

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                                       |                                         |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Univeristatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca |
| 1.2 Facultatea                        | Chimie și Inginerie Chimică             |
| 1.3 Departamentul                     | Inginerie Chimică                       |
| 1.4 Domeniul de studii                | Inginerie chimică                       |
| 1.5 Ciclu de studii                   | Master                                  |
| 1.6 Programul de studiu / Calificarea | Inginerie chimică avansată de proces    |

### 2. Date despre disciplină

|                                        |                                                                                |               |   |                        |   |                         |         |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|------------------------|---|-------------------------|---------|
| 2.1 Denumirea disciplinei              | <b>Modelarea matematică a proceselor și inteligență artificială – CME 7319</b> |               |   |                        |   |                         |         |
| 2.2 Titularul activităților de curs    | Lector dr. ing. Timis Elisabeta Cristina                                       |               |   |                        |   |                         |         |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Lector dr. ing. Timis Elisabeta Cristina                                       |               |   |                        |   |                         |         |
| 2.4 Anul de studiu                     | I                                                                              | 2.5 Semestrul | 1 | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei | DF/Obl. |

### 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 | 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                                                                   |     |                    |    |                       | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                                    |     |                    |    |                       | 25  |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren |     |                    |    |                       | 18  |
| Pregătire laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri                                    |     |                    |    |                       | 20  |
| Tutoriat                                                                                       |     |                    |    |                       | 3   |
| Examinări                                                                                      |     |                    |    |                       | 3   |
| Alte activități:                                                                               |     |                    |    |                       | -   |
| 3.7 Total ore studiu individual                                                                | 69  |                    |    |                       |     |
| 3.8 Total ore pe semestru                                                                      | 125 |                    |    |                       |     |
| 3.9 Numărul de credite                                                                         | 5   |                    |    |                       |     |

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

|                   |                                                                                                                                                 |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1 de curriculum | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoștințe generale de inginerie și matematică</li> </ul>                                                |
| 4.2 de competențe | <ul style="list-style-type: none"> <li>Abilități generale de utilizarea calculatorului (Matlab)</li> <li>Cunoștințe de limba engleză</li> </ul> |

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

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.1 de desfășurare a cursului      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Este necesară sală cu posibilități de video-proiecție.</li> <li>Cursul poate fi desfășurat și online, pe platforma Microsoft Teams.</li> <li>Studentii se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise.</li> <li>Înregistrarea audio și/sau video în timpul cursurilor este permisă doar cu acordul titularului disciplinei.</li> <li>Studentii pot intra la curs la orice oră și pot ieși de la curs în funcție de necesități; prezența la curs contează în calculul notei.</li> </ul>                                                             |
| 5.2 de desfășurare a laboratorului | <ul style="list-style-type: none"> <li>Este necesară sală cu calculatoare (cu Matlab) și posibilități de video-proiecție.</li> <li>Laboratorul poate fi desfășurat și online, pe platforma Microsoft Teams, cu condiția ca studenții să poată utiliza calculatoare dotate cu Matlab.</li> <li>Studentii se vor prezenta la seminar cu telefoanele mobile închise.</li> <li>Înregistrarea audio și/sau video în timpul laboratoarelor este permisă doar cu acordul titularului de seminar.</li> <li>Prezența la seminarii /laboratoare este obligatorie în conformitate cu Art. 29 din</li> </ul> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>“Statutul Studentului din Universitatea Babes-Bolyai”, revizuit la 13.01.2013.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termenul predării temelor/proiectelor este stabilit de titularul de seminar de comun acord cu studenții. Se acceptă cererile de amânare doar pe motive obiectiv întemeiate.</li> <li>• Pentru predarea cu întârziere a temelor, acestea vor fi depunctate cu 0.5 pct./săptămână de întârziere.</li> </ul> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 6. Competențele specifice acumulate

