AFINA IN PROJEKTIVNA GEOMETRIJA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Afina in projektivna geometrija
Course title:	Affine and Projective Geometry
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039564
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27220

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tomaž Košir, Aleš Vavpetič
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljen predmet Linearna algebra.	Completed course Linear algebra.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Afina geometrija: afini prostori, afine transformacije, osnovni izrek afine geometrije. Projektivna geometrija: projektivni prostori, dualnost, vložitev afine geometrije v projektivno, kolineacije in projektivnosti, osnovni izrek projektivne geometrije, projektivno ogrodje, dvorazmerje, harmonična četverka, perspektivnost. Stožnice v projektivni ravnini: pol in polara, dvorazmerje na stožnici, Pascalov izrek, klasifikacija stožnic. Izbirna vsebina: Klasifikacija izometrij v evklidski ravnini. Leonardov izrek, frizne in tapetne grupe. Končne grupe izometrij v trirazsežnem evklidskem prostoru.	Affine Geometry: affine spaces, affine transformations, the fundamental theorem of affine geometry. Projective Geometry: projective spaces, embedding of affine spaces into projective spaces, collineations and projectivities, the fundamental theorem of projective geometry, projective coordinates, cross-ratio, harmonic ratio, perspectivities. Conics in projective plane: poles and polars, cross-ration on a conic, Pascal's Theorem, classification of conics. Additional topics: classification of isometries in the Euclidean plane, Leonardo's Theorem, frieze groups and wallpaper groups, finite groups of isometries in Euclidean 3-space.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Berger: Geometry. 1, Berlin : Springer, cop. 1987.
2. M. Berger: Geometry. 2, Berlin : Springer, cop. 1987.
3. T. Košir, B. Magajna: Transformacije v geometriji, Ljubljana : Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, 1997.
4. E. G. Rees: Notes on geometry, Berlin : Springer, 1983.
5. R. A. Rosenbaum: Introduction to projective geometry and modern algebra, Reading : Addison-Wesley, cop. 1963.
6. I. Vidav: Afina in projektivna geometrija, Ljubljana : Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS, 1981.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnovne pojme afine in projektivne geometrije. Pri tem uporablja že znana orodja iz algebre in linearne algebre. Razvije geometrijsko intuicijo.	The main objective is to introduce affine and projective geometry using the tools from algebra and linear algebra. The student develops geometric intution.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje osnovnih pojmov afine in projektivne geometrije. Sposobnost povezovanja znanj iz algebre in analize v uporabi pri geometriji. Uporaba: Uporaba geometrijskih tehnik pri drugih predmetih in reševanju praktičnih problemov. Refleksija: Sposobnost povezovanja različnih pristopov: analitičnega, algebraičnega in geometričnega. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Spretnost prenosa teorije v uporabo.	Knowledge and understanding: The understanding of the fundamental notions of affine and projective geometry. The ability to apply the knowledge obtained in algebra and mathemetical analysis courses in geometry. Application: The application of geometric techniques in other subjects and in practice. Reflection: The ability to connect different approaches: analytical, algebraic and geometric. Transferable skills: The ability to apply theoretical knowledge in practice.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, konzultacije	Lectures, exercises, consultations

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
2 kolokvija namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam
izpit iz teorije	50,00 %	oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Tomaž Košir:
– KOŠIR, Tomaž. Root vectors for geometrically simple multiparameter eigenvalues. Integral equations and operator theory, ISSN 0378-620X, 2004, vol. 48, no. 3, str. 365-396 [COBISS.SI-ID 12895321]
– BINDING, Paul, KOŠIR, Tomaž. Root vectors for geometrically simple two-parameter eigenvalues. Transactions of the American Mathematical Society, ISSN 0002-9947, 2004, vol. 356, no. 5, str. 1705-1726 [COBISS.SI-ID 13013081]
– BUCKLEY, Anita, KOŠIR, Tomaž. Plane curves as Pfaffians. Annali della Scuola normale superiore di Pisa, Classe di scienze, ISSN 0391-173X, 2011, vol. 10, iss. 2, str. 363-388 [COBISS.SI-ID 15928409]
Aleš Vavpetič:

– VAVPETIČ, Aleš, VIRUEL, Antonio. Symplectic groups are N-determined 2-compact groups. Fundamenta mathematicae, ISSN 0016-2736, 2006, vol. 192, no. 2, str. 121-139 [COBISS.SI-ID 14185305]
– CENCELJ, Matija, DYDAK, Jerzy, MITRA, Atish, VAVPETIČ, Aleš. Hurewicz-Serre theorem in extension theory. Fundamenta mathematicae, ISSN 0016-2736, 2008, vol. 198, no. 2, str. 113-123 [COBISS.SI-ID 14551385]
– VAVPETIČ, Aleš. Afina in projektivna geometrija. Ljubljana: samozal. A. Vavpetič, 2011. VI, 114 str., ilustr [COBISS.SI-ID 15994969]
– CENCELJ, Matija, DYDAK, Jerzy, VAVPETIČ, Aleš, VIRK, Žiga. A combinatorial approach to coarse geometry. Topology and its Applications, ISSN 0166-8641. [Print ed.], 2012, vol. 159, iss. 3, str. 646-658 [COBISS.SI-ID 16094809]

ALGEBRAIČNE KRIVULJE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Algebraične krivulje
Course title:	Algebraic Curves
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039565
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27218

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Jakob Cimprič, Tomaž Košir, Pavle Saksida
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljen predmet Linearna algebra.	Completed course Linear algebra.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Afine algebraične krivulje. Nerazcepnost in povezanost. Projektivno zaprtje. Presečna večkratnost med krivuljo in premico. Bezouteva lema. Tangente. Singularnosti. Polare in Hessove krivulje. Dualna krivulja. Plückerjeva formula. Racionalne krivulje. Stožnice. Kubične krivulje. Izrek o rodu in stopnji nesingularne krivulje.	Affine algebraic curves. Irreducibility and connectedness. Projectivization. Multiplicity of intersection between a line and a curve. Bezout lemma. Tangents. Singularity. Polars and Hess curves. Dual curve. Plücker formula. Rational curves , Conics. Cubic curves. Degree-genus formula for nonsingular curves.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. C. H. Clemens: A scrapbook of complex curve theory, 2nd ed., Providence : AMS, cop. 2003.
2. G. Fischer: Plane algebraic curves, Providence : AMS, cop. 2001.
3. C. G. Gibson: Elementary geometry of algebraic curves : an undergraduate introduction, Cambridge : Cambridge University Press, cop. 1998.
4. K. Hulek: Elementary algebraic geometry, Providence : AMS, cop. 2003.

5. F. Kirwan: Complex algebraic curves, Cambridge : Cambridge University Press, cop. 1992. 6. M. Reid: Undergraduate algebraic geometry, Cambridge : Cambridge University Press, 1992.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Je eden od treh osnovnih predmetov, pri katerem študent spozna geometrijski način razmišljanja. Osnovni cilj je spoznati temeljne pojme in lastnosti algebraičnih krivulj.	This is one of the three basic courses in which students learn to think geometrically. The basic goal is to understand the basic definitions and properties of algebraic curves.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje povezave med algebraičnimi enačbami in geometrijskimi objekti. Sposobnost obravnave geometrijskih objektov s pomočjo orodij iz teorije polinomov. Poznavanje in razumevanje osnovnih pojmov in definicij iz teorije algebraičnih krivulj in algebraične geometrije. Uporaba: Algebraični opis objektov, ki se pojavljajo pri problemih v drugih vejah matematike in njene uporabe. Uporaba algebraično-geometrijskih sredstev pri obravnavi teh problemov. Refleksija: Dojemanje istih objektov (krivulj) z različnih aspektov. Razvijanje geometrijskega razmišljanja pri reševanju problemov iz prakse. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Formulacija problemov v primernem jeziku, reševanje in analiza doseženega na primerih. Ker je za razumevanje predmeta potrebno solidno obvladanje nekaterih vsebin iz analize in linearne algebre, se študent nauči uporabljati znanje, pridobljeno pri drugih predmetih. Nauči se tudi spretnosti uporabe tuje literature.	Knowledge and understanding: Understanding the relation between the algebraic equations and the geometric objects. Ability of treating some geometric problems by means of tools, coming from the theory of polynomials. Knowledge and understanding of the fundamental concepts of the theory of algebraic curves and algebraic geometry. Application: Algebraic description of objects, appearing in problems from other areas of mathematics and its applications. Application of algebro-geometric methods in the treatment of such problems. Reflection: Ability of percieving mathematical object from different points of view. Development of the geometric approach to solving problems in applicative mathematics. Transferable skills: Formulation of problems in suitable contexts, evaluation of developed tools in concrete examples. This course demands a firm knowledge of certain chapters from mathematical analysis and algebra. Therefore students learn how to use previously acquired knowledge in new situations. Students learn the use of study literature in foreign languages.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, konzultacije	Lectures, exercises, consultations

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
2 kolokvija namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam
izpit iz teorije	50,00 %	oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Tomaž Košir:
– GRUNENFELDER, Luzius, KOŠIR, Tomaž. Koszul cohomology for finite families of comudule maps end applications. Communications in algebra, ISSN 0092-7872, 1997, let. 25, št. 2, str. 459-479 [COBISS.SI-ID 7127641]

– GRUNENFELDER, Luzius, KOŠIR, Tomaž. Coalgebras and spectral theory in one and several parameters. V: GOHBERG, I. (ur.), LANCASTER, P. (ur.), SHIVAKUMAR, P. N. (ur.). Recent developments in operator theory and its applications : International Conference in Winnipeg, October 2-6, 1994, (Operator theory, ISSN 0255-0156, vol. 87). Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser, cop. 1996, str. 177-192 [COBISS.SI-ID 7436889]
– GRUNENFELDER, Luzius, GURALNICK, Robert M., KOŠIR, Tomaž, RADJAVI, Heydar. Permutability of characters on algebras. Pacific journal of mathematics, ISSN 0030-8730, 1997, let. 178, št. 1, str. 63-70 [COBISS.SI-ID 7437145]
Pavle Saksida:
– SAKSIDA, Pavle. Nahm's equations and generalizations Neumann system. Proceedings of the London Mathematical Society, ISSN 0024-6115, 1999, let. 78, št. 3, str. 701-720 [COBISS.SI-ID 8853849]
– SAKSIDA, Pavle. Integrable anharmonic oscillators on spheres and hyperbolic spaces. Nonlinearity, ISSN 0951-7715, 2001, vol. 14, no. 5, str. 977-994 [COBISS.SI-ID 10942809]
– SAKSIDA, Pavle. Neumann system, spherical pendulum and magnetic fields. Journal of physics. A, Mathematical and general, ISSN 0305-4470, 2002, vol. 35, no. 25, str. 5237-5253 [COBISS.SI-ID 11920217]

Jakob Cimprič:
- CIMPRIČ, Jaka, HELTON, J. William, MCCULLOUGH, Scott, NELSON, Christopher. A noncommutative real nullstellensatz corresponds to a noncommutative real ideal: algorithms. Proceedings of the London Mathematical Society. 2013, vol. 106, iss. 5, str. 1060-1086. ISSN 0024-6115. http://dx.doi.org/10.1112/plms/pds060. [COBISS.SI-ID 16636249]
- CIMPRIČ, Jaka. Prime and semiprime submodules of R^n and a related Nullstellensatz for M_n(R). Journal of algebra and its applications. Nov. 2022, vol. 21, no. 11, art. 2250217 (11 str.). ISSN 0219- 4988. https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S0219498822502176, DOI: 10.1142/S0219498822502176. [COBISS.SI-ID 142463235]
- CIMPRIČ, Jaka. Matrix versions of real and quaternionic Nullstellensätze. Journal of algebra. Nov. 2022, vol. 610, str. 752-772. ISSN 0021-8693. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021869322003659, DOI: 10.1016/j.jalgebra.2022.06.038. [COBISS.SI-ID 139324931]

ALGORITMI IN PODATKOVNE STRUKTURE 1

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Algoritmi in podatkovne strukture 1
Course title:	Algorithms and data structures 1
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039586
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63279

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	doc. dr. Tomaž Hočevar
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Poznavanje osnov programiranja.	Knowledge of basic programming.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predavanja: • modeli računanja, računska zahtevnost • urejanje • abstraktni podatkovni tipi • drevesne strukture • požrešni algoritmi • grafi, minimalna vpeta drevesa • najkrajše poti • deli in vladaj • dinamično programiranje • računska geometrija • reševanje težkih problemov **Sprotno delo (vaje in domače naloge):**	**Lectures:** • models of computation, computational complexity • sorting • abstract data types • tree data structures • greedy algorithms • graphs, minimum spanning trees • shortest paths • divide and conquer • dynamic programming • computational geometry • solving hard problems **Tutorials and homeworks:**

Na vajah bodo študenti utrjevali snov, ki so jo obravnavali na predavanjih, tako da jo bodo uporabili pri reševanju praktičnih problemov. Pri tem bodo poudarki na samostojnem delu študentov ob pomoči asistentov. Na vajah bodo študenti implementirali rešitve kratkih nalog, s katerimi bodo opravili sprotno delo in pridobili pravico pristopa k izpitu.	Practical applications of the knowledge gained through lectures. The emphasis is on the autonomous work of students with the help of assistants. During tutorials, students will implement solutions of various short problems. With successful solutions they will pass their continuous study and can take the exam.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). Introduction to algorithms. MIT press.
- Sedgewick R. & Wayne K. (2011). Algorithms fourth edition. AddisonWesley
- Aho A. V. Hopcroft J. E. & Ullman J. D. (1983). Data structures and algorithms. AddisonWesley.
- Kononenko, I., Robnik Šikonja, M., & Bosnić, Z. (2008). Programiranje in algoritmi. Fakulteta za računalništvo in informatiko.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je spoznavanje osnovnih principov načrtovanja in analize algoritmov in podatkovnih struktur. Pri tem študenti razvijajo svoje zmožnosti analitičnega in kritičnega razmišljanja. V povezavi z obstoječim znanjem programiranja osvojijo potrebno znanje za učinkovito reševanje tehničnih in znanstvenih problemov v računalništvu in informatiki.	The goal of the course is to learn the basic principles of design and analysis of algorithms and data structures. Students develop their analytical and critical thinking skills in the process. Combined with their prior knowledge of programming, they acquire the necessary knowledge for efficiently solving technical and scientific problems in computer and information science.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno zaključenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: • Uporabiti osnovne podatkovne strukture in algoritme v razvoju programov. • Prilagoditi znane algoritme in podatkovne strukture za reševanje podobnih problemov. • Razlikovati med različno učinkovitimi rešitvami istega problema. • Načrtovati učinkovite rešitve zastavljenega problema z uporabo primernih podatkovnih struktur in algoritmov. • Utemeljiti in zagotoviti pravilnost ter učinkovitost razvitega algoritma. • Uporabiti naučene algoritmične koncepte v poljubnem programskem jeziku.	After successfully completing the course, students should be able to: • Use the basic data structures and algorithms in the development of computer programs. • Adapt wellknown algorithms and data structures for solving similar problems. • Differentiate between solutions of a given problem with different efficiencies. • Design efficient solutions with the use of appropriate data structures and algorithms. • Justify and ensure the correctness and efficiency of a developed algorithm . • Use the learned algorithmic concepts in an arbitrary programming language.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge. Poudarek je na sprotnem študiju in na samostojnem delu.	Lectures, tutorials, homeworks,. The emphasis is on continuous study and on autonomous work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Sprotno preverjanje (vaje, domače naloge)	50,00 %	Continuing (tutorials, homeworks)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statuom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica: **Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

- Hočevar, T., Brodnik, A., & Munro, J. I. (2018). Sosednost vozlišč v hipergrafih. *Elektrotehniški Vestnik*, *85*(5), 224-228
- Hočevar, T. (2018). Counting small patterns in networks
- Hočevar, T., & Demšar, J. (2017). Combinatorial algorithm for counting small induced graphs and orbits. *PloS one*, *12*(2)
- Hočevar, T., & Demšar, J. (2016). Computation of graphlet orbits for nodes and edges in sparse graphs. *Journal of Statistical Software*, *71*, 1-24
- Hočevar, T., & Demšar, J. (2014). A combinatorial approach to graphlet counting. *Bioinformatics*, *30*(4), 559-565

ALGORITMI IN PODATKOVNE STRUKTURE 2

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Algoritmi in podatkovne strukture 2
Course title:	Algorithms and data structures 2
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039587
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63280

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	doc. dr. Luka Fürst
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet /compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predavanja: 1. Računska zahtevnost algoritmov: motivacija, asimptotična notacija z definicijami in primeri. 2. Deli in vladaj: krovni izrek z dokazom, algoritem za hitro iskanje k-tega najmanjšega elementa (quickselect), Karacubov algoritem za hitro množenje, Strassenovo množenje matrik. 3. Dinamično programiranje: ponovitev osnovnih pristopov, primeri s kompleksnejšim opisom stanja (problem trgovskega potnika, barvanje grafov), primeri z zahtevnejšim računanjem (delnih) rezultatov (najdaljše naraščajoče podzaporedje, spuščanje jajc). 4. Problem maksimalnega pretoka: definicija, Ford-Fulkersonova metoda, Edmonds-Karpov algoritem,	**Lectures:** 1. Computational complexity of algorithms: motivation, asymptotic notation with definitions and examples. 2. Divide and conquer: master theorem with a proof, quickselect, Karatsuba's fast multiplication algorithm, Strassen's matrix multiplication algorithm. 3. Dynamic programming: a review of the fundamental approaches, examples featuring a more complex description of state (traveling salesman problem, graph coloring), examples featuring a more advanced computation of

uporaba (npr. pri problemu prirejanja v dvodelnih grafih). 5. Iskanje po znakovnih zaporedjih: naivna metoda, Rabin-Karpov algoritem, Knuth-Morris-Prattov algoritem. 6. Metode za indeksiranje besedila: drevo *trie*, priponska tabela, priponsko drevo. 7. Računska geometrija: osnovni geometrijski objekti (točke, premice, večkotniki ...), razdalje, presečišča, ploščine, konveksna ovojnica, geometrijske podatkovne strukture (npr. k-d-drevesa). 8. Linearno programiranje: formulacija s sistemom linearnih neenačb, predstavitev optimizacijskih problemov z linearnimi programi, simpleksni algoritem. **Vaje:** Na vajah bodo študentje utrjevali snov, podano na predavanjih. Snov bodo uporabili za reševanje praktičnih problemov. **Domače naloge:** V okviru sprotnih (tedenskih) domačih nalog bodo študentje reševali programerske probleme, povezane s snovjo predavanj in vaj. Oddaje se bodo preverjale s pomočjo testnih primerov. Pri točkovanju bo poleg pravilnosti štelo tudi spoštovanje časovnih in prostorskih omejitev.	(partial) results (longest increasing subsequence, egg dropping). 4. Maximum-flow problem: definition, Ford-Fulkerson method, Edmonds-Karp algorithm, applications (e.g., in bipartite graph matching). 5. Searching in strings: the naive method, Rabin-Karp algorithm, Knuth-Morris-Pratt algorithm. 6. Text indexing: trie, suffix array, suffix tree. 7. Computational geometry: fundamental geometric object (points, lines, polygons ...), distances, intersections, areas, convex hull, geometric data structures (e.g., k-d trees). 8. Linear programming: formulation with a system of linear inequalities, representing optimization problems as linear programs, simplex algorithm. **Tutorial:** In tutorial sessions, the students will deepen their understanding of the material presented during the lectures. They will use their knowledge to solve practical problems. **Homework assignments:** To complete their (weekly) homework assignments, the students will solve programming problems associated with the material covered by lectures and tutorial courses. The solutions submitted by the students will be evaluated using test cases. The scoring of the submitted solutions will be based on their correctness, as well as their ability to respect temporal and spatial constraints.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. *Introduction to Algorithms, 4th Edition*. MIT Press, 2022.

Dodatna literatura:

Adam Jones. *Advanced Techniques in Dynamic Programming: A Comprehensive Guide for Java Developers*. 2024.
Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars. *Computational Geometry: Algorithms and Applications, 3rd Edition*. Springer, 2008.
Dan Gusfield. *Algorithms on Strings, Trees, and Sequences: Computer Science and Computational Biology*. Cambridge University Press, 1997.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študentje bodo pridobili poglobljeno znanje s področij načrtovanja algoritmov, analize algoritmov, uporabe podatkovnih struktur ter izbranih problemov in algoritmov, obenem pa bodo utrjevali in poglabljali svoje znanje programiranja.	The students will gain deeper knowledge of algorithm design methods, analysis of algorithms, use of data structures , and selected problems and algorithms. At the same time, they will improve and deepen their programming skills.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študentje bodo po opravljenem predmetu: - znali ocenjevati računsko zahtevnost algoritmov; - znali reševati probleme z metodo deli in vladaj in ocenjevati računsko zahtevnost pripadajočih algoritmov; - znali uporabljati zahtevnejše prijeme pri načrtovanju algoritmov z metodo dinamičnega programiranja;	After completing the course, the students will: - know how to estimate the computational complexity of algorithms; - be able to solve problems using the divide-and-conquer approach and estimate the computational complexity of the relevant algorithms; - be able to use advanced techniques when designing algorithms using the dynamic programming method;

- poznali učinkovite algoritme za reševanje problema maksimalnega pretoka in znali prepoznati realne probleme, ki jih je mogoče reševati na tak način; - poznali učinkovite algoritme za iskanje po znakovnih zaporedjih; - poznali učinkovite algoritme za indeksiranje besedila; - obvladali osnovne koncepte ter izbrane algoritme in podatkovne strukture na področju računske geometrije; - poznali koncept linearnega programiranja in znali formulirati relevantne optimizacijske probleme kot linearne programe. Uporaba: Uporaba naučenih principov pri načrtovanju algoritmov in njihovem programiranju. Refleksija: Razumevanje osnovnih principov načrtovanja algoritmov in njihove vloge pri reševanju računskih problemov. Prenosljive spretnosti: Zmožnost načrtovanja primerne in učinkovite algoritmične rešitve različnih problemov ter zmožnost implementacije razvitih algoritmov ne glede na izbrani programski jezik.	- be familiar with efficient algorithms for solving the maximum-flow problem and be able to recognize real-world problems that can be tackled this way; - be familiar with efficient algorithms for substring search; - know efficient algorithms for text indexing; - master the basic concepts and selected algorithms and data structures in the field of computational geometry; - be familiar with the concept of linear programming and be able to formulate relevant optimization problems as linear programs. Application: Use of the principles and methods in algorithm design and implementation. Reflection: Understanding the basic principles of algorithm design and their role in solving computational problems efficiently. Transferable skills: The ability to plan and design appropriate and efficient algorithmic solutions to various problems, as well as the ability to implement the designed algorithms regardless of the programming language used.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge.	Lectures, tutorial, homework assignments.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Pisni in ustni izpit, domače naloge.		Type: written and oral exam, homework assignments
Sprotno preverjanje: domače naloge	20,00 %	Ongoing: homework assignments
Končno preverjanje: pisni in ustni izpit	80,00 %	Final: written and oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

ČIBEJ, U., FÜRST, L., MIHELIČ, J. A symmetry-breaking node equivalence for pruning the search space in backtracking algorithms. *Symmetry*, 11(10): 1–26, 2019.
FÜRST, L. Neighborhood-based pseudo-canonical representation of graphs. *The IPSI BgD Transactions on Internet Research*, 15(2): 59–68, 2019.
FÜRST, L., ČIBEJ, U., MIHELIČ, J. Maximum ex'ploratory equivalence in trees. V: *Proceedings of the 2015 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS 2015)*, Łódź, Poljska, str. 507–518, 2015.
MIHELIČ, J, FÜRST, L., ČIBEJ, U. Exploratory equivalence in graphs: definition and algorithms. V: *Proceedings of the 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS 2014)*, Varšava, Poljska, str. 447–456, 2014.
MIHELIČ, J., ČIBEJ, U., FÜRST, L. A backtracking algorithmic toolbox for solving the subgraph isomorphism problem. V: *Handbook of research on methodologies and applications of supercomputing*, IGI Global, str. 208–246, 2021.
Celotna bibliografija je dostopna v sistemu Cobiss.

ANALIZA 1

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analiza 1
Course title:	Analysis 1
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039511
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27201

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		45			120	7

Nosilec predmeta/Lecturer:	izr. prof. dr. Oliver Dragičević, prof. dr. Janez Mrčun, doc. dr. Sašo Strle

Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod: naravna števila in matematična indukcija, realna števila, kompleksna števila, zaporedja, stekališča in limite. Številske vrste: vrste realnih in kompleksnih števil, absolutna in pogojna konvergenca, testi za konvergenco, alternirajoče vrste. Funkcije ene spremenljivke: zveznost in limita, lastnosti zveznih funkcij, elementarne funkcije. Odvodi funkcij ene spremenljivke: definicija in geometrijski pomen odvoda, pravila za računanje, odvodi elementarnih funkcij, lastnosti odvedljivih funkcij, uporaba odvoda (risanje grafov, računanje limit, ekstremi), Taylorjev izrek, Taylorjeva vrsta. Integral: nedoločeni integral, osnovna pravila za računanje, določeni integral, zveza med določenim in nedoločenim integralom, posplošeni integral, uporaba integrala.	Introduction: natural numbers and mathematical induction, real numbers, complex numbers, sequences, accumulation points and limits. Series: series of real and complex numbers, absolute and conditional convergence, convergence tests, alternating series. Functions of one variable: continuity and the limit, properties of continuous functions, elementary functions. Derivatives of functions of one variable: definition of the derivative and its geometric meaning, differentiation rules, derivatives of elementary functions, properties of differentiable functions, applications of the derivative (drawing graphs, calculating limits, extrema), Taylor's theorem, Taylor's series.

	Integral: indefinite integral, basic rules for calculating integrals, definite integral, connection between a definite and an indefinite integral, generalized integrals, application of integrals.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. P. Mizori-Oblak: Matematika za študente tehnike in naravoslovja. Del 1, 6. izd., Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, cop. 1997, 200
2. N. Mramor Kosta, B. Jurčič Zlobec: Zbirka nalog iz matematike I, 3.izd., Ljubljana : Fakulteta za elektrotehniko, 1986, 1987.
3. M. H. Protter, C. B. Morrey: Intermediate calculus, 2nd ed., New York, : Springer, 1985.
4. W. Rudin: Principles of mathematical analysis, 3rd ed., Auckland : McGraw-Hill, cop. 1976.
5. J. Stewart: Calculus, 6th ed., Belmont : Brooks/Cole, cop. 2009.
6. G. Tomšič, B. Orel, N. Mramor Kosta: Matematika I, 4. izd., Ljubljana : Fakulteta za elektrotehniko : Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2004.
7. I. Vidav: Višja matematika I, 10., 11. in 12., nespremenjena izd. - Ljubljana : DMFA - založništvo, 1990, 1994, 2008.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnovne pojme matematične analize, kot so limita zaporedja, številske vrste, zveznost, odvod funkcije ene realne spremenljivke, Taylorjeva vrsta, integral funkcije ene realne spremenljivke. Analiza 1 sodi med temeljne predmete pri študiju matematike in računalništva.	The student learns about the basic concepts of mathematical analysis, such as the limit of a sequence, numerical series, continuity, the derivative of a function of one real variable, Taylor series, an integral of a function of one real variable. Analysis 1 is one of the fundamental courses within the study of mathematics and computer science.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Poznavanje in razumevanje osnovnih pojmov, definicij in izrekov. Uporaba: Analiza 1 sodi med temeljne predmete študijskega programa. Razumevanje snovi predmeta je nepogrešljivo pri mnogih drugih matematičnih in računalniških predmetih na programu. Refleksija: Razumevanje teorije na podlagi uporabe. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: Spretnosti uporabe domače in tuje literature in drugih virov, identifikacija in reševanje problemov, kritična analiza.	Knowledge and understanding: Knowledge and understanding of basic notions, definitions and theorems. Application: Analysis 1 is one of the fundamental courses of the program. Understanding of the material of this course is indispensable for many other mathematics and computer science courses of the program. Reflection: Understanding the theory fromthe applications. Transferable skills: Skills in using the literature and other sources, the ability to identify and solve the problem, critical analysis.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje, domače naloge.	Lectures and tutorial sessions, homework.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
2 kolokvija namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj,	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam,
ustni izpit / izpit iz teorije.	50,00 %	oral exam / theoretical test.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Janez Mrčun:
– MOERDIJK, Ieke, MRČUN, Janez. On integrability of infinitesimal actions. American journal of mathematics, ISSN 0002-9327, 2002, vol. 124, no. 3, str. 567-593 [COBISS.SI-ID 11700057]
– MRČUN, Janez. On isomorphisms of algebras of smooth functions. Proceedings of the American Mathematical Society, ISSN 0002-9939, 2005, vol. 133, no. 10, str. 3109-3113 [COBISS.SI-ID 13782361]
– MOERDIJK, Ieke, MRČUN, Janez. On the developatibility of Lie subalgebroids. Advances in mathematics, ISSN 0001-8708, 2007, vol. 210, no. 1, str.1-21 [COBISS.SI-ID 14209881]
Sašo Strle:
– CHA, Jae Choon, KIM, Taehee, RUBERMAN, Daniel, STRLE, Sašo. Smooth concordance of links topologically concordant to the Hopf link. Bulletin of the London Mathematical Society, ISSN 0024-6093, 2012, vol. 44, iss. 3, str. 443-450 [COBISS.SI-ID 16807769]
– OWENS, Brendan, STRLE, Sašo. Dehn surgeries and negative-definite four-manifolds. Selecta mathematica. New series, ISSN 1022-1824, 2012, vol. 18, iss. 4, str. 839-854 [COBISS.SI-ID 16808025]
– RUBERMAN, Daniel, STRLE, Sašo. Concordance properties of parallel links. Indiana University mathematics journal, ISSN 0022-2518, 2013, vol. 62, no. 3, str. 799-814 [COBISS.SI-ID 16946265]
Oliver Dragičević:
- DRAGIČEVIĆ, Oliver, VOLBERG, Alexander. Linear dimension-free estimates in the embedding theorem for Schrödinger operators. Journal of the London Mathematical Society, ISSN 0024-6107, 2012, vol. 85, p. 1, str. 191-222. [COBISS-SI-ID 16214873]
- DRAGIČEVIĆ, Oliver, VOLBERG, Alexander. Bilinear embedding for real elliptic differential operators in divergence form with potentials. Journal of functional analysis, ISSN 0022-1236, 2011, vol. 261, iss. 10, str. 2816-2828. [COBISS-SI-ID 16051545]
- DRAGIČEVIĆ, Oliver. Weighted estimates for powers of the Ahlfors-Beurling operator. Proceedings of the American Mathematical Society, ISSN 0002-9939, 2011, vol. 139, no. 6, str. 2113-2120. [COBISS-SI-ID 15876697]

ANALIZA 2

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analiza 2
Course title:	Analysis 2
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039512
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27204

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		45			120	7

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Barbara Drinovec Drnovšek, prof. dr. Janez Mrčun, doc. dr. Sašo Strle
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Podmnožice v Evklidskih prostorih. Funkcije več spremenljivk, nivojske krivulje in nivojske ploskve, zveznost. Odvod funkcij več spremenljivk: parcialni odvodi, gradient in smerni odvod, totalni diferencial in tangentni prostor, Taylorjeva formula, lokalni ekstremi in vezani ekstremi, izrek o implicitni funkciji. Osnove krivulj in ploskev: podajanje krivulj in ploskev (eksplicitno, implicitno, parametrično, polarno), tangenta na krivuljo, risanje krivulj, dolžina loka. Funkcijske vrste, enakomerna konvergenca, odvajanje in integriranje vrst po členih, potenčne vrste, Taylorjeva vrsta.	Subsets of Euclidean spaces. Differential calculus of several variables: partial derivatives, gradient and directional derivative, total differential and tangent space, Taylor's formula, local extrema and constrained extrema, implicit function theorem. Basics of curves and surfaces: descriptions of curves and surfaces (explicit, implicit, parametric, polar coordinates), tangent to a curve, drawing of curves, arc length. Function series: uniform convergence, differentiation and integration of series of functions, power series, Taylor series. Elementary differential equations: differential equations of first order (separable, exact, linear), linear differential equations of higher order.

Osnove diferencialnih enačb: diferencialne enačbe 1. reda (ločljive, eksaktne, linearne), linearne diferencialne enačbe višjih redov. Sistemi diferencialnih enačb: obstoj in enoličnost rešitev, struktura prostora rešitev, linearni sistemi s konstantnimi koeficienti.	Systems of differential equations: existence and uniqueness of solutions, structure of the space of solutions, linear systems with constant coefficients.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. Jurčič Zlobec, N. Mramor Kosta: Zbirka nalog iz matematike II, 4. popravljena in pregledana izd., Ljubljana : Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, 1990.
2. P. Mizori-Oblak: Matematika za študente tehnike in naravoslovja. Del 2, 6. izd., Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, cop. 1997.
3. W. Rudin: Principles of mathematical analysis, 3rd ed., Auckland : McGraw-Hill, cop. 1976.
4. J. Stewart: Calculus, 6th ed., Belmont : Brooks/Cole, cop. 2009.
5. S. Strle: Analiza 1 : za študente Finančne matematike, DMFA – založništvo, Ljubljana, 2021.
6. G. Tomšič, B. Orel, N. Mramor Kosta: Matematika II, 4. izd., Ljubljana : Fakulteta za elektrotehniko, 2005.
7. I. Vidav: Višja matematika I, 10., 11. in 12., nespremenjena izd. - Ljubljana : DMFA - založništvo, 1990, 1994, 2008.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnovne pojme matematične analize, kot so funkcije več realnih spremenljivk in funkcijske vrste ter spozna osnovne metode reševanja diferencialnih enačb in sistemov linearnih diferencialnih enačb. Analiza 2 sodi med temeljne predmete pri študiju matematike in računalništva.	Student learns basic concepts of mathematical analysis such as functions of many real variables, function series, and the basic metods for solving differential equations and systems of linear differential equations. Analysis 2 is one of the fundamental courses of the study of mathematics and computer science.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Poznavanje in razumevanje osnovnih pojmov, definicij in izrekov. Uporaba: Analiza 2 sodi med temeljne predmete študijskega programa. Razumevanje snovi predmeta je nepogrešljivo pri mnogih drugih matematičnih in računalniških predmetih na programu. Refleksija: Razumevanje teorije na podlagi uporabe. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: Spretnosti uporabe domače in tuje literature in drugih virov, identifikacija in reševanje problemov, kritična analiza.	Knowledge and understanding: Knowledge and understanding of basic notions, definitions and theorems. Application: Analysis 2 is one of the fundamental courses of the program. Understanding of the material of this course is indispensable for many other mathematics and computer science courses of the program. Reflection: Understanding the theory from the applications. Transferable skills: Skills in using the literature and other sources, the ability to identify and solve the problem, critical analysis.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje, domače naloge.	Lectures and tutorial sessions, homework.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
2 kolokvija namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj,	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam,
ustni izpit / izpit iz teorije.	50,00 %	oral exam / theoretical test.

Ocenjevalna lestvica: **Grading system:**

5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Janez Mrčun:
– MOERDIJK, Ieke, MRČUN, Janez. On integrability of infinitesimal actions. American journal of mathematics, ISSN 0002-9327, 2002, vol. 124, no. 3, str. 567-593 [COBISS.SI-ID 11700057]
– MRČUN, Janez. On isomorphisms of algebras of smooth functions. Proceedings of the American Mathematical Society, ISSN 0002-9939, 2005, vol. 133, no. 10, str. 3109-3113 [COBISS.SI-ID 13782361]
– MOERDIJK, Ieke, MRČUN, Janez. On the developatibility of Lie subalgebroids. Advances in mathematics, ISSN 0001-8708, 2007, vol. 210, no. 1, str.1-21 [COBISS.SI-ID 14209881]
Sašo Strle:
– CHA, Jae Choon, KIM, Taehee, RUBERMAN, Daniel, STRLE, Sašo. Smooth concordance of links topologically concordant to the Hopf link. Bulletin of the London Mathematical Society, ISSN 0024-6093, 2012, vol. 44, iss. 3, str. 443-450 [COBISS.SI-ID 16807769]
– OWENS, Brendan, STRLE, Sašo. Dehn surgeries and negative-definite four-manifolds. Selecta mathematica. New series, ISSN 1022-1824, 2012, vol. 18, iss. 4, str. 839-854 [COBISS.SI-ID 16808025]
– RUBERMAN, Daniel, STRLE, Sašo. Concordance properties of parallel links. Indiana University mathematics journal, ISSN 0022-2518, 2013, vol. 62, no. 3, str. 799-814 [COBISS.SI-ID 16946265]
Barbara Drinovec Drnovšek:
DRINOVEC-DRNOVŠEK, Barbara, FORSTNERIČ, Franc. Minimal hulls of compact sets in R3R3. Transactions of the American Mathematical Society. 2016, vol. 368, no. 10, str. 7477-7506. [COBISS.SI-ID 17543769]
ALARCÓN, Antonio, DRINOVEC-DRNOVŠEK, Barbara, FORSTNERIČ, Franc, LÓPEZ, Francisco J. Minimal surfaces in minimally convex domains. Transactions of the American Mathematical Society, ISSN 0002-9947, Feb. 2019, vol. 371, no. 3, str. 1735-1770. [COBISS.SI-ID 18379865]
DRINOVEC-DRNOVŠEK, Barbara, SLAPAR, Marko. Proper holomorphic curves attached to domains. Complex variables and elliptic equations. 2020, vol. 65, no. 3, str. 489-497. [COBISS.SI-ID 18647129]

ANALIZA 3

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analiza 3
Course title:	Analysis 3
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039522
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27207

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Barbara Drinovec Drnovšek, Pavle Saksida, Aleš Vavpetič
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina
	Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljen predmet Analiza 1.	Completed course Analysis 1.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Integrali s parametrom: zveznost in odvedljivost. Večkratni integral: definicija in lastnosti, vpeljava nove spremenljivke, Fubinijev izrek. Dolžina krivulje in površina ploskve. Funkcije kompleksne spremenljivvke: elementarne funkcije komplesne spremenljivke, Cauchyjev izrek, residui in računanje integralov, transformacije kompleksne ravnine.	Integrals with a parameter: continuity and differentiability. Multiple integrals: definition and properties, change of variables, Fubini theorem. Length of a curve, area of a surface. Functions of a complex variable: elementary functions of a complex variable, the Cauchy theorem, residues and evaluation of integrals, transformations of the complex plane.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Dobovišek: Matematika 2, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2013.
2. M. Dobovišek: Rešene naloge iz analize II, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2001, 2014, 2020.
3. E. Kreyszig: Advanced engineering mathematics, 7th ed. in 9th ed., Hoboken : J. Wiley & Sons, cop. 1993, 2006.
4. S. Lang: Calculus of several variables, 3rd ed., New York : Springer, cop. 1987.
5. G. Tomšič, T. Slivnik: Matematika III, Ljubljana : Fakulteta za elektrotehniko, 1996.

