





UNIVERZITET U ZENICI
MAŠINSKI FAKULTET U ZENICI

**ELABORAT O POKRETANJU STUDIJSKOG
PROGRAMA II CIKLUSA
STUDIJA MAŠINSTVA PO KONCEPTU 4+1+3**

ODSJEK METROLOGIJA

Zenica, mart, 2015.

PRILOG 1. NASTAVNI PLAN

	UNIVERZITET U ZENICI MAŠINSKI FAKULTET U ZENICI	
NASTAVNI PLAN PREDAVANJA I VJEŽBI ZA II ciklus studija 4+1+3 - METROLOGIJA		

I (zimski) semestar							
R. br.	Šifra predmeta	Naziv predmeta	Sedmični broj sati		Samostalni rad studenta	ECTS	Nastavnik/saradnik
			P	V			
1.	II-03-K-16-01	Metrologija za istraživanje i razvoj	3	0	3 seminara	6	
2.	II-03-K-16-02	Metrološka infrastruktura	2	0	2 seminara	5	
3.	II-03-K-16-03	Planiranje mjerenja i obrada podataka	3	2	3 seminara	7	
4.	II-03-K-16-04	Kalibracija, dokumentacija i upravljanje laboratorijima	2	2	1 seminar	6	
5.	II-03-K	Izborni predmet 1	2	2	1 seminar	6	
Ukupan broj sati predavanja (P) i vježbi (V) u sedmici			12	6			
Ukupan broj sati u sedmici			18				
Ukupan broj ECTS bodova						30	

II (ljetni) semestar							
R. br.	Šifra predmeta	Naziv predmeta	Sedmični broj sati		Samostalni rad studenta	ECTS	Nastavnik/saradnik
			P	V			
1.	II-03-K	Izborni predmet 2	2	2	1 seminar	6	
2.		Izrada magistarskog rada				24	
Ukupan broj sati predavanja (P) i vježbi (V) u sedmici			2	2			
Ukupan broj sati u sedmici			4				
Ukupan broj ECTS bodova						30	

Izborni predmeti:						
Šifra predmeta	Naziv predmeta	Sedmični broj sati		Samostalni rad studenta	ECTS	Nastavnik/saradnik
		P	V			
II-03-K-16-12	Laseri i optička mjerenja	2	2	1 seminar	6	
II-03-K-18-01	Okolišna mjerenja	2	2	1 seminar	6	
II-03-K-16-11	Prenos informacija	3	2	1 seminar	6	
II-03-K-14-01	Mjerenje vibracija i buke	2	2	1 seminar	6	
II-03-K-11-01	Mjerenje napona i deformacija	2	2	1 seminar	6	
II-03-K-15-01	Procesna mjerenja	2	2	1 seminar	6	
II-03-K-16-18	Dimenzionalna mjerenja	2	2	1 seminar	6	
II-03-K-16-19	Mjerenje karakteristika proizvoda	2	2	1 seminar	6	
II-03-K-16-10	Softver u mjernim instrumentima	2	3	1 seminar	6	

PRILOG 2. NASTAVNI PROGRAMI

		UNIVERZITET U ZENICI MAŠINSKI FAKULTET			
Naziv predmeta: METROLOGIJA ZA ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ					
Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
I	Obavezni	3	2	6	II-03-K-16-01
Predmeti koji su preduvjet za polaganje		-			
Cilj predmeta	-Upoznati studente sa potrebom mjerenja u konstruiranju, proizvodnim procesima i svakodnevnom životu -Upoznati sa razvojem mjerenja, mjernih metoda, mjernih sredstava u skladu sa razvojem tehnologije -Upoznati sa važnošću mjerenja kao osnovi za nova saznanja ali i razvoj tehnologija -Upoznati ih sa načinima planiranja, izvještavanja i pisanja nakon izvršenih mjerenja.				
Kompetencije koje će student razviti	Po uspješnom završetku kursa studenti će znati: -Kako se odvijao razvoj metrologije kroz istoriju -Kako i zašto treba palnirati mjerenja u razvoju proizvoda, novih procesa u svim granama privrednih aktivnosti -Kako se odnositi prema mjerenjima i rezultatima mjerenja kako vlastitim tako i tuđjim kroz autorstvo. -Šta su osnove klasicnih, a šta modernih mjerenja i u kom pravcu se razvija mjerenje -Terminologiju u mjerenju koja se koristi u globaliziranoj proizvodnji i prodaji, VIM				
Program predmeta:					
Uloga metrologije u modernom društvu, industriji i istraživanju. Historija i filozofija metrologije. Definiranje glavnih tema za istraživanje u metrologiji. Specificiranje uloge istraživanja u metrologiji. Razvijanje istraživačkog projekta/pitanja/problema/cilja. Tehnike prezentacije. Pregled literature u metrologiji. Planiranje istraživanja/mjerenja u metrologiji. Etika u istraživanju i mjerenju. Pisanje prijedloga istraživačkog projekta. Pisanje rada i izvještaja. Kvantitativna i kvalitativna metode istraživanja. Definicije i razvoj etalona osnovnih fizičkih veličina. Vrste metrologije i njihova važnost za industriju i nauku. Mjerenje i kvalitet. Stubovi kvaliteta. Terminologija u mjerenju. Opće tehnike i alati za mjerenje. Manipulacija podacima mjerenja i softverom					
Izvođenje nastave:					
Predavanja se izvode uz upotrebu multimedijalnih sredstava, tehnike aktivnog učenja i učešće studenata. Studentima se daju smjernice za izradu seminarskih radova na izabranu temu a prezentacije su javne uz učešće i diskusiju svih studenata. U principu ssvaki student radi tri seminarska rada obima 5 do 10 stranica.					
Provjera znanja:					
Provjera znanja se zasniva na izradi i odbrani svih seminarskih radova, učešću u diskusijama i drugih studenata, periodičnim testovima i završnom ispitu.					
Težinski kriteriji za provjeru znanja					
Periodični testovi		Seminarski rad		Završni ispit	
10%		40%		50%	
Literatura					
Obavezna	1. Nermina Zaimović-Uzunović: Metrologija za istraživanje i razvoj, Mašinski fakultet, Zenica, 2007. 2. Nermina Zaimović- Uzunović i grupa autora: Proizvodna mjerenja, Univerzitet u Zenici, 2009.				
Dodatna	1. Figiola, R. S. ; Beasley, D. E. : Theory and design for Mechanical Measurements, New York: John Wiley, 2000				



