UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS (leto / year 2017/18)			
Predmet:	Izračunljivost in računska zahtevnost		
Course title:	Computability and computational complexity		

Študijski program in stopnja **Study programme and level**	**Študijska smer** **Study field**	**Letnik** **Academic year**	**Semester** **Semester**
Interdisciplinarni univerzitetni študijski program Računalništvo in matematika	ni smeri	2	prvi
Interdisciplinary first cycle academic study programme Computer Science and Mathematics	none	2	first

Vrsta predmeta / Course type	obvezni / compulsory
Univerzitetna koda predmeta / University course code:	63283

Predavanja **Lectures**	**Seminar** **Seminar**	**Vaje** **Tutorial**	**Klinične vaje** **work**	**Druge oblike študija**	**Samost. delo** **Individ. work**	**ECTS**
45		**30**			**105**	**6**

Nosilec predmeta / Lecturer:	prof. dr. Borut Robič

Jeziki / Languages:	**Predavanja / Lectures:**	slovenski / Slovene
	Vaje / Tutorial:	slovenski / Slovene

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Vpis v letnik študija.	Enrolment in the programme.
Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**

Predavanja: Uvod: Algoritem intuitivno. Zgodovina: Kriza v osnovah matematike 20. stoletja. Reševanje iz krize. Formalni sistemi. Hilbertov program. Godlova izreka. Uvod v izračunljivost: Kaj je algoritem in računanje? Računski modeli. Church-Turingova teza. Turingov stroj in različice. Nedeterminizem. Univerzalni TS. Model RAM in splošno namenski računalniki. Izrek o rekurziji, rekurzivno definiranje in računanje. Neizračunljivost. Jezik in množica. Odločitveni problemi. Neizračunljivi problemi obstajajo. Metode za dokazovanje neizračunljivosti (diagonalizacija, prevedbe, Riceov izrek) Primeri neizr. problemov in praktične posledice na raznih področjih.(Osnovno o relat. izračunljivosti in hieararhijah.) Avtomati, gramatike, jeziki: Končni avtomat, regularna gramatika, izraz in jezik. Skladovni avtomat, kontekstno neodvisna gramatika in jezik. Linearno omejeni avtomat, kontekstno odvisna gramatika in jezik. Primeri in uporaba. Uvod v računsko zahtevnost: Časovna, prostorska, in druge zahtevnosti. Lahki in težki problemi. Razreda P, NP, EXP in drugi. NP-polnost/težkost in njeno dokazovanje. Primeri in uporaba. Obvladovanje težkih problemov: Osnovno o verjetnostnem, aproksimativnem in paralelnem računanju. Osnovno o interaktivnem dokazovanju. Primeri v praksi.	Lectures: Introduction: Algorithm intuitively. History: Foundational crisis in 20th century mathematics. Solving the crisis. Formal systems. Hilbert's program. Godel's theorems. Introduction to computability: What is algorithm and computation? Models of comp. Church-Turing thesis. Turing machine and versions. Nondeterminism. Universal TM. RAM model and general purpose computers. Recursion theorem, recursive definitions and execution. Incomputability. Sets vs. languages. Decision problems. Incomputable problems exist. Methods of proving incomputability (diagonalization, reductions, Rice's theorem). Examples of incomputable problems and consequences in various fields. (Basics of relative computability and hierarchies.) Automata, grammars, languages: Finite automata, regular grammars, expressions and languages. Pushdown automata, context-free grammars and languages. Linear bounded automata, context-sensitive grammars and languages. Examples and application. Introduction to computational complexity: Time, space, and other complexities. Easy and hard problems. Classes P, NP, EXP and other complexity classes. NP-completeness/hardness and methods of proving it. Examples and applications. Coping with hard problems: Basics of randomized, approximation, and parallel computing. Basics of interactive proving. Examples and application.

Novejši pristopi: Osnovno o kvantnem računanju. Vaje: Na vajah bodo študentje utrjevali snov, podano na predavanjih. Snov bodo uporabili za reševanje praktičnih problemov, pri čemer bo poudarek na samostojnem delu ob pomoči asistentov. Implementirali bodo več manjših programov (kot domače naloge) in obsežnejše programe (kot seminarske naloge), ki jih bodo zagovarjali na vajah. Domače in seminarske naloge: Namen domačih nalog je ponuditi študentom priložnost za samostojno reševanje zahtevnejših nalog s področja izračunljivost in računske zahtevnosti, ki poleg domiselnosti zahtevajo nekoliko temeljitejši teoretični premislek. Oboje presega možnosti pri vajah in navaja k samostojnemu delu.	Recent approaches: Basics of quantum computing. Home works and seminars:

