

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Construcții
1.3 Departamentul	
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Civilă și Instalații
1.5 Ciclul de studii	Master (de cercetare)
1.6 Programul de studii / Calificarea	Inteligență artificială în ing. civilă și manag. construcțiilor (engl.)
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	17.04

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Digitalizare în infrastructura de căi ferate				
2.2 Titularul de curs	S.L.dr.ing. Zsolt Laszlo ORBAN – zsolt.orban@cfdp.utcluj.ro				
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	S.L.dr.ing. Zsolt Laszlo ORBAN – zsolt.orban@cfdp.utcluj.ro				
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	C
2.7 Regimul disciplinei	Categoría formativă				DS
	Opționalitate				DO

### 3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care:	3.2 Curs	2	3.3 Seminar	-	3.3 Laborator	1	3.3 Proiect	-
3.4 Număr de ore pe semestru	42	din care:	3.5 Curs	28	3.6 Seminar	-	3.6 Laborator	14	3.6 Proiect	-
3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										14
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										6
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										14
(d) Tutoriat										14
(e) Examinări										6
(f) Alte activități:										4
3.8 Total ore studiu individual (suma (3.7(a))...3.7(f)))					58					
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)					100					
3.10 Numărul de credite					4					

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Nu se aplică
4.2 de competențe	Nu se aplică

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. De desfășurare a cursului	Sală de clasă echipată cu tablă, video-proiector și ecran de proiecție
5.2. De desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Sală de clasă echipată cu tablă, video-proiector, ecran de proiecție, computere, acces la internet.

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoștințe privind procesele de digitalizare în proiectarea, construcția și întreținerea căii ferate.</li> <li>Evaluarea calității căii în baza informațiilor extrase prin analiza datelor furnizate de dispozitivele/vehiculele de măsurare a geometriei căii.</li> <li>Să utilizeze soluții de mentenanță bazate pe date pentru întreținerea eficientă a căii ferate.</li> <li>Dezvoltarea unei strategii pentru planificarea și implementarea unui management inteligent al activelor în infrastructura feroviară</li> <li>Utilizarea programelor sau platformelor software specifice de tip "digital twin" în procesele de întreținere a căilor ferate.</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicarea de strategii de lucru eficiente și responsabile, punctualitate, seriozitate și responsabilitate pe baza principiilor, normelor și valorilor profesionale.</li> <li>Elaborarea unei lucrări de sinteză riguros documentată, adaptată eficient la noile specificații tehnice.</li> <li>Analiza obiectivă a soluțiilor oferite de colegii dintr-un grup de lucru, diseminarea rezultatelor.</li> </ul>

