competențele digitale ale personalului medical.

Ansamblul acestor reglementări produce un efect educațional clar: viitorul profesionist din sănătate trebuie să cunoască nu doar tehnologia, ci și regulile în care aceasta poate fi folosită legal și etic. Universitățile care nu introduc aceste conținuturi în formarea inițială transferă sarcina asupra angajatorilor, care sunt nevoiți să suplinească pregătirea prin instruiri la locul de muncă.

4.1.3. Sectorul sănătății și tranziția verde

Sistemele de sănătate au o amprentă de mediu semnificativă. Studiul *Health Care's Climate Footprint* (Health Care Without Harm și Arup, 2019) a estimat contribuția sectorului sanitar la aproximativ 4,4% din emisiile nete globale de gaze cu efect de seră. La aceasta se adaugă volumul mare de deșeuri medicale – inclusiv deșeuri periculoase și materiale de unică folosință –, consumul energetic al echipamentelor de imagistică și, tot mai important, amprenta digitală: centrele de date, stocarea și transmiterea volumelor mari de imagini și date medicale, echipamentele IT.

Conceptul de **Green Digital Health** (sănătate digitală sustenabilă) propune ca digitalizarea să fie folosită și pentru reducerea impactului asupra mediului – de exemplu, prin telemedicină, care reduce deplasările pacienților și emisiile asociate –, dar și ca digitalizarea însăși să fie proiectată eficient energetic: cloud computing verde, servere eficiente, eliminarea redundanței datelor, arhivare inteligentă, evitarea investigațiilor inutile. Pentru profesiile medicale, competențele verzi se traduc în cunoștințe privind gestionarea deșeurilor medicale, utilizarea rațională a resurselor și a materialelor, alegerea tehnologiilor cu impact redus și înțelegerea legăturii dintre mediu și sănătate.

4.1.4. Implicații pentru profesiile medicale și farmaceutice

Transformarea digitală modifică atât conținutul profesiilor existente, cât și structura pieței muncii. Se conturează roluri noi – specialist în sănătate digitală, analist de date medicale, clinician cu competențe în inteligență artificială, manager de sisteme informatice medicale – și profesii

hibride care combină medicina cu știința datelor și managementul. Tendința dominantă este interdisciplinaritatea: medicina, informatica și managementul se intersectează tot mai des în activitatea de zi cu zi.

În medicina dentară și în tehnica dentară, transformarea este deja vizibilă în practică: scanarea intraorală înlocuiește progresiv amprentarea convențională, iar proiectarea și fabricarea asistate de calculator (CAD/CAM), frezarea și imprimarea 3D au schimbat fluxul de lucru dintre cabinet și laborator. În farmacie, prescripția electronică, trasabilitatea medicamentelor și farmacovigilența bazată pe date transformă activitatea farmacistului. În radiologie și imagistică, algoritmii de inteligență artificială pentru detecția automată a leziunilor pe imagini CT sau RMN devin instrumente de lucru. În recuperare și nutriție, aplicațiile mHealth, senzorii purtabili și realitatea virtuală deschid posibilități noi de monitorizare și terapie.

Pe lângă competențele tehnice, devine esențială **reziliența digitală** – capacitatea profesionistului de a se adapta la schimbări tehnologice continue, de a lucra în siguranță în medii digitale și de a menține calitatea actului medical atunci când tehnologia eșuează. Educația continuă, micro-certificările și programele interdisciplinare devin, astfel, parte a parcursului profesional normal.

4.2. Analiza programelor de studii existente

4.2.1. Metodologia analizei

Analiza a avut ca obiect planurile de învățământ ale programelor de studii Medicină, Medicină dentară și Tehnică dentară din universități de prestigiu din România și din Uniunea Europeană. Selecția a urmărit două criterii: relevanța pentru oferta educațională a Facultății de Medicină și Farmacie din Oradea (instituții din aceeași regiune geografică sau cu care există o competiție directă pentru studenți, inclusiv internaționali) și reprezentativitatea modelelor curriculare europene (curriculum integrat, învățare bazată pe probleme, programe în limbi străine). Au fost analizate planurile de învățământ publice, în versiunile aplicabile anilor universitari 2023–2024 și 2024–2025.

Tabelul 4.1. Planurile de învățământ analizate

Nr.	Universitatea	Programul de studii	Perioada analizei
1	Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie „George Emil Palade” din Târgu Mureș (UMFST)	Medicină dentară; Tehnică dentară	martie 2025

Nr.	Universitatea	Programul de studii	Perioada analizei
2	Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” din Cluj-Napoca	Medicină dentară; Tehnică dentară	martie 2025
3	Universitatea din Debrecen (Ungaria)	Medicină dentară; Medicină	aprilie – mai 2025
4	Universitatea „Pavol Jozef Šafárik” din Košice (Slovacia)	Medicină dentară	aprilie 2025
5	Universitatea din Heidelberg (Germania)	Medicină dentară; Medicină	aprilie – mai 2025
6	Universitatea „Goethe” din Frankfurt pe Main (Germania)	Tehnică dentară	aprilie 2025
7	Universitatea de Medicină din Viena (Austria)	Medicină	mai 2025
8	Universitatea din Maastricht (Țările de Jos)	Medicină	mai 2025
9	UMFST Târgu Mureș și UMF Cluj-Napoca – analiză comparativă	Medicină; Medicină dentară; Tehnică dentară	iunie 2025

Pentru fiecare plan de învățământ au fost urmărite cinci elemente:

1. prezența cursurilor de informatică medicală, analiză de date și inteligență artificială;
2. existența unor elemente de inteligență artificială sau machine learning aplicate în imagistică, diagnostic sau fizică medicală;
3. competențele de prelucrare și analiză a datelor (biostatistică, bioinformatică);
4. introducerea unor conținuturi legate de sustenabilitate și de managementul deșeurilor în domeniul medical;
5. deschiderea programului spre interdisciplinaritate și frecvența actualizării curriculumului.

Suplimentar, pentru programele de Medicină dentară și Tehnică dentară, s-a urmărit prezența tehnologiilor CAD/CAM, a scanării intraorale și a imprimării 3D, precum și potențialul de colaborare didactică între cele două specializări.

4.2.2. Programele de studii din România

Analiza comparativă a planurilor de învățământ de la UMFST Târgu Mureș și UMF „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca a condus la următoarele constatări:

- majoritatea programelor includ discipline de informatică generală, biostatistică și bioinformatică, însă inteligența artificială și machine learning sunt slab reprezentate și, acolo unde apar, sunt introduse doar în anii terminali;

- nu există discipline dedicate sustenabilității sau managementului deșeurilor în programele de Medicină, Medicină dentară și Tehnică dentară;
- tehnologiile digitale specifice (CAD/CAM, frezare, imprimare 3D) apar, în general, ca teme în cadrul disciplinelor clinice sau tehnologice clasice, nu ca discipline de sine stătătoare care să acopere întregul flux digital;
- planurile de învățământ nu au suferit modificări semnificative în ultimii 7–8 ani; modificările identificate privesc mai ales redistribuirea numărului de ore, și mai puțin introducerea de discipline noi;
- interdisciplinaritatea dintre Medicină dentară și Tehnică dentară este insuficient valorificată, deși cele două profesii lucrează, în practică, în același flux clinic-tehnologic.

4.2.3. Programele de studii din universități europene

Analiza programelor din universitățile din Debrecen, Košice, Heidelberg, Frankfurt, Viena și Maastricht a evidențiat o situație mai nuanțată. Universitățile vest-europene au curricule organizate mai flexibil – module integrate, învățare bazată pe probleme (cazul emblematic fiind Maastricht), componente de cercetare și opționale tematice – ceea ce facilitează introducerea mai rapidă a conținuturilor noi. Programele de Tehnică dentară din Germania sunt puternic orientate spre tehnologiile digitale de fabricație. Programele în limbi străine din Debrecen și Košice, aflate în concurență directă cu oferta Universității din Oradea pentru studenții internaționali, au structuri apropiate de cele românești.

Cu toate acestea, constatarea centrală rămâne valabilă și pentru universitățile europene analizate: majoritatea programelor includ informatică generală și biostatistică, dar studenții nu sunt instruiți sistematic în direcția utilizării inteligenței artificiale, a roboticii sau a bioingineriei; se observă o lipsă a competențelor digitale avansate aplicate în imagistică și radioterapie modernă; competențele verzi sunt practic absente – nu există cursuri care să abordeze impactul tehnologiilor medicale asupra mediului, reciclarea echipamentelor medicale sau eficiența energetică în imagistică. Exemplele de bune practici identificate sunt prezentate în Capitolul 7.

4.2.4. Sinteza constatărilor

Tabelul 4.2. Sinteza analizei planurilor de învățământ

Criteriul analizat	Constatare	Nivel de acoperire
Informatică medicală, biostatistică	Prezente în majoritatea programelor, de regulă în primii ani de studiu	Bun

Criteriul analizat	Constatare	Nivel de acoperire
Inteligență artificială și machine learning	Slab reprezentate; introduse sporadic, doar în anii terminali	Insuficient
Big data și analitică în sănătate	Limitate la biostatistica clasică; lipsesc analiza datelor clinice reale și vizualizarea datelor	Insuficient
Dosar electronic, telemedicină, interoperabilitate	Abordate tangențial, fără activități practice dedicate	Insuficient
Flux digital în medicina dentară (scanare, CAD/CAM, imprimare 3D)	Prezent ca teme în discipline clasice; lipsește abordarea integrată a fluxului	Parțial
Etică digitală, GDPR, securitate cibernetică	Bioetica clasică este prezentă; dimensiunea digitală și juridică a datelor lipsește	Insuficient
Competențe verzi, managementul deșeurilor	Practic absente	Absent
Interdisciplinaritate și actualizare periodică	Curricule stabile în ultimii 7–8 ani; colaborare redusă între specializări	Insuficient

Concluzia analizei este că există o **nevoie acută de actualizare** a curriculumului, iar decalajul cel mai mare se înregistrează exact în domeniile vizate de proiect: inteligența artificială, big data, digitalizarea aplicată și competențele verzi. Pentru Facultatea de Medicină și Farmacie din Oradea, această situație reprezintă și o oportunitate: o actualizare rapidă și coerentă a ofertei poate deveni un element de diferențiere față de universitățile concurente din regiune.

4.3. Competențele profesionale și transversale solicitate de angajatori

Pe baza transformărilor descrise în secțiunea 4.1, a cadrului european de referință pentru competențe digitale (DigComp 2.2) și pentru competențe în domeniul sustenabilității (GreenComp), precum și a constatărilor din analiza planurilor de învățământ, au fost identificate competențele pe care angajatorii din domeniul medical și farmaceutic le solicită și le vor solicita într-o măsură crescândă. Rezultatele întâlnirilor cu reprezentanții angajatorilor și ale chestionarelor aplicate studenților, sintetizate în Capitolul 3, se coroborează cu această sinteză.

4.3.1. Competențe profesionale

Tabelul 4.3. Competențe profesionale emergente în domeniul medical și farmaceutic

Domeniu de competență	Conținut
Utilizarea sistemelor informatice clinice	Lucrul cu dosarul electronic al pacientului, prescripția electronică, sistemele de programare și raportare; înțelegerea interoperabilității și a standardelor de schimb de date

Domeniu de competență	Conținut
Telemedicină și telemonitorizare	Desfășurarea consultațiilor la distanță, interpretarea datelor provenite de la dispozitive de monitorizare, cunoașterea limitelor diagnosticului la distanță
Utilizarea responsabilă a inteligenței artificiale	Înțelegerea modului în care învață un algoritm, interpretarea critică a rezultatelor, recunoașterea erorilor și a biasului, păstrarea responsabilității clinice
Analiza și interpretarea datelor	Identificarea surselor de date, verificarea calității datelor, vizualizarea și interpretarea datelor clinice pentru fundamentarea deciziei
Tehnologii digitale de diagnostic și tratament	Scanare intraorală, proiectare CAD, fabricare CAM și imprimare 3D (medicină dentară, tehnică dentară); imagistică asistată de AI (radiologie); mHealth, IoT, AR/VR (recuperare, nutriție)
Protecția și securitatea datelor medicale	Aplicarea GDPR în unitatea medicală, gestionarea consimțământului, recunoașterea amenințărilor cibernetice (ransomware, phishing), măsuri de securitate
Practică sustenabilă	Gestionarea deșeurilor medicale, utilizarea rațională a resurselor, alegerea tehnologiilor cu amprentă redusă, cunoașterea conceptului Green Digital Health

4.3.2. Competențe transversale

- **Lucrul în echipe multidisciplinare** – colaborarea cu ingineri, informaticieni, tehnicieni și manageri, devenită regulă în proiectele de digitalizare;
- **Gândire critică față de tehnologie** – capacitatea de a evalua beneficiile și limitele unei soluții digitale înainte de adoptarea ei;
- **Conduită etică și juridică** – respectarea autonomiei pacientului, a confidențialității și a cadrului normativ (GDPR, AI Act, MDR);
- **Învățare continuă și reziliență digitală** – adaptarea la schimbările tehnologice și actualizarea permanentă a competențelor;
- **Comunicare** – explicarea pe înțelesul pacientului a modului în care sunt folosite datele și tehnologiile, inclusiv în contextul consimțământului informat;
- **Inițiativă și spirit antreprenorial** – capacitatea de a propune și dezvolta produse sau servicii digitale și sustenabile în sănătate.

4.4. Oportunități de integrare a inteligenței artificiale, digitalizării, big data și competențelor verzi

Analiza a identificat cinci direcții în care domeniile emergente pot fi integrate în programele de studii ale Facultății de Medicină și Farmacie. Pentru fiecare direcție au fost elaborate conținuturi de curs, teme de seminar și instrumente de evaluare, prezentate în secțiunea 4.5.

4.4.1. Inteligența artificială și machine learning

Inteligența artificială poate fi utilizată pentru diagnostic asistat, predicția evoluției bolilor și personalizarea tratamentului. Aplicațiile cele mai mature se regăsesc în imagistica medicală (detectarea automată a tumorilor pe imagini CT sau RMN), anatomia patologică, cardiologie, dermatologie și medicina dentară. Integrarea în curriculum nu urmărește formarea de programatori, ci formarea de **utilizatori avizați**: studentul trebuie să înțeleagă diferența dintre învățarea supervizată și cea nesupervizată, rolul datelor de antrenare, validare și testare, precum și riscurile – erori, bias, discriminarea unor categorii de pacienți, lipsa explicabilității. Responsabilitatea finală a deciziei rămâne a medicului, iar acest principiu trebuie asimilat încă din formarea inițială. Activitățile practice pot include analiza unor cazuri reale cu ajutorul unor modele AI și al platformelor de sprijin decizional.

4.4.2. Digitalizarea actului medical

Digitalizarea cuprinde un ansamblu de tehnologii cu grad diferit de relevanță pentru fiecare specializare:

- **dosarul electronic al pacientului** – structură, funcții, interoperabilitate între medicul de familie, spital, laborator și farmacie;
- **telemedicina și telemonitorizarea** – consultații video, tele-expertiză, teleradiologie, monitorizarea pacienților cu diabet, afecțiuni cardiovasculare, în perioada postoperatorie sau a pacienților vârstnici;
- **tehnologiile mobile (mHealth)** – aplicații pentru managementul sănătății personale, monitorizarea glicemiei, a activității fizice sau a aderenței la tratament;
- **Internetul Lucrurilor în medicină (IoT/IoMT)** – senzori inteligenți și dispozitive conectate care permit monitorizarea continuă a parametrilor pacientului în timp real;
- **realitatea augmentată și realitatea virtuală** – în educația medicală (simulări, anatomie) și în reabilitare (medii interactive pentru exerciții și recuperare funcțională);
- **imprimarea 3D și fluxul digital clinic-protetic** – scanare intraorală, design CAD, fabricare CAM, tehnologii SLA, DLP, FDM, SLS, aplicații în implantologie (ghiduri chirurgicale), ortodonție și protetică (coroane, punți, proteze, mock-up-uri).

4.4.3. Big data și analitica în sănătate

Sistemele medicale generează volume foarte mari de date provenite din dosare electronice, dispozitive purtabile, laboratoare, imagistică și registre medicale. Valoarea acestor date depinde

de calitatea lor și de capacitatea profesioniștilor de a le interpreta. Integrarea în curriculum vizează parcursul complet „de la colectare la decizia clinică”: identificarea surselor de date, curățarea și standardizarea datelor incomplete, eronate sau duplicate, vizualizarea prin grafice și tablouri de bord și interpretarea rezultatelor pentru fundamentarea deciziilor clinice. Această direcție se corelează cu utilizarea secundară a datelor de sănătate reglementată de Spațiul European al Datelor privind Sănătatea.

4.4.4. Competențele verzi

Competențele verzi pot fi introduse atât printr-un curs dedicat conceptului de Green Digital Health, cât și prin activități aplicative: auditul deșeurilor într-un spital sau laborator și proiecte de optimizare a colectării selective, analiza consumului energetic al echipamentelor, compararea impactului fluxurilor analogice și digitale (de exemplu, amprentarea convențională versus scanarea intraorală) și evaluarea efectului telemedicinei asupra reducerii deplasărilor. Prin aceste activități, studenții înțeleg că sustenabilitatea este o componentă a calității actului medical, nu un subiect separat de acesta.

4.4.5. Etica, securitatea și protecția datelor

Orice tehnologie digitală medicală ridică probleme de confidențialitate, consimțământ informat, echitate în acces și responsabilitate profesională. Integrarea acestor conținuturi este transversală și obligatorie: principiile etice fundamentale (autonomie, beneficență, non-maleficență, justiție), regimul datelor cu caracter special în GDPR, drepturile pacientului (informare, acces, ștergere, portabilitate), securitatea informatică a unității medicale și tehnologiile emergente de protecție, precum blockchain (registru distribuit, imutabilitate, trasabilitate, contracte inteligente pentru gestionarea accesului și a consimțământului).

Tabelul 4.4. Relevanța direcțiilor de integrare pentru specializările Facultății de Medicină și Farmacie

Specializarea	AI / ML	Digitalizare	Big data	Competențe verzi	Etică / GDPR
Medicină	●●●	●●●	●●●	●●	●●●
Medicină dentară	●●	●●●	●●	●●	●●●
Farmacie	●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Asistență medicală generală	●	●●●	●●	●●●	●●●
Tehnică dentară	●●	●●●	●	●●●	●●
Radiologie și imagistică	●●●	●●●	●●	●●●	●●●

Specializarea	AI / ML	Digitalizare	Big data	Competențe verzi	Etică / GDPR
Balneofiziokinetoterapie și recuperare	●●	●●●	●●	●●	●●
Nutriție și dietetică	●●	●●●	●●●	●●●	●●

Legendă: ●●● relevanță ridicată; ●● relevanță medie; ● relevanță redusă.

4.5. Propuneri concrete de actualizare a ofertei educaționale

Propunerile au fost elaborate gradual, pe parcursul derulării subactivității, și au fost transformate în materiale didactice gata de utilizare. Ele sunt organizate pe patru niveluri: o disciplină opțională nouă, cu fișă completă; un pachet de paisprezece cursuri tematice care pot fi utilizate fie în cadrul disciplinei opționale, fie ca module în discipline existente; teme de seminar și instrumente de evaluare; măsuri complementare la nivel de program și facultate.

4.5.1. Disciplina opțională „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate”

Propunerea centrală este introducerea în planul de învățământ al programului Medicină a disciplinei opționale **„Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate”**, pentru care a fost elaborată fișa disciplinei (Anexa 6 la planul de învățământ). Disciplina poate fi preluată, cu adaptări, și de celelalte programe de studii ale facultății.

Tabelul 4.5. Datele principale ale disciplinei propuse

Element	Propunere
Program de studii / ciclu	Medicină / licență (domeniul Sănătate)
Anul de studiu / semestrul	Anul IV / semestrul I
Regimul disciplinei	Opțională
Ore	4 ore/săptămână (2 curs + 2 lucrări practice); total 56 ore (28 curs + 28 LP)
Studiu individual / total	69 ore studiu individual; 125 ore în total
Credite	5 ECTS
Precondiții recomandate	Informatică medicală, Bioetică; utilizarea calculatorului și a platformelor digitale
Condiții de desfășurare	Sală cu videoproiector, internet, platformă e-learning, laborator informatic
Evaluare	Examen scris (70%); proiect și activitate la lucrările practice (30%)
Standard minim de performanță	Promovarea examenului și demonstrarea competențelor digitale de bază aplicabile în practica medicală

Obiectivul general al disciplinei este formarea competențelor necesare utilizării tehnologiilor digitale în practica medicală. **Obiectivele specifice** vizează înțelegerea transformării digitale și utilizarea dosarului electronic al pacientului, a telemedicinei, a inteligenței artificiale, a big data, a tehnologiilor mHealth, IoT, VR/AR, a imprimării 3D, a tehnologiei blockchain, precum și cunoașterea cadrului GDPR și a conceptului Green Digital Health.

Competențele profesionale urmărite sunt: cunoașterea conceptelor și tehnologiilor de Digital Health; utilizarea dosarului electronic al pacientului și a telemedicinei; evaluarea aplicațiilor AI, Big Data și IoT în practica medicală; aplicarea principiilor de securitate și protecție a datelor medicale; analiza critică a tehnologiilor emergente în sănătate. **Competențele transversale** sunt: lucrul în echipe multidisciplinare; respectarea principiilor etice și a GDPR; învățarea continuă și dezvoltarea competențelor digitale.

Tabelul 4.6. Conținuturile disciplinei – corespondența curs / lucrare practică

Nr.	Curs (2 ore)	Lucrare practică (2 ore)
1	Introducere în Sănătatea Digitală	Platforme Digital Health
2	Transformarea digitală a sistemelor de sănătate	Strategii UE
3	Telemedicina și telemonitorizarea	Simulare telemedicină
4	Dosarul electronic al pacientului	Utilizare EHR
5	Inteligența Artificială și Machine Learning	Aplicații AI
6	Big Data și Analitica în sănătate	Analiză Big Data
7	mHealth	Aplicații mHealth
8	IoT în medicină	Dispozitive IoT
9	Realitate augmentată și virtuală	VR/AR
10	Imprimarea 3D și digitalizarea proceselor clinice	Flux CAD/CAM și imprimare 3D
11	Blockchain și securitatea datelor	Blockchain
12	Etică, GDPR și confidențialitate	Studii GDPR
13	Green Digital Health	Green Digital Health
14	Viitorul profesiilor medicale în era digitală	Prezentare proiect final

Metodele didactice sunt prelegerea interactivă pentru curs și studiul de caz / demonstrația pentru lucrările practice. Conținuturile sunt corelate cu cerințele transformării digitale a sistemelor de sănătate și cu recomandările Comisiei Europene și ale Organizației Mondiale a Sănătății.

4.5.2. Pachetul de cursuri tematice

Pentru fiecare temă a disciplinei a fost elaborat un curs distinct, sub formă de prezentare structurată (obiective, concepte, aplicații, avantaje, limite, aspecte etice, perspective, concluzii). Cursurile au fost concepute modular, astfel încât să poată fi utilizate și independent, ca module tematice integrate în discipline existente ale celorlalte specializări – de exemplu, cursul de imprimare 3D în disciplinele de protetică sau tehnologie dentară, cursul de mHealth și IoT în disciplinele de recuperare sau nutriție, cursul de Green Digital Health în disciplinele de sănătate publică.