6. I. Vidav: Višja matematika. 2, Ljubljana : Državna založba Slovenije, 1975.
7. T. Žitko: Zbirka nalog iz matematike III, 8. izd., Ljubljana : Fakulteta za elektrotehniko, 2002.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent pri predmetu spozna nekaj novih pojmov in tehnik matematične analize, kot so dvojni in trojni integrali, kompleksna analiza. Te vsebine sodijo v uporabno matematiko in so nujno potrebne za razumevanje mnogih drugih predmetov, ki jih študent sreča pri študiju. Na predavanjih in vajah se študent uči matematičnega razmišljanja in strogosti, ter pridobiva praktično, delovno znanje obravnavanih področij.	By attending the course students get acquainted with some new notions and techniques of mathematical analysis, such as the double and the triple integrals, complex analysis. These topics belong to the applied mathematics and are an essential component in the education of the students majoring in natural sciences or engineering. During the lectures and the classes students learn the mathematical rigor. They also acquire practical working knowledge of the topics, covered in the course.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje in uporaba nekaterih zahtevnejših konceptov matematične analize.	Knowledge and understanding: Understanding of certain advanced topics of mathematical analysis.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge, konzultacije.	Lectures, classes, homework, consultations.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
2 kolokvija namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj,	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam,
izpit iz teorije.	50,00 %	theoretical exam.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Pavle Saksida:
– SAKSIDA, Pavle. Nahm's equations and generalizations Neumann system. Proceedings of the London Mathematical Society, ISSN 0024-6115, 1999, let. 78, št. 3, str. 701-720 [COBISS.SI-ID 8853849]
– SAKSIDA, Pavle. Integrable anharmonic oscillators on spheres and hyperbolic spaces. Nonlinearity, ISSN 0951-7715, 2001, vol. 14, no. 5, str. 977-994 [COBISS.SI-ID 10942809]
– SAKSIDA, Pavle. On the nonlinear Fourier transform associated with periodic AKNS-ZS systems and its inverse. Journal of physics. A, Mathematical and theoretical, ISSN 1751-8113, 2013, vol. 46, no. 46, 465204 (22 str.) [COBISS.SI-ID 16833369]
Aleš Vavpetič:
– CENCELJ, Matija, MRAMOR KOSTA, Neža, VAVPETIČ, Aleš. G-complexes with a compatible CW structure. Journal of mathematics of Kyoto University, ISSN 0023-608X, 2003, vol. 43, no. 3, str. 585-597 [COBISS.SI-ID 12807769]
– CENCELJ, Matija, DYDAK, Jerzy, MITRA, Atish, VAVPETIČ, Aleš. Hurewicz-Serre theorem in extension theory. Fundamenta mathematicae, ISSN 0016-2736, 2008, vol. 198, no. 2, str. 113-123 [COBISS.SI-ID 14551385]
– CENCELJ, Matija, DYDAK, Jerzy, VAVPETIČ, Aleš, VIRK, Žiga. A combinatorial approach to coarse geometry. Topology and its Applications, ISSN 0166-8641. [Print ed.], 2012, vol. 159, iss. 3, str. 646-658 [COBISS.SI-ID 16094809]
Barbara Drinovec Drnovšek:

– ALARCÓN, Antonio, DRINOVEC-DRNOVŠEK, Barbara, FORSTNERIČ, Franc, LÓPEZ, Francisco J. Minimal surfaces in minimally convex domains. Transactions of the American Mathematical Society, ISSN 0002-9947, Feb. 2019, vol. 371, no. 3, str. 1735-1770. [COBISS.SI-ID 18379865]
–DRINOVEC-DRNOVŠEK, Barbara, SIGURDSSON, Ragnar. A note on weighted homogeneous Siciak-Zaharyuta extremal functions. Indagationes mathematicae, ISSN 0019-3577, 2016, vol. 27, no. 1, str. 94-99. [COBISS.SI-ID 17434201]
–DRINOVEC-DRNOVŠEK, Barbara, FORSTNERIČ, Franc. Minimal hulls of compact sets in R3. Transactions of the American Mathematical Society, ISSN 0002-9947, 2016, vol. 368, no. 10, str. 7477-7506. [COBISS.SI-ID 17543769]

ANALIZA ALGORITMOV IN HEVRISTIČNO REŠEVANJE PROBLEMOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analiza algoritmov in hevristično reševanje problemov
Course title:	Analysis of Algorithms and Heuristic Problem Solving
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0100872
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63263

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Marko Robnik Šikonja
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet /elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Angleščina, Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Angleščina, Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Poznavanje osnovnih algoritmov in podatkovnih struktur.	Knowledge of basic algorithms and data structures.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vsebina predmeta: Analiza rekurzivnih algoritmov: substitucijska metoda, rešitev za algoritme deli in vladaj, metoda Akra-Bazzi. Verjetnostna analiza: definicija, analiza stohastičnih algoritmov. Randomizacija algoritmov. Amortizirana analiza kompleksnosti algoritmov. Reševanje linearnih rekurzivnih enačb. Analiza večnitnih in vzporednih algoritmov. Aproksimacijski algoritmi.	Lecture topics: Analysis of recursive algorithms: substitution method, solution for divide and conquer approach, Akra-Bazzi method. Probabilistic analysis: definition, analysis of stochastic algorithms. Randomization of algorithms. Amortized analysis of algorithm complexity. Solving linear recurrences. Approximation algorithms. Analysis of multithreaded and parallel algorithms. Approximation algorithms.

Kombinatorična optimizacija, lokalno preiskovanje, simulirano ohlajanje. Linearno programiranje za reševanje problemov. Metahevristike in stohastično preiskovanje: vodeno lokalno preiskovanje, preiskovanje s spremenljivo soseščino, tabu preiskovanje. Populacijske metode: genetski algoritmi, optimizacija z rojem delcev, diferencialna evolucija. Strojno učenje v kombinatorični optimizaciji.	Combinatorial optimization, local search, simulated annealing. Linear programming for problem solving. Metaheuristics and stochastic search: guided local search, variable neighbourhood search, and tabu search. Population methods: genetic algorithms, particle swarm optimization, differential evolution Machine learning in combinatorial optimization

Temeljna literatura in viri/Readings:

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein: *Introduction to Algorithms, 4th edition*. MIT Press, 2022
R. Sedgewick, P. Flajolet: *An Introduction to the Analysis of Algorithms*. Addison-Wesley, 1995
M. Gendreau, J.-Y. Potvin: *Handbook of Metaheuristics, 2nd Edition*. Springer, 2010.
Dodatna literatura je na razpolago v obliki znanstvenih člankov.
Additional literature is available in the form of scientific papers.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študente seznaniti z analizo algoritmov, računsko zahtevnostjo in učinkovitim reševanjem zahtevnih problemov, ki potrebujejo posebne pristope in optimizacijske tehnike. **Splošne kompetence:** sposobnost kritičnega razmišljanja, sposobnost definiranja, razumevanja in reševanja ustvarjalnih profesionalnih izzivov, sposobnost prenosa znanja in pisne komunikacije v domačem in tujem jeziku. **Predmetno-specifične kompetence:** uporaba metod za analizo rekurzivnih algoritmov: substitucijska metoda, drevesna metoda. metode za analizo algoritmov deli in vladaj: mojstrska metoda in metoda Akra-Bazzi verjetnostna analiza algoritmov, uporaba amortizirane analize algoritmov, poznavanje ideje aproksimacijskih tehnik, poznavanje hevrističnih pristopov in meta-hevristik za reševanje težkih problemov, uporaba populacijskih optimizacijskih metod in principov evolucijskega računanja	The goal of the course is the students to become acquainted with the analysis of algorithms, computational complexity and techniques for efficient solving of difficult problems, requiring optimization techniques and approximations. **General competences:** ability of critical thinking, the ability to define, understand and solve creative professional challenges in computer and information science, the ability of knowledge transfer and writing skills in the native language as well as a foreign language. **Subject-specific competences:** use of methods for analysis of recursive algorithms; substitution method, recursive-tree method, use of methods for analysis of divide-and- conquer algorithms: master theorem and Akra-Bazzi method, probabilistic analysis of algorithms, use of amortized analysis of algorithms, use of heuristic methods and metaheuristics, for solving complex problems, use of population techniques and principles of evolutionary computation in optimization.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po koncu predmeta bodo študente znali analizirati algoritme in njihovo računsko zahtevnost. Sposobni bodo ovrednotiti delovanje hevrističnih metod za reševanje zahtevnih problemov in bodo takšno analizo izvedli na realnem problemu. Konkretno bodo uporabljali splošne metode za analizo rekurzivnih algoritmov: substitucijsko metodo in drevesno metodo, uporabljali metode za analizo algoritmov deli in vladaj: mojstrsko metodo in metodo Akra-Bazzi verjetnostno analizirali programe uporabljali amortizirano analizo algoritmov,	Upon passing the exam, the students will know how to analyze algorithms and their computational complexity. They will be capable to evaluate heuristic techniques for efficient solving of difficult problems and will be able to do such ana analysis on real world problem. Specifically, they will use of methods for analysis of recursive algorithms: the substitution method and recursive-tree method, use methods for analysis of divide-and- conquer algorithms: master theorem and Akra-Bazzi method, probabilistically analyze the algorithms, use the amortized analysis of algorithms, knowing the ideas of approximation algorithms,

poznali ideje aproksimacijskih tehnik, uporabljali, razlikovali in vrednotili hevristične pristope in meta-hevristik za reševanje težkih problemov, uporabljali in primerjali populacijske optimizacijske metode in principe evolucijskega računanja.	use and evaluate of heuristic methods and metaheuristics for solving complex problems, use and compare population-based techniques and principles of evolutionary computation in optimization.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, naloge s pisnimi poročili in z ustnimi nastopi in predstavitvami, seminarski način dela in domače naloge, ki stimulirajo sproten študij. Študenti bodo v manjših skupinah samostojno reševali in analizirali zahtevne optimizacijske probleme. Skupine bodo svoje naloge, analize in rešitve opisale v pisnem poročilu in predstavile ostalim v obliki kratke predstavitve, ki se ocenjuje skupaj s poročilom.	Lectures, assignments with written and oral demonstrations and presentations, seminar works and home works, which stimulate continuous learning. The emphasis is on the continuous study and on autonomous work on assignments and seminars. Students form small project teams and autonomously solve assignments based on real-life problems. The teams describe their solutions in written reports and prepare short oral presentations. Written reports and oral presentations are graded.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni in ustni izpit, domače naloge, predstavitev projekta, projekt.		Type: oral and written examination, coursework, project presentation, project.
Sprotno preverjanje: domače naloge, projektno delo.	50,00 %	Continuing: homework, project work.
Končno preverjanje: pisni in ustni izpit.	50,00 %	Final: written and oral exam.
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. VREŠ, Domen, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. Preventing deception with explanation methods using focused sampling. *Data mining and knowledge discovery*. 2023, vol. , no. , str. 1-46
2. MIOK, Kristian, ŠKRLJ, Blaž, ZAHARIE, Daniela, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. To BAN or not to BAN: Bayesian attention networks for reliable hate speech detection. *Cognitive computation*. Jan. 2022, vol. 14, iss. 1, str. 353-371
3. LAVRAČ, Nada, ŠKRLJ, Blaž, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. Propositionalization and embeddings: two sides of the same coin. *Machine learning*. 2020, vol. 109, no. 7, str. 1465-1507.
4. KRANJC Janez, ORAČ, Roman, PODPEČAN, Vid, LAVRAČ, Nada, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. ClowdFlows: online workflows for distributed big data mining. *FGCS*, 2017, vol. 68, pp. 38-58
5. ROBNIK ŠIKONJA, Marko. Data generators for learning systems based on RBF networks. *IEEE transactions on neural networks and learning systems*. May 2016, vol. 27, no. 5, str. 926-938

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu https://cris.cobiss.net/ecris/si/sl/researcher/8741
Complete bibliography is available in SICRIS: https://cris.cobiss.net/ecris/si/en/researcher/8741

ARHITEKTURA RAČUNALNIŠKIH SISTEMOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Arhitektura računalniških sistemov
Course title:	Computer Systems Architecture
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	2. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039576
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63212

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Branko Šter
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina; Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Poznavanje osnov digitalnih vezij.	Knowing the basics of digital circuits.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Kako so narejeni računalniki in kako delujejo? Zakaj se princip delovanja od prvih računalnikov do danes skoraj ni spremenil? Kaj se dogaja v stroju med reševanjem problemov? To so samo nekatera od vprašanj, na katera odgovarja predmet Arhitektura računalniških sistemov. Pri predmetu bodo študenti v teoriji in na praktičnih primerih spoznali naslednje vsebine: Narava računanja, kompleksnost, omejitve, teoretični modeli računanja. Zgodovinski pregled dosedanjega razvoja strojev za računanje. Von Neumannov arhitekturni model, osnovni principi delovanja. Vhod in izhod, prekinitve,	How are computers designed and how they work? Why has the principle of operation remained almost unchanged from the first computers to today? What is going on in the machine during problem solving? These are just some of the questions that are answered by the Computer Systems Architecture course. During the course the students will in theory and on practical examples study the following topics: Nature of computation, complexity, limitations, theoretical models of computation. Survey of historical development of computing machines.

lokalnost pomnilniških dostopov, Amdahlov zakon, strojna in programska oprema. Predstavitev informacije in osnove računalniške aritmetike. Ukazi in strojni jezik: načini naslavljanja, operacije, formati, RISC-CISC Centralna procesna enota: podatkovna enota, aritmetično-logična enota, kontrolna enota. Analiza zgradbe in delovanja CPE na primeru RISC računalnika. Paralelizem na nivoju ukazov: cevovod, cevovodne nevarnosti, odpravljanje cevovodnih nevarnosti, dinamično razvrščanje, špekulativno izvrševanje, večizstavitveni procesorji. Paralelizem na nivoju niti, večjedrni procesorji. Glavni pomnilnik: tehnologija, organizacija, zaščita Predpomnilniki: princip delovanja, vrste zgrešitev, zgrešitvena kazen, problem skladnosti Navidezni pomnilnik	Von Neumann architecture model and basic principles of operation. Input and output, interrupts, locality of memory references, Amdahl's law, hardware and software. Representation of information and basic computer arithmetic. Instructions and machine language: addressing modes, operations, formats, RISC-CISC. Central processing unit: datapath with arithmetic-logic unit, control unit. Analysis of CPU design and operation using a RISC computer as an example. Instruction level parallelism: pipeline, pipeline hazards. Pipeline hazard elimination, dynamic scheduling, register renaming, speculative execution, multiple-issue processors. Thread level parallelism, multi-core processors. Main memory: technology, organization, protection. Cache memories: principles of operation, types of cache misses, miss penalty, coherency problem. Virtual Memory

Temeljna literatura in viri/Readings:

D. Kodek: *Arhitektura in organizacija računalniških sistemov*, Bi-Tim, Ljubljana 2008, poglavja 1 do 8.
Dodatna literatura:

1. J. L. Hennessy, D. A. Patterson: *Computer Architecture: A Quantitative Approach*, 4. izdaja, Morgan Kaufmann, San Francisco 2007.
2. D. A. Patterson, J. L. Hennessy: *Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface*, 4. izdaja, Morgan Kaufmann, Burlington 2009.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Namen predmeta je predstaviti študentom področje arhitekture računalniških sistemov. To področje je osnovnega pomena za vse študente računalništva, ker daje razumevanje o tem, kaj stroj za računanje je. Na koncu predmeta bo vsak študent poznal osnovne elemente računalnika, kako so ti deli med seboj povezani, razlikoval različne nivoje programiranja in razumel osnovno zgradbo strojev za računanje. Kompetence: Razvoj veščin kritičnega, analitičnega in sintetičnega mišljenja. Zmožnost definiranja, razumevanja in reševanja ustvarjalnih profesionalnih izzivov v računalništvu in informatiki. Osnovne veščine v računalništvu in informatiki. Praktično znanje in veščine, potrebne za uspešno profesionalno delo v računalništvu in informatiki.	The aim of the course is to introduce students to the field of computer systems architecture. This is a fundamental field for all computer science students since it gives understanding of what a computing machine is. At the end of this course the students will know the basic elements of a computer, comprehend how this elements link together, distinguish different levels of programming, and understand the basis of computing machines design. Competences: Developing skills in critical, analytical and synthetic thinking. The ability to define, understand and solve creative professional challenges in computer and information science. Basic skills in computer and information science. Practical knowledge and skills necessary for successful professional work in computer and information science.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu naj bi bili študenti zmožni: - razumeti osnovne koncepte računanja - razložiti, kako deluje računalnik	After the completion of the course a student will be able to: - understand basic concepts of computation - explain, how the computer works

- poznati omejitve računalnikov - zapisovati in pretvarjati med številskimi zapisi, ki jih uporabljajo računalniki - razložiti arhitekturo konkretnega RISC računalnika - pisati programe v zbirnem jeziku - uporabiti kvantitativne metode za primerjavo in ocenjevanje različnih računalniških arhitektur - razumeti in vrednotiti pristope za povečanje učinkovitosti računalnikov (cevovod in drugi paralelizmi, predpomnilnik, itd.) - uporabiti znanje računalniške arhitekture pri razvijanju bolj učinkovite programske opreme	- know limitations of computers - write and convert between different number presentations used by computers - explain the architecture of a specific RISC computer - write programs in assembly language - apply quantitative methods for comparison and evaluation of different computer architectures - understand and evaluate techniques for improving efficiency of computers (pipeline and other paralelisms, cache memory, etc.) - apply knowledge of computer architecture in developing more efficient software

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje in domače naloge.	Lectures, laboratory work and homeworks.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Sprotno delo poteka v obliki laboratorijskih vaj, domačih nalog in kolokvijev.	33,00 %	Midterm work consists of laboratory exercises, homeworks and midterm exams.
Končno preverjanje (računski izpit)	33,00 %	Final exam (written exam)
Končno preverjanje (teoretični izpit)	33,00 %	Final exam (theoretical exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statuom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

Branko Šter: Selective recurrent neural network. *Neural processing letters*, 38(1): 1-15, 2013.
Dominik Olszewski, Branko Šter: Asymmetric clustering using the alpha–beta divergence. *Pattern Recognition,* 47(5): 2031-2041, 2013.
Rok Gaber, Tina Lebar, Andreja Majerle, Branko Šter, Andrej Dobnikar, Mojca Benčina, Roman Jerala: Designable DNA-binding domains enable construction of logic circuits in mammalian cells. *Nature Chemical Biology*, 10(3): 203-208, 2014.
Andrej Dobnikar, Branko Šter: Structural properties of recurrent neural networks. *Neural processing letters*, 29(2): 75-88, 2009.
Jernej Zupanc, Damjana Drobne, Branko Šter: Markov random field model for segmenting large populations of lipid vesicles from micrographs. *Journal of liposome research*, 21(4): 315-323, 2011.

BREZŽIČNA IN MOBILNA OMREŽJA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Brezžična in mobilna omrežja
Course title:	Mobile and Wireless Networks
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039623
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63259

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Nikolaj Zimic
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
predavanja: 1. Uvod v brezžična omrežja 2. Fizični nivo 3. Lokalna in osebna omrežja 4. Mestna in prostrana omrežja 5. Priključevanje v omrežje 6. Mobilna omrežja (GSM, UMTS, LTE, 5G) 7. Virtualizacija brezžičnih omrežij 8. Komunikacija naprava – naprava (M2M) 9. Satelitski prenos podatkov	**lectures:** 1. Introduction to wireless networks 2. Physical layer 3. Local and personal wireless networks 4. Metropolitan and wide area wireless networks 5. Connecting to the network 6. Mobile networks (GSM, UMTS, LTE, 5G) 7. Mobile network virtualization 8. Machine-to-machine communication (M2M) 9. Data transfer via satellite

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Matthew S. Gast, 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide: Enabling Mobility with Wi-Fi Networks 3rd Edition, O'Reilly Media, ISBN-10: 1491963549
2. Sauter, Martin, "From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband 4rd Edition", Wiley; 4 edition, 2021, ISBN: 9781119714675
3. C. Siva Ram Murthy and B. S. Manoj, "Ad-Hoc Wireless Networks: Architectures and Protocols," Prentice-Hall, 2004, ISBN: 0-13-147023-X.
4. David Coleman: "Wi-Fi 6 For Dummies, Extreme Networks Special Edition", John Wiley & Sons, Inc. 2020, ISBN 978-1-119-64285-5 Amitava Ghosh, Rapeepat Ratasuk, Simone Redana, Peter Rost5G-Enabled Industrial IoT Networks, "Artech House 2020", ISBN-13: 978-1-63081-855-5

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentom računalništva in informatike predstaviti brezžična in mobilna omrežja. Poudarek je na posebnostih, ki jih prinaša brezžičen prenos podatkov in mobilnost terminalov v računalniška omrežja.	The purpose of the course is to give the students a sound understanding of the architecture and operating principles of mobile and wireless networks. This course provides a general introduction to mobile networking, with an emphasis on the wireless data transmission and mobility of terminals.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Po uspešno opravljenem modulu na bi bili študenti zmožni: izkazati znanje in razumevanje osnovnih principov brezžičnih omrežij, razlikovati med osebnimi, lokalnimi in prostranimi brezžičnimi omrežji, zasnovati brezžično lokalno omrežje z vstopno točko, zasnovati brezžično Ad Hoc omrežje, razumeti metode prijavljanja v brezžično omrežje, uporabiti različna mobilna omrežja, predlagati hibridna brezžična omrežja. Uporaba: Uporaba brezžičnih in mobilnih omrežij pri raznih pogojih uporabe (industrija, hišna omrežja, osebna omrežja, ...). Refleksija: Spoznavanje in razumevanje uglašenosti med teorijo in njeno aplikacijo na konkretnih primerih s področja brezžičnega prenosa podatkov. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: Reševanje drugih konceptualno sorodnih problemov (npr. telefonska omrežja 3G in 4G).	Knowledge and understanding: After successful completion of the course, students should be able to: to understand the principles of wireless networks, distinguish between personal, local, and wide area wireless networks, design a wireless local area network with an access point, design a wireless ad hoc network, understand authentication and authorization methods in the wireless network, use different mobile networks, propose hybrid wireless networks. Application: Wireless and mobile networks applications in various working conditions (industrial, house, personal networks ...) Reflection: Comprehension and understanding wireless data transmission theory and its application in real world application from the field. Transferable skills: Solving of the similar problems from field of the computer communications.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje.	Lectures, lab practice.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project work)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)

Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

VASYLCHENKOVA, Anastasiia, MRAZ, Miha, ZIMIC, Nikolaj, MOŠKON, Miha. Classical mechanics approach applied to analysis of genetic oscillators. IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics, ISSN 1545-5963. [Print ed.], May/Jun. 2017, vol. 14, no. 3, str. 721-727,
BORDON, Jure, MOŠKON, Miha, ZIMIC, Nikolaj, MRAZ, Miha. Fuzzy logic as a computational tool for quantitative modelling of biological systems with uncertain kinetic data. IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics, ISSN 1545-5963. [Print ed.], 2015, vol. 12, no. 5, str. 1199-120
PETRONI, Mattia, ZIMIC, Nikolaj, MRAZ, Miha, MOŠKON, Miha. Stochastic simulation algorithm for gene regulatory networks with multiple binding sites. Journal of computational biology, ISSN 1066-5277. [Print ed.], Mar. 2015, vol. 22, no. 3, str. 218-226,
ŠOBERL, Domen, ZIMIC, Nikolaj, LEONARDIS, Aleš, KRIVIC, Jaka, MOŠKON, Miha. Hardware implementation of FAST algorithm for mobile applications. Journal of signal processing systems for signal, image, and video technology, ISSN 1939-8018. [Print ed.], 2015, vol. 79, no. 3, str. 247-256,
PEČAR, Primož, MRAZ, Miha, ZIMIC, Nikolaj, JANEŽ, Miha, LEBAR BAJEC, Iztok. Solving the ternary quantum-dot cellular automata logic gate problem by means of adiabatic switching. *Japanese journal of applied physics*, ISSN 0021-4922, 2008, vol. 47, no. 6, str. 5000-5006

DIPLOMSKI SEMINAR

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Diplomski seminar
Course title:	Undergraduate Thesis
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039530
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63282

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
				20	100	4

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet /compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	
	Vaje/Tutorial:	

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogoj za vključitev v delo je vpis v 3. letnik študija.	Enrollment into 3rd year of studies.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Vsebina je odvisna od izbrane teme.	Content depends on the selected topic.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Literatura je odvisna od izbrane teme. Literature depends on the selected topic.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Diplomski seminar je pisni izdelek, v katerem študent strokovno poglobljeno obdela problem, ki ga je določil izbrani mentor. Temeljni cilj predmeta je, da študent pridobi sposobnost samostojnega strokovnega dela in pisne ter ustne predstavitve rezultatov.	The diploma seminar is a written section in which the student addresses in the appropriate professional depth a problem determined by the mentor. The fundamental aim of the subject is for the student to acquire the ability for independent professional work and for written and oral presentation of results.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:

Znanje in razumevanje Študent pridobi znanje in sposobnost samostojnega definiranja problema, določanja ciljev in metod dela ter priprave zaključenega strokovnega dela v pisni obliki. **Uporaba** Študent se usposobi, da znanje, pridobljeno v teku študija uporabi pri reševanju strokovnega problema. **Refleksija** Kritično vrednotenje pridobljenega znanja in spretnosti na izbranem strokovnem področju. **Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet** Študent se usposobi za samostojno uporabo literature, kritični pritop pri zbiranju in interpretaciji podatkov ter za pisno in ustno sporočanje.	**Knowledge and understanding** Students acquire knowledge and the ability to independently define a problem, determine goals and methods of work and prepare a concluding professional piece of work in writing. **Application** Students gain the ability to apply the knowledge acquired during studies in solving professional problems. **Reflection** Critical evaluation of knowledge acquired and skills in the selected professional field. **Transferable skills – not tied to just one subject** Students are trained in the independent use of literature, taking a critical approach to the collection and interpretation of data and in written and oral reporting.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
konzultacije, samostojno strokovno in raziskovalno delo	consultations, independent professional and research work

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Pisna naloga in javni zagovor seminarja. Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL)	100,00 %	Written assignment and public defence of seminar. Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to University Statute)

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

DISKRETNE STRUKTURE 1

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Diskretne strukture 1
Course title:	Discrete Structures 1
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039514
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27202

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		45			90	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Primož Potočnik, prof. dr. Riste Škrekovski
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Izjavni račun, predikatni račun.	Predicate logic, predicate calculus.
Množice in relacije.	Sets and relations.
Urejenosti in mreže.	Orders and lattices.
Funkcije in permutacije.	Functions and permutations.
Moč množic.	Cardinality of sets.
Teorija števil.	Number theory.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. V. Batagelj: Diskretne strukture : zapiski predavanj. Zv. 1, [Logika], Ljubljana : samozal. Z. Batagelj, cop. 1995.
2. V. Batagelj: Diskretne strukture : zapiski predavanj. Zv. 2, [Množice], Ljubljana : samozal. Z. Batagelj, 1996.
3. V. Batagelj: Diskretne strukture : zapiski predavanj. Zv. 1, [Logika in množice], 2. izd., Ljubljana : samozal. Z. Batagelj, 1996.
4. V. Batagelj, S. Klavžar: DS1. Logika in množice. Naloge, 3. razširjena izd., 3. natis. - Ljubljana : DMFA - založništvo, 2013.

5. G. Fijavž: Diskretne strukture, Ljubljana : Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2015, e- knjiga: http://matematika.fri.uni-lj.si/ds/ds.pdf 6. A. Tepeh, R. Škrekovski: Diskretna matematika, Maribor : Univerzitetna založba Univerze, 2018, e-knjiga: https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/323 Matjaž Konvalinka in Primož Potočnik: Diskretna matematika I, Založba FMF, Ljubljana, 2019, 140 strani, ISBN 978-961-6619-22-6

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Diskretne strukture predstavljajo osnovo računalniške znanosti, saj je delovno poznavanje osnovnih konceptov diskretnih struktur potrebno na skoraj vseh področjih računalništva. Pri Diskretnih strukturah I študent spozna osnovne pojme logike, teorije množic, teorije števil.	Discrete structures are the basis of computer science, because it is a working knowledge of the basic concepts of discrete structures needed in almost all areas of computing. In Discrete Structures I, the student learns the basic concepts of logic, set theory, number theory.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Študentje spoznajo: osnove logike, osnove teorije množic, osnove relacijskega računa, osnovne pojme teorije števil. Uporaba: Študentje znajo: logično sklepati s pomočjo naravne dedukcije, ugotavljati lastnosti relacij in struktur urejenosti, reševati linearne diofantske enačbe z dvema neznankama, računati s kongruencami. Refleksija: Študentje spoznajo razliko med zvezno in diskretno matematiko. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: uporaba matematične logike za analizo sklepanja, modeliranje odnosov v realnem svetu z relacijami in mrežami.	Knowledge and understanding: Students learn about: fundamentals of logic, set theory basics, basics of calculus queries, the basic concepts of the theory of numbers. Application: Students know: a logical conclusion with the help of deduction, to determine the properties of relations and the structures of orders, solve linear Diophantine equations with two unknowns, to reckon with congruity. Reflection: Students learn the difference between continuous and discrete mathematics. Transferable skills: the use of mathematical logic for the analysis of reasoning, modeling relationships in the real world of relationships and networks.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje, domače naloge.	Lectures and tutorial sessions, homework.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
2 kolokvija namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj,	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam,
ustni izpit / izpit iz teorije.	50,00 %	oral exam / theoretical test.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Primož Potočnik:
– POTOČNIK, Primož. Edge-colourings of cubic graphs admitting a solvable vertex-transitive group of automorphisms. Journal of combinatorial theory. Series B, ISSN 0095-8956, 2004, vol. 91, no. 2, str. 289-300 [COBISS.SI-ID 13087321]
– POTOČNIK, Primož, SPIGA, Pablo, VERRET, Gabriel. Cubic vertex-transitive graphs on up to 1280 vertices. Journal of symbolic computation, ISSN 0747-7171, 2013, vol. 50, str. 465-477 [COBISS.SI-ID 16520537]
– POTOČNIK, Primož. Tetravalent arc-transitive locally-Klein graphs with long consistent cycles. European journal of combinatorics, ISSN 0195-6698, 2014, vol. 36, str. 270-281 [COBISS.SI-ID 16862041]
Riste Škrekovski:

– JUNGIĆ, Veselin, KRÁL', Daniel, ŠKREKOVSKI, Riste. Colorings of plane graphs with no rainbow faces. Combinatorica, ISSN 0209-9683, 2006, vol. 26, no. 2, str. 169-182 [COBISS.SI-ID 13954393]
– DVOŘÁK, Zdeněk, ŠKREKOVSKI, Riste. A theorem about a contractible and light edge. SIAM journal on discrete mathematics, ISSN 0895-4801, 2006, vol. 20, no. 1, str. 55-61 [COBISS.SI-ID 14249305]
– KAISER, Tomáš, ŠKREKOVSKI, Riste. T-joins intersecting small edge-cuts in graphs. Journal of graph theory, ISSN 0364-9024, 2007, vol. 56, no. 1, str. 64-71 [COBISS.SI-ID 14373977]

DISKRETNE STRUKTURE 2

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Diskretne strukture 2
Course title:	Discrete Structures 2
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039515
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27205

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		45			90	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Sandi Klavžar, Primož Potočnik, Riste Škrekovski
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovno o grafih. Drevesa. Eulerjevi in Hamiltonovi grafi. Usmerjeni grafi in turnirji. Povezanost in ravninskost grafov. Barvanje vozlišč in povezav grafa. Osnove algebre: grupe, kolobarji, polinomi, komutativni obsegi.	Basics of graph theory. Eulerian and Hamiltonian graphs. Digraphs and tournaments. Connectivity and planarity. Vertex and edge colorings. Basics of abstract algebra: groups, rings, polynomials, fields.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. G. Fijavž: Diskretne strukture, Ljubljana : Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2015, e- knjiga: http://matematika.fri.uni-lj.si/ds/ds.pdf
2. N. Herstein: Abstract algebra, 3rd ed., Hoboken : J. Wiley & Sons, cop. 1999.
3. M. Juvan, P. Potočnik: Teorija grafov in kombinatorika : primeri in rešene naloge, 2. natis, Ljubljana: DMFA-založništvo, 2007.
4. A. Tepeh, R. Škrekovski: Diskretna matematika, Maribor : Univerzitetna založba Univerze, 2018, e-knjiga: https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/323

Cilji in kompetence: **Objectives and competences:**

Pri Diskretnih strukturah 2 študent osvoji zahtevnejše vsebine iz teorije grafov in se spozna z osnovami abstraktne algebre.	In Discrete Structures 2 student gains the demanding contents from graph theory and learn the basics of abstract algebra.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Predmet temelji na znanju, pridobljenem pri Diskretnih strukturah 1. Vsebine predmeta Diskretne strukture 2 so del potrebnega predznanja za predmete Teorija kodiranja in kriptografija, Kombinatorika ter Optimizacijske metode. Uporaba: Teorija grafov je uporabna v teoriji algoritmov kot orodje za modeliranje raznih problemov. Algebrske strukture se uporabljajo v kriptografiji in kodiranju. Refleksija: Študentje spoznajo razliko med zvezno in diskretno matematiko. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: Modeliranje problemov in omrežnih struktur z grafi in drevesi. Obvladanje osnovnih algebrskih struktur.	Knowledge and understanding: The course is based on the knowledge gained in Discrete Structures 1 The contents of the course Discrete Structures 2 are part of the necessary background knowledge for the courses Coding theory and criptography, Combinatorics and Optimization methods. Application: Graph theory is useful in the theory of algorithms as a tool for modeling various problems. Algebraic structures used in cryptography and coding. Reflection: Students learn the difference between continuous and discrete mathematics. Transferable skills: Modeling problems and network structures with graphs and trees. Mastering basic algebraic structures.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje, domače naloge.	Lectures and tutorial sessions, homework.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
2 kolokvija namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj,	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam,
ustni izpit / izpit iz teorije.	50,00 %	oral exam / theoretical test.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Primož Potočnik:
– POTOČNIK, Primož. Edge-colourings of cubic graphs admitting a solvable vertex-transitive group of automorphisms. Journal of combinatorial theory. Series B, ISSN 0095-8956, 2004, vol. 91, no. 2, str. 289-300 [COBISS.SI-ID 13087321]
– POTOČNIK, Primož, SPIGA, Pablo, VERRET, Gabriel. Cubic vertex-transitive graphs on up to 1280 vertices. Journal of symbolic computation, ISSN 0747-7171, 2013, vol. 50, str. 465-477 [COBISS.SI-ID 16520537]
– POTOČNIK, Primož. Tetravalent arc-transitive locally-Klein graphs with long consistent cycles. European journal of combinatorics, ISSN 0195-6698, 2014, vol. 36, str. 270-281 [COBISS.SI-ID 16862041]
Riste Škrekovski:
– JUNGIĆ, Veselin, KRÁL', Daniel, ŠKREKOVSKI, Riste. Colorings of plane graphs with no rainbow faces. Combinatorica, ISSN 0209-9683, 2006, vol. 26, no. 2, str. 169-182 [COBISS.SI-ID 13954393]
– DVOŘÁK, Zdeněk, ŠKREKOVSKI, Riste. A theorem about a contractible and light edge. SIAM journal on discrete mathematics, ISSN 0895-4801, 2006, vol. 20, no. 1, str. 55-61 [COBISS.SI-ID 14249305]
– KAISER, Tomáš, ŠKREKOVSKI, Riste. T-joins intersecting small edge-cuts in graphs. Journal of graph theory, ISSN 0364-9024, 2007, vol. 56, no. 1, str. 64-71 [COBISS.SI-ID 14373977]
Sandi Klavžar:
BREŠAR, Boštjan, HENNING, Michael A., KLAVŽAR, Sandi, RALL, Douglas F. Domination games played on graphs. Cham: Springer Nature, cop. 2021. X, 122 str. [COBISS.SI-ID 60317443]
KLAVŽAR, Sandi, MOLLARD, Michel. Daisy cubes and distance cube polynomial. European journal of combinatorics. Aug. 2019, vol. 80, str. 214-223. [COBISS.SI-ID 18659161]

HENNING, Michael A., KLAVŽAR, Sandi, RALL, Douglas F. The 4/5 upper bound on the game total domination number. Combinatorica. 2017, vol. 37, iss. 2, str. 223-251. [COBISS.SI-ID 18018137]
BUJTÁS, Csilla, KLAVŽAR, Sandi. Improved upper bounds on the domination number of graphs with minimum degree at least five. Graphs and combinatorics. 2016, vol. 32, iss. 2, str. 511-519. [COBISS.SI-ID 17630041]
KLAVŽAR, Sandi. Structure of Fibonacci cubes: a survey. Journal of combinatorial optimization. 2013, vol. 25, iss. 4, str. 505-522. [COBISS.SI-ID 16603737]
BREŠAR, Boštjan, KLAVŽAR, Sandi, RALL, Douglas F. Domination game and an imagination strategy. SIAM journal on discrete mathematics. 2010, vol. 24, no. 3, str. 979-991. [COBISS.SI-ID 15648089]

ELEKTRONSKO POSLOVANJE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Elektronsko poslovanje
Course title:	Electronic Business
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Multimedija, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)		1. semester	izbirni
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Upravna informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039614
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63249

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Denis Trček
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Poglavja predmeta obsegajo: 1. Uvod in temeljne definicije. 2. Kratek zgodovinski pregled razvoja e-poslovanja. 3. Sistemski pogled na e-poslovanje skozi analizo generičnih struktur (zunanje in notranje logistične verige in verige dodane vrednosti ter vpliv odločanja na njihovo obnašanje). 4. Tehnološki vidiki: RIP, XML, spletne storitve, komponentne arhitekture, digitalni plačilni	The course contains the following themes: 1. Introduction and basic definitions. 2. Short historical overview of the e-business field. 3. Systemic view on e-business through its generic structures (internal and external logistic and value added chains, the influence of decision making on their behavior). 4. Technological views: EDI, XML, web services, component architectures, digital payment systems

sistemi (BitCoin), semantični splet, internet stvari, mobilne aplikacije. 5. Organizacijski vidiki: evolucija poslovnih funkcij, procesov in informacijskih sistemov, novi poslovni modeli, revizijski postopki - COBI. 6. Zakonodajni vidiki s poudarkom na ZEPEP, ZEPEP-A, ter ZEKOM. 7. Specifični vidiki načrtovanja in vpeljave sistemov e-poslovanja: spremembe strateškega načrtovanja IS, uporaba formalnih metod (jezik Z), skladnost s standardi kot je Common Criteria. 8. Varovanje intelektualne lastnine. 9. Zaključki. 10. Addendum: Mini vložki s praktičnim delom, ki pokrivajo najnovejše trende	(BitCoin), semantic web technologies, internet of things and mobile applications. 5. Organizational views: evolution of business functions, processes and information systems, new business models, auditing procedures (COBIT). 6. Legislation views with emphasis on ZEPEP, ZEPEP-A, ZEKOM. 7. Specific views related to development and introduction of e-business systems: strategic planning changes, use of formal methods (language Z), and compliance with standards like Common Criteria. 8. Intelectual property issues. 9. Conclusions. 10. Addendum: Mini practical tasks covering the latest selected technological trends

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. Trček: *Elektronsko poslovanje*, kopije prosojnic, FRI, Ljubljana, 2017.

