**FIȘA DISCIPLINEI**

**Demonstrare automată cu LEAN**

Anul universitar 2025-2026

**1. Date despre program**

| | |
|---|---|
| 1.1. Instituția de învățământ superior | Universitatea Babeș-Bolyai |
| 1.2. Facultatea | Matematică și Informatică |
| 1.3. Departamentul | Matematică |
| 1.4. Domeniul de studii | Matematică |
| 1.5. Ciclul de studii | Licență |
| 1.6. Programul de studii / Calificarea | Matematică informatică (engleză) |
| 1.7. Forma de învățământ | cu frecvență |

**2. Date despre disciplină**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.1. Denumirea disciplinei | **Demonstrare automată cu LEAN** | | | | | Codul disciplinei | **MLE0104** |
| 2.2. Titularul activităților de curs | | Lect. dr. Iulian Simion | | | | | |
| 2.3. Titularul activităților de seminar | | Lect. dr. Iulian Simion | | | | | |
| 2.4. Anul de studiu | **2** | 2.5. Semestrul | **3** | 2.6. Tipul de evaluare | **VP** | 2.7. Regimul disciplinei | **Opțională** |

**3. Timpul total estimat** (ore pe semestru al activităților didactice)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1. Număr de ore pe săptămână | **4** | din care: 3.2. curs | **2** | 3.3. seminar/ laborator/ proiect | **2** |
| 3.4. Total ore din planul de învățământ | **56** | din care: 3.5. curs | **28** | 3.6 seminar/laborator | **28** |
| **Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)** | | | | | **ore** |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI) | | | | | 10 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 15 |
| Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 16 |
| Tutoriat (consiliere profesională) | | | | | 16 |
| Examinări | | | | | 12 |
| Alte activităţi | | | | | |
| **3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)** | | | | **69** | |
| **3.8. Total ore pe semestru** | | | | **125** | |
| **3.9. Numărul de credite** | | | | **5** | |

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

| | |
|---|---|
| 4.1. de curriculum | Cunoștințe elementare de algebră și de programare. |
| 4.2. de competențe | Competențe elementare de algebră și de programare. |

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

| | |
|---|---|
| 5.1. de desfășurare a cursului | tablă și cretă sau marker pentru tablă sau stylus pentru tablă, proiector |
| 5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului | tablă și cretă sau marker pentru tablă sau stylus pentru tablă, proiector |

**6.1. Competențele specifice acumulate**[1]

| | |
|---|---|
| **Competențe profesionale/esențiale** | • C1.1 Identificarea noțiunilor, descrierea teoriilor si utilizarea limbajului specific.<br>• C2.3 Aplicarea metodelor teoretice de analiză adecvate la problematica dată.<br>• C3.1 Descrierea de concepte, teorii si modele folosite in domeniul de aplicare.<br>• C3.2 Identificarea si explicarea modelelor informatice de baza adecvate domeniului de aplicare.<br>• C3.3 Utilizarea modelelor si instrumentelor informatice si matematice pentru rezolvarea problemelor specifice domeniului de aplicare. |
| **Competențe transversale** | • CT1 Aplicarea regulilor de muncă organizată și eficientă, a unor atitudini responsabile faţă de domeniul didactic-ştiinţific, pentru valorificarea creativă a propriului potenţial, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională.<br>• CT3 Utilizarea unor metode și tehnici eficiente de învăţare, informare, cercetare și dezvoltare a capacităţilor de valorificare a cunoștinţelor, de adaptare la cerinţele unei societăţi dinamice și de comunicare în limba română și într-o limbă de circulație internațional. |

**6.2. Rezultatele învățării**

| | |
|---|---|
| **Cunoștințe** | Studentul cunoaște:<br>- Limbajul, metodele și algoritmii necesari pentru rezolvarea problemelor specifice.<br>- Demonstrații matematice ale unor formule și enunțuri specifice.<br>- Modul de utilizare a uneltelor din ecosistemului aferent LEAN. |
| **Aptitudini** | Studentul este capabil să:<br>- Aplice metode și unelte specifice LEAN pentru rezolvarea unor probleme specifice.<br>- Formalizeze demonstrații matematice ale unor formule și enunțuri specifice.<br>- Utilizeze uneltele din ecosistemului aferent LEAN. |
| **Responsabilități și autonomie** | Studentul are capacitatea de a lucra independent pentru:<br>- Extinderea cunoștințelor specifice.<br>- O abordare critică a literaturii relevante. |

**7. Obiectivele disciplinei** (reieșind din grila competențelor acumulate)

| | |
|---|---|
| **7.1 Obiectivul general al disciplinei** | • cunoașterea, întelegerea și folosirea conceptelor de baza folosite in formalizarea enunțurilor matematice și a demonstrării asistate |
| **7.2 Obiectivele specifice** | • Utilizarea întregului ecosistem necesar LEAN, mathlib, LeanBlueprint, GitHub, Zulip, etc. |