Tabelul 4.7. Cursurile tematice elaborate

Nr.	Titlul cursului	Perioada elaborării	Specializări vizate prioritar
1	Introducere în Sănătatea Digitală: concepte, terminologie și evoluție	oct. – nov. 2025	toate
2	Telemedicina și telemonitorizarea pacienților: aplicații și provocări etice	oct. – nov. 2025	MG, AMG, BFKT, ND
3	Transformarea digitală a sistemelor de sănătate: politici și strategii europene (EU Digital Health Strategy)	oct. – nov. 2025	toate
4	Big Data și Analitica în sănătate: de la colectare la decizie clinică	dec. 2025	MG, F, ND, RI
5	Dosarul electronic al pacientului	dec. 2025	MG, AMG, F
6	Inteligența Artificială și Machine Learning în diagnostic și tratament medical	dec. 2025	MG, MD, RI
7	Tehnologii mobile și aplicații mHealth pentru managementul sănătății personale	ian. 2026	AMG, BFKT, ND, F
8	Internetul Lucrurilor (IoT) în medicină: senzori inteligenți și dispozitive conectate	ian. 2026	MG, AMG, BFKT
9	Realitate augmentată și realitate virtuală în educația medicală și reabilitare	ian. 2026	MG, MD, BFKT
10	Imprimarea 3D și digitalizarea proceselor clinice și protetice	febr. 2026	MD, TD
11	Blockchain și securitatea datelor medicale	febr. 2026	toate
12	Etica, confidențialitatea și reglementările în utilizarea tehnologiilor digitale medicale (GDPR în sănătate)	febr. 2026	toate
13	Sustenabilitate și amprenta digitală în sistemele de sănătate (Green Digital Health)	mar. 2026	toate
14	Viitorul profesiilor medicale în era digitală: competențe, formare și reziliență digitală	mar. 2026	toate

Abrevieri: MG – Medicină; MD – Medicină dentară; F – Farmacie; AMG – Asistență medicală generală; TD – Tehnică dentară; RI – Radiologie și imagistică; BFKT – Balneofiziokinetoterapie și recuperare; ND – Nutriție și dietetică.

4.5.3. Teme de seminar și instrumente de evaluare

Pentru a asigura caracterul aplicativ al pregătirii, au fost elaborate teme de seminar pentru cursurile cu cel mai mare potențial practic (Big Data și analitică, Dosarul electronic al pacientului, Inteligența artificială și machine learning, Imprimarea 3D, Blockchain și securitatea datelor, Etica și GDPR). Temele combină studiul de caz, exercițiul practic și dezbaterea – de exemplu: analiza circuitului datelor pacientului într-un cabinet medical sau stomatologic, elaborarea unui formular simplificat de consimțământ pentru utilizarea imaginilor și datelor clinice, realizarea unui plan de securitate pentru o unitate medicală, parcurgerea fluxului digital complet al unei lucrări protetice sau dezbaterea privind responsabilitatea medicului și explicabilitatea algoritmilor. Lista completă a celor 20 de teme este prezentată în Anexa 7.

Pentru evaluare au fost elaborate teste-grilă cu cinci variante de răspuns și un singur răspuns corect, care acoperă conceptele esențiale ale cursurilor: sănătate digitală, strategia europeană, telemedicină, big data, dosar electronic, interoperabilitate, inteligență artificială și machine learning, mHealth, IoT, AR/VR, imprimare 3D și CAD/CAM, blockchain, GDPR și etică. Exemple de itemi sunt prezentate în Anexa 8. Testele pot fi utilizate atât pentru evaluarea finală (examenul scris – 70%), cât și pentru autoevaluarea studenților pe platforma e-learning.

4.5.4. Măsuri complementare la nivel de program și facultate

1. **Introducerea unor discipline opționale suplimentare**, în funcție de specializare: „Inteligența Artificială în Medicină și Farmacie”, „Tehnologii și Sisteme pentru Trasabilitatea Aparatelor Medicale”, „Inovație și Antreprenoriat în Tehnologiile Medicale”, precum și discipline opționale privind tehnologiile digitale de frezare și imprimare 3D pentru Medicină dentară și Tehnică dentară.
2. **Stagii comune** pentru studenții de la Medicină, Medicină dentară și Tehnică dentară, axate pe digitalizare, sustenabilitate și inteligență artificială – în special pe fluxul digital cabinet–laborator.
3. **Parteneriate cu companii din domeniul tehnologiilor medicale** (producători de echipamente de imagistică, de scanere și sisteme CAD/CAM, furnizori de software medical) pentru stagii, proiecte practice și acces la echipamente, precum și cu angajatorii care au semnat contracte de colaborare în cadrul proiectului.

4. **Studii de caz pe date și modele AI reale**, cu utilizarea unor platforme de sprijin decizional, în condiții de anonimizare a datelor.
5. **Proiecte aplicative de sustenabilitate**: auditul deșeurilor într-un spital sau laborator și proiecte de optimizare a colectării.
6. **Concurs de tip pitch** pentru un produs digital sau sustenabil în sănătate, care să stimuleze inițiativa antreprenorială.
7. **Revizuirea curriculumului la fiecare 2–3 ani**, cu sprijin interdisciplinar și consultarea angajatorilor.

4.5.5. Etapizarea implementării

Tabelul 4.8. Etapizarea propusă pentru implementare

Etapa	Acțiuni	Responsabil
Etapa 1 – pe termen scurt (anul universitar următor)	Aprobarea fișei disciplinei opționale „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate" la programul Medicină; încărcarea cursurilor, temelor de seminar și testelor pe platforma e-learning	Departamentul de specialitate, Consiliul facultății
Etapa 2 – pe termen mediu (1–2 ani)	Integrarea modulelor tematice în disciplinele existente ale celorlalte specializări; organizarea stagiilor comune; încheierea parteneriatelor cu companii	Coordonatorii programelor de studii
Etapa 3 – pe termen lung (2–3 ani)	Evaluarea rezultatelor (feedback studenți și angajatori); revizuirea curriculumului; introducerea opționalelor suplimentare	Comisia de evaluare și asigurare a calității

4.6. Concluzii și recomandări specifice domeniului

Analiza realizată pentru domeniul medical și farmaceutic conduce la următoarele concluzii:

1. Transformarea digitală a sistemelor de sănătate este ireversibilă și susținută de un cadru european obligatoriu (EHDS, GDPR, AI Act, MDR). Absolvenții care nu dețin competențe digitale și de protecție a datelor vor fi dezavantajați pe piața muncii.
2. Planurile de învățământ analizate, din România și din universități europene, acoperă bine informatica generală și biostatistica, dar tratează insuficient inteligența artificială, big data și digitalizarea aplicată și omit aproape complet competențele verzi.
3. Curriculumul programelor medicale s-a modificat puțin în ultimii 7–8 ani, ceea ce indică nevoia unui mecanism de actualizare periodică.

4. Medicina dentară și tehnica dentară sunt domeniile în care digitalizarea este deja cea mai avansată în practică (scanare intraorală, CAD/CAM, imprimare 3D), dar și cele în care colaborarea didactică dintre specializări este cel mai slab valorificată.
5. Competențele cerute nu sunt exclusiv tehnice: etica, protecția datelor, lucrul interdisciplinar și reziliența digitală sunt la fel de importante.

Pe baza acestor concluzii, recomandările specifice domeniului sunt:

- adoptarea disciplinei opționale „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate” (5 ECTS, anul IV, Medicină) și extinderea ei, cu adaptări, la celelalte specializări;
- utilizarea pachetului de 14 cursuri tematice ca module integrate în disciplinele existente, conform corespondenței cu specializările din Tabelul 4.7;
- introducerea obligatorie a conținuturilor de etică digitală, GDPR și securitate a datelor la toate programele de studii;
- introducerea competențelor verzi prin cursul de Green Digital Health și prin proiecte aplicative privind deșeurile medicale și eficiența energetică;
- organizarea de stagii comune Medicină – Medicină dentară – Tehnică dentară pe fluxul digital și dezvoltarea de parteneriate cu industria tehnologiilor medicale;
- instituirea unei revizuiri a curriculumului la fiecare 2–3 ani, cu participarea angajatorilor și a studenților.

Aplicarea acestor măsuri poate transforma oferta educațională a Facultății de Medicină și Farmacie din Oradea într-un model regional de formare a profesioniștilor din sănătate pregătiți pentru era digitală și pentru tranziția verde, crescând în mod direct angajabilitatea absolvenților.

5. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul fizicii medicale

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 2: Filip Sanda-Monica

Capitolul de față prezintă rezultatele analizei realizate în cadrul Subactivității 4.1 pentru programul de studii de licență Fizică medicală al Universității din Oradea (Facultatea de Informatică și Științe). Analiza s-a desfășurat în perioada februarie 2025 – noiembrie 2026 și a parcurs trei etape: studiul comparativ al planurilor de învățământ de Fizică medicală din șase universități românești și din trei universități europene (University College London, Lund University, KU Leuven), raportat la standardele ARACIS; identificarea decalajelor de competențe în raport cu domeniile emergente – inteligență artificială, digitalizare, big data și competențe verzi; elaborarea unui set concret de instrumente curriculare: disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații", cu paisprezece cursuri tematice, teste-grilă pentru toate temele și treizeci de subiecte de examen.

Alegerea temei acceleratoarelor de particule nu este întâmplătoare. Acceleratorul liniar clinic (LINAC) este echipamentul central al radioterapiei moderne și, în același timp, unul dintre cele mai digitalizate dispozitive medicale: funcționarea, verificarea și utilizarea lui clinică depind de software de planificare a tratamentului, de analiza unor volume mari de date dozimetrice și, tot mai des, de algoritmi de inteligență artificială. Prin această disciplină, competențele emergente sunt introduse acolo unde fizicianul medical le folosește efectiv.

Structura capitolului urmează schema comună adoptată de cei trei experți: caracteristicile domeniului și transformările pieței muncii (5.1), analiza programelor de studii existente (5.2), competențele solicitate (5.3), oportunitățile de integrare a domeniilor emergente (5.4), propunerile concrete de actualizare (5.5) și concluziile specifice domeniului (5.6).

5.1. Caracteristicile domeniului și transformările actuale ale pieței muncii

5.1.1. Fizica medicală – o profesie la interfața dintre fizică, medicină și tehnologie

Fizica medicală aplică principiile și metodele fizicii în prevenția, diagnosticul și tratamentul bolilor. Domeniile sale principale sunt radioterapia (planificarea și verificarea tratamentelor cu radiații ionizante), imagistica medicală (radiologie, tomografie computerizată, rezonanță magnetică, ultrasonografie), medicina nucleară (diagnostic și terapie cu radionuclizi) și radioprotecția pacienților, a personalului și a populației. Fizicianul medical lucrează în echipă cu medicul radioterapeut, cu medicul radiolog sau de medicină nucleară, cu asistentul medical și cu

inginerul de service, iar responsabilitatea sa specifică este ca doza de radiații să fie cea corectă, livrată în locul corect, cu un risc cât mai mic.

Spre deosebire de alte specializări din științele exacte, fizica medicală este o profesie reglementată, direct legată de siguranța pacientului. De aceea, formarea universitară trebuie să asigure, pe lângă fundamentele de fizică și matematică, cunoașterea echipamentelor clinice reale, a protocoalelor de dozimetrie și de asigurare a calității și a cadrului legal al activităților nucleare.

5.1.2. Cadrul normativ european și național

Profesia de fizician medical și conținutul formării sale sunt modelate de un set de reglementări și recomandări europene și naționale:

- **Directiva 2013/59/Euratom** privind standardele de bază de securitate pentru protecția împotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiații ionizante, care definește rolul expertului în fizică medicală (Medical Physics Expert) și cere implicarea acestuia în radioterapie, medicină nucleară și radiologia intervențională.
- **Ghidul european privind expertul în fizică medicală (Radiation Protection No. 174, Comisia Europeană, 2014)**, care descrie competențele, nivelul de formare și cadrul de recunoaștere a acestei funcții.
- **Recomandările Federației Europene a Organizațiilor de Fizică Medicală (EFOMP)** privind educația și formarea fizicienilor medicali, aliniate la Cadrul European al Calificărilor (EQF).
- **Normele Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare (CNCAN)**, inclusiv normele de securitate radiologică în practica de radioterapie (NSR-12), care stabilesc etapele de autorizare, comisionare și verificare periodică a acceleratoarelor liniare.
- **Protocoalele internaționale de dozimetrie și asigurare a calității** – IAEA TRS-398 (doza absorbită în apă pentru fascicule externe), IAEA/AAPM TRS-483 (dozimetria câmpurilor mici statice), AAPM TG-142 (asigurarea calității acceleratoarelor liniare medicale), rapoartele ICRU 50 și 62 privind prescrierea și raportarea tratamentelor.
- **Regulamentul (UE) 2024/1689 privind inteligența artificială (AI Act)** și **Regulamentul (UE) 2017/745 privind dispozitivele medicale (MDR)** – relevante deoarece software-ul de planificare, sistemele de conturare automată și modulele AI din radioterapie sunt dispozitive medicale supuse acestor reguli.

- **Standardele ARACIS pentru domeniul Științe exacte (2024)**, care stabilesc structura minimă a planurilor de învățământ de licență în Fizică.

Ansamblul acestor reglementări are un efect educațional direct: absolventul de Fizică medicală trebuie să cunoască nu doar fizica radiațiilor, ci și protocoalele și normele după care se lucrează în clinică. Un plan de învățământ care se oprește la nivelul fizicii generale lasă absolventului o distanță mare de parcurs până la primul loc de muncă.

5.1.3. Transformarea tehnologică a radioterapiei și a imagisticii

În ultimele două decenii, radioterapia a trecut de la tratamente cu cobalt și câmpuri simple la tehnici de mare precizie. Acceleratorul liniar clinic a înlocuit aparatele de cobaltoterapie și permite astăzi tratamente cu intensitate modulată (IMRT), tratamente volumetrice în arc (VMAT), radioterapie stereotactică corporală (SBRT) și radiochirurgie stereotactică (SRS), adică livrarea unor doze foarte mari, în una până la patru fracțiuni, pe volume mici, cu precizie milimetrică. Fasciculele fără filtru de netezire (FFF) au crescut debitul dozei și au scurtat durata ședințelor. În paralel, sisteme dedicate precum GammaKnife și CyberKnife au extins radiochirurgia la tumorile cerebrale și la leziunile mobile.

Fiecare dintre aceste tehnici se bazează pe un lanț digital complet: imagini CT, RMN și PET fuzionate, conturarea volumelor țintă și a organelor la risc, calculul dozei cu algoritmi de tip Collapsed Cone sau Monte Carlo în sisteme de planificare a tratamentului (de exemplu, Monaco), verificarea planului cu sisteme dozimetrice (de exemplu, PTW Octavius 4D) și analiza statistică a datelor de fascicul. Noile sisteme de comisionare, precum Accelerated Go Live (AGL) al Elekta, folosesc modele de fascicul derivate din datele a sute de acceleratoare existente, ceea ce scurtează timpul până la utilizarea clinică și mută accentul muncii fizicianului de la măsurare spre analiza și validarea datelor.

Inteligența artificială a intrat deja în practica clinică a radioterapiei: conturarea automată a organelor la risc, planificarea automată bazată pe cunoștințe (knowledge-based planning), radioterapia adaptivă ghidată de imagine, predicția toxicității și controlul de calitate automatizat. În imagistică, algoritmii de reconstrucție și de reducere a zgomotului permit scăderea dozei la pacient. Aceste instrumente nu înlocuiesc fizicianul medical, dar îi schimbă rolul: el devine responsabil de validarea, comisionarea și monitorizarea algoritmilor, la fel cum este responsabil de echipamente.

5.1.4. Fizica medicală și tranziția verde

Echipamentele de radioterapie și imagistică au o amprentă de mediu semnificativă: consum ridicat de energie electrică (acceleratoare, sisteme de răcire, buncăre), consum de heliu lichid pentru rezonanța magnetică, generarea de deșeuri radioactive și de surse scoase din uz, înlocuirea periodică a echipamentelor. Fizica medicală are un rol direct în reducerea acestui impact, prin optimizarea protocoalelor (mai puține fracțiuni, de exemplu prin hipofracționare, ceea ce înseamnă mai puține deplasări ale pacienților și mai puțin consum de energie), gestionarea responsabilă a surselor radioactive, prelungirea duratei de viață a echipamentelor prin întreținere și control de calitate, și aplicarea principiului optimizării (ALARA) atât pentru oameni, cât și pentru mediu. Hipofracționarea, susținută de studii clinice recente (de exemplu, studiul FAST-Forward pentru cancerul mamar), ilustrează felul în care o decizie fizică și radiobiologică poate fi, simultan, una de sustenabilitate.

5.1.5. Implicații pentru piața muncii

Extinderea rețelei de centre de radioterapie și înlocuirea aparatelor de cobaltoterapie cu acceleratoare liniare cresc cererea de fizicieni medicali pregătiți să lucreze imediat cu echipamente moderne. Angajatorii – spitale publice, centre private de radioterapie și imagistică, furnizori de echipamente (Elekta, Varian/Siemens Healthineers, Philips, GE Healthcare) și laboratoare de dozimetrie – caută absolvenți care cunosc principiile de funcționare ale acceleratoarelor, protocoalele de asigurare a calității, software-ul de planificare și metodele de analiză a datelor. Apar, totodată, roluri noi: specialist în aplicații clinice pentru furnizorii de echipamente, fizician responsabil de sistemele AI, specialist în date dozimetrice. Pentru aceste roluri, competențele digitale și de lucru cu date sunt la fel de importante ca fizica radiațiilor.

5.2. Analiza programelor de studii existente

5.2.1. Metodologia analizei

Analiza a avut ca obiect planurile de învățământ ale programelor de licență în Fizică medicală din România și din universități europene de referință, comparate cu standardele ARACIS pentru domeniul Științe exacte. Planurile au fost identificate și descărcate de pe site-urile oficiale ale universităților (lista completă a surselor este prezentată în bibliografie).

Tabelul 5.1. Planurile de învățământ analizate

Nr.	Universitatea	Programul de studii	Perioada analizei

1	Universitatea „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca, Facultatea de Fizică	Fizică medicală (licență)	februarie – august 2025
2	Universitatea din București, Facultatea de Fizică	Fizică medicală (licență)	februarie – august 2025
3	Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Fizică	Fizică medicală (licență)	februarie – august 2025
4	Universitatea de Vest din Timișoara, Facultatea de Fizică	Fizică medicală (licență)	februarie – august 2025
5	Universitatea din Craiova, Facultatea de Științe	Fizică medicală (licență)	februarie – august 2025
6	Universitatea din Oradea, Facultatea de Informatică și Științe	Fizică medicală (licență)	februarie 2025
7	University College London (Marea Britanie), Department of Medical Physics and Biomedical Engineering	BSc Physics with Medical Physics	mai – iulie 2025
8	Lund University (Suedia), Department of Physics	Programul de licență în fizică, cu orientare spre fizică medicală	mai – august 2025
9	KU Leuven (Belgia), Department of Physics and Astronomy	Programul de licență în fizică	mai 2025
10	ARACIS – Standarde specifice, Comisia 1 Științe exacte (2024)	Cadrul de referință pentru planurile de licență în Fizică	februarie, august 2025

Pentru fiecare plan de învățământ au fost urmărite cinci elemente:

1. prezența cursurilor de programare, modelare computațională și procesare a imaginilor medicale (Python, MATLAB, simulare numerică, prelucrarea imaginilor RMN, CT, PET);
2. existența unor elemente de inteligență artificială sau machine learning aplicate în imagistică sau în fizica medicală (segmentare automată, detectarea patologiilor, personalizarea dozelor);
3. competențele de prelucrare și analiză a datelor (big data, statistică, biofizică computațională);

4. introducerea unor conținuturi legate de sustenabilitate, eficiență energetică sau tehnologii verzi în domeniul medical (impactul ecologic al echipamentelor, deșeuri radioactive, radioprotecție);
5. deschiderea programului spre interdisciplinaritate (informatică, biologie, inginerie medicală, sănătate publică) și frecvența actualizării curriculumului.

În paralel, a fost elaborat un chestionar pentru angajatorii din domeniul fizicii medicale (spitale, centre de radioterapie și imagistică, furnizori de echipamente), cu nouă secțiuni: inteligența artificială, digitalizarea, big data, competențele verzi și rolul învățământului superior în pregătirea pentru fiecare dintre acestea, precum și colaborarea dintre universitate și angajatori. Chestionarul a fost elaborat în două variante – una centrată pe Fizica medicală și una extinsă la domeniul fizicii și fizicii medicale – iar structura lui este prezentată în Anexa 10. Rezultatele aplicării sale sunt integrate în Capitolul 3 al volumului.

5.2.2. Programele de studii din România

Analiza comparativă a planurilor de învățământ de la Cluj-Napoca, București, Iași, Timișoara și Craiova a arătat o structură asemănătoare, conformă cu standardele ARACIS. Majoritatea programelor includ discipline fundamentale de tip informatic – Informatică generală, Modelare numerică, Prelucrarea datelor experimentale – și discipline de specialitate în Imagistică medicală, Dozimetrie, Radioterapie și Medicină nucleară. Unele programe abordează, în cadrul disciplinelor de specialitate, aplicații moderne precum utilizarea învățării profunde pentru detecția automată în imaginile medicale.

Inteligența artificială și big data apar însă rar ca discipline de sine stătătoare; atunci când există, sunt de regulă opționale sau facultative. Competențele de programare sunt introduse în primii ani, dar nu sunt continuate cu aplicații pe date clinice reale. Constatarea cea mai clară este că **niciunul dintre planurile românești analizate nu conține discipline care să abordeze impactul tehnologiilor medicale asupra mediului, reciclarea echipamentelor medicale sau eficiența energetică în imagistică și radioterapie**.

În privința acceleratoarelor, programele tratează de obicei fizica nucleară și dozimetria la nivel general, iar acceleratoarele apar fie ca subiect de fizică a particulelor, fie ca aplicație în cadrul cursului de radioterapie. Dintre planurile analizate, o disciplină dedicată – „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații” – a fost identificată la Universitatea din București; ea a servit drept punct de plecare pentru propunerea formulată pentru Universitatea din Oradea.

5.2.3. Programele de studii din universități europene

Programele de la University College London, Lund University și KU Leuven arată o integrare mai consistentă a domeniilor emergente. Toate oferă module de programare (Python, MATLAB) și de simulare numerică încă din primul an, iar procesarea imaginilor medicale este tratată aplicativ. La UCL, programul de Fizică cu fizică medicală se desfășoară în comun între departamentele de Fizică medicală și inginerie biomedicală și de Fizică și astronomie; în anul III, studenții aleg între module precum Medical Imaging with Ionising Radiation, Treatment with Ionising Radiation, MRI and Biomedical Optics, Computing in Medicine, Practical Machine Learning for Physicists și Climate and Energy, iar programul se încheie cu un proiect de cercetare în fizică medicală și inginerie biomedicală.