Temeljni literatura in viri / Readings:

B. Robič: The Foundations of Computability Theory, Springer, 2014 (to appear)

S.Arora, B.Barak Computational Complexity: A modern approach, Cambridge Univ Press (2009)

Dodatna literatura:

M. Sipser: Introduction to the Theory of Computation, Course Technology (2006)

B. Robič: Aproksimacijski algoritmi, Založba FE in FRI, 2. izd. (2009)

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:**
Znanje in razumevanje: Poznavanje osnovnih principov delovanja sistemov za upravljanje s podatkovnimi bazami. Poznavanje tehnik načrtovanja podatkovnih baz. Poznavanje formalnih jezikov za poizvedovanje po podatkovnih bazah. Poznavanje prednosti uporabe podatkovnih baz. Uporaba: Uporaba v sklopu razvoja informacijskih sistemov in druge programske opreme, ki zahteva obvladovanje večjih količin podatkov. Refleksija: Zmožnost izboljševanja pristopov modeliranja, predstavitve in hranjenja podatkov v okviru praktičnih problemov. Prenosljive spretnosti - niso vezane le na en predmet: Spretnosti uporabe domače in tuje literature in drugih virov, uporaba IKT, uporaba sistematičnih pristopov, analiza potreb, identifikacija in reševanje problemov, delo v timih.	Knowledge and understanding: Student will posess knowledge and skills in computability and computational complexity theory. Application: Computability and computational complexity theory is fundamental to efficient problem solving, algorithm design and analysis, and design of complex software. Reflection: Learning deep and intricate facts of the computability and computation complexity theory and their use in various disciplines in computer science. Transferable skills: We will treat the topics with as much of mathematical rigor as necessary for clear and develop a birds-eye look at the theory by explaining the motivation and intuition behind the various notions and facts of this theory .

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

Predavanja, domače naloge, seminarski način dela pri vajah. Poudarek je na sprotnem študiju in samostojnem delu pri vajah, seminarskih in domačih nalogah.	Lectures and exercise groups, homework assignemnts. Frequent homework assignemts shall not be time consuming. Some of the homework assignments will be more demanding – projects – which may be distibuted to students divided in groups.

Načini ocenjevanja:	Delež (v %) / Weight (in %)	**Assessment:**
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): Oceno sestavljata dva dela: prvi (50%) je za sprotno delo, drugi (50%) pa za ustni in pisni izpit. Obveznosti predmeta so uspešno opravljene le, če sta oba dela pozitivna. V sprotno delo sodijo vaje in seminarske naloge.	50% 50%	Type (examination, oral, coursework, project): Continuing (homework, midterm exams, project work) Final (written and oral exam) Grading: 6-10 pass, 1-5 fail.

Reference nosilca / Lecturer's references:

ROBIČ, Borut. The foundations of computability theory. Heidelberg [etc.]: Springer, cop. 2015. XX, 331 str., ilustr. ISBN 978-3-662-44807-6. ISBN 978-3-662-44808-3, doi: 10.1007/978-3-662-44808-3. [COBISS.SI-ID 1536557251]

BEZENŠEK, Mitja, ROBIČ, Borut. A survey of parallel and distributed algorithms for the Steiner tree problem. International journal of parallel programming, ISSN 0885-7458. [Print ed.], 2014, vol. 42, no. 2, str. 287-319. [COBISS.SI-ID 9891924]

MIHELIČ, Jurij, MAHJOUB, Amine, RAPINE, Christophe, ROBIČ, Borut. Two-stage flexible-choice problems under uncertainty. European journal of operational research, ISSN 0377-2217. [Print ed.], Mar. 2010, vol. 201, no. 2, str. 399-403, ilustr. [COBISS.SI-ID 7087444]

MIHELIČ, Jurij, ROBIČ, Borut. Flexible-attribute problems. Computational optimization and applications, ISSN 0926-6003. [Print ed.], 2010, vol. 47, no. 3, str. 553-566, ilustr. [COBISS.SI-ID 7087700]

TROBEC, Roman, ŠTERK, Marjan, ROBIČ, Borut. Computational complexity and parallelization of the meshless local Petrov-Galerkin methods. Computers & Structures, ISSN 0045-7949. [Print ed.], 2009, vol. 87, no. 1/2, str. 81-90. [COBISS.SI-ID 21895463]