

## PREDGOVOR

Udžbenik *Elementi strojeva i konstruiranje* napisan je prema nastavnom planu i programu za nastavne predmete *Elementi strojeva i Elementi strojeva i konstruiranje* koje učenici slušaju u drugom razredu trogodišnjih srednjih strukovnih škola, u obrazovnom sektoru *strojarstvo, brodogradnja i metalurgija*. Udžbenik obuhvaća sve programske cjeline koje su propisane nastavnim programima za navedene predmete.

Nastavni predmet *Elementi strojeva i konstruiranje* vrlo je važan stručni predmet za mnoga zanimanja. Gradivo ovoga predmeta ima poveznicu s mnogim drugim nastavnim predmetima strojarstva: tehničkim crtanjem, tehnologijom obrade i montaže, tehničkim materijalima, tehničkom mehanikom i dr., o čemu sam posebno vodio računa prilikom pisanja ovog udžbenika.

Osobitu važnost udžbenik posvećuje zornosti, koju inače nije lako postići u nastavi ovog predmeta. U tu su svrhu svi strojni elementi, osim što su predočeni pomoću dvodimenzionalnih tehničkih crteža, prikazani su i u 3D. Na kraju svakog poglavlja učenici svoje znanje mogu provjeriti uz pitanja za ponavljanje i zadatke.

Udžbenik se sastoji od jedanaest poglavlja. Prvo poglavlje daje osnovna objašnjenja pojmova vezanih za sam nastavni predmet, dok drugo poglavlje govori o tolerancijama i dosjedima. Od trećeg do osmog poglavlja udžbenik detaljno obrađuje pojedine vrste strojnih elemenata. U devetom poglavlju opisane su osnovne geometrijske konstrukcije, crtanje tehničkih krivulja te na kraju poglavlja presjeci geometrijskih tijela i mreže plašteva. Deseto poglavlje obrađuje finomehaničke elemente, a jedanaesto osnovne pojmovne o mehanizmima.

Obzirom na danas široku rasprostranjenost računala i suvremenih nastavnih pomagala, uz udžbenik dolazi i **CD medij** na kojemu se nalazi **PowerPointova projekcija (prezentacija) s oko 280 slajdova** koja će doprinijeti još boljoj zornosti nastave. Projekcija je izrađena u potpunosti u skladu s nastavnim programom i prati sadržaj udžbenika.

Za kolege/kolegice profesore/profesorce koji će predavati ovaj predmet, a radi lakšeg rada, izradio sam posebnu prezentaciju u Power-Pointu koja je, zapravo, sažetak ovoga udžbenika.

Autor





## SADRŽAJ

<b>1.</b>	<b>UVOD U ELEMENTE STROJEVA</b>	<b>1</b>
1.1.	Uvod u elemente strojeva i objašnjenje pojmova	1
1.2.	Podjela strojnih elemenata	2
1.3.	Standardizacija (normizacija) elemenata strojeva	3
1.3.1.	Standardni brojevi	4
<b>2.</b>	<b>TOLERANCIJE I DOSJEDI STROJNIH DIJELOVA</b>	<b>5</b>
2.1.	Tolerancije dužinskih mjera	5
2.1.1.	Vrste mjera	5
2.1.2.	Elementi tolerancija	5
2.1.3.	Kvaliteta tolerancije i položaj tolerancijskog polja	6
2.1.4.	Unošenje tolerancija na crtež	7
2.1.5.	Dosjedi i njihovo označavanje na crtežima	9
2.2.	Tolerancije oblika i položaja	10
<b>3.</b>	<b>ELEMENTI ZA NERASTAVLJIVO SPAJANJE</b>	<b>15</b>
3.1.	Zakovice i zakovični spojevi	15
3.1.1.	Pojam i namjena zakovičnih spojeva	15
3.1.2.	Vrste zakovica	16
3.1.3.	Vrste zakovičnih spojeva	17
3.1.4.	Dimenzioniranje zakovičnih spojeva	19
3.2.	Lemovi i lemljeni spojevi	21
3.2.1.	Uvod i namjena lemljenih spojeva	21
3.2.2.	Podjela postupaka lemljenja i vrste spojeva	21
3.2.3.	Proračun lemljenih spojeva	22
3.3.	Zavari i zavareni spojevi	23
3.3.1.	Osnovni pojmovi i materijal	23
3.3.2.	Podjela postupaka zavarivanja	24
3.3.3.	Vrste zavarenih spojeva	25
3.3.4.	Proračun čvrstoće zavarenih spojeva	26
3.3.5.	Označavanje i kotiranje zavarenih spojeva	28
3.4.	Lijepljeni spojevi	31