Nastavni program predmeta: MJERITELJSKA INFRASTRUKTURA

Semestar	Status	Broj časova sedmično			ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe	seminar		
I	Obavezni	2	-		5	II-03-K-16-02

ECTS po aktivnostima

Predavanja	Vježbe	Seminarski rad	Kolokvij	Pismeni ispit	Usmeni ispit
1	-	3	-	-	1

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

- Upoznati studente sa trendovima u globalnom metrološkom sistemu.
- Predočiti nove odredbe zakonske metrologije, trendove i uslove za razmjenu roba
- Predočiti rad ključnih mjeriteljskih organizacija(BIPM; EA,MLA,OIML..)
- Upoznati studente sa potrebom medjulaboratorijskih poredjenja
- Važnost EU direktiva starog i novog pristupa.

Kompetencije koje će student razviti

- Da razumiju metrološku strukturu u svijetu, ako dio infrastrukture kvaliteta u sopstvenoj zemlji i svijetu.
- Znanje o glavnim metrološkim organizacijama i njihova uloga u ekonomiji i razvoju
- Da budu pripremljeni za ispunjavanje uslova članstva u metrološkim organizacijama i da znaju koji uslovi treba da ispune.
- Da razumiju dokumente zakonske metrologije i da ih koriste u praksi.

Program predavanja:

- Važnost evropskih institucija koje se bave mjerenjem i saradnje među njima.
- Metrološka struktura u Evropi i drugim dijelovima svijeta.
- Evropske institucije u oblasti metrologije.
- Globalne promjene u svijetu i posljedice na mjeriteljsku strukturu.
- Uloga EA (Evropska akreditacija).
- Važnost i uloga MLA (Multilateralni sporazum).
- Državni zakon i metrološko ustrojstvo sličnosti i razlike.
- Ispitne i mjerne laboratorije.
- Važnost etalona i MRA (Dogovor o međusobnom priznavanju).
- Saradnja između laboratorija i instituta, EUROMET, aktivnosti i trendovi.
- OIML, uloga zakonske metrologije.
- EU direktive

Način izvođenja nastave

- Predavanja,
- Konsultacije,
- uputstva i definiranje tema seminarskih radova

Način ocjenjivanja studenata

- seminarski radovi,
- prezentacija,
- usmeni ispit.

Literatura

Obavezna	1.Zaimović-Uzunović, N. : Mjeriteljska infrastruktura, Dom štampe, Zenica, 2004.
Dodatna	2. http://www.oiml.org 3. http://www.iso.org 4. http://www.fer.hr 5. http://www.mirs.si 6. http://www.cenorm.be 7. http://www.welmec.org 8. http://www.ilac.org 9. http://www.bipm.org

Obaveze studenata:Prisustvo predavanjima, izrada 2 seminarska rada, prezentacija radova i usmeni ispit



Naziv predmeta: Planiranje mjerenja i obrada podataka

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
I	Obavezni	3	2	7	II-03-K-16-03

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

-Upoznavanje sa planiranjem eksperimenta,
-Upoznavanje sa planovima eksperimenta u naučnim i ispitnim laboratorijama i industrijskim uslovima
-Upoznavanje sa metodama obrade rezultata mjerenja
-Prezentacija rezultata mjerenja

Kompetencije (Ishodi učenja)

Imaće znanje o planiranju i provođenju eksperimenta u industrijskim i naučnim projektima
-Naučiće planove eksperimenata
-Naučiće interpretirati rezultate mjerena
-Naučiće praviti matematički model za različite eksperimente
-Naučiće donositi zaključke o daljim aktivnostimana koristeći rezultate mjerenja

Program predmeta:

Uloga eksperimenta u industriji i nauci. -Primjena eksperimenta u industrijskim, poluindustrijskim i laboratorijskim uslovima. -Eksperiment kao objekat naučnog istraživanja. -Planiranje i izvođenje eksperimenta. Pristup eksperimentalnom istraživanju. -Podjela eksperimentalnih planova. Metode u teoriji eksperimenta. Obrada rezultata eksperimenta. -Metoda najmanjih kvadrata. Regresiona analiza. Grafička interpretacija rezultata. -Prezentacija rezultata i primjena računara. -Planovi za ocjenu signifikantnosti faktora. Jednofaktorni planovi. -Dvofaktorni planovi. Selekcioni planovi. -Planovi za matematičko modeliranje objekata. Višefaktorni planovi prvog reda. -Parcijalni višefaktorni planovi prvog reda. Višefaktorni planovi drugog reda. -Optimizacioni planovi-metode adaptivne optimizacije. Box-Vilsonov gradijentni metoda.-Usmjereni evolucionni metod. - Simplex metod. -Tagučni metod
prezentiranje primjera jednofaktornog , dvofaktornog i višefaktornog plana eksperimenta,-Primjeri obrada rezultata metodom najmanjih kvadrata,-Primjeri korištenja regresione analize,-Matematičko modeliranje objekata,-Grafička prezentacija rezultata mjerenja

Izvođenje nastave:

Predavanja uz korištenje multimedijalnih sredstava, vježbe,seminarski rad

Provjera znanja:

- Izrada i odbrana seminarskog rada,prezentacija radova i usmeni dio ispita.

