

MEHANIKA KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Mehanika konstrukcijskih elementov
Course title:	Mechanics of Structural Elements
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo - Razvojno raziskovalni program, druga stopnja, magistrski	Mehanika (smer)	1. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0566894
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	6036-M

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			65	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	izr. prof. dr. Miroslav Halilović
-----------------------------------	-----------------------------------

Izvajalci predavanj:	
Izvajalci seminarjev:	
Izvajalci vaj:	
Izvajalci kliničnih vaj:	
Izvajalci drugih oblik:	
Izvajalci praktičnega usposabljanja:	

Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni strokovni predmet na smeri Mehanika, ki je izbirni strokovni predmet na ostalih smereh./Compulsory specialised course in the study of Mechanics, which is an elective specialised course in other fields of study.
------------------------------------	--

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Ni pogojev.	No conditions.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. Robni problem v elastomehaniki - Ravnotežne enačbe	1. Boundary problem in elastomechanics - Equilibrium equations

- Zveze med pomiki in deformacijami - Konstitutivne enačbe - Kompatibilnostne enačbe	- Relationships between displacements and deformations - Constitutive equations - Compatibility equations
2. Obravnava konstrukcij s pomočjo splošnih enačb - Splošne enačbe v različnih koordinatnih sistemih (cilindrični, sferični) - Osnosimetrični problemi (stene, cevi, krogle) - Posebna napetostno-deformacijska stanja - Aplikacija teorije na realne primere	2. Treatment of structures using general equations - General equations in different coordinate systems (cylindrical, spherical) - Axisymmetric problems (walls, tubes, spheres) - Special stress-strain states - Application of theory to real case studies
3. Iz splošnih enačb na enačbe konstrukcij - Delitev konstrukcij - Splošno o linijskih konstrukcijah - Notranje veličine	3. From general equations to structural equations - Types of structures - General about line structures - Internal quantities
4. Palice - Diferencialna enačba problema - Princip reševanja 1D problemov - Analitično reševanje ravninskega paličja	4. Trusses - Differential equation of problem - Principle of solving 1D problems - Analytical resolution of the plane trusses
5. Prostorska paličja - Transformacija koordinatnega sistema - Numerična obravnava paličja - Aplikacija teorije na realne primere	5. Space trusses - Transformation of the coordinate system - Numerical analysis of truss systems - Application of theory to real case studies
6. Torzija gredi krožnega prereza - Diferencialna enačba problema - Princip reševanja	6. Torsion of circular cross section shaft - Differential equation of problem - Principle for solving
7. Torzija prizmatičnih gredi - Saint Venantova teorija - Prandtlava napetostna funkcija - Obravnava večkrat povezanih območij - Membranska analogija - Primeri analitičnih rešitev - Numerična obravnava primerov torzije - Aplikacija teorije na realne primere	7. Torsion of prismatic shafts - Saint Venant theory - Prandtl's stress function - Analysing of multiply connected domains - Membrane analogy - Examples of analytical solutions - Numerical solving of torsion cases - Application of theory to real case studies
8. Upogib nosilca - Euler-Bernoullijeva teorija - Predpostavke in postavitev robnega problema - Diferencialna enačba problema - Obravnava ravninskih in prostorskih okvirjev - Princip reševanja - Validacija teoretičnega modela z eksperimentom	8. Bending of beam - Euler-Bernoulli beam theory - Assumptions and boundary problem definition - Differential equation of problem - Solving of plane and space frames - Principle for solving - Validation of the theoretical model by experiment
9. Upogib nosilca - Timošenkova teorija - Strig pri upogibu nosilcev - Grashofova enačba - Sistem diferencialnih enačb problema - Aplikacija teorije na realne primere	9. Bending of beam – Timoshenko beam theory - Transverse shear stresses in bending - Grashof equation - The system of differential equations of the problem - Application of theory to real case studies
10. Redukcija robnega problema - Simetrija in antisimetrija - Periodičnost - Ciklični pogoji prehoda - Uporaba poenostavitve pri obravnavi realnih konstrukcij	10. Reduction of boundary problem - Symmetry and antisymmetry - Periodicity - Cyclic compatibility conditions - Use of simplifications in solving real structures
11. Stene - Obravnava ravninskih mehanskih problemov - Osnovna formulacija - Diferencialna enačba problema - Airyjeva funkcija - Numerična obravnava problemov sten - Aplikacija teorije na realne primere - Validacija teoretičnega modela z eksperimentom	11. In-plane loaded plates - Planar mechanical problems - Basic formulation - Differential equation of problem - Airy function - Numerical solving - Application of theory to real case studies - Validation of the theoretical model by experiment
12. Tanke plošče - Kirchhoffova teorija	

