



REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA  
ŠPORTA

**STRUKOVNI DIO**  
**NASTAVNOG PLANA I PROGRAMA**  
***CNC operater/CNC operaterka***

LIPANJ 2011.



**REPUBLIKA HRVATSKA**  
MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I ŠPORTA  
UPRAVA ZA SREDNJE OBRAZOVANJE  
KLASA: 602-03/11-05/00078  
URBROJ: 533-09-11-0002  
Zagreb, 15. lipnja 2011.

Na temelju članka 27. Zakona o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi (NN 87/08., 86/09., 92/10. i 105/10.) ministar znanosti, obrazovanja i športa donosi

### ODLUKU

**o donošenju strukovnog dijela nastavnog plana i programa za stjecanje srednje stručne spreme u obrazovnom sektoru STROJARSTVO, BRODOGRADNJA I METALURGIJA za zanimanje CNC operater/CNC operaterka (012703) u trajanju od tri godine.**

#### I.

Ovom odlukom donosi se strukovni dio nastavnog plana i programa za stjecanje srednje stručne spreme u obrazovnom sektoru STROJARSTVO, BRODOGRADNJA I METALURGIJA za zanimanje CNC operater/CNC operaterka.

#### II.

Sadržaj strukovnog dijela nastavnog plana i programa za stjecanje srednje stručne spreme u obrazovnom sektoru STROJARSTVO, BRODOGRADNJA I METALURGIJA za zanimanje CNC operater/CNC operaterka, sastavni su dio ove odluke.

#### III.

Zajednički općeobrazovni dio nastavnog plana i programa za stjecanje srednje stručne spreme za zanimanje CNC operater/CNC operaterka utvrđen je Odlukom ministra prosvjete i kulture o usvajanju nastavnih planova i programa srednjih škola te minimum zajedničkih općih sadržaja strukovnih i umjetničkih škola (Klasa: 602-03/91-01-114 Ubroj: 532-08/91-01 od dana 20. lipnja 1991.) i Odlukom ministra prosvjete i športa (Klasa: 602-03/96-01/1170 Ubroj: 532-03/1-96-1 od dana 25. lipnja 1996.) o izmjenama i dopunama zajedničkog i izbornog dijela nastavnog plana i programa za stjecanje stručne spreme.

#### IV.

Ova odluka stupa na snagu danom donošenja, a primjenjivat će se od školske godine 2011./12. za učenike prvog razreda. Učenici koji su se u program obrazovanja za zanimanje obrađivač na numerički upravljanim alatnim strojevima (012603) upisali ranijih godina nastavljaju školovanje po programu i nazivlju koji su ranije upisali.

#### V.

Učenici upisani u program obrazovanja za stjecanje srednje stručne spreme u obrazovnom sektoru STROJARSTVO, BRODOGRADNJA I METALURGIJA za zanimanje obrađivač na numerički upravljanim alatnim strojevima (012603) prije donošenja ove odluke mogu završiti svoje obrazovanje po upisanom programu do 15. rujna 2016. godine.

#### VI.

Donošenjem ove odluke prestaje važiti odluka o nastavnom planu i programu za stjecanje srednje stručne spreme za zanimanje obrađivač na numerički upravljanim alatnim strojevima (012603) (Klasa: 602-03/06-05/00039 Ubroj: 533-09-06-02) koju je ovo ministarstvo donijelo dana 14. lipnja 2006. godine i odluka o donošenju strukovnog dijela nastavnog plana i programa za stjecanje srednje stručne spreme za zanimanje CNC operater/CNC operaterka (Klasa: 602-03/11-05/00078 Ubroj: 533-09-11-0001) koju je ovo ministarstvo donijelo dana 26. svibnja 2011. godine.

Dostaviti:

1. Agenciji za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih, Radnička 37b, 10000 Zagreb
2. Agenciji za odgoj i obrazovanje, Donje Svetice 38, 10000 Zagreb
3. Pismohrana, ovdje



## Sadržaj

<u>1. Opći dio</u> .....	3
<u>1.1. Obrazovni sektor</u> .....	3
<u>1.2. Trajanje obrazovanja</u> .....	4
<u>1.3. Uvjeti upisa, tijeka i završetka obrazovanja</u> .....	4
<u>2. Nastavni plan i program</u> .....	4
<u>2.1. Cilj i zadaće obrazovanja CNC operatera</u> .....	4
<u>2.2. Nastavni plan</u> .....	5
<u>3. Kadrovski uvjeti</u> .....	6
<u>4. Minimalni materijalni uvjeti za izvođenje programa</u> .....	8
<u>5. Okvirni nastavni programi</u> .....	9
<u>6. Izborni dio programa</u> .....	68
<u>7. Završni rad</u> .....	87

## **1. Opći dio**

### **1.1. Obrazovni sektor**

Strojarstvo, brodogradnja i metalurgija

### **1.2. Trajanje obrazovanja**

3 godine

### **1.3. Uvjeti upisa, tijeka i završetka obrazovanja**

Završena osnovna škola

Zdravstvena sposobnost

## **2. Nastavni plan i program**

### **2.1. Cilj i zadaće obrazovanja CNC operatera**

Razvojem novih tehnologija u proizvodnim procesima, a posebice u serijskoj proizvodnji kao i uvođenjem novih načina upravljanja sa proizvodnim procesima (posebice sa brzim razvojem IT tehnologija), više nije umijeće izraditi proizvod, umijeće je izraditi ga po konkurentnoj cijeni, dovoljno kvalitetno, a pritom utrošiti minimalno vrijeme izrade. Stoga se tržištu rada nameće potreba za strukturom zaposlenika koji će biti kompetentni za rad i upravljanjem CNC strojevima sa novim tehnologijama strojne obrade, tj. za zanimanje CNC OPERATER.

**Cilj** programa je motivirati učenika izučavanju profesionalnih sadržaja iz područja numerički upravljanih alatnih strojeva, razvijati interes i sposobnost učenika za čitanje tehničko - tehnološke dokumentacije te upoznati strukturu NC koda i postići kompetencije za upravljanjem CNC strojevima.

#### **Djelokrug poslovanja CNC operatera**

CAD-CAM moderna kompjuterska tehnologija zasigurno je postala sastavni dio naše svakodnevnice. Danas, skoro svaka profesija koristi prednosti računala jer pruža nebrojene mogućnosti za kvalitetan i nadasve precizan rad.

CNC Operater radi u tvrtkama strojne obrade, u pogonima održavanja i proizvodnje strojnih dijelova i uređaja. Obrazovanjem za ovo zanimanje stječu se kompetencije za samostalno obavljanje poslova i radnih zadataka rukovanja klasičnim i numerički upravljanim alatnim strojevima (NUAS) u proizvodnji kao i izradi strojnih dijelova pri remontu strojeva i uređaja

**Stručne kompetencije:**

- Kategorizirati osnovne vrste CNC strojeva i opisati njihove principe rada
- Koristiti se postojećom i pratiti nove tehnologije obrade na NUAS-ima
- Uočavati izvore opasnosti i čuvati zdravlje i zdrav čovjekov okoliš,
- Čitati i primijeniti program za izradu izradka na NUAS-ima
- Služiti se mjernim alatima, napravama i priborom CNC strojeva
- Samostalno upravljanje CNC strojem do razine efikasnog rješavanja problema u različitim problemskim situacijama upravljanja strojem.
- primijeniti najnovija načela korištenja računala u proizvodnim procesima (CAD/CAM)
- Poznavanje principa rada CAD modula i 3D programskih paketa
- Koristiti se s programom za simulaciju koji služi za programiranje CNC stroja i izvođenje 3D simulacija obrade za dvoosnu tokarilicu i troosnu glodalicu...
- Crtanje jednostavnijih tehničkih crteža i skica korištenjem računala,
- Samostalno odabrati rezne alate koji se koriste na CNC strjevima (geometrija, označavanje, prihvati na stroju i prednamještanje alata).
- Racionalno organizirati rad i racionalno koristiti materijal i energiju
- Čitati tehničke crteže i izraditi predmete rada prema tehničko-tehnološkoj dokumentaciji,
- Čitati i primijeniti program za izradu izradka na NUAS-ima
- Vladati osnovama računalstva, informatike i programima za crtanje na računalu, tako da se može samostalno služiti korisničkim programima
- Uočiti izvore opasnosti i čuvati zdravlje i zdrav čovjekov okoliš,

## 2.2. Nastavni plan

Red. broj	NASTAVNI PREDMET	Tjedni broj sati		
		1. r	2. r	3. r
<b>A – OPĆE OBRAZOVNI DIO</b>				
1.	Hrvatski jezik	3	3	3
2.	Strani jezik	2	2	2
3.	Povijest	2	-	-
4.	Etika /Vjeronauk	1	1	1
5.	Tjelesna i zdravstvena kultura	2	2	2
6.	Politika i gospodarstvo	-	2	-
7.	Matematika	2	2	2
	<b>UKUPNO A</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>
<b>B – STRUKOVNI DIO</b>				
8.	Osnove računalstva	1	-	-
9.	Tehničko crtanje	1	-	-
10.	Tehnička mehanika	-	1	-
11.	Tehnički materijali	1	-	-
12.	Elementi strojeva	-	2	-
13.	Osnove automatizacije	-	-	1
14.	Tehnologija obrade materijala	1	-	-
15.	CNC strojevi	-	1	2
16.	Posluživanje CNC strojeva	-	-	2
17.	CAD-CAM tehnologije	-	1	2
18.	Tehnologija održavanja alatnih strojeva	1	-	-
	<b>UKUPNO B</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>C - IZBORNI DIO</b>				
19.	Tehničko crtanje	1	1	1
20.	Tehnička mehanika			
21.	CNC strojevi			
22.	CAD-CAM tehnologije			
23.	Posluživanje CNC strojeva			
	<b>UKUPNO C</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>D – PRAKTIČNA NASTAVA</b>				
24.	Praktična nastava	14	14	14
	<b>UKUPNO D</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
	<b>UKUPNO A+B+C+D</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

### Napomene :

- Kod odabira izbornih predmeta, učenici u svakoj godini biraju jedan nastavni predmet
- Kod odabira izbornog predmeta u 1.godini obrazovanja, preporuča se nastavni predmet: *Tehničko crtanje* a u 2. godini nastavni predmet *Tehnička mehanika*

### **3.Kadrovski uvjeti**

<b>Red. broj</b>	<b>Naziv predmeta</b>	<b>Stručna sprema nastavnika</b>
1.	OSNOVE RAČUNALSTVA	mag. ing. računalstva mag. ing. elektrotehnike , smjer računalstvo mag. edukacijske matematike i informatike mag. ing. strojarstva
2.	TEHNIČKO CRTANJE	mag. ing. strojarstva mag. ing. elektrotehnike prof.strojarstva
3.	TEHNIČKA MEHANIKE	mag. ing. strojarstva prof. strojarstva
4.	TEHNIČKI MATERIJALI	mag. ing. strojarstva prof. strojarstva
5.	ELEMENTI STROJEVA	mag. ing. strojarstva prof. strojarstva
6.	OSNOVE AUTOMATIZACIJE	mag. ing.strojarstva prof. strojarstva
7.	CNC STROJEVI	mag. ing. strojarstva prof. strojarstva
8.	CAD-CAM TEHNOLOGIJE	mag. ing. strojarstva prof. strojarstva
9.	POSLUŽIVANJA CNC STROJEVA	mag. ing. strojarstva prof. strojarstva
10.	TEHNOLOGIJA OBRADJE MATERIJALA	mag. ing. strojarstva prof. strojarstva
11.	TEHNOLOGIJA ODRŽAVANJA ALATNIH STROJEVA	mag. ing. strojarstva prof. strojarstva
12.	PRAKTIČNA NASTAVA (1.RAZRED)	bacc. inženjer strojarstva sss strojarske struke s radnim stažom u struci u trajanju od najmanje 5 godina
13.	PRAKTIČNA NASTAVA (2. I 3. RAZRED)	mag. ing. strojarstva bacc. inženjer strojarstva prof. strojarstva

## 4. Minimalni materijalni uvjeti za izvođenje programa

Za ostvarivanje i provođenje nastavnog programa za zanimanje CNC Operater treba osigurati specijalizirani CNC-CAD/CAM praktikum kao i strojeve PC Turn (tokarilica) i PC Mill (glodalica)

	<b>Mjesto izvođenja nastave</b>	<b>Potrebna oprema</b>	<b>Nastavni predmeti</b>
1.	Računalna učionica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardna oprema 14+1 radnih mjesta,</li> <li>• LCD projektor,</li> <li>• Pisač</li> <li>• Grafoskop</li> <li>• Programska oprema za obradu teksta i tabličnih proračuna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnove računalstva</li> </ul>
2.	Specijalizirana učionica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasična učionica opremljena sa 14+1 radnih mjesta</li> <li>• LCD projektor, pisač,grafoskop</li> <li>• Program za crtanje (AutoCAD...)</li> <li>• Radni pano za pneumatiku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehničko crtanje</li> <li>• Osnove automatizacije</li> </ul>
3.	CNC/CAD-CAM praktikum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNC edukacijski strojevi sa pripadajućim alatima i steznim priborom, ormarima za alate i pribor</li> <li>• 10+1 radno mjesto sa računalima sa programima za simulaciju obrade i programskim paketom CAD- CAM tehnologije</li> <li>• LCD projektor</li> <li>• Pisač</li> <li>• Grafoskop</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNC strojevi,</li> <li>• CAD-CAM tehnologije,</li> <li>• Posluživanje CNC strojeva</li> </ul>
4.	Klasična učionica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasična učionica (1+28 mjesta)</li> <li>• 1 radni mjesto sa PC</li> <li>• LCD projektor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nastavni predmeti općeobrazovnog dijelao</li> </ul>



## 5. Okvirni nastavni programi

### 5.1. OSNOVE RAČUNALSTVA

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje	1/35	-	-

#### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

*Cilj programa je:*

*da učenik nakon učenja samostalno koristi računalo, operacijski sustav Windows i programe Word-a te da koristi programske pakete kao podršku pri korespondenciji, prezentaciji, proračunu te dostupnosti informacija putem interneta.*

*Zadaje programa su:*

- *Služiti se računalom u svrhu pristupa informacijama, organizacije pohrane i prijenosa informacija koje su na različitim medijima (disk, mreža, Internet) te prilagodbi sučelja operativnog sustava.*
- *Služiti se računalom pri pisanju različitih tekstova sa slikama, tabelama, listama i crtežima.*
- *Služiti se računalom pri izvođenju jednostavnijih tabličnih proračuna vezanih na struku.*
- *Služiti se računalom pri korištenju gotovih baza podataka u svrhu unosa, promjene i različitih načina prikaza podataka.*

#### SADRŽAJI

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Osnove rada s računalom</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Povezati dijelove računala u funkcionalnu cjelinu. Navesti namjenu dijelova računala i funkcionalnu ovisnost.</li><li>• Podesiti i očitati osnove postavke radne okoline</li><li>• Raditi s mišem i tipkovnicom</li><li>• Raditi sa mapama i dokumentima</li><li>• Koristiti računalnu mrežu za osnovne potrebe</li><li>• Pripremiti medij za pohranu podataka</li><li>• Provjeriti podatke od virusa</li><li>• Instalirati i deinstalirati neki program</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fizički na kućište spojiti monitor, tipkovnicu, miš, mrežu, pisač. Spojiti karticu(mreža, grafika...), memoriju i disk u kućištu.</li><li>• Pokrenuti računalo, prijaviti se, upoznati sučelje operativnog sustava, podesiti razlučivost, jezik tipkovnice, pozadinu, jačinu zvuka. Pročitati podatke o operativnom sustavu, procesoru i količini memorije te imenu računala. Odjaviti se i ugasiti računalo. Pokazati mogućnost pristupa postavkama operativnog sustava preko upravljačke ploče i desnim klikom. Formatirati USB stick. Prisilno završiti program. Napraviti mapu i datoteku u mapi. Odrediti veličinu datoteke i broj podmapa mape. Pronaći</li></ul>

		<p>mape i datoteke u mapi i računalu. Kopirati, premješati, brisati i vratiti izbrisano, preimenovati.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pokretanje programa. U tekstualnom editoru upisati tekst, korigirati tekst, pohraniti dokument u mapu. Raditi sa dva i više prozora. Kopirati tekst i sliku sa web stranice. Dokument spremi i ispisati na pisaću.</li> <li>• Pristup računalu na mreži, spajanje na mrežni pisač. Uklanjanje dokumenta iz poslova ispisa pisača. Instalacija i deinstalacija programa. Skeniranje od virusa.</li> <li>• Pristup računalu na mreži, spajanje na mrežni pisač. Uklanjanje dokumenta iz poslova ispisa pisača. . Instalacija i deinstalacija programa. Skeniranje od virusa.</li> </ul>
<b>2. Internet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti pojmove vezane uz mrežu kao i prednosti i opasnosti korištenja mreže</li> <li>• Pretraživati na Internetu i prijenositi podataka u druge programe</li> <li>• Koristiti se e-poštom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Upoznati pojmove: Internet, klijent, server, protokol (namjena), IP adresa, preglednik, pretraživač, usluge na Internetu.</li> <li>• Pronaći stranice i slike sa zadanim pojmom, bez nekog pojma, sa zadanom frazom. Vezati na struku.</li> <li>• Poslati e-mail sa pravitkom, odgovoriti i prosljediti e-mail. Paziti na pravila sastavljanja poruka i pismenost.</li> <li>• Socijalne mreže kao oblik komuniciranja i udruživanja. Opasnosti na mreži.</li> </ul>
<b>3. Obrada teksta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti osnove uređivanja i manipulacije s dokumentom.</li> <li>• Sastaviti dokument sa tekstem razdijeljenim u odlomke, slikama, tabelama, zaglavljem i podnožjem te crtežom.</li> <li>• Nacrtati jednostavan element iz područja strojarstva s kotama.</li> <li>• Primjere vezati na moguće zadatke na poslu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sučelje programa</li> <li>• Upisati, ispraviti, kopirati, premjestiti tekst. Razlomiti tekst u odlomke. Ispraviti krivo unesene riječi pomoću samoispravka. Spremiti, otvoriti, zatvoriti, ispisati dokument.</li> <li>• Primijeniti oblikovanje teksta:visina teksta, font, efekti.</li> <li>• Primijeniti oblikovanje odlomaka:poravnanje, uvlake, razmak i prored.</li> <li>• Umetnuti i oblikovati tablicu: dodavanje i brisanje,obrubi,</li> </ul>

		<p>sjenčanje, spajanje ćelija, poravnanje.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umetnuti i oblikovati sliku.</li> <li>• Urediti zaglavlje sa brojem strane, naslovom, datumom</li> <li>• Napraviti popis odlomaka sa grafičkim i brojčanim oznakama.</li> <li>• Primijeniti crtanje(samooblici) za izradu nekog jednostavnog crteža sa kotama.</li> <li>• Primjeri vezani uz struku i posao: životopis, molba za posao, popisa nabavke materijala, ugovor za neki posao, promidžbeni letak, reklama, oglas...</li> </ul>
<b>4.Tablični programi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti osnove rada u programu za tablične kalkulacije</li> <li>• Koristiti jednostavne formule</li> <li>• Izraditi grafikon</li> <li>• Filtrirati i sortirati podatke</li> <li>• Primjere vezati na moguće zadatke na poslu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sučelje programa. Imenovanje ćelija, raspona ćelija.</li> <li>• Unos podataka: brojeva, datuma, valute, postotaka . Podešavanje prikaza podataka. Oblikovanje ćelija:poravnanje, boje, obrubi, pozadina, spajanje.</li> <li>• Unos formula: zbrajanje, oduzimanje, množenje, dijeljenje, postoci, primjena funkcija za sumu, minimum, maksimum, prosjek, brojanje.</li> <li>• Filtrirati i sortirati podatke</li> <li>• Grafički prikazati podatke</li> <li>• Primjeri vezani uz struku. Npr. popis materijala, kalkulacija cijene nekog proizvoda za određeni broj komada, evidencija potrošnje struje, vode plina...</li> </ul>
<b>5. Baze podataka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti programe za baze podataka</li> <li>• Unositi i uređivati podatke</li> <li>• Organizirati prikaz podataka iz tablica</li> <li>• Filtrirati i sortirati podatke</li> <li>• Sastaviti jednostavan upit. Prilagoditi kriterije filtriranja i sortiranja.</li> <li>• Sastaviti jednostavan obrazac i izvještaj. Prilagoditi redoslijed prikaza podataka i natpise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sučelje programa.</li> <li>• Unos podataka u tabele: tekst, broj, polja koja su određena podacima iz drugih tablica, polja koja su ključevi, polja koja ne smiju biti prazna, polja koja su ograničena pravilima unosa u bazu. Operacije sa zapisom: brisanje, dodavanje, brisanje i dodavanje podataka koji su u relacijskom odnosu. Kopiranje podataka u i iz drugih programa.</li> <li>• Korištenje podataka iz tabela: sortiranje, filtriranje, skrivanje, zamrzavanje, ispis</li> <li>• Stvaranje upita čarobnjakom i</li> </ul>

		<p>promjena kriterija filtriranja i sortiranja.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stvaranje obrasca čarobnjakom i promjena natpisa, boja, redoslijeda pojavljivanja podataka. Obrazac i podobrazac čarobnjakom.</li> <li>• Stvaranje izvještaja čarobnjakom i promjena natpisa, boja, redoslijeda pojavljivanja podataka.</li> <li>• Primjeri vezani uz struku. Npr. katalozi proizvoda, popisi materijala na skladištu....</li> </ul>
--	--	---

## NAPOMENE

Cjelokupnu nastavu ovog predmeta potrebno je izvoditi u računalnoj učionici. Metodičkim pristupom u izvedbenom programu obraditi sadržaje teorijskom nastavom i vježbama.