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Pismeni ispit	Seminarski rad	Završni ispit
20%	30%-	50%

Literatura

Obavezna

E. Seferović, H. Bašić: Osnovi metrologije i obrade rezultata mjerenja, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2005.

Dodatna

1. Frigson, N. L. , Mathews, D. : Practical Guide to Experimental Design, John Wiley& Sons, Inc. , New York, 1997.
2. Jurković, M. : Matematičko modeliranje inženjerskih procesa i sistema, Mašinski fakultet, Bihać, 1998.
3. Stanić, J. :Metoda inženjerskih mjerenja, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1981.



Naziv predmeta: KALIBRACIJA, DOKUMENTACIJA I UPRAVLJANJE LABORATORIJAMA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
I	Obavezni	2	2	6	II-03-K-16-04

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

-ukazati na važnost kalibracija u različitim vrstama mjerenja
-upoznati uslove vršenja kalibracija
-upoznati procedure akreditacije laboratorija
-naučiti provesti kalibraciju mjerila

**Kompetencije
(Ishodi učenja)**

-znanje o kalibracijama
-sposobnost da provede akreditaciju laboratorije
-sposobnost da izvrši kalibraciju mjerila
-da izradi dokumentaciju o kalibraciji

Program predmeta:

Izvođenje nastave:

Definicija kalibracije.-Uloga i važnost kalibracije. Kalibracije raličitih instrumenata i materijala.-ISO/IEC 17025 i opći zahtjevi za kompetentnost ispitnih i kalibracionih laboratorija. -Osnovni principi mjerenja. -Kalibracije za sljedivost etalona. Industrijske kalibracije, upravljanje i održavanje. -Principi kalibracije. -Validacija. Verifikacija.

-Etaloni različitih fizičkih veličina.-Kalibraciona oprema. Kalibracioni software. Kalibracija i vrste kalibracije.

-Kalibracija metra i drugih etalona. -Intervali za kalibraciju. Nacionalni etaloni i obezbjeđenje mjerne sljedivosti.

-Potvrda o kalibraciji.

-procedure za provođenje kalibarcija-Prezentacija cijelog procesa kalibracije

Provjera znanja:

-prisustvo predavanjima i vježbama, -izrada i prezentacija seminarskog rada, -usmeni ispit

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Periodični testovi	Seminarski rad	Završni ispit
-	50%	50%

Literatura

Obavezna

Ultimate calibration 2nd edition, Beamex, 2002.

Dodatna

Fluke. Calibration: Philosophy and Practice, 2nd. ed. Fluke Corporation: Everett, WA, 1994.
C.W. Kenedy. Inspection and gaging, Industrial Press, New York, 1987.

F:T Farago, M.A. Curtis. Handbook of Dimensional Measurements, Industrial Press, New York, 1994.

EN/ISO/IEC 17025-2000 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories".

EN ISO 10012: 2003 "Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment".

EA-2/03 EAL Inter laboratory Comparisons, 1996.

Fluke. Calibration: Philosophy and Practice, 2nd. ed. Fluke Corporation: Everett, WA, 1994.
C.W. Kenedy. Inspection and gaging, Industrial Press, New York, 1987.

F:T Farago, M.A. Curtis. Handbook of Dimensional Measurements, Industrial Press, New York, 1994.

EN/ISO/IEC 17025-2000 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories".

EN ISO 10012: 2003 "Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment".

EA-2/03 EAL Inter laboratory Comparisons, 1996.



Naziv predmeta: MJERNI INSTRUMENTI/ SENZORI

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
II	Obavezni	2	2	6	II-03-K-16-08

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta Upoznati studente sa materijom iz domena senzorske tehnike i njihovom upotrebom u praksi.

Kompetencije (Ishodi učenja) Pravilan izbor i upotreba senzora u mašinskoj industriji .

Program predmeta:

Uvod. Osnovi pojmovi vezani za senzore. Senzori-podjela i tipovi. Uloge senzora za proizvodnju i mogućnosti primjene. Osnovni principi upotrebe senzora u proizvodnji. Senzori u mašinstvu-zahtjevi i potrebe. Senzori za alatne mašine i robote. Senzori za radne obratke. Senzori za praćenje procesa. Kretanja u proizvodnim tehnologijama i njihov utjecaj na razvoj senzora.

Upoznavanje sa osnovnim pricipima rada nekih tipova senzora. Praktična upotreba senzora. Izrada seminarskog rada. Upoznavanje sa osnovnim pricipima rada nekih tipova senzora. Praktična upotreba senzora. Izrada seminarskog rada.

