ANALIZA IN SINTEZA MEHANIZMOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Analiza in sinteza mehanizmov
Course title:	Mechanisms Analysis and Synthesis
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni (od študijskega leta 2026/2027 dalje)	Konstruiranje strojev in naprav (smer)	3. letnik	1. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0563431
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	3048-V

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			40	4

Nosilec predmeta/Lecturer:	doc. dr. Simon Krašna, izr. prof. dr. Robert Kunc

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

Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni strokovni predmet /Elective specialised course

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

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
Izpolnjevanje pogojev za vpis v Visokošolski strokovni študijski program I. stopnje Strojništvo - Projektno aplikativni program.	Meeting the enrollment conditions for the MECHANICAL ENGINEERING - Project Oriented Applied Programme.

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. Predavanje: Osnove - definicija mehanizmov - klasifikacija mehanizmov - funkcija mehanizmov	1. Lecture: Basics - Definition of mechanisms. - Classification of mechanisms. - Function of mechanisms.

- uporaba numeričnih simulacij pri analizi delovanja mehanizmov-1	- Use of numerical simulations for analysis of the functioning of mechanisms - 1.
2. Predavanje: Osnove - nadaljevanje	2. Lecture: Basics - continuation
- kinematične verige	- Kinematic chains.
- prostostne stopnje	- Degrees of freedom.
- kinematične vezi	- Kinematic joints.
- uporaba numeričnih simulacij pri analizi delovanja mehanizmov-2	- Use of numerical simulations for analysis of the functioning of mechanisms – 2.
3. Predavanje: Kinematika	3. Lecture: Kinematics
- prostostne stopnje 2D in 3D	- Degrees of freedom 2D and 3D.
- shematski prikaz mehanizmov	- Schematic presentation of mechanisms.
- primeri mehanizmov	- Examples of mechanisms.
4. Predavanja: Inverzije in mrtve lege	4. Lecture: Inversions and toggle positions
- prostostne stopnje: neveljavnost Grüberjeve formule	- Degrees of freedom: Grüber formula - special cases
- kinematične inverzije	- Kinematic inversions.
- geometrijske inverzije	- Geometric inversions.
- mrtve lege	- Toggle positions.
5. Predavanje: Prenosna funkcija	5. Lecture: Transfer function
- funkcije mehanizmov	- Functions of mechanisms.
- tvorjenje poti in gibanje togega telesa	- Path formation and motion of a rigid body.
- kinematične prenosne funkcije	- Kinematic transfer functions.
- prenosno razmerje	- Transfer ratio.
6. Predavanje: Prenos gibanja in moči v mehanizmih	6. Lecture: Kinematic transfer function
- prenosni kot	- Transmission angle.
- mrtve lege (nadaljevanje)	- Toggle positions (continuation).
- delovni in povratni gib	- Forward and return stroke.
7. Predavanje: Kinematika – uvod v sintezo	7. Lecture: Kinematics – Introduction into synthesis.
- analiza lege in hitrosti	- Analysis of position and svelocity.
- točka – lega	- Point – position.
- togo telo – lega in orientacija	- Rigid body – position and orientation.
- kinematika 1D	- Kinematics 1D.
8. Predavanje: 3D gibanje telesa-1	8. Lecture: 3D body motion - 1
- 3D gibanje telesa	- 3D body motion.
- nepomični koordinatni system	- Fixed reference frame.
- pomični koordinatni system	- Moving reference frame.
- transformacijska matrika	- Transformation matrix.
- Eulerjevi koti	- Euler angles.
- uporaba numeričnih simulacij pri analizi delovanja mehanizmov 1	- Use of numerical simulations for analysis of the functioning of mechanisms – 1.
9. Predavanje: 3D gibanje telesa-2	9. Lecture: 3D body motion - 2
- 3D gibanje telesa - nadaljevanje	- 3D body motion – continuation.
- hitrost izhodišča	- Velocity of the local origin.
- relativna hitrost in pospešek	- Relative velocity and acceleration.
- rotacija telesa	- Body rotation.
- tangencialni, normalni in coriolisov pospešek	- Tangential, normal and Coriolis acceleration.
10. Predavanje: Kinematika – Poli hitrosti in pospeškov 1	10. Lecture: Kinematics – Instantaneous centre of velocity and acceleration 1
- plan hitrosti	- Velocity polygon.
- plan pospeškov	- Acceleration polygon.
- analiza kinematike s pomočjo planov hitrosti	- Analysis of kinematics by means of velocity polygons.
11. Predavanje: Kinematika – Poli hitrosti in pospeškov 2	11. Lecture: Kinematics – Instantaneous centre of velocity and acceleration 2
- poli hitrosti	- Instantaneous centre of velocity.
- poli pospeškov	- Instantaneous centre of acceleration.
- poli hitrosti v tehniki vozil	- Instantaneous centre of velocity in vehicle
- analiza kinematike s pomočjo polov hitrosti	- Instantaneous centre of velocity in vehicle

