

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS (leto / year 2017/18)						
<b>Predmet:</b>		Numerične metode 1				
<b>Course title:</b>		Numerical methods 1				
<b>Študijski program in stopnja</b> Study programme and level		<b>Študijska smer</b> Study field		<b>Letnik</b> Academic year	<b>Semester</b> Semester	
Visokošolski strokovni študijski program Praktična matematika		ni smeri		2	prvi in drugi	
First cycle professional study programme Practical Mathematics		none		2	first and second	
<b>Vrsta predmeta / Course type</b>				obvezni / compulsory		
<b>Univerzitetna koda predmeta / University course code:</b>				M0419		
<b>Predavanja</b> Lectures	<b>Seminar</b> Seminar	<b>Vaje</b> Tutorial	<b>Klinične vaje</b> work	<b>Druge oblike študija</b>	<b>Samost. delo</b> Individ. work	<b>ECTS</b>
60		60			180	10
<b>Nosilec predmeta / Lecturer:</b>		prof. dr. Marjeta Krajnc, prof. dr. Emil Žagar				
<b>Jeziki / Languages:</b>		<b>Predavanja / Lectures:</b>		slovenski / Slovene		
		<b>Vaje / Tutorial:</b>		slovenski / Slovene		
<b>Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:</b>				<b>Prerequisites:</b>		
Vpis v letnik študija.				Enrolment in the programme.		
<b>Vsebina:</b>				<b>Content (Syllabus outline):</b>		

<p>Osnove numeričnega računanja:</p> <p>predstavitev števil v računalniku, napake pri numeričnem računanju, občutljivost problema, direktna in obratna stabilnost algoritmov,</p> <p>Reševanje nelinearnih enačb in sistemov nelinearnih enačb:</p> <p>bisekcija, navadna iteracija, tangentsna metoda, sekantsna metoda, red konvergence, iskanje ničel polinomov, Newtonova metoda za sisteme, iskanje minimuma,</p> <p>Linearni sistemi enačb:</p> <p>vektorske in matrične norme, LU razcep (brez in s pivotiranjem), občutljivost in obratna stabilnost, aposteriorna napaka, simetrično pozitivno definitne matrike, razcep Choleskega,</p> <p>Predoločeni sistemi:</p> <p>Reševanje predoločenih sistemov po metodi najmanjših kvadratov, normalni sistem, QR razcep matrike, Gram Schmidtov postopek, Householderjeva zrcaljenja in Givensove rotacije, singularni razcep, nelinearen problem najmanjših kvadratov,</p> <p>Aproksimacija in interpolacija:</p> <p>Aproksimacija po metodi najmanjših kvadratov v prostorih s skalarnim produktom, interpolacija, Lagrangeva in Newtonova oblika interpolacijskega polinoma, napaka interpolacije,</p> <p>Računanje lastnih vrednosti:</p> <p>Schurova forma, potenčna metoda, inverzna potenčna metoda, QR iteracija</p>	<p>Introduction to numerical computing: floating point arithmetic, errors in numerical computations, conditioning and stability, forward and backward stability of the algorithms,</p> <p>Solving nonlinear equations and systems of nonlinear equations:</p> <p>Bisection method, Fixed point iteration, tangent method, secant method, order of convergence, zeros of polynomials, Newton method, minimization methods,</p> <p>System of linear equations:</p> <p>vector and matrix norms, LU decomposition (with and without the pivoting), condition number and backward stability, a posterior error, symmetric positive definite matrix, Cholesky decomposition,</p> <p>Overdetermined systems:</p> <p>Least square solution, normal equations, QR decomposition, Gram Schmidt orthogonalization, Householder reflections, Givens rotations, SVD decomposition, nonlinear least square problem,</p> <p>Approximation and interpolation:</p> <p>Least square approximation in vector spaces with a scalar product, interpolation problem, Lagrange and Newton form of the interpolating polynomial, interpolation error,</p> <p>Computation of eigenvalues:</p> <p>Schur decomposition, power iteration method, inverse power iteration method, QR iteration</p>
--	---

**Temeljna literatura in viri / Readings:**

Z. Bohte: Numerična analiza, Višja matematika III, DMFA založništvo, Ljubljana, 1976.

Z. Bohte: Numerične metode, DMFA založništvo, Ljubljana, 1987.

E. Zakrajšek: Uvod v numerične metode, DMFA založništvo, Ljubljana 1998.

Z. Bohte: Numerično reševanje sistemov linearnih enačb, DMFA založništvo, Ljubljana, 1994.

J.W. Demmel, Priredba E. Zakrajšek: Uporabna numerična linearna algebra, DMFA založništvo, Ljubljana, 2000.

L. Fox, D.F. Mayers: Computing Methods for Scientists and Engineers, Clarendon Press, Oxford, 1968.

E. Isaacson, H.B. Keller: Analysis of Numerical Methods, John Wiley&Sons, Inc., 1966.

J. Kozak: Numerična analiza, DMFA založništvo, Ljubljana 2008.

#### **Cilji in kompetence:**

Študentje bodo spoznali algoritme za numerično reševanje problemov iz linearne algebre, kot so reševanje linearnih sistemov enačb, predoločenih sistemov, iskanje lastnih vrednosti matrik. Naučili se bodo biti pozorni na napake, ki nastanejo pri numeričnem računanju. Seznanili se bodo tudi s postopki za iskanje ničel nelinearnih enačb in sistemov nelinearnih enačb. Osvojili bodo osnovno znanje iz teorije aproksimacije in interpolacije. Na vajah bodo s programi v MATLAB-u preizkusili delovanje algoritmov ter njihovo uporabo na problemih iz realnega življenja. S tem bodo pridobili praktično znanje.