Razredni odjel dijeliti na dvije skupine.

Učionica mora biti tako opremljena da za vrijeme vježbi omogući individualan praktični rad jednog učenika na jednom računalu. Vježbe treba izvoditi u najmanje dvije grupe tako da na jednom računalu radi najviše jedan učenik. Provjera znanja obavlja se na računalu. Vježbe koje učenici izvode moraju imati jasne zadatke i upute kako ih riješiti te se vrednuju u praćenju učenikovih postignuća. Poželjno je izvesti nekoliko nastavnih jedinica koristeći materijale namijenjene samoučenju (video materijali, tekstualno vođene vježbe,...). Također je poželjno izvesti provjeru znanja učenika na nekom dostupnom sustavu za elektroničku provjeru znanja (npr. Moodle, Propyx,...) kako bi se učenici što bolje pripremili za buduću elektroničku certifikaciju znanja. Ovakve provjere ne moraju se koristiti kao završne provjere ali mogu se vrednovati u praćenju učenika.

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnika:

Gvozdanović, Ikica, Kos, Lipljin, Milijaš, Srnec, Zvonarek: INFORMATIKA / RAČUNALSTVO, PROMIL, Varaždin

Galešev, Kocijan, Korač, Kralj, Sokol, Soldo: INFORMATIKA I RAČUNALSTVO, SYSPRINT, Zagreb

Dokumentacija za računala i programske pakete uključujući i Internet

Stručni informatički časopisi.

## 5.2.TEHNIČKO CRTANJE

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje	1/35	-	-

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

*Cilj programa je:*

- da učenik samostalno izradi tehničkii crtež pomoću računala primjenom odgovarajućih računalnih programa u svrhu grafičkog komuniciranja potrebnog u zanimanju operatera CNC

*Zadaće programa:*

- Koristiti tehničke crteže u izradi dijelova, sklopova i gotovih proizvoda.
- Kreirati jednostavnije tehničke crteže
- Koristiti se računalnim programima za crtanje
- Stvoriti potrebu za cjeloživotnim obrazovanjem.

### SADRŽAJ

#### PRVI RAZRED

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Vrste crteža i standardi u tehničkom crtanju</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intepretirati vrste crteža i prilagoditi tehničku dokumentaciju standardima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste crteža</li> <li>• Standardi u tehničkom crtanju: -Vrste crta -Mjerila -Formati crteža -Zaglavlja i sastavnice</li> </ul>
<b>2. Prostorno prikazivanje i kotiranje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti se prostornim prikazivanjem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam prostornog prikazivanja</li> <li>• Crtanje jednostavnih školskih modela u izometriji</li> </ul>
<b>3. Pravokutno projiciranje i kotiranje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skicirati predmete i jednostavnije sklopove u ortogonalnoj projekciji</li> <li>• Prikazati i kotirati predmete i sklopove u ortogonalnoj projekciji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi iz nacrtne geometrije: oktanti ravnine i projekcije:nacrt, tlocrt i bokocrt</li> <li>• Skiciranje ortogonalnih projekcija</li> </ul>
<b>4. Presjeci</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacrtati presjeke jednostavnijih dijelova</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puni i djelomični presjeci</li> <li>• Predočavanje presjeka šrafurom</li> </ul>
<b>5. Tolerancije i kvaliteta obrade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti važnost tolerancija na proizvodnju</li> <li>• Koristiti tablice sa tolerancijama i hrapavostima površine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO tolerancije</li> <li>• Tolerancije dužina</li> <li>• Označavanje kvalitete obrađene površine</li> <li>• Oznake površinske hrapavosti</li> </ul>
<b>6. Pojednostavljeno crtanje i kotiranje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacrtati i kotirati standardne dijelove</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojednostavljenja pri crtanju i kotiranju</li> </ul>

		provrt, upuštenja i navoja
<b>7. Crtanje pomoću računala</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koristiti se računalom pri izradi crteža</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjena računala u izradi tehničkih crteža</li> </ul>
<b>8. Izrada radioničkih crteža</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nacrtati i koristiti prave radioničke crteže jednostavnijih strojnih dijelova</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izrada radioničkih crteža</li> </ul>

## NAPOMENE

Tijekom nastavne godine, učenici trebaju izraditi minimalno 5 grafičkih radova:

1-Standardi u tehničkom crtanju

2-Prikaz predmeta u izometriji

3-Ortogonalni prikaz tijela

4-Radionički crtež dijela

5-Radionički crtež nacrtan računalom (ovisno o mogućnostima polaznika)

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

- Koludrović: Tehničko crtanje u slici s kompjutorskim aplikacijama, Rijeka 1990.
  - Osnovne vježbe iz tehničkog crtanja s kompjutorskim aplikacijama, Rijeka (novo izdanje)
  - Žunar: Tehničko crtanje, Zagreb
- i ostala literatura odobrena od Ministarstva znanosti obrazovanja i športa.

## 5.3. TEHNIČKA MEHANIKA

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje	-	1/35	-

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

*Cilj programa je:*

*da učenik nakon učenja intepretira zakonitosti statike i dinamike koja su nužna za razumijevanje i rješavanje jednostavnih tehničkih problema iz područja strojarske tehnologije.*

*Zadaće programa su:*

- Protumačiti temeljne pojmove i koristiti zakonitosti statike i dinamike
- Znanjem proširiti i produbiti sadržaje u predmetima struke
- Primijeniti stečena znanja u rješavanju jednostavnih tehničkih problema

### SADRŽAJI

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Uvod u tehničku mehaniku</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti značaj programa</li> <li>• Koristiti mjerne jedinice SI-sustava</li> <li>• Primjena trigonometrijskih funkcija u mehanici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temeljni pojmovi i zadaci mehanike</li> <li>• SI - sustav jedinica</li> <li>• Trigonometrijske funkcije i vektori</li> <li>• Primjena trigonometrijskih funkcija</li> </ul>
<b>2. Temeljni pojmovi i načela statike</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komentirati što je sila kao osnovnu statičku veličinu i kako ona djeluje na tijelo</li> <li>• Prikazati silu kao vektor</li> <li>• Opisati što su aksiomi na kojima se temelje načela statike</li> <li>• Objasniti načela statike</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Određenost sile i vrste sila</li> <li>• Grafički prikaz sile</li> <li>• Osnovna načela statike</li> <li>• Sastavljanje i rastavljanje sila</li> <li>• Slobodna i vezana tijela</li> <li>• Veze i reakcije veze</li> </ul>
<b>3. Konkurentni sustav sila u ravnini</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti pojam kolinearnih i konkurentnih sila</li> <li>• Primijeniti pravilo paralelograma i trokuta sila</li> <li>• Primijeniti uvjete ravnoteže</li> <li>• Rastaviti sile na dvije komponente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolinearni sustav sila; (grafičko i analitičko određivanje rezultante i ravnoteža)</li> <li>• Dvije sile konkurentnog sustava sila (grafičko i analitičko određivanje rezultante)</li> <li>• Konkurentni sustav sila</li> <li>• Ravnoteža konkurentnog sustava sila</li> </ul>

<b>4. Statički moment sile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti pojam statičkog momenta sile i njegovu važnost</li> <li>• Koristiti momentno pravilo</li> <li>• Prepoznati par sila i njegovo djelovanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statički moment sile i momentno pravilo</li> <li>• Određivanje veličine statičkog momenta oko točke i osi</li> <li>• Par ili spreg sila</li> <li>• Transformacija sprega sila</li> </ul>
<b>5. Paralelni sustav sila u ravnini</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafički i analitički odrediti veličinu i položaj rezultante</li> <li>• Primijeniti otvoreni i zatvoreni lančani poligon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dvije paralelne sile istog i suprotnog smjera</li> <li>• Određivanje veličine i položaja rezultante</li> <li>• Poligon i lančani poligon sila</li> <li>• Određivanje rezultante i ravnoteža sustava paralelnih sila</li> </ul>
<b>6. Uvjeti ravnoteže</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primijeniti uvjete ravnoteže u rješavanju tehničkih problema (grafičke i analitičke)</li> <li>• Primijeniti uvjete ravnoteže na rješavanju jednostavnih ravnih punih nosača</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafički uvjeti ravnoteže</li> <li>• Primjena grafičkih uvjeta kod rješavanja tehničkih problema</li> <li>• Analitički uvjeti ravnoteže</li> <li>• Primjena analitičkih uvjeta ravnoteže</li> <li>• Nosač na dva oslonca</li> <li>• Primjena grafičkih i analitičkih uvjeta ravnoteže na ravnim punim nosačima s dva oslonca</li> </ul>
<b>7. Trenje klizanja i kotrljanja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primijeniti uvjete ravnoteže u situacijama kada djeluje trenje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti pojam trenja i koeficijenta trenja klizanja i kotrljanja</li> <li>• Primijeniti zakonitosti trenja</li> </ul>

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnika:

Božić, Kulišić: *TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA KRUTOG TIJELA, NAUKA O ČVRSTOĆI, KINEMATIKA, DINAMIKA*; udžbenik za trogodišnje strukovne škole, "ELEMENT", Zagreb

Marković, Pasanović, Šutalo: *TEHNIČKA MEHANIKA 1– STATIKA*, "NEODIDACTA", Zagreb

Marković, Pasanović, Šutalo: *TEHNIČKA MEHANIKA 2– NAUKA O ČVRSTOĆI*, "NEODIDACTA", Zagreb

Marković, Pasanović, Šutalo: *TEHNIČKA MEHANIKA 3– KINEMATIKA I DINAMIKA*, "NEODIDACTA", Zagreb



## 5.4. TEHNIČKI MATERIJALI

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje	1/35	-	-

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

*Cilj programa je:*

- da učenik nakon učenja nabroji vrste, protumači sastav, svojstva i standarde te primjenu materijala koji se koriste u strojarstvu.

*Zadaće programa su:*

- Klasificirati tehničke materijale prema vrstama, svojstvima, načinom dobivanja i primjenom.
- Izabrati materijal prema zahtjevu tehničkog crteža, prema standardima i trgovačkim oznakama.
- Služiti se standardima, podacima o materijalima u tehničkoj literaturi i katalozima.
- Procijeniti utjecaj tehničkih materijala na ekologiju i izabrati ekološki najprihvatljivija rješenja.

### SADRŽAJ

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Uvod</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikovati tehničke materijale u praksi</li> <li>• Odabrati osnovna svojstva tehničkih materijala</li> <li>• Opisati svojstva i strukturu metala</li> <li>• Razlikovati što su to alotropske modifikacije željeza i kada se koriste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Značenje i podjela tehničkih materijala</li> <li>• Osnovna svojstva tehničkih materijala</li> <li>• Osnove metalografije:               <ul style="list-style-type: none"> <li>-osnovni pojmovi</li> <li>-kristalografija i kristalizacija</li> <li>-dijagrami stanja</li> </ul> </li> </ul>
<b>2. Dobivanje sirovog željeza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati postupak dobivanja sirovog željeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dobivanje sirovog željeza:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- željezne rude, talionički dodaci i koks</li> <li>- visoka peć i proces u visokoj peći</li> <li>- proizvodi visoke peći</li> </ul> </li> </ul>
<b>3. Prerada sirovog željeza u lijevano željezo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikovati vrste lijevanog željeza, njihova svojstva, karakteristike i primjenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prerada sirovog željeza:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- sivi lijev</li> <li>- žilavi (nodularni) lijev</li> <li>- tvrdi lijev</li> <li>- kovkasti (temper) lijev</li> <li>- čelični lijev</li> </ul> </li> </ul>
<b>4. Prerada sirovog željeza u čelik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati različite postupke prerade sirovog željeza u čelik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postupci dobivanja čelika:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bessemerov iThomasov postupak</li> <li>• Siemens-Martenov postupak</li> <li>• Postupak dobivanja čelika s upuhivanjem kisika</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektro-postupak dobivanja čelika</li> </ul>
<b>5. Vrste, svojstva, primjena i označavanje čelika i lijevanog željeza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izabrati određeni čelik ili lijev prema standardu i trgovačkim oznakama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podjela čelika</li> <li>• Označavanje čelika i lijevanog željeza prema standardima</li> </ul>
<b>6. Obojeni metali i njihove legure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikovati svojstva i karakteristike najvažnijih obojenih metala i njihovih legura</li> <li>• Izabrati određeni obojeni materijal prema zahtjevu tehničkog crteža i standardnim i trgovačkim oznakama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste obojenih metala i njihovih legura</li> <li>• Laki obojeni metali</li> <li>• Legure lakih obojenih metala</li> <li>• Teški obojeni metali</li> <li>• Legure teških obojenih metala</li> </ul>
<b>7. Sinterirani materijali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati postupak izrade</li> <li>• Razlikovati najvažnije sinterirane materijale</li> <li>• Prepoznati sinterirane materijale za izradu alata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinteriranje</li> <li>• Sinterirani željezni materijali</li> <li>• Sinterirani obojeni metali</li> <li>• Tvrdi metali</li> <li>• Oksidno-keramički rezni materijali</li> </ul>
<b>8. Nemetali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikovati osnovne vrste nemetala i njihovu primjenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste nemetala</li> <li>• Plastične mase</li> <li>• Drvo, guma, koža, tekstil</li> <li>• Staklo, porculan, azbest</li> </ul>
<b>9. Goriva i maziva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikovati svojstva i primjenu najvažnijih goriva i maziva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goriva</li> <li>• Maziva</li> </ul>

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

Mijo Matošević: Tehnologija obrade i montaže

Franjo Toufar: Tehnički materijali 1, Školska knjiga, Zagreb

Zvonimir Vlaić: Osnove tehničkih materijala

I druga literatura odobrena od MZOIŠ-a

## 5.5. ELEMENTI STROJEVA

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje	-	2/70	-

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

*Cilj programa je:*

*da učenik protumačiti osnovna svojstva elemenata strojeva koja se odnose na funkciju, materijal, postupak izrade, opterećenje i naprezanje, ugradnju i održavanje.*

*Zadaće programa su:*

- *Klasificirati elemente strojeva i objasniti njihovu funkciju u podsklopovima i sklopovima,*
- *Navesti materijale za izradu elemenata strojeva, opisati postupke izrade, objasniti načine ugradnje u podsklopove i sklopove i pokazati održavanje u eksploataciji,*
- *Primjeniti standarde i koristiti tehničku literaturu koja obrađuje elemente strojeva,*
- *Razviti radne navike za točnost, urednost i sustavnost u području izrade, ugradnje i održavanja elemenata strojeva.*

### SADRŽAJ

<b>Nastavna cjelina</b>	<b>Očekivani rezultati</b>	<b>Nastavni sadržaji</b>
<b>1. Tolerancije i dosjedi strojnih dijelova</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati važnost precizne izrade mjera</li> <li>• Koristiti tablice tolerancija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ovi sadržaji obrađuju se u nastavi tehničkog crtanja</li> </ul>
<b>2. Elementi za spajanje</b>  - <b>Nerastavljivi spojevi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati različite vrste nerastavljivih spojeva</li> <li>• Objasniti područje primjene nerastavljivih spojeva i vrste opterećenja kod nerastavljivih spojeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zakovani, zavareni, lemljeni, lijepljeni, utaljeni, utisnuti, porubljeni i preklopljeni</li> <li>• Vrste i svojstva, materijal, izradba i područje primjene</li> </ul>
- <b>Rastavljivi spojevi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati različite vrste elemenata za rastavljivo spajanje</li> <li>• Objasniti područje primjene vrste i karakteristike elemenata za rastavljivo spajanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi za rastavljivo kruto spajanje: Vijci (navoj, vrste navoja i vijaka, materijal za izradbu, standardi i područje primjene). Zatici i svornjaci (vrste, materijal i područje primjene).</li> <li>• Elementi za elastično rastavljivo spajanje:</li> </ul>

		<p>opruge, gibnjevi i elastični elementi (svojstva, vrste, materijal, izrada i primjena).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stezni spojevi, stezne trake i stezni obruči, upresani i uvrnuti spojevi (vrste, svojstva, izradba i primjena).</li> <li>• Spojevi s glavinama (vrste, svojstva, izvedba i primjena).</li> <li>• Spojevi s klinovima i perima (vrste, svojstva, materijal za izradbu i primjena).</li> </ul>
<b>3. Elementi za okretno i pravocrtno gibanje i prijenos snage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati vrste, zadaću, svojstva i primjenu elemenata za okretno i pravocrtno gibanje te elemenata za prijenos snage u strojarstvu</li> <li>• Razlikovati materijale koji se upotrebljavaju za izradu tih elemenata</li> <li>• Navesti vrste i karakteristike različitih načina prijenosa snage i područje njihove primjene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osovine i vratila (vrste, materijal, izradba i primjena).</li> <li>• Spojke (zadaća, vrste, svojstva i primjena).</li> <li>• Ležaji: zadaća i podjela ležaja, klizni, kotrljajući, prizme i vodilice (materijal za izradu, izbor ležaja, ugradnja, podmazivanje i održavanje ležaja).</li> <li>• Remenski prijenosi (prijenosi s plosnatim i klinastim remenjem).</li> <li>• Tarni prijenosi,</li> <li>• Užetni prijenos</li> <li>• Lančani prijenosi,</li> <li>• Zupčani prijenosi (osnovne dimenzije zupčanika, zakon ozubljenja, prijenosni omjer, materijal za izradu, vrste i primjena zupčanika).</li> </ul>
<b>4. Elementi i uređaji za podmazivanje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati zadaću podmazivanja</li> <li>• Navesti vrste maziva i načine podmazivanja</li> <li>• Navesti elemente i uređaje za podmazivanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zadaća podmazivanja, vrste mazivih sredstava i načini podmazivanja.</li> <li>• Područja primjene mazivih sredstava</li> <li>• Elementi i uređaji za podmazivanje</li> </ul>
<b>5. Elementi za brtvljenje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti zadaću brtvljenja</li> <li>• Nabrojati vrste, materijale i područja primjene brtvi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zadaća brtvljenja</li> <li>• Vrste i načini ugradnje brtvi.</li> </ul>
<b>6. Elementi za protok i</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati različite elemente za protok i</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cijevi i cijevni elementi,</li> <li>• Ventili,</li> </ul>

<b>regulaciju</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>regulaciju</li> <li>• Prepoznati ulogu elementa za protok i regulaciju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slavine,</li> <li>• Pipci,</li> <li>• Zasuni</li> </ul>
<b>7. Finomehanički elementi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati ulogu, vrste i karakteristike elemenata za pretvaranje gibanja i navesti područje njihove primjene</li> <li>• Razlikovati vrste i objasniti načine djelovanja finomehaničkih elemenata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vijčani - navojno vreteno,</li> <li>• Polužni,</li> <li>• Krivuljni.</li> <li>• Elementi za ograničavanje putanje – graničnici,</li> <li>• Elementi za zadržavanje i stezanje,</li> <li>• Elementi za intermitirajuće kretanje</li> </ul>
<b>8. Osnove mehanizama</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati dijelove jednostavnog mehanizma i objasniti princip rada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip rada mehanizma,</li> <li>• Dijelovi jednostavnog mehanizma</li> </ul>

#### **NAPOMENE**

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je posebnu pozornost dati elementima strojeva koje CNC operater susreće u radu na NUAS-ima. Svako teorijsko objašnjenje potkrijepiti odgovarajućim primjerima.

U nastavi elemenata strojeva treba osigurati što viši stupanj zornosti primjenom demonstracijskih metoda.

Težište treba usmjeriti na utvrđivanje funkcije elemenata strojeva, ugradnje u sklopove, primjenu standarda i održavanje.

Kod provjere znanja koristiti različite metode s naglaskom na usmenoj i pismenoj provjeri (najmanje 4 provjere godišnje).

#### **LITERATURA**

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

- J. Pandžić, B. Pasanović: Elementi strojeva, "Neodidacta d.o.o.", Zagreb,
- E. Hercigonja: Elementi strojeva, "Školska knjiga", Zagreb,
- Sva ostala literatura, koja obrađuje ove sadržaje ili je u korelaciji s njima.