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competențe profesionale</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definirea limbajului și identificarea conceptelor avansate din domeniul modelării matematice și utilizării sistemului de calcul pentru dezvoltarea aplicațiilor de inginerie de proces</li> <li>• Utilizarea tehnicilor informatice în legătură cu procesarea de date, modelarea și simularea proceselor chimice și biochimice prin abstractizarea și reprezentarea sistemului sub forma modelelor matematice, utilizând metode tradiționale de modelare matematică sau metode bazate pe inteligența artificială</li> <li>• Înțelegerea și interpretarea evoluției în timp și spațiu a sistemelor chimice și biochimice prin utilizarea unor instrumente matematice având originea în modele de tip biologic și aplicarea de metode de inteligență artificială</li> <li>• Explicarea și înțelegerea funcționării aparatelor, utilajelor și proceselor din industriile de proces pe baza mediilor software care descriu comportarea acestora prin modele matematice complexe dinamice și prin prelucrări (inclusiv statistice) ale datelor de proces</li> <li>• Dezvoltarea de modele matematice dinamice cu parametri concentrați și cu parametri distribuiți, implementarea acestora în simulatoare utilizate la evaluarea performanțelor proceselor pentru identificarea unor soluții de exploatare și conducere prezentând avantaje economice, eficiență energetică mărită, siguranță sporită în exploatare și impact negativ redus asupra mediului</li> <li>• Capacitatea de analiză a sistemelor de tipuri diverse, din domenii de activitate diferite</li> <li>• Capacitatea de adaptare a instrumentelor modelării la procese de complexități și naturi diferite</li> </ul> |
| <b>Competențe transversale</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Executarea cu independență a sarcinilor profesionale complexe și desfășurarea autonomă de activități de cercetare-proiectare, utilizând tehnici asistate de calculator și respectând normele de etică profesională și de conduită morală</li> <li>• Dezvoltarea capacității de autoevaluarea a performanțelor proprii și stabilirea nevoilor de formare continuă, informarea și documentarea permanentă în domeniul său de activitate și domeniile conexe</li> <li>• Corelarea capacităților proprii cu situația pieței muncii</li> <li>• Comunicarea punctului de vedere propriu, într-un mod clar și concis, utilizând mijloace de comunicare bazate pe instrumente IT tradiționale sau specifice</li> <li>• Oferirea și primirea de feedback cu privire la activitățile profesionale desfășurate</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

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

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | Dezvoltarea capacității (1) de a înțelege și explica evoluția spațio-temporală a sistemelor chimice și biochimice, (2) de a abstractiza și reprezenta sistemele sub forma modelelor matematice și (3) de a construi simulatoare software care să reflecte comportarea reală a sistemelor. |
| 7.2 Obiectivele specifice             | Dobândirea capacității de elaborare de modele matematice dinamice și staționare pentru sisteme chimice și biochimice cu parametri concentrați și distribuiți, utilizând metode analitice/numerice și instrumente specifice inteligenței artificiale.                                      |

## 8. Conținuturi

| 8.1 Curs                                                                                                                                                                                                                                | Metode de predare                                                 | Observații                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 8.1.1. Introducere în modelarea matematică. Abordarea sistemică și modelarea matematică în ingineria de proces. Scopul modelării. Volume de bilanț utilizate în ingineria de proces. Câmpuri scalare și câmpuri vectoriale. Proprietăți | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații |

|                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                   |                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| termodinamice intensive și extensive. Studii de caz.                                                                                                                                                                                                            |                                                                   |                                                                                        |
| 8.1.2. Formularea generală a legilor de conservare a proprietății în formă integrală și diferențială. Metodologie logică pentru dezvoltarea de modele. Clasificarea modelelor. Studii de caz.                                                                   | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații                        |
| 8.1.3. Relații constitutive utilizate în modelare. Transfer de proprietate. Relații termodinamice. Cinetică. Relații între volumele de bilanț. Relații caracteristice ale echipamentelor. Studii de caz.                                                        | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații                        |
| 8.1.4. Modele pentru sisteme cu parametri concentrați (SPC). Particularizarea ecuației generale de conservare. Bilanțuri de masă totală, masă pe componenți, energie și impuls. Studii de caz.                                                                  | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații.                       |
| 8.1.5. Modelarea sistemelor cu parametri distribuiți (SPD), partea I. Reprezentarea elementelor de volum. Ecuații generale de conservare aplicate DPS. Utilizarea volumelor microscopice. Condiții inițiale. Condiții de frontieră. Studii de caz implementate. | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; aplicații în Matlab                         |
| 8.1.6. Modelarea sistemelor cu parametri distribuiți (SPD), partea II. Clasificarea modelelor SPD. Modele SPC utilizate pentru reprezentarea SPD.                                                                                                               | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; aplicații Matlab                            |
| 8.1.7. Analiza modelelor pentru SPC și SPD. Analiza gradelor de libertate. Indexul diferențial. Rigiditatea modelului.                                                                                                                                          | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații                        |
| 8.1.8. Rezolvarea modelelor pentru SPC și SPD. Metode de rezolvare a ODE, DAE și PDE. Soluții analitice vs. soluții numerice. Implementarea cu ajutorul softurilor.                                                                                             | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații                        |
| 8.1.9. Introducere în Inteligență Artificială (AI). Realizări remarcabile în AI (milestones). O selecție de tehnici și aplicații în AI.                                                                                                                         | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații                        |
| 8.1.10. Subiecte de AI de abordat. Introducere în Machine Learning (ML). Tipuri de învățare. Aplicații. ML în ingineria de proces. Metodologie.                                                                                                                 | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații                        |
| 8.1.11. Rețele neuronale artificiale (Artificial Neural Networks, ANNs), partea 1. Structuri de ANN. Dezvoltarea ANN. Învățare și generalizarea.                                                                                                                | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere            | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; aplicații și proiecte                       |
| 8.1.12. Rețele neuronale artificiale (Artificial Neural Networks = ANNs), partea 2. Tipuri importante de ANN. Aplicații ale ANN în ingineria de proces. Tipuri de ANN larg utilizate și tehnologii noi.                                                         | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații, resurse online cu ANN |
| 8.1.13. Automated Reasoning. Modele utilizând logica de tip fuzzy. Case Based Reasoning. Case studies.                                                                                                                                                          | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații                        |
| 8.1.14. Data mining (DM). Aplicații în ingineria de proces. Soft și aplicații DM open-source.                                                                                                                                                                   | prelegere, explicație, conversație, exemple, descriere, dezbateri | Instrumente suport: prezentări PowerPoint; exemple de aplicații, platforme DM online   |

#### Bibliografie

1. Timis, E.C., 2020, Process Modelling and Artificial Intelligence: Microsoft PowerPoint slide show performed during course classes.
2. CAPE Centre, University of Queensland, Hungarian Academy of Sciences, 2013. Course CHEE3007: Process modelling and dynamics, available online: <https://www.coursehero.com/sitemap/schools/2697-Queensland/courses/9008835-CHEE3007/>, accessed on 02.04.2020.

3. Hangos K.M., Cameron I.T., 2001, Process Modelling and Model Analysis, Volume 4, 1st Edition, Academic Press, pp. 543.
4. Russell, S., Norvig, P., 2009. Artificial Intelligence: A Modern Approach 3rd edition [AIMA], Prentice-Hall, <http://aima.eecs.berkeley.edu/slides-pdf/>