La Lund, programarea computațională în Python (NUMA01) este disciplină de anul I, iar metodologia experimentală este predată împreună cu tematica climei (FYSA14). În anii superiori, studenții pot alege cursul „Particle Physics, Cosmology and Accelerators” (FYSC24) și cursuri despre producerea fotonilor și neutronilor pentru știință (MAXC11), legate de infrastructura de acceleratoare MAX IV și ESS din Lund. KU Leuven și Lund abordează sustenabilitatea transversal: eficiența energetică, gestionarea responsabilă a tehnologiilor și impactul radiațiilor asupra mediului apar în mai multe discipline, nu într-un singur curs.

Curricula europene sunt, în plus, flexibile: permit trasee diferite (clinic, cercetare, industrie), sunt revizuite periodic și sunt conectate cu mediul medical și industrial prin proiecte și stagii.

5.2.4. Sinteza constatărilor

Tabelul 5.2. Sinteza analizei planurilor de învățământ

Element urmărit	**Universități din România**	**Universități europene**	**Decalaj identificat**
Programare și modelare computațională	Prezente (Informatică generală, Modelare numerică)	Generalizate, cu aplicații pe imagini medicale	Mediu – lipsesc aplicațiile clinice
Inteligență artificială / machine learning	Rar, de regulă opțional	Module dedicate (ex. Practical Machine Learning for Physicists – UCL)	Ridicat
Big data și analiza datelor	Prelucrarea datelor experimentale	Analiză pe date clinice și de cercetare	Ridicat

Sustenabilitate / competențe verzi	Absente	Abordare transversală (Lund, KU Leuven, UCL – Climate and Energy)	Foarte ridicat
Acceleratoare și radioterapie modernă	Tratate general; disciplină dedicată identificată la București	Cursuri dedicate și acces la infrastructuri mari	Ridicat
Interdisciplinaritate și actualizare	Limitate	Programe comune între departamente, revizuire periodică	Mediu

Concluzia analizei este că programul de Fizică medicală de la Universitatea din Oradea, ca și celelalte programe românești, are o bază solidă de fizică, dar o legătură slabă cu tehnologia clinică actuală și cu domeniile emergente. Pentru Universitatea din Oradea, aflată într-o regiune care își extinde capacitatea de radioterapie, această situație este și o oportunitate: o disciplină aplicată, construită în jurul acceleratorului liniar clinic, poate diferenția programul și poate crește direct angajabilitatea absolvenților.

5.3. Competențele profesionale și transversale solicitate de angajatori

Pe baza transformărilor descrise în secțiunea 5.1, a cadrului european de competențe pentru expertul în fizică medicală și a structurii chestionarului adresat angajatorilor, au fost identificate competențele pe care piața muncii le solicită absolvenților de Fizică medicală.

5.3.1. Competențe profesionale

Tabelul 5.3. Competențe profesionale emergente în domeniul fizicii medicale

Domeniu	Competență	Exemple de utilizare
Fizica și tehnologia acceleratoarelor	Înțelegerea funcționării acceleratoarelor (liniar, ciclotron, sincrotron) și a componentelor lor	Operarea, verificarea și depanarea de prim nivel a unui LINAC clinic
Dozimetrie și asigurarea calității	Aplicarea protocoalelor TRS-398, TRS-483, TG-142 și a normelor CNCAN	Calibrarea fasciculului, verificări zilnice, lunare și anuale
Planificarea tratamentului	Utilizarea sistemelor de planificare (TPS), evaluarea planurilor IMRT/VMAT/SRS	Indice de conformitate și de omogenitate, constrângeri pentru organele la risc

Inteligență artificială	Utilizarea și validarea critică a instrumentelor AI	Conturare automată, planificare automată, QA automatizat
Big data și analiza datelor	Prelucrarea și interpretarea datelor dozimetrice și clinice	Analiza profilelor de doză, a randamentului în profunzime, comparații între acceleratoare
Digitalizare și software clinic	Utilizarea software-ului de analiză și a sistemelor informatice de radioterapie	Mephysto Navigator, Monaco, sisteme Record & Verify
Programare și simulare	Python/MATLAB, simulare Monte Carlo	Prelucrarea automată a măsurătorilor, modele de fascicul
Radioprotecție și competențe verzi	Optimizarea dozei, gestionarea surselor și deșeurilor radioactive, eficiență energetică	Proiectarea buncărelor, hipofracționare, management de surse

5.3.2. Competențe transversale

Alături de competențele tehnice, angajatorii solicită competențe transversale care, în fizica medicală, au o importanță deosebită: **lucrul în echipă multidisciplinară** (fizician, medic, asistent, inginer); **comunicarea clară** a riscurilor și a rezultatelor către medici și pacienți; **gândirea critică** față de rezultatele produse de software și de algoritmi, inclusiv identificarea erorilor de calcul sau de model; **responsabilitatea și rigoarea** în respectarea procedurilor, a toleranțelor și a documentației; **etica și protecția datelor**, deoarece datele dozimetrice și imagistice sunt date de sănătate; **învățarea continuă**, într-un domeniu în care echipamentele și protocoalele se schimbă la câțiva ani; **conștiința ecologică**, înțeleasă ca preocupare pentru consumul de resurse și pentru impactul radiațiilor asupra mediului.

5.4. Oportunități de integrare a AI, digitalizării, big data și competențelor verzi

Analiza a identificat cinci direcții prin care domeniile emergente pot fi integrate în programul de Fizică medicală. Toate cinci sunt acoperite de disciplina propusă, „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații”, deoarece acceleratorul liniar clinic reunește, într-un singur echipament, toate aceste dimensiuni.

5.4.1. Inteligența artificială și machine learning

Inteligența artificială poate fi introdusă prin aplicațiile ei concrete din radioterapie: conturarea automată a volumelor, planificarea bazată pe cunoștințe, predicția rezultatelor

dozimetrice și detectarea automată a abaterilor în controlul de calitate. Studentul trebuie să înțeleagă ce date au fost folosite pentru antrenarea unui algoritm, cum se validează rezultatul lui și unde se oprește încrederea în el. Un astfel de conținut se leagă firesc de temele despre planul de tratament și despre software-ul de planificare (temele 13 și 14).

5.4.2. Digitalizarea fluxului de lucru clinic

Digitalizarea este vizibilă în tot lanțul radioterapiei: fuziunea imaginilor CT, RMN și PET, conturarea, calculul dozei, transferul planului la accelerator, verificarea și înregistrarea tratamentului. Cursurile despre LINAC, comisionarea prin sistemul Accelerated Go Live, software-ul de analiză Mephysto Navigator și sistemul de planificare Monaco (temele 7, 10, 12 și 14) aduc studentul în contact direct cu aceste instrumente.

5.4.3. Big data și analiza datelor

Comisionarea și asigurarea calității unui accelerator generează volume mari de date: profile de doză, curbe de randament în profunzime, factori de output, rezultate ale verificărilor zilnice, lunare și anuale. Analiza datelor de fascicul pentru acceleratoare identice dozimetric (tema 12) este un exemplu concret de lucru cu date: compararea mai multor seturi de măsurători, verificarea toleranțelor, identificarea abaterilor și interpretarea lor. Aceeași logică se aplică datelor clinice folosite pentru evaluarea toxicității și a rezultatelor tratamentelor.

5.4.4. Competențele verzi

Competențele verzi pot fi introduse în două moduri: transversal, în fiecare temă care tratează echipamente (consum energetic, durata de viață, întreținere), și prin teme dedicate radiațiilor și sănătății umane, gestionării surselor și deșeurilor radioactive și producției de radioizotopi. Discuția despre trecerea de la cobaltoterapie la acceleratoare liniare (tema 9) arată, de exemplu, cum eliminarea surselor radioactive de mare activitate reduce riscurile pe termen lung. Hipofracționarea și radioterapia stereotactică (temele 9–13) arată cum mai puține ședințe înseamnă mai puțin consum de resurse.

5.4.5. Radioprotecția, calitatea și etica

Orice tehnologie nouă în fizica medicală ridică probleme de siguranță: doze greșite, erori de software, algoritmi neverificați, acces neautorizat la date. Normele CNCAN, protocoalele internaționale de asigurare a calității și cadrul AI Act și MDR trebuie prezentate împreună cu tehnologia, nu separat. Asigurarea calității acceleratoarelor liniare în tratamentele stereotactice (tema 11) este locul firesc pentru aceste conținuturi.

Tabelul 5.4. Acoperirea direcțiilor de integrare de către temele disciplinei propuse

Direcție	Temele 1–5 (fizica acceleratoarelor)	Temele 6–8 (LINAC și experimente)	Temele 9–11 (stereotaxie și QA)	Temele 12–14 (date, plan, software)
Inteligență artificială	●	●●	●●	●●●
Digitalizare	●	●●	●●●	●●●
Big data și analiză de date	●	●●	●●	●●●
Competențe verzi	●●	●●	●●●	●●
Radioprotecție, calitate și etică	●●	●●●	●●●	●●

Legendă: ●●● *acoperire ridicată;* ●● *acoperire medie;* ● *acoperire redusă.*

5.5. Propuneri concrete de actualizare a ofertei educaționale

Propunerile au fost elaborate gradual, pe parcursul derulării Subactivității 4.1, și au fost raportate lunar. Ele cuprind o listă de discipline identificate în urma analizei comparative, o disciplină nouă cu toate materialele didactice elaborate și un set de măsuri complementare la nivel de program.

5.5.1. Disciplinele identificate în urma analizei comparative

În august 2025, pe baza comparației cu planurile de învățământ românești și europene și cu standardele ARACIS, au fost identificate disciplinele care ar putea completa curriculumul programului de Fizică medicală de la Universitatea din Oradea.

Tabelul 5.5. Discipline recomandate și universitatea de referință

Disciplina recomandată	Universitatea de referință	Domeniul emergent susținut
Particle Physics, Cosmology and Accelerators (FYSC24)	Lund University	Tehnologii avansate, infrastructuri de cercetare
Biomecanică	Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca	Modelare computațională
Bioelectromagnetism	Universitatea de Vest din Timișoara	Modelare, dispozitive medicale

Tehnici de diagnoză și tratament cu ultrasunete	Universitatea din București; Universitatea „Al. I. Cuza” Iași	Digitalizare, imagistică
Introducere în fizica polimerilor	Universitatea din București	Materiale, sustenabilitate
Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații	Universitatea din București	AI, digitalizare, big data, competențe verzi
Elemente de microscopie	Universitatea „Al. I. Cuza” Iași	Procesarea imaginilor
Simetrii în sistemele moleculare / Medicină nucleară	Universitatea din Craiova	Radioizotopi, radioprotecție

Dintre acestea, disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații” a fost aleasă pentru dezvoltare completă, deoarece acoperă toate cele patru domenii emergente și răspunde direct nevoii angajatorilor de fizicieni medicali pregătiți pentru lucrul cu acceleratoare liniare clinice.

5.5.2. Disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații”

Propunerea centrală este introducerea în planul de învățământ al programului de licență Fizică medicală a disciplinei „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații”, pentru care au fost elaborate obiectivele, competențele specifice, tematica, cele paisprezece cursuri și instrumentele de evaluare.

Tabelul 5.6. Datele principale ale disciplinei propuse

Element	**Propunere**
Denumirea disciplinei	Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații
Programul de studii	Fizică medicală (licență), Universitatea din Oradea, Facultatea de Informatică și Științe
Tipul disciplinei	Disciplină de specialitate, opțională (propusă)
Anul / semestrul	Anul III (orientativ; se stabilește la revizuirea planului de învățământ)
Activități	14 cursuri; lucrări de laborator aplicative (propuse în secțiunea 5.5.5)
Evaluare	Examen scris (1 h 30 min): subiecte de analiză și test-grilă; 90 puncte + 10 puncte din oficiu
Materiale elaborate	14 prezentări de curs, 14 seturi de teste-grilă (aproximativ 670 de itemi), 30 de subiecte de examen

Obiectivele disciplinei sunt: asimilarea noțiunilor de bază din fizica acceleratoarelor de particule, ca parte a formării viitorului specialist; formarea deprinderilor de a interpreta problemele aplicative legate de fizica și tehnologia acceleratoarelor; dezvoltarea gândirii tehnice creative prin înțelegerea conceptelor specifice; dezvoltarea capacității studenților de a opera cu noțiunile fizicii acceleratoarelor folosind aparatul matematic specific.

Competențele specifice urmărite sunt: capacitatea de a înțelege modul de funcționare al tipurilor de acceleratoare de particule existente; capacitatea de a participa la simularea și proiectarea unor componente ale acceleratoarelor; capacitatea de a prezenta în fața unui auditoriu un subiect din domeniul fizicii și tehnologiei acceleratoarelor. La acestea se adaugă, prin conținutul temelor 9–14, competențe direct clinice: cunoașterea etapelor de autorizare și comisionare a unui LINAC, aplicarea protocoalelor de asigurare a calității, analiza datelor de fascicul și evaluarea unui plan de tratament.

Tabelul 5.7. Tematica disciplinei și perioada de elaborare a cursurilor

Nr.	Tema	Conținut principal	Elaborat
1	Acceleratoare de particule – noțiuni de bază	Direcții ale fizicii nucleare; fizicieni români cu contribuții notabile; institute de cercetare nucleară; IFIN-HH; facilități cu acceleratori; CNCAN	noiembrie 2025
2	Componentele principale ale acceleratorilor	CERN; LHC; Extreme Light Infrastructure (ELI); acceleratori în fizica nucleară și a particulelor; perioada preacceleratorilor	noiembrie 2025
3	Clasificarea acceleratorilor	Clase de acceleratori; componente; principiu de funcționare; mărimi caracteristice; energia particulelor	decembrie 2025
4	Tipuri de acceleratori	Cockcroft-Walton; Van de Graaff; acceleratorul Tandem; sincrotronul	decembrie 2025
5	Acceleratori clasici – componente și funcționare	Acceleratorul liniar; ciclotronul; betatronul	decembrie 2025
6	Acceleratori liniari cu aplicații în medicină	Acceleratorul liniar folosit în scop medical	ianuarie 2026
7	LINAC – aplicații în medicină	Principiu de funcționare; utilizarea în tratamentele cu radiații; proceduri de asigurare a calității	ianuarie 2026

8	Tipuri de experimente cu acceleratoarele de particule	Experimente pe țintă fixă; experimente de tip collider	ianuarie 2026
9	Radioterapia stereotactică – utilizarea acceleratoarelor liniare	Noțiuni generale; etapele de punere în funcțiune (CNCAN); protocoale de referință; GammaKnife; CyberKnife	februarie 2026
10	Radioterapia stereotactică – acceleratorul liniar clinic	Descriere și clasificare LINAC; moduri de operare; fascicule FFF; justificarea radiobiologică; teste de acceptanță și comisionare; sistemul Accelerated Go Live; dispozitive de măsurare	februarie 2026
11	Asigurarea calității acceleratoarelor liniare în tratamente stereotactice	Normele de securitate radiologică NSR-12; verificări de calitate conform AAPM TG-142	februarie 2026
12	Analiza datelor de fascicul pentru acceleratoare liniare identice dozimetric	Profile de doză; deviația camerei de ionizare; dimensiunea de câmp; planeitatea fasciculelor FFF; simetria; factori de output; randamentul în profunzime	martie 2026
13	Planul de tratament în radioterapia stereotactică	Plan pentru tumori cerebrale; poziționare și contenție; câmpuri și fascicule; parametri de evaluare; constrângeri pentru organele la risc; fascicule FFF în radiochirurgie	martie 2026
14	Software-ul de realizare a planului de tratament	Sistemul Monaco; cerințe hardware; algoritmul Collapsed Cone; indicele de conformitate și de omogenitate; tehnici de administrare (3D-CRT, IMRT, VMAT)	martie 2026

Tematica este construită progresiv: temele 1–5 asigură fundamentele de fizică a acceleratoarelor, temele 6–8 fac trecerea spre aplicațiile medicale și de cercetare, iar temele 9–14 tratează practica clinică a radioterapiei stereotactice, de la punerea în funcțiune a acceleratorului până la evaluarea planului de tratament. Această succesiune permite introducerea domeniilor emergente pe măsură ce studentul ajunge la aplicațiile în care ele sunt folosite.

5.5.3. Materialele de curs

Pentru fiecare temă a fost elaborată o prezentare distinctă, care poate fi folosită atât în cadrul disciplinei propuse, cât și, individual, în alte discipline ale programului (de exemplu, temele 9–14 în disciplinele de Radioterapie sau Dozimetrie). Prezentările conțin informații actualizate

despre infrastructura națională și europeană (IFIN-HH, ELI-NP, CERN), despre reglementările CNCAN și despre echipamente utilizate în clinici din România (acceleratoare Elekta Infinity cu colimator multilamă Agility, sisteme GammaKnife și CyberKnife), precum și exemple concrete de date de fascicul și de planuri de tratament, inclusiv pentru cancerul de col uterin, cu constrângerile de doză pentru organele la risc. Bibliografia disciplinei cuprinde manuale de referință (Khan, Podgorsak, Wilson, Wille, Hall), protocoale IAEA, AAPM și ICRU, ghiduri NCCN și articole recente din literatura de specialitate.

5.5.4. Instrumentele de evaluare

Pentru evaluare au fost elaborate teste-grilă pentru toate cele paisprezece teme, cu câte patru variante de răspuns și un singur răspuns corect, însoțite de barem. Setul total cuprinde aproximativ 670 de itemi, organizați pe teme și, pentru temele clinice, pe subteme (de exemplu: verificări zilnice ale acceleratorului, sisteme dozimetrice în QA stereotactic, verificarea și validarea planurilor de tratament). Testele pot fi utilizate atât la examenul scris, cât și pentru autoevaluarea studenților pe platforma e-learning.

Au fost elaborate, de asemenea, treizeci de subiecte de examen – câte zece pentru temele 1–5, 6–9 și 10–14. Fiecare subiect combină două cerințe de analiză sau comparație (de exemplu: „Descrieți procesul de comisionare AGL pentru acceleratoare liniare Elekta”, „Realizați o comparație între metodele IBA și RBS”) cu un set de itemi grilă, are timp de lucru de o oră și treizeci de minute și se notează cu 90 de puncte, la care se adaugă 10 puncte din oficiu.

Tabelul 5.8. Instrumentele de evaluare elaborate

Instrument	Teme acoperite	Volum	Perioada
Teste-grilă (4 variante, 1 răspuns corect, cu barem)	1–4	aproximativ 100 itemi	aprilie 2026
Teste-grilă	5–8	aproximativ 100 itemi	mai 2026
Teste-grilă	9–11	aproximativ 205 itemi	iunie 2026
Teste-grilă	12–14 (și completări la tema 11)	aproximativ 255 itemi	iulie – august 2026
Subiecte de examen	1–5	10 subiecte	august 2026
Subiecte de examen	6–9	10 subiecte	septembrie 2026
Subiecte de examen	10–14	10 subiecte	octombrie 2026

5.5.5. Lucrări de laborator propuse

Pentru a asigura caracterul aplicativ al disciplinei, se propune ca temele de curs să fie însoțite de lucrări de laborator realizate în parteneriat cu un centru de radioterapie. Lucrările propuse sunt prezentate în Anexa 11 și urmăresc direct domeniile emergente: simularea funcționării unui accelerator în Python, analiza datelor de fascicul măsurate, compararea a două acceleratoare identice dozimetric, evaluarea unui plan de tratament cu indicii de conformitate și omogenitate, o analiză a consumului energetic și a gestionării surselor radioactive într-un serviciu de radioterapie și o discuție aplicată despre validarea unui instrument de conturare automată bazat pe inteligență artificială.

5.5.6. Măsuri complementare la nivel de program

1. Introducerea treptată a celorlalte discipline identificate în secțiunea 5.5.1, în special a celor de ultrasonografie, medicină nucleară și biomecanică, ca discipline opționale.
2. Introducerea unui modul de programare aplicată (Python) pe date de fizică medicală, ca fundament pentru disciplinele de analiză de date și inteligență artificială.
3. Includerea în disciplinele de Radioterapie și Imagistică a unor conținuturi despre instrumentele AI clinice și despre validarea lor.
4. Introducerea unor conținuturi despre sustenabilitate: consumul energetic al echipamentelor, gestionarea surselor și deșeurilor radioactive, economia circulară a echipamentelor medicale.
5. Crearea unui modul transversal comun pentru programele de fizică, informatică și inginerie medicală, centrat pe digitalizare, AI în sănătate și sustenabilitate.
6. Parteneriate cu spitale, centre de radioterapie și furnizori de echipamente (Elekta, Siemens Healthineers, Philips, GE Healthcare) pentru stagii de practică și proiecte de licență pe date reale.
7. Alinierea competențelor cu standardele europene (EQF, Euratom, EFOMP), pentru a facilita mobilitatea și recunoașterea internațională a absolvenților.
8. Revizuirea curriculumului la fiecare 2–3 ani, cu consultarea angajatorilor prin chestionarul elaborat în cadrul proiectului.

5.5.7. Etapizarea implementării

Tabelul 5.9. Etapizarea propusă pentru implementare

Etapa	Perioada	Acțiuni
1. Aprobare	anul universitar 2026–2027	Aprobarea disciplinei în consiliul facultății; includerea în planul de învățământ; fișa disciplinei
2. Pilotare	anul universitar 2027–2028	Predarea disciplinei la o primă serie; utilizarea testelor-grilă pe platforma e-learning; primele lucrări de laborator în parteneriat clinic
3. Extindere	2028–2029	Introducerea disciplinelor opționale suplimentare; modulul de programare aplicată; conținuturi de sustenabilitate în disciplinele existente
4. Evaluare și revizuire	la 2–3 ani	Aplicarea chestionarului către angajatori și absolvenți; actualizarea conținuturilor în funcție de echipamente și protocoale noi

5.6. Concluzii și recomandări specifice domeniului

Analiza realizată pentru domeniul fizicii medicale conduce la următoarele concluzii:

1. Fizica medicală este o profesie reglementată, direct legată de siguranța pacientului, în care tehnologia evoluează rapid: acceleratoarele liniare, radioterapia stereotactică, fasciculele FFF și software-ul de planificare au schimbat practica clinică în ultimele două decenii.
2. Programele românești de Fizică medicală au o bază teoretică solidă și sunt conforme cu standardele ARACIS, dar inteligența artificială și big data apar rar, iar competențele verzi lipsesc complet din planurile analizate.
3. Universitățile europene analizate (UCL, Lund, KU Leuven) integrează programarea, învățarea automată și sustenabilitatea încă din primii ani și au curricula flexibile, revizuite periodic și legate de mediul clinic și industrial.
4. Acceleratorul liniar clinic este un punct de intrare natural pentru domeniile emergente, deoarece reunește digitalizarea, analiza datelor, inteligența artificială, radioprotecția și sustenabilitatea.

5. Competențele cerute nu sunt exclusiv tehnice: lucrul în echipă, gândirea critică față de software și algoritmi, rigoarea în aplicarea procedurilor și etica datelor sunt la fel de importante.