Dodatna literatura / Additional literature:

1. R. Kalakota: *E-business*, Addison Wesley, New York, 2002.
2. Dave Chaffey: E-Business and E-Commerce Management, FT Prentice Hall, 2011.
3. Sterman J.: Business Dynamics, Prentice Hall, 2002

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je seznaniti študenta s tehnološkimi, organizacijskimi in zakonskimi (pravnimi) znanji, ki jih prinaša elektronsko poslovanje (ter najnovejšimi trendi na tem področju). Poudarek je na praktični usposobljenosti študenta, saj se študent nauči modelirati poslovni (pod)proces, razvije ustrezno aplikacijo za e-poslovanje v okviru tega (pod)procesa in jo integrira v zaledni informacijski sistem. Kategorizirane kompetence: • Sposobnost definiranja, razumevanja in reševanja kreativnih profesionalnih izzivov na področju računalništva in informatike. • Sposobnost profesionalnega komuniciranja v materinem in tujem jeziku. • Sposobnost biti skladen z varnostnimi, funkcionalnimi in okoljskimi zahtevami. • Sposobnost razumevanja in uporabe znanja računalništva in informatike na drugih relevantnih področjih (organizacija, itd.). • Sposobnost samostojnega reševanja in izvedbe manj zahtevnih oz. manj kompleksnih inženirskih in organizacijskih opravil v računalništvu in informatiki.	The objective of the course is to familiarize students with technological, organizational and legal knowledge that is required in e-business along with the latest trends in this area. The emphasis is on practical skills, i.e., students model a business (sub)process, develop a necessary e-business application and integrate it with the background information system. Categorized competences: • The ability to define, understand and solve creative professional challenges in computer and information science. • The ability of professional communication in the native language as well as in a foreign language. • Compliance with security, functional, economic and environmental principles. • The ability to understand and apply computer and information science knowledge to other technical and relevant fields (organisational science, etc). • The ability to independently perform less demanding and less complex engineering and organisational tasks requiering the application of in computer and information systems domain.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po opravljenem predmetu bo študent: • razumel koncepte elektronskega poslovanja; • poznal ključne poslovne rešitve s področja e-poslovanja:	After completing this course a student will: • understand the key concepts of e-business; • know the key business solutions in the area of e-business;

• sposoben razvoja osnovnih rešitev s področja e-poslovanja in njihovega upravljanja; • sposoben integracije pridobljenih znanj z drugimi pridruženimi inženirskimi področji, predvsem razvoja informacijskih sistemov ter spletnih in mobilnih aplikacij; • obvladal temeljne koncepte podjetniškega razmišljanja; • sposoben samostojne pisne in ustne predstavitve problematike s področja e-poslovanja.	• be able to develop basic solutions for e-business and their administration; • will know how to integrate acquired knowledge with associated engineering areas, in particular information systems development, web and mobile applications; • will be familiar with the basic principles of business thinking; • will be able to prepare short articles and their oral presentations with themes in the area of e-business.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje s projektnim delom (praktične prototipne implementacije), lastne predstavitve. Udeležba na vajah je obvezna (zahtevan procent udeležbe se določi ob začetku študijskega leta). Nosilec predmeta lahko določi obvezno udeležbo tudi na predavanjih.	Lectures, laboratory work (with practical prototype implementations), students' presentations. Attendance of laboratory work is mandatory (the exact percentage is announced at the beginning of a study year). The lecturer may also impose mandatory attendance of lectures as well.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
50 % ocene predstavlja sprotno delo študenta v obliki preverjanj na vajah (domače naloge, kvizi, praktičen projekt),	50,00 %	50% of the final grade is obtained on the basis of on-going laboratory work (home-works, quizzes, practical project implementations and presentations).
50 % ocene pa predstavlja izpit, ki je načeloma v pisni obliki, lahko pa tudi v pisni in ustni obliki (pri čemer lahko nosilec namesto ustnega izpita uvede seminar).	50,00 %	The other 50% is obtained on the basis of a written exam, or written and oral exam (the lecturer may decide that a seminal work replaces the oral exam).
Za uspešno opravljene obveznosti pri predmetu morata biti pozitivni obe delni oceni. Pristop k pisnemu izpitu je možen le po uspešno opravljenih obveznostih pri vajah (in v primeru dodatnih zahtev, ki se nanašajo na predavanja, po izpolnitvi le-teh).		To be eligible for the written exam, a candidate must have successfully completed laboratory work, and fulfilled other obligations related to lecturing that the lecturer may have imposed. For successful completition of the course both grades have to be positive.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Pet najpomembnejših del / Five relevant publications

1. TRČEK, Denis, BRODNIK, Andrej. Hard and soft security provisioning for computationally weak pervasive computing systems in e-health. IEEE wireless communications, ISSN 1536-1284. [Print ed.], Aug. 2013, vol. 20, no. 4, 8 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 10091092].
2. TRČEK, Denis. Trust management in the pervasive computing era. IEEE security & privacy, ISSN 1540-7993. [Print ed.], 2011, vol. 9, no. 4, str. 52-55, ilustr. http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5968087&tag=1. [COBISS.SI-ID 8554836].
3. ZUPANČIČ, Eva, TRČEK, Denis. QADE : a novel trust and reputation model for handling false trust values in e-commerce environments with subjectivity consideration. Technological and economic development of economy, ISSN 2029-4913. [Print ed.], 2015, vol. , no. , str. 1-30, ilustr. http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/20294913.2015.1022810#.VXE-ArdWG70, doi: 10.3846/20294913.2015.1022810. [COBISS.SI-ID 1536328643].

4. TRČEK, Denis. Qualitative assessment dynamics: complementing trust methods for decision making. International journal of information technology & decision making. [Online ed.], 2014, vol. 13, no. 1, str. 155-173, doi: 10.1142/S0219622014500072. [COBISS.SI-ID 10341204].
5. TORJUSEN, Arild B., ABIE, Habtamu, PAINTSIL, Ebenezer, TRČEK, Denis, SKOMEDAL, Åsmund. Towards run-time verification of adaptive security for IoT in eHealth , Proceedings of the ECSA 2014 Workshops & Tool Demos Track : ECSAW '14, (ACM proceedings, ISSN 2168-4081). New York (NY): The Association for Computing Machinery, 2014, str. 1-8, ilustr. http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2642807 [COBISS.SI-ID 10728532].

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
The whole bibliography can be obtained at the below URL:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=7226

FINANČNA MATEMATIKA 1

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Finančna matematika 1
Course title:	Financial mathematics 1
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Finančna matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	obvezni
Matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni
Pedagoška matematika, druga stopnja, enovit magistrski (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik, 4. letnik, 5. letnik	2. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0079081
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	M0317

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30	0	30	0	0	90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Tomaž Košir, izr. prof. dr. Mihael Perman
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Obrestni račun, vrednotenje denarnih tokov, časovna struktura obrestnih mer. Obveznice. Izvedeni finančni instrumenti. Modeli trgov: opis tipov vrednostnih papirjev, diskretni modeli gibanja cen, osnovna izreka vrednotenja. Vrednotenje opcij: definicije opcij, evropske opcije, ameriške opcije, eksotične opcije. Vrednotenje evropskih opcij: Binomski model. Black-	Interest rates, time value of money, term structure. Bonds, financial derivatives. Market model: finite sets of assets, discrete time, The Fundamental Asset Pricing Theorems. Option pricing: definitions, European options, American options, exotic options. Pricing of European options: Binomial model, Black-Scholes Formula. Optimal investement: strategies, static model,

Scholesova formula. Optimalne naložbe: pojem strategije, statistični primer, dinamični primer. Ameriške opcije: pogojne terjatve ameriškega tipa, časi ustavljanja, Snellova ovojnica, kupčeva cena, prodajalčeva cena. Stohastične obrestne mere: diskretni modeli, opcije na obrestne mere.	dynamic model. American options: American contingent claims, stopping times, Snell enveloppe, buyer's price, seller's price. Stochastic models of interest rates: discrete models, term rate options.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Z. Bodie, A. Kane, A. J. Marcus: Investments. 8th ed., New York : McGraw-Hill, 2009.
2. M. Capiński, T. Zastawniak: Mathematics for finance : an Introduction to financial engineering, London : Springer, 2005.
3. J. C. Hull: Options, futures and other derivatives, 7th ed, Upper Saddle River (NJ) : Prentice Hall, cop. 2009.
4. P. Koch Medina, S. Merino. Mathematical finance and probability : a discrete introduction, Basel : Birkhäuser, cop. 2003.
5. D. G. Luenberger: Investment science, New York : Oxford University Press, cop. 1998.
6. S. M. Ross: An elementary introduction to mathematical finance : options and other topics. 2nd ed., Cambridge : Cambridge University Press, 2003.
7. S. E. Shreve: Stochastic calculus for finance. 1, The binomial asset pricing model, New York : Springer, cop. 2005.
8. A. Toman: Rešene naloge iz Finančne matematike 1. Finančni instrumenti, Ljubljana : DMFA-Založništvo, 2016.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Celotni finančni matematiki je skupnih nekaj osnovnih principov. Namen predmeta je predstaviti te principe na diskretnih modelih, kjer je najlaže predstaviti intuitivne ideje. V prvem delu obravnavamo vprašanje naložb. To nas navede na vprašanje modelov trga, optimalne izbire naložb, osnovnega izreka vrednotenja opcij in mer tveganja. Osrednji del je namenjen binomskemu modelu in Black-Scholesovi formuli ter časom ustavljanja in vrednotenju pogojnih terjatev ameriškega tipa. Pomemben element finančne matematike so tudi stohastični modeli obrestnih mer.	There are some fundamental principles underlying the modern financial methematics. The aim of the course is to present these principles (the law of one price, the no arbitrage condition) in the simplest discrete models. Optimal investment theory leads to market models, the fundamental asset pricing theorem and to option pricing theory. The main topics include binomial model and the Black-Scholes Formula. Stopping times are introduce and pricing of aAmerican claim is presented. Important element of the theory are also stochastic models for interets rates.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje matematičnih modelov, ki se uporabljajo za vrednotenje finančnih produktov. Razumevanje zveze med izbiro modela in posledicami izbire modela. Uporaba: Uporabnost konceptov je dana sama po sebi, saj so vse metode neposredno uporabne v finančnem svetu. Poleg tega je ta tečaj osnova za matematično bolj zahtevne modele. Refleksija: Razumevanje teoretičnih konceptov na številnih primerih iz prakse. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Pridobljene spretnosti so neposredno prenosljive v delovno prakso v finančnih ustanovah, kot so banke ali zavarovalnice. Poleg praktične vrednosti pa gre za brušenje sposobnosti matematičnega modeliranja.	Knowledge and understanding: Understanding of mathematical models that are used in the pricing and hedging on the financial markets. Understanding the relation of model selection and its consequences. Application: All the methods are directly applicable in the financial markets. They also give a base to study more advanced models. Reflection: Understanding theoretical concepts in practice. Transferable skills: The knowledge is directly transferable to the practice in financial institutions, such as banks and insurance companies. Beside the practical aspects also skills of financial modelling are advanced through the course.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, vaje, konzultacije	Lectures, exercises, consultations

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
2 kolokvija namesto izpita iz vaj / izpit iz vaj	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam
izpit iz teorije	50,00 %	Oral exam

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Tomaž Košir:
– KOŠIR, Tomaž, OBLAK, Polona. On pairs of commuting nilpotent matrices. Transformation groups, ISSN 1083-4362, 2009, vol. 14, no. 1, str. 175-182 [COBISS.SI-ID 15077977]
– BUCKLEY, Anita, KOŠIR, Tomaž. Plane curves as Pfaffians. Annali della Scuola normale superiore di Pisa, Classe di scienze, ISSN 0391-173X, 2011, vol. 10, iss. 2, str. 363-388 [COBISS.SI-ID 15928409]
– GRUNENFELDER, Luzius, KOŠIR, Tomaž, OMLADIČ, Matjaž, RADJAVI, Heydar. Finite groups with submultiplicative spectra. Journal of Pure and Applied Algebra, ISSN 0022-4049. [Print ed.], 2012, vol. 216, iss. 5, str. 1196-1206 [COBISS.SI-ID 16183385]
Mihael Perman:
– HUZAK, Miljenko, PERMAN, Mihael, ŠIKIĆ, Hrvoje, VONDRAČEK, Zoran. Ruin probabilities and decompositions for general perturbed risk processes. Annals of applied probability, ISSN 1050-5164, 2004, vol. 14, no. 3, str. 1378-1397 [COBISS.SI-ID 13168985]
– HUZAK, Miljenko, PERMAN, Mihael, ŠIKIĆ, Hrvoje, VONDRAČEK, Zoran. Ruin probabilities for competing claim processes. Journal of Applied Probability, ISSN 0021-9002, 2004, vol. 41, no. 3, str. 679-690 [COBISS.SI-ID 13207641]
– KOMELJ, Janez, PERMAN, Mihael. Joint characteristic functions construction via copulas. Insurance. Mathematics & economics, ISSN 0167-6687, 2010, vol. 47, iss. 2, str. 137-143 [COBISS.SI-ID 16242777]

INTELIGENTNI SISTEMI

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Inteligentni sistemi
Course title:	Intelligent Systems
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Digitalno jezikoslovje, druga stopnja, magistrski (v postopku)	Ni členitve (študijski program)		1. semester	izbirni
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039643
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63266

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	6	24			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Marko Robnik Šikonja
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Angleščina
	Vaje/Tutorial:	Angleščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Za uspešno delo je potrebno poznavanje osnov statistike in programiranja.	Knowledge of basic statistics and programming.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Teme predavanj: 1. Uvod v inteligentne sisteme in podatkovne vede 2. Računanje po vzorih iz narave (genetski algoritmi, genetsko programiranje) 3. Uvod v strojno učenje 4. Pristranskost, varianca in pretirano prilagajanje 5. Učenje predstavitev in izbira atributov 6. Ansambelske metode 7. Jedrne metode	**Lecture topics:** 1. Introduction to intelligent systems and data science 2. Nature inspired computing (genetic algorithms, genetic programming) 3. Introduction to predictive modelling 4. Bias, variance and overfitting 5. Representation learning and feature selection 6. Ensemble methods 7. Kernel methods

8. Nevronske mreže: arhitekture, vzvratno razširjenje napak, globoke nevronske mreže 9. Razlaga modelov 10. Obdelava naravnega jezika: predstavitev besedil, pridobivanje informacij, klasifikacija besedil, semantična podobnost 11. Spodbujevano učenje: osnovni pristopi in algoritmi, učenje Q, učenje TD, globoko spodbujevano učenje	8. Neural networks: architectures, backpropagation, deep neural networks 9. Model inference and explanation 10. Natural language processing: text representation, information extraction, text classification, semantic similarity 11. Reinforcement learning: basic approaches and algorithms, Q learning, TD learning, deep RL

Temeljna literatura in viri/Readings:

G. James, D. Witten, T. Hastie, and R. Tibshirani, 2021. *An introduction to statistical learning with applications in R, 2nd edition*. New York: Springer.
D. Jurafsky, J. H. Martin. *Speech and language processing: An introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition. 3rd edition draft*, 2022
Richard S. Sutton and Andrew G. Barto: Reinforcement Learning, An Introduction, 2nd edition, MIT press, 2018

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študente seznaniti s področjem inteligentnih sistemov, ki vsebuje nabor orodij in pristopov za reševanje problemov, ki jih je težko ali nepraktično reševati z drugimi metodami. Študenti morajo biti sposobni teoretično znanje praktično uporabiti na realnih problemih iz znanstvenega in poslovnega okolja. Študenti morajo biti za dani problem sposobni presoje, katero od predstavljenih tehnik uporabiti, ter sestaviti prototip rešitve. **Splošne kompetence:** sposobnost razumevanja in reševanja profesionalnih izzivov, sposobnost profesionalne komunikacije v domačem in tujem jeziku, sposobnost samostojne uporabe pridobljenega znanja za reševanje tehničnih in znanstvenih problemov v računalništvu in informatiki, seznanjenost z raziskovalnimi metodami na področju računalništva in informatike. **Predmetno-specifične kompetence:** uporaba osnovnih algoritmov strojnega učenja predpriprava podatkov za podatkovno rudarjenje izbira pomembnih atributov vrednotenje odločitvenih modelov uporaba sistemov za podatkovno analizo uporaba sistemov za optimizacijo z evolucijskim računanjem analiza besedil s tehnikami podatkovnega rudarjenja uporaba orodij za spodbujevano učenje.	The goal of the course is the students to become acquainted with the field of intelligent systems, which includes a collection of tools and approaches for solving problems which are difficult or unpractical to tackle with other methods. Students will be able to apply the gained theoretical knowledge on real-world problems from scientific and business environment. The students shall be able to decide which of the presented techniques should be used for a given problem, and to develop a prototype solution. **General competences:** the ability to understand and solve professional challenges in computer and information science, the ability of professional communication in the native language as well as a foreign language, the ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific problems in computer and information science, familiarity with research methods in the field of computer science. **Subject-specific competences:** using basic machine learning algorithms preprocessing data for data mining feature subset selection evaluation of decision models using data mining systems using optimizations packages with evolutionary techniques text analysis and text mining using reinforcement learning tools

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Ob koncu predmeta bodo študenti; poznali in uporabljali različne tehnike in metode, ki se uporabljajo pri modeliranju inteligentnih sistemov	Upon course completion the student will: • know and use various techniques and methods for modelling of intelligent systems

poznali in uporabljali orodja za strojno učenje poznali in uporabljali pristope za analizo besedil reševali in analizirali konkretne primere inteligentnih sistemov z uporabo znanstvenih metod uporabljali in vrednotili orodja za statistično modeliranje in podatkovno rudarjenje sposobni analize problemov s področja inteligentnih sistemov in izbora primernih tehnik za njihovo reševanje uporabljali in medsebojni primerjali metode evolucijskega računanja	• know and use machine learning tools • know and use text analysis approaches • solve and analyse examples of intelligent systems using scientific methods • use and evaluate tools for statistical modelling and data mining • be capable to analyse problems from the area of intelligent systems and choose adequate approaches for their solutions • use and compare different approaches for evolutionary computing

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje z ustnimi nastopi in predstavitvami, seminarski način dela pri domačih nalogah. Študenti bodo v manjših skupinah samostojno reševali realen problem. Skupine bodo svoje naloge in rešitve opisale v pisnem poročilu in predstavile ostalim v obliki kratke predstavitve, ki je ocenjena skupaj s poročilom.	Lectures, assignments with written and oral demonstrations and presentations, seminar works and homework. Students from small project teams and autonomously solve assignments based on real-life problems. The teams describe their solutions in written reports and prepare short oral presentations. Written reports and oral presentations are graded.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni in ustni izpit, naloge, projekt.		Type: written and oral exam, coursework, project.
Sprotno preverjanje: domače naloge, kolokviji in projektno delo.	50,00 %	Continuing: homework, project work.
Končno preverjanje: pisni in ustni izpit.	50,00 %	Final: written and oral exam.
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statuom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. VREŠ, Domen, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. Preventing deception with explanation methods using focused sampling. *Data mining and knowledge discovery*. 2023, vol. , no. , str. 1-46
2. MIOK, Kristian, ŠKRLJ, Blaž, ZAHARIE, Daniela, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. To BAN or not to BAN: Bayesian attention networks for reliable hate speech detection. *Cognitive computation*. Jan. 2022, vol. 14, iss. 1, str. 353-371
3. ŠKVORC, Tadej, GANTAR, Polona, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. MICE: mining idioms with contextual embeddings. *Knowledge-based systems*. Jan. 2022, vol. 235, str. 1-11
4. MARTINC, Matej, POLLAK, Senja, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. Supervised and unsupervised neural approaches to text readability. *Computational linguistics*. 2021, vol. 47, no. 1, str. 141-179
5. LAVRAČ, Nada, ŠKRLJ, Blaž, ROBNIK ŠIKONJA, Marko. Propositionalization and embeddings: two sides of the same coin. *Machine learning*. 2020, vol. 109, no. 7, str. 1465-1507.

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu https://cris.cobiss.net/ecris/si/sl/researcher/8741
Complete bibliography is available in SICRIS: https://cris.cobiss.net/ecris/si/en/researcher/8741

IZBRANA POGLAVJA IZ MATEMATIKE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Izbrana poglavja iz matematike
Course title:	Topics in Mathematics
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039523
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27209

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	Petar Pavešić
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Kolobarji, primeri in osnovne lastnosti, obrnljivi elementi in delitelji niča, Wedderburnov izrek, karakteristika, homomorfizmi, ideali (glavni ideali, praideali in maksimalni ideali), kvocientni kolobar, izrek o izomorfizmu. **Obsegi**, konstruktibilna števila, razširitve obsegov, razpadni obsegi, končni obsegi. **Fourierova vrsta**, razvoj periodične funkcije v vrsto sinusov in kosinusov, kompleksni zapis vrste, konvergenca, fazni portret, primeri uporabe (toplotna/valovna enačba, analiza signala,…). **Fourierova transformacija**, obstoj, osnovne lastnosti (linearnost, razteg in premik, transformacija odvoda in odvod transformiranke,…), inverzna transformacija, konvolucija. Diskretna Fourierova transformacija, hitra Fourierova transformacija, primeri uporabe.	**Rings**, examples and basic properties, invertible elements and zero divisors, Wedderburn theorem, characteristics, homomorphisms, ideals (principal, prime and maximal ideals), quotient ring, isomorphism theorems. **Fields**, constructible numbers, field extensions, splitting fields, finite fields. **Fourier series**, expansion as sum of sines and cosines, complex expansion, convergence, phase portrait, applications (heat/wave equation, signal analysis,…). **Fourier series**, existence, basic properties (linearity, translation, shift, differentiation,…), inverse transform, convolution. Discrete Fourier transform, fast Fourier transform, applications. Other mathematical topics of lecturer's choosing.

Poleg navedenih predavatelj izbere tudi druge matematične teme, povezane z računalništvom.	

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. T. W. Judson: Abstract algebra : theory and applications, na spletu: http://abstract.ups.edu/
2. E. Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics, 9th ed., Hoboken, NJ : J. Wiley & Sons, cop. 2006.
3. I. Vidav: Algebra, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2003, 2010.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent pri predmetu spozna nekaj novih pojmov iz algebre (kolobarji in obsegi) ter matematične analize (Fourierova vrsta in transformacija). Te vsebine imajo zelo širok spekter uporab v računalništvu (kodiranje, kriptografija, analiza signalov, kompresija podatkov, obdelava slik,…). Študent se spozna z izbranimi matematičnimi problemi in se jih nauči samostojno reševati.	Students learn about concepts and techniques in Algebra (rings and fields) and Mathematical Analysis (Fourier series and transform) that have a wide specter of applications in Computer Science (coding, cryptohgraphy, signal analysis, data compression, image processing,…). Students familiarise with selected mathematical problems and gain basic problem-solving skills.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Poznavanje in razumevanje osnovnih definicij in izrekov ter primerov uporabe. Uporaba: obdelane teme so nujne za razumevanje uporabe matematičnih metod v računalništvu. Refleksija: Razumevanje teorije na podlagi uporabe. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: Spretnosti uporabe domače in tuje literature in drugih virov, identifikacija in reševanje problemov, kritična analiza.	Knowledge and understanding of basic definitions, theorems and of selected applications. Application: course content is essential for the understanding of the applications of mathematical methods in Computer Science. Reflection: Understanding the theory and its relation to the applications. Transferable skills: familarity with the the literature and other sources, ability to identify and solve the problems, critical analysis.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje.	Lecture and exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Pisni izpit z ustnim zagovorom.	100,00 %	Written exam with oral defense.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

– PAVEŠIĆ, Petar CONNER, Gregory R., HERFORT, Wolfgang, KENT, Curtis, PAVEŠIĆ, Petar. Recognizing the second derived subgroup of free groups. *Journal of algebra*, ISSN 0021-8693, Dec. 2018, vol. 516, str. 396-400.

– PAVEŠIĆ, Petar A topologist's view of kinematic maps and manipulation complexity. V: GRANT, Mark (ur.). *Topological complexity and related topics : Mini-Workshop Topological Complexity and Related Topics, February 28 - March 5, 2016, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Oberwolfach, Germany*, (Contemporary mathematics, ISSN 0271-4132, 702). Providence: American Mathematical Society.

– PAVEŠIĆ, Petar. Complexity of the forward kinematic map. *Mechanism and Machine Theory*, ISSN 0094-114X. [Print ed.], 2017, vol. 117, str. 230-243.

– PAVEŠIĆ, Petar. Splošna topologija, (Izbrana poglavja iz matematike in računalništva, 43). Ljubljana: DMFA - založništvo, 2008. VI, 89 str., ilustr. ISBN 978-961-212-205-8 [COBISS.SI-ID 240425984]

IZRAČUNLJIVOST IN RAČUNSKA ZAHTEVNOST

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Izračunljivost in računska zahtevnost
Course title:	Computability and Computational Complexity
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039588
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63283

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	doc. dr. Uroš Čibej
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet /compulsory course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina; Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Matematični uvod V prvem delu se bomo posvetili matematičnim osnovam, ki so ključne za razumevanje kompleksnosti. Obravnavali bomo: • Dokazovanje: Pregled osnovnih dokazovalnih tehnik, s poudarkom na tem, kaj študenti poznajo iz Diskretnih struktur. • Predstavitev podatkov, problemov in jezikov: Kako matematično formalizirati računske probleme. • Bijekcije: Pomen bijektivnih preslikav v kontekstu primerjave velikosti množic.	Mathematical Introduction The first part of the course will cover the mathematical fundamentals that are crucial for understanding complexity. We will address: • Proof techniques: A review of basic proof methods, focusing on what students have learned in Discrete Structures. • Representation of data, problems, and languages: How to formally model computational problems mathematically. • Bijections: The importance of bijective mappings in the context of comparing the sizes of sets.

• Diagonalizacija: Močno orodje za dokazovanje obstoja neizračunljivih in kompleksnejših problemov. Uvod v računske modele (avtomati) Spoznali bomo prve abstraktne modele računanja, ki so temelj za razumevanje kompleksnejših modelov. Vsebina zajema: • Avtomati in njihove ekvivalence: Deterministični in nedeterministični končni avtomati. • Regulirane izraze (RI): Povezava med avtomati in formalnimi jeziki. • Lema o napihovanju: Metoda za dokazovanje, da nekateri jeziki niso regularni. • Myhill-Nerodejev izrek: Ključni izrek za minimizacijo avtomatov. Splošni model računanja in neizračunljivost Ta del bo predstavil univerzalni model računanja in meje, ki jih ima računalništvo. Obravnavali bomo: • Turingov stroj (TS) in njegove variacije: Univerzalni model računanja in njegova robustnost. • Univerzalni Turingov stroj: Koncept, ki omogoča simulacijo poljubnega Turingovega stroja. • Neizračunljivost: Obstoj problemov, za katere ni mogoče najti algoritma. • Prevedbe: Osnovni mehanizem za dokazovanje, da so problemi med seboj povezani. • Riceov izrek: Pomemben izrek o neizračunljivosti lastnosti netrivialnih jezikov Turingovih strojev. Zahtevnost V zadnjem delu se bomo posvetili klasifikaciji problemov glede na njihovo računsko zahtevnost. Vsebina je: • Deterministični in nedeterministični razredi: Razred P kot zbirka "lažjih" problemov in razred NP kot zbirka "težjih" problemov. • P in NP (ter PSPACE): Poglobljena analiza teh razredov, vključno s Savitchovim izrekom, ki povezuje deterministični in nedeterministični prostor. • Karpove prevedbe: Tehnike za dokazovanje, da je problem NP-poln. • Cook-Levinov izrek: Temeljni izrek, ki dokazuje, da je problem zadovoljivosti (SAT) NP-poln. • Primeri NP-polnih problemov: Obravnavali bomo klasične primere, kot so problem zadovoljivosti (SAT), klike, barvanje grafov, problem vsote podniza (subset-sum), Hamiltonov cikel (HC) in drugi.	• Diagonalization: A powerful tool for proving the existence of uncomputable and more complex problems. Introduction to Computational Models (Automata) We will explore the initial abstract models of computation that serve as the foundation for understanding more complex models. The content includes: • Automata and their equivalences: Deterministic and non-deterministic finite automata. • Regular expressions (RE): The connection between automata and formal languages. • The Pumping Lemma: A method for proving that certain languages are not regular. • The Myhill-Nerode theorem: A key theorem for minimizing automata. The General Model of Computation and Uncomputability This section will introduce the universal model of computation and its inherent limitations. We will cover: • The Turing Machine (TM) and its variations: The universal model of computation and its robustness. • The Universal Turing Machine: A concept that allows for the simulation of any arbitrary Turing machine. • Uncomputability: The existence of problems for which no algorithm can be found. • Reductions: The fundamental mechanism for proving that problems are related to one another. • Rice's Theorem: An important theorem on the uncomputability of non-trivial properties of Turing machine languages. Complexity In the final part, we will focus on classifying problems based on their computational difficulty. The content includes: • Deterministic and non-deterministic complexity classes: The class P as a collection of "easy" problems and the class NP as a collection of "harder" problems. • P and NP (and PSPACE): An in-depth analysis of these classes, including Savitch's theorem, which relates deterministic and non-deterministic space. • Karp reductions: Techniques for proving that a problem is NP-complete. • The Cook-Levin theorem: The foundational theorem that proves the satisfiability problem (SAT) is NP-complete. • Examples of NP-complete problems: We will discuss classic examples such as satisfiability (SAT), cliques, graph coloring, subset-sum, Hamiltonian cycle (HC), and others.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Sipser, M. Introduction to the Theory of Computation. Publisher: PWS Publishing, Year: 2013.

2. Hopcroft, J.E., Motwani, R., Ullman, J.D. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Publisher: Addison-Wesley, Year: 2007.
3. Barak, B. Introduction to Theoretical Computer Science. Prosto dostopen učbenik (introtcs.org); 2025

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je dvojen: 1) študenta opremiti s sodobnim znanjem s področja teoretičnega računalništva in 2) študenta usposobiti, da bo lahko to znanje uspešno uporabljal pri reševanju problemov v praksi.	Major part of the course is devoted to computability and computational complexity theory emphasizing on application on various disciplines of computer science. In part the course covers the historical development of the field as well as its recent achievements, again focusing on practical problem solving.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Študent po opravljenem predmetu sposoben: • **Razumeti osnovne modele računanja:** Študent bo imel trdno razumevanje delovanja in uporabe končnih avtomatov, regularnih jezikov, izrazov in gramatik. • **Spoznati meje računanja:** Študent bo spoznal univerzalni model računanja s Turingovim strojem in razumel koncept izračunljivih ter neizračunljivih problemov. • **Povezati teorijo z realnostjo:** Študent bo razumel (Church/Turingovo) tezo o izračunljivosti in zvezo med različnimi razredi jezikov (izračunljivi, izračunljivo preštevni, neizračunljivi) ter problemi (odločljivi, polodločljivi, neodločljivi). • **Prepoznati nerešljive probleme:** Študent bo spoznal nekaj klasičnih nerešljivih računskih problemov, kar bo okrepilo njegovo razumevanje omejitev računanja. • **Razumeti vlogo nedeterminizma:** Študent bo razumel pomen nedeterminizma v računanju in njegov vpliv na obravnavane računske modele. • **Analizirati zahtevnost problemov:** Študent bo razumel časovno in prostorsko zahtevnost računskih problemov ter poznal osnovne razrede zahtevnosti (npr. P, NP, PSPACE). • **Uporabljati napredne koncepte:** Študent bo razumel pojme NP-polnosti in NP-težkosti ter se seznanil z metodo dokazovanja NP-polnosti s prevedbo, s poudarkom na problemu zadovoljivosti (SAT) in drugih ključnih NP-polnih problemih.	After completing the course, the student will be able to: • **Understand the basic models of computation:** The student will have a solid grasp of the operation and use of finite automata, regular languages, expressions, and grammars. • **Recognize the limits of computation:** The student will be introduced to the universal model of computation with the Turing machine and will understand the concept of computable and uncomputable problems. • **Connect theory to reality:** The student will understand the **Church-Turing thesis** of computability and the relationship between different classes of languages (computable, computably enumerable, uncomputable) and problems (decidable, semi-decidable, undecidable). • **Identify unsolvable problems:** The student will be introduced to some classic unsolvable computational problems, which will reinforce their understanding of the limits of computation. • **Understand the role of non-determinism:** The student will grasp the importance of non-determinism in computation and its influence on the computational models discussed. • **Analyze problem complexity:** The student will understand the time and space complexity of computational problems and be familiar with basic complexity classes (e.g., **P, NP, PSPACE**). • **Apply advanced concepts:** The student will understand the concepts of **NP-completeness** and **NP-hardness** and will become familiar with the method of proving NP-completeness through reduction, with a focus on the satisfiability problem (**SAT**) and other key NP-complete problems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, domače naloge, seminarski način dela pri vajah. Poudarek je na sprotnem študiju in	Lectures and exercise groups, homework assignemnts. Frequent homework assignemts shall not be time consuming. Some of the homework

samostojnem delu pri vajah, seminarskih in domačih nalogah.	assignments will be more demanding – projects – which may be distibuted to students divided in groups.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): Oceno sestavljata dva dela:		Type: exam, oral, coursework, project Continuing: homework, project work
prvi (50%) je za sprotno delo,	50,00 %	Continuing: homework, project work
drugi (50%) pa za ustni in pisni izpit.	50,00 %	Final: written and oral exam
Obveznosti predmeta so uspešno opravljene le, če sta oba dela pozitivna. V sprotno delo sodijo vaje in seminarske naloge. Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ČIBEJ, Uroš, LI, Aaron, MIKLÓS, István, NASIR, Sohaib, SRIKANTH, Varun. Constructing bounded degree graphs with prescribed degree and neighbor degree sequences. Discrete applied mathematics. 2023
2. ČIBEJ, Uroš, SLIVNIK, Boštjan, ROBIČ, Borut. The complexity of static data replication in data grids. Parallel computing, 2007
3. ČIBEJ, Uroš, ROBIČ, Borut, MIHELIČ, Jurij. Empirical estimation of the halting probabilities. Computability in Europe, 2014
4. ČIBEJ, Uroš, MIHELIČ, Jurij. Improvements to Ullmann's algorithm for the subgraph isomorphism problem. International journal of pattern recognition and artificial intelligence.
5. ČIBEJ, Uroš, MIHELIČ, Jurij. A polynomial-time algorithm for rec-ognizing subgraph-symmetry-compressible graphs, MATCOS 2019
6. ČIBEJ, Uroš, FÜRST, Luka, MIHELIČ, Jurij. A symmetry-breaking node equivalence for pruning the search space in backtracking algorithms. Symmetry. 2019

KOMBINATORIKA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Kombinatorika
Course title:	Combinatorics
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039525
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27208

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		45			120	7

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Sandi Klavžar, prof. dr. Matjaž Konvalinka, Primož Potočnik
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Osnovna načela preštevanja. Binomski koeficienti, razdelitve, Stirlingova števila 1. in 2. vrste, Bellova števila, Lahova števila, razčlenitve naravnega števila. Dvanajstera pot. Načelo vključitev in izključitev in trdnjavski polinomi. Polyeva teorija: delovanje grupe na množici, Burnsidova lema, število orbit. Rodovne funkcije in uporaba pri rekurzivnih enačbah. Catalanova števila. Delno urejene množice in mreže: verige in antiverige, Dilworthov izrek, Spernerjev izrek. Teorija načrtov: načrti, t-načrti, ciklične konstrukcije načrtov.	Basic principles of counting. Binomial coefficients, set partitions, Stirling numbers of the first and second kind, Bell numbers, Lah numbers, partitions of integers. Twelve-fold way. Inclusion exclusion principle, rook polynomials. Polya theory: action of groups on sets, Burnside lemma, number of orbits. Generating function and applications to recurrence relations. Catalan numbers. Partially ordered sets and lattices: chains and antichains, Dilworth's theorem, Sperner's theorem. Design theory: designs, t-designs, cyclic constructions of designs.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. N. L. Biggs: Discrete mathematics, 2nd ed., Oxford : Oxford University Press, 2008.
2. M. Bona: A walk through combinatorics : an introduction to enumeration and graph theory, 3rd ed., New Jersey : World Scientific, 2013.