#### **Objectives and competences:**

Students acquire knowledge about different algorithms for solving problems from linear algebra like solving systems of linear and overdetermined systems of equations, computing eigenvalues, etc. Students learn to be aware of the errors that occur in numerical computations. They get familiar with the procedures for finding zeros of nonlinear equations and systems of nonlinear equations.

Students supplement a basic knowledge of the theory of approximation and interpolation.

The algorithms are tested in Matlab on problems from a real life. This provides a practical knowledge too.

#### **Predvideni študijski rezultati:**

Znanje in razumevanje:

Poznavanje in razumevanje osnovnih pojmov in

#### **Intended learning outcomes:**

Knowledge and understanding:

Knowledge and understanding of the basic

stabilnih algoritmov za reševanje problemov iz linearne algebre. Poznavanje metod za iskanje rešitev nelinearnih enačb. Razumevanje osnov pri aproksimaciji in interpolaciji funkcij.

Uporaba:

Uporabna numerična linearna algebra sodi v večino naravoslovnih, tehničnih in družboslovnih področij znanosti. Aproksimacija in interpolacija se uporabljata v računalniški grafiki, geometrijskem oblikovanju in v robotiki.

Refleksija:

Povezovanje teoretičnih in praktičnih postopkov za reševanje uporabnih problemov.

Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet:

Izbira stabilnega algoritma za reševanje konkretnega problema, ki se pojavi v praksi. Znanje se prenaša na praktično vse vede: statistika, naravoslovje, itd.

concepts and stable algorithms for solving problems in linear algebra. Knowledge of methods for finding solutions of nonlinear equations. Understanding the basics of approximation and interpolation theory.

Application:

Applied numerical linear algebra finds applications in most of natural, technical and social science fields. Approximation and interpolation are used in computer graphics, geometric design and robotics.

Reflection:

Integrating theoretical and practical procedures for solving practical problems.

Transferable skills:

Selection of a stable algorithm to solve the particular problem, which arises in practice. Knowledge is transmitted to virtually all sciences: natural sciences, computer science, statistics, etc.

### Metode poučevanja in učenja:

predavanja, vaje, laboratorijske vaje, domače naloge, konzultacije

### Learning and teaching methods:

Lectures, exercises, homeworks, consultations

### Načini ocenjevanja:

Delež (v %) /

Weight (in %)

### Assessment:

Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):

50%

Type (examination, oral, coursework, project):

50%

tri domače naloge (pogoj za pristop k ustnemu delu izpita)

three homeworks (required when

<p>izpit iz vaj (trije kolokviji ali pisni izpit)</p> <p>ustni izpit</p> <p>Študentje dobijo dve oceni:</p> <p>eno iz pisnega izpita,</p> <p>drugo iz ustnega izpita ter domačih nalog.</p> <p>Ocene: 1-5 (negativno), 6-10 (pozitivno) (po Statutu UL)</p>		<p>applying for an oral exam)</p> <p>three midterm exams instead of written exam, written exam</p> <p>oral exam</p> <p>Students receive two grades: one from the written exam and the other from the oral exam and homeworks.</p> <p>Grading: 1-5 (fail), 6-10 (pass) (according to the Statute of UL)</p>
---	--	--

**Reference nosilca / Lecturer's references:**

Marjetka Krajnc:

JAKLIČ, Gašper, KOZAK, Jernej, KRAJNC, Marjetka, VITRIH, Vito, ŽAGAR, Emil. High order parametric polynomial approximation of conic sections. Constructive approximation, ISSN 0176-4276, 2013, vol. 38, iss. 1, str. 1-18. [COBISS.SI-ID 16716121]

KRAJNC, Marjetka. Interpolation scheme for planar cubic  $G^2$  spline curves. Acta applicandae mathematicae, ISSN 0167-8019, 2011, vol. 113, no. 2, str. 129-143. [COBISS.SI-ID 16215385]

KRAJNC, Marjetka. Geometric Hermite interpolation by cubic  $G^1$  splines. Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications, ISSN 0362-546X. [Print ed.], 2009, vol. 70, iss. 7, str. 2614-2626. [COBISS.SI-ID 15508569]

Emil Žagar:

JAKLIČ, Gašper, KOZAK, Jernej, VITRIH, Vito, ŽAGAR, Emil. Lagrange geometric interpolation by rational spatial cubic Bézier curves. Computer Aided Geometric Design, ISSN 0167-8396, 2012, vol. 29, iss. 3-4, str. 175-188. [COBISS.SI-ID 16207449]

KOZAK, Jernej, ŽAGAR, Emil. On geometric interpolation by polynomial curves. SIAM journal on numerical analysis, ISSN 0036-1429, 2004, vol. 42, no. 3, str. 953-967. [COBISS.SI-ID 13398617]

ŽAGAR, Emil. On  $G^2$  continuous spline interpolation of curves in  $R^d$ . BIT, ISSN 0006-3835, 2002, vol. 42, no. 3, str. 670-688. [COBISS.SI-ID 12027993]