Pe baza acestor concluzii, recomandările specifice domeniului sunt:

- introducerea în planul de învățământ al programului de Fizică medicală a disciplinei „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații”, pentru care toate materialele didactice și de evaluare sunt deja elaborate;
- introducerea treptată a disciplinelor opționale identificate prin analiza comparativă;
- includerea conținuturilor de inteligență artificială, analiză de date și sustenabilitate în disciplinele existente de Radioterapie, Imagistică și Dozimetrie;
- dezvoltarea parteneriatelor cu centrele de radioterapie și cu furnizorii de echipamente pentru lucrări de laborator, stagii și proiecte de licență;
- alinierea programului la recomandările EFOMP și la cerințele Directivei 2013/59/Euratom;
- revizuirea periodică a curriculumului, cu implicarea angajatorilor.

Aplicarea acestor măsuri poate transforma programul de Fizică medicală al Universității din Oradea într-un program cu un profil aplicativ clar, orientat spre radioterapia modernă, care pregătește absolvenți capabili să lucreze din primul an cu echipamentele și instrumentele digitale ale clinicii.

6. Dezvoltarea ofertei educaționale în domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 3: Șoproni Luminița

Capitolul de față prezintă rezultatele analizei realizate în cadrul Subactivității 4.1 pentru programul de studii de licență Relații Internaționale și Studii Europene (RISE) al Universității din Oradea, Facultatea de Istorie, Relații Internaționale, Științe Politice și Științele Comunicării. Analiza s-a desfășurat în perioada februarie 2025 – octombrie 2026 și a parcurs trei etape: studiul comparativ al planurilor de învățământ RISE din 17 programe de studii din România și din 6 programe din state membre ale Uniunii Europene; identificarea decalajelor de competențe în raport cu domeniile emergente – inteligență artificială, digitalizare, big data și competențe verzi; elaborarea unui set concret de instrumente curriculare: disciplina „Economie circulară în Europa", cu fișă a disciplinei, paisprezece cursuri tematice, treizeci de teme de seminar, întrebări de tip grilă, metodologie de examen și grilă de evaluare a proiectului de seminar.

Opțiunea pentru o disciplină de economie circulară decurge direct din constatările analizei: competențele verzi sunt cel mai slab reprezentate în planurile de învățământ RISE, deși tranziția verde este astăzi una dintre principalele politici ale Uniunii Europene și o temă centrală a relațiilor internaționale. Disciplina propusă este construită ca o disciplină de politici europene, guvernanță și dezvoltare sustenabilă, adaptată profilului studenților RISE, și integrează, prin temele dedicate, și dimensiunea digitală și de analiză a datelor.

Structura capitolului urmează schema comună adoptată de cei trei experți: caracteristicile domeniului și transformările pieței muncii (6.1), analiza programelor de studii existente (6.2), competențele solicitate (6.3), oportunitățile de integrare a domeniilor emergente (6.4), propunerile concrete de actualizare (6.5) și concluziile specifice domeniului (6.6).

6.1. Caracteristicile domeniului și transformările actuale ale pieței muncii

6.1.1. Relațiile internaționale și studiile europene – un domeniu interdisciplinar

Programul RISE pregătește specialiști care analizează procesele europene și internaționale, elaborează și gestionează proiecte, formulează strategii, asistă negocieri și mediază între actori cu interese diferite. Absolvenții lucrează în instituțiile europene și în administrația publică centrală și locală, în organizații internaționale și neguvernamentale, în departamentele de afaceri europene și de relații externe ale companiilor, în consultanță în politici publice și în managementul proiectelor

finanțate din fonduri europene. Specific domeniului este caracterul interdisciplinar: istorie, științe politice, drept, economie, comunicare și limbi străine se combină în formarea unui profesionist capabil să înțeleagă și să explice deciziile luate la mai multe niveluri de guvernanță.

6.1.2. Tranziția verde – o politică europeană și o temă de relații internaționale

Pactul Verde European (2019) a transformat sustenabilitatea dintr-o temă sectorială de mediu într-o strategie economică și geopolitică a Uniunii Europene. Planul de Acțiune pentru Economia Circulară (2020), Regulamentul privind materiile prime critice (2024), Regulamentul privind proiectarea ecologică a produselor durabile (2024), inițiativa „Dreptul la reparare" și misiunea UE privind „100 de orașe neutre climatic și inteligente" sunt instrumente care se aplică simultan la nivel european, național și local. Pentru specialistul în relații internaționale, ele ridică întrebări de guvernanță multilevel, de negociere între statele membre, de diplomație climatică, de securitate a resurselor critice și de autonomie strategică a Uniunii. Economia verde a devenit, totodată, un instrument de influență internațională – o formă de soft power european.

Consecința pentru piața muncii este directă: instituțiile, administrațiile și organizațiile care implementează aceste politici au nevoie de absolvenți care înțeleg conținutul lor economic, pot interpreta indicatorii de performanță circulară și pot elabora proiecte finanțabile prin programe precum Horizon Europe sau InvestEU.

6.1.3. Transformarea digitală a relațiilor internaționale

Digitalizarea a schimbat modul în care se desfășoară relațiile internaționale. Diplomația digitală, comunicarea instituțională pe platforme online, analiza datelor geopolitice și economice, monitorizarea mass-media internaționale cu instrumente automate și traducerea asistată de inteligență artificială sunt deja practici curente. În același timp, tehnologia a devenit ea însăși obiect al relațiilor internaționale: Regulamentul (UE) 2024/1689 privind inteligența artificială, guvernanța datelor, securitatea cibernetică și competiția pentru tehnologii critice sunt teme de negociere internațională. Specialistul RISE trebuie să poată folosi aceste instrumente și, în același timp, să le analizeze ca fenomene politice.

6.1.4. Big data și analiza bazată pe dovezi

Politicile europene sunt fundamentate și evaluate pe baza unor seturi mari de date: indicatorii Eurostat privind economia circulară, tablourile de bord ale Comisiei Europene, bazele de date ale proiectelor finanțate (CORDIS), datele OCDE și ale Băncii Mondiale. Capacitatea de a găsi, interpreta și utiliza astfel de date pentru a formula recomandări de politici publice este una

dintre competențele cele mai căutate de angajatori și una dintre cele mai puțin dezvoltate în planurile actuale.

6.1.5. Implicații pentru piața muncii

Analiza a arătat că programele RISE asigură competențe solide în analiza proceselor europene și internaționale, în managementul proiectelor, în negociere și în comunicarea într-o limbă străină. Piața muncii solicită însă, tot mai des, profiluri care combină aceste competențe cu cunoașterea politicilor verzi și a instrumentelor de finanțare aferente, cu competențe digitale avansate și cu capacitatea de a lucra cu date. Apar roluri noi – specialist în politici de sustenabilitate, consultant pentru proiecte verzi finanțate european, analist de politici publice bazate pe date, expert în diplomație climatică –, pentru care pregătirea actuală acoperă doar o parte din cerințe.

6.2. Analiza programelor de studii existente

6.2.1. Metodologia analizei

Analiza a avut ca obiect planurile de învățământ ale programelor de licență RISE din România și ale unor programe similare din universități din state membre ale Uniunii Europene. Planurile au fost consultate pe site-urile oficiale ale universităților și ale facultăților (lista completă a surselor este prezentată în bibliografie).

Tabelul 6.1. Planurile de învățământ analizate

Etapa	Universități / programe analizate	Perioada
România – etapa I	Universitatea din Oradea; Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca (Facultatea de Istorie și Filosofie; Facultatea de Studii Europene); Universitatea din București; SNSPA București; Universitatea „Al. I. Cuza” Iași; Universitatea „Dunărea de Jos” Galați; Universitatea de Vest din Timișoara; Universitatea din Craiova; Universitatea „Ovidius” Constanța	februarie 2025
România – etapa II	Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava; Universitatea „Lucian Blaga” Sibiu; Universitatea „Constantin Brâncuși” Târgu Jiu; Universitatea de Vest „Vasile Goldiș” Arad; Universitatea „Titu Maiorescu” București; Universitatea „Spiru Haret” București; Universitatea Sapientia Cluj-Napoca; Universitatea Danubius Galați	martie 2025
Uniunea Europeană – etapa I	Université Sorbonne Nouvelle, Paris (Études européennes et internationales); Universidade Lusófona, Lisabona (European Studies	aprilie 2025

	and International Relations); Maastricht University (European Studies)	
Uniunea Europeană – etapa II	Alma Mater Studiorum Università di Bologna (European Studies); Universidad Complutense de Madrid (Bachelor of Arts in European Studies); Metropolitan University Prague (International Relations – European Studies)	mai 2025
Analiză comparativă	17 programe din România și 6 programe din UE	iunie – august 2025

În etapa de analiză a planurilor (februarie – mai 2025) au fost urmărite cinci elemente:

1. prezența cursurilor de informatică, cu accent pe digitalizare, și a celor de dezvoltare sustenabilă;
2. existența unor elemente de inteligență artificială aplicate în domeniul RISE;
3. competențele de prelucrare și analiză a datelor (big data);
4. introducerea unor conținuturi legate de sustenabilitate și digitalizare;
5. deschiderea programului spre interdisciplinaritate și frecvența actualizării curriculumului.

În etapa de analiză comparativă (iunie – august 2025) au fost urmărite, suplimentar, crearea de competențe care răspund cerințelor pieței muncii, organizarea stagiilor de practică și a internshipurilor la parteneri din domeniu și colaborările dintre universități (programe comune, consorții).

În paralel, a fost elaborat un chestionar pentru angajatorii din domeniul relațiilor internaționale, structurat în douăsprezece secțiuni: inteligența artificială, digitalizarea, big data și competențele verzi în relațiile internaționale, colaborarea dintre învățământul superior și piața muncii, provocările și oportunitățile viitoare și rolul învățământului superior în pregătirea studenților pentru fiecare dintre aceste domenii. Structura chestionarului este prezentată în Anexa 15, iar rezultatele aplicării sale sunt integrate în Capitolul 3 al volumului.

6.2.2. Programele de studii din România

Analiza celor 17 programe RISE din România a condus la constatări convergente. Majoritatea programelor includ cursuri de informatică generală și aplicată, dar inteligența artificială și big data sunt rareori abordate în mod specific. Competențele digitale avansate aplicate

domeniului lipsesc aproape complet; o excepție este cursul „Internetul în relațiile internaționale” de la Universitatea din Oradea.

Competențele verzi sunt prezente în proporție redusă și apar în discipline izolate: „Calitate, sustenabilitate și responsabilitate socială” (Universitatea din Oradea), „Ecologie politică” (Universitatea din București), „Politica bunăstării sociale” (SNSPA), „Politica și dreptul mediului în UE” (Universitatea Sapientia). Niciun program nu conține o disciplină dedicată economiei circulare sau tranziției verzi ca politică europeană.

Pe de altă parte, planurile de învățământ sunt actualizate anual, iar colaborarea cu piața muncii este integrată sistematic prin practica de specialitate: toate programele analizate au ore alocate practicii, desfășurate în companii și instituții din domeniu, în primii doi ani de studiu. Programele asigură competențe profesionale solide – analiza proceselor europene și internaționale, elaborarea și gestionarea proiectelor, proiectarea de strategii, asistența în negociere și mediere – și competențe transversale importante: utilizarea avansată a cel puțin unei limbi de circulație internațională, prezentarea unui punct de vedere în fața unei audiențe internaționale, lucrul în echipă, coordonarea de proiecte, rezolvarea nonconflictuală a problemelor și valorificarea noilor tehnologii media.

6.2.3. Programele de studii din universități europene

Programele europene analizate prezintă o situație asemănătoare în privința domeniilor emergente, dar cu câteva diferențe relevante. Cursurile de competențe digitale și de dezvoltare durabilă sunt incluse explicit în structura programului – de exemplu, la Sorbonne Nouvelle studenții au ore dedicate competențelor numerice și ore dedicate dezvoltării durabile. Digitalizarea este integrată și în cursurile de specialitate: la Universidade Lusófona, disciplina „Economic Blocs and Areas of Influence” are un capitol dedicat blocurilor economice și sferelor de influență în era digitală. Universitatea din Bologna oferă cursul „Internet, Law and Society”.

Competențele verzi sunt, și aici, prezente într-o proporție redusă, dar abordate din perspectiva specifică relațiilor internaționale: „Écologie urbaine en Europe” (Sorbonne Nouvelle), „Authority, Expertise and Environmental Change” (Maastricht University), „Trade and Environmental Economics” (Bologna). Inteligența artificială și big data nu sunt abordate în mod specific în niciunul dintre programele analizate.

Diferența cea mai importantă ține de deschiderea programelor. Universitățile europene au politici active de integrare profesională a studenților, prin protocoale de colaborare cu entități publice și private și prin internshipuri, și au încheiat acorduri de parteneriat sau au format consorții.

Un exemplu este consorțiul Una Europa, prin care studenții programului de studii europene pot urma primele semestre la una dintre universitățile de start (KU Leuven, Bologna, Complutense Madrid, Universitatea Jagiellonă din Cracovia) și semestrele următoare la universități partenere de mobilitate (Freie Universität Berlin, Universitatea din Helsinki, Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Universitatea din Edinburgh), fiind expuși direct la culturile și mediile europene pe care le studiază.

6.2.4. Sinteza constatărilor

Tabelul 6.2. Sinteza analizei planurilor de învățământ

Element urmărit	Universități din România	Universități europene	Decalaj identificat
Informatică și digitalizare	Informatică generală și aplicată; excepție: „Internetul în relațiile internaționale” (Oradea)	Competențe numerice explicite; digitalizarea integrată în cursuri de specialitate	Mediu
Inteligență artificială	Absentă ca disciplină	Absentă ca disciplină	Ridicat (comun)
Big data și analiza datelor	Rar abordate	Nu sunt abordate specific	Ridicat (comun)
Competențe verzi	Discipline izolate (Oradea, București, SNSPA, Sapientia)	Discipline cu perspectivă de RI (Sorbonne, Maastricht, Bologna)	Ridicat
Practică și integrare profesională	Practică de specialitate în toate programele	Internshipuri și protocoale cu entități publice și private	Redus
Interdisciplinaritate și cooperare universitară	Actualizare anuală; programe naționale	Programe comune, consorții (Una Europa)	Mediu – ridicat

Concluzia analizei este că programul RISE de la Universitatea din Oradea are puncte forte reale – o disciplină de profil digital rar întâlnită în alte programe și o disciplină de sustenabilitate și responsabilitate socială –, dar, ca toate programele analizate, nu oferă o pregătire sistematică în domeniul tranziției verzi ca politică europeană, nici în utilizarea datelor și a instrumentelor de inteligență artificială. Această situație reprezintă și o oportunitate: introducerea unei discipline de economie circulară cu profil european poate diferenția programul în peisajul național.

6.3. Competențele profesionale și transversale solicitate de angajatori

Pe baza transformărilor descrise în secțiunea 6.1, a analizei comparative și a structurii chestionarului adresat angajatorilor, au fost identificate competențele pe care piața muncii le solicită absolvenților RISE în raport cu domeniile emergente.

6.3.1. Competențe profesionale

Tabelul 6.3. Competențe profesionale emergente în domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene

Domeniu	Competență	Exemple de utilizare
Politici europene verzi	Analiza și evaluarea politicilor UE privind tranziția verde și economia circulară	Pactul Verde European, CEAP 2020, Critical Raw Materials Act
Guvernanță multilevel	Înțelegerea rolului actorilor europeni, naționali și locali în implementarea politicilor	Strategii circulare urbane, misiunea „100 de orașe neutre climatic”
Diplomație și negociere	Negocierea priorităților economice și de mediu; diplomație climatică	Simulări de negociere în cadrul instituțiilor UE
Finanțare europeană	Identificarea surselor de finanțare și elaborarea de proiecte	Horizon Europe, InvestEU, obligațiuni verzi
Analiza datelor și indicatorilor	Utilizarea indicatorilor europeni pentru fundamentarea deciziilor	Eurostat, MCI, CEPI, productivitatea resurselor
Competențe digitale	Utilizarea instrumentelor digitale și a AI în analiză și comunicare	Diplomație digitală, monitorizarea surselor, trasabilitate digitală
Analiză geopolitică	Evaluarea implicațiilor geopolitice ale tranziției verzi	Securitatea resurselor critice, autonomia strategică a UE
Recomandări de politici publice	Formularea de recomandări bazate pe dovezi și bune practici	Rapoarte de politici, studii comparative

6.3.2. Competențe transversale

Alături de competențele de specialitate, angajatorii solicită competențe transversale care, în domeniul RISE, au o importanță deosebită: **comunicarea într-o limbă de circulație internațională** la nivel avansat și într-o a doua limbă străină; **argumentarea și susținerea unui punct de vedere** în fața unei audiențe internaționale; **lucrul în echipă** în medii diverse și multiculturale; **conștientizarea dimensiunii interculturale**; **gândirea critică** și evaluarea

surselor de informație, cu atât mai importantă în contextul dezinformării; **rezolvarea nonconflictuală a problemelor**, prin negociere și dialog; **etica și responsabilitatea socială**; **conștiința ecologică**, înțeleasă ca adoptarea unor practici și soluții durabile în activitatea profesională; **învățarea pe tot parcursul vieții**.

6.4. Oportunități de integrare a AI, digitalizării, big data și competențelor verzi

Analiza a identificat patru direcții prin care domeniile emergente pot fi integrate în programul RISE. Ele sunt acoperite, în proporții diferite, de disciplina propusă, „Economie circulară în Europa", și de măsurile complementare prezentate în secțiunea 6.5.

6.4.1. Competențele verzi – direcția prioritară

Competențele verzi permit folosirea și promovarea practicilor ecologice în activitatea profesională și presupun atât înțelegerea problemelor de mediu, cât și adoptarea unor soluții durabile, eficiente și responsabile. Pentru studenții RISE, ele trebuie predate prin prisma politicilor publice, a guvernanței și a relațiilor dintre state: cum se negociază o politică verde, cine o implementează, cum se finanțează și ce efecte are asupra competitivității și securității. Această direcție este acoperită integral de disciplina propusă.

6.4.2. Digitalizarea

Digitalizarea este un accelerator al tranziției circulare: Internetul obiectelor pentru trasabilitate, pașaportul digital al produselor, platformele de partajare și reutilizare, sortarea automatizată. Cursul 10 al disciplinei propuse („Tehnologii digitale și eficiență economică în economia circulară") și temele de seminar asociate (studiul de caz Too Good To Go, simularea unei aplicații digitale de trasabilitate) aduc această dimensiune în pregătirea studenților. La nivelul programului, disciplina existentă „Internetul în relațiile internaționale" poate fi extinsă cu conținuturi de diplomație digitală și guvernanță a tehnologiei.

6.4.3. Inteligența artificială

Inteligența artificială poate fi introdusă în două moduri: ca instrument – analiza predictivă, procesarea textelor, traducerea și monitorizarea surselor internaționale – și ca obiect de studiu – reglementarea europeană a AI, competiția internațională pentru tehnologii critice, implicațiile etice. În disciplina propusă, AI apare în cursul 10, ca instrument de analiză predictivă în economia circulară. Recomandarea este introducerea unei discipline opționale dedicate: „Internetul și instrumentele care folosesc inteligența artificială în relații internaționale".

6.4.4. Big data și indicatorii europeni

Lucrul cu date este integrat în disciplina propusă prin cursurile 5 și 13, dedicate indicatorilor de eficiență a resurselor și de performanță circulară (Material Circularity Indicator, Circular Economy Performance Indicator, productivitatea resurselor), și prin temele de seminar care cer calculul productivității resurselor și redactarea unui raport de performanță circulară pe baza datelor europene. Pentru aprofundare, este recomandată o disciplină opțională „Utilizarea platformelor de big data în relații internaționale și studii europene".

Tabelul 6.4. Acoperirea direcțiilor de integrare de către disciplina propusă

Direcție	**Cursurile 1–5**	**Cursurile 6–10**	**Cursurile 11–14**
Competențe verzi	●●●	●●●	●●●
Digitalizare	●	●●●	●●
Inteligență artificială	●	●●	●
Big data și indicatori	●●	●●	●●●
Politici europene și guvernanță	●●●	●●	●●●

Legendă: ●●● *acoperire ridicată;* ●● *acoperire medie;* ● *acoperire redusă.*

6.5. Propuneri concrete de actualizare a ofertei educaționale

Propunerile au fost elaborate gradual, pe parcursul Subactivității 4.1, și au fost raportate lunar. Ele cuprind recomandările formulate în urma analizei planurilor de învățământ, o disciplină nouă cu toate materialele didactice elaborate și un set de măsuri complementare la nivel de program.

6.5.1. Recomandări rezultate din analiza planurilor de învățământ

Din analiza planurilor de învățământ din România și din Uniunea Europeană au rezultat următoarele propuneri de discipline opționale sau obligatorii:

- „Utilizarea platformelor de big data în relații internaționale și studii europene";
- „Internetul și instrumentele care folosesc inteligența artificială în relații internaționale";
- „Sustenabilitate și responsabilitate socială";
- „Accesarea fondurilor europene".

Analiza comparativă (iunie – august 2025) a pus accentul pe competențele verzi, cele mai solicitate pe piața europeană a muncii, și a condus la trei propuneri de cursuri: „Economie circulară în Europa", „Comunicare și leadership ecologic" și „Sustenabilitate și responsabilitate socială". În septembrie 2025, după analiza obiectivelor de învățare, a conținuturilor și a relevanței pentru studenții RISE, a fost selectată pentru dezvoltare completă disciplina „Economie circulară în Europa".

6.5.2. Disciplina „Economie circulară în Europa"

Propunerea centrală este introducerea în planul de învățământ al programului RISE a disciplinei „Economie circulară în Europa", pentru care a fost elaborată fișa disciplinei, conform modelului Universității din Oradea.

Tabelul 6.5. Datele principale ale disciplinei propuse

Element	**Propunere**
Denumirea disciplinei	Economie circulară în Europa
Programul de studii	Relații Internaționale și Studii Europene (licență), Universitatea din Oradea
Titular curs și seminar	conf. univ. dr. Luminița Șoproni
Număr de ore	4 ore/săptămână (2 curs + 2 seminar); 56 ore în planul de învățământ (28 curs + 28 seminar)
Studiu individual	33 ore; total 75 ore pe semestru
Credite	4
Evaluare	Examen oral (evaluare sumativă – 40%) și evaluare continuă la seminar (60%)
Materiale elaborate	Fișa disciplinei; 14 prezentări de curs; 30 de teme de seminar; 30 de întrebări grilă; metodologia de examen; grila de evaluare a proiectului de seminar

Obiectivul general al disciplinei este familiarizarea studenților cu noțiunile, conceptele și instrumentele fundamentale ale economiei circulare și cu rolul acestora în explicarea proceselor socio-economice. **Obiectivele specifice** sunt: formarea capacității de a gândi în context economic pentru a răspunde problemelor economice și sociale actuale; cunoașterea diferențelor dintre economia liniară și cea circulară; dobândirea de competențe utile în activitatea de consiliere sau în administrarea firmelor naționale și multinaționale.