- poloide 12. Predavanje: Krivuljni mehanizmi – Uvod - krivuljni mehanizmi in njihove značilnosti - osnovni pojmi krivuljnih mehanizmov - izvedbe odmičnih krivulj in slednikov - osnovne zakonitosti gibanja in oblikovanja 13. Predavanje: Krivuljni mehanizmi – Analiza - analiza krivuljnih mehanizmov - faze krivuljnih mehanizmov - SVAJ diagram - uporaba numeričnih simulacij pri analizi delovanja krivuljnih mehanizmov 14. Predavanje: Krivuljni mehanizmi – Sinteza - sinteza krivuljnih mehanizmov - parabolične, cikloidne in harmonične oblike - določanje oblike odmičnih krivulj in slednikov - parabolične, cikloidne in harmonične oblike 15. Predavanje: Sinteza ročičnih mehanizmov - proces konstruiranja - sinteza kinematike - grafična sinteza - uporaba numeričnih simulacij pri analizi in sintezi delovanja mehanizmov	dynamics. - Analysis of kinematics by means of instantaneous centre of velocity. - Centrode. 12. Lecture: Cam followers – Introduction. - Characteristics of cam followers. - Basic concepts of cam followers. - Design of cam curves and followers. - Basic principles of motion and design. 13. Lecture: Cam followers – Analysis - Analysis of cam followers. - Phases of cam followers. - SVAJ diagram. - Use of numerical simulations for analysis of the functioning of cam followers. 14. Lecture: Cam followers – Synthesis - Synthesis of cam followers. - Parabolic, cycloid and harmonic shapes. - Determining the shape of cam curves and followers. - Parabolic, cycloid and harmonic shapes. 15. Lecture: Sythesis of crank-slider mechanisms - Design process. - Kinematic synthesis. - Graphic synthesis. - Use of numerical simulations for analysis of the functioning of mechanisms.

Temeljna literatura in viri/Readings:

Osnovna:

1. Uicker J. J., Pennock R. R., Shigley E. J.: Theory of Machines and Mechanisms, Third Edition, Oxford University Press, 2003. [COBISS.SI-ID 5698331]
2. Norton L. R.: Design of Machinery: An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines, Second Edition, McGraw Hill, 2001. [COBISS.SI-ID 44430593]
3. Sclater N., Chironis N.: Mechanisms and Mechanical Devices Sourcebook, Third Edition, McGraw Hill Professional, 2007. [COBISS.SI-ID 11291158]

Dodatna:

1. Shigley, Joseph Edward ; Uicker, John Joseph. Theory of machines and mechanisms, New York [etc.] : McGraw-Hill, 1995, ISBN - 0-07-113565-0, [COBISS.SI-ID 2120982]