3.4.1.	Uvod	31
3.4.2.	Vrste lijepljenih spojeva i proračun	32
3.5.	Utisnuti i porubljeni spojevi	33
3.5.1.	Utisnuti spojevi	33
3.5.2.	Porubljeni spojevi	34
<b>4.</b>	<b>ELEMENTI ZA RASTAVLJIVO SPAJANJE</b>	<b>35</b>
4.1.	Vijčani spojevi	35
4.1.1.	Uvod, prednosti i nedostaci	35
4.1.2.	Postanak zavojnice i vrste navoja	35
4.1.3.	Vrste navoja prema obliku profila	37
4.1.4.	Tolerancije i kontrola navoja	45
4.1.5.	Vrste vijaka	45
4.1.5.1.	Vijci za spajanje	45
4.1.5.2.	Vijci za lim	47
4.1.5.3.	Vijci za drvo	48
4.1.5.4.	Sitni vijci	48
4.1.5.5.	Posebni oblici vijaka	48
4.1.6.	Vrste matica	50
4.1.7.	Osiguranje vijčanih spojeva protiv odvijanja	53
4.1.8.	Označavanje matica i vijaka prema ISO	55
4.1.9.	Materijali za izradu i izrada matica i vijaka	55
4.1.10.	Proračun vijaka	56
4.2.	Zatici i svornjaci	59
4.2.1.	Zatici	59
4.2.2.	Svornjaci	62
4.3.	Opruge	65
4.3.1.	Pojam i podjela opruga	65
4.3.2.	Savojne opruge	66
4.3.3.	Uvojne (torzijske) opruge	68
4.3.4.	Tlačno-vlačne opruge	70
4.3.5.	Materijal za izradu opruga	71
4.4.	Klinovi	73
4.4.1.	Pojam i podjela klinova	73
4.4.2.	Uzdužni klinovi	73
4.4.3.	Poprečni klinovi	78
4.4.4.	Materijal za izradu klinova	79



4.5.	Spojke	80
4.5.1.	Zadatak i podjela spojki	80
4.5.2.	Stalne spojke	81
4.5.2.1.	Krute spojke	81
4.5.2.2.	Pokretljive spojke	82
4.5.2.3.	Elastične spojke	85
4.5.3.	Isključne spojke	86
4.5.4.	Uključno-isključne spojke	87
4.5.5.	Posebne spojke	89
4.6.	Spojevi s glavinama	93
4.6.1.	Osnovni pojmovi i podjela	93
4.6.2.	Spojevi glavinama pomoću trenja	93
4.6.3.	Podjela steznih spojeva	94
4.6.4.	Nerastavljivi stezni spojevi	94
4.6.5.	Rastavljivi stezni spojevi s koničnim dosjedom	95
4.6.6.	Rastavljivi stezni spoj pomoću steznih prstena	95
<b>5.</b>	<b>ELEMENTI ZA KRUŽNO I PRAVOCRTNO GIBANJE I PRIJENOS SNAGE</b>	<b>97</b>
5.1.	Osovine, vratila i rukavci (čepovi)	97
5.1.1.	Osovine	97
5.1.2.	Vratila	98
5.1.3.	Materijal i oblikovanje osovina i vratila	100
5.1.4.	Opterećenje i proračun vratila	101
5.1.5.	Rukavci (čepovi)	102
5.2.	Ležaji	104
5.2.1.	Uvod i podjela ležaja	104
5.2.2.	Klizni ležaji	104
5.2.3.	Valjni ležaji	108
5.2.4.	Označavanje valjnih ležaja	120
5.2.5.	Odabir valjnih ležaja	122
5.2.6.	Ugradnja i brtvljenje valjnih ležaja	123
5.3.	Tarni (frikcijski) prijenosnici snage	127
5.3.1.	Načelo rada, podjela i značajke tarnih prijenosnika	127
5.3.2.	Valjkaste tarenice	127
5.3.3.	Klinaste tarenice	128
5.3.4.	Stožaste tarenice	128