La finalizarea cursului, studenții vor fi capabili să explice fundamentele teoretice ale economiei circulare; să analizeze politicile și strategiile UE în domeniu; să evalueze rolul instituțiilor europene, naționale și locale în guvernanța tranziției; să interpreteze impactul economic, social și politic al tranziției asupra competitivității, ocupării forței de muncă, securității resurselor și dezvoltării regionale; să analizeze critic relația dintre economia circulară, securitatea economică și autonomia strategică europeană; să aplice instrumente de analiză a politicilor și indicatori de performanță circulară; să elaboreze propuneri de politici și proiecte pentru diferite niveluri de guvernanță; să compare modelele europene și să identifice lecții aplicabile României; să-și dezvolte competențele de negociere și argumentare prin simulări diplomatice; să formuleze recomandări de politici bazate pe dovezi.

Competențele specifice RISE dezvoltate prin curs sunt: analiza și evaluarea politicilor europene; înțelegerea mecanismelor de guvernanță europeană și multilevel; analiza impactului reglementărilor UE asupra statelor membre; negocierea și simularea diplomatică; formularea de recomandări pentru politici publice; evaluarea implicațiilor geopolitice ale tranziției verzi; analiza comparativă a modelelor europene de dezvoltare; utilizarea indicatorilor și datelor europene în fundamentarea deciziilor. Fișa disciplinei corelează aceste competențe cu competențele ESCO: găsirea de soluții pentru probleme, efectuarea cercetării de piață, conștientizarea dimensiunii interculturale, dezvoltarea relațiilor internaționale și evaluarea critică a informațiilor și surselor.

Tabelul 6.6. Tematica disciplinei și perioada de elaborare a cursurilor

Nr.	Tema	Conținut principal	Elaborat
1	Introducere în economia circulară	De la economia liniară la cea circulară; istoria conceptului; principiile 4R; valoarea reziduală și ciclul de viață; externalități; impactul asupra creșterii economice și ocupării	octombrie 2025
2	Urbanizarea și impactul economic al circularității	Urbanizarea în Europa; orașe tradiționale vs. circulare; costuri și beneficii; aglomerări economice; modele de dezvoltare urbană sustenabilă	octombrie 2025
3	Politici europene pentru tranziția circulară	Pactul Verde European; CEAP 2020; strategia industrială; misiunea „100 de orașe”; instrumente legislative; guvernanță multilevel și diplomație verde	octombrie 2025

4	Eco-inovare și competitivitate în Europa	Tipuri de eco-inovare; avantaje economice; investitori ESG; obstacole; politici și instrumente financiare; modele de afaceri circulare	noiembrie 2025
5	Eficiența resurselor și productivitatea economică	Indicatori de eficiență; MCI; CEPI; productivitatea resurselor; resurse rare și critice; Critical Raw Materials Act	noiembrie 2025
6	Reciclarea și economia deșeurilor	Lanțul valoric al reciclării; costuri și beneficii; locuri de muncă; piețe secundare; drumul spre 2050	noiembrie 2025
7	Industria circulară și competitivitatea	Închiriere, recondiționare, product-as-a-service; impact asupra pieței muncii; studiu de caz Renault Flins; materii prime critice; IMM-uri	decembrie 2025
8	Bioeconomie și agricultură circulară	Bioeconomia globală; agricultura circulară; compostare; biogaz și bioenergie; produse bio-based	decembrie 2025
9	Orașe circulare și economie locală	Economie locală regenerativă; indicatori urbani; energie, apă, deșeuri, mobilitate circulară; guvernanța urbană; modelul Amsterdam	ianuarie 2026
10	Tehnologii digitale și eficiență economică	IoT; blockchain și pașaportul digital al produselor; inteligența artificială și analiza predictivă; sortare automatizată; platforme digitale; studiu de caz Too Good To Go	ianuarie 2026
11	Finanțare și investiții verzi	Horizon Europe; InvestEU; Planul de investiții pentru Pactul Verde; obligațiuni verzi; fonduri de impact; studii de caz UE	februarie 2026
12	Educație economică și schimbare culturală	Alfabetizare economică; comportamente de consum; economie comportamentală; nudging ecologic; campanii de conștientizare; marketing sustenabil	februarie 2026
13	Indicatori economici și evaluarea performanței circulare	MCI; CEPI și performanța statelor UE; productivitatea resurselor; raportare și audit circular; indicatori și politici publice	martie 2026
14	Analiza comparativă a tranziției circulare în Europa	CEAP; țările nordice, baltice; Germania; Olanda; Europa de Est; impactul economic al tranziției; perspective	martie 2026

Tematica este construită progresiv: cursurile 1–5 introduc conceptele și cadrul politic european, cursurile 6–10 tratează aplicațiile sectoriale (reciclare, industrie, bioeconomie, orașe, digitalizare), iar cursurile 11–14 consolidează dimensiunea strategică – finanțarea, schimbarea comportamentală, indicatorii și analiza comparativă a modelelor europene, cu lecții pentru România.

6.5.3. Materialele de curs

Pentru fiecare temă a fost elaborată o prezentare distinctă, care combină explicațiile conceptuale cu date europene și studii de caz: Clubul de la Roma și raportul „Limits to Growth" (cursul 1), modelul de dezvoltare circulară al orașului Amsterdam (cursul 9), uzina de remanufacturare Renault de la Flins (cursul 7), platforma anti-risipă Too Good To Go (cursul 10), proiecte finanțate prin Horizon Europe și instrumente InvestEU (cursul 11), comparația dintre țările nordice, baltice, Germania, Olanda și Europa de Est (cursul 14). Bibliografia disciplinei cuprinde lucrări de referință recente (Weetman, 2025; Baker-Brown, 2024; Machado și Davim, 2024; Ren și Zhang, 2022; Del Río et al., 2021), articole de bază din literatura de specialitate (Geissdoerfer et al., 2020; Korhonen et al., 2018) și documente oficiale ale Comisiei Europene, Parlamentului European, Agenției Europene de Mediu și Eurostat.

6.5.4. Teme de seminar și instrumente de evaluare

Pentru a asigura caracterul aplicativ al disciplinei, au fost elaborate treizeci de teme de seminar – câte două sau mai multe pentru fiecare curs –, care combină dezbateri, studii de caz, simulări diplomatice și exerciții de calcul. Temele includ studii de caz europene (Fairphone, Renault, Ljubljana, Too Good To Go, Packoorang, Winnow, OLIO), studii de caz românești (Green Group România, colectarea selectivă în Oradea), simulări de negociere și de pitch în fața unui „comitet de investitori" și exerciții de adaptare a modelelor europene la contextul românesc. Lista completă este prezentată în Anexa 16.

Pentru evaluare au fost elaborate:

- **30 de întrebări de tip grilă** (câte 10 pentru cursurile 1–5, 6–10 și 11–14), cu patru variante de răspuns și un singur răspuns corect, care verifică atât noțiunile fundamentale, cât și capacitatea de a interpreta situații aplicate (exemple în Anexa 17);

- **metodologia de examen** – examen oral, desfășurat individual, în două etape (evaluare conceptuală și evaluare aplicativ-analitică); studentul extrage un bilet cu o întrebare teoretică și una aplicată și are 10–15 minute de gândire;
- **grila de evaluare a proiectului individual/de seminar**, pe 100 de puncte: claritate și structură (10), relevanță economică (20), creativitate și originalitate (20), utilizarea surselor (10), aplicabilitate practică (20), participare activă (20).

Nota finală combină evaluarea sumativă de la examen (40%) cu evaluarea continuă de la seminar (60%). Standardul minim de performanță pentru nota 5 presupune cunoașterea conceptelor de bază, explicarea diferențelor dintre economia liniară și cea circulară, răspunsuri coerente și îndeplinirea obligațiilor minime de la seminar.

Tabelul 6.7. Instrumentele didactice și de evaluare elaborate

Instrument	Volum	Perioada
Prezentări de curs	14 cursuri	octombrie 2025 – martie 2026
Întrebări grilă (4 variante, 1 răspuns corect)	30 de itemi (10 + 10 + 10)	aprilie – iunie 2026
Fișa disciplinei	1 fișă completă	iulie 2026
Teme de seminar	30 de teme (10 + 10 + 10) și grila de evaluare a proiectului	august – octombrie 2026
Metodologia de examen	1 document	2026

6.5.5. Măsuri complementare la nivel de program

1. Introducerea treptată a disciplinelor opționale recomandate: big data în relații internaționale, AI în relații internaționale, accesarea fondurilor europene, comunicare și leadership ecologic.
2. Extinderea disciplinei „Internetul în relațiile internaționale” cu conținuturi de diplomație digitală, guvernanța tehnologiei și reglementarea europeană a inteligenței artificiale.
3. Crearea unui modul transversal comun mai multor programe (RISE, Informatică, Medicină, Farmacie), centrat pe sustenabilitate și accesarea fondurilor europene.
4. Multiplicarea parteneriatelor cu companii din domeniul IT, pentru valorificarea competențelor digitale prin stagii și proiecte practice interdisciplinare.

5. Diversificarea locurilor de practică către instituții și organizații care implementează politici verzi (administrații locale, agenții de dezvoltare regională, ONG-uri de mediu, companii cu departamente de sustenabilitate).
6. Încheierea de acorduri de parteneriat (joint programmes) cu universități europene care au programe RISE și participarea la alianțe universitare europene.
7. Consultarea periodică a angajatorilor prin chestionarul elaborat în cadrul proiectului și revizuirea curriculumului în funcție de rezultate.

6.5.6. Etapizarea implementării

Tabelul 6.8. Etapizarea propusă pentru implementare

Etapa	Perioada	Acțiuni
1. Aprobare	anul universitar 2026–2027	Aprobarea disciplinei „Economie circulară în Europa” în consiliul facultății; includerea în planul de învățământ
2. Pilotare	anul universitar 2027–2028	Predarea disciplinei la o primă serie; aplicarea temelor de seminar și a instrumentelor de evaluare; colectarea feedbackului studenților
3. Extindere	2028–2029	Introducerea disciplinelor opționale de big data, AI și fonduri europene; modulul transversal; noi parteneriate de practică
4. Evaluare și revizuire	anual / la 2–3 ani	Aplicarea chestionarului către angajatori; actualizarea conținuturilor în funcție de politicile europene noi

6.6. Concluzii și recomandări specifice domeniului

Analiza realizată pentru domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene conduce la următoarele concluzii:

1. Tranziția verde și transformarea digitală sunt, simultan, politici ale Uniunii Europene și teme centrale ale relațiilor internaționale; specialistul RISE trebuie să le înțeleagă atât ca instrumente, cât și ca obiect de analiză.
2. Programele RISE din România asigură competențe solide de analiză, negociere, managementul proiectelor și comunicare internațională, iar colaborarea cu piața muncii prin practica de specialitate este bine integrată.

3. Inteligența artificială și big data nu sunt abordate în mod specific nici în programele din România, nici în cele europene analizate – un decalaj comun, care poate deveni un avantaj competitiv pentru programul care îl recuperează primul.
4. Competențele verzi sunt prezente doar în discipline izolate; nu există, în programele românești analizate, o disciplină dedicată economiei circulare ca politică europeană.
5. Universitățile europene au o deschidere mai mare spre cooperare – programe comune, consorții precum Una Europa, internshipuri internaționale –, iar această deschidere contribuie direct la angajabilitatea absolvenților pe piața europeană a muncii.

Pe baza acestor concluzii, recomandările specifice domeniului sunt:

- introducerea în planul de învățământ RISE a disciplinei „Economie circulară în Europa”, pentru care toate materialele didactice și de evaluare sunt elaborate;
- introducerea treptată a disciplinelor opționale de big data, inteligență artificială și fonduri europene;
- integrarea conținuturilor de diplomație digitală și de guvernanță a tehnologiei în disciplinele existente;
- multiplicarea parteneriatelor cu companii IT și cu instituții care implementează politici verzi, pentru stagii și proiecte;
- încheierea de acorduri de parteneriat cu universități europene și participarea la alianțe universitare;
- consultarea periodică a angajatorilor și revizuirea curriculumului.

Aplicarea acestor măsuri poate consolida profilul european al programului RISE de la Universitatea din Oradea și poate pregăti absolvenți capabili să lucreze în instituțiile, administrațiile și organizațiile care implementează tranziția verde și digitală a Europei.

7. Bune practici din universitățile europene

7.1. Domeniul medical și medico-dentar

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 1: Ciavoi Gabriela

Analiza planurilor de învățământ ale universităților din Debrecen, Košice, Heidelberg, Frankfurt pe Main, Viena și Maastricht a permis identificarea unor practici care pot fi preluate în oferta educațională a Facultății de Medicină și Farmacie din Oradea.

Tabelul 7.1. Bune practici identificate în universități europene – domeniul medical

Universitatea / programul	Practica identificată	Posibilitate de transfer la UO
Universitatea din Maastricht – Medicină	Curriculum organizat pe învățare bazată pe probleme (PBL), în grupuri mici, cu accent pe autonomia studentului	Introducerea studiilor de caz și a proiectelor în echipă în lucrările practice ale disciplinei Digital Health
Universitatea din Heidelberg – Medicină, Medicină dentară	Curriculum reformat, cu module integrate și accent pe cercetare și pe deprinderile practice în medii simulate	Utilizarea simulărilor și a realității virtuale în formarea practică
Universitatea de Medicină din Viena – Medicină	Curriculum modular, care permite integrarea mai rapidă a temelor noi	Organizarea conținuturilor emergente sub formă de module transferabile între discipline
Universitatea „Goethe" din Frankfurt – Tehnică dentară	Formare puternic orientată spre tehnologiile digitale de fabricație	Disciplină opțională dedicată fluxului digital (scanare, CAD/CAM, imprimare 3D) pentru Tehnică dentară
Universitatea din Debrecen; Universitatea „P. J. Šafárik" din Košice – Medicină dentară, Medicină	Programe complete în limbi străine, atractive pentru studenții internaționali	Oferirea cursurilor de Digital Health și în limba engleză, ca element de atractivitate internațională

O constatare comună tuturor universităților analizate este aceea că nici programele europene nu au integrat încă sistematic inteligența artificială și competențele verzi. Acest decalaj general reprezintă o oportunitate: o universitate care introduce aceste conținuturi de timpuriu își poate construi un avantaj competitiv real în atragerea studenților și în angajabilitatea absolvenților.

7.2. Domeniul fizicii medicale

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 2: Filip Sanda-Monica

Analiza planurilor de învățământ ale University College London, Lund University și KU Leuven a permis identificarea unor bune practici care pot fi transferate în programul de Fizică medicală al Universității din Oradea.

Tabelul 7.2. Bune practici identificate în universități europene – domeniul fizicii medicale

Universitatea	**Bună practică**	**Relevanță pentru Universitatea din Oradea**
University College London	Program comun între departamentul de Fizică medicală și inginerie biomedicală și cel de Fizică și astronomie; module opționale de anul III (Treatment with Ionising Radiation, Medical Imaging with Ionising Radiation, Computing in Medicine)	Colaborare între Facultatea de Informatică și Științe și Facultatea de Medicină și Farmacie pentru disciplinele clinice
University College London	Modul „Practical Machine Learning for Physicists” și modul „Climate and Energy”	Model pentru introducerea AI și a sustenabilității ca discipline opționale
University College London	Proiect de cercetare obligatoriu în anul III, în fizică medicală și inginerie biomedicală	Proiecte de licență pe date reale, în parteneriat cu centre de radioterapie
Lund University	Programare computațională în Python (NUMA01) încă din anul I	Modul de programare aplicată pe date de fizică medicală
Lund University	Cursul „Particle Physics, Cosmology and Accelerators” (FYSC24) și cursuri legate de infrastructurile MAX IV și ESS	Disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații”; colaborare cu IFIN-HH și ELI-NP
Lund University, KU Leuven	Abordarea transversală a sustenabilității (eficiență energetică, impactul radiațiilor asupra mediului)	Conținuturi de sustenabilitate în disciplinele existente
Toate	Curricula flexibile, trasee clinic / cercetare / industrie, revizuire periodică	Discipline opționale și revizuire la 2–3 ani

O constatare comună este aceea că universitățile europene nu tratează domeniile emergente ca discipline izolate, ci le integrează în contextul aplicațiilor de fizică medicală. Același principiu a stat la baza disciplinei propuse pentru Universitatea din Oradea: inteligența artificială, analiza datelor și sustenabilitatea sunt predate prin intermediul acceleratorului liniar clinic, nu separat de el.

7.3. Domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 3: Șoproni Luminița

Analiza planurilor de învățământ ale universităților Sorbonne Nouvelle, Lusófona, Maastricht, Bologna, Complutense din Madrid și Metropolitan University Prague a permis identificarea unor bune practici care pot fi transferate în programul RISE al Universității din Oradea.

Tabelul 7.3. Bune practici identificate în universități europene – domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene

Universitatea	Bună practică	Relevanță pentru Universitatea din Oradea
Université Sorbonne Nouvelle (Paris)	Ore dedicate explicit competențelor numerice și dezvoltării durabile; cursul „Écologie urbaine en Europe”	Introducerea competențelor digitale și verzi ca parte a structurii programului
Universidade Lusófona (Lisabona)	Digitalizarea tratată în cursul de specialitate „Economic Blocs and Areas of Influence” (blocuri economice în era digitală)	Integrarea digitalizării în disciplinele existente de relații internaționale
Maastricht University	Cursul „Authority, Expertise and Environmental Change” – mediul tratat din perspectiva guvernanței și a expertizei	Abordarea sustenabilității ca temă de guvernanță în disciplina „Economie circulară în Europa”
Università di Bologna	Cursurile „Internet, Law and Society” și „Trade and Environmental Economics”	Disciplină opțională de guvernanță digitală; conținuturi de comerț și mediu
Una Europa (Bologna, Complutense Madrid, KU Leuven, Jagiellonă Cracovia și parteneri de mobilitate)	Program comun de studii europene cu semestre în mai multe universități	Acorduri de parteneriat și participarea la o alianță universitară europeană
Toate	Internshipuri și protocoale cu entități publice și private; actualizare anuală a curriculumului	Diversificarea partenerilor de practică spre instituții care implementează politici verzi

O constatare comună este aceea că universitățile europene integrează competențele digitale și verzi în perspectiva specifică a studiilor europene – guvernanță, drept, comerț, influență internațională –, nu ca discipline tehnice separate. Același principiu a stat la baza disciplinei

propuse pentru Universitatea din Oradea, construită ca o disciplină de politici europene și dezvoltare sustenabilă.

7.4. Lecții comune celor trei domenii

Coordonator analiză privind dezvoltarea ofertei educaționale: Jurca Tünde

Bunele practici identificate de experți în universitățile europene (secțiunile 7.1–7.3) diferă ca obiect, dar converg spre câteva principii comune, care pot fi preluate de Universitatea din Oradea la nivel instituțional:

1. **Integrare, nu izolare.** Universitățile analizate nu tratează domeniile emergente ca discipline tehnice separate, ci le integrează în contextul profesiei – digitalizarea în cursul despre blocuri economice (Lusófona), învățarea automată pentru fizicieni (UCL), simulările și realitatea virtuală în formarea practică (Heidelberg).
2. **Curricula modulare și flexibile.** Modelele de la Viena, Maastricht, Lund și UCL permit introducerea rapidă a conținuturilor noi prin module opționale și trasee diferite (clinic, cercetare, industrie).
3. **Învățare activă.** Învățarea bazată pe probleme (Maastricht), proiectele de cercetare obligatorii (UCL) și studiile de caz sunt metodele prin care competențele emergente devin aplicabile.
4. **Cooperare interdepartamentală și interuniversitară.** Programele comune între departamente (UCL) și consorțiile europene (Una Europa) cresc expunerea studenților la medii profesionale diferite.
5. **Legătura cu infrastructura și cu angajatorii.** Accesul la infrastructuri de cercetare (MAX IV și ESS la Lund), internshipurile și protocoalele cu entități publice și private sunt parte a programului, nu activități opționale.
6. **Actualizare periodică.** Curricula sunt revizuite regulat, cu participarea angajatorilor.

Constatarea comună cea mai importantă este însă aceea că **nici universitățile europene analizate nu au integrat încă sistematic inteligența artificială, big data și competențele verzi**. Decalajul este general, nu specific universităților românești. Pentru Universitatea din Oradea, aceasta reprezintă o oportunitate reală: o instituție care introduce coerent aceste conținuturi poate obține un avantaj competitiv, atât în atragerea studenților, cât și în angajabilitatea absolvenților.

8. Plan de integrare a competențelor emergente în oferta educațională

8.1. Principiile planului de integrare

Coordonator analiză privind dezvoltarea ofertei educaționale: Jurca Tünde

Capitolul 8 reprezintă componenta aplicativă a volumului. Pentru fiecare program de studii analizat, experții au formulat (secțiunile 8.2–8.4) propuneri structurate după același model: programul de studii, nevoia identificată, competența propusă, modalitatea de integrare și rezultatul urmărit. Planul respectă patru principii stabilite la nivelul coordonării:

- **fundamentarea pe cercetare** – fiecare propunere decurge dintr-o nevoie identificată prin analiza planurilor de învățământ și prin consultarea angajatorilor;
- **realism** – propunerile pot fi introduse în limitele standardelor ARACIS, prin discipline opționale, module în discipline existente sau activități practice, fără restructurarea completă a programelor;
- **materiale gata de utilizare** – pentru fiecare domeniu a fost elaborată cel puțin o disciplină completă, cu cursuri și instrumente de evaluare, astfel încât implementarea să poată începe imediat după aprobare;
- **nivel dublu de integrare** – un nivel transversal, comun tuturor programelor, și un nivel aplicativ, specific fiecărei profesii.

Modalitățile de integrare utilizate în plan sunt cinci, ordonate după efortul de implementare: (1) module tematice în discipline existente; (2) teme de seminar și proiecte aplicative; (3) discipline opționale noi; (4) stagii și proiecte comune cu angajatorii; (5) module transversale comune mai multor programe și cooperare interuniversitară.

8.2. Programele de studii ale Facultății de Medicină și Farmacie

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 1: Ciavoi Gabriela

Pentru fiecare program de studii al Facultății de Medicină și Farmacie este prezentată, în formatul unitar al volumului, nevoia identificată, competența propusă, modalitatea de integrare și rezultatul urmărit.