3. M. Juvan, P. Potočnik: Teorija grafov in kombinatorika : primeri in rešene naloge, 2. natis, Ljubljana: DMFA-založništvo, 2007.
4. M. Konvalinka, P. Potočnik: Diskretna matematika I, Ljubljana : Fakulteta za matematiko in fiziko, cop. 2019.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent se spozna z nekaterimi klasičnimi problemi kombinatorike in se jih nauči samostojno reševati.	Students familiarize themselves with some classical problems of combinatorics and learn how to independently solve them.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Poznavanje osnovnih pojmov iz klasične kombinatorike ter razumevanje osnovnih povezav med njimi. Osnovno znanje natančnega štetja objektov z določenimi lastnostmi iz dane množice. Uporaba: Uporaba diskretnih matematičnih struktur za predstavitev različnih objektov in procesov. Tovrstne predstavitve so nepogrešljive na primer pri obdelavi podatkov z računalniki. Refleksija: Povezovanje teoretičnih spoznanj s praktičnimi uporabami na primer v optimizaciji in pri programiranju. Sposobnost prepoznavanja problemov, ki jih lahko uspešno opišemo z diskretnimi matematičnimi modeli. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Poznavanje osnovnih prijemov za delo z diskretnimi matematičnimi strukturami. Natančnost pri razmišljanju in reševanju problemov. Sposobnost prebiranja strokovne literature iz diskretne matematike in sorodnih področij.	Knowledge and understanding: Knowledge about basic concepts from classical combinatoricsRF, and understanding of basic connections among them. Basic knowledge of exact counting of objects from a given set and with specific properties. Application: Use of discrete mathematical structures for representation of various objects and processes. Such representations play a key role in data processing with computers. Reflection: Connection of theoretical knowledge with applications, for instance in optimizations and computer programming. Capability of recognizing problems that could be successfully described by discrete mathematical models. Transferable skills: Knowledge about basic approaches regarding use of discrete mathematical structures. Exactness at thinking and problem solving. Capability of reading and understanding of expert literature on discrete mathematics and other closely related fields.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in vaje.	Lecture and exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Pisni in ustni izpit.	100,00 %	Written and oral exam.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Sandi Klavžar:
– IMRICH, Wilfried, KLAVŽAR, Sandi, RALL, Douglas F. Topics in graph theory : graphs and their Cartesian product. Wellesley (Mass.): A. K. Peters, 2008. XIV, 205 str., ilustr. ISBN 978-1-56881-429-2 [COBISS.SI-ID 14965081]
– BREŠAR, Boštjan, KLAVŽAR, Sandi, RALL, Douglas. Domination game and an imagination strategy. SIAM journal on discrete mathematics, ISSN 0895-4801, 2010, vol. 24, no. 3, str. 979-991 [COBISS.SI-ID 15648089]
– HAMMACK, Richard H., IMRICH, Wilfried, KLAVŽAR, Sandi. Handbook of product graphs, (Discrete mathematics and its applications). Boca Raton, London, New York: CRC Press, cop. 2011. XVIII, 518 str., ilustr. ISBN 978-1-4398-1304-1 [COBISS.SI-ID 15916121]
Matjaž Konvalinka:

– KONVALINKA, Matjaž, PAK, Igor. Geometry and complexity of O'Hara's algorithm. Advances in applied mathematics, ISSN 0196-8858, 2009, vol. 42, iss. 2, str. 157-175 [COBISS.SI-ID 15545945]
– KONVALINKA, Matjaž. Skew quantum Murnaghan-Nakayama rule. Journal of algebraic combinatorics, ISSN 0925-9899, 2012, vol. 35, no. 4, str. 519-545 [COBISS.SI-ID 16250713]
– KONVALINKA, Matjaž. On quantum immanants and the cycle basis of the quantum permutation space. Annals of combinatorics, ISSN 0218-0006, 2012, vol. 16, no. 2, str. 289-304 [COBISS.SI-ID 16310873]
Primož Potočnik:
– POTOČNIK, Primož. Edge-colourings of cubic graphs admitting a solvable vertex-transitive group of automorphisms. Journal of combinatorial theory. Series B, ISSN 0095-8956, 2004, vol. 91, no. 2, str. 289-300 [COBISS.SI-ID 13087321]
– POTOČNIK, Primož, SPIGA, Pablo, VERRET, Gabriel. Cubic vertex-transitive graphs on up to 1280 vertices. Journal of symbolic computation, ISSN 0747-7171, 2013, vol. 50, str. 465-477 [COBISS.SI-ID 16520537]
– POTOČNIK, Primož. Tetravalent arc-transitive locally-Klein graphs with long consistent cycles. European journal of combinatorics, ISSN 0195-6698, 2014, vol. 36, str. 270-281 [COBISS.SI-ID 16862041]

LINEARNA ALGEBRA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Linearna algebra
Course title:	Linear algebra
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	Celoletni	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039516
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27203

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
60		60			180	10

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Jakob Cimprič, izr. prof. dr. David Dolžan, izr. prof. dr. Klemen Šivic

Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Prvi semester (obveznosti za 5 ECTS): Vektorji v Rn. Osnove analitične geometrije. Matrike in determinante. Sistemi linearnih enačb. Osnovne algebraične structure. Vektorski prostori, linearna neodvisnost, baze. Linearne preslikave in njihove matrike. Drugi semester (obveznosti za 5 ECTS): Lastne vrednosti in lastni vektorji matrik. Diagonalizacija in Jordanova kanonična forma. Vektorski prostori s skalarnim produktom, ortonormirane baze. Adjungirana preslikava. Simetrične, normalne in ortogonalne matrike. Kvadratne forme. Krivulje in ploskve 2. reda.	First semester (5 ECTS) Vectors in Rn. Fundamentals of analytic geometry. Matrices and determinants. Systems of linear equations. Basic algebraic structures. Vector spaces, linear independence, bases. Linear transformations and their matrices. Second semester (5 ECTS) Eigenvalues and eigenvectors of matrices. Diagonalization and Jordan canonical form. Inner product spaces, orthonormal bases, adjoint of a linear transformation. Symmetric, normal and orthogonal matrices. Quadratic forms. Curves and surfaces of degree two.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Dobovišek, D. Kobal, B. Magajna: Naloge iz algebre I, Ljubljana : DMFA-založništvo, 2005, 2011, 2016.
2. J. Grasselli, A. Vadnal: Linearna algebra. Linearno programiranje, Ljubljana : DMFA - založništvo, 1994, 2003.
3. S. I. Grossman: Elementary linear algebra, 5th ed., Fort Worth : Saunders College, cop. 1994.
4. E. Kramar: Rešene naloge iz linearne algebre, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2003, 2013.
5. S. Lipschutz: Schaum's outline of theory and problems of linear algebra, New York : McGraw-Hill, cop. 1968, 1974.
6. B. Orel: Linearna algebra, 2. izd., Ljubljana : Založba FRI, 2017.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študentje spoznajo osnovne pojme iz linearne algebre, potrebne pri nadaljnjem študiju: osnove dvo- in tro-razsežne evklidske geometrije, matrično algebro, reševanje sistemov linearnih enačb, računanje s polinomi in osnovne elemente abstraktne algebre. Naučijo se matematičnega načina razmišljanja in pridobijo praktično in delovno znanje s področja linearne algebre.	Students get familiar with the basic concepts of linear algebra, necessary for further study: basics of two and three-dimensional euclidean geometry, matrix algebra, solving systems of linear equations, calculating with polynomials and basic elements of abstract algebra. They learn a mathematical way of thinking and achieve practical and working knowledge from the field of linear algebra.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Poznavanje in razumevanje osnovnih pojmov in postopkov linearne algebra. Sposobnost uporabe pridobljenega znanja v matematiki in drugod.	Familiarity with basic notions and algorithms of Linear algebra. Ability to apply the knowledge in mathematics and elsewhere.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge, konzultacije.	Lectures, tutorials, homework assignments, consultations.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način: pisni izpit, naloge	50,00 %	Type: Written exam, coursework
ustno izpraševanje	50,00 %	Oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Jakob Cimprič:
– CIMPRIČ, Jaka. Strict positivstellensätze for matrix polynomials with scalar constraints. Linear Algebra and its Applications, ISSN 0024-3795. [Print ed.], 2011, vol. 434, iss. 8, str. 1879-1883 [COBISS.SI-ID 15863385]
– CIMPRIČ, Jaka. Archimedean operator-theoretic Positivstellensätze. Journal of functional analysis, ISSN 0022-1236, 2011, vol. 260, iss. 10, str. 3132-3145 [COBISS.SI-ID 15997529]
– CIMPRIČ, Jaka. Real algebraic geometry for matrices over commutative rings. Journal of algebra, ISSN 0021-8693, 2012, vol. 359, str. 89-103 [COBISS.SI-ID 16315993]
Klemen Šivic:
- JELISIEJEW, Joachim, ŠIVIC, Klemen. Components and singularities of Quot schemes and varieties of commuting matrices. Journal für die Reine und Angewandte Mathematik. 2022, vol. 2022, iss. 788, str. 129-187. ISSN 0075-4102. [COBISS.SI-ID 117558275]
- BUCKLEY, Anita, ŠIVIC, Klemen. New examples of extremal positive linear maps. Linear algebra and its applications. Aug. 2020, vol. 598, str. 110-144. ISSN 0024-3795. [COBISS.SI-ID 16956675]
-KANDIĆ, Marko, ŠIVIC, Klemen. On the dimension of the algebra generated by two positive semicommuting matrices. Linear algebra and its applications. 2017, vol. 512, str. 136-161. ISSN 0024- 3795. [COBISS.SI-ID 17776985]

David Dolžan:
- DOLŽAN, David. The probability of zero multiplication in finite rings. Bulletin of the Australian Mathematical Society, ISSN 0004-9727, 2022, vol. 106, no. 1, str. 83-88. [COBISS-SI-ID 94750723]
- DOLŽAN, David. Bounds for the number of idempotents in finite rings. Communications in algebra, ISSN 0092-7872, 2021, vol. 49, no. 11, str. 4800-4807, 2021. [COBISS-SI-ID 65073923]
- DOLŽAN, David. Zero-divisor graph of direct products of matrices over semirings. Journal of algebra and its applications, ISSN 0219-4988, 2021, vol. 20, no. 5, 10 str. [COBISS-SI-ID 22818819]

MATEMATIČNO MODELIRANJE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Matematično modeliranje
Course title:	Mathematical Modelling
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039567
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27224

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	doc. dr. George Mejak, prof. dr. Emil Žagar
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljena predmeta Analiza 1 in Linearna algebra.	Completed courses Analysis 1 and Linear algebra.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Reševanje problemov s programskim paketom Matlab: osnove programskega paketa Matlab, delo z matrikami in polji, grafika, pisanje programskih in funkcijskih datotek, pregled osnovnih Matlabovih knjižnic (reševanje linearnih in nelinearnih sistemov enačb, optimizacija, numerično integriranje in reševanje diferencialnih enačb, delo z razpršenimi matrikami), uporaba programskega paketa Matlab pri reševanju preprostih problemov. Optimizacija: reševanje problemov, vezanih na iskanje ekstremov funkcij (diskretna verižnica, simetrična diskretna verižnica, simetrična verižnica s sodo in liho mnogo členki). Variacijski račun: problem brahistohrone, zvezna verižnica, posplošeni problem barhistohrone.	Problem solving using Matlab package: introduction into Matlab package, manipulation of matrices and arrays, graphics, writing scripts and functions, overview of basic Matlab toolboxes (numerical solution of sytems of linear and nonlinear equations, optimization, numerical integration and numerical solution of ordinary differential equations, sparse matrices), Matlab as a tool for solving some simple problems. Optimization: solving problems based on constrained optimization (discrete catenary, symmetric discrete catenary, symmetric discrete catenary having an odd or even number of segments). Calculus of variations: brachistochrone problem, catenary, minimal rotational surface. Simulations: basics of pseudorandom number generation and simple simulations.

Simulacije: osnove generiranja psevdonaključnih števil in preproste simulacije. Osnove računalniško podprtega geometrijskega oblikovanja: polinomske parametrične krivulje, Bernstein-Bezierjeva reprezentacija, de Casteljauov algoritem, zlepki Bezierjevih krivulj.	Basics of computer aided geometric design: parametric polynomial curves, Bernstein-Bezier representation, de Casteljau algorithm, Bezier spline curves.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. Jurčič-Zlobec, A. Berkopec: Matlab z uvodom v numerične metode, Ljubljana : Fakulteta za elektrotehniko, 2005.
2. D. E. Knuth: The art of computer programming. Vol. 2, Seminumerical algorithms, 3rd ed., Reading : Addison-Wesley, 1997, cop. 1998.
3. V. M. Tikhomirov: Stories about maxima and minima, Providence : American Mathematical Society : Mathematical Association of America, cop. 1990.
4. E. Zakrajšek: Matematično modeliranje, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2004.

B. Plestenjak: Razširjen uvod v numerične metode, DMFA-založništvo, Ljubljana, 2015.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Slušatelj spozna osnovne pristope za reševanje problemov matematičnega modeliranja, nauči se uporabljati Matlab kot orodje in kritično presojati dobljene rezultate. Podrobneje spozna nekaj problemov, ki temeljijo na iskanju ekstremov gladkih funkcij, problemov iz variacijskega računa, statistike in simulacij.	Slušatelj spozna osnovne pristope za reševanje problemov matematičnega modeliranja, nauči se uporabljati Matlab kot orodje in kritično presojati dobljene rezultate. Podrobneje spozna nekaj problemov, ki temeljijo na iskanju ekstremov gladkih funkcij, problemov iz variacijskega računa, statistike in simulacij.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Poznavanje osnov programiranja v programskem paketu Matlab. Sposobnost reševanja nekaterih preprostih problemov matematičnega modeliranja s pomočjo Matlaba. Poznavanje teoretičnih osnov za praktično iskanje ekstremov gladkih funkcij, reševanje nalog variacijskega računa ter izvajanje statističnih testov in simulacij. Uporaba: Uporaba programskega paketa Matlab kot orodja za reševanje preprostejših problemov, ki slonijo na matematičnih modelih. Refleksija: Razumevanje teorije na podlagi izkušenj praktičnega dela (programiranja). Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Spretnost uporabe računalnika, posebej paketa Matlab. Poznavanje osnovnih pristopov za reševanje matematičnih problemov in kritično presojanje rezultatov. Predmet nadgrajuje znanja iz mnogih predmetov študija matematike (analiza, algebra, programiranje ...)	Knowledge and understanding: Basic programming in Matlab. Capability of solving some simple problems of mathematical modelling using Matlab. Understandig of theoretical fundamentals to solve problems involving scalar field extrema, capability of solving problems in calculus of variations and skills in implementation of statistical simulations. Application: Using Matlab package as a tool for solving some simple problems arising from mathematical models. Reflection: Understanding theory through practical experiments (computer programme coding). Transferable skills: Capability of using computer software, particularly Matlab package. Understanding of basic approaches for solving mathematical problems and evaluation of results. The subject upgrades the knowledge obtained from several other subjects of mathematical studies (analysis, algebra, programming,…)

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
predavanja, vaje, domače naloge, laboratorijsko delo, konzultacije, samostojna izdelava projekta	Lectures, exercises, homework, laboratory work, consultations, individual projects

Načini ocenjevanja: **Delež/Weight** **Assessment:**

Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project): 2 homeworks and a project instead of written exam,
2 domači nalogi in projekt namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj,	50,00 %	written exam
izpit iz teorije	50,00 %	oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

George Mejak:
– MEJAK, George. Finite element solution of a model free surface problem by the optimal shape design approach. International journal for numerical methods in engineering, ISSN 0029-5981. [Print ed.], 1997, vol. 40, str. 1525-1550 [COBISS.SI-ID 9983833]
– MEJAK, George. Two scale finite element method. V: 21st International congress of theoretical and applied mechanics, August 15-21, 2004, Warsaw, Poland. ICTAM04 : abstracts and CD-ROM proceedings. Warszawa: IPPT PAN, 2004, str. 209 [COBISS.SI-ID 13216857]
– MEJAK, George. Eshebly tensors for a finite spherical domain with an axisymmetric inclusion. European journal of mechanics. A, Solids, ISSN 0997-7538. [Print ed.], 2011, vol. 30, iss. 4, str. 477-490 [COBISS.SI-ID 16025177]
Emil Žagar:
– JAKLIČ, Gašper, ŽAGAR, Emil. Curvature variation minimizing cubic Hermite interpolants. Applied mathematics and computation, ISSN 0096-3003. [Print ed.], 2011, vol. 218, iss. 7, str. 3918-3924 [COBISS.SI-ID 16049241]
– JAKLIČ, Gašper, KOZAK, Jernej, KRAJNC, Marjetka, VITRIH, Vito, ŽAGAR, Emil. An approach to geometric interpolation by Pythagorean-hodograph curves. Advances in computational mathematics, ISSN 1019-7168, 2012, vol. 37, no. 1, str. 123-150 [COBISS.SI-ID 16051289]
– JAKLIČ, Gašper, KOZAK, Jernej, KRAJNC, Marjetka, VITRIH, Vito, ŽAGAR, Emil. Hermite geometric interpolation by rational Bézier spatial curves. SIAM journal on numerical analysis, ISSN 0036-1429, 2012, vol. 50, no. 5, str. 2695-2715 [COBISS.SI-ID 16449369]

MODELIRANJE RAČUNALNIŠKIH OMREŽIJ

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modeliranje računalniških omrežij
Course title:	Computer Networks Modeling
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039625
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63257

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Miha Mraz
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina; Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predavanja: 1. Uvod (zahteve, strežniki, čakalne vrste, komunikacijska pot, ciklični proces simulacijske analize) 2. Teorija strežbe (Kendallova notacija, Littlovo pravilo, uporabnostni faktor, prostor stanj, časovni prostor, intenzivnost prihajanja in strežbe, rojstno smrtni proces, vzorčne strežne enote, strežba s prioriteto, strežne mreže) 3. Petrijeve in barvne Petrijeve mreže (definicija, drevo označitev, dosegljivost stanj, primeri modelov s področja računalništva in računalniških omrežij, varnost, omejenost, konservativnost)	**Lectures:** 1. Introduction (requests, servers, queues, communication path, cyclic process of simulation analysis) 2. Theory of service (Kendall's notation, Little's rule, utility factor, state space, time space, intensity of arrival and service, birth-death process, sample service units, priority service, service networks) 3. Petri and colored Petri nets (definition, marking tree, reachability of states, examples of models from the field of computer science and computer safeness, limitation, conservatism)

4. Metrike in orodja za ocenjevanje zmogljivosti omrežij (latenca, število skokov paketov, energetska efektivnost) 5. Pridobivanje vrednosti kvantitativnih spremenljivk omrežja 6. Kvalitativne metrik za ocenjevanje delovanja omrežij 7. Modeli generiranja prometa v računalniških omrežjih **Vaje:** Namen vaj pri navedenem predmetu je predvsem v predstavitvi uporabe zgoraj navedenih teoretičnih osnov na reševanju praktičnih problemov s področja računalniških omrežij. V ta namen se bodo uporabljala na vajah ustrezna programska orodja (npr. OpNet, NS2, OMNeT++, TETCOS, GTNetS, itd.).	4. 4. Metrics and tools for evaluating network performance (latency, number of packet hops, energy efficiency) 5. Obtaining the values of quantitative variables of the network 6. Qualitative metrics for evaluating network performance 7. Traffic generation models in computer networks **Laboratory courses:** Methods and approaches presented during the lectures will be demonstrated on practical computer network examples during the laboratory courses. Different software tools will be used such as OpNet, NS2, OMNeT++, TETCOS, GTNetS, etc.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. M. Mraz: Modeliranje računalniških omrežij (e-učbenik), 169 strani, https://ucilnica.fri.uni-lj.si/course/view.php?id=84, 2023
2. J.F.Shortle, J.M.Thomson, D.Gross, C.M.Harris: Fundamentals of queueing theory, John Wiley and Sons Inc., 2018
3. G.Giambene: Queueing theory and Telecommunications, Springer, 2021

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentom računalništva in informatike predstaviti osnovne metode izgradnje modelov in izvajanja simulacij z zornega kota računalniških omrežij. S teoretičnega vidika temelji predmet na splošni teoriji strežbe, ki študente seznanja s problematiko zahtev, strežnikov (resursov), čakalnih vrst, ozkih grl, itd. S praktičnega vidika bo študentom predstavljen prenos teoretičnih znanj na reševanje praktičnih problemov, do katerih prihaja na področju računalniških omrežij. Ostale kompetence: Razvoj spretnosti v analitičnem in sinteznem razmišljanju Praktično obvladovanje sestavnih delov računalniških sistemov za uspešno profesionalno delo Zmožnost razumevanja in reševanja profesionalnih problemov Zmožnost uporabe in nadgradnje znanja pri samostojnem delu	Objective of the course is to present the basics in modelling and simulation of computer networks to the students of computer and information science. The course is based on the theory of service which acknowledges the students with the terms such as demands, serving units (resources), queues, bottlenecks etc. Students will learn the practical values of theoretical knowledge on the problems that arise in the field of computer networks. Other competences: Developing skills in critical, analytical and synthetic thinking. Practical knowledge and skills of computer hardware, software and information technology necessary for successful professional work in computer and information science. The ability to understand and solve professional challenges in computer and information science. The ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific problems in computer and information science; the ability to upgrade acquired knowledge.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku tega predmeta bo študent: razumel osnovne koncepte modeliranja in simulacij, poznal osnove teorije strežbe, poznal osnove modeliranja delovanja komunikacijskih protokolov, sposoben oceniti ali pridobiti kvantitativne vrednosti modeliranega omrežja,	After the completion of the course a student will be able to: - understand the basics of modelling and simulation, - know the basics of service theory, - know the basics of the modelling of communication protocols,

sposoben identificirati sestavne dele omrežja in njegove zmogljivostne karakteristike sposoben postavitve modela računalniškega omrežja kot celote in ocene njegove zmogljivosti ter ozkih grl.	- will be capable to assess or acquire the quantitative properties of modelled network, - will be able to identify the composition of the network and its capabilities, - will be able to construct the model of a computer network and asses its capabilities and bottlenecks.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja bodo potekala ustno, vaje v obliki projektnega dela na konkretnih aplikativnih zgledih.	Lectures and oral presentations of the subject. Seminal work on real-life examples and problems.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project work)
Končno preverjanje (ustni izpit)	50,00 %	Final (oral exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. MOŠKON, Miha, PUŠNIK, Žiga, STANOVNIK, Lidija, ZIMIC, Nikolaj, MRAZ, Miha. A computational design of a programmable biological processor. *Biosystems*. Nov. 2022, vol. 221, str. 1-12.
2. REŽEN, Tadeja, MARTINS, Alexandre, MRAZ, Miha, ZIMIC, Nikolaj, ROZMAN, Damjana, MOŠKON, Miha. Integration of omics data to generate and analyse COVID-19 specific genome-scale metabolic models. *Computers in Biology and Medicine*. [Print ed.]. Jun. 2022, vol. 145, str. 1-10.
3. MOŠKON, Miha, MRAZ, Miha. Programmable evolution of computing circuits in cellular populations. *Neural computing & applications*. Nov. 2022, vol. 34, iss. 21, str. 19239-19251.
4. WALAKIRA, Andrew, ROZMAN, Damjana, REŽEN, Tadeja, MRAZ, Miha, MOŠKON, Miha. Guided extraction of genome-scale metabolic models for the integration and analysis of omics data. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 2021, vol. 19, str. 3521-3530.
5. BORDON, Jure, MOŠKON, Miha, ZIMIC, Nikolaj, MRAZ, Miha. Semi-quantitative modelling of gene regulatory processes with unknown parameter values using fuzzy logic and Petri nets. *Fundamenta informaticae*. 2018, vol. 160, no. 1/2, str. 81-100.

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu.

MODULSKI IZBIRNI PREDMET 1/3

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modulski izbirni predmet 1/3
Course title:	
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0101002
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	0012

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:
	Vaje/Tutorial:

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

MODULSKI IZBIRNI PREDMET 2/3

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modulski izbirni predmet 2/3
Course title:	
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0101003
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	0013

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:
	Vaje/Tutorial:

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

MODULSKI IZBIRNI PREDMET 3/3

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Modulski izbirni predmet 3/3
Course title:	
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0101005
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	0014

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:
	Vaje/Tutorial:

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

MULTIMEDIJSKI SISTEMI

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Multimedijski sistemi
Course title:	Multimedia Systems
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Multimedija, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039617
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63270

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	izr. prof. dr. Luka Čehovin Zajc
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Angleščina, Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Angleščina, Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predavanja: 1. Pregled področja Multimedijskih sistemov in izzivi 2. Manipulacija slikovnih gradiv 3. Manipulacija video podatkov in standardi zapisa video podatkov 4. Pridobivanje informacij s tekstom 5. Arhitektura sistema za pridobivanje multimedijskih informacij 6. Evalvacija multimedijskih sistemov za pridobivanje informacij 7. Metode za avtomatsko opisovanje vsebine slik	**Lectures:** 1. Introduction to multimedia, overview of the field and challenges 2. Manipulation of image data 3. Video standards and manipulation of video data 4. Text-based information retrieval 5. Architecture of multimedia information retrieval 6. Evaluation of multimedia systems for information retrieval 7. Automatic image content description 8. Segmentation of image content 9. Segmentation of video content

8. Razgradnja slikovne informacije 9. Razgradnja video informacije 10. Interaktivni mediji in obogatena resničnost v multimedijskem sistemu 11. Standardi za brezizgubno stiskanje multimedijskih vsebin 12. Standardi za izgubno stiskanje multimedijskih vsebin **Vaje in seminar:** Vaje bodo potekale v obliki projektno-orientiranih nalog in seminarjev v primerno opremljenih študentskih laboratorijih. Študentje v okviru projektov samostojno implementirajo algoritme, ki jih obravnavamo na predavanjih in jih preizkušajo na različnih naborih podatkov zajetih z različnimi senzorskimi sistemi. Sprotno in obvezno delo na projektih omogoča poglobljeno in kritično razumevanje obravnavane tematike, spodbuja pa tudi samostojno mišljenje in kreativnost.	10. Interactive media and augmented reality in multimedia systems 11. Lossless compression standards in multimedia 12. Lossy compression standards in multimedia **Exercises and seminar:** Exercises will take a form of project-oriented exercises and seminars in properly equipped student laboratories. Students will implement various algorithms, that will be covered in lectures, and test them on different datasets using a variety of sensor systems. Exercises will support an in-depth understanding of the theory. They will also encourage independent thinking and creativity.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Obvezna:

- Mark S. Li Ze-Nian and Drew, Fundamentals of Multimedia, Prentice-Hall of India (2005)
- C. D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press. 2008

Dopolnilna:

- **A. Del Bimbo: Visual Information Retrieval, Morgan Kaufmann 1999, ISBN 1-55860-624-6.**

Članki iz revij, kot npr. IEEE Multimedia. (dostopno na spletu)

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Multimedijski sistemi so nepogrešljiv del sodobnih informacijskih tehnologij. Študenti naj bi v okviru tega predmeta pridobili znanja in veščine potrebne za uporabo, načrtovanje in razvoj multimedijskih sistemov. Obravnavani bodo problemi učinkovitih predstavitev in obdelave več predstavitvenih podatkov, kot so besedilo, grafika, animacije, slike in video. Polega tega bodo študenti osvojili naslednje kompetence: Sposobnost razumevanja in reševanja strokovnih izzivov s področja računalništva in informatike Sposobnost strokovne komunikacije v materinem in tujem jeziku. Sposobnost neodvisnega reševanja tako manj zahtevnih kakor kompleksnih inženirskih in organizacijskih problemov iz ozkih področji, kakor tudi specifičnih dobro definiranih problemov s področja računalništva in informatike.	Multimedia systems are an indispensable part of modern information technology. In the framework of this course, the students will acquire knowledge and skills needed for use, design and development of multimedia systems. The course will also deal with the problems related to efficient representations and processing multimedia data, such as text, graphics, animations, images, and video. In addition, the students will obtain the following competences: • The ability to understand and solve professional challenges in computer and information science. • The ability of professional communication in the native language as well as a foreign language. • The ability to independently perform both less demanding and complex engineering and organisational tasks in certain narrow areas and independently solve specific well-defined tasks in computer and information science.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku predmeta naj bi študenti: - razumeli osnove razgradnje in preoblikovanja slik za uporabo v informacijskih in multimedijskih sistemih, - razumeli osnove sistemov za pridobivanje informacij na podlagi teksta,	After completing this course a students will be able to: - understand the basics of image decomposition and transformation for use in infomation and multimedia systems,

- bili sposobni implementirati sisteme za avtomatsko razgradnjo videa in sisteme za poizvedovanje po video vsebini, - razumeli osnovne postopke stiskanja slik in videa, ki se uporabljajo v standardnih kodekih. - razumeli osnove obogatene resničnosti in bili sposobni načrtovati sisteme obogatene resničnosti z markerjem. - poznal algoritmično ozadje računalniških tehnologij in računalniških metodologij značilne za mnoge aplikacije multimedijskih sistemov.	- understand the basics of text-based information retrieval systems, - implement systems for automatic video decomposition and video querying, - understand the basics of image and video compression used in standard codecs, - understand the basics of augmented reality and be able to design marker-based augmented reality systems, - know the algorithmic background of computer technologies and methodologies specific for modern multimedia applications.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje v računalniški učilnici z aktivnim sodelovanjem. Individualno delo na vajah. Teorija s predavanj se praktično analizira na vajah. Poseben poudarek je na sprotnem študiju in sprotnem delu pri vajah.	Lectures, laboratory exercises in computer classroom with active participation. Individual work on excercises. Theory from the lectures made concrete with hands-on laboratory exercises. Special emphasis will be put on continuous assessment at exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, vaje):		Type (examination, oral, laboratory exercises):
Sprotno preverjanje (domače naloge in laboratorijske vaje)	50,00 %	Continuing (homework and laboratory exercises)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

LUKEŽIČ, Alan, ČEHOVIN ZAJC, Luka, VOJÍŘ, Tomáš, MATAS, Jiří, KRISTAN, Matej. Performance evaluation methodology for long-term single-object tracking. IEEE transactions on cybernetics. [Print ed.]. 2020, vol. , no. , str. 1-14, ilustr. ISSN 2168-2267. [COBISS.SI-ID 1538564803]
ČEHOVIN ZAJC, Luka. TraX : the visual Tracking eXchange protocol and library. Neurocomputing. [Print ed.]. Oct. 2017, vol. 260, str. 5-8, ilustr. ISSN 0925-2312. [COBISS.SI-ID 1537470147],
LUKEŽIČ, Alan, ČEHOVIN ZAJC, Luka, KRISTAN, Matej. Deformable parts correlation filters for robust visual tracking. *IEEE transactions on cybernetics*, ISSN 2168-2267, 2017, vol. , no. , str. 1-13, [COBISS.SI-ID 1537625283],
KRISTAN, Matej, MATAS, Jiří, LEONARDIS, Aleš, VOJÍŘ, Tomáš, PFLUGFELDER, Roman, FERNÁNDEZ, Gustavo, NEBEHAY, Georg, PORIKLI, Fatih, ČEHOVIN ZAJC, Luka. A novel performance evaluation methodology for single-target trackers. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, ISSN 0162-8828. [Print ed.], Nov. 2016, vol. 38, no. 11, str. 2137-2155, [COBISS.SI-ID 1536872643]
KRISTAN, Matej, LEONARDIS, Aleš. Online discriminative kernel density estimator with Gaussian kernels. *IEEE transactions on cybernetics*, vol. 44, (3), 2014, str. [355-365], [COBISS.SI-ID 9907284]
ČEHOVIN, Luka, KRISTAN, Matej, LEONARDIS, Aleš. Robust visual tracking using an adaptive coupled-layer visual model. *IEEE trans. pattern anal. mach. intell.*. [Print ed.], 2012, str. [1-14], [COBISS.SI-ID 9431124]
Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=32801.

NUMERIČNE METODE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Numerične metode
Course title:	Numerical methods
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039531
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27215

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		45			120	7

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Marjetka Knez, Bor Plestenjak, prof. dr. Emil Žagar
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v numerično računanje. Izvori napak pri numeričnem računanju. Občutljivost problemov, konvergenca metod in stabilnost računskih procesov. Ocena za celotno napako. Reševanje nelinearnih enačb. Bisekcija. Splošna iteracija. Tangentna in sekantna metoda. Reševanje algebraičnih enačb. Reševanje sistemov nelinearnih enačb. Splošna iteracija. Newtonova metoda. Reševanje sistemov linearnih enačb. Vektorske in matrične norme. Občutljivost. Ocena za napako. Gaussova eliminacijska metoda. Pivotiranje. Posebni linearni sistemi. Linearni problem najmanjših kvadratov. Predoločeni sistemi. Normalni sistem. Ortogonalni razcep. Givensove rotacije in Householderjeve transformacije. Singularni razcep. Pseudoinverz.	Introduction to numerical computations. Sources of errors in numerical computing. Stability of problems, convergence of methods and stability of computational processes. Error bounds. Solving of nonlinear systems. Bisection. Iteration. Tangent and secant method. Solving of algebraic equations. Solving systems of nonlinear equations. Iteration. Newton method. Solving of systems of linear equations. Vector and matrix norms. Stability. Error bounds. Gauss elimination. Pivoting. Special linear systems. Linear least squares problem. Predetermined systems. Normal equations. QR decomposition. Givens rotations and Householder reflections. Singular value decomposition. Pseudoinverse. SVD applications. Regularization. Nonlinear least square problem.

Uporaba singularnega razcepa. Regularizacija. Nelinearni problem najmanjših kvadratov. Računanje z večdimenzionalnimi matrikami (tenzorji). Predstavitev različnih formatov in metod za aproksimacijo s tenzorji nizkega ranga.	Computation with multidimensional matrices (tensors). Introduction to different forms and methods for approximation with low rank tensors.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. B. N. Datta: Numerical linear algebra and applications, Pacific Grove : Brooks/Cole : International Thomson Publ., cop. 1994.
2. J. W. Demmel (prevod in priredba E. Zakrajšek): Uporabna numerična linearna algebra, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2000.
3. G. H. Golub, C. F. Van Loan: Matrix Computations, 3rd ed., Baltimore : The Johns Hopkins University Press, cop. 1996.
4. M. T. Heath: Scientific computing : an introductory survey, 2nd ed., Boston : McGraw-Hill, cop. 2002.
5. B. Plestenjak: Razširjen uvod v numerične metode, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2015.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnove numeričnega računanja in dopolni poznavanje analitičnih metod za reševanje nelinearnih enačb in sistemov linearnih enačb z nekaterimi najbolj znanimi numeričnimi metodami. Pri vajah in z domačimi nalogami se pridobljeno znanje praktično utrdi kot tudi spozna programsko opremo, namenjeno predvsem numeričnem računanju.	Student learns basic facts on numerical computation and analytical methods for solving nonlinear equations and systems of linear equations with some of well known numerical methods. In tutorial and homework the gained knowledge is increased and computer software, used by numerical computations, is applied.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje računanja s plavajočo vejico in izvorov napak pri numeričnem računanju. Obvadanje osnovnih algoritmov za reševanje linearnih in nelinearnih sistemov. Znanje programiranja in uporabe Matlaba oz. drugih sorodnih orodij za reševanje tovrstnih problemov.	Knowledge and understanding: Understanding of computation in floating point arithmetics and causes of errors in numerical computations. Knowledge of basic algorithms for solving systems of linear equations and systems of nonlinear equations. Programming and use of Matlab and other similar tools for solving these kinds of problems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge, konzultacije.	Lectures, tutorial, homework, consultations.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt)		Type (examination, oral, coursework, project):
pisni izpit	30,00 %	written exam
ustni izpit	50,00 %	oral exam
2 domači nalogi	20,00 %	2 homeworks

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Marjetka Knez:

– KOZAK, Jernej, KRAJNC, Marjetka. Geometric interpolation by planar cubic polynomial curves. Computer Aided Geometric Design, ISSN 0167-8396, 2007, vol. 24, no. 2, str. 67-78 [COBISS.SI-ID 14227545]
– KRAJNC, Marjetka. Interpolation scheme for planar cubic G [sup] 2 spline curves. Acta applicandae mathematicae, ISSN 0167-8019, 2011, vol. 113, no. 2, str. 129-143 [COBISS.SI-ID 16215385]
– KRAJNC, Marjetka, VITRIH, Vito. Motion design with Euler-Rodrigues frames of quintic Pythagorean-hodograph curves. Mathematics and computers in simulation, ISSN 0378-4754. [Print ed.], 2012, vol. 82, iss. 9, str. 1696-1711 [COBISS.SI-ID 1024447572]
Bor Plestenjak:
– MUHIČ, Andrej, PLESTENJAK, Bor. On the quadratic two-parameter eigenvalue problem and its linearization. Linear Algebra and its Applications, ISSN 0024-3795. [Print ed.], 2010, vol. 432, iss. 10, str. 2529-2542 [COBISS.SI-ID 15469913]
– PLESTENJAK, Bor, GHEORGHIU, C. I., HOCHSTENBACH, Michiel E. Spectral collocation for multiparameter eigenvalue problems arising from separable boundary value problems. Journal of computational physics, ISSN 0021-9991, 2015, vol. 298, str. 585-601 [COBISS.SI-ID 17347417]
– MEERBERGEN, Karl, PLESTENJAK, Bor. An Sylvester-Arnoldi type method for the generalized eigenvalue problem with two-by-two operator determinants. Numerical linear algebra with applications, ISSN 1070-5325, 2015, vol. 22, iss. 6, str. 1131-1146 [COBISS.SI-ID 17494105]
Emil Žagar:
– JAKLIČ, Gašper, KOZAK, Jernej, KRAJNC, Marjetka, VITRIH, Vito, ŽAGAR, Emil. An approach to geometric interpolation by Pythagorean-hodograph curves. Advances in computational mathematics, ISSN 1019-7168, 2012, vol. 37, no. 1, str. 123-150 [COBISS.SI-ID 16051289]
– JAKLIČ, Gašper, KOZAK, Jernej, KRAJNC, Marjetka, VITRIH, Vito, ŽAGAR, Emil. Hermite geometric interpolation by rational Bézier spatial curves. SIAM journal on numerical analysis, ISSN 0036-1429, 2012, vol. 50, no. 5, str. 2695-2715 [COBISS.SI-ID 16449369]
– KOVAČ, Boštjan, ŽAGAR, Emil. Some new G[sup]1 quartic parametric approximants of circular arcs. Applied mathematics and computation, ISSN 0096-3003. [Print ed.], 2014, vol. 239, str. 254-264 [COBISS.SI-ID 17031769]

NUMERIČNE METODE 2

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Numerične metode 2
Course title:	Numerical Methods 2
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039568
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27225

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		35			85	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Marjetka Knez, Bor Plestenjak
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljena predmeta Analiza 1 in Linearna algebra.	Completed courses Analysis 1 and Linear algebra.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Nesimetrični problem lastnih vrednosti. Schurova forma. Potenčna metoda. Inverzna potenčna metoda. QR-iteracija. Simetrični problem lastnih vrednosti. Občutljivost. Tridiagonalna QR-iteracija. Rayleighev kvocient. Jacobijeva metoda. Posplošeni problemi lastnih vrednosti. Računanje singularnega razcepa. QR-iteracija za bidiagonalno matriko. Jacobijeva metoda. Aproksimacija podatkov. Metoda najmanjših kvadratov. Aproksimacija periodičnih podatkov. Konstrukcija empiričnih formul. Interpolacija s polinomi. Lagrangeeva oblika interpolacijskega polinoma. Linearna interpolacija. Zaporedne linearne interpolacije. Deljene diference. Newtonova oblika interpolacijskega polinoma. Numerično odvajanje.	Nonsymmetric eigenvalue problem. Schur form. Power iteration. Inverse iteration. QR iteration. Symmetric eigenvalue problem. Condition numbers. Tridiagonal QR iteration. Rayleigh quotient. Jacobi method. Genearlized eigenvalue problem. Singular value decomposition computation. QR iteration for bidiagonal matrices. Jacobi method. Data approximation. Least squares problems. Approximation of periodic data. Construction of empirical formulas. Polynomial interpolation. Lagrange interpolation. Linear interpolation. Successive linear interpolation. Divided differences. Newton interpolation. Numerical differentiation. Numerical integration. Newton-Cotes rules. Composite rules. Romberg extrapolation. Gaussian quadrature.