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoașterea soluțiilor digitale utilizabile în lucrările de proiectare, construcție și întreținere a infrastructurii feroviare;</li> <li>Dezvoltarea abilităților legate de: <ul style="list-style-type: none"> <li>monitorizarea căilor ferate folosind cele mai noi tehnologii în domeniu;</li> <li>evaluarea calității geometriei căii;</li> <li>conformitatea cu cerințele de siguranță și de sustenabilitate a căilor ferate;</li> <li>planificarea și implementarea unui management inteligent al activelor în sectorul feroviar,</li> <li>utilizarea soluțiilor bazate pe date în procesele de mentenanță ale căii ferate – replică digitală (Digital Twin)</li> </ul> </li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asimilarea cunoștințelor teoretice și practice legate de activitățile de management, operare, întreținere a unei infrastructuri feroviare bazate pe date.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
<b>Curs 1 – Introducere în Inteligența Artificială (IA)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Inteligența artificială (AI): Ce este IA? Cum utilizăm IA? De ce este importantă IA? Cum se aplică IA în industria construcțiilor și cum se combină cu alte tehnologii?</li> <li>Istoria inteligenței artificiale și modul în care aceasta a schimbat industria construcțiilor (câteva exemple relevante);</li> <li>Rolul datelor în IA;</li> <li>Noțiunea de Inteligență Artificială Generală (IAG)</li> <li>IA limitată</li> <li>Machine Learning ca subset al AI: introducere – descriere scurtă, algoritmi de învățare automată.</li> <li>Soluții pentru Infrastructura Feroviară</li> </ul>	2	Expunere, discuții	-
<b>Curs 2 – Cunoștințe de bază legate de sistemul de cale ferată</b>	2		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scurtă descriere a infrastructurii feroviare și a elementelor componente ale suprastructurii</li> <li>• Parametrii geometrici care definesc calitatea căii ferate</li> </ul>			
<b>Curs 3 – Calitatea liniilor de cale ferată</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezentare generală – ce este calitatea căii?</li> <li>• Factori care afectează calitatea căii;</li> <li>• Relația dintre calitate și siguranță în calea ferată;</li> <li>• Evaluarea calității geometriei căii.</li> </ul>	2		
<b>Curs 4 – Comportarea căii ferate în timp sub acțiunea traficului</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradarea căii ferate</li> <li>• Comportarea în timp a calității căii ferate</li> <li>• Pragurile parametrilor geometrici ai căii ferate</li> </ul>	2		
<b>Curs 5 – Monitorizarea căii ferate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scurt istoric al monitorizării infrastructurii feroviare;</li> <li>• Dispozitive de monitorizare a căii ferate;</li> <li>• Vehicule de monitorizare a căii ferate.</li> </ul>	2		
<b>Curs 6 – Noi tehnologii în monitorizarea căilor ferate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sisteme de monitorizare a căii ferate;</li> <li>• Detectarea vibrațiilor prin fibră optică de-a lungul căii ca metodă de monitorizare a stării căii ferate;</li> <li>• Utilizarea accelerometrelor și extragerea indicatorilor de stare bazați pe accelerație pentru diagnostic și prognoză;</li> <li>• Dispozitive de monitorizare a căii din trenurile de călători;</li> <li>• Soluții radar de penetrare a solului pentru detectarea cedărilor din patul căii.</li> </ul>	2		
<b>Curs 7 – Monitorizarea infrastructurii feroviare prin analiza datelor</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducere: Ce sunt datele? De ce avem nevoie de date? Ce tip de date sunt necesare a fi colectate?</li> <li>• Prima fază a datelor, datele și bazele de date;</li> <li>• Cum pot fi transformate datele în informații relevante pentru monitorizarea căii;</li> <li>• Strategii de date și platforme digitale în tehnologia de construcție și monitorizare a căilor ferate, calcul și învățare automată AI, convertirea acestora în informații cruciale pe care inginerii feroviari le-ar putea folosi pentru a lua decizii strategice în optimizarea infrastructurii feroviare</li> </ul>	2		
<b>Curs 8 – Automatizare inteligentă în construcția și întreținerea căilor ferate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezentare generală: introducerea automatizării</li> <li>• Provocări și context în sectorul construcțiilor și întreținerii căilor ferate</li> <li>• Instrumente de automatizare</li> <li>• Strategia de automatizare</li> </ul>	2		
<b>Curs 9 – Proiectarea, Construcția și Întreținerea Căii Ferate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proiectarea căii ferate: prezentare generală;</li> <li>• Construcția căii ferate;</li> </ul>	2		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Întreținere cale ferată: istoric, strategii de întreținere, procesul de planificare a întreținerii;</li> <li>• Tipuri de strategii de întreținere: reactive, preventive, corective și predictive;</li> <li>• Viitorul strategiei de întreținere a căilor ferate;</li> <li>• Durata de viață a unei căi ferate;</li> <li>• Economii de costuri prin adoptarea unei politici eficiente de întreținere.</li> </ul>			
<b>Curs 10 – Întreținerea căii și managementul activelor ca bază de pornire pentru replica digitală a căii ferate</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definirea unei active în domeniul feroviar;</li> <li>• Ce este managementul activelor?</li> <li>• Domeniul de aplicare al sistemului de management al activelor în infrastructura feroviară.</li> </ul>	2		
<b>Curs 11 - Cadrul managementului activelor pentru organizațiile de infrastructură feroviară</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obiectivele managementului activelor;</li> <li>• Plan strategic de management al activelor: Active + Operațiuni;</li> <li>• Implementarea planului de management al activelor în infrastructura feroviară;</li> <li>• Rolul inteligenței artificiale, algoritmilor și învățării automate în soluțiile bazate pe date pentru managementul activelor.</li> </ul>	2		
<b>Curs 12 – Soluții bazate pe date în întreținerea unei căi ferate - Digital Twin (Replica Digitală)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezentare generală;</li> <li>• Rolul datelor colectate în crearea unei replici digitale (Digital Twin);</li> <li>• Forme de replici digitale în domeniul feroviar.</li> </ul>	2		
<b>Curs 13 - Aplicații și platforme digitale pentru calea ferată</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluții software de inginerie a infrastructurii feroviare;</li> <li>• Investigații AssetWise în infrastructura feroviară.</li> </ul>	2		
<b>Curs 14 – Analiza AssetWise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza AssetWise a stării căii ferate;</li> <li>• Analiză liniară AssetWise</li> </ul>	2		
<b>Bibliografie:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>[1]. SR EN 13848-1 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 1: Caracterizarea geometriei căii.</li> <li>[2]. SR EN 13848-2 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 2: Sisteme de măsurare. Vehicule de măsurat calea.</li> <li>[3]. SR EN 13848-3 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 3: Sisteme de măsurare. Mașini pentru construcția și întreținerea căii.</li> <li>[4]. SR EN 13848-4 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 4: Sisteme de măsurare. Dispozitive manuale și de greutate redusă.</li> <li>[5]. SR EN 13848-5 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 5: Niveluri de calitate ale geometriei căii. Linie curentă și aparate de cale.</li> <li>[6]. SR EN 13803 - Aplicații feroviare. Cale. Parametrii de proiectare a traseului căii. Ecartament 1435 mm și mai mare.</li> <li>[7]. SR ISO 55000 – Managementul activelor. Privire generală, principii și terminologie.</li> <li>[8]. SR ISO 55001 – Managementul activelor. Sisteme de management. Cerințe.</li> </ol>			

[9]. SR ISO 55002 – Managementul activelor. Sisteme de management. Linii directoare pentru aplicarea SR ISO 55001.

