

# 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>Simulations of stochastic processes in Matlab/Octave</li> <li>Brownian motion and applications</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, random walk	Exposure, description, explanation, examples	
3. Multivariate normal distribution, Brownian motion	Exposure, description, explanation, proof	
4. Stationary processes	Exposure, description, explanation, proof	
5. Gaussian processes	Exposure, description, explanation, proof, examples	
6. Properties of the Brownian motion	Exposure, description, explanation, proof	
7. Conditional expectation, martingale theory	Exposure, description, explanation, proof	
8. Properties of martingales	Exposure, description, explanation, proof	
9. Linear and quadratic variation of the Brownian motion	Exposure, description, explanation, proof	
10. Ito integral, Ito formula	Exposure, description,	

	explanation, proof	
11. Ornstein-Uhlenbeck process, geometric Brownian motion	Exposure, description, explanation, proof	
12. Some stochastic differential equations	Exposure, description, explanation, examples	

#### Bibliography

Bлага, 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. Matlab/ Octave codes (review) ; applications to probability theory; simulations	Presentation, discussion	The seminar is structured as 2 hours classes every second week
S2. Random walk (on the line, in the plane, in the space)	Presentation, individual work	
S3. Discrete stochastic processes	Presentation, individual work	
S4. Brownian motion – simulation methods	Discussion, group-based work, modelling	
S5. Applications – the Ito integral	Discussion, group-based work, modelling	
S6. Ornstein-Uhlenbeck process, Brownian bridge - simulations	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 implement in Matlab/Octave course concepts and 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 both written exam and laboratory work. The student should be able to perform specific reasoning, present stochastic methods, perform simulations (in Matlab/Octave).			

Date

Signature of course coordinator

Signature of seminar coordinator

20.04.2018

Assoc.Prof.PhD. Hannelore Inge Lisei

Assoc.Prof.PhD Hannelore Inge Lisei

Date of approval

Signature of the head of department

.....

.....

## 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 si rezultatelor de baza din domeniul stocasticii. Se urmareste latura aplicativa a acestora, interpretarea practica a rezultatelor teoretice.
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode Monte Carlo</li> <li>• Procese stocastice si aplicatii ale acestora</li> <li>• Simularea unor procese stocastice in Matlab/Octave</li> <li>• Miscarea Browniana si aplicatii</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Recapitulare - Spatiu de probabilitate, probabilitati conditionate; variabile aleatoare discrete si continue	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
2. Procese stocastice, mersul aleator pe axa	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
3. Distributia normala multidimensionala, miscarea Browniana	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
4. Procese stationare	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
5. Procese Gaussiene	Prelegerea, exemplificarea	
6. Proprietati ale miscarii Browniene	Prelegerea,	

	demonstratia, exemplificarea	
7. Valoarea medie conditionata, teoria martingalelor	Prelegerea, exemplificarea	
8. Proprietati ale martingalelor	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
9. Variatia liniara si patratica a miscarii Browniene	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
10. Integrala Ito, formula lui Ito	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
11. Procesul Ornstein-Uhlenbeck, miscarea Browniana geometrica	Prelegerea, demonstratia, exemplificarea	
12. Ecuatii diferentiale stocastice	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 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.

<b>8.2 Seminar / laborator</b>	Metode de predare	Observații
S1. Recapitulare functii Matlab/Octave; simularea unor variabile aleatoare cu distributii date	Problematizarea, demonstratia	
S2. Mersul aleator (pe axa, in plan, in spatiu)	Problematizarea, modelarea	
S3. Procese stocastice discrete	Problematizarea, demonstratia	
S4. Miscarea Browniana – metode de simulare	Problematizarea, demonstratia	
S5. Aplicatii – integral Ito	Problematizarea, demonstratia	
S6. Procesul Ornstein-Uhlenbeck, miscarea Browniana geometrica, podul Brownian - simulari	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 through 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 și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului**

Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se studiază în alte centre universitare din țară și străinătate.

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Cunoașterea conceptelor de bază din curs, rezolvarea unor probleme	Examen scris	60%
10.5 Seminar/laborator	Implicarea în discutarea și rezolvarea problemelor; elaborarea unor proiecte însoțite de simulări	Evaluarea de la seminar și prezentarea proiectului (activitatea individuală la seminar, prezentarea unor simulări)	40%
10.6 Standard minim de performanță			
Studentul să fie capabil să efectueze raționamente specifice, să prezinte metode stocastice, să efectueze simulări (în Matlab/Octave).			

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

.....

.....