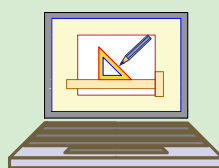
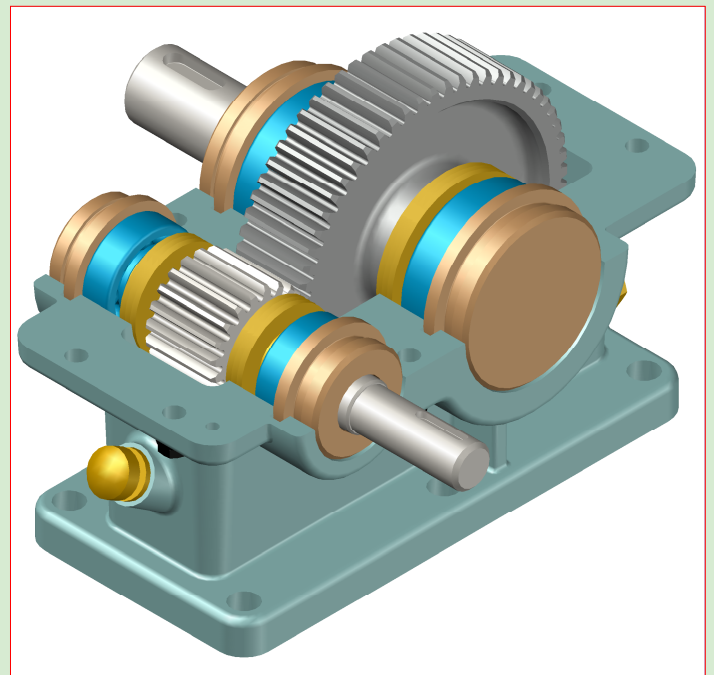
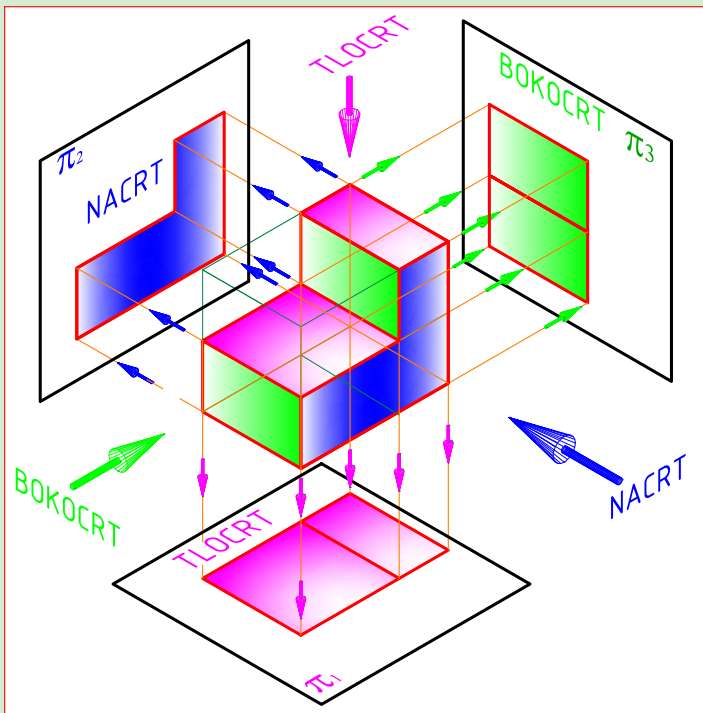


Mato Lučić

# TEHNIČKO CRTANJE I ELEMENTI STROJEVA

udžbenik za prvi razred srednjih strukovnih škola



Mato Lučić  
NAKLADNIŠTVO

## PREDGOVOR

Udžbenik *Tehničko crtanje i elementi strojeva* namijenjen je učenicima koji nastavni modul pod nazivom *Tehničko crtanje i elementi strojeva* imaju u prvom razredu srednjih strukovnih škola u obrazovnom sektoru *Strojarstvo, brodogradnja i metalurgija* u zanimanju:

- *Tehničar/ka za brodstrojarstvo*

Također, u sklopu modula *Osnove strojarstva* u obrazovnom sektoru *Strojarstvo, brodogradnja i metalurgija* učenici trebaju svladati skupove ishoda učenja pod nazivima *Uvod u tehničko crtanje* i *Osnove elemenata strojeva*, u sljedećim zanimanjima:

- *Brodograđevni tehničar/ka*
- *Brodograditelj/brodograditeljica*
- *Tehničar/ka u strojarstvu*
- *Mehaničar/ka poljoprivredne mehanizacije*
- *Tehničar/ka za vozila*
- *Operater/ka za strojne obrade*
- *Monter/ka strojarskih instalacija*
- *Izrađivač/izrađivačica – monter/ka strojarskih konstrukcija.*

Gradivo obuhvaća cijeli modul u nekim ili dio modula u pojedinim od ovih zanimanja, a koje su učenici do sada slušali kao posebne nastavne predmete pod nazivima *Tehničko crtanje* i *Elementi strojeva* ili sl. Gradivo u udžbeniku podijeljeno je u dva osnovna skupa ishoda učenja:

- **Tehničko crtanje** i
- **Elementi strojeva.**

**Skup ishoda učenja** pod nazivom *Tehničko crtanje* omogućiti će učenicima sljedeće:

- *objasniti osnovne norme za tehničko crtanje te iste primijeniti u izradi tehničkih crteža*
- *objasniti tolerancije dužinskih mjera kao i tolerancije oblika i položaja i njihovu ulogu pri izradi strojnih dijelova i konstrukcija*
- *pročitati radionički crtež i objasniti svaku oznaku na njemu*
- *predočiti likove i tijela u trima pravokutnim projekcijama (tlocrt, nacrt i bokocrt)*
- *crtanje potrebne vrste presjeka predmeta koje će učenici proizvoditi u praksi*
- *razumijevanje svrhe i načina prostornog predočavanja modela*
- *nacrtati jednostavan i srednje složen radionički crtež prema usvojenim normama*
- *izraditi 2D i 3D skicu jednostavnijih strojnih elemenata.*

Ove skupove ishoda učenja moguće je ostvariti kroz gradivo sadržano u prvom dijelu ovog udžbenika, te primjere i projektne zadatke temeljene na praksi.

**Skup ishoda učenja** pod nazivom *Elementi strojeva* omogućit će učenicima sljedeće:

- *razumjeti podjelu svih strojnih elemenata*
- *razlikovati pojedine strojne elemente u nekom sklopu, a koji služe za nerastavljivo spajanje te razumjeti njihovu konkretnu primjenu u praksi*
- *razlikovati pojedine strojne elemente u nekom sklopu, a koji služe za rastavljivo spajanje te razumjeti njihovu konkretnu primjenu u praksi*
- *opisati primjenu osovina, vratila i ležaja na praktičnim primjerima*
- *opisati primjenu elemenata za prijenos snage i njihov značaj i ulogu strojevima*
- *razlikovati i znati odabrati elemente i uređaje za podmazivanje, protok i brtvljenje.*

Ove skupove ishoda učenja moguće je ostvariti kroz gradivo sadržano u drugom dijelu udžbenika, te primjere i projektne zadatke iz prakse.

Udžbenik treba pridonijeti cilju ostvarivanja modularne nastave kao inovativnog načina poučavanja te omogućiti prilagodljivost i individualni pristup obradi gradiva. U tom smjeru je i koncipiran ovaj udžbenik.

Poseban naglasak u ovom udžbeniku stavljen je na vizualnom doživljaju obrađenog gradiva. Tomu služe i prezentacije koje prate gradivo, a koje bi trebale pridonijeti boljem razumijevanju gradiva i njegovoj primjeni u praktičnom radu. U tu svrhu se u udžbeniku nalaze i *QR kodovi* od kojih svaki predstavlja *ppsx* prezentaciju za preuzimanje i pregledavanje, a vezanu za određeni skup ishoda učenja. Iste prezentacije i mnoge druge digitalne materijale možete također preuzeti s web odredišta <https://naklada-lucic.hr/nastava/>.