## 5.6. TEHNOLOGIJA OBRADJE MATERIJALA

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje	1/35	-	-

### CILJ I ZADACI PROGRAMA

Cilj programa je:

- *Da nakon učenja učenik samostalno obradi materijale (strojna obrada materijala odvajanjem čestica, strojna obrada materijala deformacijom, lijevanje, toplinska obrada) koji su potrebni za zanimanje CNC operater.*
- *Kod učenika razviti radne navike, točnost, urednost i sustavnost kao i primjenu standarda i uporabu tehničke dokumentacije.*

Zadaci programa su:

- *Objasniti osnovne pojmove iz strojne obrade materijala odvajanjem čestica i pokazati pojedine obrade;*
- *Objasniti osnovne pojmove iz strojne obrade materijala odvajanjem deformacijom i pokazati pojedine obrade;*
- *Objasniti osnovne tehnologije lijevanja i gdje ih primjeniti;*
- *Navesti osnovne toplinske obrade, objasniti njihovu ulogu u obradi i gotovom proizvodu;*
- *Razviti radne navike, disciplinu, odgovornost pri donošenju odluka, zanimanje za stručno usavršavanje i samoobrazovanje;*
- *Razviti naviku za stalnu primjenu zaštitnih sredstava i odgovornost prema zaštiti okoliša.*

### SADRŽAJ

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Osnove strojeva i uređaja</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opisati stroj kao tehnički sustav</li><li>• Klasificirati podjelu strojeva</li><li>• Opisati CNC alatni stroj kao tehnički sustav funkcionalnih jedinica</li></ul>	<p>Stroj kao tehnički sustav (stroj, uređaj, naprava, postrojenje, alat, pribor)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pogonski strojevi</li><li>• Radni strojevi</li><li>• Strojevi s elektroničkom obradom podataka</li><li>• Proizvodna postrojenja</li><li>• CNC alatni stroj kao tehnički sustav</li></ul>

<p><b>2. Strojna obrada materijala odvajanjem čestica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Osnovni pojmovi iz strojne obrade odvajanjem čestica</b></li> <li>• <b>Tokarenje</b></li> <li>• <b>Glodanje</b></li> <li>• <b>Blanjanje</b></li> <li>• <b>Strojno bušenje</b></li> <li>• <b>Brušenje</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti osnovne pojmove iz strojne obrade odvajanjem čestica</li> <li>• Objasniti obradu tokarenjem, navesti strojeve za tokarenje, prepoznati osnovne dijelove tokarilice, pokazati rezne alate, stezanje alata i obratka, opasnosti na radnom mjestu i mjere zaštite</li> <li>• Objasniti obradu glodanjem, navesti strojeve za glodanje, prepoznati osnovne dijelove glodalice, pokazati rezne alate, stezanje alata i obratka, opasnosti na radnom mjestu i mjere zaštite</li> <li>• Objasniti obradu blanjanjem, navesti strojeve za blanjanje, prepoznati osnovne dijelove blanjalice, pokazati rezne alate, opasnosti na radnom mjestu i mjere zaštite</li> <li>• Objasniti obradu strojnog bušenja, navesti strojeve za bušenje, prepoznati osnovne dijelove stupne bušilice, izabrati rezne alate, pokazati stezanje alata i obratka, opasnosti na radnom mjestu i mjere zaštite</li> <li>• Objasniti obradu brušenjem, razlikovati strojeve za brušenje, izabrati brusne ploče, pokazati opasnosti na radnom mjestu i mjere zaštite</li> <li>• Objasniti obradu piljenjem, razlikovati strojeve za</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi iz strojne obrade odvajanjem čestica</li> <li>• Geometrijski oblik oštrice reznog alata,</li> <li>• Osnovna gibanja alata i predmeta obrade</li> <li>• Nastanak i vrste strugotina,</li> <li>• Stvaranje topline pri obradi,</li> <li>• Sredstva za hlađenje i podmazivanje,</li> <li>• Trošenje i postojanost reznih alata</li> <li>• Materijali reznih alata</li> </ul> <p><b>Tokarenje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strojevi za tokarenje,</li> <li>• Osnovni dijelovi univerzalne tokarilice,</li> <li>• Rezni alati za tokarenje</li> <li>• Stezanje obratka,</li> <li>• Stezanje alata,</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite</li> </ul> <p><b>Glodanje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strojevi za glodanje,</li> <li>• Osnovni dijelovi univerzalne glodalice,</li> <li>• Rezni alati za glodanje</li> <li>• Stezanje obratka,</li> <li>• Stezanje alata,</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite</li> </ul> <p><b>Blanjanje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strojevi za blanjanje</li> <li>• Osnovni dijelovi kratkohodne blanjalice</li> <li>• Rezni alati za blanjanje,</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite</li> </ul> <p><b>Strojno bušenje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strojevi za bušenje</li> <li>• Osnovni dijelovi stupne bušilice</li> <li>• Rezni alati za bušenje,</li> <li>• Stezanje alata</li> <li>• Stezanje obratka</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite</li> </ul> <p><b>Brušenje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strojevi za brušenje,</li> <li>• Brusne ploče,</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite</li> </ul>
---	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Strojno piljenje</b></li> <li>• <b>Provlačenje</b></li> <li>• <b>Završne obrade</b></li> <li>• <b>Elektroerozija</b></li> </ul>	<p>piljenje, pokazati opasnosti na radnom mjestu i mjere zaštite</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti obradu provlačenjem, pokazati rezne alate i prepoznati strojeve za provlačenje</li> <li>• Razlikovati i objasniti završne obrade</li> <li>• Objasniti osnovne pojmove iz elektroerozije, razlikovati obrade elektroerozijom, opisati alate i strojeve za elektroeroziju</li> </ul>	<p>Strojno piljenje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rezni alati za piljenje,</li> <li>• Strojevi za piljenje,</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite</li> </ul> <p>Provlačenje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rezni alati za provlačenje,</li> <li>• Strojevi za provlačenje,</li> </ul> <p>Završne obrade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Honanje,</li> <li>• Superfinaš,</li> <li>• Lapanje</li> </ul> <p>Elektroerozija</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste obrada elektroerozijom,</li> <li>• Alati za elektroeroziju,</li> <li>• Strojevi za elektroeroziju</li> </ul>
<p><b>3. Obrada materijala deformacijom</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kovanje</b></li> <li>• <b>Valjanje</b></li> <li>• <b>Vučenje</b></li> <li>• <b>Istiskivanje</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti obradu kovanjem, usporediti proizvode kovanja s proizvodima drugih obrada, prepoznati strojeve za kovanje</li> <li>• Objasniti obradu valjanjem, pokazati proizvode valjanja, prepoznati strojeve za valjanje</li> <li>• Objasniti obradu vučenjem, pokazati proizvode vučenja, opisati strojeve za vučenje</li> <li>• Objasniti obradu istiskivanjem, pokazati proizvode dobivene istiskivanjem, opisati strojeve za istiskivanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kovanje</li> <li>• Vrste obrada kovanjem,</li> <li>• Proizvodi kovanja,</li> <li>• Strojevi za kovanje</li> </ul> <p>Valjanje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste obrada valjanjem,</li> <li>• Proizvodi valjanja,</li> <li>• Strojevi za valjanje</li> </ul> <p>Vučenje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste obrada vučenjem,</li> <li>• Proizvodi vučenja,</li> <li>• Strojevi za vučenje</li> </ul> <p>Istiskivanje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste obrada istiskivanjem,</li> <li>• Proizvodi istiskivanja,</li> <li>• Strojevi za istiskivanje</li> </ul>
<p><b>4. Lijevanje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Osnovni pojmovi o lijevanju</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti obradu materijala lijevanjem, opisati potrebne alate i postupke lijevanja i navesti strojeve za lijevanje</li> </ul>	<p>Lijevanje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalupi, modeli, jezgre, kalupnici,</li> <li>• Taljenje,</li> <li>• Načini lijevanja,</li> <li>• Završna obrada odljevaka</li> <li>• Strojevi za lijevanje</li> </ul>
<p><b>5. Toplinska obrada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Osnovni</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikovati i opisati postupke toplinske obrade</li> </ul>	<p>Toplinska obrada čelika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukture čelika</li> </ul>



<p><b>pojmovi o toplinskoj obradi čelika</b></p>	<p>čelika, primjeniti postupke toplinske obrade u obradi materijala</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Najvažniji postupci toplinske obrade <ul style="list-style-type: none"> <li>- Žarenje</li> <li>- Kaljenje,</li> <li>- popuštanje,</li> <li>- poboljšavanje</li> <li>- Površinsko otvrdnjavanje</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Uređaji i sredstva za toplinsku obradu</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navesti uređaje i sredstva za toplinsku obradu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uređaji i sredstva za toplinsku obradu</li> <li>• Peći za toplinsku obradu</li> <li>• Solne kupke</li> </ul>
<p><b>6. Vježbe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikovati alatne strojeve za obradu odvajanjem čestica</li> <li>• Prepoznati oblik i opisati geometriju reznog alata</li> <li>• Objasniti režime rada na alatnim strojevima</li> <li>• Razlikovati rezne alate</li> <li>• Pokazati stezanje reznog alata i obratka</li> <li>• Upoznati mogućnosti osnovnih strojnih obrada odvajanjem čestica</li> <li>• Razlikovati funkcionalne jedinice CNC alatnog stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vježba 1:</b> <i>Alatni strojevi za obradu odvajanjem čestica</i></li> <li>• <b>Vježba 2:</b> <i>Oblik i geometrija reznog alata</i></li> <li>• <b>Vježba 3:</b> <i>Režimi rada, vrste obrada, vrste strugotina</i></li> <li>• <b>Vježba 4:</b> <i>Bušenje</i></li> <li>• <b>Vježba 5:</b> <i>Tokarenje</i></li> <li>• <b>Vježba 6:</b> <i>Glodanje</i></li> <li>• <b>Vježba 7:</b> <i>Brušenje</i></li> <li>• <b>Vježba 8:</b> <i>CNC alatni stroj</i></li> </ul>

## NAPOMENE

Nastava se sastoji iz teorijskog dijela i tehnoloških vježbi.

Teorijska nastava ovog predmeta izvodi se u klasičnoj učionici opremljenoj s računalom i LCD projektorom ili specijaliziranoj učionici.

Tehnološke vježbe izvode se u školskoj radionici i u CNC praktikumu.

U izvođenju nastave ovog predmeta treba koristiti demonstracijsku opremu uz uporabu računala i LCD projektora.

U izlaganju sadržaja nisu potrebna detaljna teoretska razmatranja i analiziranja, a razina izlaganja treba biti u skladu s praktičnim potrebama u obavljanju poslova zanimanja CNC operater.

Nastava ovog predmeta neposredno je povezana s praktičnom nastavom.

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

M. Matošević: Tehnologija obrade i montaže, udžbenik

M. Matošević: Tehnologija obrade i montaže, metodički priručnik za nastavnike

M. Matošević: Tehnologija obrade i montaže, zbirka grafofolija

Z. Vlaić: Tehnologija obrade i montaže, udžbenik  
 Z. Vlaić, A. Delač: Tehnologija obrade i montaže, metodičke vježbe  
 Strojarski priručnik,  
 Sva ostala literatura, koja obrađuje ove sadržaje ili je u korelaciji s njima

## 5.7. OSNOVE AUTOMATIZACIJE

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje	-	-	1/35

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

*Cilj programa je :*

- *Stjecanje znanja za održavanje automatiziranih uređaja i strojeva , te spajanje jednostavnih automatskih sustava*

### Zadaće:

- Objasniti osnovna načela automatizacije
- Prepoznati vrstu automatskih sustava
- Prepoznati i odabrati odgovarajuće senzore
- Čitati sheme spajanja pneumatske, hidrauličke, električke i elektroničke opreme.
- Spojiti opremu prema razrađenim shemama
- Poznavati osnove primjene pojedinih izvršnih komponenata i njihova primjena u karakterističnim sklopovima.
- Objasniti rad i primjenu robotskih sustava

### SADRŽAJI

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Osnovni pojmovi automatizacije</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nabrojati osnovne pojmove i definicije automatizacije, upravljanja i regulacije.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi automatizacije</li> <li>• Definicije upravljanja i regulacije</li> <li>• Jednostavniji primjeri upravljanja i regulacije.</li> <li>• Upravljački i regulacijski krug prikaz pomoću blok dijagrama i njihove karakteristike</li> </ul>
<b>2. Sustavi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti pojam sustava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste sustava</li> <li>• Tehnički sustavi- primjeri tehničkih sustava</li> </ul>
<b>3. Signali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti značaj signala u automatizaciji, te navesti vrste i primjenu.</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste i podjele signala</li> <li>• Analogni signali</li> <li>• Binarni signali</li> <li>• Digitalni signali</li> </ul>
<b>4. Senzori u automatizaciji</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti rad pojedinih vrsta senzora koji se koriste u automatizaciji te njihovu primjenu.</li> <li>• Samostalno snimiti karakteristike različitih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osjetila i pretvornici, vrste</li> <li>• Senzori blizine , vrste, primjena</li> <li>• Analogni senzori , vrste primjena.</li> <li>• Enkoderi – primjena na strojevima</li> </ul>

	senzora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vježbe: - rad i karakteristike raznih vrsta i izvedbi senzora</li> </ul>
<b>5. Upravljanje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Upoznati sustave pneumatskog i elektropneumatskog upravljanja.</li> <li>• Samostalno sastaviti jednostavnije sustave</li> <li>• Opisati elemente i sustave hidrauličkog i elektrohidrauličkog upravljanja</li> <li>• Samostalno izvesti jednostavnije hidrauličke sustave.</li> <li>• Upravljanje pneumatskog sustava preko PLC-a</li> <li>• Upravljanje računalom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi pneumatskih sustava</li> <li>• Pneumatski izvršni uređaji</li> <li>• Vježbe poznavanja pneumatskih sustava:</li> <li>• Izravno upravljanje – jedan cilindar</li> <li>• Posredno upravljanje</li> <li>• Upravljanje I – funkcijom</li> <li>• Upravljanje ILI – funkcijom</li> <li>• Memorijsko upravljanje cilindrom</li> <li>• Ugradnja jednosmjerno prigušnog i brzoisusnog ventila.</li> <li>• Upravljanje ovisno o tlaku</li> <li>• Upravljanje ovisno o vremenu</li> <li>• Upravljanje elektromagnetskim ventilima</li> <li>• Elementi hidrauličkih sustava</li> <li>• Hidraulični izvršni uređaji</li> <li>• Vježbe poznavanja hidrauličkih sustava:</li> <li>• Hidraulička preša</li> <li>• Posmak suporta stroja</li> <li>• Vježbe iz prakse – stezna naprava na stroju</li> </ul>
<b>6. Osnove robotike</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti osnovne principe rada i primjenu robota za posluživanje alatnih strojeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste i podjele robota</li> <li>• Građa robota</li> <li>• Princip rada robota</li> <li>• Primjena robota – jednostavnije vježbe programiranja robota za posluživanje- prijenos materijala.</li> </ul>

## NAPOMENE

Prilikom izvođenja nastavnog programa potrebno je koristiti literaturu iz područja automatizacije- senzori, hidraulika i pneumatika, robotika, nacрте, sheme spajanja, upute proizvođača strojeva i uređaja kako bi učenici što lakše savladali stvarnu problematiku i lakše primijenili stečeno znanje. Kroz različitost nastavnog oblika, predavanja i vježbe kao i na praktičnoj nastavi razvijati sposobnost uočavanja i prepoznavanja pojava automatskog upravljanja i samostalnost učenika. Od ukupnog broja sati nastave 32 sata (50%) nastave treba utrošiti na vježbe. U izlaganju sadržaja treba se zadržati na osnovnim principima rada elemenata i sklopova bez ulaženja u detaljna teoretska razmatranja. Razina izlaganja treba biti u suglasnosti s praktičnim potrebama u obavljanju poslova zanimanja za koje se učenik školuje.

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

Božičević: "Temelji automatike", Školska knjiga, Zagreb 1990.

Turina: "Automatska regulacija", Školska knjiga, Zagreb 1981.

Nikolić G. „Pneumatika“, Školske novine, Zagreb 2002

Nikolić G, Novaković J: „Hidraulika“, Školske novine, Zagreb 1998

Nikolić G. „Pneumatika i elektropneumatika“, Radni listovi za vježbe, Tipex, Zagreb 1998.

Nikolić G. „Metodičko–didaktički priručnik, „Pneumatika i elektropneumatika“, Školske novine, Zagreb 1998.

Nikolić G. „Upravljanje“, Školske novine, Zagreb 2003

Šurina T., Crneković M. „Industrijski roboti“, Školska knjiga, Zagreb 1980

## 5.8.CNC STROJEVI

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje		1/35	2/64

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

*Cilj programa je:*

- *da učenik samostalno programira jednostavne dijelove na numerički upravljanim alatnim strojevima CNC tokarilicama i CNC glodalicama te izradi strojni dio.*

*Zadaće programa su:*

- *Opisati vrste, načine upravljanja CNC strojevima, te značaj i ulogu upravljačkog računala na stroju.*
- *Služiti se mjernim alatima, napravama i priborom CNC strojeva radi kontrole točnosti izratka sa ciljem postizanja visoke razine kvalitete.*
- *Upoznati se reznim alatima koji se koriste kod CNC strojeva (geometrija, označavanje i prihvat sa prednamještanjem alata)*
- *Posluživati CNC strojeva te poznavati strukturu NC koda.*
- *Koristiti sustave programiranja numerički upravljanih alatnih strojeva*
- *Programirati izradu jednostavnih dijelova na numerički upravljanim alatnim strojevima i izraditi strojni dio*
- *Razvijati interes i sposobnost učenika za čitanje tehničko - tehnološke dokumentacije te upoznati strukturu NC koda te razumijeti osnovna načela upravljanja CNC strojevima.*
- *Objasniti značaj korištenja literature, računala te drugih izvora podataka iz područja numerički upravljanih strojeva.*
- *Uočavati izvore opasnosti i čuvati zdravlje i zdrav čovjekov okoliš. Ukazivanje na značaj i potrebu za cjeloživotno školovanje*

---

### SADRŽAJI

#### Drugi razred

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Uvod</b> <b>Osnove NUAS-a</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opisati povijesni razvoj NUAS-a te shvatiti osnovnu razliku i prednosti CNC strojeva u odnosu na klasične alatne</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kratki povijesni razvoj CNC strojeva</li><li>• Karakteristike CNC strojeva.</li><li>• Razlika između konvencionalnih (klasičnih) i CNC</li></ul>

	<p>strojeve</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti osnovne uloge dijelova kod NUAS-a</li></ul>	<p>strojeva te prednosti NUAS-a nad klasičnim strojevima</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dijagram toka programiranja i vrste kodiranja CNC strojeva</li></ul>
--	---	---

<b>2. CNC strojevi - Numerički upravljani alatni strojevi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti mogućnosti različitih sustava djelovanja raznih CNC strojeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CNC: <ul style="list-style-type: none"> <li>-bušilica,</li> <li>-tokarilica,</li> <li>-glodalica,</li> <li>-brusilica</li> <li>-obradni centar...</li> </ul> </li> </ul>
<b>3. Kodirane informacije</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti osnovne načine kodiranja, ulogu i značaj kod upravljanja NUAS-ima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vrste kodiranja</li> <li>Formati naredbi</li> </ul>
<b>4. Tehnologija obrade na CNC strojevima -NUAS-ima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opisati značaj, izradu i primjenu tehnološke dokumentacije</li> <li>Objasniti vrste i primjenu alata i steznog pribora,</li> <li>Ukazati na pravila korištenja alata i pribora u odnosu na vrstu operacije izrade obratka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CNC tehnološka dokumentacija</li> <li>Značaj i uloga tehnološke dokumentacije</li> <li>Režimi obrade – brzina rezanja, posmak, dubina rezanja, brzina vrtnje</li> <li>Alati vrste i primjena kod NUAS-a.</li> <li>Položaj vrha oštrice alata i primjeri primjene reznih alata</li> <li>Sustav smještaja alata CNC glodalice ili obradnog centra</li> <li>Funkcija izmjene alata M06</li> </ul>
<b>5. Primjena računala kod CNC strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korištenje računala i računalnih programa kod NUAS-a</li> <li>Koristiti računalo u izradi programa i radioničkih crteža</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjena vanjskog računala i računalnih programa kod programiranja NUAS-a</li> <li>Ažuriranje datoteka i korištenje baze podataka kod programiranja NUAS-a</li> </ul>

<p><b>6. Programiranje – osnovni pojmovi</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti strukturu programa , čitati program te poznavati osnove programiranja</li> <li>• Objasniti kordinatni sustav i referentne točke CNC stroja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicija programa</li> <li>• Struktura programa i adrese</li> <li>• Koordinatni sustav stroja-KS</li> <li>• Apsolutni i inkrementalni KS</li> <li>• Karakteristične točke: M, W, N, P, R..</li> </ul>
<p><b>7. Vrste upravljanja CNC strojeva</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti načine rada i upravljanja NUAS-ima</li> <li>• Objasniti ulogu mjernog sustava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razine upravljanja</li> <li>• Vrste interpolacija</li> <li>• Mjerni sustavi cnc stroja</li> </ul>
<p><b>8. Ručno programiranje CNC strojeva</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti primjenu i značaj glavnih i pomoćnih funkcija pri programiranju</li> <li>• Ukazati na razlike u načinu pisanja programa kod različitih vrsta upravljačkih jedinica</li> <li>• Objasniti provjeru programa te korekciju programa na CNC stroju.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glavne G – funkcije</li> <li>• Pomoćne M funkcije</li> <li>• Funkcije za definiranje koordinatnog sustava (aps., inkr.)</li> <li>• Funkcije za definiranje mjernog sustava (mm, inch)</li> <li>• Funkcije za pomicanje ishodišta koordinatnog sustava G54, G55, G56 i G57..</li> <li>• Funkcije za definiranje režima obrade</li> <li>• Linearno gibanje G00, G01/G1</li> <li>• Kružna gibanja G2, G3</li> <li>• Područje primjene funkcija za kompenzaciju radijusa oštrice alata G41, G42</li> </ul>
<p><b>9. Strojno programiranje- programiranje pomoću računala</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pokazati kako se koristiti CAD-CAM tehnologijom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D konstruiranje izratka na računalu u CAD-CAM-u i izrada uz generiranje NC koda</li> </ul>