Numerično integriranje. Newton-Cotesova pravila. Sestavljena pravila. Rombergova ekstrapolacija. Gaussova kvadraturna pravila. Numerično reševanje navadnih diferencialnih enačb. Metode za reševanje enačb prvega reda. Enokoračne metode. Metode tipa Runge-Kutta.Večkoračne metode. Robni problemi.	Numerical methods for ordinary differential equations. Methods for initial value problems. One-step methods. Runge-Kutta methods. Multi-step methods. Boundary problems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Z. Bohte: Numerične metode, Ljubljana : Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS : Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, 1985, 1987.
2. R. L. Burden, J. D. Faires: Numerical analysis, 6th ed., Pacific Grove (Canada) : Brooks/Cole Publ. : ITP An International Thompson Publishing Company, cop. 1997.
3. B. N. Datta: Numerical linear algebra and applications, Pacific Grove : Brooks/Cole : International Thomson Publ., cop. 1994.
4. J. W. Demmel (prevod in priredba E. Zakrajšek): Uporabna numerična linearna algebra, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2000.
5. D. Kincaid, W. Cheney: Numerical analysis : mathematics of scientific computing, 2nd ed., Pacific Grove (California) : Brooks/Cole Publishing Company, 1996.
6. L. N. Trefethen, D. Bau: Numerical linear algebra, Philadelphia : SIAM, cop. 1997.
7. E. Zakrajšek: Uvod v numerične metode, 2. popravljena izd., Ljubljana : Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, 2000.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnovne metode za reševanje problemov lastnih vrednosti in osnovne metode v numerični aproksimaciji in interpolaciji, numeričnem integriranju ter numeričnem reševanju navadnih diferencialnih enačb. Pri vajah in z domačimi nalogami pridobljeno znanje praktično utrdi.	Students learn basic numerical methods for eigenvalue computation, polynomial approximation and interpolation, numerical quadrature, and methods for the ordinary differential equations. The acquired knowledge is consolidated by exercises and homework assignements.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Obvladanje osnovnih numeričnih algoritmov za računanje lastnih vrednosti, interpolacijo, integriranje, in reševanje diferencialnih enačb. Znanje programiranja in uporabe programskega paketa Matlab oziroma drugih sorodnih orodij za reševanje tovrstnih problemov. Uporaba: Ekonomično in natančno numerično reševanje različnih matematičnih problemov. Poleg matematike se uporablja še v številnih preostalih področjihm, vsakič ko je mogoče problem opisati z matematičnim modelom in se išče rezultat v numerični obliki. Številnih problemov se ne da rešiti analitično, temveč le numerično, v nekaterih primerih pa je numerično reševanje mnogo bolj ekonomično od analitičnega. Refleksija: Razumevanje teorije na podlagi primerov in uporabe. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Izbira primerne metode, reševanje problema, analiza doseženega rezultata na primerih. Spretnost uporabe računalnika pri reševanju matematičnih problemov. Razumevanje razlik med eksaktnim in numeričnim računanjem. Predmet konstruktivno nadgrajuje znanja algebre in analize.	Knowledge and understanding: Understanding of basic numerical methods for eigenvalue computation, interpolation, quadrature, and methods for the ordinary differential equations. Knowledge of computer programming and Matlab or other similar software for solving such problems. Application: Economical and accurate numerical solution of various mathematical problems. In addition to mathematics, numerical methods are used in many other fields when the problem can be described by a mathematical model and a result in a numerical form is required. Many problems can not be solved analytically but only numerically. Also, in some cases, the numerical solution is much more economical than the analytical one. Reflection: Understanding of the theory from the applications. Transferable skills: The ability to select an appropriate method, solve a problem, and analize the obtained results. The ability to solve mathematical problems using a computer. Understanding the differences between the exact and the numerical computation. The subject enriches constructively the knowledge of algebra and analysis.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, laboratorijske vaje, domače naloge, konzultacije	Lectures, lab exercises, homework, consultations

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	work)Final (written and oral exam)

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Marjetka Knez:
– KOZAK, Jernej, KRAJNC, Marjetka. Geometric interpolation by planar cubic polynomial curves. Computer Aided Geometric Design, ISSN 0167-8396, 2007, vol. 24, no. 2, str. 67-78 [COBISS.SI-ID 14227545]
– KRAJNC, Marjetka. Interpolation scheme for planar cubic G [sup] 2 spline curves. Acta applicandae mathematicae, ISSN 0167-8019, 2011, vol. 113, no. 2, str. 129-143 [COBISS.SI-ID 16215385]
– KRAJNC, Marjetka, VITRIH, Vito. Motion design with Euler-Rodrigues frames of quintic Pythagorean-hodograph curves. Mathematics and computers in simulation, ISSN 0378-4754. [Print ed.], 2012, vol. 82, iss. 9, str. 1696-1711 [COBISS.SI-ID 1024447572]
Bor Plestenjak:
– PLESTENJAK, Bor. Numerical methods for the tridiagonal hyperbolic quadratic eigenvalue problem. V: Fifth international workshop on accurate solution in eigenvalue problems : hagen, Germany from June 29 to July 1, 2004. Philadelphia: SIAM, 2006, vol. 28, no. 4, str. 1157-1172 [COBISS.SI-ID 14367833]
– MUHIČ, Andrej, PLESTENJAK, Bor. On the quadratic two-parameter eigenvalue problem and its linearization. Linear Algebra and its Applications, ISSN 0024-3795. [Print ed.], 2010, vol. 432, iss. 10, str. 2529-2542 [COBISS.SI-ID 15469913]
– GHEORGHIU, C. I., HOCHSTENBACH, Michiel E., PLESTENJAK, Bor, ROMMES, Joost. Spectral collocation solutions to multiparameter Mathieu's system. Applied mathematics and computation, ISSN 0096-3003. [Print ed.], 2012, vol. 218, iss. 24, str. 11990-12000 [COBISS.SI-ID 16484185]

OPTIMIZACIJSKE METODE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Optimizacijske metode
Course title:	Optimization Methods
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039526
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27210

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		45			120	7

Nosilec predmeta/Lecturer:	izr. prof. dr. Arjana Žitnik
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Optimizacijske naloge in problemi, primeri, podobne in enakovredne naloge, • rešljivost, globalni in lokalni ekstremi, • lokalna optimizacija, konveksnost, reševanje v Rn, sedla, prirejene in dualne naloge, • Lagrangeova prirejenost, Karush-Kuhn-Tuckerjev izrek, numerični postopki, kazenske metode, • linearno programiranje, metoda simpleksov, dualne naloge, • diskretne optimizacijske naloge, zahtevnost problemov, pristopi k reševanju diskretnih nalog, • primeri (predavatelj izbere nekatere izmed naslednjih tem: najcenejši razvoz, pretoki po omrežju, prirejanja in pokritja, barvanje grafov, razvrščanje v skupine, ...).	Optimization problems, examples, similar and equivalent problems • solvability, global and local extrema, • local optimization, convex problems, solving in Rn, saddle points, associated and dual problems, • Lagrange duality, Karush-Kuhn-Tucker theorem, numerical algorithms, penalty methods, • linear programming, simplex method, dual problem, • discrete optimization problems, complexity, approaches to solving discrete optimization problems, examples (the lecturer chooses some of the following topics: transshipment problem, network flow, matchings and coverings, graph colorings, clustering...).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. S. Boyd, L. Vandenberghe: Convex optimization, Cambridge : Cambridge University Press, 2005.
2. V. Chvátal: Linear Programming, New York : Freeman and Company, cop. 1983.
3. B. Korte, J. Vygen: Combinatorial optimization: theory and algorithms, 4th ed., Berlin : Springer, cop. 2008.
4. J. Matoušek, B. Gärtner: Understanding and using linear programming, Berlin : Springer, cop. 2007.
5. C. H. Papadimitriou, K. Steiglitz: Combinatorial optimization : algorithms and complexity, Mineola : Dover, cop. 1998.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Podati v poenoteni obliki osnovna znanja o ``zvezni'' in kombinatorični optimizaciji.	To provide a basic knowledge on ``continuous'' and combinatorial optimization in a unified way.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Študent pridobi osnovno znanje o zvezni in kombinatorični optimizaciji. Obvlada temeljne optimizacijske postopke in jih zna uporabiti ob pomoči računalnika. Uporaba: Reševanje optimizacijskih problemov v vsakdanjem življenju. Refleksija: Pomen ustreznega modeliranja problemov iz uporabe za njihovo učinkovito reševanje. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Sposobnost predstavitve različnih praktičnih problemov v obliki matematičnih optimizacijskih nalog. Veščina uporabe izbranega programskega orodja za reševanje osnovnih optimizacijskih problemov.	Knowledge and understanding: The student obtains basic knowledge about continuous and combinatorial optimization. He or she is familiar with basic optimization methods and knows how to solve them with a computer. Application: Solving optimization problems from real life. Reflection: The importance of modelling of problems for their effective resolution. Transferable skills: The ability to present various everyday problems in the form of mathematical optimization tasks. Ability to use computer programs to solve basic optimization problems

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
predavanja, vaje, domače naloge, konzultacije	lectures, exercises, homeworks, consultations

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt)		Type (examination, oral, coursework, project):
domače naloge ali projekt	10,00 %	homeworks or project
pisni izpit	45,00 %	written exam
ustni izpit	45,00 %	oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Arjana Žitnik:
MILANIČ, Martin, PISANSKI, Tomaž, ŽITNIK, Arjana. Dilation coefficient, plane-width, and resolution coefficient of graphs. Monatshefte für Mathematik, ISSN 0026-9255, 2013, vol. 170, no. 2, str. 179-193. [COBISS.SI-ID 1024499540]
PISANSKI, Tomaž, ŽITNIK, Arjana. Representing graphs and maps. V: BEINEKE, Lowell W. (ur.), WILSON, Robin J. (ur.). Topics in topological graph theory, (Encyclopedia of mathematics and its applications, ISSN 0953-4806, 128). Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, cop. 2009, str. 151-180. [COBISS.SI-ID 15227481]
ŽITNIK, Arjana. Series parallel extensions of plane graphs to dual-eulerian graphs. Discrete Mathematics, ISSN 0012-365X. [Print ed.], 2007, vol. 307, iss. 3-5, str. 633-640. [COBISS.SI-ID 14183769]

OSNOVE DIGITALNIH VEZIJ

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove digitalnih vezij
Course title:	Introduction to Digital Circuits
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039580
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63204

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Nikolaj Zimic
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:
	Vaje/Tutorial:

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
predavanja: 1. Realizacija avtomatov 2. Osnove VHDL 3. Programabilna logična vezja 4. Boolova algebra 5. Preklopne funkcije in preklopna vezja 6. Funkcijsko polni sistemi 7. Minimizacija preklopnih funkcij 8. Strukturalna preklopna vezja (kodirnik, dekodirnik, multiplekser, ROM, ...) 9. Aritmetično logična vezja 10. Sekvenčna vezja 11. Načrtovanje avtomatov	**lectures:** 1. Boolean algebra 2. Switching functions and circuits 3. Functionally complete logic systems 4. Circuit minimization 5. Structural switching circuits (coder, decoder, multiplexer, ROM, ...) 6. Arithmetical and logical circuits 7. Sequential circuits 8. Automata design 9. Automata realization 10. VHDL basics 11. Programmable logic circuits

Temeljna literatura in viri/Readings:

Osnovna:
J. Virant, Logične osnove odločanja in pomnjenja v računalniških sistemih, Ljubljana: Fakulteta za računalništvo in informatiko, 1996, ISBN 961-6209-01-9.
I. Lebar Bajec, Preklopne strukture in sistemi: zbirka rešenih primerov in nalog z rešitvami, Ljubljana: Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2002, ISBN 961-6209-31-0.
M. Moškon, Priprave na vaje za predmet Osnove digitalnih vezij, 2016, elektronska različica
M. Morris R. Mano, Michael D. Ciletti, Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL, VHDL, and SystemVerilog (6th Edition), 2017, 0134549899

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študenti v okviru tega predmeta pridobijo osnovna znanja s področja digitalne logike. Spoznajo se z osnovnimi gradniki v računalništvu ter ustrezno logično obravnavo le-teh. Seznanijo se s časom v preklopnih strukturah in sistemih, pomnilnimi celicami in osnovami avtomatov.	The object of this course is mastering and understanding efficient practical solutions and gaining a thorough understanding of digital logic, time in digital domain, memory cell and basic of the automaton.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Po uspešnem zaključku tega predmeta bo študent zmožen: izkazati znanje in razumevanje osnovnih principov digitalne logike, uporabljati postopke minimizacije preklopnih funkcij, razumeti in uporabiti strukturalen zapis logičnih funkcij, uporabiti aritmetično-logična vezja kot gradnike, razumeti delovanje sekvenčnih vezij, analizirati delovanje avtomata, realizirati avtomat z logičnimi vezji. Uporaba: Uporaba osnovnih orodij za načrtovanje vezij in izdelava enostavnih logičnih sklopov. Refleksija: Spoznavanje in razumevanje uglašenosti med teorijo in njeno aplikacijo na konkretnih primerih s enostavnih logičnih in sekvenčnih vezij. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: Uporaba binarne logike. Načrtovanje in izgradnja enostavnih digitalnih vezij.	Knowledge and understanding: After successful completion of the course, students should be able to: understand the basic principles of digital logic, use techniques for minimizing switching functions, understand and apply a structural logic functions, use arithmetic logic circuits like building blocks, understand the operation of sequential logical circuits, analyze the operation of the state automaton, realize an automaton with logical circuits. Application: Using basic tools for circuit development and realization. Reflection: Comprehension and understanding of the basics of digital circuits design. Transferable skills: Boolean logic concepts. Basic digital circuits design.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje.	Lectures, lab practice.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

VASYLCHENKOVA, Anastasiia, MRAZ, Miha, ZIMIC, Nikolaj, MOŠKON, Miha. Classical mechanics approach applied to analysis of genetic oscillators. IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics, ISSN 1545-5963. [Print ed.], May/Jun. 2017, vol. 14, no. 3, str. 721-727,
BORDON, Jure, MOŠKON, Miha, ZIMIC, Nikolaj, MRAZ, Miha. Fuzzy logic as a computational tool for quantitative modelling of biological systems with uncertain kinetic data. IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics, ISSN 1545-5963. [Print ed.], 2015, vol. 12, no. 5, str. 1199-120
PETRONI, Mattia, ZIMIC, Nikolaj, MRAZ, Miha, MOŠKON, Miha. Stochastic simulation algorithm for gene regulatory networks with multiple binding sites. Journal of computational biology, ISSN 1066-5277. [Print ed.], Mar. 2015, vol. 22, no. 3, str. 218-226,
ŠOBERL, Domen, ZIMIC, Nikolaj, LEONARDIS, Aleš, KRIVIC, Jaka, MOŠKON, Miha. Hardware implementation of FAST algorithm for mobile applications. Journal of signal processing systems for signal, image, and video technology, ISSN 1939-8018. [Print ed.], 2015, vol. 79, no. 3, str. 247-256,
PEČAR, Primož, MRAZ, Miha, ZIMIC, Nikolaj, JANEŽ, Miha, LEBAR BAJEC, Iztok. Solving the ternary quantum-dot cellular automata logic gate problem by means of adiabatic switching. *Japanese journal of applied physics*, ISSN 0021-4922, 2008, vol. 47, no. 6, str. 5000-5006

OSNOVE PODATKOVNIH BAZ

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove podatkovnih baz
Course title:	Basics of Databases
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039591
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63208

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Marko Bajec
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
predavanja: I. Uvod v PB 1. Zgodovina področja; 2. Sistemi za upravljanje s PB (SUPB); 3. Vrste SUPB; 4. Vloge pri upravljanju PB; II. Opisovanje, shranjevanje ter poizvedovanje v PB 5. tri-nivojska predstavitev podatkov; 6. Shramba in indeksiranje podatkov; 7. Formalni poizvedovalni jeziki; 8. Osnove SQL; 9. Predstavitev QBE; 10. XML PB in XQuery;	**lectures:** I. Introduction to DB 1. History of data bases; 2. DB management systems (DBMS); 3. Types of DBMS; 4. Roles in DB Management; II. Describing, Storing and Querying data in DB 5. 3-tire data representation; 6. Data storing and indexing; 7. Formal query languages; 8. SQL basics; 9. QBE; 10. XML SUPB, XQuery;

III. Osnove načrtovanja PB 11. tri-nivojski pristop k načrtovanju PB; 12. Konceptualno načrtovanje; 13. Logično načrtovanja; 14. Osnove normalizacije; 15. Fizično načrtovanje. 16. Podatkovna skladišča in njihovo načrtovanje Opcijsko: noSQL in newSQL osnove	III. DB design - basics 11. 3-level data modelling approach; 12. Conceptual data modelling; 13. Logical data modelling; 14. Normalisation - basics; 15. Physical data modelling. 16. Data warehouses and their design; Optional: noSQL and newSQL basics

Temeljna literatura in viri/Readings:

Thomas M. Connolly, Carolyn E. Begg (2009). *Database Systems, A Practical Approach to Design, Implementation and Management*, Fifth Edition, Addison-Wesley.
Raghu Ramakrishnan, Johannes Gehrke (2003). *Database Management Systems*, Third Edition, McGraw-Hill.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentom računalništva in informatike predstaviti osnove o podatkovnih bazah, kaj so prednosti uporabe podatkovnih baz v primerjavi z drugimi načini shranjevanja podatkov; kako podatkovne baze delujejo in kako upravljamo z njimi; kako poizvedujemo po podatkih v podatkovnih bazah, kako jih načrtujemo ter kako z njimi upravljamo. Splošne kompetence: • Sposobnost razumevanja in reševanja strokovnih problemov s področja računalništva in informatike. • Sposobnost iskanja virov informacij in kritične evaluacije razpoložljivih virov. • Sposobnost uporabe pridobljenega znanja za samostojno reševanje problemov; sposobnost izpopolnjevanja pridobljenega znanja; Specifične kompetence: • Osnovne spretnosti s področja računalništva in informatike; • Sposobnost prenosa znanja na sodelavce tako v tehničnih kot raziskovalnih skupinah. Osnovno znanje in spretnosti, ki so potrebni za nadaljevanje študija na drugi bolonjski stopnji.	The aim of this course is to explain students the basics of databases, i.e. advantages of using database systems over using file systems, how databases and database management systems work, how we manage them; how we design databases, how we query databases etc. General competencies: • The ability to understand and solve professional challenges in computer and information science. • The ability to search knowledge sources and to search for resources and critically evaluate information. • The ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific problems in computer and information science; the ability to upgrade acquired knowledge. Specific competencies: • Basic skills in computer and information science, which includes basic theoretical skills, practical knowledge and skills essential for the field of computer and information science; • The ability to transmit knowledge to co-workers in technology and research groups. • Basic skills in computer and information science, allowing the continuation of studies in the second study cycle.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno zaključenem modulu bodo študenti zmožni: • načrtovati enostavne in kompleksnejše podatkovne baze, • razviti aplikacije z dostopom do različnih sistemov za upravljanje s podatkovnimi bazami, • poizvedovati po različnih vrstah podatkovnih baz, • analizirati poizvedbe, • optimizirati podatkovne baze ter poizvedbe,	After successful completion of the module, students will be able to: design simple and complex databases, develop applications with access to various database management systems, retrieve data from different types of databases, analyze queries from performance perspective, optimize databases and queries, reuse database algorithms for similar problems.

• uporabiti algoritme s področja podatkovnih baz na sorodnih problemih.	

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, računske vaje z ustnimi nastopi, projektni način dela pri domačih nalogah in seminarjih.	Lectures, Practical exercises, homeworks and seminars in team.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project work)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

ŽITNIK, Slavko, ŠUBELJ, Lovro, BAJEC, Marko. SkipCor : skip-mention coreference resolution using linear-chain conditional random fields. *PloS one*, ISSN 1932-6203, Jun. 2014, vol. 9, no. 6, str. 1-14

ŠUBELJ, Lovro, FIALA, Dalibor, BAJEC, Marko. Network-based statistical comparison of citation topology of bibliographic databases. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, 2014, 4, str. 1-10

FIALA, Dalibor, ŠUBELJ, Lovro, ŽITNIK, Slavko, BAJEC, Marko. Do PageRank-based author rankings outperform simple citation counts?. *Journal of informetrics*, ISSN 1751-1577, Apr. 2015, vol. 9, no. 2, str. 334-348

KRALLINGER, Martin, ŽITNIK, Slavko, BAJEC, Marko, et al. The CHEMDNER corpus of chemicals and drugs and its annotation principles. *Journal of cheminformatics*, ISSN 1758-2946. [Online ed.], 2015, vol. 7, suppl. 1, str. 1-17

ŠUBELJ, Lovro, FIALA, Dalibor, BAJEC, Marko. Network-based statistical comparison of citation topology of bibliographic databases. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, 2014, 4, str. 1-10

OSNOVE UMETNE INTELIGENCE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Osnove umetne inteligence
Course title:	Introduction to Artificial Intelligence
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Digitalno jezikoslovje, druga stopnja, magistrski (v postopku)	Ni členitve (študijski program)		1. semester	izbirni
Multimedija, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039610
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63214

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Zoran Bosnić
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v umetno inteligenco in primeri uporabe Prostor stanj in osnovni algoritmi preiskovanja: globinsko, širinsko, iterativno poglabljanje, zahtevnost teh algoritmov Hevristično preiskovanje, algoritma A* in IDA*, izrek o popolnosti A*, lastnosti ocenitvenih funkcij ter analiza časovne in prostorske zahtevnosti	• Introduction to Artificial Intelligence, examples of applications • State space and basic search algorithms: depth-first, breadth-first and iterative deepening, complexity of these algorithms • Heuristic search, algorithms A* and IDA*, admissibility theorem for A*, properties of heuristic function and analysis of time and space complexity

Dekompozicija problemov z AND/OR grafi, algoritmi iskanja v AND/OR grafih, hevristično preiskovanje in algoritem AO* Strojno učenje: problem učenja iz podatkov, iskanje zakonitosti v podatkih in podatkovno rudarjenje, opisni jeziki in prostori hipotez, učenje odločitvenih dreves, regresijskih dreves, modelnih dreves, ter pravil. Programska orodja strojnega učenja in primeri uporabe. Predstavitev znanja in ekspertni sistemi: predstavitev znanja s pravili, ogrodji, semantičnimi mrežami, ontologije; algoritmi sklepanja in generiranje razlage; obravnavanje negotovega znanja, bayesovske mreže Planiranje po principu sredstev in ciljev, planiranje s popolno in delno urejenostjo, regresiranje ciljev, primeri uporabe v robotiki in logistiki	• Problem decomposition with AND/OR graphs, search in AND/OR graphs, heuristic search algorithm AO* • Machine learning: problem of learning from data, data mining, description languages and hypothesis spaces, induction of decision trees, regression trees, model trees, and rules. Software tools for machine learning and applications. • Knowledge representation and expert systems: knowledge representation with rules, frames, semantic networks, ontologies; inference algorithms and generationg explanation; handling uncertain knowledge, Bayesian networks • Means-ends planning, total-order and partial-order planning, goal regression, applications in robotics and logistics

Temeljna literatura in viri/Readings:

. Bratko, Prolog Programming for Artificial Intelligence, 4th edition, Pearson Education, Addison-Wesley 2011, ISBN: 0201403757.
S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Third edition, Pearson Education, Prentice-Hall 2010, ISBN: 0136042597.
I. Bratko, Prolog in umetna inteligenca, Založba FE in FRI, ponatis 2011.
I. Kononenko, Strojno učenje, Založba FE in FRI, 2005.
Materiali na spletu (Spletna učilnica FRI; Ivan Bratko home page): Prosojnice predavanj, naloge.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Seznaniti slušatelje z osnovnimi koncepti, idejami, metodami in tehnikami umetne inteligence Sposobnost reševanja problemov z metodami umetne inteligence Zmožnost razumevanja literature s področja umetne inteligence Prispevati k razumevanju relevantnosti tehničnih dosežkov umetne inteligence glede na njihove implikacije v filozofiji in psihologiji	Teach basic concepts, ideas, methods and techniques of artificial intelligence (AI) Ability to solve problems with methods of artificial intelligence Ability to understand the literature in the area of AI Contribute to the understanding of the relevance of technical achievements of AI with respect to their implications in philosophy and psychology

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku predmeta bo študent: - poznal osnovne in najpogostejše uporabljane metode umetne inteligence, - sposoben pojasniti implikacije dosežkov umetne inteligence in relacije s kognitivno znanostjo, psihologijo, medicino, logiko, matematiko in drugimi sorodnimi področji. - sposoben opredeliti, kje so tehnične meje področja, - sposoben uporabe preiskovalnih algoritmov in metod strojnega učenja na realnih problemih, - sposoben primerjanja časovne in prostorske učinkovitosti uporabljanih metod, - sposoben formulirati probleme iz realnega življenja kot probleme, ki so rešljivi z metodami umetne inteligence.	After the completion of the course the student will be able to: - know the basic and most commonly used methods in the field of artificial intelligence (AI), - explain implications of the AI achievements, and its relation with cognitive science, psychology, medicine, logic, mathematics and other related fields, - define the technical boundaries of the field, - use the search and machine learning algorithms on real problems, - compare time and spatial complexity of the taught algorithms, - formulate selected problems from the real world as problems that are solvable with the AI algorithms.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**

Predavanja, laboratorijske vaje, domače naloge, individualni ali skupinski projekti	Lectures, laboratory exercises, homework, individual and team projects

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (written and oral exam, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, project work)
Končno preverjanje (pisni in/ali ustni izpit)	50,00 %	Final (written and/or oral exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. ZUPANC, Kaja, BOSNIĆ, Zoran. Automated essay evaluation with semantic analysis. Knowledge-based systems, ISSN 0950-7051. [Print ed.], Mar. 2017, vol. 120, str. 118-132.
2. OCEPEK, Uroš, RUGELJ, Jože, BOSNIĆ, Zoran. Improving matrix factorization recommendations for examples in cold start. Expert systems with applications, ISSN 0957-4174. [Print ed.], Nov. 2015, vol. 42, no. 19, str. 6784-6794.
3. BOSNIĆ, Zoran, DEMŠAR, Jaka, KEŠPRET, Grega, Rodrigues, Pedro Pereira, Gama, João, Kononenko, Igor. Enhancing data stream predictions with reliability estimators and explanation. Engineering applications of artificial intelligence, ISSN 0952-1976. [Print ed.], 2014, vol. 34, str. 178-192.
4. BOSNIĆ, Zoran, KONONENKO, Igor. Estimation of individual prediction reliability using the local sensitivity analysis. Applied intelligence, ISSN 0924-669X. [Print ed.], Dec. 2008, vol. 29, no. 3, str. 187-203, ilustr.
5. BOSNIĆ, Zoran, KONONENKO, Igor. Comparison of approaches for estimating reliability of individual regression predictions. Data & Knowledge Engineering, ISSN 0169-023X. [Print ed.], Dec. 2008, vol. 67, no. 3, str. 504-516.

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu / For complete bibliography see SICRIS: http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=31318.

PORAZDELJENI SISTEMI

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Porazdeljeni sistemi
Course title:	Distributed Systems Computer
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039627
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63261

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Uroš Lotrič
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. Arhitektura vzporednih sistemov. 2. Sočasnost, procesi in niti: prepletanje, vzporedenje, vrstni red izvajanja, preklapljanje med nitmi. 3. Delo z nitmi: ustvarjanje, pridruževanje, težave. 4. Sočasen dostop do skupnih podatkov: tvegano stanje in medsebojno izključevanje, atomične operacije. 5. Sinhronizacija dogodkov: smrtni objem, pogojne spremenljivke, pregrada. 6. Vzorci: semaforji, izdelovalec-porabnik, bralci in pisatelji, bazen nalog. 7. Večnitnost v praksi: varno delo z nitmi, prednosti večnitnih programov, modeli večnitnih programov 8. Arhitektura grafičnih pospeševalnikov.	1. Parallel systems architecture. 2. Concurrency, processes and threads: interleaving, parallelism, execution order, pre-emption. 3. Working with threads: creation, joining, and problems. 4. Concurrent access to shared data: race condition and mutual exclusion, atomic operations. 5. Event synchronisation: deadlock, conditional variables, barrier. 6. Patterns: semaphores, producer-consumer, readers and writers, task pool. 7. Multithreading in practice: thread-safe programming, advantages of multithreaded programs, multithreaded program models

9. Programiranje grafičnih pospeševalnikov. 10. Porazdeljeni sistemi: prednosti in izzivi, mrežni protokoli, sistemi odjemalec-strežnik, klicanje oddaljenih funkcij (RPC). 11. Modeli sistemov in napake: sinhroni, delno sinhroni in ne sinhroni, odpoved sistema, napake in odpornost na napake, bizantinske napake in problem dveh generalov. 12. Čas in razvrščanje dogodkov: fizične ure, univerzalni čas, sinhronizacija in polzenje časa, protokol NTP, vzročnost. 13. Logični čas: Lamportova ura, vektorske ure, protokol širjenja informacij. 14. Podvajanje in sklepčnost: konsistentnost replik, branje po pisanju, podvajanje z avtomati stanj, podvajanje z voditeljem. 15. Soglasje: izbiranje voditelja, algoritem Raft. 16. Porazdeljeni sistemi na primerih iz prakse: soglasje, vzročno širjenje, dvostopenjsko potrjevanje.	8. Graphical accelerator architecture. 9. Graphical accelerator programming, offload model. 10. Distributed systems: benefits and challenges, network protocols, client-server systems, remote function calling (RPC). 11. Systems models and faults: synchronous, partially synchronous and non-synchronous, system failure, faults and fault tolerance, Byzantine faults and the two-generals problem. 12. Clock time and event classification: physical clocks, universal time, time synchronisation and drift, protocol NTP, causality. 13. Logical time: Lamport clock, vector clocks, broadcast. 14. Replication and quorums: replica consistency, read-after-write consistency, state machine replication, leader-based replication. 15. Consensus: leader selection, the Raft algorithm. 16. Distributed systems use cases: consensus, causal propagation, two-stage commit.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. P.S. Pacheco. An Introduction to Parallel Programming, Morgan Kaufman, 201
2. V. Alessandrini, Shared Memory Application Programming, Concepts and strategies in multicore application programming, Morgan Kaufmann, 2016.
3. B.R. Gaster et al. Heterogeneous computing with OpenCL. Morgan Kaufmann, 201
4. A.S. Tanenbaum and M. van Steen. Distributed systems, 3rd edition, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017.
5. G. Couloris et al. Distributed Systems: Concepts and Design. Pearson, 2012.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Razumeti temeljne koncepte in načela vzporednih in porazdeljenih sistemov s stališča računalniške arhitekture, algoritmov in programskih modelov, razviti spretnosti in tehnike za načrtovanje, vzpostavitev in testiranje vzporednih in porazdeljenih aplikacij z uporabo izbranih programskih jezikov in orodij, znati oceniti smiselnost uporabe različnih modelov in pristopov za doseganje želenega cilja, uporabiti pridobljeno znanje o vzporednih in porazdeljenih sistemih za reševanje pogostih problemov in izzivov.	Understand the fundamental concepts and principles of parallel and distributed systems from the point of view of computer architecture, algorithms and programming models; develop the skills and techniques to design, build and test parallel and distributed applications using selected programming languages and tools, be able to evaluate the applicability of different models and approaches to achieve a desired goal, apply the acquired knowledge of parallel and distributed systems to solve common problems and challenges.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku predmeta bo študent poznal tipične vzporedne in porazdeljene računalniške sisteme. Pri vzporednih sistemih bo imel poglobljeno znanje o delu z nitmi, znal bo identificirati probleme v večnitnih aplikacijah in jih razreševati z uporabo znanih konceptov. Poznal bo orodja, ki jih izbrani programski jeziki ponujajo za nadzor nad delovanjem niti in bo sposoben oceniti vpliv različnih pristopov na robustnost, zmogljivost in pravilnost delovanja aplikacije. Spoznal se bo z arhitekturo grafičnih pospeševalnikov in konceptom razbremenitve glavnega procesorja pri njihovem programiranju.	After completing the course successfully, the student will be familiar with standard parallel and distributed computing systems. In parallel systems, the student will have an in-depth knowledge of working with threads and be able to identify problems in multithreaded applications and solve them using familiar concepts. He will be familiar with the selected programming languages and tools offered to control the operation of threads. He will be able to assess the impact of different approaches on the application's robustness, performance and correctness. The student will be familiar with the

Poznal bo arhitekture porazdeljenih sistemov in vpliv mrežne povezave na njihovo delovanje ter različne programske modele in abstrakcije, kot je protokol RPC, in njihovo uporabo v izbranih programskih jezikih. Razumel bo koncepte kot so logični čas in vzročnost in odpornost na napake. Spoznal bo pristope k replikaciji podatkov ter algoritme za določanje soglasja in izbiranje voditelja.	architecture of graphics accelerators and the concept of offloading the workload to the accelerator. He will be familiar with distributed system architectures, and the impact of network interconnects on their performance, as well as with different programming models and abstractions, such as the RPC protocol, and their use in selected programming languages. Besides, he will understand concepts such as logical time and causality and learn about fault tolerance, data replication approaches, and consensus and leader selection algorithms.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, seminarji, laboratorijske vaje, projektno delo na laboratorijskih vajah, individualne domače naloge.	Lectures, laboratories, homework

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (ustno izpraševanje, domače naloge, projektno delo):		Type (examination, oral, homework):
Domače naloge	50,00 %	Home assignments
Ustni izpit	50,00 %	Oral exam
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. SILVA, Catarina, LOTRIČ, Uroš, RIBEIRO, Bernardete, DOBNIKAR, Andrej. Distributed text classification with an ensemble kernel-based learning approach. IEEE trans. syst. man cybern., Part C Appl. rev., May 2010, vol. 40, 287-297
2. CANKAR, Matija, ARTAČ, Matej, ŠTERK, Marjan, LOTRIČ, Uroš, SLIVNIK, Boštjan. Co-allocation with collective requests in grid systems. Journal for universal computer science, 2013, vol. 96, 282-300
3. LOTRIČ, Uroš, PILIPOVIĆ, Ratko, BULIĆ, Patricio. A hybrid radix-4 and approximate logarithmic multiplier for energy efficient image processing. Electronics. May 2021, vol. 10, 1-20
4. PILIPOVIĆ, Ratko, BULIĆ, Patricio, LOTRIČ, Uroš. A two-stage operand trimming approximate logarithmic multiplier. IEEE transactions on circuits and systems. I, Regular papers. Jun. 2021, vol. 68, 2535-2545
5. PILIPOVIĆ, Ratko, RISOJEVIĆ, Vladimir, BOŽIČ, Janko, BULIĆ, Patricio, LOTRIČ, Uroš. An approximate GEMM unit for energy-efficient object detection. Sensors. Jun. 2021, vol. 21, 1-19 Celotna bibliografija je dostopna na SICRIS: https://bib.cobiss.net/biblioweb/biblio/si/slv/cris/16109

POSTOPKI RAZVOJA PROGRAMSKE OPREME

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Postopki razvoja programske opreme
Course title:	Software Development Processes
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039629
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63254

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Branko Matjaž Jurič
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina; Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. Razvoj večslojnih aplikacijskih rešitev, spoznavanje postopkov razvoja. 2. Razvoj vmesnega sloja in poslovne ter funkcionalne logike. 3. Arhitekture večslojnih informacijskih sistemov 4. Porazdeljeni objektni modeli 5. Oddaljeno proženje metod 6. Strežniške komponentne tehnologije in vsebniki 7. Strežniška javanska zrna 8. Vzorci za vmesni sloj 9. Sporočilni sistemi, vrste in teme ter spoznavanje JMS 10. Zagotavljanje trajnega stanja podatkov 11. Objektno-relacijska preslikava in uporaba JPA	1. Development of multi-tier application solutions, learn about development processes. 2. Development of the middle tier and the business and functional logic. 3. Multi-tier architecture of information systems 4. Distributed object models 5. Remote method invocation 6. Server component technologies and component containers 7. Enterprise Java Beans 8. Patterns for the middle-tier 9. Messaging systems, queues and topics, learn about JMS 10. Ensuring data persistence

12. Razvoj predstavitvenega nivoja z uporabo JSP in Servletov 13. Pristopi k razvoju programske opreme: 1. Objektno orientiran pristop 2. Storitveno orientiran pristop (SOA) 14. Spoznavanje platforme Java EE 15. Praktični primer razvoja strežniške aplikacije z uporabo Java EE 16. Upravljanje z izvorno kodo, preoblikovanje kode 17. Verzioniranje in upravljanje sprememb 18. Testiranje programske opreme, avtomatsko testiranje, testno voden razvoj programske opreme 19. Upravljanje izvorne kode in delo v skupinah	11. Object-relational mapping and the use of JPA 12. Development of presentation layer using JSP and Servlets 13. Approaches to software development: 1. Object-oriented approach 2. Service-oriented approach (SOA) 14. Understanding the Java EE Platform 15. A practical example of development of server applications using Java EE 16. Source code management, code refactoring 17. Versioning and change management 18. Software testing, automated testing, test-driven software development 19. Source code management and collaborative work

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. I. Sommerville: Software Engineering: (8th Edition), Addison Wesley, 2006.
2. S. McConnell Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction, Microsoft Press; 2nd edition, 2004.
3. JURIČ, Matjaž B., LOGANATHAN, Ramesh, SARANG, Poornachandra G., JENNINGS, Frank. *SOA approach to integration: XML, web services, ESB, and BPEL in real-world SOA projects*. Birmingham; Mumbai: Packt Publishing, cop. 2007. VIII, 366 str., ilustr. ISBN 978-1-904811-17-6
4. JURIČ, Matjaž B., KRIŽEVNIK, Marcel. WS-BPEL 2.0 for SOA composite applications: define, model, implement, and monitor real-world BPEL business processes with SOA-powered BPM. Birmingham: Packt Publishing, cop. 2010. 616 str., ilustr. ISBN 978-1-847197-94-8
5. D. Phillips: The Software Project Manager's Handbook: Principles That Work at Work (Practitioners), Wiley-IEEE Computer Society Press, 2004.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študente seznaniti z osnovami sodobnih metod razvoja programske opreme in inženirskim pristopom k razvoju ter na praktičnem primeru preizkusiti postopke razvoja, kot se uporabljajo v realnem svetu v podjetjih. Tako se študentje spoznajo z najsodobnejšimi postopki razvoja programske opreme in se bodo po zaključku študija lažje vključili v ekipe razvijalcev in vodij projektov.	The objective is to get familiar with the contemporary software development methods and engineering approach to development, and to verify the development approaches on a practical example, as software development is done in real-world projects in companies. Students will get familiar with the state-of-the-art software development approaches and will be able to seamlessly integrate with real world projects and teams.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku predmeta bo študent: - sposoben razvijati sodobne programske rešitve in uporabljati sodobne postopke razvoja programske opreme, - razumel in uporabljal najprimernejše postopke razvoja programske opreme glede na tip in zahteve, - načrtoval arhitekturo kompleksnih aplikacij in programskih sistemov, - razvijal vmesni sloj programske opreme, - razumel, načrtoval in razvijal spletne storitve, - uporabljal sodobna razvojna orodja, - razumel in apliciral načrtovalske vzorce, - uporabljal agilne pristope in DevOps orodja, - poznal programske platforme.	After successful completion of the course a student will be able to: - develop modern software solutions and use modern software development processes, - understand and use the most suitable software development procedures according to the software type and requirements, - plan the architecture of complex applications and software systems, - develop middleware layer, - understand, plan and develop web services, - use modern development tools, - understand and apply design patterns, - use agile approaches and DevOps tools, - be familiar with programming platforms.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, praktično delo na primerih, seminarska naloga s praktičnim preizkusom razvoja programske opreme z uporabo najsodobnejših metod.	Lectures, practical work on examples, seminar work with practical verification of software development using contemporary methods.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project work)
Končno preverjanje (pisni izpit)	50,00 %	Final (written exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

Najpomembnejše objave:
WSDL and BPEL extensions for event driven architecture. *Inf. softw. technol.*. [Print ed.], 2010, vol. 52, iss. 10, str. 1023-1043, doi: 10.1016/j.infsof.2010.04.005.
WSDL and UDDI extensions for version support in web services. *J. syst. softw.*. [Print ed.], 2009, vol. 82, iss. 8, str. 1326-1343.
WS-BPEL extension for versioning. *Inf. softw. technol.*. [Print ed.], 2009, vol. 51, iss. 8, str. 1261-1274.
Business process execution language for web services: an architect and developer's guide to orchestrating web services using BPEL4WS. Birmingham: Packt Publishing, 2006. X, 353 str., ilustr. ISBN 1-904811-81-7.
SOA approach to integration: XML, web services, ESB, and BPEL in real-world SOA projects. Birmingham; Mumbai: Packt Publishing, cop. 2007. VIII, 366 str., ilustr. ISBN 978-1-904811-17-6.
Business process driven SOA using BPMN and BPEL: from business process modeling to orchestration and service oriented architecture. Birmingham; Mumbai: Packt Publishing, cop. 2008. V, 311 str., ilustr. ISBN 978-1-84719-146-5.
Oracle fusion middleware patterns: real-world composite applications using SOA, BPM, Enterprise 2.0, business intelligence, identity management, and application infrastructure: 10 unique architecture patterns powered by Oracle Fusion Middleware. Birmingham: Packt Publishing, cop. 2010. 224 str., ilustr. ISBN 978-1-847198-32-7.
WS-BPEL 2.0 for SOA Composite Applications with IBM WebSphere 7: define, model, implement, and monitor real-world BPEL 2.0 business processes with SOA-powered BPM. Birmingham: Packt Publishing, cop. 2010. 644 str., ilustr. ISBN 978-1-849680-46-2.
Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=10545.

