

**SADRŽAJ**

1. Mjerne veličine i jedinice	1
1.1. Osnovne i izvedene mjerne veličine i jedinice	1
1.2. Grčki alfabet	4
1.3. Rimski brojevi	4
1.4. Decimalni višekratnici	4
Pitanja i zadaci za utvrđivanje i provjeru znanja	4
2. Tehnička matematika	5
2.1. Matematički znakovi	5
2.2. Pitagorin poučak	5
2.3. Koordinatni sustavi	5
2.4. Kamatni račun	6
2.5. Postotni račun	6
2.6. Dijeljenje dužina, duljina luka	6
2.7. Geometrijski likovi	7
2.8. Geometrijska tijela	10
2.9. Trigonometrijske funkcije	12
Pitanja i zadaci za utvrđivanje i provjeru znanja	15
3. Tehnička fizika	17
3.1. Mehanika	17
3.1.1. Masa, težina, gustoća	17
3.1.2. Osnovni pojmovi mehanike	17
3.1.3. Statika	17
1. Načela (aksiomi) statike	18
2. Zbrajanje i oduzimanje sila	18
3. Sila u ravnini	18
4. Sastavljanje dviju sila u ravnini	18
5. Rastavljanje sile na komponente	19
6. Statički moment sile	19
7. Spreg (par) sila	19
8. Sastavljanje više sila sa zajedničkim hvatištem (konkurentni sustav sila)	19
9. Ravnoteža sustava sila koje djeluju u različitim hvatištima – puni ravni nosači	20



10. Težište i ravnoteža	21
11. Trenje	23
3.1.4. Čvrstoća materijala	24
1. Osnovni pojmovi	24
2. Vrste opterećenja (općenito)	24
3. Vrste naprezanja prema položaju vektora u presjeku	24
4. Dopušteno naprezanje, modul elastičnosti i koeficijent sigurnosti	24
5. Vrste naprezanja prema načinu djelovanja opterećenja	25
3.1.5. Kinematika	29
1. Pravocrtno gibanje	29
2. Kružno gibanje	30
3.1.6. Dinamika	30
1. Osnovni pojmovi	30
2. Mehanički rad	31
3. Snaga	31
4. Sila u opruzi, karakteristika i rad opruge	32
5. Mehanička energija	32
6. Zakon o održanju mehaničke energije	32
7. Količina gibanja i impuls sile	33
8. Centrifugalna i centripetalna sila	33
Pitanja i zadaci za utvrđivanje i provjeru znanja	34
4. Termodinamika	37
4.1. Pojam toplinskog stanja i toplinske ravnoteže	37
4.2. Veličine toplinskog stanja	37
4.2.1. Tlak	37
4.2.2. Temperatura	38
4.2.3. Obujam (volumen)	38
4.3. Toplinsko širenje krutih tijela i tekućina	38
4.4. Prvi zakon termodinamike	39
4.5. Zakoni idealnih plinova	40
4.5.1. Boyle-Mariotteov zakon	40
4.5.2. Gay-Lussacov zakon	41
4.6. Promjene stanja idealnih plinova (termodinamički procesi)	41
4.6.1. Izohorni proces	41

4.6.2. Izobarni proces	42
4.6.3. Izotermni proces	42
4.6.4. Adijabatski proces	43
4.6.5. Politropski proces	43
4.7. Drugi zakon termodinamike	43
4.7.1. Kružni procesi	43
4.7.2. Drugi zakon termodinamike i entropija	44
4.7.3. Carnotov kružni proces	45
4.7.4. Jouleov kružni proces	45
4.7.5. Ottov kružni proces	45
4.7.6. Dieselov kružni proces	45
4.8. Osnovni pojmovi o rashladnim procesima	46
4.8.1. Carnotov lijevokretni kružni proces	46
4.8.2. Toplinska crpka ili dizalica topline	46
4.9. Zakoni strujanja plinova i para	47
4.10. Osnovni pojmovi o prijelazu topline	48
4.10.1. Uvod	48
4.10.2. Vođenje (kondukcija)	48
4.10.3. Strujanje (konvekcija)	49
4.10.4. Zračenje (radijacija)	49
Pitanja i zadaci za utvrđivanje i provjeru znanja	50
5. Hidraulika	53
5.1. Osnovni pojmovi i podjela hidraulike	53
5.2. Fizikalna svojstva tekućina	53
5.3. Osnove hidrostatike	54
5.3.1. Hidrostatski tlak izazvan vanjskim silama – Pascalov zakon i hidraulička preša	54
5.3.2. Hidrostatski tlak izazvan težinom tekućine	54
5.4. Osnove hidrodinamike	54
5.4.1. Vrste strujanja tekućine	54
5.4.2. Jednadžba kontinuiteta	55
5.4.3. Bernoullijeva jednadžba	55
5.4.4. Otpori strujanju tekućine	55
5.4.5. Hidraulički udar	55
5.4.6. Kavitacija	56