#### Bibliografie suplimentară

5. Agachi, P.S., Cristea, V.M., 2014. Basic Process Engineering Control. Berlin, Boston: De Gruyter.
6. Agachi, P.S., Cristea, V.M., Csavdari, A., Szilagyi, B., 2016. Advanced Process Engineering Control. Berlin, Boston: De Gruyter.
7. Agachi, P.S., Nagy, Z.K., Cristea, V.M., Imre-Lucaci, A., 2006, *Model Based Control - Case Studies in Process Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
8. Al Aani, S., Bonny, T., Hasan, S.W., Hilal, N., 2019, Can machine language and artificial intelligence revolutionize process automation for water treatment and desalination? *Desalination*, 258, 84-96.
9. Andasari, V. 2015. Numerical Methods and Modeling in Biomedical Engineering, Course at Boston University, <http://people.bu.edu/andasari/courses/Fall2015/be503703Fall2015.html>
10. Ani, E.C., 2009. Minimization of the experimental workload for the prediction of pollutants propagation in rivers. Mathematical modelling and knowledge re-use. *Acta Universitatis Lappeenrantaensis* 355, Lappeenranta teknillinen yliopisto, Digipaino, Lappeenranta, Finland, pp. 189, available online: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-214-830-8>.
11. Bagheri, M., Akbari, A., Mirbagheri, S.A., 2019. Advanced control of membrane fouling in filtration systems using artificial intelligence and machine learning techniques: A critical review, *Process Safety and Environmental Protection*, 123, 229-252.
12. Darmiana, M.D., Monfareda, S.A.H., Azizyana, G., Snyderb, S.A., Giesyd, J.P., 2018. Assessment of tools for protection of quality of water: Uncontrollable discharges of pollutants, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 161, 190–197.
13. Dincer I., Ezan M.A., 2018. Fundamental Aspects of Thermodynamics and Heat Transfer. In: *Heat Storage: A Unique Solution for Energy Systems. Green Energy and Technology*. Springer, Cham, 1-34.
14. Califf, M.E., 2010. Introduction to Artificial Intelligence, ITK 340, Course at Illinois State University.
15. Ceccaroni, L., 2008, Artificial Intelligence Introduction, Course at Universidad Politecnica de Cataluna.
16. desJardins, M., 2005. Principles of Artificial Intelligence. Course at University of Maryland, Baltimore, [http://www.cs.umbc.edu/courses/graduate/671/fall05/slides/c1\\_intro.ppt](http://www.cs.umbc.edu/courses/graduate/671/fall05/slides/c1_intro.ppt)
17. Finn, T., 2016. Introduction to Artificial Intelligence, Course at University of Maryland, Baltimore, [https://www.csee.umbc.edu/courses/undergraduate/471/spring19/01/notes/01\\_introduction/01.pdf](https://www.csee.umbc.edu/courses/undergraduate/471/spring19/01/notes/01_introduction/01.pdf)
18. Howard, P., 2005. Partial Differential Equations in MATLAB 7.0. Lecture Notes. Course at Texas A&M University, <http://www.tem.uoc.gr/~marina/pdemat.pdf> and also <https://www.math.tamu.edu/~phoward/>
19. Itti, L., 2005. Artificial Intelligence. Course at University of Southern California, <http://iLab.usc.edu/classes/2005cs561>
20. Ismini, L., 2017. Introduction to Deep Learning, <http://times.cs.uiuc.edu/course/510f17/ppt/deep-learning.pptx>, part of Zhai, Z.X., 2017, Advanced Information Retrieval, Course at University of Illinois at Urbana-Champaign, <http://times.cs.uiuc.edu/course/510f17/schedule.html>
21. Liu, Y., Zhao, T., Ju, W., Shi, S., 2017. Materials discovery and design using machine learning, *Journal of Materiomics*, 3, 3, 159-177.
22. Maclin, R., 2001. Machine Learning, Course at University of Minnesota Duluth, <https://www.d.umn.edu/~rmaclin/cs5751/index.html>, text after Mitchell T., 1997, *Machine Learning*, McGraw Hill.
23. Maloof, M., 2017, Artificial Intelligence: An Introduction, Course at Georgetown University.
24. Matuszek, P., 2010. Artificial Intelligence. Introduction and Intelligent Agents. Course at Villanova University, Philadelphia.
25. Pokutta, S., 2016. Machine Learning in Engineering Applications and Trends, NASA Workshop Machine Learning Technologies and Their Applications to Scientific and Engineering Domains Workshop, [http://www.nianet.org/wp-content/uploads/2016/06/Pokutta\\_20160816\\_NASA.pdf](http://www.nianet.org/wp-content/uploads/2016/06/Pokutta_20160816_NASA.pdf)
26. Sipos, A., Cristea, V.M., Mudura, E., Imre-Lucaci, A., Bratfalean, D., 2014, Modelarea, simularea si conducerea avansată a bioproceselor fermentative, Vol. II. Editura Universității “Lucian Blaga”, Sibiu.
27. Subasi, A., 2011-2012, Machine Learning Course Introduction, International Burch University.
28. Visa, A., 2005. Neural Computation Introduction. Course at Tampere University of Applied Sciences, available online: <http://www.cs.tut.fi/~avisa/2806nn1.ppt>