Izvođenje nastave:

- predavanja, auditorne i laboratorijske vježbe,-upute za izradu seminarskih radova

Provjera znanja:

-prema prisustvu predavanjima i vježbama,-izrada i prezentacija seminarskog rada,pismeni i -usmeni ispit

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Pismeni ispit	Seminarski rad	Završni ispit
20%	30%	50%

Literatura

Obavezna 1.Sensors in Manufacturing, Edited by H.K. Tönshoff, I. Inasaki, Copyright © 2001 Wiley-VCH Verlag GmbH ,ISBNs: 3-527-29558-5 (Hardcover); 3-527-60002-7 (Electronic)

Dodatna



Naziv predmeta: SOFTVER U MJERNIM INSTRUMENTIMA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
III	Obavezni	2	3	6	II-03-K-16-10

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

- Upoznati studente sa ulogom i značajem softvera u mjernim instrumentima i sistemima, te upotrebom informacionih tehnologija u mjernoj tehnici
- Osposobiti studente da razumiju i koriste komercijalne softvere za prikupljanje i obradu mjernih podataka i podršku mjernim instrumentima

Kompetencije (Ishodi učenja)

- Po uspješnom završetku kursa studenti će biti u stanju da:
- Razumiju faze razvoja softvera, od matematičkog modela do implementacije, održavanja i informacijske sigurnosti
 - Koriste napredne funkcije komercijalnih softvera u mjernim instrumentima
 - Samostalno kreiraju i koriste virtualne instrumente
 - Poznaju i razumiju zahtjeve EU direktive 2004/22/EC

Program predmeta:

Uvod, termini i definicije. Faze razvoja softvera: matematički modeli, platforme, hardverski zahtjevi, operativni sistemi, programski jezici, ažuriranje verzija, licenciranje, implementacija, održavanje. Osnovi informacijske sigurnosti. Uloge i značaj softvera u mjernim instrumentima i sistemima. Komercijalni softveri za prikupljanje i obradu mjernih podataka i podršku mjernim instrumentima. Standardi i smjernice vezani za softver u mjerenjima. Validacija i verifikacija softvera za mjerne instrumente. Dizajn virtualnih instrumenata pomoću softvera LabView.

Izvođenje nastave:

Predavanja se izvode uz upotrebu multimedijalnih sredstava, tehnika aktivnog učenja i uz aktivno učešće studenata. Na vježbama studenti trebaju savladati korištenje softvera LabView ili sličnog softvera za prikupljanje i obradu podataka s mjernih instrumenata.

Provjera znanja:

Provjera znanja se zasniva na dvije periodične pismene provjere znanja tokom semestra, izradi i odbrani seminarskog rada, te finalnog pismenog ispita. Studenti samostalno rade seminarski rad na izabranu temu, u vidu pisanog elaborata i javne prezentacije s diskusijom pred drugim studentima.

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Periodični testovi	Seminarski rad	Završni ispit
20%	30%	50%

Literatura

- | | |
|----------|---|
| Obavezna | <ol style="list-style-type: none">1. F. Pavese, A.B. Forbes (2009) Data Modeling for Metrology and Testing in Measurement Science, ISBN 978-0-8176-4592-22. Getting Started with LabVIEW - National Instruments |
| Dodatna | <ol style="list-style-type: none">1. B. Wichman, G. Parkin, R. Barker (2007) NPL Report DEM-ES 014, Software Support for Metrology, Best Practice Guide No. 1, Validation of Software in Measurement Systems2. EU Directive 2004/22/EC on Measuring Instruments (MID)3. WELMEC software guide 7.2 |



Naziv predmeta: PRENOS INFORMACIJA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
III	Obavezni	3	2	6	II-03-K-16-11

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

-Upoznati studente sa potrebom za poznavanjem temeljnih načela prijenosa informacija,
-Upoznati studente s temeljima teorije informacija,
-Upoznati studente s najvažnijim postupcima i metodama prijenosa informacija,
-Upoznati studente s vrstama materijalnih sredina kroz koje se prenose informacije,
-Upoznati studente s najčešćim problemima koji nastaju pri prijenosu informacija,
-Upoznati studente s metodama detekcije problema koji nastaju pri prijenosu informacija

Kompetencije (Ishodi učenja)

Po uspješnom savladavanju kursa, student će raspolagati sljedećim znanjima i vještinama:
– Poznavanje temelja teorije informacija,
– Poznavanje najvažnijih postupaka i metoda prijenosa informacija, kao i osobina materijalnih sredina kroz koje se one prenose,
– Poznavanje problema koji nastaju pri prijenosu informacija,
– Pravovremeno prepoznavanje pojave problema i vrste problema koji nastane pri prijenosu informacija, Otklanjanje najjednostavnijih detektiranih problema.

Program predmeta:

Uvod. Stohastički procesi. Količina informacije. Entropija. Statističko kodiranje. Kanalno kodiranje. Kriptografsko kodiranje. Modulacija. Slučajni šum. Komunikacijski kanal općenito. Kanali na bazi bakarnih vodova. Kanali na bazi optičkih vlakana. Slobodni prostor kao kanal. Greške pri prijenosu informacija. Smetnje i kvarovi pri prijenosu informacija. Otklanjanje grešaka, smetnji i kvarova.
Na vježbama se materija obrađena na predavanjima produbljuje i verificira kroz karakteristične praktične primjere, računске i eksperimentalne

Izvođenje nastave:

Predavanja, računске vježbe, laboratorijske vježbe, zadaće za samostalan rad i seminarski radovi

Provjera znanja:

Osim pismenog i usmenog ispita, ocjenjuje se prisustvo i aktivnost na nastavi, kao i blagovremenost izvršavanja propisanih obaveza.

