

OBDELAVA IN VREDNOTENJE PODATKOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Obdelava in vrednotenje podatkov
Course title:	Data Processing and Validation
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo - razvojno raziskovalni program, prva stopnja, univerzitetni (od študijskega leta 2026/2027 dalje)	Ni členitve (študijski program)	3. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0577609
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	2033-U

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:	prof. dr. Edvard Govekar
-----------------------------------	--------------------------

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

Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni splošni predmet /Compulsory general course
------------------------------------	--

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

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

Izpolnjevanje pogojev za vpis v Univerzitetni študijski program I. stopnje Strojništvo - Razvojno raziskovalni program.

Prerequisites:

Meeting the enrollment conditions for the Academic study programme of Mechanical Engineering - Research and Development program.

Vsebina:

1. Predavanje: Uvod in osnovni pojmi verjetnostnega računa
 - Opredelitev poizkusa, izida in dogodka
 - Relacije med dogodki
 - Pojem in definicije verjetnosti dogodka

Content (Syllabus outline):

1. Lecture: Introduction and basic concepts of probability calculus
 - Definition of a trial, outcome and event
 - Relations between events
 - The concept and definitions of the probability of

- Verjetnost unije, preseka dogodkov - Pogojna verjetnost in odvisnost dogodka - Več nivojski poskus in Bayesova formula 2. Predavanje: Naključne spremenljivke - Opredelitev diskretne in zvezne naključne spremenljivke in verjetnosti - Oblike porazdelitvega zakona verjetnosti (kumulativna porazdelitev verjetnosti, funkcija verjetnosti in gostote verjetnosti) - Lastnosti porazdelitvenega zakona in osnovni parametri (srednja vrednost, varianca), neenačba Čebiševa 3. Predavanje: Primeri porazdelitev verjetnosti - Binomska porazdelitev - Hipergeometrična - Poissonova - Eksponenta - Gaussova 4. Predavanje: Vektorske naključne spremenljivke - Definicija vektorske naključne spremenljivke - Opredelitev povezane in robne gostote verjetnosti - Gostota pogoje verjetnosti - Kovarianca in korelacija 5. Predavanje: Funkcije naključnih spremenljivk - Splošna opredelitev - Kvadratična funkcija in hi-kvadrat porazdelitev - Porazdelitev linearne kombinacije spremenljivk in konvolucijski integral 6. Statistična povprečja in momenti - Definicija statističnega povprečja diskretne, zvezne in funkcije naključne spremenljivke - Lastnosti statističnega povprečja - Statistični moment in centralni momenti - Povezani momenti in centralni momenti - Primeri pomembnih statističnih povprečij 7. Osnovni pojmi statistike - Populacija, naključni vzorec - Vzorčne karakteristike in osnovne statistike - Točkovne cenilke (vzorčno povprečje in varianca, vzorčni momenti, relativna frekvenca in histogram) 8. Metode določanja točkovnih cenilk - Metoda momentov - Metoda maksimalnega verjetja 9. Verjetnostne porazdelitve statistik - Porazdelitev vzorčnega povprečja in centralni limitni teorem - Hi-kvadrat porazdelitev vzorčne variance - Z-statistika in Gaussova porazdelitev - T - statistika in Studentova porazdelitev - F - statistika in Snedecorjeva porazdelitev 10. Intervalna ocena parametrov - Koncept in interpretacija intervalne ocene - Enostranska in dvostanska intervalna ocena - Intervalne ocene srednje vrednosti – Z in T statistika - Intervalna ocena variance – Hi kvadrat statistika - Vpliv in izbira velikosti vzorca na odklon cenilke 11. Statistične hipoteze I	an event - Probability of events union and product - Conditional probability and dependence of events - Multi-level experiment and Bayes formula 2. Lecture: Random variables - Definition of a discrete and continuous random variable and probability - Forms of the probability distribution law (cumulative probability distribution, probability mass function and probability density) - Properties of the distribution laws and basic parameters (mean, variance), Chebyshev inequality 3. Lecture: Selected examples of probability distributions - Binomial - Hypergeometric - Poisson's - Exponential - Gaussian 4. Lecture: Vector random variables - Definition of a vector random variable - Definition of joined and boundary probability density - Conditional probability density - Covariance and correlation 5. Lecture: Functions of random variables - General definition - Quadratic function and chi-square distribution - Distribution of a linear combination of variables and convolution integral 6. Lecture: Statistical means and moments - Definition of the statistical mean of a discrete, continuous, and function of random variable - Statistical mean properties - Statistical moment and central moments - Joined moments and central moments - Examples of important statistical means 7. Lecture: Basic concepts of statistics - Population, random sample - Sample characteristics and basic statistics - Point estimators (sample mean and variance, sample moments, relative frequency and histogram) 8. Lecture: Methods for determining point estimators - Method of moments - Method of maximal likelihood 9. Lecture: Probability distributions of statistics - Distribution of sample mean and central limit theorem - Chi-square distribution of sample variance - Z-statistic and Gaussian distribution - T-statistic and Student distribution - F-statistic and Snedecor distribution 10. Lecture: Interval estimation of parameters - Concept and interpretation of interval estimation - One-sided and two-sided interval estimation - Interval estimation of mean – Z and T statistics - Interval estimation of variance – chi square
---	--