29. Wei, J., Chu, X., Sun, X.Y, Xu, K., Deng, H.X., Chen, J., Wei, Z., Lei, M., 2019. Machine learning in materials science, InfoMat, 1, 338–358.
30. Welling, 2007. Introduction to AI, Course at University of California, Irvine, available online: <http://www.ics.uci.edu/~welling/teaching/ICS171spring07/ICS171spring07.html>
31. Yanikoglu, B., 2017. Machine Learning, Course at Sabanci University, Turkey, [http://people.sabanciuniv.edu/berrin/cs512/lectures/ \(1-ml-ch1-intro.pdf and 7-nn1-intro.ppt.pdf\)](http://people.sabanciuniv.edu/berrin/cs512/lectures/(1-ml-ch1-intro.pdf%20and%207-nn1-intro.ppt.pdf))
32. Zabihi, R., Mowla, D., Karami, H.R., 2019, Artificial intelligence approach to predict drag reduction in crudeoil Pipelines, Journal of Petroleum Science and Engineering 178, 586–593.
33. Zhang, Z., Qi, H., 2018. Neural Network Background, in Pattern Recognition, Course at University of Tennessee, Knoxville, <http://web.eecs.utk.edu/~hqi/ece471-571/syllabus.htm> and [http://web.eecs.utk.edu/~qi/ece471-571/lecture16\\_nn\\_background.pptx](http://web.eecs.utk.edu/~qi/ece471-571/lecture16_nn_background.pptx)

#### Resurse online

- <http://aima.eecs.berkeley.edu/slides-pdf/>
- [http://www.alanturing.net/turing\\_archive/pages/Reference%20Articles/TheTuringTest.html](http://www.alanturing.net/turing_archive/pages/Reference%20Articles/TheTuringTest.html)
- <https://plato.stanford.edu/entries/turing-test/>

**Notă:** Bibliografia poate fi consultată prin următoarele modalități: (1) la Biblioteca Departamentului de Inginerie Chimică; (2) la Biblioteca Facultății de Chimie și Inginerie Chimică; (3) la Biblioteca Centrale "Lucian Blaga" a Universității Babes-Bolyai; (4) accesând online baza de date Science Direct, de pe calculatoarele conectate în rețeaua Universității Babes-Bolyai, inclusiv la Biblioteca Centrale "Lucian Blaga"; (5) online la adresele menționate.