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Seminarski rad	Pismeni ispit	Završni ispit
20%	30%	50%

Literatura

Obavezna

1.A. Begović, Prijenos informacija, skripta za studente II ciklusa studija, Mašinski fakultet Zenica, u pripremi,
2.N. Škaljo, A. Begović, Prijenos informacija, zbirka vježbi za studente II ciklusa studija, Mašinski fakultet Zenica, u pripremi.

Dodatna

1.T. M. Cover, J. A. Thomas, Elements of information theory, John Willey & Sons, 1991,
2.T. K. Moon, Error correction coding, John Willey & Sons, New York, 2005,
3.T. T. Soong, Fundamentals of probability and statistics for engineers, John Willey & Sons, New York, 2005,
4.К.И. Зигангиров, Г.А.Кабатянский, Современная теория кодирования, 2005,
5.R. M. Gray, L. D. Davisson, Statistical signal processing, Stanford University, 2000,
6.S. Galli, K. J. Kerpez, Single-ended loop make-up identification, IEEE Transactions on instrumentation and measurement, vol. 55, issue 2, 2006,



Naziv predmeta: LASERSKA I OPTIČKA MJERENJA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
III	izborni	2	2	6	II-03-K-16-12

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

Upoznati osnove rada optičkih mjernih instrumenata i mjernih sistema,
Upoznati kriterije za upotrebu optičkih mjernih instrumenata,
Upoznati različite vrste interferometara,
Upoznati rad i vrste lasera i njihovu ulogu u mjerenju.

**Kompetencije
(Ishodi učenja)**

Znanje o optičkim mjernim instrumentima, njihovoj ulozi u mjerenju proizvoda, procesa i u kalibracijama.
Imati znanje o kriterijima za izbor optičkih mjernih instrumenata
Imati znanje o laserskim tehnologijama u mjerenju. Znanje o optičkim mjernim instrumentima, njihovoj ulozi u mjerenju proizvoda, procesa i u kalibracijama.
Imati znanje o kriterijima za izbor optičkih mjernih instrumenata
Imati znanje o laserskim tehnologijama u mjerenju.

Program predmeta:

-Principi i klasifikacija optike,-Optika u proizvodnim mjerenjima,-Mjerenja na bazi koherentne i nekoherentne svjetlosti,-2D i 3D fotogrametrija-Teleskopi, profil projektori,mikroskopi-mjerenja na bazi silueta-principi rada i dijelovi uređaja za optička mjerenja,-optički senzori,uloga,princip rada,-2 i 3D Moire tehnike mjerenja,-skeneri i skeniranje,-Princip rada lasera, vrste lasera i primjena lasera u mjerenjima,-Interferometri, vrste i princip mjerenja
-Kalibracija laserskim interferometrima. Mjerenja u laboratoriji na optičkim mjernim instrumentima; profilprojektor,mikroskop, osnovi konstrukcije mjernog sistema za optička mjerenja

Izvođenje nastave:

Predavanja, vježbe, rad u laboratoriji,konsultacije za pripremu seminarskih radova.

Provjera znanja:

-prema prisustvu predavanjima i vježbama,-izrada i prezentacija seminarskog rada,-usmeni ispit

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Periodični testovi	Seminarski rad	Završni ispit
-	50%	50%

Literatura

Obavezna N.Zaimović: Proizvodna mjerenja, Univerzitet u Zenici, Zenica, 2009.

Dodatna
<http://www.bing.com/search?q=Optical+measurements+pdf+&FORM=MSSHHP&PC=MSSH>
<http://www.gom.com/metrology-systems.html>
<http://lib.tkk.fi/Diss/2006/isbn9512282658/isbn9512282658.pdf>
<http://www.gamma-sci.com/wp-content/uploads/2010/01/Radiometer-Photometer-System-Configuration-UDT-Instruments.pdf>
<http://www.mitutoyo.co.uk/media/pdf/Form/Form-Overview-PRE1237-5.pdf>
<http://www.nist.gov/oles/upload/3-Vorburger-Ted-Optical-Methods-of-Surface-Measurement-MSSF-AA-10jul12.pdf>
http://www.dantecdynamics.com/docs/products-and-services/general-literature/Automotive_testing_and_optimization_291.pdf



Naziv predmeta: OKOLIŠNA MJERENJA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
III	Izborni	2	2	6	II-03-K-18-01

Predmeti koji su preduvjet za polaganje Nema

Cilj predmeta – Osposobiti studente da samostalno vrše okolinska mjerenja i koriste mjernu aparaturu i obrađuju dobijene podatke sa terenskih mjerenja

Kompetencije (Ishodi učenja) Po uspješnom završetku kursa studenti će biti u stanju da:
– Formuliraju i analiziraju program okolinskih mjerenja na terenu i monitoring
– Koriste opremu i instrumente za mjerenje polutanata u vazduhu, vodi i tlu
– Odaberu strategiju istraživanja, procijene kvalitet podataka i analiziraju i vrednuju mjerne podatke koristeći statističke tehnike i modeliranje

Program predmeta:

Uvod u tehnike uzorkovanja i analitičke metode za mjerenje okolinskih zagađenja u u vazduhu, vodi i tlu. Izbor instrumenata i kontrola kvaliteta, uključujući dokumentaciju, kalibriranje i postupanje sa uzorcima. Klasifikacija polutanata. Sistemi uzorkovanja. Metode kalibriranja. Proračuni. Uzorkovanje čestica. Vazduh: gasovi i pare. Analitička oprema. Pasivni uzorkivači. Testiranje emisija. Izduvni gasovi automobila. Uzimanje uzoraka i analiza dimnih gasova. Bioaerosoli. Karakteristike tla. Transport zagađivača i njihova sudbina. Fizičke i hemijske karakteristike vode. Monitoring kvaliteta vode. Patogeni u vodi. Oprema za terenska testiranja vode.