[10]. Al. Herman, L. Kazinnczy, G. Kollo , Căi Ferate – Elemente geometrice, Ed. MIRTON Timișoara, 2011.

[11]. Esveld, C.: Modern Railway Track – Second Edition, Delft University of Technology, ISBN 90-800324-3-3, Dior Zwarthoed-van Nieuwenhuizen, 2001.

[12]. Tzanakakis K. – The Railway Track and Its Long Term Behaviour – A handbook for a Railway Track of High Quality, ISSN 2194-8119, ISBN 978-3-642-36050-3 – Springer Heidelberg, 2013.

[13]. UIC Railway Application Guide – Practical implementation of Asset Management through ISO 55001, International Union of Railways, The Institute of Asset Management, ISBN 978-2-7461-2521-6, Paris 2016.

8.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Evaluarea calității liniilor de cale ferată pe baza colectării și interpretării datelor referitoare la parametrii geometrici ai căii.	4	Expunere, discuții, metode interactive de predare, grupuri de lucru.	-
Implementarea managementului inteligent al activelor în procesul de mentenanță al infrastructurii feroviare (Replica Digitală a Căii - Digital Twin) – Analiza AssetWise a stării căii.	6		
Aplicații și platforme digitale pentru crearea replicii digitale a unui tronson de cale ferată.	4		

**Bibliografie:**

[1]. SR EN 13848-1 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 1: Caracterizarea geometriei căii.

[2]. SR EN 13848-2 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 2: Sisteme de măsurare. Vehicule de măsurat calea.

[3]. SR EN 13848-3 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 3: Sisteme de măsurare. Mașini pentru construcția și întreținerea căii.

[4]. SR EN 13848-4 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 4: Sisteme de măsurare. Dispozitive manuale și de greutate redusă.

[5]. SR EN 13848-5 – Aplicații feroviare. Cale. Calitatea geometriei căii. Partea 5: Niveluri de calitate ale geometriei căii. Linie curentă și aparate de cale.

[6]. SR EN 13803 - Aplicații feroviare. Cale. Parametrii de proiectare a traseului căii. Ecartament 1435 mm și mai mare.

[7]. SR ISO 55000 – Managementul activelor. Privire generală, principii și terminologie.

[8]. SR ISO 55001 – Managementul activelor. Sisteme de management. Cerințe.

[9]. SR ISO 55002 – Managementul activelor. Sisteme de management. Linii directoare pentru aplicarea SR ISO 55001.

[10]. Al. Herman, L. Kazinnczy, G. Kollo , Căi Ferate – Elemente geometrice, Ed. MIRTON Timișoara, 2011.

[11]. Esveld, C.: Modern Railway Track – Second Edition, Delft University of Technology, ISBN 90-800324-3-3, Dior Zwarthoed-van Nieuwenhuizen, 2001.

[12]. Tzanakakis K. – The Railway Track and Its Long Term Behaviour – A handbook for a Railway Track of High Quality, ISSN 2194-8119, ISBN 978-3-642-36050-3 – Springer Heidelberg, 2013.

[13]. UIC Railway Application Guide – Practical implementation of Asset Management through ISO 55001, International Union of Railways, The Institute of Asset Management, ISBN 978-2-7461-2521-6, Paris 2016.

## 9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

<p>Abilitățile dobândite vor fi necesare angajaților care își desfășoară activitatea în domeniul cercetării, proiectării, execuției și întreținerii căilor ferate. Conținutul și complexitatea disciplinei sunt corelate cu tendințele actuale ale dezvoltărilor feroviare, iar noțiunile predate se corelează permanent cu cele ale disciplinelor aferente din curriculum.</p>
---

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Test de evaluare a cunoștințelor teoretice	Probă scrisă (T) – durată: 2 ore	60%
10.5 Seminar/Laborator /Proiect	Evaluarea lucrărilor predate	Susținerea lucrărilor Media notelor obținute pe lucrări este calculată după formula: $M_L = \frac{\sum_1^i (L_i)}{i}$ Unde: $L_i$ – nota fiecărei lucrări predate	40%
10.6 Standard minim de performanță  Formula de calcul a notei finale: $N_F = 0,6 \cdot T + 0,4 \cdot M_L$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Eligibilitate de participare la examen: prezență la min. 12 laboratoare și predarea la timp a lucrărilor.</li> <li><math>N_F \geq 5</math> (cinci), dacă <math>T \geq 5</math> (cinci), <math>M_L \geq 5</math> (cinci).</li> </ul>			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
27.06.2024	Curs	S.L.dr.ing. Zsolt László ORBÁN	
	Aplicații	S.L.dr.ing. Zsolt László ORBÁN	

Data avizării în Consiliul Departamentului .....	Director Departament
28.06.2024	Conf.dr.ing. Hortensiu Liviu CUCU
Data aprobării în Consiliul Facultății .....	Decan
12.07.2024	Prof.dr.ing. Daniela – Lucia MANEA