| 8.2 Laborator                                                                                                                                                                                                      | Metode de predare                                                                                                    | Observații                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.2.1. Îmbunătățirea cunoștințelor asupra funcțiilor Matlab, a s-functions și a Simulink. Recapitularea scrierii de modele și programării în Matlab, inclusiv Simulink.                                            | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, lucrul individual și în echipă, elaborarea de aplicații | Evaluarea cunoștințelor studenților asupra noțiunilor de scriere a modelelor și utilizare MATLAB și Simulink.                         |
| 8.2.2. Aplicații cu funcții pentru sisteme descrise cu 1 și 2 ODE. Implementare în paralel în Matlab și Simulink. Comparare rezultate.                                                                             | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, lucrul individual și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, scrierea modelelor și rezolvare.                |
| 8.2.3. Aplicații de modelare a SPC, partea I: ex. vas cu acumulare de lichid, sisteme cu reactor cu amestecare perfectă (RAP), evaporator, coloană de distilare.                                                   | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, scrierea modelelor, implementare și rezolvare.  |
| 8.2.4. Aplicații de modelare a SPC, partea II: ex. vas cu acumulare de lichid, sisteme cu reactor cu amestecare perfectă (RAP), evaporator, coloană de distilare.                                                  | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, scrierea modelelor, implementare și rezolvare.  |
| 8.2.5. Aplicație de modelare a SPD, partea I. Utilizarea Matlab (Partial Differential Equations) PDE Toolbox, pdepe solver pentru probleme dinamice 1D (FEM). Transferul de căldură 1D într-o bară metalică lungă. | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților pe proiect (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, scrierea de modele și implementarea. |
| 8.2.6. Aplicație de modelare a SPD, partea II. Matlab PDE Toolbox cu GUI Interface pentru PDE 2D. Modele pentru transportul de căldură într-o placă de metal și într-o bară lungă.                                 | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, scrierea modelelor, implementare și rezolvare.  |
| 8.2.7. Studiu de caz (SPC sau SPD) pentru dezvoltarea unui model matematic, calibrarea și verificarea cu ajutorul datelor experimentale. Partea I. Dezvoltarea modelului, implementarea, rezolvarea                | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă,                         | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, scrierea modelelor,                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                      |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| cu parametrii inițiali (scalari), reprezentarea grafică și analiza rezultatelor.                                                                                                                                                                                          | elaborarea de aplicații                                                                                              | implementare, rezolvare și prezentarea rezultatelor.                                                                                      |
| 8.2.8. Studiu de caz (SPC sau SPD) pentru dezvoltarea unui model matematic, calibrarea și verificarea cu ajutorul datelor experimentale. Partea I. Optimizarea parametrilor modelului exemplificată pe un scalar, calibrarea și verificarea modelului.                    | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, scrierea modelelor, implementare și rezolvare.      |
| 8.2.9. Studiu de caz (SPC sau SPD) pentru dezvoltarea unui model matematic, calibrarea și verificarea cu ajutorul datelor experimentale. Partea III. Optimizarea parametrilor exemplificată pe șiruri dinamice, utilizând tehnici multiple (inclusiv algoritmi genetici). | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, scrierea modelelor, implementare și rezolvare.      |
| 8.2.10. Studiu de caz (SPC sau SPD) pentru dezvoltarea unui model matematic, calibrarea și verificarea cu ajutorul datelor experimentale. Partea IV. Calibrare utilizând modelele formulate pentru parametri și verificare.                                               | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, implementare de soluții pentru probleme.            |
| 8.2.11. Studiu de caz pentru dezvoltarea de modele pentru estimarea parametrilor. Utilizarea Neural Network Toolbox al Matlab pentru proiectarea, antrenarea și implementarea RNA, partea I.                                                                              | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, implementare de soluții pentru probleme.            |
| 8.2.12. Studiu de caz pentru dezvoltarea de modele pentru estimarea parametrilor. Utilizarea Neural Network Toolbox al Matlab pentru proiectarea, antrenarea și implementarea RNA, partea II.                                                                             | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților pe proiect (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, implementare de soluții pentru probleme. |
| 8.2.13. Implementarea unui studiu de caz (poate fi propus de către studenți) utilizând tehnici de modelare și AI exemplificate în secțiunile de la 8.2.1. până la 8.2.12.                                                                                                 | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, implementare de soluții pentru probleme.            |
| 8.2.14. Implementarea unui studiu de caz cu utilizarea logicii fuzzy.                                                                                                                                                                                                     | îndrumare prin dialog și exemple, învățare prin descoperire, munca individuală și în echipă, elaborarea de aplicații | Activitatea studenților (la laborator și acasă): studiul cursului și a bibliografiei, implementare de soluții pentru probleme.            |

### Bibliografie

1. Bibliografia specificată mai sus pentru curs.
2. Berk, Z., 2009. Chapter 21 - Evaporation, In Food Science and Technology, Food Process Engineering and Technology, Academic Press, 429-458.
3. Glover, W.B., 2004. Chemical Engineering Progress, AIChE, December 2004, 26-33, [https://lcicorp.com/test\\_design/selecting\\_evaporators\\_for\\_process\\_applications/](https://lcicorp.com/test_design/selecting_evaporators_for_process_applications/)
4. Sipos, A., Cristea, V.M., Mudura, E., Imre Lucaci A., Bratfalean, D., 2014. Modelarea, simularea si conducerea avansată a bioproceselor fermentative, carte de specialitate; Editura Universității “Lucian Blaga” din Sibiu; Vol. II.
5. Xue, D., Chen Y., 2009. Solving applied mathematical problems with MATLAB. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, USA.
6. Partial Differential Toolbox, Matlab, User Guide.
7. COMSOL Mutiphysics 3.1, UserGuide.
8. Neural Network Toolbox, Matlab, User Guide.
9. Fuzzy Logic Toolbox, Matlab, UserGuide.

