

# SYLLABUS

## 1. Information regarding the programme

1.1 Higher education institution	<b>Babeş-Bolyai University</b>
1.2 Faculty	<b>Faculty of Mathematics and Computer Science</b>
1.3 Department	<b>Department of Mathematics</b>
1.4 Field of study	<b>Mathematics</b>
1.5 Study cycle	<b>Master</b>
1.6 Study programme / Qualification	<b>Advanced Mathematics</b>

## 2. Information regarding the discipline

2.1 Name of the discipline	<b>Stochastic Models</b>						
2.2 Course coordinator	<b>Assoc.Prof.PhD. Hannelore Lisei</b>						
2.3 Seminar coordinator	<b>Assoc.Prof.PhD. Hannelore Lisei</b>						
2.4. Year of study	2	2.5 Semester	4	2.6. Type of evaluation	E	2.7 Type of discipline	Optional

## 3. Total estimated time (hours/semester of didactic activities)

3.1 Hours per week	3	Of which: 3.2 course	2	3.3 seminar/laboratory	1
3.4 Total hours in the curriculum	36	Of which: 3.5 course	24	3.6 seminar/laboratory	12
Time allotment:					hours
Learning using manual, course support, bibliography, course notes					40
Additional documentation (in libraries, on electronic platforms, field documentation)					30
Preparation for seminars/labs, homework, papers, portfolios and essays					35
Tutorship					18
Evaluations					10
Other activities: .....					0
3.7 Total individual study hours			133		
3.8 Total hours per semester			175		
3.9 Number of ECTS credits			8		

## 4. Prerequisites (if necessary)

4.1. curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematical Analysis, Probability Theory</li> </ul>
4.2. competencies	<ul style="list-style-type: none"> <li>Computing integrals; average programming and simulation skills</li> </ul>

## 5. Conditions (if necessary)

5.1. for the course	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laptop, beamer</li> </ul>
---------------------	--

5.2. for the seminar /lab activities	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laboratory with computers</li> </ul>
--------------------------------------	---

## 6. Specific competencies acquired

<b>Professional competencies</b>	<p>Identifying the models and adequate methods for solving problems</p> <p>Ability to understand and manipulate advanced concepts, results and theories in the fields of mathematics.</p>
<b>Transversal competencies</b>	<p>Ability to use acquired and complementary knowledge in preparing a PhD in Mathematics, Applied Mathematics, or other fields which use mathematical methods.</p>

## 7. Objectives of the discipline (outcome of the acquired competencies)

7.1 General objective of the discipline	The course aims deepening the basic notions of Stochastics, followed by their applicative side and their practical interpretation.
7.2 Specific objective of the discipline	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monte Carlo methods</li> <li>Stochastic processes and their applications</li> <li>Brownian motion and applications</li> <li>Markov chains</li> </ul>

## 8. Content

8.1 Course	Teaching methods	Remarks
1. Review of the basic notions of Probability Theory, conditional probabilities; discrete and continuous random variables	Lecture, description, explanation	
2. Stochastic processes; examples	Exposure, description, explanation, examples	
3. Random walks (on the line, in the plane, in the space)	Exposure, description, explanation, examples	
4. Discrete time Markov chains	Exposure, description, explanation, proof	
5. Multivariate normal distribution	Exposure, description, explanation, examples	
6. Continuous time Markov chains	Exposure, description, explanation, proof	
7. Stationary processes	Exposure, description, explanation, proof, examples	
8. Gaussian processes	Exposure, description, explanation, proof	
9. The Brownian motion (I)	Exposure, description, explanation, proof	

10. The Brownian motion (II)	Exposure, description, explanation, proof	
11. Linear and quadratic variation of the Brownian motion	Exposure, description, explanation, proof	
12. The Poisson process	Exposure, description, explanation, proof	

#### Bibliography

Blaga, P., Radulescu, M., Calculul probabilitatilor, Universitatea "Babes-Bolyai" Cluj-Napoca, 1987.

Ciucu G., Tudor C., Probabilitati și Procese Stocastice. Vol.I, Vol.II., Edit. Acad. 1978, 1979.