<p><b>10. Alati kod CNCstrojeva</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti izvedbe i vrste alata</li> <li>• Ukazati na značaj pravilnog izbora alata</li> <li>• Objasniti način označavanja držača i reznih pločica kod alata cnc stroja</li> <li>• Objasniti nužnost i značaj mjerenja alata kod CNC strojeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvedbe i vrste alata</li> <li>• Izbor alata prema vrsti obrade na cnc stroju</li> <li>• Označavanje reznog alata kod cnc strojeva</li> <li>• Vrste prihvata i stezanja reznih alata kod cnc strojeva</li> </ul>
<p><b>11. Vježbe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korištenje osnovnog znanja o programiranju cnc stroja, alatima , korekciji i provjeri programa na simulatoru-računalu cnc stroja</li> </ul>	<p><b>Vježba 1.</b> <i>Unos programa u upravljačku jedinicu stroja sa simulacijom na stroju</i></p> <p><b>Vježba 2.</b> <i>Pomicanje koordinatnog sustava G54.G55,..</i></p> <p><b>Vježba 3.</b> <i>Linearna gibanja G00 ,G01</i></p> <p><b>Vježba 4.</b> <i>Kružna gibanja G02 ,G03</i></p> <p><b>Vježba 5.</b> <i>Mjerenje alata na cnc tokarilici</i></p> <p><b>Vježba 6.</b> <i>Mjerenje alata na cnc glodalici</i></p> <p><b>Vježba 7.</b> <i>Izrada izratka na cnc tokarilici</i></p> <p><b>Vježba 8.</b> <i>Izrada izratka na cnc glodalici</i></p>

### TREĆI RAZRED

<b>Nastavna cjelina</b>	<b>Očekivani rezultati</b>	<b>Nastavni sadržaji</b>
<b>1. Uvod u premet i značaj predmeta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti nastavni program i sadržaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osnovni tehnološki postupci u pripremi cnc stroja za obradu predmeta rada</li> </ul>
<b>2. Stezni pribor i uređaji na cnc strojevima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti načine stezanja obratka</li> <li>Ukazati na uvjete i pravila stezanja obratka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vrste steznih pribora i uređaja</li> <li>Definiranje sile stezanja obratka</li> <li>Naredbe za stezanje i otpuštanje obratka na cnc stroju</li> </ul>
<b>3. PROGRAMIRANJE CNC TOKARILICE</b>		
<b>3.1 Karakteristike CNC školske edukativne tokarilice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti tehničke mogućnosti školske cnc tokarilice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tehnološke mogućnosti cnc tokarilice</li> <li>Režimi rada cnc tokarilice</li> <li>Mjere sigurnosti kod rad na cnc tokarilici</li> </ul>
<b>3.2 Osnovne naredbe kod programiranja CNC tokarilice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti osnove programiranja cnc stroja</li> <li>Pokazati postupak provjere programa na cnc stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osnove upravljanja programom upravljačkih računala cnc stroja</li> <li>Simulacija obrade na upravljačkom računalu CNC tokarilice</li> </ul>
<b>3.3 Brzina rezanja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti vrste brzina rezanja te primjenu i način određivanja brzine rezanja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Određivanje brzine rezanja</li> <li>Određivanje broja okretaja</li> <li>konstantna brzina rezanja G95 – G96</li> </ul>
<b>3.4 Tokarenje navoja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti način tokarenja navoja kod cnc tokarilice</li> <li>Objasniti izradu navoja na cnc tokarilici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tokarenje navoja na cnc tokarilici</li> <li>Tokarenje viševojnog navoja</li> </ul>

<b>3.5 Narezivanje i urezivanje navoja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti postupak narezivanja i urezivanja navoja na cnc tokarilici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Narezivanje navoja</li> <li>Urezivanje navoja sa kompenzacijom stezne glave</li> <li>Urezivanje navoja bez kompenzacije stezne glave</li> </ul>
<b>4. Ciklusi za cnc tokarilicu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti značaj i ulogu ciklusa kod programiranja cnc tokarilice</li> <li>Ukazati na mogućnost primjene ciklusa kod programiranja cnc strojeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standardcycles (standardni ciklusi)</li> <li>User cycles (korisnički ciklusi)</li> <li>Popis funkcija ciklusa</li> <li>Ciklusi za tokarenje</li> <li>Ciklus za uzdužno (poprečno) tokarenje</li> <li>Ciklus izrade utora</li> <li>Ciklus konturnog tokarenja Cycle95</li> <li>Ciklus tokarenja navoja Cycle97</li> <li>Tokarenje niza navoja Cycle98</li> <li>Ciklus 81-zabušivanje</li> <li>Ciklus 82</li> <li>Ciklus 83</li> </ul>
<b>5. Potprogram</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti ulogu i zanačaj potprograma i primjenu istog u programiranju cnc strojeva.</li> <li>Objasniti način pozivanja podprograma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izrada potprograma za cnc tokarilicu za različite programske pakete upravljačkih jedinica</li> </ul>
<b>6. Tehnološka dokumentacija programiranja CNC tokarilice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti značaj i korištenje tehnološke dokumentacije kod posluživanja cnc tokarilice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operacijski list</li> <li>Plan stezanja i alata</li> <li>Plan rezanja</li> <li>Ispis programa</li> </ul>
<b>7. Vježbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korištenje osnovnog znanja o programiranju cnc stroja, alatima, korekciji i provjeri programa na simulatoru-računalu cnc tokarilice</li> </ul>	<p><b>Vježba 1.</b> <i>Programiranje Linearna gibanja</i></p> <p><b>Vježba 2.</b> <i>Programiranje Kružna gibanja</i></p> <p><b>Vježba 3.</b> <i>Korekcija polumjerom alata</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvođenje konkretnih primjera na cnc stroju</li> </ul>	<p><b>Vježba 4.</b> <i>Ciklus izradu utora</i></p> <p><b>Vježba 5.</b> <i>Ciklus tokarenja</i></p> <p><b>Vježba 6.</b> <i>Tokarenje kontura</i></p> <p><b>Vježba 7.</b> <i>Tokarenje navoja</i></p> <p><b>Vježba 8.</b> <i>Izrada izratka na cnc tokarilici</i></p>
<b>8. PROGRAMIRANJE CNC GLODALICE</b>		
<b>8.1 Karakteristike školske CNC glodalice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti tehničke mogućnosti školske cnc glodalice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tohnološke mogućnosti cnc glodalice</li> <li>Režimi rada cnc glodalice</li> <li>Mjere sigurnosti kod rad na cnc glodalici</li> </ul>
<b>8.2 Osnovne naredbe kod programiranja CNC glodalice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti osnove programiranja CNC glodalice</li> <li>Pokazati postupak provjere programa na cnc stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osnove upravljanja programom upravljačkih računala cnc glodalice</li> <li>Simulacija obrade na upravljačkom računalu CNC glodalice</li> </ul>
<b>8.3 Definiranje radnih površina i koordinatnog sustava.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti postupak definiranja radnih površina i koordinatnog sustava kod cnc glodalice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izbor radnih površina i sustava</li> <li>Apsolutni koordinatni sustav G90</li> <li>Inkrementalni koordinatni sustav</li> <li>Polarni koordinatni sustav kod cnc glodalice</li> </ul>
<b>8.4 Režimi obrade kod cnc glodalice (broj okretaja i posmak kod glodanja i bušenja).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti režime obrade na cnc glodalici uz vježbanje korištenja preporuka proizvođača strojeva i alata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Odabir broja okretaja</li> <li>Odabir brzine rezanja</li> <li>Određivanje broja okretaja kod glodanja i bušenja</li> <li>Određivanje dubine rezanja i posmaka kod glodanja i bušenja</li> </ul>

<b>8.5 Dubina rezanja i posmak kod glodanja i bušenja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti primjenu preporuka proizvođača alata i strojeva na primjeru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Određivanje dubine rezanja i posmaka kod glodanja i bušenja</li> </ul>
<b>8.6 Pomak G94,G95</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pokazati način odabira pomaka G94 G95</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Odabir pomaka G94, G95</li> </ul>
<b>8.7 Definiranje granica radnog prostora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti postupak definiranja radnog prostora kod cnc glodalice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programiranje granica radnog prostora cnc glodalice</li> </ul>
<b>9. Narezivanje navoja G33 kod cnc glodalice Urezivanje navoja G63 kod cnc glodalice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti postupak programiranja narezivanja i urezivanja navoja na cnc glodalici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izrada navoja na cnc glodalici</li> </ul>
<b>10. Ciklusi za cnc glodalicu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti značaj i ulogu ciklusa kod programiranja cnc glodalice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Čeono glodanje – Ciklus 71</li> <li>Konturno glodanje – Ciklus 7</li> <li>Pravokutni džep</li> <li>Kružni džep</li> <li>Šablone glodanja</li> <li>Utori na kružnici</li> <li>Utori po obodnici</li> <li>Produljeni utori</li> <li>Ciklusi za izradu navoja</li> <li>Ciklus 90 – glodanje navoja</li> <li>Ciklus 840</li> </ul>
<b>11. Potprogrami</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti ulogu i značaj potprograma i primjenu istog u programiranju cnc strojeva.</li> <li>Objasniti način pozivanja podprograma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izrada potprograma kod glodanja za različite programe upravljanja upravljačkim računalom cnc glodalice</li> </ul>
<b>12. Dokumentacija programiranja CNC glodalice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti korištenje tehnološke dokumentacije kod posluživanja cnc glodalice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izrada tehnološke dokumentacije za cnc glodalicu</li> <li>Operacijski list</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan stezanja i alata</li> <li>• Plan rezanja</li> <li>• Ispis programa</li> </ul>
<b>13. Vježbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjena stečenog znanja o programiranju cnc stroja, alatima korekciji i provjeri programa na simulatoru-računalu cnc glodalice</li> <li>• Izvođenje konkretnih primjera na cnc stroju</li> </ul>	<p><b>Vježba 1.</b> <i>Linearna gibanja</i></p> <p><b>Vježba 2.</b> <i>Kružna gibanja</i></p> <p><b>Vježba 3.</b> <i>Korekcija polumjerom alata</i></p> <p><b>Vježba 4.</b> <i>Ciklusi bušenjai</i></p> <p><b>Vježba 5.</b> <i>Ciklusi glodanja</i></p> <p><b>Vježba 6.</b> <i>Izrada potprograma</i></p> <p><b>Vježba 7.</b> <i>Izrada utora na cnc glodalici</i></p> <p><b>Vježba 8.</b> <i>Izrada izratka na cnc glodalici</i></p>
<b>14. Izrada probnog uzorka na cnc stroju</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Završna provjera znanja pri izradi probnog uzorka .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izraditi probni uzorak na cnc stroju uz prethodnu simulaciju na računalu stroja .</li> </ul>

## NAPOMENE

Tijekom svake nastavne godine treba izraditi određeni broj vježbi:

U drugom razredu ukpno 8 vježbi:

- *Unos programa u upravljačku jedinicu stroja sa simulacijom na stroju*
- *Pomicanje koordinatnog sustava G54.G55,..*
- *Linearna gibanja G00 ,G01*
- *Kružna gibanja G02 ,G03*
- *Mjerenje alata na cnc tokarilici*
- *Mjerenje alata na cnc glodalici*
- *Izrada izratka na cnc tokarilici*
- *Izrada izratka na cnc glodalici*

U trećem razredu ukupno 16 vježbi:

- *Programiranje linearnog gibanja kod cnc tokarilice*
- *Programiranje Kružnog gibanja kod cnc*
- *Korekcija polumjerom alatana cnc tokarilici*
- *Ciklus tokarenja*
- *Ciklus izrade utora*

- *Konturno tokarenje*
- *Tokarenje navoja*
- *Izrada probnog izratka na cnc tokarilici*
- *Programiranje linearnog gibanja kod cnc glodanja*
- *Programiranje kružnog gibanja kod cnc glodanja*
- *Korekcija polumjerom alata na cnc glodalici*
- *Ciklusi bušenjai*
- *Ciklusi glodanja*
- *Izrada potprograma*
- *Izrada utora na cnc glodalici*
- *Izrada izratka na cnc glodalici*

*U drugom i trećem razredu vježbe izvoditi u skupinama do 14 učenika uz primjenu računala ,cnc strojeva i odgovarajućih didaktičkih pomagala i materijala.*

- Teorijska nastava ovog predmete izvodi se u CNC praktikumu koji je pored strojeva opremljen sa računalima video projektorom i programskim paketima za simulaciju obrade na CNC strojevima
- Praktične vježbe se obvezno izvode u CNC praktikumu.
- U izvođenju nastave ovog predmeta treba koristiti demonstracijsku opremu uz uporabu računala i LCD projektora.

## **LITERATURA**

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

Mladen Bošnjaković : *Numerički upravljani alatni strojevi*,ŠK-Zagreb

M. Matošević: *Tehnologija obrade i montaže*, udžbenik

Sva ostala literatura i stručni časopisi koji obrađuju sadržaje nastavnog Predmeta:  
CNC strojevi

## 5.9. CAD-CAM TEHNOLOGIJE

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/godišnje	-	1/35	2/64

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

*Cilj programa je:*

- *Da učenik nakon učenja koristi CAD-CAM program kao alat za pomoć pri programiranju numerički upravljanih alatnih strojeva .*

*Zadaće programa su:*

- *Služiti se nekim od brojnih CAD-CAM programa*
- *Koristiti osnovne naredbe za crtanje*
- *Crtati tehničke crteže u 2D i 3D geometriji*
- *Generirati G-cod uz pomoć CAD-CAM programa za tokarenje i glodanje*
- *Unijeti i prilagoditi generirani G-cod u upravljačko računalo CNC stroja*

### SADRŽAJI

#### DRUGI RAZRED

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1.Uvod u predmet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primijeniti CAD program za programiranje jednostavnijih primjera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temeljni pojmovi CAD i CAM</li> <li>• Značaj rada u CAD programu kao pomoć kod ručnog programiranja CNC strojeva</li> </ul>
<b>2.Rad u CAD programu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podesiti osnovne parametre za crtanje u CAD-u</li> <li>• Prepoznati koordinatni sustav kao ishodište za programiranje CNC-a</li> <li>• Služiti se osnovnim naredbama za crtanje 2D geometrije, kao i modifikacije koje se mogu izvoditi nad elementima.</li> <li>• Objasniti načine kotiranja crteža</li> <li>• Spremiti crtež u različitim formatima.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Namještanje parametara za crtanje</li> <li>• Koordinatni sustavi –pomak koordinatnog sustava i definiranje ishodišta.</li> <li>• Crtanje elemenata 2D geometrije</li> <li>• Modificiranje elemenata crteža</li> <li>• Kotiranje i prikaz karakterističnih točaka elemenata crteža.</li> <li>• Spremanje crteža i izvoz u različitim formatima, DWG, DXF PDF.....</li> </ul>
<b>3.Prikaz puta alata kod tokarenja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati i nacrtati geometriju crteža kod obrade tokarenjem</li> <li>• Objasniti kako pravilno prikazati pojedine točke iz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crtanje puta alata kod obrade tokarenjem:</li> <li>• Prikaz karakterističnih točaka puta alata tabelarno</li> </ul>



	<p>crteža koje su bitne kod programiranja.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti kako je moguće crtež sa svim podacima prenijeti na papir.</li> </ul>	<p>ili unutar crteža:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Za linearna gibanja alata</li> <li>Za kružna gibanja alata</li> <li>Za konturno gibanje alata</li> <li>Spremanje crteža u odgovarajući format pogodan za izvoz crteža u druge CAD-CAM programe i ispis crteža na papir.</li> </ul>
<b>4. Vježbe (tokarenje)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjena nastavnih sadržaja pri crtanju i definiranju karakterističnih točaka crteža koje su važne kod ručnog programiranja CNC tokarilica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vježba 1.</b> <i>Crtanje i prikaz puta alata kod tokarenja za linearno gibanje jednim prolazom.</i></li> <li><b>Vježba 2.</b> <i>Crtanje i prikaz puta alata za linearno gibanje sa više prolaza</i></li> <li><b>Vježba 3.</b> <i>Crtanje i prikaz puta alata za kružno kretanje kod tokarenja-jedan prolaz.</i></li> <li><b>Vježba 4.</b> <i>Crtanje i prikaz puta alata za kružno kretanje alata sa više prolaza.</i></li> <li><b>Vježba 5.</b> <i>Crtanje i prikaz puta alata kod konturne obrade sa linearnim i kružnim prijelazima</i></li> </ul>
<b>5.Prikaz puta alata kod obrade glodanjem i bušenjem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Razlikovati geometriju crteža kod obrade bušenjem i glodanjem</li> <li>Razlikovati karakteristične točke kod obrade bušenjem i glodanjem</li> <li>Definiranje pojedinih koordinata iz nacrtanog puta alata.</li> <li>Pokazati postupke kako izvršiti ispis crteža u različitim formatima na papir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crtanje puta alata kod obrade glodanjem i bušenjem</li> <li>Prikaz karakterističnih točaka puta alata tabelarni ili unutar crteža.</li> <li>Prikaz točaka kod obrade bušenjem</li> <li>Za linearno gibanje alata</li> <li>Za kružno gibanje alata</li> <li>Za gibanje alata po konturi</li> <li>Spremanje crteža u odgovarajući format i ispis crteža na papir.</li> </ul>
<b>6.Vježbe ( glodanje-bušenje)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vježba 1.</b> <i>Crtanje i prikaz puta alata kod bušenja-pojedinačni, pravokutni i</i></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjena nastavnih sadržaja pri crtanju i definiranju karakterističnih točaka crteža koje su važne kod ručnog programiranja CNC glodalica - bušilica</li> </ul>	<p><i>kružni raspored rupa.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vježba 2.</b> <i>Crtaње i prikaz puta alata kod linearnog gibanja – jednostavne i složene forme ( poligon različitih stranica).</i></li> <li>• <b>Vježba 3.</b> <i>Crtaње i prikaz puta alata kod kružnog gibanja alata za različite forme.</i></li> <li>• <b>Vježba 4.</b> <i>Crtaње i prikaz puta alata kod složenih formi sastavljenih iz kružnih i linearnih prijelaza.</i></li> <li>• <b>Vježba 5.</b> <i>Izrada kompletne vježbe –od crteža do izvedbenog programa za odgovarajuću upravljačku jedinicu.</i></li> </ul>
--	--	---

### TREĆI RAZRED

<b>Nastavna cjelina</b>	<b>Očekivani rezultati</b>	<b>Nastavni sadržaji</b>
<b>1.Uvod u predmet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti ulogu predmeta</li> <li>• Opisati ulogu CAD-CAM programa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temeljni pojmovi CAD i CAM</li> <li>• Mogućnosti primjene CAD-CAM programa</li> </ul>
<b>2.Rad u CAD-CAM programu - tokarenje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacrtati jednostavni 3D crtež u CAD-CAM programu</li> <li>• Definirati potrebne ulazne parametre CAD-CAM programa</li> <li>• Služiti se osnovnim operacijama CAD-CAM programa</li> <li>• Pokrenuti simulaciju (2D i 3D) te izvršiti analizu simulacije</li> <li>• Generirati te unijeti G-code u željenu upravljačku napravu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crtaње 3D crteža</li> <li>• Definiranje ishodišta koordinatnog sustava, režimi rada, alati</li> <li>• Osnovne operacije kod tokarenja u CAD-CAM programu</li> <li>• Definiranje prilaza i odmaka alata</li> <li>• Pokretanje 2D i 3D simulacije te analize simulacije</li> <li>• Generiranje G-coda za željenu upravljačku napravu</li> <li>• Unos G-coda u upravljačku napravu te izrada simulacije</li> </ul>

<p><b>3.Vježbe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjena nastavnih sadržaja pri izradi G-koda u CAD-CAM programu za tokarenje</li> </ul>	<p><b>Vježba1.</b> Modeliranje jednostavnog cilindričnog predmeta</p> <p><b>Vježba2.</b> Modeliranje sirovca, definiranje koordinatnog sustava</p> <p><b>Vježba3.</b> Samostalna vježba (Modeliranje jednostavnog cilindričnog predmeta te definiranje sirovca)</p> <p><b>Vježba4.</b> Izrada tehnološke dokumentacije</p> <p><b>Vježba 5 .</b> Definiranje režima rada, alata , prilaza i odmaka u CAD-CAM programu, definiranje operacija, simulacija, generiranje coda</p> <p><b>Vježba 6.</b> Samostalna vježba Izrada tehnološke dokumentacije te generiranje G coda</p> <p><b>Vježba7.</b> Unos G-coda u upravljačku napravu stroja, analiza, simulacija</p>
------------------------	---	--

<p><b>4.Rad u CAD-CAM programu -glodanje</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nacrtati jednostavni 3D crtež u CAD-CAM programu</li> <li>• Definirati potrebne ulazne parametre CAD-CAM programa</li> <li>• Služiti se osnovnim operacijama CAD-CAM programa</li> <li>• pokrenuti simulaciju (2D i 3D) te izvršiti analizu simulacije</li> <li>• Generirati te unijeti G-code u željenu upravljačku napravu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crtanje 3D crteža</li> <li>• Definiranje ishodišta koordinatnog sustava, režimi rada, alati</li> <li>• Osnovne operacije kod glodanje u CAD-CAM programu</li> <li>• Definiranje prilaza i odmaka alata</li> <li>• Pokretanje 2D i 3D simulacije te analize simulacije</li> <li>• Generiranje G-coda za željenu upravljačku napravu</li> <li>• Unos G-coda u upravljačku napravu te izrada simulacije</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjena nastavnih sadržaja pri izradi G-koda u CAD-CAM programu za glodanje</li> </ul>	<p><b>Vježba1.</b> Modeliranje jednostavnog prizmatičnog predmeta</p> <p><b>Vježba2.</b> Modeliranje sirovca, definiranje</p>

<p><b>5.Vježbe</b></p>		<p><i>koordinatnog sustava</i></p> <p><b>Vježba3.</b> <i>Samostalna vježba (Modeliranje jednostavnog cilindričnog predmeta te definiranje sirovca)</i></p> <p><b>Vježba4.</b> <i>Izrada tehnološke dokumentacije</i></p> <p><b>Vježba 5 .</b> <i>Definiranje režima rada,alata ,prilaza i odmaka u CAD-CAM programu, definiranje operacija,simulacija, generiranje coda</i></p> <p><b>Vježba 6.</b> <i>Samostalna vježba Izrada tehnološke dokumentacije te generiranje G coda</i></p> <p><b>Vježba7.</b><i>Unos G-coda u upravljačku napravu stroja,analiza,simulacija</i></p>
------------------------	--	---

## **NAPOMENE**

Nastava iz ovog predmeta izvodi se u CNC/CAD-CAM praktikumu ili u specijaliziranoj učionici za računalstvo. Učionica mora biti tako opremljena da za vrijeme vježbi omogući individualan praktični rad jednog učenika na jednom računalu. Vježbe se izvode u dvije grupe učenika do 14 u grupi. U nastavi koristiti CAD i CAD-CAM programe koje posjeduje škola i koji su prikladni za primjenu u ovom zanimanju. Razina vježbi i izlaganja treba biti u suglasnosti s praktičnim potrebama u obavljanju poslova zanimanja CNC operater.