5.5. Hidraulika prijenosa snage	56
5.5.1. Hidraulički sustav i proces pretvorbe energije	56
5.5.2. Radna tekućina hidrauličkog sustava	57
5.6. Komponente i simboli uljne hidraulike	57
5.6.1. Uvod	57
5.6.2. Crpke (sisaljke, pumpe)	57
5.6.3. Hidraulički motori (hidromotori, aktuatori)	58
5.6.4. Hidraulički cilindri	59
5.6.5. Uređaji za upravljanje u hidrauličkom sustavu	59
5.6.6. Hidraulički akumulator	61
5.6.7. Cijevi, spremnici i filtri	62
5.6.8. Simboli uljne hidraulike	63
5.7. Sheme uljne hidraulike	63
Pitanja za utvrđivanje i provjeru znanja	66
6. Elementi strojeva	69
6.1. Uvod	69
6.2. Podjela strojnih elemenata	69
6.3. Standardizacija (normizacija) elemenata strojeva	70
Pitanja za utvrđivanje i provjeru znanja	70
6.4. Elementi za čvrsto nerastavljivo spajanje	70
6.4.1. Zakovice i zakovični spojevi	70
6.4.2. Vrste zakovica	71
6.4.3. Vrste zakovični spojeva	72
6.4.4. Dimenzioniranje zakovičnih spojeva	72
6.4.5. Lemljeni spojevi	72
6.4.6. Zavareni spojevi	73
6.4.7. Označavanje i kotiranje zavarenih spojeva	74
6.4.8. Lijepljeni spojevi	74
6.4.9. Utisnuti spojevi	75
6.4.10. Porubljeni spojevi	75
Pitanja za utvrđivanje i provjeru znanja	75
6.5. Elementi za čvrsto rastavljivo spajanje	76
6.5.1. Vijčani spojevi	76
6.5.2. Vrste vijaka	78

6.5.3. Vrste šesterostranih matica	79
6.5.4. Osiguranje vijčanih spojeva protiv odvijanja	79
6.5.5. Označavanje matica i vijaka prema ISO	80
6.5.6. Materijali za izradu i izrada matica i vijaka	80
6.5.7. Proračun vijaka na vlak i smicanje	80
6.5.8. Zatici i svornjaci	81
6.5.9. Opruge	82
6.5.10. Klinovi	82
6.5.11. Spojke	84
6.5.12. Spojevi s glavinama	86
Pitanja za utvrđivanje i provjeru znanja	86
6.6. Elementi za kružno i pravocrtno gibanje i prijenos snage	87
6.6.1. Osovine, vratila i rukavci (čepovi)	87
6.6.2. Ležajevi	89
6.6.3. Tarni (frikcijski) prijenosnici	91
6.6.4. Remenski prijenosnici snage	92
6.6.5. Zupčani prijenosnici	93
6.6.6. Lančani prijenos	95
6.6.7. Užetni prijenos	96
6.7. Elementi za protok i regulaciju	97
6.7.1. Cijevi	97
6.7.2. Ventili, slavine i zasuni	98
Pitanja za utvrđivanje i provjeru znanja	99
7. Pogonski i radni strojevi	101
7.1. Značenje, zadatak i podjela pogonskih strojeva	101
7.2. Energija i energetika	101
7.3. Parne turbine	102
7.3.1. Uvod, parno postrojenje	102
7.3.2. Glavni dijelovi i konstrukcija parne turbine	102
7.3.3. Vrste parnih turbina	103
7.3.4. Proces pretvorbe energije u parnim turbinama	104
7.4. Plinske turbine	105
7.4.1. Pojam i namjena plinskih turbina	105
7.4.2. Načelo rada i opis plinske turbine	105