Karatzas I., Shreve S.E., Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer Verlag, New York, 2005.

Lisei, H. Probability Theory, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2004.

Lisei, H., Micula, S., Soos, A., Probability Theory through Problems and Applications, Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2006.

Morariu, C. O., Probabilitati si statistica aplicata, Editura Universitatii "Transilvania", Brasov, 2010.

Ross, S.M., Simulation, Academic Press, 2013.

8.2 Seminar / laboratory	Teaching methods	Remarks
S1. Generation of random numbers	Presentation, discussion	The seminar is structured as 2 hours classes every second week
S2. Random walks (on the line, in the plane, in the space)	Presentation, individual work	
S3. Markov chains (discrete time)	Presentation, individual work	
S4. Markov chains (continuous time)	Discussion, group-based work, modelling	
S5. Brownian motion	Discussion, group-based work, modelling	
S6. Poisson process	Discussion, group-based work, modelling, simulation	

#### Bibliography

P. Blaga, Statistică prin Matlab, Presa Univ. Clujeană, 2002.

Gorunescu, F., Modelare stocastică și simulare, Editura Albastră, 2001.

Karatzas I., Shreve S.E., Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer Verlag, New York, 2005.

Lisei, H. Probability Theory, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2004.

Lisei, H., Micula, S., Soos, A., Probability Theory through Problems and Applications, Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2006.

Morariu, C. O., Probabilitati si statistica aplicata, Editura Universitatii "Transilvania", Brasov, 2010.

Ross, S.M., Simulation, Academic Press, 2013.

**9. Corroborating the content of the discipline with the expectations of the epistemic community, professional associations and representative employers within the field of the program**

The content of this discipline is in accordance with the curricula of the most important universities in Romania and abroad, where advanced mathematics and its applications play an essential role.

**10. Evaluation**

Type of activity	10.1 Evaluation criteria	10.2 Evaluation methods	10.3 Share in the grade (%)
10.4 Course	Knowledge of main concepts presented in the course	Written exam	60%
10.5 Seminar/lab activities	To be able to solve specific problems	-Practical examination -presentation -continuous observations	40%
10.6 Minimum performance standards			
At least grade 5 (from a scale of 1 to 10) at the written exam. The student should be able to perform specific reasoning, to use stochastic methods, to give examples of Markov chains, to list properties of the Brownian motion.			

Date

Signature of course coordinator

Signature of seminar coordinator

20.09.2019

Assoc.Prof.PhD. Hannelore Inge Lisei

Assoc.Prof.PhD Hannelore Inge Lisei

Date of approval

Signature of the head of department

.....

Prof. Dr. Octavian Agratini

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Matematica și Informatică
1.3 Departamentul	Departamentul de matematică
1.4 Domeniul de studii	Matematică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Matematici Avansate

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Modele stocastice						
2.2 Titularul activităților de curs	Conf. Dr. Hannelore Inge Lisei						
2.3 Titularul activităților de seminar	Conf. Dr. Hannelore Inge Lisei						
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	4	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Optional

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	36	Din care: 3.5 curs	24	3.6 seminar/laborator	12
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					40
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					30
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					35
Tutoriat					18
Examinări					10
Alte activități: Elaborarea unui proiect					0
3.7 Total ore studiu individual					133
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Numărul de credite					8

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

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza matematică, Teoria probabilităților</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcul de limite și integrale, Noțiuni de programare/simulare</li> </ul>

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

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de curs, laptop, videoproiector</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sala de seminar, calculatoare / laptop</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

<b>Competențe profesionale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitatea de a înțelege și manevra concepte noi, rezultate și teorii avansate din domeniul matematicii.</li> <li>• Capacitatea de a înțelege lucrări științifice în domeniul matematicii, de a pune probleme noi și de a iniția o cercetare nouă.</li> </ul>
<b>Competențe transversale</b>	Capacitatea de a utiliza cunoștințele dobândite și pe cele complementare în realizarea unui doctorat în domeniul Matematică, Matematică aplicată sau alte domenii care folosesc metode matematice.