#### DIGITALNI MATERIJALI



Autor

<https://naklada-lucic.hr>

E-mail: [nakladalucic@gmail.com](mailto:nakladalucic@gmail.com)



SADRŽAJ	
<b>1. UVOD U TEHNIČKO CRTANJE</b>	<b>1</b>
1.1. Tehnički crtež	1
1.2. Pribor za tehničko crtanje i rukovanje priborom	1
<b>2. STANDARDI U TEHNIČKOM CRTANJU</b>	<b>5</b>
2.1. Vrste tehničkih crteža	3
2.2. Vrste, širina i namjena crta	5
2.3. Standardna mjerila u tehničkom crtanju	6
2.4. Standardni formati papira za crtanje	6
2.5. Zaglavlje i sastavnica crteža	7
2.6. Tehničko pismo	8
Pitanja za ponavljanje	9
Zadatci	10
<b>3. KOTIRANJE CRTEŽA</b>	<b>11</b>
3.1. Elementi kota i oznake	11
3.2. Opća pravila za nanošenje kota	11
3.3. Primjeri kotiranja s objašnjenjima	11
3.4. Sustavi nanošenja kota	15
Pitanja za ponavljanje	15
Projektni zadatak 1: KOTIRANJE	16
<b>4. TOLERANCIJE I DOSJEDI</b>	<b>17</b>
4.1. Elementi tolerancija	17
4.2. Kvaliteta tolerancije i položaj tolerancijskih polja	18
4.3. Unošenja tolerancija u crtež	19
4.4. Dosjedi i njihovo označavanje na crtežima	19
4.5. Geometrijske tolerancije	21
4.6. Hrapavost površina	28
4.6.1. Uvod	28
4.6.2. Stupnjevi i razredi površinske hrapavosti i postupci obrade	29
4.6.3. Primjeri označavanja površinske hrapavosti	30
Pitanja za ponavljanje	31
Projektni zadatak 2: tolerancije i hrapavost (zupčaničko vratilo)	32



<b>5. PRAVOKUTNO (ORTOGONALNO) PROJICIRANJE</b>	<b>33</b>
5.1. Vrste projiciranja općenito	33
5.2. Kvadranti, oktanti i koordinate u pravokutnom projiciranju	33
5.3. Smjer pogleda i raspored projekcija pri pravokutnom projiciranju tijela	34
5.4. Pravokutno projiciranje pravilnih geometrijskih tijela	35
5.5. Pravokutno projiciranje nepravilnih geometrijskih tijela – primjeri	36
Projektni zadatak 3: pravokutno projiciranje	38
<b>6. PROSTORNO PREDOČAVANJE</b>	<b>39</b>
6.1. Uvod	39
6.2. Metode prostornog predočavanja	39
6.3. Perspektiva	39
6.4. Dimetrija	39
6.5. Kosa projekcija	40
6.6. Izometrijska projekcija (izometrija)	40
6.7. Primjeri modela nacrtanih u tri dimenzije u izometrijskoj predodžbi	40
Zadaci za vježbu	41
Pitanja za ponavljanje	42
<b>7. SKICIRANJA</b>	<b>43</b>
7.1. Uvod	43
7.2. Skiciranje predmeta u pravokutnoj predodžbi (2D)	43
7.3. Skiciranje predmeta u prostornoj predodžbi (3D)	44
Zadatak za vježbu	44
Pitanja za ponavljanje	44
<b>8. PRESJECI NEPRAVILNIH GEOMETRIJSKIH TIJELA</b>	<b>45</b>
8.1. Pojam i šrafiranje presjeka	45
8.2. Označavanje ravnine presjeka i vrste presjeka	46
8.3. Dijelovi koji se ne crtaju u presjeku	47
8.4. Prijelomi i skraćanja	48
8.5. Pojednostavljenja pri crtanju	48
Pitanja za ponavljanje	50



