



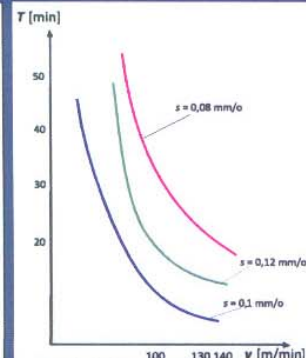
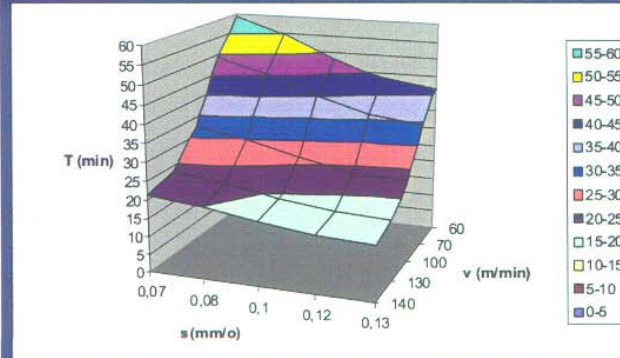
UNIVERZITET U BIHAĆU
TEHNIČKI FAKULTET BIHAĆ

MASTER
STUDIJ

Isak Karabegović, Miran Brezočnik

PLANIRANJE EKSPERIMENTA I EKSPERIMENTALNE METODE

Samir Vojić, Damir Hodžić, Husein Rošić, Ermin Husak



BESPLATAN PRIMJERAK

SKRIPTA

implemented by
w u s a u s t r i a
right to education

financed by
Austrian
Development Cooperation

Bihać, 2010.

SADRŽAJ

1.	Uvod	1
1.1.	Planiranje, mjerenje i teorija eksperimenta.....	2
2.	OSNOVNI UVID U STATISTIKU	5
2.1.	Osnovne mjere skupova	6
2.1.1.	Aritmetička sredina	6
2.1.2.	Medijan.....	7
2.1.3.	Mod.....	7
2.1.4.	Varijanca.....	7
2.1.5.	Standardna devijacija.....	8
2.2.	Slučajne varijable.....	8
2.3.	Normalna razdioba.....	8
2.3.1.	Prilagođavanje empirijskim podacima.....	10
2.4.	Gama razdioba.....	10
2.5.	χ^2 -test.....	11
2.6.	Postupak testiranja hipoteze.....	12
2.7.	Nepristrana procjena.....	12
2.8.	Fisherova F – razdioba.....	13
2.9.	Studentova t-distribucija.....	15
3.	PROVJERA PROVODLJIVOSTI EKSPERIMENTA	17
3.1.	Značenje kriterija Kochren-a	17
3.2.	Ocjena greške eksperimenta	18
4.	RAZVIJANJE MATEMATIČKOG MODELA PROCESA IZ EKSPERIMENTALNIH PODATAKA – POVRŠINSKA METODOLOGIJA. ..	21
4.1.	Metod najmanjih kvadrata	22
4.2.	Ortogonalni plan višefaktornog eksperimenta	27
4.2.1.	Osobine i prednosti višefaktorskih ortogonalnih planova.....	29
4.3.	Podešavanje skale.....	29
4.4.	Provjera značajnosti koeficijenata jednačine regresije.....	30
4.5.	Provjera adekvatnosti modela.....	31
5.	METOD PARCIJALNIH REPLIKA	33
6.	INŽENJERSKE EKSPERIMENTALNE METODE	39
6.1.	Mjerenje napona i deformacija	39
6.1.1.	Mjerenje naprezanja i deformacija mjernim trakama	40
6.1.2.	Senzori – pretvarači – elastični elementi	45
6.1.3.	Postavljanje mjernih traka za razne slučajeve naprezanja	47
6.1.4.	Mjerni sistem	53
6.2.	Mjerenje sile i obrtnog momenta.....	55
6.2.1.	Fizikalna osnova mjerenja sile i momenta	55
6.2.2.	Principi gradnje senzora sile i momenta	56
6.2.3.	Senzori sile	58
6.2.4.	Senzori momenta	60
6.3.	Mjerenje brzine i ubrzanja.....	63
6.3.1.	Mjerenje brzine.....	63

6.3.2.	Princip građe senzora brzine i ubrzanja.....	63
6.3.3.	Senzori ugaone brzine.....	64
6.3.3.1.	Centrifugalni senzor.....	64
6.3.3.2.	Magnetni senzor.....	65
6.3.3.3.	Tahogeneratori.....	65
6.3.3.4.	Elektromagnetni senzori.....	67
6.3.3.5.	Stroboskopski senzor.....	67
6.3.4.	Senzori ugaonog ubrzanja.....	68
6.3.4.1.	Kontaktni akcelerometar.....	68
6.3.4.2.	Inercijalni akcelerometar.....	69
6.4.	Mjerenje pritiska.....	70
6.4.1.	Uređaji za mjerenje pritiska.....	71
6.4.1.1.	Barometri.....	71
6.4.1.2.	U manometari.....	71
6.4.1.3.	Uređaji sa elastičnim elementima.....	72
6.4.2.	Mjerni pretvarači pritiska u električnu veličinu.....	74
6.4.2.1.	Induktivni senzori pritiska.....	74
6.4.2.2.	Tenziometrijski senzori pritiska.....	75
6.4.2.3.	Piezoelektrični senzori pritiska.....	77
6.5.	Mjerenje temperature.....	78
6.5.1.	Ekspanizioni senzori temperature.....	78
6.5.2.	Termoelementi.....	79
6.5.2.1.	Izvedbe termoelemenata.....	80
6.5.3.	Otpornički senzori temperature.....	82
6.5.3.1.	Metalni otpornički senzori.....	82
6.5.3.2.	Poluvodički otpornički senzori temperature.....	83
6.5.4.	Poluvodički osjetnici.....	84
6.5.5.	Bezkontaktno mjerenje temperature.....	84
6.6.	Mjerenje protoka.....	88
6.6.1.	Osnovi tehnike mjerenja protoka.....	88
6.6.2.	Senzori volumetrijskih protoka.....	89
6.6.3.	Volumetrijski senzori protoka sa mjerenjem brzine fluida.....	90
6.6.4.	Senzori masenog protoka.....	92
7.	PRIMJER EKSPERIMENTALNIH MJERENJA	95
7.1.	Opis istraživačkog problema, svrha i cilj eksperimenta.....	95
7.2.	Istraživačka oprema.....	97
7.3.	Izbor i opis primjenjenih inženjerskih metoda za izvođenje eksperimenta.....	100
7.4.	Izbor mjerne opreme, prikaz mjernog sistema i postupka snimanja rezultata..	101
7.5.	Sastavljanje plana eksperimenta i izbor broja ponavljanja.....	103
7.6.	Izvedba plana eksperimenta.....	104
7.7.	Prikaz rezultata eksperimenta.....	106
7.8.	Ispitivanje homogenosti eksperimentalnih rezultata.....	106
7.9.	Obrada rezultata eksperimenta.....	108
7.9.1.	Izračunavanje koeficijenata (regresiona analiza).....	108
7.9.2.	Disperziona analiza.....	110
7.10	Analiza i prikazivanje eksperimentalnih rezultata.....	114
	Literatura.....	119