7.5. Motori s unutarnjim izgaranjem (motori SUI)	106
7.5.1. Pretvorba energije u motoru s unutarnjim izgaranjem i vrste motora	106
7.5.2. Glavni dijelovi motora SUI	106
7.5.3. Rad četverotaktnog Ottova (benzinskog) motora	108
7.5.4. Rad četverotaktnog Dieselova (dizelskog) motora	108
7.6. Kompresori i ventilatori	109
7.6.1. Kompresori	109
7.6.2. Ventilatori	111
7.7. Pumpna (crpna) postrojenja	112
Pitanja za utvrđivanje i provjeru znanja	113
8. Grafičke komunikacije	115
8.1. Elementi crtanja	115
8.1.1. Vrste, širina i namjena crta	115
8.1.2. Standardna mjerila u tehničkom crtanju	115
8.1.3. Standardni formati papira za crtanje	115
8.1.4. Zaglavlje i sastavnica crteža	116
8.1.5. Tehničko pismo	116
8.2. Geometrijske konstrukcije i konstrukcije tehničkih krivulja	117
8.2.1. Simetrale dužine	117
8.2.2. Okomica iz točke na pravac	117
8.2.3. Kvadrat zadane stranice	117
8.2.4. Pravilan peterokut u zadanoj kružnici	118
8.2.5. Pravilan šesterokut u zadanoj kružnici	118
8.2.6. Pravilan šesterokut sa zadanom stranicom	118
8.2.7. Pravilan višekutnik (n stranica) u zadanoj kružnici	118
8.2.8. Spajanje kružnica tangentama	118
8.2.9. Spajanje pravaca kružnim lukom (kružni prijelaz)	119
8.2.10. Konstrukcija elipse pomoću konjugiranih promjera	119
8.2.11. Konstrukcija elipse pomoću koncentričnih kružnica	119
8.2.12. Konstrukcija elipse pomoću šestara unutar romba	119
8.2.13. Konstrukcija parabole	120
8.2.14. Konstrukcija spirale	120
8.2.15. Konstrukcija evolvente	120
8.2.16. Konstrukcija hiperbole	120

8.3. Kotiranje crteža	121
8.3.1. Elementi kota i oznake	121
8.3.2. Primjeri kotiranja	121
8.4. Pravokutno predočavanje	122
8.4.1. Europski način pravokutnog predočavanja	122
8.4.2. Primjeri pravokutnog predočavanja	122
8.5. Prostorno predočavanje	123
8.5.1. Metode prostornog predočavanja	123
8.5.2. Primjeri prostornog predočavanja	123
8.6. Presjeci	123
8.6.1. Šrafiranje i vrste presjeka	123
8.7. Pojednostavljenja pri crtanju	124
8.8. Predočavanje strojnih elemenata	124
8.8.1. Predočavanje navoja i vijaka	124
8.8.2. Predočavanje elemenata za spajanje, prijenos snage i gibanja	124
8.9. Tolerancije i hrapavost	125
8.9.1. Elementi tolerancija	125
8.9.2. Veličine tolerancijskih polja za nazivne mjere od 0 do 500 mm	125
8.9.3. Položaj tolerancijskih polja u odnosu na nultu liniju za provrte i osovine	126
8.9.4. Nanošenja tolerancija u crtež	126
8.9.5. Dosjedi (odnos stvarnih mjera prije spajanja)	126
8.9.6. Tolerancije oblika i položaja	126
8.9.7. Hrapavost površina	127
8.10. Simboli u tehničkom crtanju	128
Pitanja i zadaci za utvrđivanje i provjeru znanja	129
9. Crtanje u AutoCAD-u	131
9.1. CAD radno mjesto	131
9.2. Ukratko o programu AutoCAD®	131
9.3. Elementi korisničke radne površine AutoCAD-a	132
9.4. Prilagodba korisničkih postavki AutoCAD-a	132
9.4.1. Namještanje boje polja za crtanje i veličine križnog pokazivača	132
9.5. Rad u AutoCAD-u	133
9.5.1. Početak rada u AutoCAD-u	133