PRINCIPI PROGRAMSKIH JEZIKOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Principi programskih jezikov
Course title:	Principles of Programming Languages
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039606
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63220

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Andrej Bauer
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Modeli računanja in paradigme programiranja: imperativno, postopkovno programiranje; deklarativno, nepostopkovno, programiranje; objektno programiranje; funkcijsko programiranje; logično in relacijsko programiranje; programiranje z omejitvami; paralelno programiranje; genetsko programiranje; programiranje s primeri; itd. Pregled programskih jezikov za razne paradigme programiranja Elementi jezikov postopkovnega programiranja Nepostopkovno programiranje, logično programiranje in programski jezik prolog: logika kot programski jezik, postopkovni pomen programa kot avtomatsko dokazovanje izrekov, primeri	• Computational models and programming paradigms: imperative, procedural programming; declarative, non-procedural programming; functional programming; logic and relational programming; programming with constraints; parallel programming; genetic programming; programming by examples; etc. • Overview of programming languages for various programming paradigms • Elements of languages for imperative programming • Declarative programming, logic programming and the Prolog language: logic as a programming language, procedural meaning of programs as

simboličnega programiranja in deklarativnega snovanja programov Programiranje z omejitvami: ideje, principi in primeri, logično programiranje z omejitvami (CLP) Obravnavanje sintakse in semantike programskih jezikov: gramatike, operativna, prevajalska, denotacijska in aksiomatska semantika Denotacijska semantika, povezava s gramatiko jezika, primeri denotacijskih definicij Aksiomatska semantika in dokazovanje pravilnosti programov: parcialna in totalna pravilnost, invariantni pogoji, tehnike dokazovanja pravilnosti programov, uporaba najšibkejših predpogojev, avtomatsko dokazovanje pravilnosti	automatic theorem proving, examples of symbolic programming and declarative program design • Programming with constraints: ideas, principles and examples, constraint logic programming (CLP) • Handling of syntax and semantics of programming languages: grammars, operational, translational, denotational and axiomatic semantics • Denotational semantics, relation to the the grammar of a language, examples of denotational definitions • Axiomatic semantics and proving correctness of programs: partial and total correctness, invariant conditions, techniques of proving program correctness, using weakest preconditions, automatic correctness proving

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. I. Bratko: Prolog programming for artificial intelligence, 2nd ed., Wokingham [etc.] : Addison-Wesley, cop. 1990.
2. I. Bratko: Prolog in umetna inteligenca, Ljubljana : Društvo matematikov, fizikov in astronomov SR Slovenije : Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, 1989.
3. R. Harper: Practical foundations for programming languages, 2nd ed., Cambridge : Cambridge University Press, cop. 2016.
4. B. C. Pierce: Types and programming languages, Cambridge (Massachusetts) ; London : The MIT Press, cop. 2002.
5. P. Van Roy, S. Haridi: Concepts, techniques, and models of computer programming, Cambridge (Massachusetts) ; London : The MIT Press, cop. 2004.
6. R. W. Sebesta: Concepts of programming language, 11th ed., global ed., Harlow [etc.] : Pearson, cop. 2016.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj je predstaviti principe in pregled vrst programskih jezikov, vključno z raznimi modeli računanja, formalnim obravnavanjem sintakse in semantike jezikov ter pravilnosti programov; Razumevanje različnih vzorcev oz. paradigem programiranja ter njihove uporabe v ustreznih programskih jezikih; Praktična uporaba simboličnega programiranja, nepostopkovnega programiranja in programiranja z omejitvami.	To introduce the principles and types of programming languages, including models of computation, formal treatment of the syntacs and semantics of languages and program correctness; Understanding of various programming paradigms and their use in corresponding programming languages; Practical applications of symbolic, declarative and constraint programming.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje različnih pristopov k programiranju in primernost raznih pristopov za reševanje raznih problemov; Pregled principov in mehanizmov raznih vrst programskih jezikov; Razumevanje načinov za opisovanje sintakse in pomena programskih jezikov ter formalno dokazovanje pravilnosti programov. Uporaba:	Knowledge and understanding: Understanding of various approaches to programming and suitability of these approaches to solving various problems; Overview of the principles and mechanisms of types of programming languages; Understanding ways of defining the syntax and semantics of languages, and formal proofs of program correctness. Application:

Razvoj spretnosti simboličnega programiranja, programiranja v logiki in programiranja z omejitvami. Refleksija: Sposobnost razmišljanja o alternativnih formulacijah problemov ter pristopov k njihovemu reševanju; Kako različni modeli računanja, paradigme programiranja in vrste jezikov spodbujajo alternativne pristope k računalniškemu reševanju problemov. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: Razširjene spretnosti snovanja programov.	Skill of symbolic programming, logic and constrain programming Reflection: Ability of thinking about alternative formulations of problems and approaches to their solution; How different computational models, programming paradigms and languages, support alternative approaches to computer problem solving Transferable skills: Enhanced skills of program design.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, avditorne vaje and exercises, domače naloge.	Lectures, practical work and exercises, home work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge)	50,00 %	Continuing (homework)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

BAUER, Andrej, PRETNAR, Matija. Programming with algebraic effects and handlers. V: Journal of logical and algebraic methods in programming : Special Issue on Domains X, International workshop on Domain Theory and applications, Swansea, 5-7 September, 2011, (Journal of logical and algebraic methods in programming, ISSN 2352-2208, Vol. 84, iss. 1, 2015). http://dx.doi.org/10.1016/j.jlamp.2014.02.001

BAUER, Andrej, PRETNAR, Matija. An effect system for algebraic effects and handlers. Logical methods in computer science, ISSN 1860-5974, 2014, vol. 10, iss. 4, paper 9 (str. 1-29). http://arxiv.org/pdf/1306.6316.

BAUER, Andrej, PLOTKIN, Gordon, SCOTT, Dana S. Cartesian closed categories of separable Scott domains. Theoretical computer science, ISSN 0304-3975, 2014, vol. 546, str. 17-29.

BAUER, Andrej, HOFMANN, Martin, KARBYSHEV, Aleksandr. On monadic parametricity of second-order functionals. V: PFENNING, Frank (ur.). Foundations of software science and computation structures : 16th International Conference, FOSSACS 2013, held as part of the European Joint Conferences on Theory and Practice of Software, ETAPS 2013, Rome, Italy, March 16-24, 2013 : proceedings, 16th International Conference on Foundations of Software Science and Computational Structures, FOSSACS 2013, Rome, Italy, March 16-24, 2013, (Lecture notes in computer science, ISSN 0302-9743, 7794). Berlin; Heidelberg: Springer, cop. 2013, str. 225-240. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-37075-5_15.

BAUER, Andrej, STONE, Christopher A. RZ: a tool for bringing constructive and computable mathematics closer to programming practice. Journal of logic and computation, ISSN 0955-792X, 2009, vol. 19, no. 1, str. 17-43. http://dx.doi.org/10.1093/logcom/exn026

BAUER, Andrej, HÖTZEL ESCARDÓ, Martín, SIMPSON, Alex. Comparing functional paradigms for exact real-number computation. V: WIDMAYER, Peter (ur.). Automata, languages and programming : 29th international colloquium, ICALP 2002, Málaga, Spain, July 8-13, 2002 : proceedings, (Lecture notes in computer science, ISSN 0302-9743, 2380). Berlin; London: Springer, cop. 2002, str. 488-500.

PROGRAMIRANJE 1

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Programiranje 1
Course title:	Programming 1
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0153574
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63277

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	doc. dr. Luka Fürst
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet /compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
predavanja:	**lectures:**
Pregled programskih jezikov s poudarkom na sodobnih programskih jezikih 3. generacije	Overview of programming languages with emphasis on 3rd generation
Primer preprostega programa, postopek priprave programa, prevajanje in izvajanje	Writing, compiling and executing a simple computer program
Osnovni podatkovni tipi	Basic data types
Predstavitev celih in realnih števil, znakov ter logičnih vrednosti	Integer and real numbers, characters and logical values
Deklaracije konstant in spremenljivk	Constants and variables declaration
Stavki	Programming statements
Prireditveni stavek, pisanje izrazov, operatorji in njihova prioriteta	The assignment statement, expressions, operators, operator precedence
Izbirni stavki	Conditional statements
Ponavljalni stavki	Loops

Metode Vloga in vrste metod Formalni in dejanski parametri Rekurzija Razredi in objekti Spremenljivke in metode objekta Konstruktorji, večkratno definiranje konstruktorjev Dostopna določila Vnaprej deklarirani razredi Tabele Enodimenzionalne in večdimenzionalne tabele Tabele objektov Nizi Dedovanje Redefinicija metod Konstruktorji v podrazredih Dinamično povezovanje podprogramov Abstraktni razredi in abstraktne metode Razred Object Vmesnik (interface) Grafične knjižnice, komponente grafičnega uporabniškega vmesnika Dogodkovno vodeno programiranje **vaje:** Na vajah študenti rešujejo praktične probleme, s katerimi utrjujejo snov, ki so jo obravnavali na predavanjih. Poudarek je na samostojnem delu ob pomoči asistentov. **domače naloge:** Študenti dobijo seznam nalog (programov), ki jih morajo izdelati doma in zagovarjati na vajah v vnaprej predpisanih rokih. S tem jih vzpodbujamo k sprotnemu študiju in samostojnemu delu. Študent, ki nima pozitivno ocenjenih domačih nalog, ne more pristopiti k izpitu.	Methods The role and classification of methods Formal and actual parameters Recursion Classes and objects Instance variables and methods Constructors, overloading constructors Access modifiers Using predefined classes Arrays One-dimensional and multidimensional arrays Arrays of objects Strings Inheritance Overriding superclass methods Using superclass constructors in subclasses Dynamic method binding Abstract classes and abstract methods The Object class Creating and using interfaces Graphics and GUI widget toolkits, components of GUI Event driven programming **lab practice:** Students solve practical problems to reinforce the understanding of topics covered during lectures. Individual work under the guidance of teaching assistants is emphasized. **homework:** Students are given a list of programs that must be developed outside contact hours and submitted for evaluation within prescribed deadlines, thus preventing them from procrastinating and encouraging self-reliance. Completion of these assignments is a prerequisite for entering the exam.

Temeljna literatura in viri/Readings:

V. Mahnič, L. Fürst, I. Rožanc: Java skozi primere, Bi-TIM, 2008.
J. Farrell: Java Programming, Seventh Edition, Course Technology, Cengage Learning, 2014.
Dodatna literatura:
I. Horton: Beginning Java, Java 7 Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2011
Uroš Mesojedec, Borut Fabjan: Java 2: Temelji programiranja, Pasadena, 2004.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentom predstaviti osnovne koncepte objektno usmerjenega programiranja v enem izmed splošno namenskih programskih jezikov 3. generacije in jih usposobiti za samostojen razvoj enostavnih računalniških programov. Predvidene kompetence: razvoj sposobnosti za kritično, analitično in sintetično razmišljanje, sposobnost razumevanja in reševanja strokovnih izzivov na področju računalništva in informatike, sposobnost uporabe pridobljenega znanja pri samostojnem delu za reševanje tehničnih in znanstvenih problemov na področju računalništva in	The main objective is to teach students basic concepts of object-oriented programming in a general-purpose 3rd generation programming language, thus making them able to develop computer programs of low complexity. The competences students gain are: developing skills in critical, analytical and synthetic thinking, the ability to understand and solve professional challenges in computer and information science. the ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific

informatike; sposobnost nadgradnje pridobljenega znanja, temeljna znanja na področju računalništva in informatike, ki vključujejo temeljna teoretična znanja, praktična znanja in znanja, ki so bistvena za področje računalništva in informatike, temeljna znanja na področju računalništva in informatike, ki so pomembna za nadaljevanje študija na drugi stopnji.	problems in computer and information science; the ability to upgrade acquired knowledge. basic skills in computer and information science, which includes basic theoretical skills, practical knowledge and skills essential for the field of computer and information science. basic skills in computer and information science, allowing the continuation of studies in the second study cycle.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku tega predmeta bo študent zmožen: razumeti postopek priprave, prevajanja in izvajanja računalniškega programa razumeti in uporabljati osnovne programske konstrukte in podatkovne strukture razumeti koncepte objektno usmerjenega programiranja (vključno z dedovanjem) razumeti in uporabljati osnovne algoritme za reševanje tipičnih programerskih problemov izkazati poznavanje osnov računalniške grafike in osnovnih komponent grafičnega uporabniškega vmesnika izkazati poznavanje osnov dogodkovno vodenega programiranja pisati enostavne računalniške programe v splošno namenskem jeziku tretje generacije	After the completion of the course, a student will be able to: understand the process of writing, compiling, and running a computer program understand and use basic programming constructs and data structures understand the concepts of object-oriented programming (including inheritance) understand and use basic algorithms for solving typical programming problems know the basics of computer graphics and basic components of GUI know the principles of event-driven programming write simple computer programs in a general purpose programming language

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja z aktivno udeležbo študentov (razlaga, diskusija, vprašanja, primeri, reševanje problemov); *Laboratorijske vaje* (refleksija izkušenj, praktično reševanje več tipičnih problemov na računalniku, predstavitev in zagovor programskih rešitev, diskusija, sporočanje povratne informacije); *Domače naloge* (samostojna izdelava računalniških programov) Individualne *konsultacije* (diskusija, dodatna razlaga, obravnava specifičnih vprašanj)	*Lectures* with active participation of students (explanation, discussion, questions, examples, problem solving); *Lab practice* (reflection of experience, practical problem solving, presentation of solutions, discussion, communication of feedback information) *Homework* (individual development of simple computer programs) Individual consultation hours (discussion, additional explanation, specific problems solving)

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (3 seminarske naloge, kratki testi v obliki kvizov)	50,00 %	Continuing (three homework programming projects, short tests)
Končno preverjanje (izpit)	50,00 %	Final (exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

Pet najpomembnejših del:

FÜRST, Luka, MERNIK, Marjan, MAHNIČ, Viljan. Improving the graph grammar parser of Rekers and Schürr. IET Software, 2011, vol. 5, no. 2, str.246-261.
FÜRST, Luka, MERNIK, Marjan, MAHNIČ, Viljan. Converting metamodels to graph grammars: doing without advanced graph grammar features. Software and systems modeling, 2015, vol. 14, no. 3, str. 1297-1317.
FÜRST, Luka, ČIBEJ, Uroš, MIHELIČ, Jurij. Maximum exploratory equivalence in trees. FedCSIS 2015, Łódź, Poljska, september 2015, str. 507-518.
FÜRST, Luka, MAHNIČ, Viljan. Introductory programming course: motivating students with prior knowledge. *World transactions on engineering and technology education*, ISSN 1446-2257, 2013, vol. 11, no. 4, str. 400-405. http://wiete.com.au/journals/WTE&TE/Pages/Vol.11, %20No.4%20(2013)/08-Fuerst-L.pdf.
MAHNIČ, Viljan, FÜRST, Luka, ROŽANC, Igor. *Java skozi primere*. Šenčur: Bi-tim, 2008. XIV, 478 str., ponovni ponatis 2012.
Celotna bibliografija je dostopna na Cobissu oziroma Sicrisu:
http://bib.cobiss.si/cobiss/BibPersonal.jsp?init=t&code=25527

PROGRAMIRANJE 2

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Programiranje 2
Course title:	Programming 2
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	2. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039584
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63278

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	doc. dr. Boštjan Slivnik
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Slovenščina Vaje/Tutorial: Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Uvod v programski jezik C.	Introduction to C programming language.
Osnovni podatkovni tipi in osnovne kontrolne strukture.	Basic data types and basic control structures.
Razvoj programov in razhroščevanje.	Program design and debugging.
Kazalci in tabele (1. del).	Pointers and arrays (part 1).
Kazalci in tabele (2. del).	Pointers and arrays (part 2).
Funkcije in prenos argumentov.	Functions and parameter passing.
Dinamično dodeljevanje pomnilnika.	Dynamic memory allocation.
Nizi.	Strings.
Vhodno-izhodne operacije.	Input-output operations.
Strukture.	Structures.
Enostavni algoritmi urejanja.	Simple sorting algorithms.
Rekurzija in algoritmi sestopanja (1. del).	Recursion and backtracking (part 1).
Rekurzija in algoritmi sestopanja (2. del).	Recursion and backtracking (part 2).
	Preprocessor.

Predprocesor.	

Temeljna literatura in viri/Readings:

B. W. Kernighan, D. Ritchie: Programski jezik C, Fakulteta za računalništvo in informatiko, 1994.
T. Dobravec: abC, Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2010.
A. Kavčič, M. Privošnik, C. Bohak, M. Marolt, S. Divjak: Programiranje in algoritmi skozi primere, Založba FE in FRI, 2010

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je razširiti znanje programiranja skozi študij bazičnih in naprednejših tehnik programiranja. **Splošne kompetence:** Sposobnost kritičnega, analitičnega in sintetičnega razmišljanja Sposobnost razumevanja in reševanja strokovnih izzivov v računalništvu in informatiki Sposobnost uporabe pridobljenega znanja pri samostojnem reševanju tehničnih in znanstvenih problemov v računalništvu in informatiki; sposobnost razširjanja pridobljenega znanja **Predmetno-specifične kompetence:** Osnovne veščine v računalništvu in informatiki – osnovne teoretične veščine, praktično znanje, bistvene veščine za področje računalništva in informatiki Osnovne veščine v računalništvu in informatiki, ki omogočajo nadaljevanje študija na drugi stopnji	The goal of the course is to widen the programming skills by learning the most basic and advanced programming techniques. **General competences:** Developing skills in critical, analytical and synthetic thinking The ability to understand and solve professional challenges in computer and information science The ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific problems in computer and information science; the ability to upgrade acquired knowledge **Subject-specific competences:** Basic skills in computer and information science, which includes basic theoretical skills, practical knowledge and skills essential for the field of computer and information science Basic skills in computer and information science, allowing the continuation of studies in the second study cycle

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku tega predmeta bo študent: znal reševati zmerno težke programske naloge; sposoben pisati programe v programskem jeziku C; razumel nizko nivojsko programiranje; sposoben uporabljati rekurzijo za reševanje problemov; sposoben uporabljati kazalce za pisanje učinkovitih programov; sposoben uporabljati dinamično dodeljevanje in sproščanje pomnilnika; sposoben uporabljati rekurzivne podatkovne strukture; sposoben uporabljati sistemske klice v programskem jeziku C; sposoben pisati programe sestavljene iz več neodvisnih enot.	After the completion of the course a student will be able to: solve medium-level programming exercises; write programs in C programming language; understand low-level programming techniques; use recursion to solve programming problems; use pointers to write efficient programs; manage dynamic memory allocation and deallocation; use recursive data structures; use system calls in the C programming language; write C programs consisting of multiple compilation units.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, domače naloge, seminarski način dela pri vajah. Poseben poudarek je na sprotnem študiju in domačih nalogah.	Lectures, home works, seminar works during tutorials. The emphasis is on continuous study and homeworks.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Končno preverjanje (pisni izpit)	100,00 %	Final (written exam)

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

SLIVNIK, Boštjan. On different LL and LR parsers used in LLLR parsing. Computer Languages, Systems & Structures, ISSN: 1477-8424, Dec. 2017, vol. 50, str. 108-126.
SLIVNIK, Boštjan, VILFAN, Boštjan. Producing the left parse during bottom-up parsing. Information processing letters, ISSN 0020-0190, Dec. 2005, vol. 96, no. 6, str. 220-224.
SLIVNIK, Boštjan. Measuring the complexity of domain-specific languages developed using MDD. Software quality journal, ISSN 0963-9314, Sep. 2016, vol. 24, no. 3, str. 737-753.
ROŽANC, Igor, SLIVNIK, Boštjan. Using reverse engineering to construct the platform independent model of a web application for student information systems. Computer Science and Information Systems, ISSN 1820-0214, 2013, vol. 10, no. 4, str. 1557-1583.
POTOČNIK, Matic, ČIBEJ, Uroš, SLIVNIK, Boštjan. Linter - a tool for finding bugs and potential problems in Scala code. Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing, Gyeongju, Korea, March 24-28, 2014, str. 1615-1616.
Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=7849.

PROGRAMIRANJE SPECIFIČNIH PLATFORM

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Programiranje specifičnih platform
Course title:	Platform Based Development
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0069537
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63287

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	izr. prof. dr. Veljko Pejović
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Angleščina, Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Angleščina, Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predmet vsebuje teme s področja analize specifik in programiranja mobilnih platform. 1. pregled mobilnih platform (pametni telefoni, tablice, nosljive naprave,…) in njihovih specifik 2. podprti programski jeziki za mobilno programiranje 3. programiranje z uporabo specifičnih knjižnic, 4. programiranje glede na omejitve mobilnih platform, 5. ravnotežje poraba/zmogljivost in analiza izvrševanja mobilnih programov, 6. omejitve in izzivi mobilnih platform pri brezžični komunikaciji,	The course will include topics in programming and analysing mobile computing platforms. 1. overview of mobile computing platforms (smartphones, tablets, wearables,…) and their specifics 2. supported/domain-specific programming languages for the mobile platform 3. programming via platform-specific APIs 4. programming under the mobile platform constraints, 5. performance/power tradeoffs and profiling, 6. mobile platform constraints and challenges with wireless communication,

7. učinkovite lokacijske aplikacije in mobilno zaznavanje, 8. programiranje in pristopi za interaktivne aplikacije (analiza življenjskega cikla aplikacije), 9. programiranje in pristopi za učinkovito računanje v ozadju na mobilnih platformah, 10. zasebnost in varnost na mobilnih platformah, 11. razvoj hibridnih aplikacij. Vaje vključujejo programske naloge, branje člankov in diskusijo. Študenti bodo izdelali več manjših projektov na temo mobilnega programiranja v Androidu.	7. resource-efficient location-aware applications and mobile sensing 8. programming paradigms for interactive applications (app life-cycle analysis) 9. programming paradigms for efficient background processing on mobile platforms 10. mobile platform security and privacy 11. hybrid application development Practical part of the course consists of programming and discussion labs. Students build multiple short mobile programming project in Android.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Smyth, N. (2023). Android Studio Giraffe Essentials - Kotlin Edition
2. Yener, M. & Dundar, O. (2016). Expert Android Studio. Wrox.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je spoznati se na mobile računalniške platforme in se spoznati s specifikami razvoja programske opreme na teh platformah. Splošne kompetence: - Zmožnost kritičnega razmišljanja. - Zmožnost definirati, razumeti in rešiti kreativne strokovne izzive na področju računalništva in informatike. - Zmožnost apliciranja in nadgrajevanja pridobljenega znanja. Predmetno specifične kompetence: - Zmožnost prenosa znanja sodelavcem v tehnoloških ekipah. - Veščine in praktično znanje o posebnih strojni opremi platform, specialnih programskih jezikih in omejitvah mobilnih platform.	The aim of the course is to gain expertise on several mobile platforms and learn the specifics of software development for these. General competences: - Ability of critical thinking. - The ability to define, understand and solve creative professional challenges in computer and information science. - The ability to apply and upgrade acquired knowledge. Subject specific competences: - The ability to transmit knowledge to co-workers in technology groups. - Practical knowledge and skills of paticular computer hardware of mobile platforms, special programming languages and constraints associated with these.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu bodo študenti zmožni: - navesti specifike različnih mobilnih platform, - našteti omejitve mobilnih platform in predstaviti načine za upoštevanje omejitev pri razvoju rešitev za mobilne platforme, - razviti popoln programski izdelek na mobilni platformi, - analizirati zmogljivost mobilne strojne opreme in potrebe po virih mobilnega programskega izdelka, - argumentirati izbor specifične strojne in programske opreme za razvoj.	After successful completion of the course, students will be able to: - list the specifics of different mobile platforms, - list the limitations of mobile platforms and present means for considering these limitations while developing mobile platform solutions, - develop a complete software product on the mobile platform, - analyze hardware capabilities and efficiency of a mobile software product needs for resources, - argument selection of specific hardware and software for the development of the product.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in domača naloge. Poseben poudarek je na individualnem delu študentov.	Lectures and homework with special emphasis on individual work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge)	50,00 %	Continuing (homework)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Pet najpomembnejših del:

1. FABJANČIČ, Matevž, MACHIDON, Octavian-Mihai, SHARIF, Hashim, ZHAO, Yifan, MISAILOVIĆ, Saša, PEJOVIĆ, Veljko. Mobiprox : supporting dynamic approximate computing on mobiles. *IEEE internet of things journal*. 2024, vol. , no. , str. 1-14
2. MACHIDON, Octavian-Mihai, ASPROV, Jani, FAJFAR, Tine, PEJOVIĆ, Veljko. Context-aware adaptation of mobile video decoding resolution. *Multimedia tools and applications*. May 2023, vol. 82, iss. 12, str. 17599-17630
3. KNEZ, Timotej, MACHIDON, Octavian-Mihai, PEJOVIĆ, Veljko. Self-adaptive approximate mobile deep learning. *Electronics*. Dec. 2021, vol. 10, iss. 23, str. 1-23, ilustr. ISSN 2079-9292
4. MEHROTRA, Abhinav, PEJOVIĆ, Veljko, MUSOLESI, Mirco. FutureWare : designing a middleware for anticipatory mobile computing. *IEEE transactions on software engineering*. [Print ed.]. Oct. 2021, vol. 47, no. 10, str. 2107-2124
5. PEJOVIĆ, Veljko, MUSOLESI, Mirco. Anticipatory mobile computing : a survey of the state of the art and research challenges. *ACM computing surveys*. [Print ed.]. Apr. 2015, vol. 47, no. 3, str. 1-29, ilustr. ISSN 0360-0300

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
https://cris.cobiss.net/ecris/si/sl/researcher/43813

RAČUNALNIŠKA GRAFIKA IN TEHNOLOGIJA IGER

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Računalniška grafika in tehnologija iger
Course title:	Computer Graphics and Game Technology
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Multimedija, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039619
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63269

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Matija Marolt
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predavanja: 1. Uvod. 2. Matematične osnove. 3. Afine transformacije, koordinatni sistemi. Homogene koordinate. Projekcije. 4. Predstavitve predmetov: poligoni, deljene ploskve, parametrične krivulje. Hierarhije. 5. Lokalno osvetljevanje in senčenje. 6. Teksture. 7. Grafični cevovod: izločanje in rezanje, rasterizacija, z-buffer. 8. Senčilniki	**Lectures:** 1. Introduction. 2. Basic math. 3. Affine transformations, coordinate systems, homogeneous coordinates. Projections. 4. Representations: polygons, subdivision surfaces, parametric curves. Hierarchies. 5. Local illumination and shading. 6. Texture mapping. 7. Graphics pipeline: culling and clipping, rasterisation, z-buffer.

9. Detekcija trkov. 10. Metode razdelitve prostora. 11. Barve. 12. Globalno upodabljanje: sledenje žarka. **Vaje:** Laboratorijski projekt izdelave interaktivne igre. Na vajah podan uvod v OpenGL in Unity in samostojno delo na projektih z zaključno predstavitvijo študentov.	8. Shaders 9. Collision detection. 10. Space partitioning methods. 11. Colors. 12. Global illumination: raytracing. **Laboratory:** Students will implement an interactive game. Exercises will include an introductionary course on OpenGL and Unity and individual project work with final public presentation of results.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Nikola Guid: Računalniška grafika. Univerza v Mariboru, FERI.
2. D. Hearn, M.P. Baker: Computer Graphics with OpenGL, Pearson Prentice Hall, NJ USA.
3. D.H. Eberly: 3D Game Engine Design, Morgan Kaufman Publishers, CA USA.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentom predstaviti programsko in algoritmično ozadje računalniške grafike in iger. Študenti bodo pridobili naslednje kompetence: - razumevanje in reševanje izzivov na področju računalništva in informatike; - uporabo znanja za samostojno delo pri reševanju tehničnih in znanstvenih problemov na področju računalništva in informatike; sposobnost nadgradnje znanj; - sposobnost samostojnega izvajanja manj in bolj zahtevnih inženirskih in organizacijskih nalog na ožjih področjih in samostojno reševanje dobro definiranih nalog na področju računalništva in informatike; - sposobnost samostojnega razvoja 3D interaktivnih grafičnih aplikacij in iger.	The objective is to present students the programming and algorithmic background of computer graphics and games. When completing the course, students will be able to gain the following competences: - the ability to understand and solve professional challenges in computer and information science. - the ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific problems in computer and information science; the ability to upgrade acquired knowledge. - the ability to independently perform both less demanding and complex engineering and organisational tasks in certain narrow areas and independently solve specific well-defined tasks in computer and information science - the ability to independently develop interactive 3D applications and games.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku tega predmeta bo študent: - razumel matematično ozadje osnovnih algoritmov v računalniški grafiki - poznal različne načine predstavitve 3D predmetov - razumel delovanje posameznih faz grafičnega cevovoda - razumel osnove optimizacijskih tehnik potrebnih za doseganje interaktivnosti v grafičnih aplikacijah - razumel principe nizkonivojskega in visokonivojskega programiranje 3D grafičnih aplikacij - sposoben implementirati interaktivno 3D grafično aplikacijo in igro z uporabo nizkonivojskih ali visokonivojskih programskih knjižnic.	After the completion of the course the student will be able to: - understand the mathematical background of basic computer graphics algorithms - know the different representations of 3D objects - understand the inner workings of the graphics pipeline - understand the basics of optimization techniques needed to develope interactive graphical applications - understand the principles of low-level and high-level 3D graphics programming - develop an interactive 3D graphical application or game using low-level or high-level programming libraries.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja s praktičnimi demonstracijami, izvajanje laboratorijskega projekta pod mentorstvom asistenta.	Lectures with practical demostrations, laboratory work under the supervision of assistants.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project work)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. LESAR, Žiga, BOHAK, Ciril, MAROLT, Matija. Evaluation of angiogram visualization methods for fast and reliable aneurysm diagnosis. Medical imaging 2015 : image perception, observer performance, and technology assessment : 25-26 February 2015, Orlando, Florida, United States.
2. BOHAK, Ciril, SODJA, Anže, MAROLT, Matija, MITROVIĆ, Uroš, PERNUŠ, Franjo. Fast segmentation, conversion and rendering of volumetric data using GPU. IWSSIP 2014 : proceedings, (International Conference on Systems, Signals, and Image Processing (Print), ISSN 2157-8672), 2014, str. 239-242.
3. MAROLT, Matija. A connectionist approach to automatic transcription of polyphonic piano music. IEEE trans. multimedia. [Print ed.], str. 439-449, ilustr. [COBISS.SI-ID 4203860]
4. MAROLT, Matija. A mid-level representation for melody-based retrieval in audio collections. IEEE trans. multimedia. [Print ed.], Dec. 2008, vol. 10, no. 8, str. 1617-1625, ilustr. [COBISS.SI-ID 6908756]
5. PESEK, Matevž, LEONARDIS, Aleš, MAROLT, Matija. Robust real-time music transcription with a compositional hierarchical model. PloS one, ISSN 1932-6203, Jan. 2017, vol. 12, no. 1, str. 1-21 [COBISS.SI-ID 1537322179]

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=8948.

RAČUNALNIŠKE KOMUNIKACIJE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Računalniške komunikacije
Course title:	Computer Communications
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	1. letnik	2. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	obvezni
Upravna informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039585
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63209

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Zoran Bosnić
Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. Uvod: računalniška omrežja in internet 2. Osnovni pojmi: plasti, protokoli, storitve, protokolarni sklad. Hrbtenica in krajevna omrežja; kje nastajajo zakasnitve. 3. Aplikacijska plast: storitve, pregled standardnih protokolov. Zasnova omrežnih aplikacij, standardni protokoli HTTP, FTP, SMTP, DNS. Delovanje e-pošte, peer-to-peer aplikacij, vtičev (socket) in uporaba storitev transportne plasti. 4. Predstavitvena in sejna plast: vsebina in storitve, primeri.	1. Introduction: Computer networks and internet 2. Basic notions: layer, protocol, service, protocol stack. Backbone and local area networks; transmission latency sources. 3. Application layers: services, network application basics, overview of well-known protocols. Protocols HTTP, FTP, SMTP, DNS. E-mail functionalities, peer-to-peer applications, sockets, use of transport layer services. 4. Presentation and session layer: their purpose and services.

5. Transportna plast: storitve, multipleksiranje, povezavni in nepovezavni prenos (TCP in UDP), zanesljiv prenos podatkov, nadzor zasičenja (congestion control), izvedba le tega v TCP. 6. Omrežna plast: storitve, virtualne zveze in datagramske povezave, delovanje usmerjevalnikov, naslavljanje v internetu (IP in IPv6), temelji usmerjanja. 7. Prenosni sistem – povezavna in fizična plast, krajevna omrežja (LAN): storitve, zaznavanje in odpravljanje napak, protokoli za skupinski prenosni medij,. Fizični naslovi (MAC) in preslikava v IP naslove (ARP), delovanje stikal. Ethernet, PPP, brezžična omrežja, aktualni standardi (npr. IEEE 802.11x, Bluetooth). Celularna omrežja, mobilnost. Prenos signalov, prenosni mediji, vrste modulacije. 8. Omrežna varnost, zanesljivost in zaščita, celovitost sporočil, avtentikacija, pregled varovanja e-pošte, TCP povezav (SSL), omrežne povezave (IPSec), brezžične povezave. Požarne pregrade, IDS, IPS sistemi. Aktualni omrežni napadi in obramba pred njimi. 9. Pomen upravljanja omrežja.	5. Transport layer: services, multiplexing, connection-oriented and connectionless transfer (TCP and UDP), reliable data transfer, congestion control and its implementation inside TCP. 6. Network layer: services, virtual and datagram connections, routing, addressing in internet (IPv4 and IPv6), routers. 7. Transmission system – data link and physical layer, local area networks (LANs): services, error detection and correction techniques, media access protocols, addressing (MAC addresses) and mapping of MAC address to IP addresses (protocol ARP), switches and their functionalities. Ethernet, PPP, wireless networks, current standards (IEEE 802.11x, Bluetooth), cellular networks, mobile networks, transmission of signals, media types, modulations. 8. Network security, reliability and protections. Message integrity, authentication, protection of e-mail, TCP connections (SSL), network connection (IPSec), wireless connections). Firewalls, IDS/IPS systems. Network attacks and defense from them. 9. Network management.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. F. Kurose, K. W. Ross, M. Ciglarič, Z. Bosnić: Računalniške komunikacije. Pearson, England, 2014, ISBN 978-1-78399-776-3.