## **LITERATURA**

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

Upute za rukovanje i korištenje licenciranih programa CAD-CAM tehnologije  
 Priručnici (vodiči) za primjenu računalnog CAD/CAM programa .  
 Priručnici o programiranju CNC strojeva za različite upravljačke jedinice.

## 5.10. POSLUŽIVANJE CNC STROJEVA

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/god.	-	-	2/64

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

Cilj programa je :

- *Da nakon učenja učenik samostalno pripremi i posluhuje CNC strojeve te primjeni tehničko-tehnološku dokumentaciju u radu s numerički upravljanim alatnim strojevima.*

Zadaće programa su:

- *Opisati glavne dijelove numerički upravljanih alatnih strojeva, njihovu ulogu, principe i pravila rada na temelju čega će učenici moći izvršiti izbor metoda rada u skladu s racionalizacijom proizvodnje;*
- *Samostalno služenje upravljačkim računalom na stroju;*
- *Samostalna priprema numerički upravljanih alatnih strojeva za rad;*
- *Samostalno posluživanje numerički upravljanih alatnih strojeva;*
- *Služiti se reznim alatima koji se koriste kod CNC strojeva (odabir, postavljanje, mjerenje)*
- *Služiti se načinima prijenosa i kopiranja datoteka sa programima*
- *Primjenjivati standarde i koristiti tehničko-tehnološku dokumentaciju;*
- *Kod učenika formirati disciplinu i odgovornost pri donošenju odluka, zanimanje za stručno usavršavanje i samoobrazovanje*

### SADRŽAJI

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Uvod i značaj predmeta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti značaj predmeta i važnost rada na siguran način</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rad sa CNC strojevima</li> <li>• Sigurnosne mjere u radu sa CNC strojevima</li> </ul>
<b>2. Osnovni dijelovi i uređaji stroja – princip rada CNC stroja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati osnovne sklopove CNC stroja</li> <li>• Objasniti ulogu i značaj sklopova kod upravljanja CNC strojem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postolje CNC stroja</li> <li>• Glavno vreteno</li> <li>• Vodilice</li> <li>• Prigon</li> <li>• Posmični motori</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuglično navojno vreteno</li> <li>• Stezni uređaji CNC stroja</li> <li>• Revolverski suport</li> <li>• Revolverska glava</li> </ul>
<b>3. Osnovni dijelovi upravljačke jedinice CNC stroja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti način korištenja adresno upravlj.jedinice</li> <li>• Objasniti način korištenja strojno upravljačke jedinice</li> <li>• Koristiti tipkovnicu i funkcijske tipke</li> <li>• Objasniti ulogu i način korištenja zaslona upravljačke jedinice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adresno-brojčana upravljačka jedinica</li> <li>• Strojno upravljačka jedinica</li> <li>• Funkcijske tipke upravljačke jedinice</li> <li>• PC tipkovnica CNC stroja</li> <li>• Zaslona upravljačke jedinice</li> </ul>
<b>4. Funkcije upravljačke jedinice CNC stroja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti osnovna znanja o primjeni kompjuterskih programa u radu sa CNC strojevima</li> <li>• Objasniti način rada upravljčkog računala stroja</li> <li>• Objasniti program upravljčkog računala te unosu podataka u upravljčko računalo stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni prozor tokarenje/glodanje</li> <li>• Radna područja</li> <li>• Radno područje stroja</li> <li>• Ručno pomicanje suporta (JOG)</li> <li>• Ručni način rada (MDA)</li> <li>• Automatski način rada (AUTO)</li> <li>• Podaci o alatima</li> <li>• R parametri</li> </ul>
<b>5. Koordinatni sustav i referentne (nul) točke CNC stroja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti osnovna znanja o koordinatnom sustavu CNC stroja i izratka te definiranju nul točaka na CNC stroju</li> <li>• Objasniti način unosa referentnih (nul) točaka te njihovo memoriranje u upravljčkom računalu CNC stroja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatni sustav stroja</li> <li>• Koordinatni sustav izratka</li> <li>• Postavljanje nul točaka M, W, N, P, R</li> <li>• Pomak nul točke stroja (M)</li> <li>• Sigurnosna točka, sigur. linije</li> </ul>

<p><b>6. Rad sa podacima u upravljačkoj jedinici CNC stroja</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti mogućnosti programa i pravilno koristiti CNC strojeve</li> <li>• Objasniti postupak rada sa podacima nužnim za korištenje CNC stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postavljanje podataka</li> <li>• Radno područje</li> <li>• Rad sa podprogramima</li> <li>• Učitavanje podataka - slanje podataka u upravljačko računalo stroja</li> <li>• Kopiranje podataka iz međuspremnika</li> <li>• Brisanje programa</li> <li>• Ispravak programa</li> <li>• Preimenovanje programa</li> </ul>
<p><b>7. Mjerenje i upravljanje alatima kod CNC strojeva</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proširiti znanja i vještine</li> <li>• Izvesti mjerenje alata i unos podataka u memorijsku jedinicu stroja.</li> <li>• Izvesti korekciju programa zbog kompenzacije alata</li> <li>• Koristiti osnovna znanja o alatima i sustavima montaže alata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustav stezanja alata CNC tokarilice</li> <li>• Mjerenje i prednamještanje alata kod CNC tokarilice</li> <li>• Unos podataka u upravljačko računalo cnc tokarilice</li> <li>• Definiranje položaja vrha oštrice alata i radijusa i unos podataka u računalo</li> <li>• Sustav smještaja i stezanja alata CNC glodalice</li> <li>• Mjerenje i prednamještanje alata kod CNC glodalice</li> <li>• Unos podataka u upravljačko računalo CNC glodalice</li> </ul>
<p><b>8. Stezni uređaji za prihvat obratka</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pokazati pravilno i sigurno stezanje obratka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Način stezanja obratka</li> <li>• Naredbe za stezanje i otpuštanje obratka</li> </ul>

<p><b>9. Posluživanje CNC stroja pri izradi izratka</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti osnovna znanja i razvijati vještine</li> <li>• Prikazati pravilan postupak izrade probnog izratka na CNC stroju</li> <li>• Koristiti osnovna znanja o pravilnom protokolu izrade izratka na CNC stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulacija obrade na upravljačkom računalu</li> <li>• Izrada probnog izratka na CNC tokarilici</li> <li>• Izrada probnog izratka na CNC glodalici</li> </ul>
<p><b>10. Vježbe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proširiti znanja i vještine</li> <li>• Pripremiti prema tehničko-tehnološkoj dokumentaciji: CNC stroj, materijal, alat, pribor, uređaje, te sredstva za zaštitu na radu</li> <li>• Provesti pravilan postupak izrade probnog izratka na CNC stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vježba 1. Uključivanje CNC stroja i poziv programa</li> <li>• Vježba 2. Provjera programa-Simulacija obrade</li> <li>• Vježba 3. Unos i provjera programa uz simulaciju obrade</li> <li>• Vježba 4. Mjerenje alata sa prednamještanjem</li> <li>• Vježba 5. Definiranje radnog područja</li> <li>• Vježba 6. Unos podataka o alatima</li> <li>• Vježba 7. Postavljanje nul točaka</li> <li>• Vježba 8. Simulacija obrade na uprav. računalu</li> <li>• Vježba 9. Korekcija programa uz provjeru</li> <li>• Vježba 10. Izrada probnog uzorka na CNC stroju</li> </ul>

<p><b>POSLUŽIVANJE CNC TOKARILICE</b></p>		
<p><b>Redovita priprema CNC tokarilice</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti provjeru i podešavanje opreme neophodne za normalan rad stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uključivanje stroja</li> <li>• Kontrola i podešavanje pneumatičke opreme</li> <li>• Kontrola i podešavanje hidrauličke opreme</li> <li>• Kontrola i podešavanje agregata za centralno podmazivanje stroja</li> <li>• Kontrola spremnika za rashladno sredstvo</li> </ul>



<b>Rad na upravljačkoj jedinici CNC tokarilice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti unos programa sa provjerom na simulatoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prijenos, kopiranje i unos programa u upravljačku jedinicu</li> <li>Simulacija obrade</li> </ul>
<b>Rad sa alatima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti način izbora alata za CNC tokarilicu</li> <li>Izvesti pravilnu postavu i mjerenje alata te upis ostalih podataka o alatima u upravljačku jedinicu stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Odabir i priprema alata</li> <li>Postavljanje alata</li> <li>Mjerenje alata mjernim uređajem</li> <li>Mjerenje alata doticanjem predmeta</li> <li>Kompenzacija alata</li> <li>Orijentacija oštrice alata</li> <li>Radijus oštrice alata</li> <li>Trošenje oštrice alata</li> </ul>
<b>Postavljanje referentne (nul) točke</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti postupak postavljanja nul točke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Određivanje nul točke predmeta obrade i upis u upravljačku jedinicu</li> </ul>
<b>Izrada uzorka korištenjem CAD-CAM tehnologije</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti postupak unosa generiranog NC koda CAD-CAM tehnologijom te njegovo uređivanje za upravljačku jedinicu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAD-CAM konstruiranje i generiranje NC koda uz provjeru programa-simulacija obrade</li> <li>Izrada probnog uzorka na CNC tokarilici</li> </ul>
<b>Kontrola zadanih mjera izratka i kvalitete obrađene površine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti metode kontrole zadanih mjera na izratku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provjera programa, korekcija programa zbog istrošenosti oštrice reznog alata</li> <li>Kontrola kvalitete obrađene površine i zadanih mjera izratka</li> </ul>
<b>POSLUŽIVANJE CNC GLODALICE</b>		
<b>Redovita priprema CNC glodalice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti provjeru i podešavanje opreme neophodne za normalan rad stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uključivanje stroja</li> <li>Kontrola i podešavanje pneumatičke opreme</li> <li>Kontrola i podešavanje hidrauličke opreme</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrola i podešavanje agregata za centralno podmazivanje stroja</li> <li>• Kontrola spremnika za rashladno sredstvo</li> </ul>
<b>Rad na upravljačkoj jedinici CNC glodalice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti unos programa sa provjerom na simulatoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prijenos, kopiranje i unos programa u upravljačku jedinicu</li> <li>• Simulacija obrade</li> </ul>
<b>Rad sa alatima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti način izbora alata za CNC glodalicu</li> <li>• Izvesti pravilnu postavu i mjerenje alata te upis ostalih podataka o alatima u upravljačku jedinicu stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odabir i priprema alata</li> <li>• Postavljanje i izmjena alata</li> <li>• Mjerenje alata mjernim uređajem</li> <li>• Mjerenje alata doticanjem predmeta</li> <li>• Kompenzacija radijusa alata</li> <li>• Trošenje oštrice alata</li> </ul>
<b>Postavljanje referentnih (nul) točaka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti postupak postavljanja nul točke</li> <li>• Izvesti postupak pomicanja nul točke u NC kodu-programu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Određivanje nul točke predmeta obrade i upis u upravljačku jedinicu</li> <li>• Pomicanje nul točke u tijeku izvođenja programa</li> </ul>
<b>Izrada uzorka korištenjem CAD-CAM tehnologije</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti postupak unosa generiranog NC koda CAD-CAM tehnologijom te njegovo uređivanje za upravljačku jedinicu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAD-CAM konstruiranje i generiranje NC koda uz provjeru programa-simulacija obrade</li> <li>• Izrada probnog uzorka na CNC glodalici</li> </ul>
<b>Kontrola zadanih mjera izratka i kvalitete obrađene površine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti kontrolu zadanih mjera i kvalitete obrađene površine na izratku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provjera programa, korekcija programa zbog istrošenosti oštrice reznog alata</li> <li>• Kontrola kvalitete obrađene površine i zadanih mjera izratka</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vježba 1:</b> Priprema CNC tokarilice za unos generiranog NC koda (CAD-CAM tehnologija)</li> </ul>

<p><b>Vježbe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pravno poslužiti stroj prema tehnološkoj dokumentaciji te znati kontrolirati točnost izrade izratka uz pravilno korištenje sredstava za zaštitu na radu</li> <li>• Objasniti postupak pravilnog tekućeg-dnevnog održavanja stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vježba 2:</b> Postavljanje referentne (nul) točke na CNC tokarilici</li> <li>• <b>Vježba 3:</b> Unos podataka o alatima</li> <li>• <b>Vježba 4:</b> Puštanje stroja u rad nakon prednamještanja alata i radnog područja</li> <li>• <b>Vježba 5:</b> Izrada probnog uzorka na CNC tokarilici</li> <li>• <b>Vježba 6:</b> Mjerenje i kontrola točnosti izrade uzorka</li> <li>• <b>Vježba 7:</b> Postavljanje nul točaka i definiranje radnih površina na CNC glodalici</li> <li>• <b>Vježba 8:</b> Puštanje stroja u rad nakon prednamještanja alata i radnog područja</li> <li>• <b>Vježba 9:</b> Pomicanje nul točke u toku izvođenja programa</li> <li>• <b>Vježba 10:</b> Izrada probnog uzorka na CNC glodalici</li> </ul>
----------------------	---	--

## NAPOMENE

U izvođenju nastave treba koristiti demonstracijsku opremu koja će omogućiti učenicima lakše i brže shvaćanje principa rada numerički upravljanih alatnih strojeva i njihovu pripremu i posluživanje. U izlaganju sadržaja ne treba ulaziti u detaljna teorijska razmatranja i analiziranja posebnih izvedbi.

Razina izlaganja treba biti u suglasnosti s praktičnim potrebama u obavljanju poslova zanimanja CNC operater.

Nastava ovog predmeta neposredno je povezana s predmetom praktična nastava.

Tijekom svakog polugodišta treba izraditi 10 vježbi navedenih u sadržaju. Vježbe izvoditi u skupinama do 14 učenika uz primjenu računala , cnc strojeva i odgovarajućih didaktičkih materijala.

Teorijska nastava ovog predmeta izvodi se u CNC praktikumu ili specijaliziranoj učionici sa računalima i LCD projektorom.

Praktične vježbe se izvode obvezatno u CNC praktikumu.

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

Mladen Bošnjaković: Numerički upravljani alatni strojevi "Školska knjiga", Zagreb

## 5.11. TEHNOLOGIJA ODRŽAVANJA ALATNIH STROJEVA

RAZRED	1	2	3
BROJ SATI TJEDNO/GOD.	1/35	-	-

### CILJ I ZADACI PROGRAMA

*Cilj programa je:*

- *Da učenik nakon učenja može samostalno održavati alatne strojeve (organizacija održavanja, rukovanje, podmazivanje, osnove elektrotehnike) koji su potrebni u zanimanju CNC operater.*

*Zadaci programa su:*

- *Objasniti osnovne pojmove iz organizacije održavanja;*
- *Razlikovati sustave održavanja strojeva;*
- *Navesti osnovne dijelove i sklopove alatnih strojeva;*
- *Upravljati strojevima prema uputama za rukovanje*
- *Provesti preventivne preglede, čišćenje i podmazivanje osnovnih dijelova i sklopova alatnih strojeva;*
- *Ispitati ispravnost osnovnih dijelova i sklopova alatnih strojeva;*
- *Objasniti učinke električne struje i koristiti osnovne zakone elektrotehnike*
- *Prepoznati električne strojeve i pokazati mjere zaštite od električne struje*
- *Razviti radne navike, disciplinu, odgovornost pri donošenju odluka, zanimanje za stručno usavršavanje i samoobrazovanje;*
- *Razviti naviku za stalnu primjenu zaštitnih sredstava i odgovornost prema zaštiti okoliša.*

## SADRŽAJ

<b>Nastavna cjelina</b>	<b>Očekivani rezultati</b>	<b>Nastavni sadržaji</b>
<b>1. Organizacija održavanja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti osnovne pojmove o organizaciji održavanja strojeva</li> <li>• Razlikovati sustave održavanja</li> <li>• Navesti dokumentaciju održavanja</li> </ul>	<p>Sustavi održavanja strojeva</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korektivno održavanje</li> <li>• Preventivno održavanje</li> <li>• Planski popravci</li> </ul> <p>Dokumentacija održavanja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstrukcijska</li> <li>• Tehnološka</li> <li>• Radna</li> </ul>
<b>2. Održavanje glavnih dijelova i sklopova alatnih strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imenovati osnovne elemente i sklopove alatnih strojeva</li> <li>• Pokazati održavanje alatnih strojeva prema uputama za održavanje</li> </ul>	<p>Upute za rukovanje alatnim strojevima</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi za posluživanje univerzalne tokarilice</li> <li>• Elementi za posluživanje univerzalne glodalice</li> </ul> <p>Osnovni elementi i sklopovi alatnih strojeva i njihovo održavanje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postolja</li> <li>• Vodilice</li> <li>• Radni stolovi</li> <li>• Nosači alata</li> <li>• Pogoni i prigoni</li> <li>• Prijenosni mehanizmi</li> <li>• Uređaji za posluživanje i stezanje</li> </ul> <p>Upute o preventivnom održavanju alatnih strojeva</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dnevno održavanje</li> <li>• Tjedno održavanje</li> <li>• Kvartalno održavanje</li> <li>• Godišnje održavanje</li> </ul>
<b>3. Čišćenje i podmazivanje strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti zadatke čišćenja i podmazivanja strojeva i pokazati podmazivanje strojeva po uputama za podmazivanje</li> </ul>	<p>Podmazivanje strojeva</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zadaci čišćenja i podmazivanja</li> <li>• Upute za podmazivanje</li> <li>• Karta podmazivanja</li> </ul> <p>Sredstva za podmazivanje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Svojstva maziva,</li> <li>• Podjela maziva</li> </ul>
<b>4. Provjera točnosti alatnih strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti dozvoljena odstupanja alatnih strojeva</li> <li>• Pokazati provjeru točnosti pomicanja dijelova CNC stroja kojima se programira gibanje</li> </ul>	<p>Provjera točnosti alatnih strojeva</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dozvoljena odstupanja alatnih strojeva</li> <li>• Provjera točnosti pomicanja po koordinatnim osima</li> </ul>

<p><b>5. Osnove elektrotehnike</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti osnovne pojmove iz elektrotehnike, pokazati učinke električne struje, razlikovati električne strojeve i provesti mjere zaštite od električne struje</li> </ul>	<p>Električna struja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nastanak električne struje</li> <li>• Vrste električne struje</li> <li>• Izvori električne struje</li> <li>• Vodiči i izolatori</li> </ul> <p>Učinci električne struje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemijski, magnetni, toplinski, svjetlosni, fiziološki</li> </ul> <p>Osnovne veličine električne struje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strujni krug</li> <li>• Jakost električne struje</li> <li>• Električni napon</li> <li>• Električni otpor</li> </ul> <p>Osnovni zakoni elektrotehnike</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohmov zakon</li> <li>• Pad napona</li> <li>• Grananje struje</li> <li>• Spajanje izvora struje</li> <li>• Spajanje otpora</li> </ul> <p>Elektromagnetska indukcija</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indukcija sječenjem magnetskih silnica</li> <li>• Indukcija promjenom magnetskog toka</li> <li>• Međusobni učinak magnetskih polja</li> </ul> <p>Električni strojevi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generatori izmjenične struje</li> <li>• Generatori istosmjerne struje</li> <li>• Elektromotori</li> </ul> <p>Zaštita od električne struje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaštita izolacijom</li> <li>• Zaštita uzemljenjem</li> <li>• Zaštita nulovanjem</li> </ul>
--	---	---

## NAPOMENE

Nastava ovog predmeta izvodi se u klasičnoj učionici opremljenoj računalom i LCD projektorom, a neke sadržaje preporučljivo je obraditi u školskoj radionici i CNC praktikumu.