**8. Conținuturi**

| **8.1 Curs** | **Metode de predare** | **Observații** |
|---|---|---|
| Săpt. 1. Introducere<br>• Sisteme de demonstrare interactivă<br>• Proiecte remarcabile | prelegerea, exemple | |

[1] Se poate opta pentru competențe sau pentru rezultatele învățării, respectiv pentru ambele. În cazul în care se alege o singură variantă, se va șterge tabelul aferent celeilalte opțiuni, iar opțiunea păstrată va fi numerotată cu 6.

| | | |
|---|---|---|
| • Systemul și Comunitatea LEAN | | |
| Săpt. 2-3. Elemente de bază<br>• Egalități și inegalități<br>• Teoreme și leme<br>• Operatori logici | prelegerea, exemple | |
| Săpt. 4-5. Tipuri dependente<br>• Raționamente și context<br>• Reguli de inferență<br>• Tipuri inductive<br>• Numerle naturale | prelegerea, exemple | |
| Săpt. 6-7. Programare Logică și Funcțională<br>• Tipuri inductive<br>• Inducție și recursivitate<br>• Clase<br>• Tactica cases | prelegerea, exemple | |
| Săpt. 8. Inducție și recursivitate | prelegerea, exemple | |
| Săpt. 9. Teoria numerelor | prelegerea, exemple | |
| Săpt. 10. Lean Blueprints<br>• Instalare și interacțiune<br>• LaTex | prelegerea, exemple | |
| Săpt. 11. Tactici în Lean | prelegerea, exemple | |
| Săpt. 12-14. Formalizare - capitole selectate<br>• Funcții<br>• Mulțimi<br>• Relații<br>• Grupuri | prelegerea, exemple | |

Bibliografie

[1] Jeremy Avigad, Patrick Massot - Mathematics in Lean, 2020
[2] Heather Macbeth - The Mechanics of Proof, 2024
[3] Jeremy Avigad, Leonardo de Moura, Soonho Kong and Sebastian Ullrich, with contributions from the Lean Community - Theorem Proving in Lean 4, 2024
[4] Anne Baanen, Alexander Bentkamp, Jasmin Blanchette, Johannes Hölzl, Jannis Limperg - The Hitchhiker's Guide to Logical Verification, 2023
[5] Egbert Rijke - Introduction to Homotopy Type Theory, 2023
[6] The Univalent Foundations Program (2013). Homotopy Type Theory: Univalent Foundations of Mathematics

| **8.2 Seminar / laborator** | **Metode de predare** | **Observații** |
|---|---|---|
| Săpt. 1. Introducere<br>• Instalare<br>• Primele exemple | Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare | |
| Săpt. 2-3. Elemente de bază<br>• Egalități și inegalități<br>• Teoreme și leme<br>• Operatori logici | Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare | |
| Săpt. 4-5. Demonstrare structurată cu LEAN<br>• Operatori logici<br>• Cuantificatori logici<br>• Reducere la absurd | Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare | |
| Săpt. 6-8. Inducție și recursivitate<br>• Inducție simplă<br>• Definiții recursive<br>• Inducție tare | Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare | |
| Săpt. 9. Teoria numerelor | Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare | |
| Săpt. 10. Lean Blueprints<br>• Instalare și interacțiune<br>• LaTex | Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare | |
| Săpt. 11. Tactici în Lean | Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare | |
| Săpt. 12-14. Formalizare - capitole selectate<br>• Funcții<br>• Mulțimi | Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare | |

| | | |
|---|---|---|
| • Relații<br>• Grupuri | | |

Bibliografie

[1] Jeremy Avigad, Patrick Massot - Mathematics in Lean, 2020
[2] Heather Macbeth - The Mechanics of Proof, 2024
[3] Jeremy Avigad, Leonardo de Moura, Soonho Kong and Sebastian Ullrich, with contributions from the Lean Community - Theorem Proving in Lean 4, 2024

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

- Lean este și un efort colectiv de digitalizare și formalizare a matematicii.

**10. Evaluare**

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
|---|---|---|---|
| 10.4 Curs | Înțelegerea critică a teoriei, capacitatea de a folosi materialul învățat | Două teste (la mijlocul și la finalul semestrului) | 20% și respectiv 20% |
| | | | |
| 10.5 Seminar/laborator | Rezolvarea temelor | Verificare individuală | 60% |
| | | | |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| • Prezență la seminar de cel puțin 75%.<br>• Nota finală să fie mai mare sau egală cu 5. | | | |

**11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)[2]**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Data completării:
11.04.2025

Semnătura titularului de curs

Lect. dr. Iulian Simion

Semnătura titularului de seminar

Lect. dr. Iulian Simion

Data avizării în departament:
25.04.2025

Semnătura directorului de departament

Prof. dr. Andrei Mărcuș

[2] Păstrați doar etichetele care, în conformitate cu *Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic*, se potrivesc disciplinei și ștergeți-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru *Dezvoltare durabilă* - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ștergeți-le pe toate și scrieți "*Nu se aplică.*".