<b>9. PREDOČAVANJE STROJNIH ELEMENATA</b>	<b>51</b>
9.1. Predočavanje zavarenih spojeva (nerastavljivi spoj)	51
9.2. Predočavanje elemenata za rastavljivo spajanje, prijenos snage i gibanja	51
<b>10. SIMBOLI U TEHNIČKOM CRTANJU</b>	<b>52</b>
10.1. Pojam i podjela simbola	52
10.2. Simboli u strojarstvu	52
10.3. Simboli u elektrotehnici i elektronici	55
10.4. Primjeri shema	56
<b>11. IZRADA I ČITANJE I CRTEŽA I SHEMA</b>	<b>57</b>
11.1. Izrada crteža	57
11.2. Čitanje crteža i shema	57
Pitanja za ponavljanje	58
<b>12. DOKUMENTACIJA I ARHIVIRANJE CRTEŽA</b>	<b>59</b>
12.1. Tehnička dokumentacija	59
12.2. Arhiviranje (pohrana) dokumentacije	60
Pitanja za ponavljanje	60
<b>13. PROJEKтни ZADATCI I ZADATCI ZA VJEŽBE</b>	<b>61</b>
Projektni zadatak 01: paralelna stega 1. (2D/3D) – sklopni crtež	62
Projektni zadatak 01: paralelna stega 1. (2D/3D) – crteži detalja	63
Projektni zadatak 02: stega 2. (2D/3D) – sklopni i detaljni crteži	64
Projektni zadatak 03: stega 3. (2D/3D) – sklopni i detaljni crteži	65
Projektni zadatak 04: dizalica – sklopni crtež	66
Projektni zadatak 04: dizalica – crtež detalja	67
Projektni zadatak 05: elementi porivnog (pogonskog) sustava broda	68
<b>ELEMENTI STROJEVA</b>	<b>69</b>
<b>1. UVOD I PODJELA ELEMENTA STROJEVA, STANDARDIZACIJA (NORMIZACIJA)</b>	<b>71</b>
1.1. Uvod i osnovni pojmovi	71
1.2. Podjela elemenata strojeva	72
1.3. Standardizacija (normizacija) elemenata strojeva	73
Pitanja za ponavljanje	73



<b>2. ELEMENTI ZA NERASTAVLJIVO SPAJANJE</b>	<b>74</b>
2.1. Zakovice i zakovični spojevi	74
2.1.1. Vrste zakovica	74
2.1.2. Vrste zakovičnih spojeva	75
2.1.3. Dimenzioniranje zakovičnih spojeva	76
2.2. Lemljeni spojevi	77
2.2.1. Pojam, namjena i podjela lemljenih spojeva	77
Pitanja za ponavljanje	77
2.3. Zavareni spojevi	78
2.3.1. Osnovni pojmovi i materijal	78
2.3.2. Podjela postupaka zavarivanja	78
2.3.3. Označavanje i kotiranje zavarenih spojeva	79
2.3.4. Proračun čvrstoće zavarenih spojeva	80
Pitanja za ponavljanje	80
2.4. Lijepljeni spojevi	81
2.4.1. Uvod	81
2.4.2. Vrste i proračun lijepljenih spojeva	81
Pitanja za ponavljanje	81
2.5. Utisnuti i porubljeni spojevi	82
2.5.1. Utisnuti spojevi	82
2.5.2. Porubljeni spojevi	82
Pitanja za ponavljanje	82
<b>3. ELEMENTI ZA RASTAVLJIVO SPAJANJE</b>	<b>83</b>
3.1. Vijčani spojevi	83
3.1.1. Uvod, prednosti i nedostaci vijčanih spojeva	83
3.1.2. Elementi navoja	83
3.1.3. Vrste navoja prema obliku profila	84
3.1.4. Vrste vijaka	86
3.1.5. Vrste matica	88
3.1.6. Osiguranje vijčanih spojeva protiv odvijanja	89
3.1.7. Označavanje matica i vijaka prema ISO	89
3.1.8. Materijali za izradu i izrada matica i vijaka	90
3.1.9. Proračun vijaka	90
Pitanja za ponavljanje	90