**Notă:** Bibliografia poate fi consultată prin următoarele modalități: (1) la Biblioteca Departamentului de Inginerie

Chimică; (2) la Biblioteca Facultății de Chimie și Inginerie Chimică; (3) la Biblioteca Centrale "Lucian Blaga" a Universității Babes-Bolyai; (4) accesând online baza de date Science Direct, de pe calculatoarele conectate în rețeaua Universității Babes-Bolyai, inclusiv la Biblioteca Centrale "Lucian Blaga"; (5) online la adresele menționate.

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

- Pregătirea inițială a structurii și conținutului cursului au fost realizate ca rezultate ale schimburilor de opinii și experiență cu profesori de la Universitatea ETH Zurich, în cadrul proiectului de colaborare instituțională "Advanced Process Engineering for Master and Joint PhD Education", IB7420-111104" dintre universitățile UBB și ETH.
- Modificările ulterioare privesc tendințe nou apărute, tehnologii utilizate intens la momentul modificării cursului și problematică referitoare la dezvoltarea durabilă.
- Modificările ulterioare privesc realizările recente din domeniul cursului sau sunt legate de utilizarea sustenabilă a resurselor.
- Feedback-ul din industrie (inclusiv companiile Rompetrol, Emerson, Azomureș) a fost utilizat pentru a compatibiliza competențele solicitate de potențiali angajatori reprezentativi.

### 10. Evaluare

| Tip activitate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 10.1 Criterii de evaluare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10.2 Metode de evaluare                                                                                              | 10.3 Pondere din nota finală |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 10.4 Curs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Examinarea finală constând în prezentarea etapelor de rezolvare și a rezultatelor unei probleme de modelare matematică și/sau AI (sub forma unui referat Word și a unei prezentări Power Point) urmată de întrebări cu privire la problema rezolvată. Se va evalua: corectitudinea răspunsurilor, însușirea materiei predate, modul de gândire relativ la subiectul de examen, etapizarea rezolvării problemei, corectitudinea și argumentarea soluțiilor alese pentru problemă. | Examen oral desfășurat la facultate sau online.                                                                      | 50%                          |
| 10.5 Laborator                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Corectitudinea răspunsurilor, ca dovadă a însușirii și înțelegerii corecte a problematicii tratate la laborator; participarea activă la desfășurarea laboratoarelor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Proiectele rezolvate se prezintă conform programului stabilit de titularul de laborator de comun acord cu studenții. | 25%                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calitatea și corectitudinea proiectelor/ problemelor/ exercițiilor de laborator.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                      | 25%                          |
| 10.6 Standard minim de performanță                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                      |                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abilitatea de a aplica instrumentele de modelare matematică și inteligență artificială la studii de caz practice (ex. reactor RAP, RD)</li> <li>• Capacitatea de a prezenta și analiza critic soluțiile proprii.</li> <li>• Utilizarea calculatorului și a limbii engleze pentru formare continuă.</li> <li>• Nota 5 (cinci) este minimul pentru promovare.</li> <li>• Tentativa de fraudă și / sau plagiat au drept consecință eliminarea studentului din examen.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                      |                              |

Data completării  
14.04.2021

Semnătura titularului de curs  
Timis Elisabeta Cristina

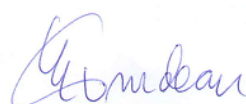


Semnătura titularului de seminar  
Timis Elisabeta Cristina



Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament



25 aprilie 2021

Prof. dr. ing. Graziella Liana Turdean