U izvođenju nastave ovog predmeta treba koristiti demonstracijsku opremu uz uporabu računala i LCD projektora, raspoložive alatne strojeve i opremu školske radionice i CNC praktikuma.

U izlaganju sadržaja nisu potrebna detaljna teoretska razmatranja i analiziranja, a razina izlaganja treba biti u skladu s praktičnim potrebama u obavljanju poslova zanimanja CNC operater.

Nastava ovog predmeta neposredno je povezana s praktičnom nastavom.

## LITERATURA:

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

- M. Matošević: Tehnologija obrade i montaže, udžbenik
- M. Matošević: Tehnologija obrade i montaže, metodički priručnik za nastavnike
- M. Matošević: Tehnologija obrade i montaže, zbirka grafofolija
- Z. Vlaić: Tehnologija obrade i montaže, udžbenik
- Z. Vlaić, A. Delač: Tehnologija obrade i montaže, metodičke vježbe
- M. Matošević: Tehnologija strojobravarije, udžbenik
- Z. Kalinić: Tehnologija strojobravarije, udžbenik
- Z. Kalinić: Održavanje alatnih strojeva, udžbenik
- E. Stanić: Osnove elektrotehnike  
Strojarski priručnik,  
Sva ostala literatura, koja obrađuje ove sadržaje ili je u korelaciji s njima

## 5.12. PRAKTIČNA NASTAVA

Razred	1	2	3
Broj sati tjedno/god.	14/490	14/490	14/448

### CILJ I ZADACI PROGRAMA

*Cilj programa je:*

- *Usvajanje osnovnih praktičnih znanja i stjecanje određenog stupnja vještina i radnih navika. Posebno je važno svladati tehnologiju, točnost, primjenu standarda i služenje tehničko tehnološkom dokumentacijom.*
- *Isto tako važno je naučiti primjenjivati mjere zaštite pri radu i zaštite okoliša, uočiti povezanost prakse i teorije i njihovu važnost na formiranje profila CNC operatera.*

*Zadaci programa su:*

- *Rukovanje CNC strojevima*
- *Upotreba alata i naprava na CNC strojevima*
- *Razlikovati različite metode rada i primijeniti rad na siguran način*
- *Koristiti tehničko-tehnološku dokumentaciju i standarde*
- *Stvoriti potrebu za cjeloživotnim usavršavanjem i obrazovanjem*
- *Kritički prosuđivati utjecaj rada čovjeka na okoliš i upotrebljavati ekološki prihvatljiva rješenja*

**SADRŽAJ**  
**Prvi razred (14/490)**

<b>Nastavna cjelina</b>	<b>Očekivani rezultati</b>	<b>Nastavni sadržaji</b>
<b>1.Obrazovanje za zanimanje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati svrhu i cilj obrazovanja za zanimanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Svrha i cilj obrazovanja za zanimanje</li> </ul>
<b>2.Ustrojstvo i organizacija obrazovnih pogona</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati zadaće i funkcije pogona za obrazovanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zadaće i osnovne funkcije pogona za obrazovanje: <ul style="list-style-type: none"> <li>- školske radionice</li> <li>- obrtničke radionice</li> <li>- industrijski pogoni</li> </ul> </li> </ul>
<b>3.Radno pravo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navesti bitne dijelove ugovora o obrazovanju - naukovanju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitni dijelovi ugovora o obrazovanju - naukovanju</li> </ul>
<b>4.Organizacija rada u radionici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati radna mjesta za ručnu i strojnu obradu materijala te radnu i tehnološku disciplinu u radionici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unutarnja organizacija radionice.</li> <li>• Osnovna načela organizacije rada.</li> <li>• Upoznavanje učenika s radnim mjestima za ručnu i strojnu obradu materijala</li> <li>• Radna i tehnološka discipline u radionici.</li> <li>• Zaduživanje učenika s radnim mjestom i opremom radnog mjesta</li> </ul>
<b>5.Sigurnost na radu i protupožarna zaštita, zaštita okoliša i racionalno korištenje energije</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provoditi mjere za sprečavanje nezgoda na radu te upoznavanje s izvorima opasnosti i osobnim zaštitnim sredstvima, mogućim zagađivačima okoline, vrstama korištene energije te načinom racionalne uporabe energije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uloga i značenje zaštite na radu (nezgode, profesionalna oboljenja, ljudske žrtve, materijalne štete).</li> <li>• Mjere za sprečavanje nezgoda na radu.</li> <li>• Propisi o zaštiti na radu.</li> <li>• Izvori opasnosti i njihova otklanjanja u području obrade materijala.</li> <li>• Osobna zaštitna sredstava, važnost i primjena.</li> <li>• Mogući zagađivači okoline.</li> <li>• Vrste korištene energije u pogonu.</li> <li>• Način racionalne uporabe energije u strukovnom području rada.</li> </ul>
<b>6.Planiranje i priprema rada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pripremiti materijal predmeta obrade, alat, pribor, uređaje, i strojeve</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tijek tehnološkog postupka rada.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koristiti sredstva osobne zaštite na radu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priprema prema tehničko-tehnološkoj dokumentaciji: <ul style="list-style-type: none"> <li>materijal predmeta obrade</li> <li>alate, pribor, uređaje i strojeve</li> <li>sredstva osobne zaštite na radu</li> </ul> </li> <li>Priprema radnog mjesta sukladno radnom nalogu</li> </ul>
<b>7.Tehničko crtanje</b> Čitanje, primjena i izrada tehničko-tehnološke dokumentacije	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjeniti i izraditi tehničko-tehnološku dokumentaciju prema osnovnim normama i standardima tehničkog crtanja u struci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Čitanje i primjena oznaka s tehničkih crteža, uputa, tablica, dijagrama, kataloga</li> <li>Skiciranje jednostavnih radioničkih crteža</li> <li>Osnovne norme i standardizacija</li> <li>Projekcije likova i tijela</li> <li>Kotiranje</li> <li>Tolerancije</li> <li>Oznake kvalitete obrade</li> </ul>
<b>8.Mjerenje</b> Uvod u postupak mjerenja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opisati što je mjerenje zašto je bitno, te mjerne sustave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam mjerenja,</li> <li>Važnost mjerenja a procesu rada,</li> <li>Mjerni sustavi (jedinične mjere, prametar, metrički sustav, engleski mjerni sustav, IS sustav)</li> </ul>
<b>9.Mjerenje</b> Vrste mjerila	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti što je metar, pomično mjerilo, mikrometar, mjerni sat, kutnik, kutomjer, šablona, etalon, kalibar, račva, rukovati mjerilima te kako ih čuvati i održavati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metar,</li> <li>Pomično mjerilo,</li> <li>Mikrometar,</li> <li>Mjerni sat,</li> <li>Kutnik,</li> <li>Kutomjer,</li> <li>Šablona,</li> <li>Etalon,</li> <li>Kalibar,</li> <li>Račva,</li> <li>Točnost mjerenja pojedinim mjerilima</li> <li>Hrapavost površine</li> <li>Rukovanje mjerilima i praktična primjena</li> <li>Čuvanje i održavanje mjerila</li> </ul>
<b>10.Ocrtavanje i obilježavanje</b> Primjena ocrtavanja i obilježavanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocrtavati, obilježavati odgovarajućim alatom ovisno o materijalu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam ocrtavanja,</li> <li>Pojam obilježavanja,</li> <li>Alat za ocrtavanje i obilježavanje (crtača igla, paralelno crtalo, šestar),</li> <li>Ovisnost primjene alata o materijalu</li> </ul>
<b>11.Ocrtavanje i obilježavanje</b> Priprema obrađenih i neobrađenih ploha za ocrtavanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pripremiti plohe za ocrtavanje uz primjenu odgovarajuće zaštite na radu ( od ogrebotina i udarca čekićem)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Premazivanje čelične obrađene plohe bakrenim sulfatom</li> <li>Premazivanje neobrađenih metalnih ploha kredom</li> <li>Praktično ocrtavanje</li> <li>Praktično obilježavanje</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaštita na radu od ogrebotina i udarca čekićem, pažljivo rukovanje ručnim alatima</li> </ul>
<b>12. Piljenje</b> Primjena sječenja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razlikovati vrste sječenja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste sječenja,</li> <li>• Pojam oštrice i djelovanja sila</li> </ul>
<b>13. Piljenje</b> Praktična primjena piljenja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odabrati vrste pila s obzirom na materijal za piljenje izvesti piljenje uz primjenu odgovarajuće zaštite na radu glede ozljede šake i prstiju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brzina rezanja,</li> <li>• Vrste pila s obzirom na rukovanje (ručna, strojna)</li> <li>• Vrste pila s obzirom na materijal za piljenje (čelik, obojeni metali, drvo i sl.),</li> <li>• Uvježbavanje operacija piljenja,</li> <li>• Zaštita od ozljede šake i prstiju</li> </ul>
<b>14. Sječenje</b> Primjena sječenja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati primjenu i svrhu sječenja, princip rada, vrste i kutove sjekača</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip rada i kutovi sjekača,</li> <li>• Vrste sjekača,</li> <li>• Svrha sječenja</li> </ul>
<b>15. Sječenje</b> Rukovanje alatom za sječenje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rukovati alatom za sječenje te izvesti ručno sječenje sjekačem, ručno sječenje škarama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ručno sječenje sjekačem,</li> <li>• Ručno sječenje škarama,</li> <li>• Strojno sječenje škarama,</li> <li>• Strojno sječenje alatima,</li> <li>• Zaštita na radu od ozljeda i udara električne struje</li> </ul>
<b>16. Turpijanje</b> Obrada predmeta turpijanjem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjeniti obradu predmeta turpijanjem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam turpijanja,</li> <li>• Primjena turpijanja,</li> <li>• Brzina turpijanje</li> </ul>
<b>18. Turpijanje</b> Vrste turpija	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odabrati vrste turpija prema obliku, veličini i vrsti nasjeka s obzirom na materijal koji se turpija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oblik turpija (plosnati, kvadratni, poluokrugli, okrugli, trokutasti, nožasti, krovasti, jezičasti i dr.),</li> <li>• Veličina turpija prema standardu</li> <li>• Vrste nasjeka (križni, jednostruki, lučni, u obliku rašpe)</li> </ul>
<b>19. Turpijanje</b> Pritezanje predmeta za obradu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti pritezanje predmeta za obradu, odabrati položaj tijela pri turpijanju primjenom odgovarajuće zaštite glede ozljede i ogrebotina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Određivanje visine škripca,</li> <li>• Učvršćivanje predmeta u škripac (predmeti s neobrađenom i predmeti s obrađenom površinom),</li> <li>• Nasađivanje turpija,</li> <li>• Položaj tijela pri turpijanju,</li> <li>• Zaštita od ogrebotina i ozljeda</li> </ul>
<b>20. Turpijanje</b> Vrste turpijanja i primjena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti uzdužno, poprečno, križno, koso, stepenasto, zaobljeno, okruglo turpijanje te prema finoći grubo ili fino turpijanje vodeći računa o sprječavanju začepljenja pri turpijanju.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uzdužno,</li> <li>• Poprečno,</li> <li>• Križno,</li> <li>• Koso,</li> <li>• Stepenasto,</li> <li>• Zaobljeno,</li> <li>• Okruglo turpijanje,</li> <li>• Grubo turpijanje,</li> <li>• Fino turpijanje i sprječavanje začepljenja,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Izbor turpije prema materijalu, obliku i finoći zahtijevane obrade,</li> <li>Zaštita oštrica turpija od dodira zakaljenih predmeta</li> </ul>
<b>21.Savijanje i ravnanje</b> Proces savijanja i njegova primjena	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti što je savijanje odnosno ravnanje te njihov utjecaj na stvaranje sila u strukturi materijala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam savijanja,</li> <li>Ravnanje,</li> <li>Utjecaj savijanja i ravnanja na stvaranje sila u strukturi materijala</li> </ul>
<b>22.Savijanje i ravnanje</b> Vrste savijanja i ravnanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti ručno savijanje i ravnanje žice, limova i cijevi odabравši odgovarajući alat uz tehničku zaštitu od ozljeda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ručno savijanje i ravnanje žice, limova i cijevi,</li> <li>Alat za ručno savijanje i ravnanje,</li> <li>Strojno ravnanje i savijanje žica, limova i cijevi,</li> <li>Tehnička zaštita od ozljeda</li> </ul>
<b>23.Probijanje i izbijanje</b> <b>Probijanje provrta na metalu i nemetalu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti ručno probijanje provrta na metalu i nemetalu odabравši odgovarajući alat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ručno probijanje provrta,</li> <li>Strojno probijanje provrta,</li> <li>Alat za probijanje provrta,</li> <li>Tehnička zaštita pri radu od ozljede prstiju i udara električne struje</li> </ul>
<b>24.Probijanje i izbijanje</b> Izbijanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti izbijanje svornjaka, osovine, ležaja primjenom odgovarajućeg alata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izbijanje svornjaka,</li> <li>Izbijanje osovine,</li> <li>Izbijanje ležaja,</li> <li>Alat za izbijanje</li> </ul>
<b>25.Ručno narezivanje navoja</b> Primjena ručnog narezivanja navoja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti ručno rezanje navoja uz utvrđivanje dimenzija svornjaka za vanjski navoj i provrta za unutarnji navoj pomoću tablica prema standardu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obrada ručnim rezanjem navoja</li> <li>Utvrđivanje dimenzija svornjaka za vanjski navoj i provrta za unutarnji navoj pomoću tablica prema standardu</li> <li>Upuštanje provrta i skidanje kosine na svornjaku,</li> <li>Zaštita na radu od ozljeda</li> </ul>
<b>26.Kovanje</b> Kovanje i njegova primjena	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti što je kovanje te njegov utjecaj na strukturu materijala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam i svrha kovanja,</li> <li>Alat za kovanje</li> <li>Utjecaj kovanja na strukturu materijala</li> </ul>
<b>27.Kovanje</b> Ručno kovanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti ručno kovanje jednostavnih oblika primjenom odgovarajućeg alata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tehnika ručnog kovanja</li> <li>Kovanje jednostavnih oblika</li> </ul>
<b>28.Spajanje</b> Spajanje vijcima i maticama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prepoznati vrste vijaka i matica, izvesti spajanje vijcima i maticama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vrste vijaka i matica</li> <li>Vrste elemenata za osiguranje protiv odvijanja</li> <li>Alat za spajanje vijaka i matica</li> </ul>

	i elemenatima za osiguranje protiv odvijanja, primjenom odgovarajućeg alata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spajanje vijaka i matica</li> </ul>
<b>29.Spajanje</b> Spajanje klinovima i zaticima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti princip spajanja elemenata klinovima i zaticima</li> <li>• Razlikovati klinove i zatike</li> <li>• Izvesti spajanje klinovima i zaticima pripremivši elemente za spajanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip spajanja klinovima i zaticima</li> <li>• Vrste klinova i zatika</li> <li>• Priprema elemenata za spajanje klinovima i zaticima</li> <li>• Izvođenje spajanja</li> <li>• Primjena spajanja klinovima i zaticima</li> <li>• Zaštita na radu od ozljeda</li> </ul>
<b>30.Lemljenje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti princip spajanja lemljenjem,</li> <li>• vrste lemljenja,</li> <li>• izvesti lemljenje pripremivši predmet i materijal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip spajanja lemljenjem,</li> <li>• Vrste lemljenja,</li> <li>• Priprema predmeta i materijala za lemljenje,</li> <li>• Izvođenje lemljenih spojeva,</li> <li>• Primjena lemljenja u struci.</li> <li>• Opasnost na radu i mjere zaštite</li> </ul>
<b>31.Zavarivanje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati princip zavarivanja, materijal,</li> <li>• Vrste zavarivanja</li> <li>• Izvesti zavarivanje pripremivši predmet,</li> <li>• Odabrati materijal za izvođenje (elektrodu te pribor za izvođenje i kontrolu zavarenog spoja</li> <li>• Ispitati zavareni spoj funkcionalno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip zavarivanja materijala,</li> <li>• Vrste zavarivanja (kovačko, plinsko, električno),</li> <li>• Priprema predmeta za ručno zavarivanje (plinsko i električno),</li> <li>• Materijal za zavarivanje,</li> <li>• Alat i pribor za zavarivanje,</li> <li>• Izvođenje zavarenih spojeva,</li> <li>• Pogreške pri zavarivanju,</li> <li>• Ispitivanje zavarenih spojeva,</li> <li>• Primjena zavarenih spojeva u strojarstvu.</li> <li>• Opasnost na radu i mjere zaštite</li> </ul>
<b>32.Ljepljenje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati princip spajanja lijepljenjem,</li> <li>• Izvesti lijepljenje odabravši odgovarajuća sredstva za lijepljenje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip spajanja lijepljenjem,</li> <li>• Sredstva za lijepljenje,</li> <li>• Priprema predmeta za lijepljenje,</li> <li>• Izvođenje lijepljenih spojeva,</li> <li>• Primjena lijepljenih spojeva u struci.</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite</li> </ul>
<b>33.Zaštita materijala (obrade nanošenjem)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati vrste korozije te postupke zaštite materijala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste korozije.</li> <li>• Šteta od korozije.</li> <li>• Otpornost materijala na koroziju.</li> <li>• Postupci zaštite materijala od korozije.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti pripremu predmeta za zaštitu i sredstava za zaštitu te izvesti zaštitu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priprema predmeta za zaštitu i sredstava za zaštitu.</li> <li>Izvođenje određenih postupaka zaštite (ovisno o mogućnostima školske radionice ili tvornice).</li> <li>Opasnost na radu i mjere zaštite</li> </ul>
<b>34. Bušenje</b> Bušenje i njegova primjena	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opisati princip rada svrdla te ovisnost oblika, brzine rezanja i posmaka svrdla o vrsti materijala koji se buši korištenjem tablica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Princip rada svrdla,</li> <li>Ovisnost oblika svrdla o vrsti materijala koji se buši,</li> <li>Brzina rezanja, brzina vrtnje i posmak svrdla,</li> <li>Korištenje tablica za izbor brzine rezanja,</li> <li>Vrste hlađenja alata</li> </ul>
<b>35. Bušenje</b> Vrste strojeva za bušenje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nabrojiti i opisati vrste bušilica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ručna električna bušilica,</li> <li>Ručna mehanička bušilica,</li> <li>Stolna bušilica</li> </ul>
<b>36. Bušenje</b> Priprema stroja i alata za bušenje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pripremiti stroj i alat za bušenje uporabom ručnog i strojnog škripca te izvesti bušenje primjenjujući propise zaštite na radu glede mogućih udara električne struje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uporaba ručnog i strojnog škripca,</li> <li>Pritezanje predmeta u škripac,</li> <li>Pritezanje svrdla u bušnu glavu,</li> <li>Bušenje provrta do 10 mm ručnom mehaničkom, ručnom električnom i stolnom bušilicom,</li> <li>Zaštita na radu od posjekotina, ogrebotina, udara električne struje i uklanjanje strugotine</li> </ul>
<b>37. Bušenje</b> Upuštanje provrta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti svrhu upuštanja provrta te odabrati alat i brzinu vrtnje alata i sredstvo za hlađenje</li> <li>Izvesti upuštanje provrta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Svrha upuštanja,</li> <li>Alat za upuštanje,</li> <li>Brzina vrtnje alata,</li> <li>Sredstvo za hlađenje,</li> <li>Praktično izvođenje,</li> <li>Zaštita na radu od posjekotina, ogrebotina, udara električne struje i uklanjanje strugotine i drugih nečistoća</li> </ul>
<b>38. Razvrtavanje</b> Primjena razvrtavanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti svrhu razvrtavanja, princip rada razvrtača,</li> <li>Vrste razvrtača te kakvu kvalitetu obrađene površine dobivamo razvrtavanjem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam i svrha razvrtavanja,</li> <li>Princip rada razvrtača,</li> <li>Vrste razvrtača,</li> <li>Kvaliteta obrađene površine razvrtavanjem</li> </ul>
<b>39. Razvrtavanje</b> Priprema provrta za ručno i strojno razvrtavanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Izvesti razvrtavanje provrta ručno i strojno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Određivanje dimenzija provrta,</li> <li>Bušenje provrta strojno,</li> <li>Razvrtavanje provrta ručno i strojno,</li> <li>Tehnika razvrtavanja,</li> <li>Zaštita na radu od ozljeda i udara električne struje</li> </ul>