Izvođenje nastave:

Predavanja se izvode uz upotrebu multimedijalnih sredstava, tehnika aktivnog učenja i uz aktivno učešće studenata. Vježbe se izvode kao auditorne i po mogućnosti laboratorijske kroz izradu zadataka koji predstavljaju praktičnu primjenu teorijskih znanja sa predavanja.

Provjera znanja:

Provjera znanja se zasniva na izradi i odbrani seminarskog rada, te završnog ispita. Studenti samostalno rade seminarski rad na zadanu temu, u vidu pisanog izvještaja i javne prezentacije s diskusijom pred drugim studentima.

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Seminarski rad	Kolokvij	Završni ispit
30%	30%	40%

Literatura

Obavezna	<ol style="list-style-type: none">1. Air Sampling Instruments for evaluation of atmospheric contaminants (ACGIH, 2001, 9th ed.).2. Randy D. Down, Jay H. Lehr (Eds.) 2004 Environmental Instrumentation and Analysis Handbook, Wiley-Interscience.3. Zhang, Ch. 2007 Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis, Wiley4. Li, Y., Migliaccio, K. (Eds.) 2010 Water Quality Concepts, Sampling, and Analyses, CRC Press.5. Tan, K. H. 2005 Soil Sampling, Preparation, and Analysis, 2nd ed., CRC Press.
Dodatna	<ol style="list-style-type: none">6. EPA Emission Testing Methods (http://www.epa.gov/ttn/emc/)7. Clesceri, L.S. Greenberg, A.E. and Eaton, A.D. eds. (1999) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. American Public Health Association, Washington, D.C.



Naziv predmeta: MJERENJE KARAKTERISTIKA PROIZVODA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
III	izborni	2	2	6	II-03-K-14-01

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

-upoznavanje sa značajem mjerenja vibracija i buke za razne oblasti
-upoznavanje sa metodama mjerenja vibracije i buke
-sagledavanje značaja i uloge rješavanje problematike vibracija i buke

Kompetencije (Ishodi učenja)

Po uspješnom završetku kursa studenti će biti u stanju da:
-razumiju značaj vibracija i buke
-upoznaju se sa metodama i instrumentima te tumačenjima rezultata
-analitički pristupe projektovanju rješenja problema uzrokovanih bukom i vibracijama,-
obavljaju različite vrste optimizacije
-predstavljaju rezultate rada, kako u usmenoj tako i u pisanoj formi, te vođenje rasprave o radnoj temi, uz naglasak na timski rad.

Program predmeta: Mjerni parametri nadzora; 2/3. Vibrodijagnostičke metode; 4.Vibroakustičke metode 5/6. Istraživanje nepravilnosti rotacionih mašina 7/8. Analiza vibracijskih pojava u mašinstvu 9. Izolacija vibracija 10. Komunalna i industrijska buka; 11/12. Studije slučajeva izvedenih rješenja 13. Izbor dijagnostičkog modela 14. Automatizacija mjerenja 15. Preporuke za projektovanje
Vježbe se izvode kao auditorne i laboratorijske (fabričke). Na auditornim vježbama se rade praktični primjeri i proračuni, a na laboratorijskim/fabričkim vježbama se praktično objašnjavaju pojedine teme, instrumenti i uređaji te vrše praktična mjerenja i analize.

Izvođenje nastave: Predavanja se izvode ex-catedra uz upotrebu savremenih multimedijalnih sredstava, posjetama poslovnim sistemima, e-learning uz dostave materijala putem e-pošte, metoda software-skih simulacija i Interneta te učešćem gostijućih profesora putem video-linka. Naglasak je na aktivnom učenju studenata.

Provjera znanja studenata se vrši kontinuirano tokom realizacije nastave predavanja i vježbi u vidu aktivnog učešća u predavanjima kao i timskim izradama seminarskih radova koji se prezentiraju i javno diskutuju. Također tu su i pismeni izvještaji o provedenim proračunskim i laboratorijskim vježbama koji se kolokviraju. Praktični dio ispita obuhvata aktivnost studenta na vježbama. Teoretski dio ispita se radi pismeno ili usmeno kroz elaboraciju zadatog broja tema

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Periodični testovi	Seminarski rad	Završni ispit
-	50%	50%

Literatura

Obavezna	1.Davorka Šaravanja, Darko Petković- VIBRACIJSKA DIJAGNOSTIKA- Teorija i praksa; FSR SVEMO Mostar i MF UNZE; Zenica-Mostar, 2010. 2.Živoslav Adamović- Tehnička dijagnostika; Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; Beograd, 2010. 3.Ranko Antunović – Nadzor i dijagnostika tehničkih sistema; Mašinski fakultet Univerziteta Istočno Sarajevo; 2009.
Dodatna	Darko Petković – Tehnička dijagnostika – Metode ispitivanja struktura i stanja sistema; Skripta, Mašinski fakultet UNZE, 2013.