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji: 1. Spoznati osnovne pojme teorije mehanizmov, principe delovanja in izvedbe najbolj razširjenih tipov mehanizmov. 2. Pridobiti teoretično podlago za učinkovito analizo in sintezo mehanizmov. 3. Spoznati uporabo specializiranih programskih orodij. Kompetence: 1. S4-PAP, P1-PAP: Sposobnost razčlenitve mehanizmov in naprav na posamezne funkcijske podsklope. 2. P8-PAP: Sposobnost analize kinematike mehanizmov. 3. S13-PAP, P9-PAP: Sposobnost snovanja osnovnih tipov mehanizmov.	Objectives: 1. Learning the basic terminology of the theory of mechanisms, principles of operation and designs of the most widely used types of mechanisms. 2. Understanding the theoretical basis for efficient analysis and synthesis of mechanisms. 3. Understanding the use of specialised software tools. Competences: 1. S4-PAP, P1-PAP: Ability to break mechanisms and devices down into individual functional subassemblies. 2. P8-PAP: Ability to perform analysis of the kinematics of mechanisms. 3. S13-PAP, P9-PAP: Ability to design basic types of mechanisms.

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
Znanja: Z1: Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje s področja analize in sinteze ročičnih in krivuljnih mehanizmov. Spretnosti: S1.1 Izvajanje kompleksnih operativno-strokovnih opravil, ki vključujejo tudi uporabo metodoloških orodij: • Prepoznavanje in reševanje problemov s področja mehanizmov. • Obvladovanje analitičnih metod za analizo in sintezo enostavnih mehanizmov. S1.2 Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih delovnih procesov ob samostojni uporabi znanja v novih delovnih situacijah: • Poznavanje računalniško podprtih tehnologij za analizo in sintezo mehanizmov.	Knowledge: Z1: In-depth professional theoretical and practical knowledge in the field of analysis and synthesis of crank-slider mechanisms and cam followers. Skills: S1.1 Performance of complex operational and specialist tasks, including the use of methodological tools: • Recognizing and solving problems in the field of mechanisms. • Understanding the use of analytical methods for analysis and synthesis of simple mechanisms. S1.2 Understanding demanding and complex work processes based on independent use of knowledge in new work situations: • Understanding computer-aided technologies for analysis and synthesis of mechanisms.

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov. P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki. P4 Laboratorijske vaje z namenskimi didaktičnimi pripomočki (različni mehanizmi v splošnem strojnišvu in na področju vozil, namenski računalniški program za analizo in optimizacijo mehanizmov). P8 Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarskih nalog. P12 Individualizirane domače naloge v spletni učilnici. P14 Virtualni eksperimenti. P15 Uporaba video vsebin kot priprava na predavanja in vaje.	P1 Auditory lectures with solving selected and typical theoretical and practical examples. P2 Presentation of subject matter based on the arranged and previously explained scheme. P4 Laboratory work with didactic tools (various mechanisms in general mechanical engineering and in the field of vehicles, computer software for analysis and optimization of mechanisms). P8 Creation and presentation of applicative seminar assignments. P12 Individual homework assignments in a virtual classroom. P14 Virtual experiments. P15 Use of video contents and preparation for lectures and tutorials.

Načini ocenjevanja:	Delež/Weight	Assessment:
Teoretični izpit (pisno/ustno, zahtevana pozitivna ocena).	50,00 %	Theory examination (written/oral, a passing grade required).
Laboratorijske vaje s projektno nalogo (pisno/ustno, zahtevana pozitivna ocena).	50,00 %	Laboratory work and project report (written/oral, a passing grade required).

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:

Robert Kunc:

1. KRANJEC, Matej, TRAJKOVSKI, Ana, KRAŠNA, Simon, HRIBERNIK, Marija, **KUNC, Robert**. Material properties of human patellar-ligament grafts from the elderly population. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials. Oct. 2020, vol. 110, str. 1-9, ilustr. ISSN 1751-6161. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616120305464?via%3Dihub,

https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=138440, DOI: 10.1016/j.jmbbm.2020.103994. [COBISS.SI-ID 25794307].