Dodatna literatura:

1. J. F. Kurose, K. W. Ross: Computer Networking, A top-down Approach Featuring Internet. 4. izdaja, Addison Wesley 2007. Poglavja 2-6 in 8.A.S. Tanenbaum, Computer Networks, 4. izdaja, Prentice Hall PTR, 2002.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentom računalništva in informatike predstaviti osnove delovanja računalniških omrežij in pomembnejših protokolov. Kompetence, ki jih bo študent pridobil, so zlasti: • sposobnost uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije in sistemov • razumevanje delovanja večplastnih sistemov sodobnih komunikacij • sposobnost uporabe in načrtovanja omrežnih storitev • usposobljenost za načrtovanje omrežij in smiselno dodeljevanje omrežnih naslovov • usposobljenost za postavitev preprostega omrežja (domače omrežje), za osnovno nastavljanje kompleksnih usmerjevalnikov in za postavitev krajevnega omrežja s stikali in brezžičnimi dostopovnimi točkami.	The main goal is to present the students of computer science and informatics the basics of computer networking and the most important communication protocols in this area. The competences that the students will acquire, are: • capability to use information and communication systems and technology • understanding of how multi-layer communication systems work • use and design of network services • being capable of designing network architectures and implementing network addressing • capability for installing and administering a simple (home) network, performing basic routing settings and configuring switches and wireless access points.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku predmeta bo študent:	After the completion of the course the student will be able to:

• poznal komunikacijska modela TCP/IP in ISO/OSI, • sposoben definirati namen poglavitnih protokolov na vsaki plasti modela TCP/IP, • znal pojasniti lastnosti in glavne komunikacijske protokole v omrežju Internet, • sposoben uporabiti virtualno okolje za načrtovanje omrežij, • sposoben uporabljati analizatorje omrežnega prometa za vpogled v komunikacijo in odpravljanje težav, • sposoben načrtovanja postavitve in administriranja manjših lokalnih omrežij.	• know communication models TCP/IP and ISO/OSI, • define the purpose of major protocols on each of the TCP/IP layers, • explain characteristics and functions of main Internet protocols, • use virtual environment for planning and designing networks, • use network traffic analyzers for protocol analysis and network troubleshooting, • plan and administer smaller local aera networks.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, seminarski način dela pri domačih nalogah, konzultacije pri izvajanju seminarskih nalog (konkretni projekti). Poseben poudarek je na tekočem sledenju teorije in na timskem delu in medsebojnem usklajevanju pri vajah in seminarjih.	Lectures, tutorials, homeworks in the form of seminars, consultations for preparing of seminars (particular selected projects). Special emphasis is given on the following and understanding of given theoretical knowledge and on team work and cooperation within tutorials and seminars.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit ali ustno izpraševanje, naloge, projekt): Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in laboratorijske vaje)		Type (examination, oral, coursework, project): Continuing (homework, midterm exams, laboratory exercises)
Končno preverjanje (pisni ali ustni izpit)	100,00 %	Final (written or oral exam)

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KUROSE, James F., ROSS, Keith W., BOSNIĆ, Zoran (avtor, urednik), CIGLARIČ, Mojca (avtor, urednik). Računalniška omrežja : compiled from Computer networking, sixth edition. [2. izd.]. Harlow (England) [etc.]: Pearson, 2015. 462 str., ilustr. ISBN 978-1-78447-872-8.
2. OCEPEK, Uroš, BOSNIĆ, Zoran, NANČOVSKA ŠERBEC, Irena, RUGELJ, Jože. Exploring the relation between learning style models and preferred multimedia types. Computers & Education, ISSN 0360-1315. [Print ed.], Nov. 2013, vol. 69, str. 343-355.
3. BOSNIĆ, Zoran, KONONENKO, Igor. Estimation of individual prediction reliability using the local sensitivity analysis. Appl. intell. (Boston). [Print ed.], Dec. 2008, vol. 29, no. 3, p. 187-203, ilustr.
4. BOSNIĆ, Zoran, KONONENKO, Igor. Comparison of approaches for estimating reliability of individual regression predictions. Data knowl. eng.. [Print ed.], Dec. 2008, vol. 67, no. 3, p. 504-516
5. ŠTRUMBELJ, Erik, BOSNIĆ, Zoran, KONONENKO, Igor, ZAKOTNIK, Branko, GRAŠIČ-KUHAR, Cvetka. Explanation and reliability of prediction models: the case of breast cancer recurrence. Knowledge and information systems, 2010, vol. 24, no. 2, p. 305-324

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=31318

RAZVOJ INFORMACIJSKIH SISTEMOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Razvoj informacijskih sistemov
Course title:	Information Systems Development
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni
Upravna informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0100860
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63252

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	20	10			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Marko Bajec
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
predavanja: I. Splošno o razvoju IS 1. opis življenjskih modelov razvoja IS 2. pristopi in metodologije razvoja IS 3. problem obvladovanja kakovosti razvoja IS; II. Strukturni razvoj 4. osnove strukturnega razvoja; 5. predstavitev osnovnih aktivnosti strukturnega razvoja;	Lectures: I. General information about IS development 1. software development life cycles; 2. IS development approaches and methods; 3. Managing quality of IS development; II. Structured IS development 4. Basics of structured IS development; 5. Main activities of structured IS development; III. Object-oriented development

III. Objektni razvoj 6. osnove objektnega razvoja; 7. predstavitev osnovnih aktivnosti objektnega razvoja; 8. primerjava objektni-strukturni razvoj; IV. Sodobne lahke in agilne metodologije 9. predstavitev osnovnih konceptov; 10. predstavitev dobrih praks; 11. konkretni primeri lahkih in agilnih pristopov.	6. Basics of object-oriented IS development; 7. Main activities of object-oriented IS development; 8. Comparison of structured and object- oriented IS development; IV. Light and agile methods for IS development 9. Basic concepts; 10. Good practices; 11. Examples of light and agile approaches.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. **Jeffrey A. Hoffer, Joey George, Joe Valacich (2013), Modern Systems Analysis and Design (7th Edition), Addison-Wesley.**
2. Martin Fowler (2003). UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language, Third Edition. Addison-Wesley.
3. Thomas A. Pender (2002). UML Weekend Crash Course. Wiley Publishing.
4. Per Kroll, Philippe Kruchten, Grady Booch (2003), The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP), Addison-Wesley.
5. Martin, C. Robert (2003). Agile Software Development: Principles, Patterns and Practices. Prentice Hall.
6. Cockburn, A (2006). Agile Software Development (2nd Edition). Pearson Education.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študente naučiti sistematičnih in disciplineranih pristopov k razvoju informacijskih sistemov. V okviru predmeta bodo predstavljeni tako tradicionalni kot tudi modernejši pristopi k razvoju informacijskih sistemov. Splošne kompetence: • Sposobnost kritičnega razmišljanja; • Razvoj spretnosti s kritičnim, analitičnim in sintetičnim razmišljanjem; • Sposobnost definiranja, razumevanja in reševanja strokovnih izzivov s področja računalništva in informatike; • Sposobnost uporabe pridobljenega znanja za samostojno reševanje problemov; sposobnost izpopolnjevanja pridobljenega znanja; • Sposobnost timskega dela v profesionalnem okolju; • Vodenje manjšega strokovnega tima. Specifične kompetence • Sposobnost samostojnega izvajanja lažjih in zahtevnejših inženirskih ter organizacijskih nalog na določenih ožjih področjih računalništva in informatike. Osnovno znanje in spretnosti, ki so potrebni za nadaljevanje študija na drugi bolonjski stopnji.	The goal of this course is to teach students how to manage non-trivial IS development using systematical and disciplined approaches. Within the course the students will learn both, traditional and modern approaches and principles of IS development. General competencies: • Ability of critical thinking; • Developing skills in critical, analytical and synthetic thinking; • The ability to define, understand and solve creative professional challenges in computer and information science; • The ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific problems in computer and information science; the ability to upgrade acquired knowledge; • The ability of teamwork within the professional environment; management of a small professional team. Specific competencies: • The ability to independently perform both less demanding and complex engineering and organisational tasks in certain narrow areas and independently solve specific well-defined tasks in computer and information science. Basic skills in computer and information science, allowing the continuation of studies in the second study cycle.studies in the second study cycle.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno zaključenem modulu bodo študenti zmožni:	After successfully completing the course, the students will be able to:

• načrtovati enostavne in kompleksnejše IS, • analizirati zahteve za razvoj ali nakup IS, • klasificirati vrste IS glede na njihove lastnosti, ki so pomembne za razvoj, • izbrati najprimernejše postopke in tehnike za posamezen primer razvoja ali nakupa IS, • oceniti primernost posameznih metodoloških pristopov za konkreten primer razvoja ali nakupa IS, • razlikovati med življenjskimi cikli razvoja IS.	• design simple and complex IS, • analyze requirements for development or procurement of IS, • classify IS types based on their characteristics important for development, • select most appropriate approaches and techniques for individual cases of IS development/procurement, • evaluate methodological guidelines for their suitability in individual cases of IS development/procurement, • differentiate among various IS development cycles.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, računske vaje z ustnimi nastopi, projektni način dela.	Lectures, exercises, project work.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project work)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. BAJEC, Marko, KRISPER, Marjan. Agilne metodologije razvoja informacijskih sistemov. *Uporab. inform. (Ljubl.)*, apr., maj, jun. 2003, letn. 11, št. 2, str. 68-76, ilustr. [COBISS.SI-ID 3679060]
kategorija: 1C (Z2); upoštevana uvrstitev: MBP; tipologijo je verificiral OSICT
točke: 15, št. avtorjev: 2
2. BAJEC, Marko, VAVPOTIČ, Damjan, KRISPER, Marjan. Practice-driven approach for creating project-specific software development methods. *Inf. softw. technol.*. [Print ed.], 2007, vol. 49, no. 4, str. [345]-365, ilustr. [COBISS.SI-ID 5815124], [JCR, WoS, št. citatov do 24. 5. 2011: 10, brez avtocitatov: 7, normirano št. citatov: 6]
kategorija: 1A3 (Z1); upoštevana uvrstitev: SCI; tipologijo je verificiral OSICT
točke: 21.95, št. avtorjev: 3
3. BAJEC, Marko, VAVPOTIČ, Damjan. A framework and tool-support for reengineering software development methods. *Informatica (Vilnius)*, 2008, vol. 19, no. 3, str. 321-344, ilustr. [COBISS.SI-ID 6701396], [JCR, WoS, št. citatov do 6. 5. 2011: 2, brez avtocitatov: 2, normirano št. citatov: 2]
kategorija: 1A3 (Z1); upoštevana uvrstitev: SCI; tipologijo je verificiral OSICT
točke: 37.85, št. avtorjev: 2
4. VAVPOTIČ, Damjan, BAJEC, Marko. An approach for concurrent evaluation of technical and social aspects of software development methodologies. *Inf. softw. technol.*. [Print ed.], 2009, vol. 51, no. 2, str. 528-545, ilustr. [COBISS.SI-ID 6803284], [JCR, WoS, št. citatov do 6. 8. 2011: 3, brez avtocitatov: 2, normirano št. citatov: 2]
kategorija: 1A1 (Z1); upoštevana uvrstitev: SCI; tipologijo je verificiral OSICT
točke: 52.59, št. avtorjev: 2
5. ŽVANUT, Boštjan, BAJEC, Marko. A tool for IT process construction. *Inf. softw. technol.*. [Print ed.], Apr. 2010, vol. 52, no. 4, str. 397-410, ilustr. [COBISS.SI-ID 7558484], [JCR, WoS, št. citatov do 7. 5. 2010: 0, brez avtocitatov: 0, normirano št. citatov: 0]

kategorija: 1A1 (Z1); upoštevana uvrstitev: SCI; tipologijo je verificiral OSICT
točke: 52.59, št. avtorjev: 2
Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=9270.

SISTEMSKA PROGRAMSKA OPREMA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Sistemska programska oprema
Course title:	System Software
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039613
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63264

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	doc. dr. Tomaž Dobravec
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Angleščina, Slovenščina Vaje/Tutorial: Angleščina, Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. osnova zbirnih in strojnih jezikov;	basics about machine and assembly languages
2. vsebina in organizacija objektnih datotek;	content and organization of object files
3. zbirnik, nalagalnik in povezovalnik;	assembler, linker, loader
4. statično in dinamično povezovanje	static and dynamic linking
5. makro procesorji;	macro processors
6. sistemski klici in prekinitve;	system calls and interrupts
7. implementacija vhoda in izhoda ter orodja datotečnega sistema;	input/output implementation and file system tools
	memory management
8. upravljanje s pomnilnikom	debugging
9. razhroščevalniki;	linux kernel
10. jedro operacijskega sistema Linux;	virtual machines
11. navidezni stroji.	loading, linking and running in java virtual machine
12. nalaganje, povezovanje in izvajanje v javanskem navideznem stroju	

Temeljna literatura in viri/Readings:

Leland L. Beck: System software: An Introduction to Systems Programming (3. izdaja). Addison-Wesley, 1997.

- K. Robbins and S. Robbins: UNIX Systems Programming: Communication, Concurrency and Threads (2.izdaja). Prentice Hall, 2003.
- Damjan Zazula, Mitja Lenič: Principi sistemske programske opreme. Založba FERI 2008

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj: Cilj predmeta je študentom računalništva in informatike predstaviti sistemske programe, orodja in standarde sistemske programske opreme, ter prikazati podobnosti in razlike med pristopi, ki se uporabljajo v aktualnih operacijskih sistemih. Kompetence: Razvijanje sposobnosti kritičnega, analitičnega in sintetičnega razmišljanja. Sposobnost razumevanja in reševanja strokovnih izzivov na področju računalništva in informatike. Sposobnost opredelitve, razumevanja in reševanja poklicnih izzivov. Sposobnost za uporabo pridobljenega znanja pri samostojnem reševanju tehničnih in znanstvenih problemov v računalništvu in informatiki; sposobnost nadgradnje pridobljenega znanja. Osnovna znanja iz računalništva in informatike, ki vključujejo osnovne teoretične spretnosti, praktična znanja in spretnosti, ki so pomembne za področje računalništva in informatike. Praktično znanje in poznavanje računalniške strojne opreme, programske opreme in informacijske tehnologije, ki je potrebno za uspešno strokovno delo na področju računalništva in informatike.	Objectives: The main goal of this course is to introduce the concepts, tools and standards of system programming and to show the current implementations in the actual operating systems. Competences: Developing skills in critical, analytical and synthetic thinking. The ability to understand and solve professional challenges in computer and information science. The ability to define, understand and solve creative professional challenges in computer and information science; The ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific problems in computer and information science; the ability to upgrade acquired knowledge. Basic skills in computer and information science, which includes basic theoretical skills, practical knowledge and skills essential for the field of computer and information science; Practical knowledge and skills of computer hardware, software and information technology necessary for successful professional work in computer and information science.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku tega predmeta bo študent: - znal opredeliti razliko med uporabniško in sistemsko programsko opremo ter pomen te razlike pri izdelavi programskih komponent, - sposoben izkazati znanje in razumevanje osnovnih pojmov sistemske programske opreme in delovanja računalnika na najnižjem programskem nivoju, - razumel pojme zbiranja, povezovanja in nalaganja ter razumel razliko med statičnim in dinamičnim povezovanjem programskih komponent, - sposoben samostojno razviti komponente sistemske programske opreme, - znal raziskati komponente sistemske programske opreme, - sposoben zagovarjati pomen poznavanja programske opreme na najnižjem nivoju.	After the completion of the course a student will be able to: - understand the difference between the user- and the system-software and the meaning of this difference in the phase of software development, - show the knowledge of the notions of the system software and the low-level operations of the computer, - understand the basic operation of the assembler, linker and loader and the difference between the static and dynamic linking of the software components, - use the fundamental results to develop the components of system software, - explore the components of system software, - present the knowledge of the low-level components of computer system

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje, domače naloge.	Lectures, exercises and home work

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	50,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project work)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

KLOBOVES, Klemen, MIHELIČ, Jurij, BULIĆ, Patricio DOBRAVEC, Tomaž. FPGA-Based SIC/XE Processor and Supporting Toolchain. International Journal of Engineering Education, 2017, vol. 33, no. 6(A), pp. 1927–1939

MIHELIČ, Jurij, DOBRAVEC, Tomaž. SicSim: a simulator of the educational SIC/XE computer for a system-software course. Computer applications in engineering education, ISSN 1061-3773, 2015, vol. 23, no. 1, pp. 137-146

ČEŠNOVAR, Rok, RISOJEVIĆ, Vladimir, BABIĆ, Zdenka, DOBRAVEC, Tomaž, BULIĆ, Patricio. A GPU implementation of a structural-similarity-based aerial-image classification. The journal of supercomputing, ISSN 0920-8542, 2013, vol. 65, no. 2, pp. 978-996

BULIĆ, Patricio, DOBRAVEC, Tomaž. An approximate method for filtering out data dependencies with a sufficiently large distance between memory references. The journal of supercomputing, ISSN 0920-8542, 2011, vol. 56, no. 2, pp. 226-244

DOBRAVEC, Tomaž, ROBIČ, Borut. Restricted shortest paths in 2-circulant graphs. *Comput. commun.*. [Print ed.], March 2009, vol. 32, no. 4, str. 685-690

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=10416.

SPLOŠNA TOPOLOGIJA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Splošna topologija
Course title:	Point-set topology
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Finančna matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	1. semester	obvezni
Pedagoška matematika, druga stopnja, enovit magistrski (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0079124
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	M0213

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30	0	30	0	0	90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	Petar Pavešić, prof. dr. Dušan Repovš
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljen predmet Analiza 1.	Completed course Analysis 1.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Topološki prostori, zvezne preslikave, homeomorfizmi. Baze in podbaze. Produktna topologija, preslikave v produkte. Podprostori, vložitve, odsekoma definirane preslikave. Dedne in multiplikativne lastnosti. Separacijske lastnosti. Povezanost in povezanost s potmi, komponente, lokalna povezanost. Kompaktnost, lokalna kompaktnost,	Topological spaces, confinuous mappings, homeomorphisms. Bases and subbases. Product topology, mappings into products. Subspaces, embeddings, piecewise definition of mappings. Hereditary and multiplicative properties. Separation axioms, connectedness and path-connectedness, components, local-connectedness. Compactness, local compactness, compactification.

kompaktifikacija. Bairov izrek, Cantorjeva množica. Prostori preslikav, kompaktno-odprta topologija. Preslikave na normalnih prostorih, Urysonova lema, Tietzejev izrek. Stone-Weierstrassov izrek. Urysonov metrizacijski izrek, retrakti in ekstenzorji, razčlenitve enote.	Baire theorem, Cantor set. Mapping spaces, compact-open topology. Mappings on normal spaces, Urysohn lemma, Tietze theorem, Stone-Weierstrass theorem. Urysohn metrization theorem, retracts and extensors, partitions of unity.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. Mrčun: Topologija, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2008.
2. P. Pavešić: Splošna topologija, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2008.
3. J. Smrekar: Rešene naloge iz splošne topologije, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2017.
4. J. Dugundji: Topology, Boston : Allyn and Bacon, 1966.
5. J. R. Munkres: Topology : a first course, Englewood Cliffs : Prentice-Hall, 197
6. N. Prijatelj: Matematične strukture. 3, Okolice, 2. natis. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 1985.
7. M. Cencelj, D. Repovš: Topologija, Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 2001.
8. P. Pavešić, A. Vavpetič: Rešene naloge iz topologije, 2. izd., Ljubljana : Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije, 1997.
9. Zapiski predavanj in vaj

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnove splošne topologije, kot so povezanost, kompaktnost, separacijske lastnosti, topologija na produktih in funkcijskih prostorih.	Student gets familiar with basic concepts point-set topology, such as connectedness, compactness, separation properties, topology on products and function spaces.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje pojmov topologije, zvezne preslikave, povezanosti in kompaktnosti. Poznavanje osnovnih prijemov za delo s temi pojmi in povezav z drugimi področji matematike. Uporaba: Splošna topologija sodi med temeljne matematične predmete. Študent spozna osnovne pojme in tehnike dela, na katerih sloni vrsta drugih matematičnih predmetov. Refleksija: Razumevanje teorije na podlagi primerov in uporabe. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Formulacija problemov v primernem jeziku, reševanje in analiza doseženega na primerih.	Knowledge and understanding: Understanding of notions such as topology, continuous map, connectedness and compactnes. Knowledge of basic concepts of the above notions and connection with other areas of mathematics. Application: Point-set topology is one of the basic mathematical courses. Student gets familiar with basic definitions and techniques that are fondations for several other mathematical courses. Reflection: Understanding of the theory from the applications. Transferable skills: The ability to formualate a problem in suitable language, find a solution of the problems and analyse the method on real examples.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge, konzultacije	Lectures, exercises, homework, consultations

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Izpit se izvaja v več delih, ki tvorijo celoto. Izpit se oceni z ločenima ocenama iz vaj in iz teorije.		Practical and theoretical knowledge are graded separately.
Izpit iz vaj sestavljata dva testa in pisni izpit. Vsak test prispeva 15% ocene, pisni izpit pa 70% ocene.	50,00 %	Practical knowledge is assessed based on two tests (15% of the grade each) and the final exercise based exams (70% of the grade).

Izpit iz teorije je praviloma ustni in se izvaja kot osebni pogovor z izvajalcem predmeta.	50,00 %	Theoretical knowledge is normally assessed as an oral exam.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Petar Pavešić:
– PAVEŠIĆ, Petar, A topologist's view of kinematic maps and manipulation complexity. V: GRANT, Mark (ur.). Topological complexity and related topics : Mini-Workshop Topological Complexity and Related Topics, February 28 - March 5, 2016, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Oberwolfach, Germany, (Contemporary mathematics, ISSN 0271-4132, 702). Providence: American Mathematical Society. [COBISS.SI-ID 18258521]
– PAVEŠIĆ, Petar CONNER, Gregory R., HERFORT, Wolfgang, PAVEŠIĆ, Petar. Some anomalous examples of lifting spaces. Topology and its Applications, ISSN 0166-8641. [Print ed.], April 2018, vol. 239, str. 234-243. [COBISS.SI-ID 18328153]
– PAVEŠIĆ, Petar. Splošna topologija, (Izbrana poglavja iz matematike in računalništva, 43). Ljubljana: DMFA - založništvo, 2008. VI, 89 str., ilustr. ISBN 978-961-212-205-8 [COBISS.SI-ID 240425984]
Dušan Repovš:
– BANAKH, Taras, REPOVŠ, Dušan. Direct limit topologies in the categories of topological groups and of uniform spaces. Tohoku mathematical journal, ISSN 0040-8735, 2012, vol. 64, no. 1, str. 1-24 [COBISS.SI-ID 16215897]
– CÁRDENAS, Manuel, LASHERAS, Francisco F., QUINTERO, Antonio, REPOVŠ, Dušan. On manifolds with nonhomogeneous factors. Central European Journal of Mathematics, ISSN 1895-1074, 2012, vol. 10, no. 3, str. 857-862 [COBISS.SI-ID 16241753]
– KARIMOV, Umed H., REPOVŠ, Dušan. On generalized 3-manifolds which are not homologically locally connected. Topology and its Applications, ISSN 0166-8641. [Print ed.], 2013, vol. 160, iss. 3, str. 445-449 [COBISS.SI-ID 16558681]
– CENCELJ, Matija, REPOVŠ, Dušan. Topologija, (Zbirka Pitagora). 1. ponatis. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 2011. XVI, 169 str., ilustr. ISBN 978-86-7735-051-2 [COBISS.SI-ID 254230528]

SPLOŠNI IZBIRNI PREDMET

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Splošni izbirni predmet
Course title:	Specialist elective course
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0070326
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	0002

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
60		60			180	10

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:
	Vaje/Tutorial:

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

STATISTIKA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Statistika
Course title:	Statistics
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0644116
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27229

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Roman Drnovšek, izr. prof. dr. Mihael Perman, doc. dr. Martin Raič, izr. prof. dr. Jaka Smrekar

Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
centralni limitni izrek	central limit theorem
uvod v statistiko	introduction to statistics
vzorčne statistike in cenilke	sample statistics and estimators
intervali zaupanja	confidence intervals
preizkušanje statističnih domnev	testing statistical hypotheses
linearna regresija	linear regression
prilagoditveni preizkusi	goodness of fit tests
neparametrični preizkusi	nonparametric tests

Temeljna literatura in viri/Readings:

Hladnik M.: Verjetnost in statistika, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2002, ISBN: 961-6209-34-5, 140 str.
Jamnik R.: Matematična statistika, DZS Ljubljana, 1980, 408 str.
Jamnik R.: Verjetnostni račun in statistika, DMFA Slovenije, Ljubljana, 1986, 156 str.
Grimmett G. R., Stirzaker D. R.: Probability and random processes, Second edition, The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 1992, 541 str.

Cilji in kompetence:	Objectives and competences:
Predstaviti uporabo teorije verjetnosti v statistiki.	Introduction to applications of probability theory in statistics.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Razumevanje teoretičnih konceptov v številnih primerih uporabe. Zmožnost razpoznavanja statističnih vsebin v drugih vedah (fizika, ekonomija, finance, aktuarstvo, medicina, biologija, industrijska statistika).	Understanding of theoretical concepts in various applications. The ability to recognize statistical concepts in other sciences (physics, economics, finance, actuarial science, medicine, biology, industrial statistics).

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
Predavanja, vaje, domače naloge.	Lectures, exercises, homeworks.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
pisni izpit	50,00 %	written examination
teoretični test ali ustni izpit	50,00 %	theoretical test or oral exam

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Roman Drnovšek:
– DRNOVŠEK, Roman. Triangularizing semigroups of positive operators on an atomic normed Riesz space. Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society, ISSN 0013-0915, 2000, let. 43, št. 1, str. 43-55 [COBISS.SI-ID 9480281]
– DRNOVŠEK, Roman. Common invariant subspaces for collections of operators. Integral equations and operator theory, ISSN 0378-620X, 2001, vol. 39, no. 3, str. 253-266 [COBISS.SI-ID 10597721]
– DRNOVŠEK, Roman. An infinite-dimensional generalization of Zenger's lemma. Journal of mathematical analysis and applications, ISSN 0022-247X. [Print ed.], 2012, vol. 388, iss. 2, str. 1233-1238 [COBISS.SI-ID 16214617]
Mihael Perman:
– PERMAN, Mihael, SENEGAČNIK, Andrej, TUMA, Matija. Semi-Markov models with an application to power-plant reliability analysis. IEEE transactions on reliability, ISSN 0018-9529, 1997, vol. 46, no. 4, str. 526-532 [COBISS.SI-ID 2567707]
– PERMAN, Mihael, WELLNER, Jon A. On the distribution of Brownian areas. Annals of applied probability, ISSN 1050-5164, 1996, let. 6, št. 4, str. 1091-1111 [COBISS.SI-ID 7101017]
– PERMAN, Mihael, PITMAN, Jim, YOR, Marc. Size-biased sampling of Poisson processes and excursions. Probability theory and related fields, ISSN 0178-8051, 1992, 92, no. 1, str. 21-39 [COBISS.SI-ID 12236377]
Martin Raič:
– CHEN, Louis Hsiao Yun, RAIČ, Martin, THÀNH, Lê Vă̆n. On the error bound in the normal approximation for Jack measures. Bernoulli. Feb. 2021, vol. 27, no. 1, str. 442-468. ISSN 1350-7265. [COBISS-SI-ID 38707203]
– RAIČ, Martin. A multivariate Berry-Esseen theorem with explicit constants. Bernoulli. 2019, vol. 25, no. 4a, str. 2824-2853. ISSN 1350-7265. [COBISS-SI-ID 18772825]
– EICHELSBACHER, Peter, RAIČ, Martin, SCHREIBER, Tomasz. Moderate deviations for stabilizing functionals in geometric probability. Annales de l'I.H.P. Probabilités et statistiques. 2015, vol. 51, no. 1, str. 89-128. ISSN 0246-0203. [COBISS-SI-ID 17294681]
Jaka Smrekar:
– SMREKAR, Jaka. Gottlieb's theorem for a periodic equivalence. Journal of fixed point theory and its applications. Dec. 2022, vol. 24, iss. 4, art. 73 (15 str.). ISSN 1661-7738. [COBISS.SI-ID 125772547]
– KIRALY, Peter, SMREKAR, Jaka, JAKI MEKJAVIĆ, Polona. Morphological parameters predicting subthreshold micropulse laser effectiveness in central serous chorioretinopathy. Lasers in medical science. 2022, vol. 37, may, str. 3129-3136. ISSN 0268-8921. [COBISS.SI-ID 112104963]

– BEŠIĆ, Nikola, SMREKAR, Jaka, STRAŽIŠAR, Branka. Acute pain and side effects after tramadol in breast cancer patients : results of a prospective double-blind randomized study. Scientific reports. 2020, vol. 10, no. 1, str. 1-8. ISSN 2045-2322. [COBISS.SI-ID 35176195]

STROKOVNI IZBIRNI PREDMET FMF

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Strokovni izbirni predmet FMF
Course title:	General elective course FMF
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0070324
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	0001

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45		30			75	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	
Vrsta predmeta/Course type:	
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:
	Vaje/Tutorial:

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

Temeljna literatura in viri/Readings:

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:

Ocenjevalna lestvica:	Grading system:

Reference nosilca/Lecturer's references:

TEHNOLOGIJA UPRAVLJANJA PODATKOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Tehnologija upravljanja podatkov
Course title:	Data Management Technologies
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Upravna informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039622
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63226

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	izr. prof. dr. Matjaž Kukar
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

Predavanja obsegajo dva tematska sklopa:
Eksterni vidiki obvladovanja podatkov:
1. Podatkovne baze in podatkovna skladišča
2. Načrtovanje podatkovnih baz
  1. Konceptualno, logično in fizično načrtovanje
  2. Normalizacija relacij
  3. Optimizacija performans
3. Načrtovanje podatkovnih skladišč
  1. Namen in načrtovanje podatkovnih skladišč
  2. Zagotavljanje kvalitete shranjenih podatkov
  3. Pristopi k analizi shranjenih podatkov
	Course topics:
	External data management:
	1. Databases and data warehouses
	2. Database design:
	  1. conceptual, logical and physical design
	  2. advanced normalization,
	  3. performance optimizaton
	3. Data warehouse design:
	  1. design methodologies,
	  2. data quality assurance,
	  3. data analysis

4. Načrtovanje nerelacijskih podatkovnih baz 1. Nerelacijsko modeliranje podatkov Interni vidiki obvladovanja podatkov: 1. Zagotavljanje dostopnosti in konsistentnosti podatkov 1. Upravljanje sočasnosti dostopa do podatkovne baze 2. Varovanje in obnavljanje podatkovne baze 3. Porazdeljeni in vzporedni podatkovni sistemi 2. Optimizacija in evalvacija poizvedb 1. Načrtovanje izvajanja poizvedb 2. Vrednotenje zahtevnosti osnovnih operacij 3. Alternativne strategije izvajanja poizvedb 3. Upravljanje delno strukturiranih in nestrukturiranih podatkov 1. Sodobni nerelacijski podatkovni sistemi 2. Delo s prostorskimi in časovnimi podatki 3. Delo z drugimi delno strukturiranimi ali nestrukturiranimi podatki (tekst, zvok, slika, sekvence, JSON, XML) **Vaje:** 1. Seznaniti se s tipičnimi problemi pri obvladovanju podatkov in s prostopi za reševanje le-teh. 2. Spoznati in obvladati orodja za načrtovanje in uporabo podatkovnih baz. 3. Obvladati uporabo produktov teh orodij v praktičnih primerih (v obliki seminarske naloge). Pri vajah se študenti seznanijo z orodji za obvladovanje podatkov (predvsem načrtovanje) in jih v okviru svojih domačih nalog samostojno uporabijo v praktičnih primerih. Rezultate domačih nalog predstavijo v obliki seminarjev.	4. Non-relational database design (NoSQL) 1. Non-relational data modeling Internal data management: 1. Assuring availability and consistency of stored data: 1. concurrent data access, 2. data archival and recovery 3. distributed and parallel databases 2. Query evaluation and optimization: 1. query execution planning, 2. estimating the costs of basic operations, 3. alternative plan considerations 3. Management of semi-structured and unstructured data types: 1. Modern non-relational database systems 2. spatial and temporal data, 3. other semi-structured data (audio, video, images, sequences, JSON, XML) **Tutorial topics:** 1. Recognize typical data management problems and approaches for solving them 2. Get to know various tools for database design and utilization, and use them in practical problems. 3. Using the products of aforementioned tools for a practical database implementation (in terms of a substantial project) Through the tutorial students get familiar with various data management tools and use them - in course of their projects – as a part of a practical problem solution. The final part of the project is a public presentation of the assigned problem, its solution and results.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. T. M. Connolly, C. E. Begg: Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation and Management, 6th edition, Pearson, 2015.
2. S. Sumathi, S. Esakkirajan: Fundamentals of Relational Database Management Systems, Springer, 2007.
3. R. Ramakrishnan, J. Gehrke: Database Management Systems, 3rd edition, McGraw-Hill, 2002.
4. I. Robinson, J .Webber, E. Eifrem: Graph Databases, O'Reilly, 2016.
5. Seven Databases in Seven Weeks: A Guide to Modern Databases and the NoSQL Movement, 2nd edition, Pragmatic Bookshelf, 2018

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je študentom računalništva in informatike predstaviti principe in pristope za upravljanje podatkov z dveh vidikov: **zunanjega**, s poudarkom na primernem načrtovanju in pripravi, ter **notranjega**, s poudarkom na tehnologijah znotraj podatkovnih baz. Splošne kompetence: • sposobnost kritičnega mišljenja, • razvoj sposobnosti kritičnega, analitičnega in sintetičnega mišljenja, • sposobnost definiranja, razumevanja in reševanja strokovnih izzivov na področju računalništva in informatike,	The main course objective is to present principles and approaches to data management from two points of view: **external**, focusing on proper database/data warehouse design and data preparation, and **internal**, focusing on intrinsic key database technologies. General competences: • ability of critical thinking • developing skills in critical, analytical and synthetic thinking • the ability to define, understand and solve creative professional challenges in computer and information science;

• skladnost z varnostnimi, funkcionalnimi, ekonomskimi in okoljskimi vodili, • sposobnost samostojne uporabe pridobljenega znanja pri reševanju tehničnih in znanstvenih izzivov na področju računalništva in informatike; sposobnost nadgradnje pridobljenega znanja. Predmetno specifične kompetence: • sposobnost razumevanja in uporabe znanja računalništva in informatike na drugih tehničnih in relevantnih področjih (ekonomija, organizacijske vede ipd.), • praktična znanja in veščine na področju strojne opreme, programske opreme in informacijskih tehnologij, ki so nujna za uspešno delo na področju računalništva in informatike, • sposobnost samostojne izvedbe manj zahtevnih in zahtevnih inženirskih in organizacijskih opravil na določenih ozkih področjih in neodvisnega reševanja določenih dobro opredeljenih opravil na področju računalništva in informatike.	• compliance with security, functional, economic and environmental principles • the ability to apply acquired knowledge in independent work for solving technical and scientific problems in computer and information science; the ability to upgrade acquired knowledge Subject specific competences: • The ability to understand and apply computer and information science knowledge to other technical and relevant fields (economics, organisational science, etc) • practical knowledge and skills of computer hardware, software and information technology necessary for successful professional work in computer and information science • the ability to independently perform both less demanding and complex engineering and organisational tasks in certain narrow areas and independently solve specific well-defined tasks in computer and information science

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno zaključenem predmetu bodo študenti sposobni: • uporabiti tehnologije upravljanja s podatki na raznolikih problemskih domenah • razlikovati med principi in pristopi za reševanje podatkovnih problemov • razlikovati in primerno uporabiti transakcijske sisteme in podatkovna skladišča • razlikovati koncepte in uporabljati tehnologije s področij sodobnih nerelacijskih (NoSQL) podatkovnih sistemov • uporabljati pridobljenih znanj in orodij za obvladovanje podatkov v inženirskem in raziskovalnem delu • samostojno uporabljati metode načrtovanja, obvladovanja, hranjenja in osnovne analize različnih vrst podatkov • neposrednega ali posrednega povezovanja tehnologij upravljanja podatkov z drugimi sistemi s področij poslovne inteligence, spletnih storitev in inteligentnih sistemov.	After successful course completion students will be able to: • utilize data management technologies in diverse problem domains • differentiate between principles and approaches for solving data management problems • understand the differences between transactional databases and data warehouses and appropriately utilize them • understand the concepts behind modern nonrelational (NoSQL) databases, and utilize them when appropriate • utilize data management technologies in general engineering and research work • competently use methods and techniques for database planning, data management, storage, and basic data analytics • directy or indirecty connect data management technologies with other relevant systems, such as business intelligence, web technologies, and intelligent systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja in seminarski način dela pri domačih nalogah. Poseben poudarek je na sprotnem študiju in na skupinskem delu pri domačih nalogah in seminarjih.	Lectures, homework and project work with explicit focus on simultaneous studies (for homeworks) and teamwork (for projects).