Naziv predmeta: MJERENJE NAPONA I DEFORMACIJA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
II	Izborni	2	2	6	II-03-K-11-01

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta
Upoznati studente sa materijom iz domena analize naponsko-deformacionog stanja i praktičnom primjenom tenzometrije.
Upoznati studente sa materijom iz domena analize naponsko-deformacionog stanja i praktičnom primjenom tenzometrije.

Kompetencije (Ishodi učenja)
Primjena tenzometrije u praksi.

Program predmeta:

Uvod. Analiza naprezanja: Jednačine ravnoteže. Jednačine transformacije. Tenzor napona. Glavna naprezanja. Definicija pomjeranja i deformacija. Uslovi kompatibilnosti. Veza između pomjeranja i deformacija. Veza između napona i deformacija. Eksperimentalne metode određivanja napona i deformacija. Upoznavanje sa osnovnim principima tenzometrijskih mjerenja. Praktična upotreba mjernih traka i obrada rezultata. Izrada seminarskog rada.

Izvođenje nastave:

- predavanja, -vježbe auditorne i laboratorijske-upute za izradu seminarskih radova

Provjera znanja:

-prema prisustvu predavanjima i vježbama, pismeni ispit, -izrada i prezentacija seminarskog rada, -usmeni ispit

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Pismeni ispit	Seminarski rad	Završni ispit
20%	30%	50%

Literatura

Obavezna
1.D. Vukojević: Teorija elastičnosti sa eksperimentalnim metodama, Mašinski fakultet Zenica, 1998.
2.Karl Hoffmann: An Introduction to Measurements using Strain Gages, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Darmstadt, 1989.

Dodatna



Naziv predmeta: PROCESNA MJERENJA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
III	Izborni	2	2	6	II-03-K-15-01

Predmeti koji su preduvjet za polaganje Nema

Cilj predmeta – Naučiti studente teorijskim znanjima i vještinama potrebnim za razumijevanje i primjenu mjernih sistema za mjerenja osnovnih procesnih veličina

Kompetencije (Ishodi učenja) Po uspješnom završetku kursa studenti će biti u stanju da:
– komentarišu tehnike mjerenja osnovnih procesnih veličina,
– opišu i koriste metode i instrumente za mjerenje pritiska, nivoa, gustoće, protoka, temperature i vlažnosti.

Program predmeta:

Procesi, procesne veličine i njihovo mjerenje. Osnove mjernih sistema u procesnim mjerenjima, pojmovi i definicije. Izvori i vrste grešaka. Kalibracija. Etaloni procesnih veličina. Senzorski elementi za procesne veličine. Otpornički senzori. Kapacitivni senzori. Induktivni senzori. Termoelektrični senzori. Piezoelektrični senzori. Elastični senzori. Pneumatski senzori. Senzori za diferencijalni pritisak. Ekspanzioni senzori. Pretvarači signala. Procesiranje i filtriranje signala. Analogno-digitalna konverzija. Prenos signala. Mjerenje procesnih veličina. Mjerenje pritiska. Mjerenje nivoa. Mjerenje gustoće. Mjerenje protoka. Mjerenje temperature i vlažnosti. Održavanje mjernih sistema za procesna mjerenja.

Izvođenje nastave:

Predavanja se izvode uz upotrebu multimedijalnih sredstava, tehnika aktivnog učenja i uz aktivno učešće studenata. Vježbe se izvode kao auditorne i po mogućnosti laboratorijske kroz izradu zadataka koji predstavljaju praktičnu primjenu teorijskih znanja sa predavanja.

Provjera znanja:

Provjera znanja se zasniva na izradi i odbrani seminarskog rada, te završnog ispita. Studenti samostalno rade seminarski rad na zadanu temu, u vidu pisanog izvještaja i javne prezentacije s diskusijom pred drugim studentima.

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Aktivnost na nastavi	Seminarski rad	Završni ispit
10%	50%	40%

Literatura

Obavezna	8. Stephen Murphy: In-process Measurement and Control (Manufacturing Engineering and Materials Processing), ISBN: 0824781309, 1990. 9. Béla G. Lipták: Instrument Engineers' Handbook, Volume 1, Fourth Edition: Process Measurement and Analysis, ISBN: 0849310830, 2003. 10. Roy E. Fraser: Process Measurement and Control, ISBN: 0130222119, 2000. 11. Norman A. Anderson: Instrumentation for Process Measurement and Control, Third Edition, ISBN: 0849398711, 1997.
Dodatna	12. William Bolton: Instrumentation and Process Measurements, Longman Scientific & Technical, ISBN: 0582068088, 1991.



Naziv predmeta: DIMENZIONALNA MJERENJA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
	Izborni	2	2	6	II-03-K-16-18

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

- Objasniti geometrijska mjerenja dimenzija i tolerancije po ISO standardima.
- Interpretirati tolerancije oblika, položaja i orijentacije, i metode mjerenja
- Demonstrirati primjene koordinatne mjerne mašine za ispitivanje oblika, orijentacije i položaja mašinskih elemenata.

Kompetencije (Ishodi učenja)

- Ovaj predmet bi trebao upoznati studente s principima i praktičnom upotrebom koordinatne mjerne mašine (CMM).
- Po uspješnom završetku kursa studenti će biti u stanju da:
- Primijene standarde za geometrijske dimenzije i tolerancije na tumačenje crteža i ispitivanje proizvoda
 - Demonstriraju osnovnu upotrebu koordinatne mjerne mašine za ispitivanje proizvoda, koristeći funkcije za izbor i kvalifikaciju mjerne sonde, planiranje i izradu programa mjerenja, mjerenje, analizu rezultata, i pripremu detaljnog izvještaja o mjerenju.