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Cursul are drept scop aprofundarea notiunilor și rezultatelor de baza din domeniul stocasticii. Se urmărește latura aplicativă a acestora, interpretarea practică a rezultatelor teoretice.
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode Monte Carlo</li> <li>• Procese stocastice și aplicații ale acestora</li> <li>• Mișcarea Browniană și aplicații</li> <li>• Lanțuri Markov</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Recapitulare - Spațiu de probabilitate, probabilități condiționate; variabile aleatoare discrete și continue	Prelegerea, demonstrația, exemplificarea	
2. Procese stocastice; exemple	Prelegerea, demonstrația, exemplificarea	
3. Mersul aleator (pe axă, în plan, în spațiu)	Prelegerea, demonstrația, exemplificarea	
4. Lanțuri Markov (timp discret)	Prelegerea, demonstrația, exemplificarea	
5. Distribuția normală multidimensională	Prelegerea, exemplificarea	
6. Lanțuri Markov (timp continuu)	Prelegerea, demonstrația,	

	exemplificarea	
7. Procese staționare	Prelegerea, exemplificarea	
8. Procese Gaussiene	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
9. Mișcarea Browniană (I)	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
10. Mișcarea Browniană (II)	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
11. Variația liniară și pătratică a mișcării Browniene	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
12. Procesul Poisson	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	

### **Bibliografie**

Blaga, P., Radulescu, M., Calculul probabilitatilor, Universitatea "Babes-Bolyai" Cluj-Napoca, 1987.

Ciucu G., Tudor C., Probabilitati și Procese Stocastice. Vol.I, Vol.II., Edit. Acad. 1978, 1979.

Karatzas I., Shreve S.E., Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer Verlag, New York, 2005.

Lisei, H. Probability Theory, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2004.

Lisei, H., Micula, S., Soos, A., Probability Theory trough Problems and Applications, Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2006.

Morariu, C. O., Probabilitati si statistica aplicata, Editura Universitatii "Transilvania", Brasov, 2010.

Ross, S.M., Simulation, Academic Press, 2013.

<b>8.2 Seminar / laborator</b>	Metode de predare	Observații
S1. Metode de generare a numerelor aleatoare	Problematizarea, demonstratia	
S2. Mersul aleator (pe axă, în plan, în spațiu)	Problematizarea, modelarea	
S3. Lanțuri Markov (timp discret)	Problematizarea, demonstratia	
S4. Lanțuri Markov (timp continuu)	Problematizarea, demonstratia	
S5. Mișcarea Browniană	Problematizarea, demonstratia	
S6. Procesul Poisson	Expunerea, simularea	

### **Bibliografie**

P. Blaga, Statistică prin Matlab, Presa Univ. Clujeană, 2002

F. Gorunescu, Modelare stocastică și simulare, Editura Albastră, 2001

Karatzas I., Shreve S.E., Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer Verlag, New York, 2005.

Lisei, H. Probability Theory, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2004.

Lisei, H., Micula, S., Soos, A., Probability Theory trough Problems and Applications, Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2006.

Morariu, C. O., Probabilitati si statistica aplicata, Editura Universitatii "Transilvania", Brasov, 2010.

S.M. Ross, Simulation, Academic Press, 2013.

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

Conținutul disciplinei este în concordanta cu ceea ce se studiaza in alte centre universitare din tara si strainatate.

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Cunoasterea conceptelor de baza din curs, rezolvarea unor probleme	Examen scris	60%
10.5 Seminar/laborator	Implicarea in discutarea si rezolvarea problemelor propuse	Evaluarea de la seminar și prezentarea unor proiecte	40%
10.6 Standard minim de performanță			
Studentul să fie capabil să efectueze raționamente specifice, să prezinte metode stocastice, să dea exemple de lanțuri Markov, să enunțe proprietăți ale mișcării Browniene.			

Data completării

Titular de curs

Titular de seminar

20.04.2018

Conf. Dr. Hannelore Inge Lisei

Conf. Dr. Hannelore Inge Lisei

Data avizării în departament

Director de departament

.....

Prof. Dr. Octavian Agratini