<p><b>40. Brušenje alata</b> Namjena brušenja</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati namjenu brušenja odabrati alat i sredstva za brušenje te namjestiti brusnu ploču na stroj i provjeriti joj ispravnost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operacija brušenja i izbor alata,</li> <li>• Sredstva za brušenje,</li> <li>• Namještanje brusne ploče na stroj i provjeravanje ispravnosti prema uputstvu proizvođača</li> </ul>
<p><b>41. Brušenje alata</b> Tehnike brušenja i njihova primjena</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti ručno brušenje primjenom sredstava za hlađenje te zaštitu od čestica, ozljeda i udara električne struje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ručno brušenje sjekača, crtaće igle, točkala, svrdla, tokarskog noža na stroju za brušenje,</li> <li>• Primjena sredstava za hlađenje,</li> <li>• Tehnička zaštita od čestica, ozljeda i udara električne struje</li> </ul>
<p><b>42. Obrada materijala odvajanjem čestica</b> Tokarenje</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rad na tokarskom stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi o tokarenju,</li> <li>• Upoznavanje radnog mjesta,</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite,</li> <li>• Rukovanje tokarskim strojem,</li> <li>• Priprema alata i stroja za rad,</li> <li>• Namještanje izratka a steznu glavu,</li> <li>• Određivanje režima obrade prema zadanim podacima,</li> <li>• Izvođenje tokarenja (uzdužno, poprečno, unutarnje tokarenje, odrezivanje, grubo i fino tokarenje). izrada jednostavnih dijelova, npr. svornjaka, osovinica, šarke, prirubnica itd.</li> <li>• Mjerenje i kontrola izratka</li> </ul>
<p><b>43. Obrada materijala odvajanjem čestica</b> Glodanje</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raditi na glodalici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi o glodanju,</li> <li>• Upoznavanje radnog mjesta,</li> <li>• Opasnosti na radu i mjere zaštite,</li> <li>• Rukovanje glodalicom,</li> <li>• Priprema stroja i alata za rad,</li> <li>• Namještanje izratka na radni stol glodalice,</li> <li>• Određivanje režima rada prema zadanim podacima,</li> <li>• Izrada jednostavnih predmeta glodanjem.</li> <li>• Mjerenje i kontrola izratka.</li> <li>• Hlađenje alata i predmeta.</li> <li>• Održavanje stroja i alata</li> </ul>
<p><b>44. Obrada materijala odvajanjem čestica</b> Blanjanje</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raditi na kratkohodnoj blanjalici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi o blanjanju,</li> <li>• Upoznavanje radnog mjesta,</li> <li>• Priprema stroja i alata za rad,</li> <li>• Upoznavanje i rukovanje kratkohodnom blanjalicom,</li> <li>• Namještanje izratka,</li> <li>• Određivanje režima rada,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obrada izratka na kratkohodnoj blanjalici.</li> <li>• Mjerenje i kontrola.</li> <li>• Održavanje stroja i alata</li> </ul>
<b>45.Obrada materijala odvajanjem čestica</b> Štancanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raditi na preši</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi o štancanju,</li> <li>• Upoznavanje radnog mjesta,</li> <li>• Priprema stroja i alata za rad,</li> <li>• Upoznavanje i rukovanje prešom,</li> <li>• Namještanje izratka,</li> <li>• Određivanje režima rada,</li> <li>• Obrada izratka na preši.</li> <li>• Mjerenje i kontrola.</li> <li>• Održavanje stroja i alata</li> </ul>

### Drugi razred (14/490)

<b>Nastavna cjelina</b>	<b>Očekivani rezultati</b>	<b>Nastavni sadržaji</b>
<b>1.Osnove CNC tehnologije</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti princip upravljanja CNC strojevima, nabrojiti vrste CNC strojeva, opisati sastavne dijelove CNC strojeva, objasniti strukturu CNC sustava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip upravljanja CNC strojevima</li> <li>• Osnove numeričkog upravljanja</li> <li>• Vrste CNC strojeva</li> <li>• Sastavni dijelovi CNC stroja</li> <li>• Struktura CNC sustava</li> </ul>
<b>2.Materijali obrade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati vrste metala za obradu, tehnološka svojstva i svojstva obradivosti metala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste metala za obradu</li> <li>• Tehnološka svojstva metala</li> <li>• Svojstva obradivosti metala</li> </ul>
<b>3.Tehnološki postupci obrade metala</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjeniti režime rada za pojedine metale, izabrati alat i pomoćni pribor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Režimi rada za pojedine metale</li> <li>• Izbor alata i pomoćnog pribora</li> </ul>
<b>4.Upravljačka jedinica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti upravljačku jedinicu za podešavanje, pripremu i rad stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip rada upravljačke jedinice</li> <li>• Dijelovi radne ploče upravljačke jedinice</li> <li>• Zaslon upravljačke jedinice</li> <li>• Tipkovnica</li> </ul>
<b>5.Koordinatni sustav</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjeniti koordinatni i mjerni sustav pri izboru osi i načinu mjerenja stroja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osi i ravnine stroja</li> <li>• Ravni koordinatni sustav</li> <li>• Prostorni koordinatni sustav</li> <li>• Apsolutni mjerni sustav</li> <li>• Inkrementni mjerni sustav</li> </ul>
<b>6.Stezanje predmeta obrade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjeniti pravilno i sigurno stezanje predmeta obrade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste stezanja predmeta obrade</li> <li>• Način stezanja predmeta obrade</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sila stezanja predmeta obrade</li> <li>• Korištenje naredbe za stezanje i otpuštanje predmeta obrade</li> </ul>
<b>7.Upravljanje alatom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjeniti pravila postavljanja i stezanja alata, izmjene alata, upotrijebiti alate prema vrsti stezanja i obrade, provjeriti osnovne uvjete za izmjenu alata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustav stezanja alata CNC tokarilice (revolver glava)</li> <li>• Broj alata prema mjestu stezanja u revolver glavu(funkcija T)</li> <li>• Alati prema vrsti stezanja i obrade: <ul style="list-style-type: none"> <li>- uzdužni</li> <li>- poprečni</li> <li>- pogonjeni</li> </ul> </li> <li>• Sustav smještaja alata CNC glodalice ili obradnog centra</li> <li>• Funkcija izmjene alata M06</li> <li>• Osnovni uvjeti za izmjenu alata</li> </ul>
<b>8.Referentne točke</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti nul-točku stroja, opisati i primjeniti referentnu točku stroja i nul-točku predmeta obrade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nul-točka stroja (M)</li> <li>• Referentna točka stroja (R)</li> <li>• Definicija nul-točke predmeta obrade</li> <li>• Odrediti nul-točku predmeta na CNC tokarilici vodeći brigu o sigurnosti izvođenja programa Odrediti nul-točku(e) predmeta na CNC glodalici vodeći brigu o sigurnosti izvođenja programa</li> </ul>
<b>9.Mjerenje alata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti princip mjerenja geometrije alata, primjeniti mjerenje svih alata, provjeriti upis izmjerenih alata, primjeniti korekciju alata i njen upis u memorijsku lokaciju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni princip mjerenja geometrije alata</li> <li>• Referentna točka alata (N)</li> <li>• Način ručnog vođenja osi</li> <li>• Mjerenje geometrije alata optičkim uređajem na stroju</li> <li>• Mjerenje geometrije alata optičkim uređajem izvan stroja</li> <li>• Mjerenje geometrije alata doticanjem predmeta obrade</li> <li>• Upis podataka o: <ul style="list-style-type: none"> <li>-izmjerenim vrijednostima alata</li> <li>-korekciji alata</li> <li>-tipu alata</li> <li>-radijusu oštice alata</li> </ul> </li> </ul>
<b>10.Alati, pločice i sustavi držača alata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Upotrijebiti različite kataloge proizvođača alata pri odabiru držača reznih pločica, reznih pločica,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvedbe i vrste alata</li> <li>• Izbor alata prema vrsti operacije obrade</li> <li>• Materijali rezne oštice</li> <li>• Oblici reznih pločica</li> <li>• Tipovi reznih pločica</li> </ul>



	<p>kvalitete reznih pločica, režima rada za odabrani materijal obrade, Upotrijebiti način označavanja držača i reznih pločica za odabir istih, izvesti montažu reznih pločica na držač, utvrditi uzrok oštećenja reznih pločica i otkloniti ga</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Način označavanja reznih pločica</li> <li>• Odabir rezne pločice iz kataloga alata</li> <li>• Odabir kvalitete rezne pločice</li> <li>• Način označavanja držača reznih pločica</li> <li>• Odabir držača rezne pločice iz kataloga alata</li> <li>• Odabir sustava nosača alata</li> <li>• Montaža reznih pločica na držač i održavanje</li> <li>• Odabir režima rada prema reznoj pločici</li> <li>• Uzroci oštećenja reznih pločica i njihovo otklanjanje</li> </ul>
--	--	---

### Treći razred (14/448)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Struktura i sadržaj programa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvršiti prijenos i kopiranje programa, simulaciju obrade po programu, ispravak programa, automatsko izvođenje programa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naziv programa</li> <li>• Sintaksa bloka</li> <li>• Osnovne G-naredbe</li> <li>• Osnovne M-naredbe</li> <li>• Broj alata i korekcije</li> <li>• Smjer i broj okretaja vretena</li> <li>• Područje brzine</li> <li>• Uvjeti puta</li> <li>• Ručno unošenje naredbi</li> <li>• Izvođenje bloka</li> <li>• Prijenos i kopiranje programa</li> <li>• Odabir programa</li> <li>• Ispravak programa</li> <li>• Simulacija obrade</li> </ul>
<b>2.Osnovne funkcije za rad CNC stroja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvesti gibanja alata u brzom hodu i radnom hodu uz primjenu raznih vrijednosti posmaka, izvesti uključivanje, isključivanje i vrtnju glavnog vretena u oba smjera, izvesti kružno gibanje alata u oba smjera,</li> <li>• Upotrijebiti rashladno sredstvo,</li> <li>• Primjeniti kompenzaciju reznog radijusa, konstantnu brzinu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvođenje brzog hoda G00</li> <li>• Izvođenje pravocrtnog gibanja G01 uz zadani posmak F</li> <li>• Izvođenje smjera okretaja glavnog vretena M03 i M04</li> <li>• Zaustavljanje glavnog vretena M05</li> <li>• Uključivanje (M08) i isključivanje (M09) rashladnog sredstva</li> <li>• Kružno gibanje u smjeru kazaljke na satu G02</li> <li>• Kružno gibanje u smjeru suprotnom od kazaljke na satu G03</li> <li>• Kompenzacija reznog radijusa u lijevo G41</li> <li>• Kompenzacija reznog radijusa u desno G42</li> </ul>

	rezanja i konstantan broj okretaja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isključenje kompenzacije reznog radijusa G40</li> <li>• Konstantna brzina rezanja G96</li> <li>• Konstantan broj okretaja G97</li> </ul>
<b>3.Potprogrami i ciklusi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti pojam potprograma i primjeniti potprogram u glavni program,</li> <li>• Objasniti i prepoznati cikluse, primjeniti cikluse u izradi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam potprograma i njegovo korištenje</li> <li>• Pojam i vrste ciklusa</li> <li>• Ciklus za obradu konture</li> <li>• Ciklus za obradu provrta</li> <li>• Ciklus izrade navoja</li> </ul>
<b>4.Tehničko-tehnološka dokumentacija</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti sve raspoložive upute za posluživanje strojeva i uređaja,</li> <li>• Napisati tehničke sadržaje u obliku zapisnika i izvješća,</li> <li>• Primjeniti tehničko-tehnološku dokumentaciju za pripremu i izradu predmeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koristiti pogonske upute i upute za posluživanje strojeva i uređaja</li> <li>• Napisati tehničke sadržaje u obliku zapisnika i izvješća</li> <li>• Izrada tehničkog crteža</li> <li>• Izrada plana stezanja predmeta obrade</li> <li>• Izrada operacijske liste</li> <li>• Izrada plana rezanja</li> <li>• Izrada plana alata</li> <li>• Izrada programskog lista</li> </ul>
<b>5.Održavanje CNC strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti potrebu redovitog održavanja CNC strojeva,</li> <li>• Provesti redovito održavanje CNC strojeva, alata i uređaja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priručnici i ostala dokumentacija proizvođača za održavanje</li> <li>• Redovito održavanje CNC stroja</li> <li>• Redovito održavanje alata i pribora</li> </ul>
<b>6.Samostalna izrada predmeta CNC tehnologijom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samostalno pripremiti i podesiti stroj,</li> <li>• Izvršiti unos i odabir programa,</li> <li>• Izvršiti simulaciju obrade,</li> <li>• Izraditi predmet, izvršiti mjerenje i kontrolu izratka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priprema i podešavanje stroja</li> <li>• Unos programa u upravljačku jedinicu</li> <li>• Simulacija obrade</li> <li>• Izrada predmeta</li> <li>• Mjerenje i kontrola izratka</li> </ul>

## NAPOMENE

Pri izradi izvedbenog programa nužna je suradnja s nastavnicima strukovnih predmeta zbog uske povezanosti istih s praktičnom nastavom. Priprema nastave značajan je činitelj u ostvarivanju postavljene zadaće ovog predmeta. Posebno je značajna tehnička i materijalna priprema.

Elementi ocjene trebaju biti pravilno rukovanje opremom, odnos prema radu, izrada tehničko-tehnološke dokumentacije.

U prvom razredu posebnu pažnju posvetiti nastavnim cjelinama pod rednim brojem 7 – Tehničko crtanje, 8. i 9. – Mjerenje zbog važnosti primjene istih u nastavku školovanja.

U prvom razredu izvoditi nastavne cjeline od rednog broja 01. do 31. u prvom polugodištu, a od rednog broja 32. do 43. u drugom polugodištu zbog stjecanja što višeg stupnja vještina i radnih navika u strojnoj obradi.

## 6. IZBORNI DIO PROGRAMA

### 6.1. TEHNIČKO CRTANJE

#### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

Cilj programa je:

- *Samostalno korištenje računala za izradu tehničko-tehnološke dokumentacije u korelaciji s klasičnim tehničkim crtanjem.*

Zadaće programa su:

- *Koristiti neki od CAD programa za crtanje*
- *Koristiti osnovne naredbe za crtanje*
- *Crtati tehničke crteže u 2D geometriji*

#### SADRŽAJI

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1.Uvod u predmet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti CAD radne tehnike</li> <li>• Objasniti korištenje računala u konstrukcijskom uredu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAD radno mjesto</li> <li>• CAD radne tehnike</li> </ul>
<b>2.Rad u 2D CAD programu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti sučelje 2D CAD programa</li> <li>• Koristiti osnovne naredbe za 2D crtanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sučelje 2D CAD programa</li> <li>• Priprema crteža</li> <li>• Postavljanje slojeva</li> <li>• Odabir mjernih jedinica</li> <li>• Koordinatni sustavi</li> <li>• Osnovne naredbe 2D crtanja</li> <li>• Izrada pozicija</li> <li>• Izrada sklopova</li> </ul>
<b>3.Vježbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korištenje CAD programa za 2D prikaze različitih pozicija</li> <li>• Korištenje osnovnih naredbi za 2D crtanje</li> <li>• Nacrtati radionički crtež po pravilima tehničkog crtanja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vježba 1:</b>Rad sa slojevima</li> <li>• <b>Vježba 2:</b>WCS,UCS koordinatni sustavi</li> <li>• <b>Vježba 3:</b>2D koordinate,apsolutni i relativni koordinatni sustav</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vježba 4:</b>Crtanje pojedinačnih crta i 2D segmentnih crta</li> <li>• <b>Vježba 5:</b>Crtanje višekutnika. računanje razmaka</li> <li>• <b>Vježba 6:</b>Crtanje kružnica i kružnih lukova</li> <li>• <b>Vježba 7:</b>Umnožavanje i odsijecanje objekata</li> <li>• <b>Vježba 8:</b>Pomicanje i kopiranje objekata</li> <li>• <b>Vježba 9:</b>Uređivanje teksta</li> <li>• <b>Vježba 10:</b>Mijenjanje svojstava objekta</li> <li>• <b>Vježba 11:</b>Područja</li> <li>• <b>Vježba 12:</b>Kotiranje</li> <li>• <b>Vježba 13:</b>Tolerancije mjera, oblika i položaja</li> <li>• <b>Vježba 14:</b>Crtanje tehničkog crteža</li> </ul>
--	--	--

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

Upute za rukovanje i korištenje licenciranih programa CAD tehnologije  
Priručnici (vodiči) za primjenu računalnog CAD programa .

## 6.2. TEHNIČKA MEHANIKA

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

Cilj programa je:

- Objasniti zakonitosti kinematike, dinamike i nauke o čvrstoći vezanih za gibanje i dimenzioniranje strojnih elemenata i dijelova te produbljanje i proširivanje znanja iz tehničke mehanike.

Zadaća programa su:

- Zakonitosti i metode proučavanja kinematike
- Zakonitosti i metode proučavanja dinamike
- Zakonitosti i metode proučavanja nauke o čvrstoći
- Znanjem proširiti i produbiti sadržaje u strukovnih predmeta
- Primijeniti stečena znanja u rješavanju jednostavnih tehničkih problema u praksi

### SADRŽAJI

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Kinematika</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti temeljne pojmove kinematike</li><li>• Definirati kinematičke veličine</li><li>• Izračunati veličine kod pravocrtnog i kružnog gibanja</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temeljni pojmovi kinematike</li><li>• Osnovne i složene veličine kinematike i njihove jedinice</li><li>• Jednoliko pravocrtno i kružno gibanje</li><li>• Brzina i ubrzanja kod jednolikog pravocrtnog i kružnog gibanja</li><li>• Jednoliko ubrzano i usporeno pravocrtno gibanje</li><li>• Određivanje nepoznatih veličina kod ubrzanog i usporenog gibanja</li></ul>
<b>2. Dinamika</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti osnovne zakone dinamike</li><li>• Primjena zakona dinamike</li><li>• Definirati pojmove rada, snage i mehaničke energije</li><li>• Zakonitosti dinamike i kinematike primijeniti na gibanja tijela u ravnini</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zakoni dinamike</li><li>• Primjena zakona dinamike na gibanja tijela u ravnini</li><li>• Rad, snaga i energija</li><li>• Određivanje snage kod pravocrtnog i kružnog gibanja</li></ul>
<b>3. Znanost o čvrstoći materijala</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Usvojiti temeljne pojmove</li><li>• Prepoznati osnovne vrste opterećenja i naprezanja</li><li>• Usvojiti pojam dopuštenog naprezanja i koeficijenta sigurnosti</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temeljni pojmovi znanosti o čvrstoći i pojam vrste opterećenja i naprezanja</li><li>• Dopuštena naprezanja i koeficijent sigurnosti</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definirati geometrijske karakteristike presjeka (težišta, momente inercije i otpora)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geometrijske karakteristike jednostavnih površina (težišta, momente inercije i otpora)</li> <li>Određivanje geometrijskih karakteristika presjeka pomoću tablica</li> </ul>
<b>4. Aksijalna naprezanja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definirati i izračunati naprezanje na vlak i tlak</li> <li>Analizirati utjecaj i djelovanje temperature na naprezanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naprezanje na vlak i tlak</li> <li>Dimenzioniranje aksijalno opterećenih nosača</li> <li>Naprezanje zbog promjene temperature</li> <li>Određivanje naprezanja i deformacije zbog promjene temperature</li> </ul>
<b>5. Naprezanje na odrez i smik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prepoznati osnovne pojmove o smicanju</li> <li>Opisati uvjete smika</li> <li>Izračunati naprezanja na smik ili odrez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naprezanje na smik ili odrez</li> <li>Dimenzioniranje elemenata opterećenih na odrez</li> </ul>
<b>6. Naprezanje na savijanje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prepoznati uvjete kod kojih dolazi do savijanja</li> <li>Izračunati momente savijanja, poprečne i uzdužne sile</li> <li>Dimenzionirati elemente izložene savijanju</li> <li>Odrediti deformacije kod savijanja jednostavnih greda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temeljni pojmovi i vrste savijanja</li> <li>Određivanje uzdužnih i poprečnih sila te momenata savijanja</li> <li>Jednostavni ravni puni nosači opterećeni na savijanje</li> <li>Dimenzioniranje nosača opterećenih na savijanje</li> <li>Deformacije kod savijanja</li> <li>Određivanje deformacije pri savijanju (pomoću literature)</li> </ul>
<b>7. Naprezanje na uvijanje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opisati temeljne pojmove i zakonitosti kod uvijanja</li> <li>Dimenzionirati lakih vratila u odnosu na dopušteno naprezanje i dopuštenu deformaciju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temeljni pojmovi uvijanja</li> <li>Dimenzioniranje lakih vratila glede dopuštenog naprezanja</li> <li>Deformacije pri uvijanju</li> <li>Dimenzioniranje lakih vratila glede dopuštene deformacije</li> </ul>

#### **NAPOMENE**

Metodičkim pristupom u izvedbenom programu obraditi sadržaje predavanjima i vježbama. Dio vježbi preporučljivo je izvoditi na računalu što je potrebno radi bolje uspješnosti u radu.