Tabelul 8.1. Plan de integrare – Medicină

Element analizat	Propunere
Program de studii	Medicină
Nevoie identificată	Utilizarea tehnologiilor digitale și a inteligenței artificiale în practica medicală; cunoașterea cadrului EHDS și GDPR
Competență propusă	Utilizarea responsabilă a dosarului electronic, a telemedicinei și a instrumentelor AI de sprijin decizional
Modalitate de integrare	Disciplina opțională „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate” (anul IV, sem. I, 5 ECTS), cu 14 cursuri și 14 lucrări practice
Rezultat urmărit	Creșterea competențelor digitale și a adaptabilității profesionale; absolvenți pregătiți pentru sistemele informatice clinice

Tabelul 8.2. Plan de integrare – Medicină dentară

Element analizat	Propunere
Program de studii	Medicină dentară
Nevoie identificată	Stăpânirea fluxului digital clinic (scanare intraorală, CAD/CAM, imprimare 3D); protecția datelor în cabinetul stomatologic
Competență propusă	Planificarea și realizarea tratamentelor prin flux digital; aplicarea GDPR în cabinet
Modalitate de integrare	Module „Imprimarea 3D și digitalizarea proceselor clinice și protetice” și „GDPR în sănătate” integrate în disciplinele clinice; stagii comune cu Tehnică dentară
Rezultat urmărit	Absolvenți capabili să lucreze în cabinete digitalizate și să colaboreze eficient cu laboratorul

Tabelul 8.3. Plan de integrare – Farmacie

Element analizat	Propunere
Program de studii	Farmacie
Nevoie identificată	Prescripția electronică, trasabilitatea medicamentelor, utilizarea datelor; gestionarea deșeurilor farmaceutice
Competență propusă	Utilizarea sistemelor digitale farmaceutice și a datelor pentru farmacovigilență; practică farmaceutică sustenabilă
Modalitate de integrare	Module „Dosarul electronic al pacientului”, „Big Data și analitica în sănătate”, „Blockchain și securitatea datelor” și „Green Digital Health” integrate în disciplinele existente
Rezultat urmărit	Farmaciști pregătiți pentru interoperabilitatea cu medicul și spitalul și pentru trasabilitatea digitală

Tabelul 8.4. Plan de integrare – Asistență medicală generală

Element analizat	Propunere
Program de studii	Asistență medicală generală
Nevoie identificată	Utilizarea dispozitivelor de monitorizare și a documentației electronice de îngrijire
Competență propusă	Telemonitorizarea pacienților; utilizarea EHR, mHealth și IoT în îngrijire
Modalitate de integrare	Module „Telemedicina și telemonitorizarea”, „mHealth” și „IoT în medicină”; activități practice de simulare
Rezultat urmărit	Asistenți medicali capabili să lucreze cu monitorizarea la distanță și cu documentația digitală

Tabelul 8.5. Plan de integrare – Tehnică dentară

Element analizat	Propunere
Program de studii	Tehnică dentară
Nevoie identificată	Tehnologii digitale de fabricație și materiale pentru imprimare 3D; reducerea consumului de materiale
Competență propusă	Proiectare CAD, fabricare CAM, imprimare 3D; alegerea tehnologiilor cu impact redus
Modalitate de integrare	Disciplină opțională privind frezarea și imprimarea 3D; temele de seminar privind fluxul digital și materialele; stagii comune cu Medicină dentară
Rezultat urmărit	Tehnicieni dentari pregătiți pentru laboratoarele digitalizate

Tabelul 8.6. Plan de integrare – Radiologie și imagistică

Element analizat	Propunere
Program de studii	Radiologie și imagistică
Nevoie identificată	Utilizarea algoritmilor AI în imagistică; eficiența energetică a echipamentelor
Competență propusă	Interpretarea critică a rezultatelor AI în imagistică; practică imagistică sustenabilă
Modalitate de integrare	Modulele „Inteligența Artificială și Machine Learning” și „Green Digital Health” integrate în disciplinele de specialitate
Rezultat urmărit	Absolvenți capabili să lucreze cu echipamente și software de imagistică asistată de AI

Tabelul 8.7. Plan de integrare – Balneofiziokinetoterapie și recuperare

Element analizat	Propunere
Program de studii	Balneofiziokinetoterapie și recuperare
Nevoie identificată	Utilizarea senzorilor, a aplicațiilor mobile și a realității virtuale în recuperare
Competență propusă	Programe de recuperare monitorizate digital și asistate de VR/AR
Modalitate de integrare	Modulele „Realitate augmentată și virtuală în educația medicală și reabilitare”, „mHealth” și „IoT în medicină”
Rezultat urmărit	Creșterea calității și a continuității programelor de recuperare, inclusiv la domiciliu

Tabelul 8.8. Plan de integrare – Nutriție și dietetică

Element analizat	Propunere
Program de studii	Nutriție și dietetică
Nevoie identificată	Utilizarea aplicațiilor mHealth și a datelor pentru consilierea nutrițională; legătura dintre alimentație și sustenabilitate
Competență propusă	Monitorizarea digitală a pacientului și interpretarea datelor nutriționale; recomandări sustenabile
Modalitate de integrare	Modulele „mHealth”, „Big Data și analitica în sănătate” și „Green Digital Health”
Rezultat urmărit	Absolvenți capabili să ofere consiliere nutrițională susținută de date și orientată spre sustenabilitate

8.3. Programul de studii Fizică medicală (Facultatea de Informatică și Științe)

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 2: Filip Sanda-Monica

Pentru programul de licență Fizică medicală a fost elaborat un plan de integrare structurat pe cele cinci direcții identificate în secțiunea 5.4, după modelul tabelar comun adoptat pentru volum.

Tabelul 8.9. Plan de integrare – Fizică medicală: fizica și tehnologia acceleratoarelor

Element analizat	Propunere
Program de studii	Fizică medicală (licență)
Nevoie identificată	Cunoașterea principiilor de funcționare și a aplicațiilor medicale ale acceleratoarelor de particule, insuficient tratate în planurile actuale
Competență propusă	Înțelegerea funcționării acceleratoarelor (liniar, ciclotron, sincrotron) și a utilizării LINAC în radioterapie

Modalitate de integrare	Disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații”, cu 14 cursuri, teste-grilă și subiecte de examen elaborate
Rezultat urmărit	Absolvenți pregătiți să lucreze cu acceleratoare liniare clinice din primul an de activitate

Tabelul 8.10. Plan de integrare – Fizică medicală: inteligență artificială

Element analizat	**Propunere**
Program de studii	Fizică medicală (licență)
Nevoie identificată	Utilizarea și validarea instrumentelor AI din radioterapie și imagistică (conturare automată, planificare automată)
Competență propusă	Utilizarea critică și validarea algoritmilor AI clinici, cu păstrarea responsabilității profesionale
Modalitate de integrare	Modul tematic în temele 13–14 ale disciplinei propuse și în disciplina de Radioterapie; disciplină opțională de machine learning pentru fizicieni
Rezultat urmărit	Creșterea competențelor digitale și a capacității de a evalua tehnologiile noi

Tabelul 8.11. Plan de integrare – Fizică medicală: digitalizare și software clinic

Element analizat	**Propunere**
Program de studii	Fizică medicală (licență)
Nevoie identificată	Familiarizarea cu software-ul clinic de planificare, analiză dozimetrică și comisionare
Competență propusă	Utilizarea sistemelor de planificare (Monaco), a software-ului de analiză (Mephysto) și a sistemelor de comisionare (AGL)
Modalitate de integrare	Temele 10, 12 și 14 ale disciplinei propuse; lucrări de laborator în parteneriat cu un centru de radioterapie
Rezultat urmărit	Reducerea perioadei de adaptare la locul de muncă; creșterea angajabilității

Tabelul 8.12. Plan de integrare – Fizică medicală: big data și analiza datelor

Element analizat	**Propunere**
Program de studii	Fizică medicală (licență)

Nevoie identificată	Prelucrarea și interpretarea volumelor mari de date dozimetrice și clinice
Competență propusă	Analiza datelor de fascicul (profile, PDD, factori de output), compararea acceleratoarelor, programare în Python pentru prelucrarea măsurătorilor
Modalitate de integrare	Tema 12 a disciplinei propuse; modul de programare aplicată pe date de fizică medicală
Rezultat urmărit	Absolvenți capabili să lucreze cu date și să automatizeze analiza măsurătorilor

Tabelul 8.13. Plan de integrare – Fizică medicală: competențe verzi și radioprotecție

Element analizat	Propunere
Program de studii	Fizică medicală (licență)
Nevoie identificată	Absența conținuturilor privind impactul de mediu al tehnologiilor medicale în toate planurile românești analizate
Competență propusă	Optimizarea dozei și a numărului de ședințe, gestionarea surselor și deșeurilor radioactive, eficiența energetică a echipamentelor
Modalitate de integrare	Conținuturi transversale în temele 6–13 ale disciplinei propuse; modul de sustenabilitate în disciplinele de Radioprotecție și Medicină nucleară
Rezultat urmărit	Formarea unei conștiințe ecologice profesionale și alinierea la obiectivele de tranziție verde ale Uniunii Europene

8.4. Programul de studii Relații Internaționale și Studii Europene

Expert elaborare analize privind dezvoltarea ofertei educaționale 3: Șoproni Luminița

Pentru programul de licență RISE a fost elaborat un plan de integrare structurat pe direcțiile identificate în secțiunea 6.4, după modelul tabelar comun adoptat pentru volum.

Tabelul 8.14. Plan de integrare – RISE: competențe verzi

Element analizat	Propunere
Program de studii	Relații Internaționale și Studii Europene (licență)
Nevoie identificată	Înțelegerea tranziției verzi ca politică europeană și ca temă de relații internaționale; competențe verzi prezente doar în discipline izolate
Competență propusă	Analiza politicilor UE privind economia circulară, a guvernanței multilevel și a implicațiilor geopolitice ale tranziției verzi

Modalitate de integrare	Disciplina „Economie circulară în Europa” (2C + 2S, 4 credite), cu 14 cursuri, 30 de teme de seminar și instrumente de evaluare elaborate
Rezultat urmărit	Absolvenți pregătiți pentru instituțiile și organizațiile care implementează Pactul Verde European

Tabelul 8.15. Plan de integrare – RISE: digitalizare

Element analizat	**Propunere**
Program de studii	Relații Internaționale și Studii Europene (licență)
Nevoie identificată	Competențe digitale avansate aplicate domeniului, absente în majoritatea programelor
Competență propusă	Utilizarea instrumentelor digitale în analiză, comunicare și diplomație; înțelegerea rolului digitalizării în politicile europene
Modalitate de integrare	Cursul 10 al disciplinei propuse; extinderea disciplinei „Internetul în relațiile internaționale” cu diplomație digitală și guvernanța tehnologiei
Rezultat urmărit	Creșterea competențelor digitale și a adaptabilității profesionale

Tabelul 8.16. Plan de integrare – RISE: inteligență artificială

Element analizat	**Propunere**
Program de studii	Relații Internaționale și Studii Europene (licență)
Nevoie identificată	Lipsa oricărei abordări specifice a AI în programele din România și din UE analizate
Competență propusă	Utilizarea responsabilă a instrumentelor AI în analiza internațională; înțelegerea reglementării europene și a implicațiilor internaționale ale AI
Modalitate de integrare	Disciplină opțională „Internetul și instrumentele care folosesc inteligența artificială în relații internaționale”
Rezultat urmărit	Absolvenți capabili să folosească și să analizeze critic tehnologiile AI

Tabelul 8.17. Plan de integrare – RISE: big data și indicatori europeni

Element analizat	**Propunere**
Program de studii	Relații Internaționale și Studii Europene (licență)

Nevoie identificată	Utilizarea datelor și a indicatorilor europeni în fundamentarea politicilor, rar abordată
Competență propusă	Interpretarea indicatorilor Eurostat și a indicatorilor de performanță circulară (MCI, CEPI, productivitatea resurselor); formularea de recomandări bazate pe dovezi
Modalitate de integrare	Cursurile 5 și 13 ale disciplinei propuse și temele de seminar asociate; disciplină opțională „Utilizarea platformelor de big data în RISE”
Rezultat urmărit	Capacitatea de a elabora analize și recomandări de politici publice bazate pe date

Tabelul 8.18. Plan de integrare – RISE: finanțare europeană și cooperare

Element analizat	Propunere
Program de studii	Relații Internaționale și Studii Europene (licență)
Nevoie identificată	Elaborarea de proiecte finanțabile și deschiderea programului spre cooperare europeană
Competență propusă	Identificarea surselor de finanțare (Horizon Europe, InvestEU), elaborarea și susținerea unui proiect în fața finanțatorilor
Modalitate de integrare	Cursul 11 și temele de seminar T21–T22 (pitch în fața unui „comitet de investitori”); disciplină opțională „Accesarea fondurilor europene”; acorduri de parteneriat cu universități europene
Rezultat urmărit	Absolvenți pregătiți pentru managementul proiectelor europene și pentru piața europeană a muncii

8.5. Sinteza planului de integrare la nivelul universității

Coordonator analiză privind dezvoltarea ofertei educaționale: Jurca Tünde

Tabelul 8.19. Disciplinele-pilot elaborate în cadrul Subactivității 4.1

Domeniul	Disciplina propusă	Program / regim	Materiale elaborate	Domenii emergente acoperite
Medical și farmaceutic	Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate	Medicină, anul IV, sem. I; opțională; 2C + 2LP; 5 ECTS	Fișa disciplinei; 14 cursuri; 4 seturi de câte 10 itemi-grilă; teme de seminar pentru 6 cursuri	AI, digitalizare, big data, competențe verzi (Green Digital Health)

Fizică medicală	Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații	Fizică medicală (licență); opțională de specialitate	14 cursuri; teste-grilă pentru toate temele; 30 de subiecte de examen	AI, digitalizare, big data, radioprotecție și sustenabilitate
Relații internaționale și studii europene	Economie circulară în Europa	RISE (licență); 2C + 2S; 4 credite	Fișa disciplinei; 14 cursuri; 30 de itemi-grilă; 30 de teme de seminar; metodologie de examen; grilă de evaluare a proiectului	Competențe verzi, digitalizare, big data și indicatori, politici europene

Cele trei discipline-pilot însumează 42 de cursuri elaborate integral și pachete complete de evaluare. Ele pot fi introduse în planurile de învățământ începând cu anul universitar următor aprobării și pot fi preluate, cu adaptări, și de alte programe de studii ale universității.

Tabelul 8.20. Măsuri transversale propuse la nivelul universității

Măsura	**Nevoia orizontală căreia îi răspunde**	**Programe implicate**	**Responsabil propus**
Modul transversal „Competențe digitale și etica datelor”	Lipsa competențelor digitale avansate și a cunoștințelor privind protecția datelor (GDPR, AI Act)	Toate programele	Prorectoratul cu activitatea didactică; departamentele de profil
Modul transversal „Sustenabilitate și competențe verzi”	Absența aproape completă a competențelor verzi în planurile analizate	Toate programele	Facultățile, cu sprijinul expertului RISE
Modul „Accesarea fondurilor europene și managementul proiectelor”	Nevoia de competențe de elaborare a proiectelor, identificată în toate domeniile	RISE, Informatică, Medicină, Farmacie	Facultatea de Istorie, Relații Internaționale, Științe Politice și Științele Comunicării
Stagii și proiecte interdisciplinare	Colaborare redusă între specializări	Medicină – Medicină dentară – Tehnică dentară; Fizică medicală – Medicină (Radiologie, Oncologie)	Coordonatorii programelor de studii

Parteneriate cu angajatorii și cu industria	Legătura insuficientă cu tehnologia actuală și cu piața muncii	Toate programele	Facultățile; Centrul de consiliere și orientare în carieră
Platformă e-learning comună pentru materialele elaborate	Nevoia de reutilizare și actualizare rapidă a conținuturilor	Toate programele	Departamentul de învățământ la distanță / e-learning
Mecanism de revizuire a curriculumului la 2–3 ani	Curricula puțin modificate în ultimii 7–8 ani	Toate programele	Comisia de evaluare și asigurare a calității

Tabelul 8.21. Indicatori propuși pentru monitorizarea implementării

Indicator	**Mod de măsurare**	**Periodicitate**
Numărul de discipline și module noi introduse în planurile de învățământ	Planurile de învățământ aprobate	Anual
Numărul de studenți care urmează disciplinele-pilot	Situațiile de înscriere la disciplinele opționale	Semestrial
Rezultatele studenților la disciplinele-pilot	Rezultatele la evaluare (grile, proiecte, examene)	Semestrial
Satisfacția studenților	Chestionar de feedback la finalul disciplinei	Semestrial
Numărul de parteneriate și stagii cu angajatori din domeniile emergente	Protocoale și convenții de practică încheiate	Anual
Aprecierea angajatorilor privind pregătirea absolvenților	Reaplicarea chestionarelor elaborate în proiect	La 2–3 ani
Inserția profesională a absolvenților	Studii de monitorizare a inserției absolvenților	Anual

9. Concluzii și recomandări finale

Coordonator analiză privind dezvoltarea ofertei educaționale: Jurca Tünde

9.1. Concluzii generale

Cercetarea desfășurată în cadrul Subactivității 4.1, în perioada februarie 2025 – noiembrie 2026, a analizat peste 40 de programe de studii din România și din Uniunea Europeană, în trei domenii cu profiluri diferite, și a condus la elaborarea a trei discipline-pilot complete, cu 42 de cursuri și pachetele de evaluare aferente. Concluziile generale sunt următoarele:

1. **Transformarea digitală și tranziția verde sunt ireversibile și susținute de un cadru european obligatoriu.** Regulamentul privind inteligența artificială, GDPR, Spațiul european al datelor privind sănătatea, Pactul Verde European și Directiva Euratom fac din competențele digitale și verzi cerințe profesionale, nu opțiuni.
2. **Decalajul de competențe este real și general.** În toate cele trei domenii, planurile de învățământ acoperă bine informatica generală și statistica, dar tratează insuficient inteligența artificială, analiza datelor și digitalizarea aplicată și omit aproape complet competențele verzi. Decalajul nu este specific universităților românești: nici universitățile europene analizate nu au integrat încă sistematic aceste domenii.
3. **Nevoile sunt preponderent orizontale.** Majoritatea nevoilor identificate sunt comune celor trei domenii, ceea ce justifică măsuri la nivelul universității, nu doar la nivelul programelor.
4. **Competențele emergente trebuie predate în contextul profesiei.** Experiența universităților europene și a celor trei discipline-pilot arată că domeniile emergente sunt asimilate cel mai bine atunci când sunt predate prin aplicațiile profesiei – fluxul digital în medicina dentară, acceleratorul liniar în fizica medicală, economia circulară ca politică europeană.
5. **Competențele cerute nu sunt exclusiv tehnice.** Etica, protecția datelor, gândirea critică față de algoritmi, lucrul în echipe interdisciplinare și învățarea pe tot parcursul vieții sunt la fel de importante ca stăpânirea tehnologiei.

6. **Curricula se schimbă prea încet.** Unele planuri de învățământ nu au fost modificate semnificativ în ultimii 7–8 ani, în timp ce tehnologiile profesiei s-au schimbat substanțial. Este necesar un mecanism instituțional de actualizare periodică.
7. **Universitatea din Oradea are o oportunitate reală de diferențiere.** Materialele elaborate permit introducerea rapidă a unor discipline care lipsesc din majoritatea programelor concurente din regiune.

9.2. Recomandări finale

9.2.1. Recomandări la nivelul universității

- adoptarea unei politici instituționale privind integrarea competențelor digitale și verzi în toate programele de studii, în acord cu DigComp 2.2 și GreenComp;
- introducerea unor module transversale comune: „Competențe digitale și etica datelor", „Sustenabilitate și competențe verzi" și „Accesarea fondurilor europene și managementul proiectelor";
- instituirea unui mecanism de revizuire a curriculumului la 2–3 ani, cu consultarea angajatorilor și a studenților prin instrumentele elaborate în proiect;
- crearea unei platforme e-learning comune, pe care materialele elaborate să fie disponibile pentru toate facultățile și să poată fi actualizate rapid;
- formarea cadrelor didactice în utilizarea inteligenței artificiale și a instrumentelor digitale în predare și în disciplinele de specialitate.

9.2.2. Recomandări la nivelul facultăților și al programelor de studii

- introducerea în planurile de învățământ a celor trei discipline-pilot: „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate" (Medicină), „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații" (Fizică medicală) și „Economie circulară în Europa" (RISE);
- preluarea, cu adaptări, a cursurilor elaborate ca module tematice în disciplinele existente ale altor specializări;
- introducerea treptată a disciplinelor opționale recomandate de experți (inteligență artificială, big data, fonduri europene, comunicare și leadership ecologic, tehnologii pentru trasabilitatea dispozitivelor medicale);

- organizarea de stagii și proiecte comune între specializări: Medicină – Medicină dentară – Tehnică dentară; Fizică medicală – Medicină.

9.2.3. Recomandări privind colaborarea cu angajatorii și cooperarea internațională

- încheierea de parteneriate cu angajatorii și cu companiile din domeniile tehnologice pentru stagii, proiecte de licență pe date reale și acces la echipamente;
- reaplicarea periodică a chestionarelor elaborate în proiect și utilizarea rezultatelor la revizuirea curriculumului;
- dezvoltarea cooperării cu universități europene, prin acorduri de parteneriat, programe comune și participarea la alianțe universitare;
- oferirea disciplinelor noi și în limba engleză, pentru creșterea atractivității internaționale.

9.3. Direcții viitoare de cercetare

Cercetarea poate fi continuată în patru direcții: (1) evaluarea impactului disciplinelor-pilot după primul ciclu de implementare, pe baza rezultatelor studenților și a feedbackului acestora; (2) extinderea analizei la alte domenii ale ofertei educaționale a universității; (3) monitorizarea inserției profesionale a absolvenților care au urmat disciplinele noi; (4) actualizarea analizei comparative a planurilor de învățământ, ținând cont de dinamica rapidă a domeniilor emergente.

9.4. Încheiere

Volumul de față demonstrează că anticiparea nevoilor pieței muncii poate fi transformată în măsuri concrete. Analiza a pornit de la întrebarea dacă oferta educațională pregătește absolvenții pentru o piață a muncii transformată de inteligența artificială, digitalizare, big data și tranziția verde. Răspunsul este că pregătirea există, dar este incompletă, iar decalajele sunt cunoscute și pot fi recuperate. Instrumentele elaborate – discipline, cursuri, teme de seminar, instrumente de evaluare, chestionare și planul de integrare – oferă Universității din Oradea mijloacele pentru a face acest pas. Implementarea lor depinde acum de deciziile academice ale facultăților și ale universității.

Bibliografie

Surse generale

1. ARACIS. Standarde specifice de evaluare a calității pentru domeniile de studii universitare de licență. București, 2024.
2. Bianchi G, Pisiotis U, Cabrera Giraldez M. GreenComp – The European sustainability competence framework. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2022.
3. Comisia Europeană. Agenda europeană pentru competențe în favoarea competitivității durabile, a echității sociale și a rezilienței. COM(2020) 274 final, Bruxelles, 2020.
4. Comisia Europeană. Pactul verde european. COM(2019) 640 final, Bruxelles, 2019.
5. Comisia Europeană. Un nou plan de acțiune privind economia circulară. COM(2020) 98 final, Bruxelles, 2020.
6. Comisia Europeană. Planul de acțiune pentru educația digitală 2021–2027. COM(2020) 624 final, Bruxelles, 2020.
7. Comisia Europeană. Comunicarea privind transformarea digitală a serviciilor de sănătate și de îngrijire în cadrul pieței unice digitale. COM(2018) 233 final, Bruxelles, 2018.
8. Comisia Europeană. ESCO – Clasificarea europeană a aptitudinilor, competențelor, calificărilor și ocupațiilor. https://esco.ec.europa.eu.
9. Decizia (UE) 2022/2481 a Parlamentului European și a Consiliului din 14 decembrie 2022 de instituire a programului de politică „Calea către deceniul digital” pentru 2030.
10. Directiva 2013/59/Euratom a Consiliului din 5 decembrie 2013 de stabilire a normelor de securitate de bază privind protecția împotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiațiile ionizante.
11. Regulamentul (UE) 2016/679 al Parlamentului European și al Consiliului (Regulamentul general privind protecția datelor).
12. Regulamentul (UE) 2024/1689 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 iunie 2024 de stabilire a unor norme armonizate privind inteligența artificială.
13. Regulamentul (UE) 2025/327 al Parlamentului European și al Consiliului din 11 februarie 2025 privind Spațiul european de date privind sănătatea.