9.5.2. Zadavanje naredbi, izlaz iz naredbe i ponavljanje jedne naredbe	133
9.5.3. Postavljanje slojeva u crtež (Layers)	133
9.5.4. Koordinatni sustavi	134
9.5.5. Postavljanje kriterija za ciljanje točaka objekata (Osnap)	134
9.5.6. Vođenje prikazivanja crteža (Zoom naredbe)	135
9.5.7. Crtanje točke i crte (Point, Line)	135
9.5.8. Crtanje segmentnih crta (Polyline)	135
9.5.9. Crtanje pravilnih mnogokuta (Polygon)	136
9.5.10. Crtanje kružnih lukova (Arc)	136
9.5.11. Crtanje kružnica (Circle)	137
9.5.12. Crtanje elipse (Ellipse)	138
9.5.13. Crtanje pravokutnika (Rectangle)	138
9.5.14. Crtanje glatkih krivulja (Spline)	139
9.5.15. Uređivanje objekata na crtežu	139
9.5.16. Premještanje objekata (Move)	140
9.5.17. Rastavljanje složenih objekata (Explode)	140
9.5.18. Kraćenje objekata (Trim)	140
9.5.19. Produljenje objekata (Extend)	141
9.5.20. Rotacija objekata (Rotate)	141
9.5.21. Rastezanje objekata (Stretch)	141
9.5.22. Promjena veličine objekata i crteža (Scale)	141
9.5.23. Svojstava objekata i preslikavanje svojstava objekata (Match Properties)	142
9.5.24. Preslikavanje objekata (Copy Object)	143
9.5.25. Spajanje krajeva crta lukovima (Fillet)	143
9.5.26. Spajanje crta uporabom zasjeka (Chamfer)	144
9.5.27. Usporedne preslike skupa objekata (Offset)	144
9.5.28. Zrcaljenje objekata (Mirror)	144
9.5.29. Višestruko preslikavanje objekata u pravokutnom rasporedu (Array)	145
9.5.30. Višestruko preslikavanje objekata u kružnom rasporedu (Polar Array)	145
9.5.31. Ispisivanje teksta na crtežu (Text)	146
9.5.32. Crtanje tablica (Table)	146
9.5.33. Oblikovanje zatvorenih područja (Region)	147
9.5.34. Skiciranje u AutoCAD-u (Sketch)	147
9.5.35. Šrafiranje površina	148
9.5.36. Unošenje kota na crtež (Dimensions)	148

9.5.37. Priprema crteža za ispis na pisaču ili na ploteru (crtalu)	150
9.5.38. Blokovi (Block)	151
9.5.39. Uvod u trodimenzionalno crtanje (3D)	152
9.5.40. Crtanje osnovnih čvrstih 3D objekata	152
9.5.41. Stvaranje 3D objekata iz dvodimenzionalnih likova (Extrude)	154
9.5.42. Stvaranje složenih trodimenzionalnih (3D) objekata	154
9.5.43. Pravokutne projekcije 3D modela	155
9.5.44. Navigacija u 3D načinu crtanja	156
Pitanja i zadaci za utvrđivanje i provjeru znanja	157
10. Tehnički materijali	161
10.1. Podjela tehničkih materijala	161
10.2. Svojstva tehničkih materijala	161
10.3. Periodni sustav elemenata (skraćen)	162
10.4. Struktura metala – kristalne rešetke	162
10.5. Proizvodnja sirovog željeza u postrojenju visoke peći	163
10.6. Proizvodnja čelika	163
10.7. Fe-C dijagram	164
10.8. Označavanje čelika prema HRN C. BO.002	165
10.9. Označavanje čelika i tehničkih materijala prema EN 10027	166
10.10. Tablice toplo valjanih čeličnih profila	167
10.10.1. Bešavne okrugle čelične cijevi za strojarsku i inženjersku namjenu	167
10.10.2. Toplo oblikovani šuplji profili od nelegiranih i sitnozrnatih čelika	167
Pitanja i zadaci za utvrđivanje i provjeru znanja	168
Kazalo pojmova	169
Literatura	173