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
Sprotno preverjanje (domače naloge, kolokviji in projektno delo)	60,00 %	Continuing (homework, midterm exams, project work)

Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	40,00 %	Final (written and oral exam)

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. KONONENKO, Igor, KUKAR, Matjaž. Machine learning and data mining: introduction to principles and algorithms. Chichester: Horwood Publishing, 2007.
2. PETELIN, Boris, KONONENKO, Igor, MALAČIČ, Vlado, KUKAR, Matjaž. Multi-level association rules and directed graphs for spatial data analysis. Expert syst. appl. [Print ed.], 2013, vol. 40, issue 12, 4957-4970.
3. KUKAR, Matjaž, KONONENKO, Igor, GROŠELJ, Ciril. Modern parameterization and explanation techniques in diagnostic decision support system: a case study in diagnostics of coronary artery disease. Artif. intell. med., Jun. 2011, vol. 52, no. 2, 77-90.
4. ŠAJN, Luka, KUKAR, Matjaž. Image processing and machine learning for fully automated probabilistic evaluation of medical images. Computer methods and programs in biomedicine, ISSN 0169-2607. [Print ed.], Dec. 2011, vol. 104, no. 3, 75-86,
5. KUKAR, Matjaž. Quality assessment of individual classifications in machine learning and data mining. Knowledge and information systems, 2006, vol. 9, no. 3.

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=8453.

TEORIJA IGER

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Teorija iger
Course title:	Game theory
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	**Študijska smer**	**Letnik**	**Semestri**	**Izbirnost**
Finančna matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	obvezni
Matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0079087
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	M0321

Predavanja /Lectures	**Seminar /Seminar**	**Vaje /Tutorials**	**Klinične vaje /Clinical tutorials**	**Druge oblike študija /Other forms of study**	**Samostojno delo /Individual student work**	**ECTS**
45	0	45	0	0	90	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	Sergio Cabello Justo, Matjaž Konvalinka
Vrsta predmeta/Course type:	

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Pogojev za vključitev v delo ni.	There are no prerequisites.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
• Strateške igre s funkcijami preferenc za več igralcev. Nashevo ravnovesje. Najboljši odgovor. Dominiranost. Modeli duopola. • Strateške igre s funkcijami koristnosti za več igralcev. Mešane strategije in loterije. Mešano Nashevo ravnovesje. Princip indiferentnosti. Dominiranost. Obstoj mešanega Nashevega ravnovesja. • Bimatrične igre. Princip indiferentnosti. Iskanje Nashevega ravnovesja. Posebne bimatrične igre. Varnostni nivo. • Matrične igre. Izrek o minimaksu. Reševanje preko	• Strategic games with preference functions for several players. Nash equilibrium. Best response. Domination. Models of duopoly. • Strategic games with utility functions for several players. Mixed strategies and lotteries. Mixed Nash equilibrium. Principle of indifference. Domination. Existence of mixed Nash equilibrium. • Bimatrix games. Principle of indifference. Search of Nash equilibrium. Special bimatrix games. Safety level. • Matrix games. Minimax Theorem. Solution through linear programming and duality. Special matrix games.

linearnega programiranja in dualnosti. Posebne matrične igre. • Bayesove igre. Bayes-Nashevo ravnovesje. • Ekstenzivne igre. Vgnezdeno popolno Nashevo ravnovesje. Stackelbergov model duopola. • Ekstenzivne igre z nepopolno informacijo. Strategije obnašanja. Kuhnov izrek. • Kooperativne igre. Nasheva sodniška procedura. Kooperativne igre v koalicijski obliki. Imputacije. Jedro. Shapleyjeve vrednosti. • Kombinatorne igre. Igra nim.	• Bayesian games. Bayesian Nash equilibrium. • Extensive games. Subgame perfect Nash equilibrium. Stackelberg model of duopoly. • Extensive games with imperfect information. Behavioral strategy. Kuhn's theorem. • Cooperative games. Nash bargaining solution. Cooperative games in coalitional form. Imputations. Core. Shapley values • Combinatorial games. Nim.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. T. S. Ferguson: A course in game theory, Singapore ; Hackensack ; London : World Scientific, cop. 2020.
2. M. J. Osborne: An introduction to game theory, New York : Oxford University Press, 2004.
3. M. J. Osborne, A. Rubinstein: A course in game theory, Cambridge (Mass.) : The MIT Press, cop. 1994.
4. B. von Stengel: Game theory basics, Cambridge : Cambridge University Press, cop. 2022.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnove teorije iger ter njeno uporabo pri modeliranju različnih situacij s poudarkom na primerih s področja ekonomije in financ. Teoretična razlaga je ilustrirana z mnogimi primeri.	The student gets acquainted with basic game theory and its use for modeling different situations, especially in the fields of economics and finance. The theoretic concepts are explained through several examples.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Slušatelj pozna osnovne probleme, s katerimi se ukvarja teorija iger, in razume pomen posameznih predpostavk pri posameznih vrstah iger. Uporaba: Modeliranje vsaj potencialno konfliktnih situacij, do katerih prihaja pri interakciji osebkov. Refleksija: Uporabe in pomanjkljivosti opisovanja in raziskovanja pojavov iz vsakdanjega življenja s pomočjo formalnih modelov. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Sposobnost natančnega matematičnega opisa, zavedanje njegovih pomanjkljivosti.	Knowledge and understanding: The student knows basic problems in Game Theory and understands the meaning of the assumptions in each type of game. Application: Modeling of conflicting situations arising from the interaction of subjects. Reflection: Use and weaknesses of the description and exploration of phenomena in everyday life with the help of formal models. Transferable skills: Ability of precise mathematical description and awareness of its weaknesses.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge, konzultacije	Lectures, exercises, homework, consultations

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
2 kolokvija namesto izpita iz vaj / izpit iz vaj	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam
izpit iz teorije	50,00 %	Oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Sergio Cabello Justo:
– CABELLO, Sergio, MOHAR, Bojan. Crossing and weighted crossing number of near-planar graphs. V:

TOLLIS, Ioannis G. (ur.), PATRIGNANI, Maurizio (ur.). Graph drawing : 16th international symposium, GD 2008, Heraklion, Crete, Greece, September 21-24, 2008 : revised papers, (Lecture notes in computer science, ISSN 0302-9743, 5417). Berlin, Heidelberg: Springer, cop. 2009, str. 38-49 [COBISS.SI-ID 15099225]
– CABELLO, Sergio, DÍAZ-BÁÑEZ, José Miguel, LANGERMAN, Stefan, SEARA, Carlos, VENTURA, Inma. Facility location problems in the plane based on reverse nearest neighbor queries. European journal of operational research, ISSN 0377-2217. [Print ed.], 2010, vol. 202, iss. 1, str. 99-106 [COBISS.SI-ID 15160921]
– CABELLO, Sergio, JAKOVAC, Marko. On the b-chromatic number of regular graphs. Discrete applied mathematics, ISSN 0166-218X. [Print ed.], 2011, vol. 159, iss. 13, str. 1303-1310 [COBISS.SI-ID 15914329]
Matjaž Konvalinka:
– KONVALINKA, Matjaž, PAK, Igor. Geometry and complexity of O'Hara's algorithm. Advances in applied mathematics, ISSN 0196-8858, 2009, vol. 42, iss. 2, str. 157-175 [COBISS.SI-ID 15545945]
– KONVALINKA, Matjaž. Skew quantum Murnaghan-Nakayama rule. Journal of algebraic combinatorics, ISSN 0925-9899, 2012, vol. 35, no. 4, str. 519-545 [COBISS.SI-ID 16250713]
– KONVALINKA, Matjaž. On quantum immanants and the cycle basis of the quantum permutation space. Annals of combinatorics, ISSN 0218-0006, 2012, vol. 16, no. 2, str. 289-304 [COBISS.SI-ID 16310873]

TEORIJA KODIRANJA IN KRIPTOGRAFIJA

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Teorija kodiranja in kriptografija
Course title:	Coding Theory and Cryptography
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039571
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27221

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	Tilen Marc, izr. prof. dr. Arjana Žitnik
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljena predmeta Linearna algebra in Diskretne strukture 2.	Completed courses Linear algebra and Discrete structures 2.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Teorija kodiranja. Informacija in entropija. Shannonova teorija. Kodi za popravljanje napak. Zgornje meje za število kodnih besed. Linearni, Hammingovi, ciklični in Reed-Mullerjevi kodi. Kriptografija. Klasična kriptografija. Sistemi z zasebnim ključem. RSA in sistemi z javnim ključem. Digitalni podpisi. Zgoščevalne funkcije. Distribucija in izmenjava ključev. Identificiranje, overjanje in delitev skrivnosti. Generiranje psevdo-naključnih števil. Dokazi z ničelno informacijo.	Coding theory. Information and entropy. Shannon's theory. Error-correcting codes. Bounds on the size of codes. Linear, Hamming, cyclic and Reed-Muller codes. Cryptography. Classical cryptography. Symmetric-key cryptosystems. RSA cryptosystem and public-key cryptography. Digital signatures. Hash functions. Key distribution and key agreement schemes. Identification, authentication, secret sharing schemes. Zero-knowledge proofs.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. R. Stinson: Cryptography : theory and practice, 3rd ed. - Boca Raton : Chapman & Hall/CRC, cop. 2006.
2. J. Talbot, D. Welsh: Complexity and cryptography : an introduction, Cambridge : Cambridge University Press, cop. 2006.

3. D. Welsh: Codes and cryptography, Oxford : Clarendon Press, cop. 1989, 1995.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnove teorije kodiranja in kriptografije.	Students learn the basics of coding theory and cryptography.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Matematični postopki, s katerimi zagotavljamo zanesljivo in varno komunikacijo. Uporaba: Kodiranje in kriptografija se uporabljata pri digitalnih komunikacijah in za zagotavljanje informacijske varnosti. Refleksija: Osnovne tehnike sodobne kriptografije temeljijo na matematičnih pojmih in postopkih, ki zagotavljajo največjo znano mero varnosti. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Študent pridobi sposobnost kritičnega razmišljanja in analize komunikacijskih kanalov in računalniških sistemov s stališča informacijske varnosti.	Knowledge and understanding: Mathematical procedures that enable reliable and secure communication. Application: Coding theory and cryptography are used in digital communications and for providing information security. Reflection: Basic techniques of modern cryptography are based on mathematical concepts and procedures that provide the maximum level of security known. Transferable skills: The students will acquire skills of critical thinking and analysys of the communication channels and computer systems with respect to information security.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge, konzultacije	Lectures, exercises, homework, consultations

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):		Type (examination, oral, coursework, project):
2 kolokvija namesto izpita iz vaj, izpit iz vaj	50,00 %	2 midterm exams instead of written exam, written exam
izpit iz teorije	50,00 %	oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Arjana Žitnik:
JURIŠIĆ, Aleksandar, TERWILLIGER, Paul, ŽITNIK, Arjana. The Q-polynomial idempotents of a distance-regular graph. Journal of combinatorial theory. Series B, ISSN 0095-8956, 2010, vol. 100, iss. 6, str. 683-690. [COBISS.SI-ID 15688537]
KAVČIČ, Urška, MUCK, Tadeja, LOZO, Branka, ŽITNIK, Arjana. Readability of multi-colored 2D codes. Technics tehnologies education management, ISSN 1840-1503, 2011, vol. 6, no. 3, str. 622-630, ilustr. [COBISS.SI-ID 2673008]
CONDER, Marston D. E., PISANSKI, Tomaž, ŽITNIK, Arjana. GI-graphs: a new class of graphs with many symmetries. Journal of algebraic combinatorics, ISSN 0925-9899, 2014, vol. 40, iss. 1, str. 209-231. [COBISS.SI-ID 16969561]

Tilen Marc:
MARC, Tilen, STOPAR, Miha, HARTMAN, Jan, BIZJAK, Manca, MODIC, Jolanda. Privacy-enhanced machine learning with functional encryption. V: SAKO, Kazue (ur.). Computer Security - ESORICS 2019 : 24th European Symposium on Research in Computer Security : proceedings. Part 1, ISSN 0302-9743, 2019,

str. 3-21. [COBISS.SI-ID 18935897]
MARIA BERMUDO MERA, Jose, KARMAKAR, Angshuman, MARC, Tilen, SOLEIMANIAN, Azam. Efficient lattice-based inner-product functional encryption. V: HANAOKA, Goichiro (ur.), SHIKATA, Junji (ur.), WATANABE, Yohei (ur.). Public-Key Cryptography – PKC 2022 : 25th IACR International Conference on Practice and Theory of Public-Key Cryptography: proceedings. Part II, ISSN 0302-9743, 2022, str. 163-193. [COBISS.SI-ID 105762051]
KNAUER, Kolja, MARC, Tilen. On tope graphs of complexes of oriented matroids. Discrete & computational geometry, ISSN 0179-5376, 2020, vol. 63, iss. 2, str. 377-417. [COBISS.SI-ID 18935385]

UMETNO ZAZNAVANJE

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Umetno zaznavanje
Course title:	Machine Perception
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Multimedija, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)		1. semester	izbirni
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	1. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0039645
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63267

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	10	20			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Matej Kristan
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Angleščina, Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Angleščina, Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):

Vsebina predmeta:
1. Pregled področja umetnega zaznavanja, aplikacijski doseg in znanstveni izzivi
2. Procesiranje slik
  1. Nastanek slike v kameri
  2. Binarizacija, morfološke operacije, segmentacija
  3. Barvni prostori in zaznavanje
  4. Linearni in nelinearni filtri
3. Odvodi slike in zaznavanje robov
  1. Zaznavanje robov z odvodi
  2. Robovi za zaznavanje objektov
	Lectures:
	1. Overview of the field of Machine perception and scientific challenges
	2. Image processing
	  1. Image formation
	  2. Binarization, morfology, segmentation
	  3. Colour spaces and colour perception
	  4. Linear and nonlinear filters
	3. Image derivatives and edge perception
	  1. Derivative-based edge perception
	  2. Edge-based object perception
	  3. Parametric shape perception

3. Zaznavanje parametričnih oblik 4. Prileganje modelov 1. Normalne enačbe 2. Homogeni sistemi 3. Robustne metode 5. Lokalne značilnice 1. Detektorji kotov 2. Lokalni opisniki z izbiro merila in afino adaptacijo 6. Stereoskopija in zaznavanje globine 1. Nekalibrirani in kalibrirani sistemi ter rekonstrukcija 7. Razpoznavanje objektov 1. Podprostorske metode (PCA,LDA) 2. Razpoznavanje z lokalnimi značilnicami 8. Detekcija objektov 1. Zapis vizualnih lastnosti in postopki za detekcijo 9. Zaznavanje gibanja 1. Lokalno gibanje in metode za sledenje objektov **Vaje:** Vaje bodo potekale v obliki projektno-orientiranih nalog v primerno opremljenih študentskih laboratorijih. Študentje v okviru nalog samostojno implementirajo algoritme in jih preizkušajo na različnih naborih podatkov zajetih z različnimi senzorskimi sistemi. Sprotno in obvezno delo na projektih omogoča poglobljeno in kritično razumevanje obravnavane tematike, spodbuja pa tudi samostojno mišljenje in kreativnost.	4. Model fitting 1. Normal equations 2. Homogenous systems 3. Robust approaches 5. Local features 1. Corner perception 2. Local descriptors in scale space and affine adaptation 6. Stereoscopy and depth perception 1. Calibrated and uncalibrated systems and reconstruction 7. Object recognition 1. Subspace methods (PCA, LDA) 2. Local-features-based recognition 8. Object detection 1. Visual features and detection approaches 9. Motion perception 1. Local motion perception and object tracking **Exercises:** Exercises will take a form of project-oriented exercises in properly equipped student laboratories. Students will implement various algorithms and test them on different datasets using a variety of sensor systems. Exercises will support an in-depth understanding of the theory. They will also encourage independent thinking and creativity.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Obvezna:

- D. Forsyth and J. Ponce, Computer Vision: A modern approach, Prentice Hall 2011.
- R. Szeliski,Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer, 2011

Dopolnilna:

- H. R. Schiffman: Sensation and Perception, An Integrated Approach, John Wilez & Sons 2001.

Izbrani članki iz revij IEEE PAMI, CVIU, IJCV, Pattern Recognition (dostopno na spletu)

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študenti bodo v okviru tega predmeta pridobili konkretna znanja in veščine s področja računalniškega vida. Razvili bodo kompetence z nizkonivojskega procesiranja slik, 3D geometrije kamer in sterea, detekcije objektov, razpoznavanja objektov in osnove izračunavanja gibanja v videoposnetkih. Osvojili bodo tudi matematične osnove za reševanje zahtevnih inženirskih problemov, ki so značilni za analizo tako kompleksnih signalov kot so slike in videoposnetki. Poleg tega bodo študenti osvojili naslednje kompetence: Sposobnost razumevanja in reševanja strokovnih izzivov s področja računalništva in informatike Sposobnost strokovne komunikacije v materinem in tujem jeziku.	In the framework of this course, the students will acquire concrete knowledge and skills in the area of machine perception. The students will develop competences in low-level image processing, 3D geometry of stereo systems, object detection, object recognition, and motion extraction in video sequences. The students will also practice mathematical basics crucial for solving demanding engineering problems, which are essential for analysis of complex signals such as images and video. In addition, the students will obtain the following competences: The ability to understand and solve professional challenges in computer and information science. The ability of professional communication in the native language as well as a foreign language.

Sposobnost neodvisnega reševanja tako manj zahtevnih kakor kompleksnih inženirskih in organizacijskih problemov iz ozkih področji, kakor tudi specifičnih dobro definiranih problemov s področja računalništva in informatike.	The ability to independently perform both less demanding and complex engineering and organisational tasks in certain narrow areas and independently solve specific well-defined tasks in computer and information science.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešnem zaključku predmeta naj bi študenti: - poznali računalniške tehnologije in računalniške metodologije za razvoj komponent in sistemov računalniškega zaznavanja, - razumeli osnove nizkonivojskega procesiranja slik, - razumeli osnove 3D geometrije kamer in sterea, - razumeli osnove detekcije in razpoznavanja objektov, - poznali osnovne postopke izračunavanja gibanja v videoposnetkih, - bili sposobni obravnavati moderne algoritme računalniškega vida in strojnega vida, - bili sposobni uporabe računalniških tehnologij in računalniških metodologij pri specifičnih aplikacijah avtonomnih inteligentnih kognitivnih sistemov.	After completing this course a students will be able to: - understand computer technology and computational methodology for use and development of components for machine vision systems, - understand the basics of low-level image processing, - understand the basics of 3D geometry of stereo systems, - understand the basics of object detection, object recognition, - know basic motion extraction techniques in video sequences, - analyze modern computer vision and machine vision algorithms, - use computer technology and computational methodology for specific applications of autonomous intelligent cognitive systems.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje v računalniški učilnici z aktivnim sodelovanjem. Individualno delo na vajah. Teorija s predavanj se praktično analizira na vajah. Poseben poudarek je na sprotnem študiju in sprotnem delu pri vajah.	Lectures, laboratory exercises in computer classroom with active participation. Individual work on exercises. Theory from the lectures made concrete with hands-on laboratory exercises. Special emphasis will be put on continuous assessment at exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, vaje):		Type (examination, oral, laboratory exercises):
Sprotno preverjanje (domače naloge in laboratorijske vaje)	50,00 %	Continuing (homework and laboratory exercises)
Končno preverjanje (pisni in ustni izpit)	50,00 %	Final (written and oral exam)
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

LUKEŽIČ, Alan, ČEHOVIN ZAJC, Luka, KRISTAN, Matej. Deformable parts correlation filters for robust visual tracking. *IEEE transactions on cybernetics*, ISSN 2168-2267, 2017, vol. , no. , str. 1-13, [COBISS.SI-ID 1537625283],

KRISTAN, Matej, SULIĆ KENK, Vildana, KOVAČIČ, Stanislav, PERŠ, Janez. Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles. *IEEE transactions on cybernetics*, ISSN 2168-2267 , 2016, vol. 46, no. 3, str. 641-654, [COBISS.SI-ID 1536310979],

KRISTAN, Matej, MATAS, Jiří, LEONARDIS, Aleš, VOJÍŘ, Tomáš, PFLUGFELDER, Roman, FERNÁNDEZ, Gustavo, NEBEHAY, Georg, PORIKLI, Fatih, ČEHOVIN ZAJC, Luka. A novel performance evaluation methodology for single-target trackers. *IEEE transactions on pattern analysis and machine*

intelligence, ISSN 0162-8828. [Print ed.], Nov. 2016, vol. 38, no. 11, str. 2137-2155, [COBISS.SI-ID 1536872643]

URŠIČ, Peter, LEONARDIS, Aleš, SKOČAJ, Danijel, KRISTAN, Matej. Learning part-based spatial models for laser-vision-based room categorization. *The international journal of robotics research*, ISSN 0278-3649, 2017, vol. 36, no. 4, str. 379-402, [COBISS.SI-ID 1537424323]

ČEHOVIN, Luka, KRISTAN, Matej, LEONARDIS, Aleš. Robust visual tracking using an adaptive coupled-layer visual model. *IEEE trans. pattern anal. mach. intell.*. [Print ed.], 2012, str. [1-14], [COBISS.SI-ID 9431124]

Celotna bibliografija je dostopna na SICRISu: http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=32801.

UVOD V GEOMETRIJSKO TOPOLOGIJO

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Uvod v geometrijsko topologijo
Course title:	Introduction to geometric topology
Članica nosilka/UL Member:	UL FMF

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Finančna matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni
Matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	izbirni
Pedagoška matematika, druga stopnja, enovit magistrski (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik, 4. letnik, 5. letnik	2. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0079140
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	M0220

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30	0	30	0	0	90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Dušan Repovš, doc. dr. Sašo Strle
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni/elective

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljen predmet Splošna topologija.	Completed course Point-set topology.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Kvocientna topologija, zvezne preslikave na kvocientih, zlepki. Delovanja grup in prostori orbit. Projektivni prostori. Brouwerjev izrek o negibni točki, Jordanov izrek, Brouwerjev izrek o invarianci odprtih množic. Topološke mnogoterosti, konstrukcije mnogoterosti. Poliedrske ploskve, Eulerjeva karakteristika.	Quotient topology, continuous maps on quotients, adjunction spaces. Group actions and orbit spaces. Projective spaces. Brouwer's fixed point theorem, the Jordan curve theorem, Brouwer's invariance of domain theorem. Topological manifolds constructions of manifolds. Polyhedral surfaces, Euler characteristic.

Klasifikacija sklenjenih ploskev. Simplicialni kompleksi in poliedri.	Classification of closed surfaces. Simplicial complexes and polyhedra.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. J. Dugundji: Topology, Boston : Allyn and Bacon, 1966.
2. W. S. Massey: Algebraic topology : an introduction, New York : Springer, 1967.
3. J. Mrčun: Topologija, Ljubljana : DMFA - založništvo, 2008.
4. J. R. Munkres: Topology : a first course, Englewood Cliffs : Prentice-Hall, 1975.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Študent spozna osnovne pojme topologije evklidskih prostorov in geometrijske topologije kot so Jordanov in Brouwerjev izrek, simplicialni kompleksi in poliedri ter mnogoterosti.	Student gets familiar with basic concepts of topology of Euclidian spaces and geometric topology, such as Jordan and Brouwer theorems, simplicial complexes and polihedra and manifolds.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanje in razumevanje: Razumevanje pojmov kvocientne topologije, osnovnih vprašanj topologije evklidskih prostorov ter odnosa med lokalno in globalno podobo geometrijskih objektov. Poznavanje osnovnih prijemov za delo z geometričnimi objekti. Uporaba: V področjih matematike, ki delajo z geometričnimi objekti (kompleksna in globalna analiza, dinamični sistemi, numerična matematika, mehanika, teorija grafov), v računalništvu (grafika, prepoznavanje vzorcev), v fiziki, kemiji in drugih naravoslovnih in tehničnih vedah. Refleksija: Razumevanje teorije na podlagi primerov in uporabe. Prenosljive spretnosti – niso vezane le na en predmet: Formulacija problemov v primernem jeziku, reševanje in analiza doseženega na primerih, prehajanje iz lokalnih na globalne lastnosti.	Knowledge and understanding: Understanding of notions such as quotient topology, basic questions of topology of Euclidian spaces and relations between local and global picture of geometric objects. Knowledge of basic concepts of geometric objects. Application: In the fields of mathematics, where geometric objects do appear (complex and global analysis, dynamic systems, numerical mathematics, mechanics, graph theory), in computing (graphics, pattern recognition), in physics, chemistry and other natural sciences and engineering. Reflection: Understanding of the theory from the applications. Transferable skills: Formulation of the problem in an appropriate language, the abilitiy to solve and analyze the progress on the cases, the transition from local to global properties.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge, seminarske naloge, konzultacije	Lectures, exercises, homework, seminar work, consultations

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Izpit iz vaj	50,00 %	Written exam
Izpit iz teorije	50,00 %	Oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Dušan Repovš:
– BANAKH, Taras, REPOVŠ, Dušan. Direct limit topologies in the categories of topological groups and of uniform spaces. Tohoku mathematical journal, ISSN 0040-8735, 2012, vol. 64, no. 1, str. 1-24 [COBISS.SI-ID 16215897]
– CÁRDENAS, Manuel, LASHERAS, Francisco F., QUINTERO, Antonio, REPOVŠ, Dušan. On manifolds with nonhomogeneous factors. Central European Journal of Mathematics, ISSN 1895-1074, 2012, vol. 10, no.

3, str. 857-862 [COBISS.SI-ID 16241753]
– KARIMOV, Umed H., REPOVŠ, Dušan. On generalized 3-manifolds which are not homologically locally connected. Topology and its Applications, ISSN 0166-8641. [Print ed.], 2013, vol. 160, iss. 3, str. 445-449 [COBISS.SI-ID 16558681]
– CENCELJ, Matija, REPOVŠ, Dušan. Topologija, (Zbirka Pitagora). 1. ponatis. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 2011. XVI, 169 str., ilustr. ISBN 978-86-7735-051-2 [COBISS.SI-ID 254230528]
Sašo Strle:
– OWENS, Brendan, STRLE, Sašo. A characterisation of the n<1>[oplus]<3> form and applications to rational homology spheres. Mathematical research letters, ISSN 1073-2780, 2006, vol. 13, iss. 2, str. 259-271 [COBISS.SI-ID 13873241]
– GRIGSBY, J. Elisenda, RUBERMAN, Daniel, STRLE, Sašo. Knot concordance and Heegaard Floer homology invariants in branched covers. Geometry & topology, ISSN 1364-0380, 2008, vol. 12, iss. 4, str. 2249-2275 [COBISS.SI-ID 14892121]
– OWENS, Brendan, STRLE, Sašo. A characterization of the Z [sup] n [oplus] Z([delta]) lattice and definite nonunimodular intersection forms. American journal of mathematics, ISSN 0002-9327, 2012, vol. 134, no. 4, str. 891-913 [COBISS.SI-ID 16408153]

UVOD V ODKRIVANJE ZNANJ IZ PODATKOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Uvod v odkrivanje znanj iz podatkov
Course title:	Introduction to Data Mining
Članica nosilka/UL Member:	

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in informatika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0100896
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	63251

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
45	20	10			105	6

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Blaž Zupan
Vrsta predmeta/Course type:	izbirni predmet/elective course
Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures: Angleščina, Slovenščina Vaje/Tutorial: Angleščina, Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
Predmet bo v teoriji in na praktičnih primerih obravnaval sledeče vsebine: 1. Kaj je poslovna inteligenca? Predstavitev področja skozi pregled značilnih aplikacij. Vloga tehnologij in pristopov poslovne inteligence v informacijskih sistemih in elektronskem poslovanju. Tehnologije znanja. 2. Računalniško podprto odločanje. Predstavitev in zajemanje znanja. Odločitveni modeli. Obravnavanje nepopolnih in negotovih odločitvenih podatkov. Razlaga in analiza odločitev. 3. Metode in tehnike za računalniško podporo odločanje v skupinah.	The course will in theory and through practical exercises and hands-on lectures include the following topics: 1. Introduction to business intelligence. Typical applications. Role of information technology. Knowledge-based systems. 2. Computer-assisted decision support. Decision support models. Treatment of uncertain and incomplete data. Explanation and analysis. 3. Methods and techniques for group decision making. 4. Introduction to techniques of data mining and knowledge discovery in data bases, with emphasis on their application in business intelligence. Data

4. Uvod v tehnike odkrivanja znanj iz večdimenzionalnih podatkov. Vloga podatkovnih skladišč in predobdelave podatkov. Uvod v tehnike strojne gradnje modelov odločanja in napovednih modelov. 5. Vizualizacija podatkov in modelov. 6. Razvrščanje v skupine. 7. Tehnike poslovne inteligence na spletu. rangiranje spletnih strani. Analiza podatkov iz družabnih mrež. 8. Priporočilni sistemi. 9. Orodja in razvoj sistemov poslovne inteligence. Integracija v informacijskih sistemih. Snovanje uporabniških vmesnikov za pomoč pri odločanju. 10. Psihosocioloski in etični vidiki poslovne inteligence.	preprocessing, modelling. Supervised and unsupervised learning. 5. Data and model visualization. 6. Data clustering. 7. Business intelligence on the world-wide-web. Page ranking. Analysis of social networks. 8. Recommendation systems. 9. Data analysis toolboxes for business intelligence and their integration in information systems. Interface design of decision support systems. 10. Psychosocilogical and ethical issues.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- Zupan, B (2017) Uvod v odkrivanje znanj iz podatkov, Delovna skripta UL FRI, prosto dostopna na https://github.com/BlazZupan/uozp-zapiski.
- Tan, P.-N., Steinbach, M., and Kumar, V. (2006) Introduction to Data Mining, Pearson Education.
- Dokumentacija prosto dostopnih programov za podatkovno analitiko (Orange, na strani http://orange.biolab.si, scikit-learn na strani http://scikit-learn.org in numpy na strani http://www.numpy.org).

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilj predmeta je spoznati metodološke osnove inteligentnih sistemov, ki so bili razviti na področju računalništva. Študente bomo naučili v praksi prepoznati njihove možne aplikacije ter tekom predmeta v okviru laboratorijskega dela naučeno znanje uporabiti na praktičnih primerih. Še posebej podrobno si bomo ogledali tehnike razvrščanja v skupine, priporočilnih sistemov, iskanja vzorcev v podatkih, gradnje napovednih modelov iz strukturiranih in tekstovnih zapisov in tehnike gradnje odločitvenih modelov.	The aim of this course is an introduction to business intelligent methods and tools that were developed within computer science. Students will learn how to identify potential applications of business intelligence in practice. During the course, they will apply their methodological and development knowledge on real-life applications. In particular, the course will focus on data clustering, recommendations systems, association rule mining, inference of predictive models from structured and textual data, and on decision support techniques.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Po uspešno opravljenem predmetu bodo študenti lahko: • Pripravili podatke v obliki tabel, primernih za uporabo strojnega učenja. • Prepoznali, ali gre pri danih podatkih za problem odkrivanja vzorcev ali napovedovanja. • Izbrali primerno tehniko strojnega učenja za analizo podatkov in odkrivanje vzorcev. • Za dane podatke uporabili primerno tehniko zmanjšanja dimenzionalnosti. • Predstavili podatke v primerni vizualizaciji. • Za dan problem uporabili primerno tehniko za ovrednotenje rezultatov analitičnih metod.	After successfull completion of the course, the students should be able to: • Prepare the data in attribute-value format succeptible for machine learning methods. • For a given data set, distinguish between application of supervised and unsupervised learning. • Given the data, select the right method for its analysis. • Use feature dimensionality reduction techniques to help in understanding of the data. • Use the most appropriate data visualisation technique for a given problem.

• Uporabili knjižnice za podatkovno analitiko v programskem jeziku Python.	• Apply the right model evaluation and scoring approaches to asses the quality of the modelling technique. • Use Python for data analytics.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja s podporo avdio-vizualne opreme, laboratorijske vaje v računalniški učilnici z osnovno računalniško opremo. Delo posamezno in v skupinah. Velik poudarek na praktičnem delu in reševanju problemov.	Lectures using modern audio-visual equipment. Individual and group-based project assignments. Emphasis on practical exercises.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Domače naloge.	50,00 %	Homeworks.
Končno preverjanje (pisni izpit).	50,00 %	Written exam.
Ocene: 6-10 pozitivno, 5 negativno (v skladu s Statutom UL).		Grading: 6-10 pass, 5 fail (according to the rules of University of Ljubljana).

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

Stajdohar M, Rosengarten RD, Kokosar J, Jeran L, Blenkus D, Shaulsky G, Zupan B (2017) dictyExpress: a web-based platform for sequence data management and analytics in Dictyostelium and beyond, BMC Bioinformatics. 2017 Jun 2;18(1):291.
Zitnik M, Zupan B (2016) Jumping across biomedical contexts using compressive data fusion, *Bioinformatics* 15;32(12):i90-i100.
Zitnik M, Nam EA, Dinh C, Kuspa A, Shaulsky G, Zupan B (2015) Gene prioritization by compressive data fusion and chaining, *PLoS Computational Biology* 11(10):e1004552.
Staric A, Demsar J, Zupan B (2015) Concurrent software architectures for exploratory data analysis. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* 5(4):165-180.
Zitnik M, Zupan B (2015) Data fusion by matrix factorization. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 37(1):41-53.
Celotna bibliografija prof. dr. Zupana je dostopna na SICRISu:
http://sicris.izum.si/search/rsr.aspx?lang=slv&id=7764

VERJETNOST

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Verjetnost
Course title:	Probability
Članica nosilka/UL Member:	UL FRI

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Računalništvo in matematika, prva stopnja, univerzitetni (v postopku)	Ni členitve (študijski program)	2. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0644117
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	27228

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			90	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Roman Drnovšek, izr. prof. dr. Mihael Perman, doc. dr. Matija Vidmar

Vrsta predmeta/Course type:	obvezni predmet/compulsory course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Opravljena predmeta Analiza 1 in Analiza 2.	Completed courses Analysis 1 and Analysis 2.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
definicija verjetnosti	definition of probability
pogojna verjetnost	conditional probability
slučajne spremenljivke in vektorji	random variables and vectors
diskretne in zvezne porazdelitve	discrete and continuous distributions
matematično upanje	expectation
disperzija, kovarianca in korelacijski koeficient	variance, covariance and correlation coefficient
višji momenti in vrstilne karakteristike	higher moments and order statistics
pogojna porazdelitev in pogojno matematično upanje	conditional distribution and conditional expectation
rodovne funkcije	generating functions
zakoni velikih števil	laws of large numbers

Temeljna literatura in viri/Readings:

Hladnik M.: Verjetnost in statistika, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2002, ISBN: 961-6209-34-5, 140 str.
Jamnik R.: Matematična statistika, DZS Ljubljana, 1980, 408 str.
Jamnik R.: Verjetnostni račun in statistika, DMFA Slovenije, Ljubljana, 1986, 156 str.

Grimmett G. R., Stirzaker D. R.: Probability and random processes, Second edition, The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 1992, 541 str.

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Predstaviti osnove teorije verjetnosti	Introduction to probability theory.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Razumevanje teoretičnih konceptov v številnih primerih uporabe. Zmožnost razpoznavanja verjetnostnih vsebin v drugih vedah (fizika, ekonomija, finance, aktuarstvo, medicina, biologija, industrijska statistika).	Understanding of theoretical concepts in various applications. The ability to recognize probabilistic concepts in other sciences (physics, economics, finance, actuarial science, medicine, biology, industrial statistics).

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, vaje, domače naloge.	Lectures, exercises, homeworks.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
pisni izpit	50,00 %	written examination
teoretični test ali ustni izpit	50,00 %	theoretical test or oral exam

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Roman Drnovšek:
– DRNOVŠEK, Roman. Triangularizing semigroups of positive operators on an atomic normed Riesz space. Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society, ISSN 0013-0915, 2000, let. 43, št. 1, str. 43-55 [COBISS.SI-ID 9480281]
– DRNOVŠEK, Roman. Common invariant subspaces for collections of operators. Integral equations and operator theory, ISSN 0378-620X, 2001, vol. 39, no. 3, str. 253-266 [COBISS.SI-ID 10597721]
– DRNOVŠEK, Roman. An infinite-dimensional generalization of Zenger's lemma. Journal of mathematical analysis and applications, ISSN 0022-247X. [Print ed.], 2012, vol. 388, iss. 2, str. 1233-1238 [COBISS.SI-ID 16214617]
Mihael Perman:
– PERMAN, Mihael, SENEGAČNIK, Andrej, TUMA, Matija. Semi-Markov models with an application to power-plant reliability analysis. IEEE transactions on reliability, ISSN 0018-9529, 1997, vol. 46, no. 4, str. 526-532 [COBISS.SI-ID 2567707]
– PERMAN, Mihael, WELLNER, Jon A. On the distribution of Brownian areas. Annals of applied probability, ISSN 1050-5164, 1996, let. 6, št. 4, str. 1091-1111 [COBISS.SI-ID 7101017]
– PERMAN, Mihael, PITMAN, Jim, YOR, Marc. Size-biased sampling of Poisson processes and excursions. Probability theory and related fields, ISSN 0178-8051, 1992, 92, no. 1, str. 21-39 [COBISS.SI-ID 12236377]
Matija Vidmar:
– VIDMAR, Matija, WARREN, Jon. Stationary local random countable sets over the Wiener noise. Probability theory and related fields. Apr. 2024, vol. 188, iss. 3/4, str. 1063-1129. ISSN 0178-8051. https://link.springer.com/article/10.1007/s00440-023-01227-3, Repozitorij Univerze v Ljubljani – RUL, DOI: 10.1007/s00440-023-01227-3. [COBISS.SI-ID 166137603], [Odprti dostop]
projekt: P1-0402-2019 Matematična fizika; financer: Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije
– FOUCART, Clément, VIDMAR, Matija. Continuous-state branching processes with collisions: first passage times and duality. Stochastic Processes and their Applications. [Print ed.]. Jan. 2024, vol. 167, [article no.] 104230, 35 str. ISSN 0304-4149. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304414923002028, Repozitorij Univerze v Ljubljani – RUL, DOI: 10.1016/j.spa.2023.104230. [COBISS.SI-ID 170650115], [Odprti dostop]

projekt: N1-0174-2021 Časi prvih prehodov eno-stranskih procesov Markova; financer: Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije
projekt: P1-0402-2019 Matematična fizika; financer: Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije
– VIDMAR, Matija. Complete monotonicity of time-changed Lévy processes at first passage. Statistics & probability letters. Feb. 2023, vol. 193, art. 109710 (9 str.). ISSN 0167-7152.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167715222002231, Repozitorij Univerze v Ljubljani – RUL, DOI: 10.1016/j.spl.2022.109710. [COBISS.SI-ID 127643395]