- Osnovni pojmi in koncept testa - Enostanski in dvostranski test - Napake pri testu, njihovo ovrednotenje in interpretacija - p vrednost testa 12. Statistične hipoteze II - Test parametričnih hipotez (Z in T test srednje vrednosti, F test variance) - Prilagoditveni neparametrični hi kvadrat test - Test neodvisnosti in homogenosti spremenljivk - Test enakosti dveh normalnih populacij in zaznavanje vpliva dvonivojskega faktorja - Praktični primer v Matlab okolju 13. Test ANOVA- analiza variance in zaznavanje vpliva večnivojskega faktorja - Osnovni pojmi in koncept testa - Opredelitev hipoteze, F statistike in potek in interpretacija testa - Praktični primeri ANOVA v Matlab okolju 14. Empirično modeliranje in cenilke funkcij - Osnovni pojmi in koncept parametričnih in neparametričnih cenilk funkcij - Parametrična linearna regresija - Neparametrična regresija in cenilka pogojnega povprečja - Praktični primeri v Matlab okolju 15. Naključni procesi - Osnovni pojmi, definicija in praktični primeri - Razvrstitev in lastnosti procesov - Osnove opisa naključnih lastnosti (statistična poprečja po ansamblu, avto-kovariančna funkcija) - Pojem stacionarnosti in preverjanje stacionarnosti naključnega procesa - Osnove karakterizacije – Amplitudna porazdelitev in statistični momenti, Avtokorelacijska funkcija, Spektralna gostota - Praktični primeri karakterizacije procesov v Matlab okolju	statistic - Influence and choice of sample size on estimator deviation 11. Lecture: Statistical Hypotheses I - Basic concepts and concept of the test - One-sided and two-sided test - Test errors, their evaluation and interpretation - p value of the test 12. Lecture: Statistical Hypotheses II - Test of parametric hypotheses (Z and T test of mean, F test of variance) - Goodness-of-fit non-parametric chi-square test - Variables independence and homogeneity test - Test of equality of two normal populations and two-level factor influence detection - Practical example in Matlab environment 13. Lecture: ANOVA test - analysis of variance and detection of multilevel factor influence - Basic concepts and concept of the test - Definition of hypothesis, F-statistics, test implementation and interpretation - Practical ANOVA examples in Matlab environment 14. Lecture: Empirical modelling and function estimators - Basic concepts, concept of parametric and non-parametric function estimators - Parametric linear regression - Non-parametric regression and conditional mean estimator - Practical examples in Matlab environment 15. Lecture: Random processes - Basic concepts, definition and practical examples - Classification and properties of processes - Basics of random properties description (ensemble statistical means, auto-covariance function) - The concept of stationarity, verification of stationarity of a random process - Characterization basics - Amplitude distribution and statistical moments, Autocorrelation function, Spectral density - Practical examples of process characterization in Matlab environment
--	---

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Edvard GOVEKAR, *Naključni pojavi : elektronski zapiski in interaktivni učbenik*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2005. <http://lab.fs.uni-lj.si/lasin/www/teaching/np/predavanja.htm>. [COBISS.SI-ID 11321371]
2. Igor GRABEC, Janez GRADIŠEK, *Opis naključnih pojavov*, 2000, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo. [COBISS.SI-ID 276189696]
3. Douglas C. MONTGOMERY, George C. RUNGER, *Applied statistic and probability for engineers*, Third edition, 2003, John Wiley and Sons. [COBISS.SI-ID 16830747]
4. Julius S. BENDAT, Allan G. PIERSON, *Random Data: Analysis and measurement procedures*, 4th ed., 2010, John Wiley and Sons. [COBISS.SI-ID 13038875]

Cilji in kompetence:

Cilji:

Objectives and competences:

Objectives:

1. Spoznati osnove uporabe verjetnosti in izbranih porazdelitev verjetnosti pri opisu naključnih lastnosti pojavov v strojništvu 2. Spoznati metode statistike in statističnega sklepanja pri interpretaciji merskih podatkov in reševanju tehničnih problemov v strojništvu 3. Spoznati osnove obdelave in karakterizacije naključnih procesov Kompetence: 1. P1-RRP: Obvladovanje temeljnih znanj verjetnosti in statistike, ki so potrebna za obvladovanje tehničnega področja strojništva 2. S6-RRP: Sposobnost za uporabo verjetnosti in statističnih metod pri samostojnem reševanju tehničnih problemov v strojništvu 3. P4-RRP: Sposobnost osnovnega statističnega modeliranja z razvito sposobnostjo kritične analize rezultatov	1. To learn the basics of application of probability and selected probability distributions in describing random properties of phenomena in mechanical engineering 2. To learn methods of statistics and statistical inference in interpretation of measurement data and solving technical problems in mechanical engineering 3. To learn the basics of processing and characterization of random processes Competences: 1. P1-RRP: Mastery of basic skills of probability and statistics, fundamental to the technical aspect of mechanical engineering 2. S6-RRP: The ability to use the methods of probability and statistics to solve professional engineering problems independently 3. P4-RRP: The ability of basic statistical modelling with the ability of critically analysing the results
--	---