5.3.5.	Tarenice promjenljivog prijenosnog omjera	129
5.3.6.	Materijal tarnih prijenosnika	130
5.4.	Remenski prijenosnici snage	131
5.4.1.	Načelo rada, značajke i podjela remenskih prijenosnika	131
5.4.2.	Prijenosnici s plosnatim remenom	132
5.4.3.	Prijenosnici sa zupčastim remenom	135
5.4.4.	Prijenosnici s klinastim remenom	136
5.4.5.	Materijal za izradu remena	137
5.5.	Zupčani prijenos	139
5.5.1.	Uvod i podjela zupčanika	139
5.5.2.	Glavne izmjere zupčanika	140
5.5.3.	Prijenosni odnos zupčastog para	143
5.5.4.	Profil zubaca	144
5.5.5.	Stupanj djelovanja	145
5.5.6.	Materijal za zupčanike	145
5.5.7.	Prijenos valjkastim zupčanicima (čelnicima)	147
5.5.8.	Prijenos stožastim zupčanicima (stožnicima)	153
5.5.9.	Pužni prijenosnici (pužnici)	156
5.5.10.	Zavojni zupčanici	158
5.6.	Lančani prijenos	163
5.6.1.	Načelo rada, svojstva i namjena lančanog prijenosa	163
5.6.2.	Vrste lanaca	165
5.6.3.	Spajanje lanaca	168
5.6.4.	Izvedbe lančanika	168
5.6.5.	Materijal i održavanje lanaca i lančanika	170
5.6.6.	Dužina lanca i prijenosni omjer	170
5.7.	Užetni prijenos	171
5.7.1.	Svojstva i namjena užetnog prijenosa	171
5.7.2.	Izvedbe užeta	171
5.7.3.	Izvedbe užnica	173
<b>6.</b>	<b>ELEMENTI I UREĐAJI ZA PODMAZIVANJE</b>	<b>175</b>
6.1.	Pojam i vrste trenja	175
6.2.	Zadatci podmazivanja i vrste maziva	176
6.3.	Načini podmazivanja	176
6.4.	Elementi za podmazivanje	178



<b>7.</b>	<b>ELEMENTI ZA BRTVLJENJE</b>	<b>179</b>
7.1.	Pojam i zadatak brtvljenja	179
7.2.	Brtvljenje ravnih površina	179
7.3.	Brtvljenje metalnim brtvama	180
7.4.	Brtvljenje masama za brtvljenje	181
7.5.	Membransko brtvljenje	181
7.6.	Brtvljenje pokretnih dijelova	182
7.7.	Labirintsko brtvljenje	183
<b>8.</b>	<b>ELEMENTI ZA PROTOK I REGULACIJU</b>	<b>185</b>
8.1.	Cijevi i cijevni elementi	185
8.1.1.	Vrste i materijal cijevi	185
8.1.2.	Spajanje cijevi	187
8.2.	Ventili	190
8.2.1.	Zaporni ventil	191
8.2.2.	Odbojni ventil	192
8.2.3.	Sigurnosni ventil	193
8.3.	Slavine	193
8.4.	Zasuni	193
<b>9.</b>	<b>KONSTRUIRANJE</b>	<b>195</b>
9.1.	Konstrukcija simetrale dužine	195
9.2.	Konstrukcija okomice iz točke na pravac	195
9.3.	Dijeljenje dužine na jednake dijelove	196
9.4.	Dijeljenje kuta na dva jednaka dijela	196
9.5.	Konstrukcija istostraničnog trokuta u zadanoj kružnici	197
9.6.	Konstrukcija kvadrata zadane stranice	197
9.7.	Konstrukcija pravilnog peterokuta u zadanoj kružnici	198
9.8.	Konstrukcija pravilnog šesterokuta u zadanoj kružnici	198
9.9.	Konstrukcija pravilnog šesterokuta zadane stranice	199
9.10.	Konstrukcija sedmerokuta u zadanoj kružnici	199
9.11.	Spajanje kružnica tangenta	200
9.12.	Spajanje pravaca lukovima (kružni prijelazi)	200
9.13.	Konstrukcije tehničkih krivulja	201
9.13.1.	Konstrukcije elipse	201



9.13.2.	Konstrukcija parabole	203
9.13.3.	Konstrukcija hiperbole	204
9.13.4.	Konstrukcija Arhimedove spirale	205
9.13.5.	Konstrukcija evolvente kružnice	206
9.13.6.	Konstrukcija cikloide	207
9.14.	Presjeci geometrijskih tijela i razvijanje plašteva	209
9.14.1.	Mreže pravilnih geometrijskih tijela	209
9.14.2.	Presjeci geometrijskih tijela i razvijanje plašteva	212
<b>10.</b>	<b>FINOMEHANIČKI ELEMENTI</b>	<b>219</b>
10.1.	Osnovni pojmovi podjela finomehaničkih elemenata	219
10.2.	Funkcijski finomehanički elementi	220
10.2.1.	Vijčani prigon	220
10.2.2.	Polužni prigon	222
10.2.3.	Krivuljni prigon	223
10.2.4.	Otpornici	224
10.2.5.	Uklopnici	228
10.2.6.	Regulatori	230
10.2.7.	Logički sklopovi	230
<b>11.</b>	<b>OSNOVI MEHANIZAMA</b>	<b>233</b>
11.1.	Osnovni pojmovi	233
11.2.	Četverozglobni polužni mehanizam	234
11.3.	Osnovi kinematike mehanizama	235
	<b>Kazalo pojmova</b>	<b>239</b>
	<b>Literatura</b>	<b>242</b>