2. TRAJKOVSKI, Jovan, **KUNC, Robert**, PREBIL, Ivan. Parametric analysis study of blast loaded armour V-plates. International journal of protective structures. Dec. 2017, vol. 8, iss. 4, str. 524-538, ilustr. ISSN 2041-4196. http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2041419617727808, DOI: 10.1177/2041419617727808. [COBISS.SI-ID 15625755].
3. TRAJKOVSKI, Ana, HRIBERNIK, Marija, **KUNC, Robert**, KRANJEC, Matej, KRAŠNA, Simon. Analysis of the mechanical response of damaged human cervical spine ligaments. Clinical biomechanics. [Print ed.]. 2020, vol. 75, str. 1-9, ilustr. ISSN 0268-0033. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003320301212, https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=137771, DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2020.105012. [COBISS.SI-ID 14633987].
4. **KUNC, Robert** (avtor, ilustrator), KRAŠNA, Simon (avtor, ilustrator). Analiza in sinteza mehanizmov : postopki reševanja izbranih primerov. 1. elektronska izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2024. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (VI, 101 str.)), ilustr. ISBN 978-961-7187-09-0. Repozitorij Univerze v Ljubljani – RUL, Digitalna knjižnica Slovenije - dLib.si. [COBISS.SI-ID 206961411].
5. ZUPAN, Samo, ŽEROVNIK, Andrej, TRAJKOVSKI, Jovan, NOVAK, Aleksander, **KUNC, Robert.** Trdnostna kontrola pralnih rok vozil za čiščenje tunelov : roka pralna zgornja - 231005 : končno poročilo. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Katedra za modeliranje v tehniki in medicini, jul. 2018. 42 str., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 16151579].

Simon Krašna:

1. **KRAŠNA**, **Simon,** DJORDJEVIĆ, Srdjan, HRIBERNIK, Marija, TRAJKOVSKI, Ana. A novel approach to measuring muscle mechanics in vehicle collision conditions. Sensors. 2017, vol. 17, iss. 6, f. 1-17, ilustr. ISSN 1424-8220. http://www.mdpi.com/1424-8220/17/6/1389, Repozitorij Univerze v Ljubljani – RUL, DOI: 10.3390/s17061389. [COBISS.SI-ID 15539483].
2. **KRAŠNA, Simon**, KELLER, Arne, LINDER, Astrid, SILVANO, Ary P., XU, Jia-Cheng, THOMSON, Robert, KLUG, Corina. Human response to longitudinal perturbations of standing passengers on public transport during regular operation. Frontiers in bioengineering and biotechnology. vol. 9, 2021, str. 1-15, ilustr. ISSN 2296-4185. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2021.680883/full, DOI: 10.3389/fbioe.2021.680883. [COBISS.SI-ID 83440131].
3. **KRAŠNA, Simon**, NOVAK, Aleksander, KUNC, Robert. Študija izvedljivosti prototipnih mehanizmov za stol IRregular : končno poročilo. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Katedra za modeliranje v tehniki in medecini, 2020. 5 f., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 25857795].
4. TRAJKOVSKI, Ana, HRIBERNIK, Marija, KUNC, Robert, KRANJEC, Matej, **KRAŠNA, Simon**. Analysis of the mechanical response of damaged human cervical spine ligaments. Clinical biomechanics. [Print ed.]. 2020, vol. 75, str. 1-9, ilustr. ISSN 0268-0033. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003320301212, Repozitorij Univerze v Ljubljani – RUL, DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2020.105012. [COBISS.SI-ID 14633987].
5. KUNC, Robert (avtor, ilustrator), **KRAŠNA, Simon** (avtor, ilustrator). Analiza in sinteza mehanizmov : postopki reševanja izbranih primerov. 1. elektronska izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2024. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (VI, 101 str.)), ilustr. ISBN 978-961-7187-09-0. Repozitorij Univerze v Ljubljani – RUL, Digitalna knjižnica Slovenije - dLib.si. [COBISS.SI-ID 206961411].