Predvideni študijski rezultati:

Znanja:
 Z1: Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje na področju uporabe verjetnosti in statističnih metod pri vrednotenju in interpretaciji inženirskih podatkov.
 Spretnosti:
 S1.1 Izvajanje kompleksnih operativno-strokovnih opravil, temelječih na analizi in vrednotenju inženirskih podatkov, ki vključujejo tudi uporabo metodoloških orodij.
 S1.3 Diagnosticiranje in reševanje različnih problemov v različnih specifičnih delovnih okoljih.

Intended learning outcomes:

Knowledge:
 Z1: Thorough professional theoretical and practical knowledge in the field of applied probability and statistical methods for evaluation and interpretation of engineering data.
 Skills:
 S1.1 Executing complex operational-professional tasks based on analysis and evaluation of engineering data, including usage of methodological tools.
 S1.3 Problem diagnostics and solving in different and specific working environments.

Metode poučevanja in učenja:

P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov.
 P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri.
 P5 Uporaba študijskega gradiva v obliki e-zapiskov.
 P6 Interaktivna predavanja.
 P8 Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarskih nalog.
 P14 Virtualni eksperimenti.

Learning and teaching methods:

P1 Auditorial lectures with solving selected field-specific theoretical and applied use cases.
 P3 Auditorial exercises, in which theoretical content from the lectures is supplemented with computational examples.
 P5 Application of study material in form of e-notes.
 P6 Interactive lectures.
 P8 Making and presenting applied seminar exercises.
 P14 Virtual experiments.

Načini ocenjevanja:

Delež/Weight

Assessment:

Teoretične vsebine (predavanja).	50,00 %	Theoretical content (lectures).
Računski primeri iz avditornih vaj.	25,00 %	Auditory computer cases.
Laboratorijske vaje.	25,00 %	Laboratory tutorials.

Ocenjevalna lestvica:

5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10

Grading system:

5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Edvard Govekar:

1. MEDE, Tijan, JEROMEN, Andrej, **GOVEKAR, Edvard**, MALLON, Michael, GODEC, Matjaž. Influence of particle size on powder velocity distribution at the nozzle outlet in Directed Energy Deposition. *Materials & design*. vol. , [article no.], str. 1-10, ilustr. ISSN 1873-4197. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5116848, DOI: [10.2139/ssrn.5116848](https://doi.org/10.2139/ssrn.5116848). [COBISS.SI-ID [230759683](#)]
2. POTOČNIK, Primož, MISSON, Martin, ŠTURM, Roman, **GOVEKAR, Edvard**, KEK, Tomaž. Deep feature extraction based on ae signals for the characterization of loaded carbon fiber epoxy and glass fiber epoxy composites. *Applied sciences*. Feb. 2022, vol. 12, iss. 4, str. 1-13, ilustr. ISSN 2076-3417. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/4/1867>, DOI: [10.3390/app12041867](https://doi.org/10.3390/app12041867). [COBISS.SI-ID [97798403](#)]
3. KEK, Tomaž, POTOČNIK, Primož, MISSON, Martin, BERGANT, Zoran, SORGENTE, Mario, **GOVEKAR, Edvard**, ŠTURM, Roman. Characterization of biocomposites and glass fiber epoxy composites based on acoustic emission signals, deep feature extraction, and machine learning. *Sensors*. Sep. 2022, vol. 22, iss. 18, str. 1-16, ilustr. ISSN 1424-8220. <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/18/6886>, DOI: [10.3390/s22186886](https://doi.org/10.3390/s22186886). [COBISS.SI-ID [121597443](#)]
4. POTOČNIK, Primož, ŠKERL, Primož, **GOVEKAR, Edvard**. Machine-learning-based multi-step heat demand forecasting in a district heating system. *Energy and buildings*. [Print ed.]. Feb. 2021, vol. 233, str. 1-14, ilustr. ISSN 0378-7788. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778820334599?via%3Dihub>, DOI: [10.1016/j.enbuild.2020.110673](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110673). [COBISS.SI-ID [45195779](#)]
5. VENKATESH, Ragunanth, BROJAN, Miha, EMRI, Igor, VOLOSHIN, Arkady S., **GOVEKAR, Edvard**. Influence of particle size distribution width on GFA index of uniaxially compressed granular materials. *Powder technology*. [Print ed.]. Jan. 2021, vol. 377, str. 666-675, ilustr. ISSN 0032-5910. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591020308846?via%3Dihub>, DOI: [10.1016/j.powtec.2020.09.020](https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.09.020). [COBISS.SI-ID [30054147](#)]