14. Vuorikari R, Kluzer S, Punie Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2022.

15. World Health Organization. Global strategy on digital health 2020–2025. Geneva: WHO, 2021.

Domeniul medical și farmaceutic (Capitolul 4)

1. Comisia Europeană. *A Europe fit for the digital age: Digital Education Action Plan 2021–2027*. Bruxelles, 2020.
2. Health Care Without Harm, Arup. *Health Care's Climate Footprint: How the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action*. 2019.
3. Meskó B. *The Guide to the Future of Medicine: Technology and the Human Touch*. Ed. a 2-a. Webicina, 2020.
4. Organizația Mondială a Sănătății. *Global Strategy on Digital Health 2020–2025*. Geneva: WHO, 2021 (prelungită până în 2027 prin rezoluția WHA78(22), mai 2025).
5. Regulamentul (UE) 2016/679 al Parlamentului European și al Consiliului din 27 aprilie 2016 privind protecția persoanelor fizice în ceea ce privește prelucrarea datelor cu caracter personal și privind libera circulație a acestor date (GDPR).
6. Regulamentul (UE) 2017/745 al Parlamentului European și al Consiliului din 5 aprilie 2017 privind dispozitivele medicale.
7. Regulamentul (UE) 2024/1689 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 iunie 2024 de stabilire a unor norme armonizate privind inteligența artificială (Regulamentul privind inteligența artificială).
8. Regulamentul (UE) 2025/327 al Parlamentului European și al Consiliului din 11 februarie 2025 privind Spațiul european al datelor privind sănătatea.
9. Shortliffe EH, Cimino JJ (eds.). *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*. Ed. a 5-a. Springer, 2021.
10. Topol E. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York: Basic Books, 2019.
11. Vuorikari R, Kluzer S, Punie Y. *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens*. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2022.
12. Bianchi G, Pisiotis U, Cabrera Giraldez M. *GreenComp – The European sustainability competence framework*. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2022.

Planuri de învățământ analizate (surse online)

1. UMFST „George Emil Palade” Târgu Mureș – Plan de învățământ Medicină dentară 2023–2024: https://www.umfst.ro/fileadmin/f_medicina_dentara/plan_invatamant/2023-2024/Plan_invatamant_MD_aplicabil_2023-2024.pdf
2. UMFST „George Emil Palade” Târgu Mureș – Plan de învățământ Tehnică dentară 2024–2025: https://www.umfst.ro/fileadmin/f_medicina_dentara/plan_invatamant/2024_2025/Plan_invatamant_TD_2024-2025.pdf

3. UMF „Iuliu Haţieganu” Cluj-Napoca – Plan de învățământ Medicină dentară 2024–2025: https://cdn.umfcluj.ro/uploads/2023/03/Plan-de-invatamant-Medicina-Dentara-2024-2025-RO.pdf
4. UMF „Iuliu Haţieganu” Cluj-Napoca – Plan operațional 2024–2025: https://cdn.umfcluj.ro/uploads/2023/11/Plan_operational_AMG-2024-2025.pdf
5. University of Debrecen, Faculty of Dentistry – Program Bulletin 2024–2025: https://www.edu.unideb.hu/tartalom/downloads/Bulletin_2024-2025/English_Program_Bulletin_Faculty_of_Dentistry_2024_2025.pdf
6. University of Debrecen – Medicine, full-time program: https://edu.unideb.hu/p/medicine-full-time-graduate-program
7. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach – Dental Medicine: https://www.upjs.sk/app/uploads/sites/9/2024/06/DM.pdf
8. Universität Heidelberg – Dentistry (State Examination): https://www.uni-heidelberg.de/en/study/all-subjects/dentistry/dentistry-state-examination
9. Universität Heidelberg – Medicine: https://www.uni-heidelberg.de/en/study/all-subjects/medicine-study-location-heidelberg
10. Goethe-Universität Frankfurt, Carolinum – Dental Technology: https://www.goethe-dental-school.de/index.php/mdt-3/
11. Medical University of Vienna – Medical Curriculum: https://mpbmt.meduniwien.ac.at/en/studies-training-and-further-education/medical-curriculum/
12. Maastricht University – Bachelor Medicine, Courses and Curriculum: https://curriculum.maastrichtuniversity.nl/education/bachelor/bachelor-medicine/courses-curriculum

Domeniul fizicii medicale (Capitolul 5)

1. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2018;68:394–424.
2. Brunt AM et al. Hypofractionated breast radiotherapy for 1 week versus 3 weeks (FAST-Forward): 5-year efficacy and late normal tissue effects results from a multicentre, non-inferiority, randomised, phase 3 trial. The Lancet. 2020;395:1613–1626.
3. Comisia Europeană. Radiation Protection No. 174 – European Guidelines on Medical Physics Expert. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2014.
4. Cuttone G. Applications of particle accelerators in medical physics. INFN – Laboratori Nazionali del Sud, Catania.

5. Directiva 2013/59/Euratom a Consiliului din 5 decembrie 2013 de stabilire a normelor de securitate de bază privind protecția împotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiații ionizante.
6. Durante M, Loeffler JS. Charged particles in radiation oncology. Nature Reviews Clinical Oncology. 2010;7:37–43.
7. Fowler JF. The linear-quadratic formula and progress in fractionated radiotherapy. British Journal of Radiology. 1989;62(740):679–694.
8. Hall EJ, Giaccia AJ. Radiobiology for the Radiologist. Ed. a 8-a. Wolters Kluwer, 2019.
9. International Atomic Energy Agency. Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water. Technical Reports Series No. 398. Viena: IAEA, 2000.
10. International Atomic Energy Agency, American Association of Physicists in Medicine. Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy. Technical Reports Series No. 483. Viena: IAEA, 2017.
11. International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report 62: Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50). 1999.
12. Jones B. The potential advantages of charged particle radiotherapy using protons or light ions. Clinical Oncology. 2008;20:555–563.
13. Khan FM, Gibbons JP. Khan's The Physics of Radiation Therapy. Ed. a 5-a. Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
14. Klein EE et al. Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators. Medical Physics. 2009;36(9):4197–4212.
15. OECD/Comisia Europeană. Profil de țară privind cancerul: România 2025. OECD Publishing, 2025.
16. Oncomed – Îmbunătățirea competențelor personalului medical implicat în prevenția, diagnosticarea și tratarea cancerului (cod SMIS 109296). Manualul procedurilor de planimetrie (TPS) în radioterapie.
17. Peach K, Wilson P, Jones B. Accelerator science in medical physics. British Journal of Radiology. 2011;84(Spec. Iss. 1):S4–S10.

18. Podgorsak EB. Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. Viena: International Atomic Energy Agency, 2005.

19. Regulamentul (UE) 2017/745 al Parlamentului European și al Consiliului din 5 aprilie 2017 privind dispozitivele medicale.

20. Regulamentul (UE) 2024/1689 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 iunie 2024 de stabilire a unor norme armonizate privind inteligența artificială.

21. Safavi-Naeini M, Boyle TP, Sheehy S, Liyanage S. Big Science Medical Applications from Accelerator Physics: Impact on Society. Oxford University Press, 2024. https://doi.org/10.1093/oso/9780198881193.003.0010.

22. Schlachter M, Raidou RG, Muren LP, Preim B, Putora PM, Bühler K. State-of-the-art report: visual computing in radiation therapy planning. Computer Graphics Forum. 2019;38(3).

23. Suit H et al. Proton vs carbon ion beams in the definitive radiation treatment of cancer patients. Radiotherapy and Oncology. 2010;95:3–22.

24. Thwaites DI, Tuohy JB. Back to the future: the history and development of the clinical linear accelerator. Physics in Medicine and Biology. 2006;51(13):R343–R362.

25. van Leeuwen CM et al. The alfa and beta of tumours: a review of parameters of the linear-quadratic model, derived from clinical radiotherapy studies. Radiation Oncology. 2018;13(1):96.

26. Wille K. The Physics of Particle Accelerators: An Introduction. Oxford University Press, 2000.

27. Wilson EJN. An Introduction to Particle Accelerators. Oxford University Press, 2001.

Standarde și planuri de învățământ analizate (surse online)

1. ARACIS – Standarde specifice, Comisia 1 Științe exacte (10.04.2024): https://www.aracis.ro/wp-content/uploads/2024/04/1.-Standarde-ARACIS-Comisia-1.-Stiinte-exacte-_10.04.2024.pdf

2. Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca – Fizică medicală: https://www.ubbcluj.ro/ro/programe_academice/licenta/#fizica; https://phys.ubbcluj.ro/invatamant/syllabus.htm

3. Universitatea de Vest din Timișoara – Plan de învățământ 2023–2026: https://physics.uvt.ro/wp-content/uploads/2023/10/Plan_inv_FD_2023_2026.pdf
4. Universitatea din București – Fizică medicală: https://www.fizica.unibuc.ro/Fizica/Studii/Licenta/FM/
5. Universitatea „Alexandru Ioan Cuza" Iași – Plan de învățământ Fizică medicală, seria 2024–2027: https://www.phys.uaic.ro/wp-content/uploads/2024/07/plan-invatamant-fizica-medicala-seria-2024-2027.pdf
6. Universitatea din Craiova – Fizică medicală 2022: https://cis01.central.ucv.ro/physics/ro/licenta/fizica_medicala_2022.pdf
7. Universitatea din Oradea – Fizică medicală: https://cfiz.uoradea.ro/?page_id=459
8. University College London – Physics with Medical Physics BSc: https://www.ucl.ac.uk/prospective-students/undergraduate/degrees/physics-medical-physics-bsc
9. Lund University, Department of Physics: https://www.fysik.lu.se/en
10. KU Leuven, Department of Physics and Astronomy: https://fys.kuleuven.be/english

Domeniul relațiilor internaționale și studiilor europene (Capitolul 6)

1. Baker-Brown D. The Re-Use Atlas: A Designer's Guide Towards a Circular Economy. Londra: RIBA Publishing, 2024.
2. Bianchi G, Pisiotis U, Cabrera Giraldez M. GreenComp – The European sustainability competence framework. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2022.
3. Comisia Europeană. Pactul verde european. COM(2019) 640 final, Bruxelles, 2019.
4. Comisia Europeană. Un nou plan de acțiune privind economia circulară – Pentru o Europă mai curată și mai competitivă. COM(2020) 98 final, Bruxelles, 2020.
5. Comisia Europeană. Sustainable Products Initiative. Bruxelles, 2022.
6. Del Río P, Kiefer C, Carrillo-Hermosilla J, Könnölä T. The Circular Economy: Economic, Managerial and Policy Implications. Springer, 2021.
7. European Environment Agency. Circular Economy in Europe: Developing the Knowledge Base. EEA Report No. 2/2016. Copenhaga, 2016.

8. European Parliament. Right to Repair: Policy Options and Implications. Bruxelles, 2021.
9. Eurostat. Circular Economy Indicators. Luxemburg, 2023.
10. Geissdoerfer M, Pieroni MPP, Pigosso DCA, Soufani K. Circular business models: A review. Journal of Cleaner Production. 2020;277:123741.
11. Korhonen J, Nuur C, Feldmann A, Birkved SE. Circular economy as an essentially contested concept. Journal of Cleaner Production. 2018;175:544–552.
12. Machado C, Davim JP (eds.). Circular Economy and Manufacturing. Woodhead Publishing, 2024.
13. Regulamentul (UE) 2024/1252 al Parlamentului European și al Consiliului din 11 aprilie 2024 de instituire a unui cadru pentru asigurarea unei aprovizionări sigure și durabile cu materii prime critice.
14. Regulamentul (UE) 2024/1689 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 iunie 2024 de stabilire a unor norme armonizate privind inteligența artificială.
15. Regulamentul (UE) 2024/1781 al Parlamentului European și al Consiliului din 13 iunie 2024 de instituire a unui cadru pentru stabilirea cerințelor în materie de proiectare ecologică aplicabile produselor durabile.
16. Ren J, Zhang L (eds.). Circular Economy and Waste Valorisation: Theory and Practice from an International Perspective. Springer, 2022.
17. Vuorikari R, Kluzer S, Punie Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2022.
18. Weetman C. A Circular Economy Handbook: How to Build a More Resilient, Competitive and Sustainable Business. Kogan Page, 2025.
19. CORDIS – EU Research Results: https://cordis.europa.eu.
20. C40 Cities – Waste to Resources: https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/waste-to-resources/.

Planuri de învățământ analizate (surse online)

1. Universitatea din Oradea, Facultatea de Istorie, Relații Internaționale, Științe Politice și Științele Comunicării: https://irispsc.uoradea.ro/ro/

2. Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca, Facultatea de Istorie și Filosofie: https://www.ubbcluj.ro/ro/facultati/istorie_si_filosofie; Facultatea de Studii Europene: https://www.ubbcluj.ro/ro/facultati/studii_europene
3. Universitatea din București, Facultatea de Științe Politice: https://unibuc.ro/studii/facultati/facultatea-de-stiinte-politice/
4. SNSPA București, Facultatea de Științe Politice: http://snspa.ro/academic/facultati/stiinte-politice/
5. Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Facultatea de Filosofie și Științe Social-Politice: http://www.uaic.ro/studii/facultati-2/facultatea-de-filosofie-si-stiinte-social-politice/
6. Universitatea „Dunărea de Jos” Galați, Facultatea de Istorie, Filosofie și Teologie: http://www.fift.ugal.ro/
7. Universitatea de Vest din Timișoara, Facultatea de Științe ale Guvernării și Comunicării: https://pfc.uvt.ro/
8. Universitatea din Craiova, Facultatea de Științe Sociale: http://stiintesociale.ucv.ro/
9. Universitatea „Ovidius” Constanța, Facultatea de Istorie și Științe Politice: http://isp.univ-ovidius.ro/
10. Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava, Facultatea de Istorie și Geografie: http://atlas.usv.ro/www/usv/
11. Universitatea „Lucian Blaga” Sibiu, Facultatea de Științe Socio-Umane: https://www.ulbsibiu.ro/ro/facultati/facultatea-de-stiinte-socio-umane/
12. Universitatea „Constantin Brâncuși” Târgu Jiu, Facultatea de Științe ale Educației, Drept și Administrație Publică: http://edu.utgjiu.ro/
13. Universitatea de Vest „Vasile Goldiș” Arad, Facultatea de Științe Socio-Umane și Educație Fizică și Sport: http://socioumaneefs.uvvg.ro/
14. Universitatea „Titu Maiorescu” București: https://www.utm.ro/facultatea-de-stiinte-sociale-politice-si-umaniste/
15. Universitatea „Spiru Haret” București, Facultatea de Științe Juridice și Științe Administrative: https://sjpa-b.spiruharet.ro/
16. Universitatea Sapientia Cluj-Napoca, Facultatea de Științe și Arte: http://www.sapientia.ro/ro/facultati/cluj-napoca/facultatea-de-stiine-si-arte

17. Universitatea Danubius Galați, Facultatea de Comunicare și Relații Internaționale: http://www.univ-danubius.ro/
18. Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3: Licence Études européennes et internationales
19. Universidade Lusófona, Lisabona: European Studies and International Relations (Bachelor)
20. Maastricht University, Faculty of Arts and Social Sciences: European Studies
21. Alma Mater Studiorum – Università di Bologna: European Studies
22. Universidad Complutense de Madrid: Bachelor of Arts in European Studies (Una Europa)
23. Metropolitan University Prague: International Relations – European Studies

Anexe

Anexa 1. Calendarul consolidat al Subactivității 4.1

Perioada	**Expert 1 – domeniul medical**	**Expert 2 – fizică medicală**	**Expert 3 – relații internaționale**
Februarie – martie 2025	Analiza planurilor de Medicină dentară și Tehnică dentară (Târgu Mureș, Cluj-Napoca)	Analiza planurilor din România; raportare la ARACIS	Analiza a 17 programe RISE din România
Aprilie – mai 2025	Analiza planurilor din Debrecen, Košice, Heidelberg, Frankfurt, Viena, Maastricht	Chestionarul pentru angajatori; analiza UCL, Lund, KU Leuven	Analiza a 6 programe din UE
Iunie – iulie 2025	Analiza comparativă; constatări și recomandări	Analiza comparativă România – UE	Analiza comparativă națională și internațională
August – septembrie 2025	Propunerea disciplinelor „Digital Health” și „AI în Medicină și Farmacie”	Lista disciplinelor recomandate; selectarea disciplinei-pilot	Propunerea a trei cursuri; selectarea disciplinei „Economie circulară în Europa”
Octombrie 2025 – martie 2026	Elaborarea celor 14 cursuri	Elaborarea celor 14 cursuri	Elaborarea celor 14 cursuri
Aprilie – iunie 2026	Teste-grilă (4 seturi a câte 10 itemi)	Teste-grilă pentru toate temele	30 de itemi-grilă
Iulie 2026	Fișa disciplinei „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate”	Instrumente de evaluare	Fișa disciplinei; obiective de învățare
August – octombrie 2026	Teme de seminar	Subiecte de examen	Teme de seminar; metodologia de examen
Noiembrie 2026	Redactarea contribuției la volum	Redactarea contribuției la volum	Redactarea contribuției la volum

Coordonatorul a verificat lunar rapoartele celor trei experți și a realizat, în noiembrie 2026, sinteza nevoilor orizontale și coordonarea redactării volumului.

Anexa 2. Inventarul materialelor didactice elaborate în cadrul Subactivității 4.1

Tipul materialului	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Total
Discipline-pilot propuse	1	1	1	3
Fișe ale disciplinelor	1	–	1	2
Prezentări de curs	14	14	14	42
Itemi de tip grilă	40	aproximativ 670	30	peste 700
Teme de seminar	20	–	30	50
Subiecte de examen / metodologie	–	30 de subiecte	metodologie și grilă de evaluare	–
Chestionare pentru angajatori	–	2 variante	1	3

Cifrele sunt preluate din contribuțiile experților (capitolele 4–6 și anexele acestora).

Anexa 3. Disciplinele recomandate de experți, pe lângă disciplinele-pilot

Domeniul	Discipline recomandate
Medical și farmaceutic	Inteligența Artificială în Medicină și Farmacie; Tehnologii și Sisteme pentru Trasabilitatea Aparatelor Medicale; Inovație și Antreprenoriat în Tehnologiile Medicale; discipline privind frezarea și imprimarea 3D (Medicină dentară, Tehnică dentară)
Fizică medicală	Biomecanică; Bioelectromagnetism; Tehnici de diagnoză și tratament cu ultrasunete; Introducere în fizica polimerilor; Elemente de microscopie; Medicină nucleară
Relații internaționale și studii europene	Utilizarea platformelor de big data în RISE; Internetul și instrumentele care folosesc inteligența artificială în relații internaționale; Sustenabilitate și responsabilitate socială; Accesarea fondurilor europene; Comunicare și leadership ecologic

Anexa 4. Circuitul de raportare și verificare a rezultatelor

Pasul	Responsabil	Conținut

1. Elaborarea raportului lunar	Expertul	Activitatea desfășurată, planurile analizate cu sursele, constatările, recomandările sau materialele elaborate; semnătura și data
2. Verificarea	Coordonatorul analizei	Conformitatea cu obiectivele Subactivității 4.1; respectarea grilei comune; coerența cu rezultatele celorlalți experți; semnătura și data
3. Aprobarea	Managerul de proiect	Aprobarea raportului; semnătura și data
4. Arhivarea	Echipa de proiect	Păstrarea rapoartelor și a materialelor elaborate, ca bază documentară a volumului

Anexa 5. Întrebările comune ale instrumentelor de consultare

Tema	Întrebări comune pentru angajatori	Întrebări pentru studenți
Relevanța domeniilor emergente	Cât de relevant va deveni domeniul în activitatea profesională în următorii ani?	Cât de importantă considerați că este această competență pentru viitoarea profesie?
Utilizare și aplicații	Ce aplicații sau instrumente sunt cele mai utile? Ce instrumente utilizați frecvent?	Ați utilizat aceste instrumente în cadrul disciplinelor urmate?
Bariere și riscuri	Ce dificultăți întâmpinați sau anticipați (instruire, costuri, etică, infrastructură)?	Ce vă împiedică să dobândiți aceste competențe în timpul studiilor?
Pregătirea universitară	Oferă formarea universitară o bază suficientă? Ce tip de formare este necesar?	Vă simțiți pregătit(ă) să utilizați aceste tehnologii la locul de muncă?
Colaborare	Ce forme de colaborare cu universitatea sunt utile (stagii, proiecte, mentorat)?	Ce tip de activități ați prefera: opționale, proiecte, stagii, platforme online?

Anexa 6. Calendarul activității Expertului 1 în cadrul Subactivității 4.1 (Capitolul 4)

Perioada	Activitate / rezultat raportat
Martie 2025	Analiza planurilor de învățământ Medicină dentară și Tehnică dentară – UMFST Târgu Mureș și UMF Cluj-Napoca
Aprilie 2025	Analiza planurilor de învățământ Medicină dentară și Tehnică dentară – Debrecen, Košice, Heidelberg, Frankfurt
Mai 2025	Analiza planurilor de învățământ Medicină – Debrecen, Heidelberg, Viena, Maastricht
Iunie 2025	Analiză comparativă Medicină, Medicină dentară, Tehnică dentară (România); concluzii și recomandări
Iulie 2025	Sinteza analizei europene: elemente urmărite, constatări preliminare, recomandări

Perioada	Activitate / rezultat raportat
August 2025	Propunerea disciplinelor „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate” și „Inteligența Artificială în Medicină și Farmacie”
Octombrie – noiembrie 2025	Elaborarea cursurilor 1–3 (Introducere în Sănătatea Digitală; Telemedicina; EU Digital Health Strategy)
Decembrie 2025	Elaborarea cursurilor 4–6 (Big Data; Dosarul electronic al pacientului; AI și Machine Learning)
Ianuarie 2026	Elaborarea cursurilor 7–9 (mHealth; IoT în medicină; AR/VR)
Februarie 2026	Elaborarea cursurilor 10–12 (Imprimarea 3D; Blockchain; Etică și GDPR)
Martie 2026	Elaborarea cursurilor 13–14 (Green Digital Health; Viitorul profesiilor medicale)
Aprilie – iunie 2026	Elaborarea testelor-grilă pentru cursurile 1–12
Iulie 2026	Elaborarea fișei disciplinei „Digital Health și Tehnologii Digitale în Sănătate” (Anexa 6 – Medicină)
August 2026	Teme de seminar: Big Data; Dosarul electronic; AI și Machine Learning
Octombrie 2026	Teme de seminar: Imprimarea 3D; Blockchain; Etică și GDPR

Anexa 7. Teme de seminar propuse (Capitolul 4)

A. Big Data și analitica în sănătate: de la colectare la decizia clinică

1. **Sursele de Big Data în sănătate** – identificarea datelor provenite din dosare electronice, dispozitive wearable, laboratoare, imagistică și registre medicale.
2. **Calitatea și pregătirea datelor medicale pentru analiză** – identificarea datelor incomplete, eronate sau duplicate și discutarea metodelor de curățare și standardizare.
3. **Vizualizarea și interpretarea datelor clinice** – realizarea și interpretarea unor grafice sau tablouri de bord pentru monitorizarea pacienților și fundamentarea deciziilor clinice.