3.2. Zatici i svornjaci	91
3.2.1. Zatici	91
3.2.2. Svornjaci	91
3.2.3. Materijal, osiguranje i proračun svornjaka	92
Pitanja za ponavljanje	92
3.3. Opruge	93
3.3.1. Pojam, namjena i podjela opruga	93
3.3.2. Savojne opruge	93
3.3.3. Uvojne (torzijske) opruge	94
3.3.4. Tlačno-vlačne opruge	95
3.3.5. Materijali za opruge	96
Pitanja za ponavljanje	96
3.4. Klinovi	97
3.4.1. Pojam i podjela klinova	97
3.4.2. Uzdužni klinovi	97
3.4.3. Poprečni klinovi	98
3.4.4. Materijal za izradu klinova	99
Pitanja za ponavljanje	99
3.5. Spojke	100
3.5.1. Uloga i podjela spojki	100
3.5.2. Stalne spojke	100
3.5.3. Isključne i uključno-isključne spojke	101
3.5.4. Posebne spojke	102
3.6. Spojevi s glavinama	103
3.6.1. Osnovni pojmovi i podjela	103
Pitanja za ponavljanje	104
<b>4. ELEMENTI ZA KRUŽNO I PRAVOCRTNO GIBANJE I PRIJENOS SNAGE</b>	<b>105</b>
4.1. Osovine, vratila i rukavci (čepovi)	105
Pitanja za ponavljanje i zadatci	107
4.2. Ležaji	108
4.2.1. Klizni ležaji	108
4.2.2. Valjni ležaji	109
4.2.3. Materijal, označavanje i odabir valjnih ležaja	111
Pitanja za ponavljanje	112



4.3. Tarni (frikcijski) prijenosnici snage	113
4.4. Remenski prijenosnici snage	114
Pitanja za ponavljanje	115
4.5. Lančani prijenos	116
4.6. Užetni prijenos	118
Pitanja za ponavljanje i zadatci	119
4.7. Zupčani prijenosnici	120
4.7.1. Glavne izmjere zupčanika	121
4.7.2. Profil zubaca zupčanika	122
4.7.3. Prijenosni omjer kod prijenosa zupčanicima	122
4.7.4. Vrste prijenosa prema obliku kinematičke površine zupčanika i položaju zubaca	123
Pitanja za ponavljanje	126
<b>5. ELEMENTI I UREĐAJI ZA PODMAZIVANJE</b>	<b>127</b>
5.1. Pojam i vrste trenja	127
5.2. Zadatci podmazivanja i vrste maziva	127
5.3. Načini podmazivanja	128
5.4. Elementi za podmazivanje	128
<b>6. ELEMENTI ZA BRTVLJENJE</b>	<b>129</b>
6.1. Pojam i zadatak brtvljena	129
6.2. Vrste brtvila i načini brtvljenja	129
Pitanja za ponavljanje	131
<b>7. ELEMENTI ZA PROTOK I REGULACIJU</b>	<b>132</b>
6.1. Cijevi i materijal cijevi	132
6.2. Spajanje cijevi	133
6.3. Armatura cjevovoda	134
Pitanja za ponavljanje	136
<b>8. PROJEKTNI ZADATCI I ZADATCI ZA VJEŽBE</b>	<b>137</b>
Projektni zadatak 01: Zakovični spoj	139
Projektni zadatak 02: Zavareni spoj	140
Projektni zadatak 03: Remenski prijenosnik – sklopni crtež	141
Projektni zadatak 03: Remenski prijenosnik – crtež detalja	142



Projektni zadatak 04: Sklop elemenata za prijenos – crtež sklopa	143
Projektni zadatak 04: Sklop elemenata za prijenos – crteži detalja	144
Projektni zadatak 05: Reduktor – sklopni crtež	145
Projektni zadatak 05: Reduktor – crtež detalja 1	146
Projektni zadatak 05: Reduktor – crtež detalja 2	147
Projektni zadatak 05: Reduktor – crtež detalja 3D	148