Program predmeta:

Uvod. ISO 1101 i ostali standardi za mjerenje geometrije i tolerancije. Tolerancije oblika, orijentacije i položaja. Vrste koordinatnih mjernih mašina. Struktura koordinatne mjerne mašine. Sistemi sonde. Mjerenja tačaka i skenirajuća mjerenja složenih oblika. Poravnanje. Mjerenje oblika, orijentacije, položaja i profila. Plan mjerenja.

Izvođenje nastave:

Predavanja se izvode uz upotrebu multimedijalnih sredstava, tehnika aktivnog učenja i uz aktivno učešće studenata. Na vježbama studenti treba da savladaju upotrebu Zeiss Calypso softvera za koordinatnu mjernu mašinu.

Provjera znanja:

Provjera znanja se zasniva na dvije periodične provjere znanja tokom semestra, izradi i odbrani seminarskog rada, te finalnog pismenog ispita. Seminarski rad je kompletan izvještaj o ispitivanju proizvoda urađen na mašinskom elementu složene geometrije.

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Periodični testovi	Seminarski rad	Završni ispit
20%	30%	50%

Literatura

- | | |
|----------|---|
| Obavezna | 1. N. Zaimović-Uzunović; S. Lemeš; D. Denjo; A. Softić (2009) Proizvodna mjerenja, ISBN 9958-617-44-7, Univerzitet u Zenici |
| Dodatna | 4. G. Cogorno (2006) Geometric Dimensioning and Tolerancing for Mechanical Design, ISBN: 0071460705, McGraw-Hill |
| | 5. Zeiss Calypso CMM User's Guide, Carl Zeiss Industrial Metrology 2002 |



Naziv predmeta: MJERENJE KARAKTERISTIKA PROIZVODA

Semestar	Status	Broj časova sedmično		ECTS bodovi	Šifra
		Predavanja	Vježbe		
III	Obavezni	2	2	6	II-03-K-16-19

Predmeti koji su preduvjet za polaganje

-

Cilj predmeta

Upoznati se s metodologijom ispitivanja proizvoda te razim metodama koje se koriste u svrhu mjerenja i ispitivanja gotovih proizvoda

Kompetencije (Ishodi učenja)

Po završetku kursa studenti će biti u stanju da:

- razlikuju različite metode koje se koriste pri mjerenju i ispitivanju gotovih proizvoda
- izaberu odgovarajuću metodu za ispitivanje i mjerenje proizvoda
- primijene metodologiju ispitivanja i mjerenja proizvoda
- kombinuju različite metode ispitivanja proizvoda radi dobijanja njihovih karakteristika

Program predmeta: Općenito o ispitivanju proizvoda. Zadaci i cilj ispitivanja. Shema ispitivanja. Vrste ispitivanja. **Statička ispitivanja.** Instrumenti za statička ispitivanja. Mjerenje opštih deformacija: mjerenje nagiba, mjerenje uglova. Mjerenje lokalnih deformacija: tenzometri, deformetri. Optičko mjerenje deformacije. Fotogrametrija. Akustično mjerenje deformacija. **Dinamička ispitivanja.** Ispitivanje na udarna opterećenja. Instrumenti za dinamička ispitivanja: brzinometri, akcelerometri, amplitudometri, frekvencmetri. **Ispitivanje proizvoda pomoću eksperimentalnih modela.** Model i prototip. Ocjena tačnosti modeliranja. Koraci u procesu modeliranja. **Ispitivanje proizvoda pomoću numeričkih modela.** Pojam numeričkog modela. Numeričke metode. Kombinovani eksperimentalno-numerički pristup. **Izrada plana i izvještaja o ispitivanju.** Interpretacija rezultata. **Standardi i propisi za ispitivanje proizvoda.**

Izvođenje nastave:

Nastava se izvodi u predavanjima i vježbama. Svrha predavanja je da o bezbjede teorijska znanja vezana za predmet uz primjenu stečenih znanja kroz odgovarajuće primjere. Na vježbama se detaljno obrađuju primjeri primjene metoda koje se obrađuju na predavanjima. Dio vježbi se izvodi u laboratorijama gdje studenti treba da urade praktični primjer ispitivanja nekog proizvoda.

Provjera znanja:

Provjera znanja se sastoji od izrade seminarskog rada te završnog pismenog ispita na kraju semestra. Seminarski rad obuhvata primjenu metodologije ispitivanja proizvoda na nekom konkretnom primjeru, dok se u završnom ispitu provjerava teorijsko znanje studenta i sposobnost primjene stečenog znanja na konkretne primjere.

Težinski kriteriji za provjeru znanja

Periodični testovi	Seminarski rad	Završni ispit
-	50%	50%

Literatura

Obavezna	1.N. Zaimović-Uzunović, Mjerna tehnika, Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici, 2006. 2.Hanbook of Metrology and Tesing, Editors. H. Czichos, T. Saito, L. Smith, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. 3.Springer Hanbook of Materials Measurement Methods, Editors. H. Czichos, T. Saito, L. Smith, Springer Science+Business Media, Inc., 2006.
Dodatna	1.A. Grous, Applied Metrology for Manufacturing Engineering, ISTE Ltd. & J.Wiley&Sons, Inc., 2011. 2.Series on Advances in Mathematics for Applied Sciences, Advanced Mathematical and Computational Tools in Metrology and Testing