B. Dosarul electronic al pacientului

1. **Structura și funcțiile dosarului electronic al pacientului** – analiza componentelor: date demografice, antecedente, diagnostice, tratamente, rezultate și documente medicale.
2. **Interoperabilitatea sistemelor informatice medicale** – studiu de caz privind transferul datelor pacientului între medicul de familie, spital, laborator și farmacie.
3. **Confidențialitatea și securitatea dosarului electronic** – analiza unei situații de acces neautorizat la datele pacientului și identificarea măsurilor de prevenție.

C. Inteligența artificială și machine learning în diagnosticul și tratamentul medical

1. **Cum învață un algoritm medical?** – exercițiu privind datele de antrenare, validare și testare și diferența dintre învățarea supervizată și nesupervizată.
2. **Utilizarea inteligenței artificiale în diagnosticul medical** – aplicații din imagistică, anatomie patologică, cardiologie, dermatologie sau medicină dentară.
3. **Inteligența artificială în alegerea și personalizarea tratamentului** – studiu de caz privind utilizarea datelor clinice și biologice pentru recomandarea unui tratament individualizat.
4. **Erorile, biasul și responsabilitatea în utilizarea inteligenței artificiale** – dezbatere privind responsabilitatea medicului, explicabilitatea algoritmilor și riscul discriminării unor categorii de pacienți.

D. Imprimarea 3D și digitalizarea proceselor clinice și protetice

1. **Fluxul digital complet în realizarea unei lucrări protetice** – de la scanarea intraorală și proiectarea CAD până la fabricarea și adaptarea lucrării.
2. **Aplicațiile imprimării 3D în medicină și medicină dentară** – modele anatomice, ghiduri chirurgicale, proteze, gutiere, dispozitive ortodontice, restaurări provizorii.
3. **Materiale utilizate în imprimarea 3D medicală și dentară** – rășini, polimeri, ceramică și metale: indicații, avantaje, limite, biocompatibilitate.
4. **Proiectarea și imprimarea unui model dentar digital** – activitate practică: pregătirea fișierului, poziționarea, suporturile și imprimarea.

E. Blockchain și securitatea datelor medicale

1. **Utilizarea tehnologiei blockchain în gestionarea datelor medicale** – studiu de caz privind stocarea, verificarea și partajarea securizată a informațiilor despre pacient.
2. **Riscuri și vulnerabilități ale sistemelor informatice medicale** – ransomware, phishing, parole compromise, acces neautorizat, pierderea datelor.
3. **Realizarea unui plan de securitate pentru o unitate medicală** – controlul accesului, parolele, copiile de siguranță, criptarea și răspunsul la incidente.

F. Etica, confidențialitatea și reglementările tehnologiilor digitale medicale

1. **Consimțământul informat pentru colectarea și utilizarea datelor digitale** – elaborarea unui formular simplificat pentru utilizarea imaginilor, datelor clinice și informațiilor biometrice.
2. **Aplicarea GDPR într-un cabinet medical sau stomatologic** – circuitul datelor pacientului: colectare, stocare, acces, transmitere, arhivare și ștergere.
3. **Dileme etice în utilizarea tehnologiilor digitale medicale** – dezbatere despre telemedicină, inteligență artificială, înregistrarea consultațiilor, fotografiile clinice și utilizarea datelor în cercetare.

Anexa 8. Exemple de itemi de evaluare (test-grilă) (Capitolul 4)

Fiecare item are cinci variante de răspuns și un singur răspuns corect. Setul complet cuprinde 30 de itemi, elaborați în perioada aprilie – iunie 2026.

1. Care dintre următoarele descrie cel mai bine conceptul de sănătate digitală?

A. Utilizarea exclusivă a roboților în chirurgie
B. Integrarea tehnologiilor digitale în prevenție, diagnostic și tratament
C. Înlocuirea completă a medicilor cu software
D. Utilizarea internetului doar pentru programări medicale
E. Folosirea aparaturii radiologice clasice
Răspuns corect: B

2. Un obiectiv important al strategiei europene de sănătate digitală (EU Digital Health Strategy) este:

A. Eliminarea dosarelor medicale
B. Interzicerea telemedicinei
C. Creșterea interoperabilității datelor medicale între statele UE
D. Reducerea utilizării inteligenței artificiale
E. Limitarea accesului pacienților la informații medicale
Răspuns corect: C

3. Machine Learning reprezintă:

A. Un tip de aparat radiologic
B. O metodă prin care sistemele învață din date și își îmbunătățesc performanța
C. O tehnică exclusiv chirurgicală
D. O metodă de arhivare pe hârtie
E. Un limbaj medical european
Răspuns corect: B

4. Un beneficiu al utilizării IoT în sănătate este:

A. Monitorizarea continuă a parametrilor pacientului în timp real
B. Reducerea accesului la informații medicale
C. Eliminarea necesității tratamentului
D. Creșterea timpului de reacție medicală
E. Limitarea comunicării între specialiști
Răspuns corect: A

5. Fluxul digital în realizarea unei restaurări protetice începe, de regulă, cu:

A. Turnarea modelului din ghips
B. Scanarea intraorală
C. Proba lucrării finale
D. Aplicarea ceramicii
E. Lustruirea restaurării
Răspuns corect: B

6. Conform Regulamentului General privind Protecția Datelor (GDPR), datele privind sănătatea sunt considerate:

A. Date publice
B. Date comerciale
C. Date cu caracter special
D. Date anonime
E. Date statistice
Răspuns corect: C

Anexa 9. Calendarul activității Expertului 2 în cadrul Subactivității 4.1 (Capitolul 5)

Perioada	**Activitate / rezultat raportat**
Februarie 2025	Identificarea planurilor de învățământ Fizică medicală din România (Cluj-Napoca, Timișoara, București, Iași, Craiova, Oradea) și a standardelor ARACIS
Aprilie 2025	Analiza planurilor de învățământ din România; stabilirea elementelor urmărite în analiză
Mai 2025	Analiza planurilor de învățământ din universități europene (UCL, Lund, KU Leuven); constatări și recomandări
Iunie 2025	Analiză comparativă a programelor din România (Cluj-Napoca, București, Iași); concluzii
Iulie 2025	Analiza detaliată a planurilor UCL și Lund (programa analitică pe ani de studiu)
August 2025	Propunerea disciplinelor de introdus în curriculum, cu universitatea de referință

Septembrie – octombrie 2025	Propunerea disciplinei „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații”: obiective și tematică
Noiembrie 2025	Competențe specifice; cursurile 1–2
Decembrie 2025	Cursurile 3–5
Ianuarie 2026	Cursurile 6–8
Februarie 2026	Cursurile 9–11
Martie 2026	Cursurile 12–14
Aprilie 2026	Teste-grilă pentru cursurile 1–4
Mai 2026	Teste-grilă pentru cursurile 5–8
Iunie 2026	Teste-grilă pentru cursurile 9–11
Iulie – august 2026	Teste-grilă pentru cursurile 11–14; 10 subiecte de examen pentru temele 1–5
Septembrie 2026	10 subiecte de examen pentru temele 6–9
Octombrie 2026	10 subiecte de examen pentru temele 10–14
Noiembrie 2026	Finalizarea studiului și redactarea contribuției pentru volumul cu ISBN

Anexa 10. Structura chestionarului adresat angajatorilor din domeniul fizicii medicale (Capitolul 5)

Secțiunea	**Întrebări principale**
1. Inteligența artificială	Importanța competențelor AI pentru piața muncii în fizica medicală; abilitățile AI cele mai solicitate; provocările implementării (etică, costuri, pregătirea personalului); adecvarea formării actuale
2. Digitalizarea	Impactul digitalizării asupra eficienței; tehnologiile cele mai utilizate (telemedicină, sisteme electronice de sănătate, aplicații mobile); obstacole; formarea necesară
3. Big data	Domeniile cu cele mai mari beneficii (plan de tratament personalizat, prognoza bolilor, managementul resurselor); riscuri; cererea de specialiști; competențele cheie
4. Competențe verzi	Necesitatea soluțiilor sustenabile; competențele verzi prioritare (deșeuri medicale, eficiență energetică, materiale ecologice); cererea pieței; interesul instituțiilor

5. Învățământul superior și AI	Nivelul de pregătire a studenților; conținuturile necesare în curriculum; principalele lacune
6. Învățământul superior și digitalizarea	Suficiența programelor; competențele digitale necesare; lipsa de personal pregătit
7. Învățământul superior și big data	Nivelul de pregătire; accentul educației (statistică, programare, securitatea datelor); colaborarea cu instituțiile de sănătate
8. Învățământul superior și competențele verzi	Gradul de abordare a sustenabilității; conținuturile necesare; pregătirea angajatorilor
9. Colaborarea universitate – angajatori	Importanța colaborării; modalitățile (stagii, proiecte comune, cursuri în colaborare, traininguri); implicarea actuală a angajatorilor

Anexa 11. Lucrări de laborator propuse pentru disciplina „Introducere în fizica acceleratoarelor și aplicații” (Capitolul 5)

1. Simularea mișcării unei particule încărcate într-un accelerator liniar și într-un ciclotron (Python) – legătura dintre frecvență, câmp și energie (temele 3–5).
2. Componentele și funcționarea unui accelerator liniar clinic – vizită de studiu într-un centru de radioterapie; identificarea componentelor și a modurilor de operare (temele 6–7, 10).
3. Verificări zilnice de asigurare a calității cu un sistem de tip QUICKCHECK – interpretarea rezultatelor față de toleranțele TG-142 (tema 11).
4. Analiza datelor de fascicul: profile de doză, planeitate, simetrie și randament în profunzime pentru fascicule standard și FFF, pe date reale anonimizate (tema 12).
5. Compararea a două acceleratoare identice dozimetric – prelucrarea seturilor de date, verificarea toleranțelor și raportarea abaterilor (tema 12; big data).
6. Evaluarea unui plan de tratament: histograme doză-volum, constrângeri pentru organele la risc, indicele de conformitate și de omogenitate (temele 13–14).
7. Validarea unui instrument de conturare automată bazat pe inteligență artificială – comparația cu conturarea manuală și discutarea limitelor (temele 13–14; AI).
8. Sustenabilitatea unui serviciu de radioterapie – estimarea consumului energetic, impactul hipofracționării asupra numărului de ședințe, gestionarea surselor și deșeurilor radioactive (temele 8–9; competențe verzi).

Anexa 12. Exemple de itemi de evaluare (test-grilă) (Capitolul 5)

Tema 6 – Acceleratori liniari cu aplicații în medicină. 1. Acceleratorul liniar medical funcționează pe baza:

a) câmpurilor magnetice statice; b) câmpurilor electrice variabile în timp; c) forțelor nucleare; d) reacțiilor chimice.

Răspuns corect: b

Tema 6. 2. În acceleratorul liniar, tuburile de accelerare mai sunt numite:

a) tuburi de vid; b) tuburi de drift; c) tuburi magnetice; d) tuburi de ionizare.

Răspuns corect: b

Tema 11 – Asigurarea calității acceleratoarelor liniare în tratamente stereotactice. 1. Cine stabilește normele de securitate radiologică în radioterapia medicală umană în România?

A. AAPM; B. ICRU; C. CNCAN; D. IAEA.

Răspuns corect: C

Tema 11. 2. Norma de securitate radiologică aplicabilă radioterapiei medicale umane este:

A. TRS-398; B. NSR-12; C. TG-51; D. TRS-483.

Răspuns corect: B

Tema 12 – Analiza datelor de fascicul. 1. În procesul de comisionare AGL pentru acceleratoare liniare Elekta, se achiziționează în mod tipic date pentru câmpuri de:

A. 2×2 cm², 4×4 cm², 6×6 cm²; B. 3×3 cm², 5×5 cm², 10×10 cm², 30×30 cm²; C. 1×1 cm², 2×2 cm², 10×10 cm²; D. doar 10×10 cm².

Răspuns corect: B

Tema 12. 2. Pentru analiza compatibilității dozimetrice în stereotaxie, sunt relevante în special câmpurile:

A. mai mari de 20×20 cm²; B. egale cu 30×30 cm²; C. mai mici de 10×10 cm²; D. exclusiv 40×40 cm².

Răspuns corect: C

Tema 14 – Software-ul de realizare a planului de tratament. 1. Care este principalul scop al normei NSR-12 în radioterapia medicală?

A. stabilirea protocoalelor de chimioterapie; B. stabilirea cerințelor de securitate radiologică în radioterapie; C. optimizarea imaginilor CT; D. reducerea costurilor tratamentului.

Răspuns corect: B

Tema 14. 3. Care este principalul avantaj al sistemului AGL (Accelerated Go Live)?

A. crește energia maximă a fasciculului; B. elimină complet necesitatea QA; C. reduce timpul de comisionare până la utilizarea clinică; D. elimină nevoia de TPS.

Răspuns corect: C

Anexa 13. Exemplu de subiect de examen (Capitolul 5)

Subiectul (Subiect de examen Tema 12-1 – Analiza datelor de fascicul în stereotaxie, AGL / LINAC)	**Punctaj**
1. Descrieți procesul de comisionare AGL pentru acceleratoare liniare Elekta.	20 puncte
2. Descrieți rolul software-ului Mephysto Navigator.	20 puncte
3. Rezolvați testele-grilă (itemi din tema 12, de exemplu: detectorul recomandat pentru câmpuri de 3×3 cm² conform TRS-483; motivul utilizării camerei PTW PinPoint în câmpuri mici; factorii de care depinde corecția profilului de doză în Mephysto Navigator).	50 puncte

Timp de lucru: 1 h 30 min. Nota finală = total puncte / 10 (90 de puncte pentru lucrarea scrisă + 10 puncte din oficiu).

Anexa 14. Calendarul activității Expertului 3 în cadrul Subactivității 4.1 (Capitolul 6)

Perioada	**Activitate / rezultat raportat**
Februarie 2025	Analiza planurilor de învățământ RISE – 9 universități din România (etapa I); constatări și recomandări
Martie 2025	Analiza planurilor de învățământ RISE – 8 universități din România (etapa II)

Aprilie 2025	Analiza planurilor de învățământ – Sorbonne Nouvelle, Lusófona, Maastricht
Mai 2025	Analiza planurilor de învățământ – Bologna, Complutense Madrid, Metropolitan University Prague
Iunie 2025	Analiza comparativă a curriculumului național (17 programe); recomandări
Iulie 2025	Analiza comparativă a curriculumului internațional (6 programe); consorțiul Una Europa
August 2025	Propunerea cursurilor: Economie circulară în Europa; Comunicare și leadership ecologic; Sustenabilitate și responsabilitate socială
Septembrie 2025	Selectarea disciplinei „Economie circulară în Europa”; stabilirea celor 14 teme
Octombrie 2025	Cursurile 1–3
Noiembrie 2025	Cursurile 4–6
Decembrie 2025	Cursurile 7–8
Ianuarie 2026	Cursurile 9–10
Februarie 2026	Cursurile 11–12
Martie 2026	Cursurile 13–14
Aprilie – iunie 2026	30 de întrebări grilă (cursurile 1–5, 6–10, 11–14)
Iulie 2026	Fișa disciplinei; obiectivele de învățare și relevanța cursului pentru studenții RISE
August – octombrie 2026	30 de teme de seminar; grila de evaluare a proiectului; metodologia de examen
Noiembrie 2026	Redactarea contribuției pentru volumul cu ISBN

Anexa 15. Structura chestionarului adresat angajatorilor din domeniul relațiilor internaționale (Capitolul 6)

Secțiunea	**Întrebări principale**
1. Inteligența artificială în relațiile internaționale	Importanța abilităților AI; aplicațiile cele mai relevante (analiza datelor geopolitice, predicție, procesarea limbajului natural,

	automatizare administrativă); abilitățile necesare; provocările integrării
2. Digitalizarea în relațiile internaționale	Impactul digitalizării asupra activității; instrumentele digitale utilizate; competențele digitale necesare
3. Big data în relațiile internaționale	Utilitatea analizei datelor; domeniile de aplicare; competențele necesare
4. Competențe verzi și sustenabilitate	Importanța competențelor verzi; temele prioritare; cererea pieței
5. Colaborarea învățământ superior – piața muncii	Formele de colaborare existente și dorite
6. Provocări și oportunități pentru viitor	Provocările profesioniștilor; noile oportunități create de tehnologie; domeniile de dezvoltare profesională
7. Învățământul superior și AI	Nivelul de pregătire; abilitățile și cunoștințele necesare; colaborarea universităților cu mediul tehnologic
8. Învățământul superior și digitalizarea	Pregătirea studenților; competențele digitale necesare; sprijinul pe care îl poate oferi universitatea
9. Învățământul superior și big data	Suficiența programelor; tipul de formare necesar; rolul educației formale
10. Învățământul superior și competențele verzi	Gradul de abordare; rolul universității; colaborarea cu organizațiile de mediu
11. Colaborarea universitate – angajatori	Nivelul de corelare; tipurile de colaborare utile; lacunele dintre formare și cerințele pieței
12. Pregătirea generală a studenților	Abilitățile suplimentare necesare; rolul educației continue și al formării profesionale

Anexa 16. Teme de seminar elaborate pentru disciplina „Economie circulară în Europa” (Capitolul 6)

Cursul	**Teme de seminar**
1. Introducere în economia circulară	T1. Mini-dezbatere privind viabilitatea economică a modelului circular; T2. Studiu de caz național – analiza comparativă a politicilor circulare
2. Urbanizare și impact economic	T3. Exercițiu de formulare a unei măsuri economice circulare urbane; T4. Cartografierea participativă a actorilor relevanți

3. Politici europene	T5. Analiza CEAP 2020 – instrumente, obiective, rolul instituțiilor UE; T6. Simulare diplomatică
4. Eco-inovare și competitivitate	T7. Studiu de caz Fairphone; T8. Mini-proiect eco-inovativ – costuri și beneficii
5. Eficiența resurselor	T9. Calculul productivității resurselor; T10. Dezbatere privind competitivitatea și indicatorii
6. Reciclarea și economia deșeurilor	T11. Studiu de caz Green Group România; T12. Analiză locală Oradea – eficiența economică a colectării selective
7. Industria circulară	T13. Studiu de caz Renault; T14. Analiză SWOT – modele liniare vs. circulare
8. Bioeconomie și agricultură circulară	T15. Plan economic pentru o microfermă circulară; T16. Dezbatere privind securitatea alimentară
9. Orașe circulare	T17. Studiu de caz Ljubljana; T18. Simulare de plan economic pentru un cartier circular
10. Tehnologii digitale	T19. Studiu de caz Too Good To Go; T20. Simulare de aplicație digitală pentru trasabilitate
11. Finanțare și investiții verzi	T21. Analiza unui start-up circular finanțat european (Packoorang, Winnow); T22. Simulare de pitch economic
12. Educație economică și schimbare culturală	T23. Campanie de educație circulară – buget, obiective, indicatori; T24. Studiu de caz OLIO / „Reciclează și câștigă”
13. Indicatori economici	T25. Performanța circulară a unei economii europene (Olanda, Germania); T26. Simulare – raport de performanță circulară
14. Analiza comparativă a tranziției circulare	T27. Prezentări individuale pe model standardizat; T28. Dezbatere privind relevanța modelelor europene; T29. Adaptarea unui model european la contextul românesc; T30. Dezbatere privind barierele economice în replicarea modelelor

Anexa 17. Exemple de itemi de evaluare (întrebări grilă) (Capitolul 6)

I1. Care dintre următoarele afirmații descrie cel mai corect diferența fundamentală dintre economia liniară și economia circulară?

a) Economia liniară urmărește reducerea deșeurilor, iar economia circulară urmărește creșterea producției; b) Economia liniară se bazează pe modelul „extrage–produce–consumă–aruncă”, în timp ce economia circulară menține resursele în utilizare prin reutilizare, reparare și

reciclare; c) Economia circulară presupune eliminarea totală a consumului de resurse naturale; d) Economia liniară este aplicată doar în industrie, iar economia circulară doar în agricultură.

Răspuns corect: b

I6. Ce element definește cel mai bine rolul Pactului Verde European în tranziția către economia circulară?

a) Este o strategie exclusiv pentru protecția biodiversității; b) Este un program destinat doar statelor membre din Europa Centrală și de Est; c) Reprezintă foaia de parcurs a UE pentru transformarea economică și climatică, având economia circulară ca pilon central; d) Vizează doar reducerea consumului de energie în industrie.

Răspuns corect: c

I7. Ce obiectiv principal urmărește Planul de Acțiune pentru Economia Circulară adoptat în 2020?

a) Creșterea producției industriale prin utilizarea intensivă a materiilor prime; b) Transformarea modului în care produsele sunt proiectate, utilizate și reciclate, cu accent pe sectoarele cu impact major; c) Eliminarea tuturor reglementărilor privind deșeurile la nivelul UE; d) Reducerea rolului consumatorilor în tranziția circulară.

Răspuns corect: b

I21. Care dintre următoarele descrie corect rolul programului InvestEU în finanțarea tranziției verzi?

a) Oferă granturi directe pentru toate proiectele verzi din UE; b) Este un fond exclusiv pentru proiecte de infrastructură rutieră; c) Înlocuiește complet finanțarea privată în proiectele de economie circulară; d) Oferă garanții UE care reduc riscul pentru bănci și investitori, mobilizând capital privat pentru proiecte verzi.

Răspuns corect: d

Anexa 18. Metodologia de examen și grila de evaluare a proiectului de seminar (Capitolul 6)

Element	**Descriere**
Forma examenului	Oral, individual, față în față, în sesiune

Etapele evaluării	1) evaluare conceptuală – noțiuni fundamentale, diferențe economie liniară / circulară, politici europene; 2) evaluare aplicativ-analitică – analiza unui fenomen, eveniment sau studiu de caz
Desfășurare	Biletul conține o întrebare teoretică și una aplicată; 10–15 minute de gândire, urmate de prezentarea orală
Criterii	Claritate și coerență; înțelegerea noțiunilor; capacitate de analiză economică; acuratețea terminologiei economice și europene; argumentare bazată pe dovezi
Standard minim (nota 5)	Cunoașterea conceptelor de bază; explicarea diferențelor dintre economia liniară și circulară; răspunsuri coerente; îndeplinirea obligațiilor minime de la seminar
Ponderi	Examen (evaluare sumativă) 40%; seminar (evaluare continuă) 60%

Grila de evaluare a proiectului individual / de seminar

Criteriu	**Punctaj maxim**	**Descriere**
Claritatea și structura prezentării	10	Ideea este bine organizată, logică și coerentă
Relevanța economică	20	Argumente solide privind impactul economic și circularitatea
Creativitate și originalitate	20	Soluții inovative, abordări originale
Utilizarea surselor și bibliografiei	10	Citarea corectă a surselor relevante
Aplicabilitate practică	20	Ideea poate fi implementată în context real
Participare activă în seminar	20	Implicare în discuții, colaborare în echipă
Total	100 puncte |	