- Osnovna formulacija - Diferencialna enačba problema - Kinematični in statični robni pogoji - Plošča-trak - Krožne plošče - Validacija teoretičnega modela z eksperimentom	- Basic formulation - Differential equation of problem - Kinematic and static boundary conditions - Plate-strip - Circular plates - Validation of the theoretical model by experiment
13. Debele plošče - Mindlin-Reissnerjeva teorija - Osnovna formulacija - Diferencialna enačba problema - Numerična obravnava plošč - Aplikacija teorije na realne primere	13. Thick plates - Mindlin-Reissner theory - Basic formulation - Differential equation of problem - Numerical solving of plates - Application of theory to real case studies
14. Lupine - obravnava konstrukcij v krivočrtnih koordinatah - membranska teorija - upogibna teorija - Aplikacija teorije na realne primere	14. Shells - Analysing of structures in curvilinear coordinates - Membrane theory - Bending theory - Application of theory to real case studies
15. Optimiranje konstrukcij - Matematična formulacija optimizacijskega problema - Parametrična optimizacija - Topološka optimizacija	15. Optimization of constructions - Mathematical formulation of an optimization problem - Topological optimization

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. L. H. Donnell: Beams, Plates, and Shells, McGraw-Hill, 1976. [COBISS.SI-ID 102427] 2. S. P. Timošenko, S. Vojnovski-Kriger: Teorija ploča i ljuski, Građevinska knjiga, 196 [COBISS.SI-ID 10174213] 3. J. Urevc, B. Starman: Mehanika konstrukcij – dodatno študijsko gradivo za vaje, FS-ULJ, 2019. [COBISS.SI-ID 16997659] 4. E. Prelog: Mehanika konstrukcij, FS-ULJ, 1974 [COBISS.SI-ID 8160001] 5. Analysis of shells, plates, and beams, Springer, 2020. [COBISS.SI-ID 18436099] e-knjiga
--

Cilji in kompetence:

Cilji: 1. Spoznati matematične formulacije teorij na področju mehanike za analizo konstrukcij 2. Spoznati postopke mehanske obravnave konstrukcijskih elementov (palice, nosilci, gredi, stene, plošče, lupine) 3. Osvojiti veščine obravnave realne konstrukcije z matematičnimi modeli, ki zahteva kritični razmislek o idealizaciji struktur ter sintezo posameznih teorij Kompetence: 1. Obvladovanje zahtevnejšega teoretičnega znanja ki se uporabljajo za analitične oz. numerične mehanske analize konstrukcij (P2-MAG, P3-MAG) 2. Sposobnost zahtevnejših analitičnih in numeričnih mehanskih analiz linijskih in ploskovnih konstrukcij (P4-MAG)	Objectives and competences: Goals: 1. To learn mathematical formulations of theories in the field of mechanics for structural analysis 2. To learn the procedures of mechanical analyses of structural elements (trusses, beams, shafts, walls, panels, shells) 3. Mastery the skills of treating real construction with mathematical models, which requires critical reflection on the idealization of structures and the synthesis of individual theories Competences: 1. Mastering the advanced theoretical knowledge used for analytical or numerical mechanical analysis of structures (P2-MAG, P3-MAG) 2. The ability to perform advanced analytical and numerical mechanical analyzes of line and plane structures (P4-MAG)
---	--

3. Sposobnost kritičnega, analitičnega in sintetičnega mišljenja preko študija zahtevnih teorij na področju mehanike (S2-MAG)	3. The ability to critically, analytically and synthetically analyze problems through the study of advanced theories in mechanics (S2-MAG)
---	--

Predvideni študijski rezultati:

Znanja:
Poglobljeno teoretično znanje o mehanski obravnavi konstrukcij ter analitično znanje za razumevanje in samostojno izvedbo mehanskih analiz.
Spretnosti:
1. S2.1: Izvajanje kompleksnih mehanskih analiz linijskih in ploskovnih konstrukcij
2. S2.3: Sposobnost sinteze pridobljenih znanj na primere realnih konstrukcij
3. S2.3: Sposobnost kritične analize rezultatov in ocene njihove pravilnosti

Intended learning outcomes:

Knowledge:
In-depth theoretical knowledge of the mechanical analyzing of structures and analytical knowledge to understand and perform mechanical analyzes independently.
Skills:
1. S2.1: Performing complex mechanical analysis of line and plane structures
2. S2.3: The ability to synthesize acquired knowledge to examples of real structures
3. S2.3: The ability to critically analyze results and evaluate their correctness

Metode poučevanja in učenja:

P1 Avditorna predavanja
P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki
P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri
P4 Laboratorijske vaje z uporabo nateznega stroja in sistema za merjenje nehomogenega deformacijskega polja
P5 Uporaba študijskega gradiva v obliki video lekcij in spletne učilnice
P9 Vaje izvajane po didaktični metodi obrnjenega učenja
P14 Virtualni eksperimenti
P15 Uporaba video vsebin kot priprava na predavanja in vaje

Learning and teaching methods:

P1 Lectures
P2 Study content is discussed according to an orderly and pre-explained systematics.
P3 Tutorials where theoretical knowledge from lectures is supported by computational examples
P4 Laboratory exercises using a tensile machine and a system for measuring inhomogeneous strain field
P5 Use of study material in the form of video lessons and an online classroom
P9 Exercises are performed according to the <i>Flipped Classroom</i> didactic method
P14 Virtual experiments
P15 Using video content as a preparation for lectures and tutorials

Načini ocenjevanja:

Delež/Weight

Assessment:

Del A: Teoretične vsebine	50,00 %	Part A: Theory
Del B: Praktične vsebine in samostojno delo	50,00 %	Part B: Practical work and coursework
Skupna ocena predmeta je povprečje Dela A in Dela B, pri čemer je ocena pozitivna samo, če sta oba dela pozitivna na istem izpitnem roku.		The overall course grade is the average of Part A and Part B, but the grade is positive only if both parts are positive on the same 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:

Miroslav Halilović:

1. STARMAN, Bojan, VRH, Marko, KOC, Pino, **HALILOVIČ, Miroslav**. Shear test-based identification of hardening behaviour of stainless steel sheet after onset of necking. *Journal of materials processing technology*, ISSN 0924-0136. [Print ed.], Aug. **2019**, vol. 270, str. 335-344. [COBISS.SI-ID [16527899](#)]
2. MAČEK, Andraž, STARMAN, Bojan, MOLE, Nikolaj, **HALILOVIČ, Miroslav**. Calibration of advanced yield criteria using uniaxial and heterogeneous tensile test data. *Metals*. **2020**, iss. 4, vol. 10, str. 1-17, ilustr. ISSN 2075-4701. [COBISS.SI-ID [17170459](#)]
3. MAČEK, Andraž, UREVC, Janez, **HALILOVIČ, Miroslav**. Flat specimen shape recognition based on full-field optical measurements and registration using mapping error minimization method. *Strojniški vestnik*. May **2021**, vol. 67, no. 5, str. 203-213, si 29, ilustr. ISSN 0039-2480. [COBISS.SI-ID [65014787](#)]
4. MAČEK, Andraž, UREVC, Janez, **HALILOVIČ, Miroslav**. *Arrangement of detachable and optionally sealed interconnection between a male and female construction part : European patent specification EP 3 884 194 B1, 2023-06-28 = Anordnung zur Lösbaren und Gegebenenfalls Abgedichteten Verbindung zwischen einem Steker- und einem Buchsenbauteil = Agencement d'interconnexion amovible et éventuellement étanche entre une pièce de construction mâle et une pièce de construction femelle*. Munich: European Patent Office, **2023**. 13 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [20809475](#)]
5. MAČEK, Andraž, **HALILOVIČ, Miroslav**. *Determination of force-displacement response of polymeric K10 kitchen machine housing*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, **2023**. 8 f., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [154220547](#)]