Učenici trebaju imati potrebna znanja iz matematike, fizike i tehničkog crtanja. Upućivati učenike na korištenje literature i primjenu sadržaja iz ovog predmeta u ostalim predmetima struke.

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnika:

Boris Kulišić: TEHNIČKA MEHANIKA – STATIKA KRUTOG TIJELA, NAUKA O ČVRSTOĆI, KINEMATIKA, DINAMIKA; udžbenik za trogodišnje strukovne škole, "ELEMENT", Zagreb

Marković, Pasanović, Šutalo: TEHNIČKA MEHANIKA 1– STATIKA, "NEODIDACTA", Zagreb

Marković, Pasanović, Šutalo: TEHNIČKA MEHANIKA 2– NAUKA O ČVRSTOĆI, "NEODIDACTA", Zagreb

Marković, Pasanović, Šutalo: TEHNIČKA MEHANIKA 3– KINEMATIKA I DINAMIKA, "NEODIDACTA", Zagreb

## 6.3.CNC STROJEVI

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

Cilj programa je:

- *Da sadržaji izborne nastave CNC strojeva trebaju dati mogućnost uvođenja učenika u područje struke i pripomoći pri stvaranju temeljnih predznanja za svaladavanje užestrukovnih sadržaja.*
- *Razvijati interes i sposobnost učenika za čitanje tehničko - tehnološke dokumentacije te upoznati strukturu NC koda te razumijeti osnovna načela upravljanja CNC strojevima.*

Zadaće programa su:

- *Objasniti značaj razvijanja sposobnosti korištenja literature, računala te drugih izvora podataka iz područja numerički upravljanih strojeva.*
  - *Razvijati interes i motivirati učenike za proširivanjem znanja i vještina iz područja upravljanja cnc strojevima*
  - *Služenje mjernim alatima, napravama i priborom cnc strojeva radi kontrole točnosti izratka sa ciljem postizanja visoke razine kvalitete.*
  - *Steći osnovne kompetencije posluživanja CNC strojeva te poznavati strukturu NC koda.*
  - *Uočavati izvore opasnosti i čuvati zdravlje i zdrav čovjekov okoliš.*
  - *Ukazivanje na značaj i potrebu za cjeloživotno školovanje.*
- 

### SADRŽAJ

<b>Nastavna cjelina</b>	<b>Očekivani rezultati</b>	<b>Nastavni sadržaji</b>
<b>1.Uvod u predmet</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti ulogu i značaj nastavnih sadržaja predmeta</li><li>• Objasniti principe rada upravljačkih računala cnc stroja</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Osnovni principi upravljanja cnc strojevima</li><li>• Dijagram toka programiranja i vrste kodiranja CNC strojeva</li><li>• Upravljačko računalo stroja</li></ul>



<b>2. Karakteristike CNC strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti mogućnosti i različite sustave djelovanja raznih CNC strojeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definiranje karakterističnih točaka i koordinatnog sustava cnc strojeva</li> <li>Programski pomak nul točke stroja</li> <li>Apsolutni koordinatni sustav G90</li> <li>Inkrementalni koordinatni sustav</li> </ul>
<b>3. Ručno programiranje CNC strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti osnovne načine kodiranja, ulogu i značaj ručnog programiranja kod upravljanja CNC strojevima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osnovne naredbe kod programiranja</li> <li>Ručno programiranje CNC tokarilice</li> <li>Ručno programiranje cnc glodalice</li> <li>Potprogrami značaj i primjena</li> </ul>
<b>4. Primjena računala kod CNC strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koristiti računala i računalne programe kod NUAS-a</li> <li>Koristiti računalo u izradi programa i radioničkih crteža</li> <li>Objasniti načine upravljanja prema vrsti upravljačkog računala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primjena vanjskog računala i računalnih programa kod programiranja NUAS-a</li> <li>Ažuriranje datoteka i korištenje baze podataka kod programiranja NUAS-a</li> <li>Vrste upravljačkih računala kod cnc strojeva</li> </ul>
<b>5. Strojno programiranje CNC strojeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti osnove programiranja cnc stroja</li> <li>Pokazati postupak provjere programa na cnc stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osnove korištenja CAM, CIM tehnologija pri programiranju upravljačkih cnc stroja</li> <li>Unos ažuriranje programa u UR stroja</li> <li>Simulacija obrade na upravljačkom računalu CNC tokarilice</li> </ul>
<b>6. Kompenzacija alata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Razlikovati rad sa i bez kompenzacije te ukazati na značaj kod postizanja točnosti izrade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naredbe za korištenje kompenzacije alata</li> </ul>

<p><b>7.Strojno programiranje- Programiranje pomoću računala</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pokazati kako se koristiti CAD-CAM tehnologijom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D Konstruiranje izratka na računalu u CAD-CAM-u i izrada Uz generiranje NC koda .</li> </ul>
<p><b>8. Vježbe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjena stečenog znanja o programiranju cnc stroja,</li> <li>• Rad na simulatoru-računalu cnc stroja</li> <li>• Izvođenje konkretnih primjera na cnc stroju</li> </ul>	<p><b>Vježba 1.</b> <i>Unos programa u upravljačku jedinicu stroja sa simulacijom na stroju</i></p> <p><b>Vježba 2.</b> <i>Definiranje nul točke obrade</i></p> <p><b>Vježba 3.</b> <i>Izrada izratka koristeći Linearna gibanja G00 ,G01 I kružna gibanja G02,G03 Kod tokarenja i glodanja</i></p> <p><b>Vježba 4.</b> <i>Izrada skošenja brida i radijusa</i></p> <p><b>Vježba 5.</b> <i>Izrada izradka korištenjem kompenzacija alata</i></p> <p><b>Vježba 6.</b> <i>Generiranje G- koda uz prilagodbu upravljačkoj jedinici stroja</i></p> <p><b>Vježba7.</b> <i>Prenamještanje alata uz postavljanje nul točke i definiranje radnog prostora.</i></p> <p><b>Vježba 8.</b> <i>Izrada probnog izratka na cnc stroju</i></p>

<b>PROGRAMIRANJE CNC TOKARILICE</b>		
<b>9. Brzina rezanja kod odrezivanja i izrade navoja na cnc stroju</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti vrste brzina rezanja te primjenu i način određivanja brzine rezanja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Određivanje brzine rezanja</li> <li>Određivanje broja okretaja</li> <li>Konstantna brzina rezanja G95 – G96</li> </ul>
<b>10. Tokarenje navoja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti način tokatrnja navoja kod cnc tokarilice</li> <li>Objasniti izradu navoja na cnc tokarilici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tokarenje navoja na cnc tokarilici</li> <li>Tokarenje viševojnog navoja</li> </ul>
<b>11. Ciklusi za cnc tokarilicu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti značaj i ulogu ciklusa kod programiranja cnc tokarilice</li> <li>Ukazati na mogućnost primjene ciklusa kod programiranja cnc strojeva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciklusi</li> <li>Ciklus grube obrade s tokarenjem konture <ul style="list-style-type: none"> <li>standardni ciklusi</li> </ul> </li> <li>Ciklusi za tokarenje</li> <li>Ciklus konturnog tokarenja Cycle95</li> <li>Tokarenje niza navoja Cycle98</li> </ul>
<b>12. Vježbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korištenje osnovnog znanja o programiranju cnc stroja, alatima, korekciji i provjeri programa na simulatoru-računalu cnc tokarilice</li> <li>Izvođenje konkretnih primjera na cnc stroju</li> </ul>	<p><b>Vježba 1.</b> <i>Odabir brzine rezanja</i></p> <p><b>Vježba 2.</b> <i>Ciklus izradu utora</i></p> <p><b>Vježba 5.</b> <i>Ciklus tokarenjagrube obrade</i></p> <p><b>Vježba 6.</b> <i>Tokarenje kontura</i></p>
<b>PROGRAMIRANJE CNC GLODALICE</b>		
<b>13. Osnovne naredbe kod programiranja CNC glodalice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objasniti osnove programiranja CNC glodalice</li> <li>Pokazati postupak provjere programa na cnc stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osnove upravljanja programom kod upravljačkih računala cnc glodalice</li> <li>Simulacija obrade na upravljačkom računalu CNC glodalice</li> </ul>
<b>14. Odabir Koordinatnog sustava</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pokazati rad u pojedinim vrstama koordinatnih sustava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absolutni koordinatni sustav</li> <li>Inkrementalni koordinatni sustav</li> <li>Polarni koordinatni sustav</li> </ul>

<p><b>15. Ciklusi za cnc glodalicu</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti značaj i ulogu ciklusa kod programiranja cnc glodalice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Čeono glodanje – Ciklus 71</li> <li>• Konturno glodanje – Ciklus 7</li> <li>• Pravokutni džep</li> <li>• Kružni džep</li> <li>• Šablone glodanja</li> <li>• Produljeni utori</li> <li>• Ciklusi za izradu navoja</li> <li>• Ciklus 90 – glodanje navoja</li> <li>• Ciklus 840</li> </ul>
<p><b>16. Vježbe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjena stečenog znanja o programiranju cnc stroja,</li> <li>• Rad na simulatoru-računalu cnc glodalice</li> <li>• Izvođenje konkretnih primjera na cnc stroju</li> </ul>	<p><b>Vježba 1.</b> Programski pomak nul točke G52</p> <p><b>Vježba 2.</b> Rad u polarnom koordinatnom sustavu</p> <p><b>Vježba 3.</b> Korekcija polumjerom alata</p> <p><b>Vježba 4.</b> Ciklusi bušenja</p> <p><b>Vježba 5.</b> Ciklusi glodanja</p> <p><b>Vježba 6.</b> Izrada navoja na cnc glodalici</p>
<p><b>17. Izrada probnog uzorka na cnc stroju</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Završna provjera znanja pri izradi probnog uzorka .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izraditi probni uzorak na cnc stroju uz prethodnu simulaciju na računalu stroja .</li> </ul>

#### NAPOMENA

- Teorijska nastava ovog predmeta izvodi se u CNC praktikumu koji je pored strojeva opremljen sa računalima ,sa video projektorom i programskim paketima za simulaciju obrade na cnc strojevima.
- Praktične vježbe se obvezno izvode u CNC praktikumu.
- U izvođenju nastave ovog predmeta treba koristiti demonstracijsku opremu uz uporabu računala i LCD projektora.

#### LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

1. Mladen Bošnjaković : Numerički upravljani alatni strojevi,ŠK-Zagreb
2. M. Matošević: Tehnologija obrade i montaže, udžbenik
3. Sva ostala literatura i stručni časopisi koji obrađuju sadržaje nastavnog Predmeta: CNC strojevi.

## 6.4. CAD-CAM TEHNOLOGIJE

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

Cilj programa je:

- da učenika nakon učenja samostalno koristi CAD-CAM programe kao alate za pomoć pri programiranju numerički upravljanih alatnih strojeva .

Zadaće programa su:

- Služiti se nekim od brojnih CAD-CAM programa
- Koristiti osnovne naredbe za crtanje
- Crtati tehničke crteže u 3D geometriji
- Generirati G-cod uz pomoć CAD-CAM programa za tokarenje i glodanje
- Unijeti i prilagoditi generirani G-cod u upravljačko računalo CNC stroja

### SADRŽAJI

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1.Uvod u predmet</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti značaj 3D modeliranja u CNC programiranju</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temeljni pojmovi CAD</li><li>• Značaj rada u CAD programu kao pomoć kod programiranja CNC strojeva</li></ul>
<b>2.Rad u 3D CAD programu</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti sučelje 3D programa</li><li>• Objasniti metodologiju 3Dmodeliranja</li><li>• Koristiti osnovne naredbe za crtanje 3D objekata</li><li>• Nacrtati prizmatični 3D objekt</li><li>• Nacrtati rotacioni 3D objekt</li><li>• Objasniti način dobivanja ostalih podataka o 3D objektu (masa, momenti inercije)</li><li>• Nacrtati jednostavni sklop</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sučelje 3D CAD programa</li><li>• Metodologija 3D modeliranja</li><li>• Izrada skice – osnovne naredbe</li><li>• Naredbe za definiranje skice</li><li>• Osnovne naredbe 3D CAD modeliranja</li><li>• Načini vizualizacije 3D modela</li><li>• Dodatne informacije o 3D modelu</li><li>• Izrada sklopova</li></ul>

<p><b>3.Vježbe</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korištenje znanja o 3D modeliranju za izradu 3D modela na temelju radioničkih crteža</li> </ul>	<p><b>Vježba 1.</b> Sučelje 3D CAD programa – upotreba miša i tipkovnice</p> <p><b>Vježba 2.</b> Metodologija izrade 3D modela</p> <p><b>Vježba 3.</b> Izrada skice i 3D modela jednostavnih tijela(kocka, valjak)</p> <p><b>Vježba 4.</b> Izrada skice i 3Dmodela jednostavnog prizmatičnog predmeta</p> <p><b>Vježba 5.</b> Samostalna upotreba usvojenog znanja</p> <p><b>Vježba 6.</b> Izrada skice i 3Dmodela složenog prizmatičnog predmeta</p> <p><b>Vježba 7.</b> Izrada skice i 3Dmodela jednostavnog rotacionog predmeta</p> <p><b>Vježba 8.</b> Izrada skice i 3Dmodela složenog rotacionog predmeta</p> <p><b>Vježba 9.</b> Samostalna upotreba usvojenog znanja</p> <p><b>Vježba 10.</b> Izrada skice i 3Dmodela složenog prizmatično rotacionog predmeta</p> <p><b>Vježba 11.</b> Vizualizacija i dodavanja materijala 3D modelu</p> <p><b>Vježba 12.</b> Prikupljanje informacija o 3D modelu</p>
------------------------	--	--

		<p><b>Vježba 13.</b> Modeliranje jednostavnog sklopa metodologijom dodavanja tijela u 3D CAD programu</p> <p><b>Vježba 14.</b> Samostalna upotreba naredbi</p>
--	--	--

<b>Nastavna cjelina</b>	<b>Očkovani rezultati</b>	<b>Nastavni sadržaji</b>
<b>1.Rad u CAD-CAM programu –glodanje - 3D glodanje -</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacrtati 3D crtež u CAD-CAM programu</li> <li>• Objasniti potrebne ulazne parametre CAD-CAM programa</li> <li>• Koristiti osnovne operacije 3D glodanja CAD-CAM programa</li> <li>• Pokrenuti simulaciju (2D i 3D) te izvršiti analizu simulacije</li> <li>• Generirati te unijeti G-code u željenu upravljačku napravu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crtanje 3D crteža</li> <li>• Definiranje ishodišta koordinatnog sustava, režimi rada, alati</li> <li>• Osnovne operacije kod 3D glodanje u CAD-CAM programu</li> <li>• Definiranje prilaza i odmaka alata</li> <li>• Pokretanje 2D i 3D simulacije te analize simulacije</li> <li>• Generiranje G-coda za željenu upravljačku napravu</li> <li>• Unos G-coda u upravljačku napravu te izrada simulacije</li> </ul>
<b>2. Vježbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izraditi G-cod u CAD-CAM programu za 3D glodanje</li> </ul>	<p><b>Vježba1.</b> Modeliranje složenog prizmatičnog predmeta</p> <p><b>Vježba2.</b> Modeliranje sirovca, definiranje koordinatnog sustava</p> <p><b>Vježba3.</b> Samostalna vježba</p> <p><b>Vježba4.</b> Izrada tehnološke dokumentacije</p> <p><b>Vježba 5 .</b> Definiranje režima rada, alata , prilaza i odmaka u CAD-CAM programu, definiranje operacija, simulacija, generiranje coda</p> <p><b>Vježba 6.</b> Samostalna vježba. Izrada tehnološke dokumentacije te generiranje G coda</p>

		<p><b>Vježba 7.</b></p> <p>Unos G-coda u upravljačku napravu stroja, analiza, simulacija</p> <p><b>Vježba 8.</b></p> <p>Izrada dijela , analiza izratka</p>
--	--	---

## **NAPOMENA**

Nastava iz ovog predmeta izvodi se u CNC/CAD-CAM praktikumu ili u specijaliziranoj učionici za računalstvo. Učionica mora biti tako opremljena da za vrijeme vježbi omogući individualan praktični rad jednog učenika na jednom računalu. Vježbe se izvode u najmanje dvije grupe učenika do 14 u grupi ovisno o opremljenosti praktikuma (učionice). U nastavi koristiti CAD i CAD-CAM programe koje posjeduje škola i koji su prikladni za primjenu u ovom zanimanju. Razina vježbi i izlaganja treba biti u suglasnosti s praktičnim potrebama u obavljanju poslova zanimanja CNC operater.

## **LITERATURA**

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

- Upute za rukovanje i korištenje licenciranih programa CAD-CAM tehnologije
- Priručnici (vodiči) za primjenu računalnog CAD/CAM programa .
- Priručnici o programiranju CNC strojeva za različite upravljačke jedinice.
- Upute za rukovanje i korištenje licenciranih programa CAD-CAM tehnologije
- Priručnici (vodiči) za primjenu računalnog CAD/CAM programa .
- Priručnici o programiranju CNC strojeva za različite upravljačke jedinice.



## 6.5. POSLUŽIVANJE CNC STROJEVA

### CILJ I ZADAĆE PROGRAMA

Cilj programa je:

- Da učenik nakon učrnja samostalno pripremi i posluži CNC strojeve i primjeni tehničko-tehnološku dokumentaciju za rad s numerički upravljanim alatnim strojevima.

Zadaci programa su :

- Opisati glavne dijelove numerički upravljanih alatnih strojeva, njihovu ulogu, principe i pravila rada na temelju čega će učenici moći izvršiti izbor metoda rada;
- Samostalno služenje upravljačkim računalom na stroju;
- Samostalna priprema numerički upravljanih alatnih strojeva za rad;
- Samostalno posluživanje numerički upravljanih alatnih strojeva;
- Služiti se reznim alatima koji se koriste kod CNC strojeva (odabir, postavljanje, mjerenje)
- Služiti se načinima prijenosa i kopiranja datoteka sa programima
- Primjenjivati standarde i koristiti tehničko-tehnološku dokumentaciju; Formirati disciplinu i odgovornost pri donošenju odluka kod učenika;
- Ukazati na značaj i potrebu za stručnim usavršavanjem i samoobrazovanjem

### SADRŽAJ

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
<b>1. Uvod u predmet</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti ulogu i značaj rada na CNC strojevima</li><li>• Primjeniti sigurnosne mjere pri radu s CNC strojevima</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rad sa CNC strojevima</li><li>• Sigurnosne mjere u radu sa CNC strojevima</li></ul>
<b>2. Materijali reznih oštrica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opisati vrste reznih oštrica alata prema materijalu iz kojeg su izrađene</li><li>• Objasniti odabir i uporabu raznih materijala rezne oštrice alata</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Primjena reznih oštrica alata od brzoreznog čelika</li><li>• Primjena reznih oštrica alata od tvrdog metala</li><li>• Primjena reznih oštrica alata od cermeta</li><li>• Primjena reznih oštrica alata od keramike</li><li>• Primjena reznih oštrica alata od dijamanta</li><li>• Primjena reznih oštrica alata od bor nitrida</li></ul>
<b>3. Prevlake izmjenjivih pločica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti svrhu prevlaka na izmjenjivim reznim pločicama</li><li>• Primjeniti pravilnu izmjenjivu pločicu sa prevlakom za različite režime rada i različite materijale obrade</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vrste prevlaka izmjenjivih pločica</li><li>• Prevlake izmjenjivih pločica od tvrdog metala</li><li>• Prevlake izmjenjivih pločica od cermeta</li><li>• Prevlake izmjenjivih pločica od bor nitrida</li></ul>
<b>4. Oznake kvalitete izmjenjivih pločica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti pojam kvaliteta izmjenjive pločice (Grade)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pojam kvaliteta izmjenjive pločice</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odabrati ispravnu kvalitetu izmjenjive pločice prema materijalu obrade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oznake kvalitete izmjenjive pločice</li> <li>• Izbor kvalitete izmjenjive pločice prema materijalu obrade</li> </ul>
<b>5. Sustav stezanja izmjenjive pločice na držač</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti načine stezanja izmjenjivih pločica na nosač alata</li> <li>• Primjeniti različite vrste stezanja izmjenjivih pločica na nosač alata</li> <li>• Primjeniti izmjenu pločice i održavanje nosača alata u cilju sigurnog rada na CNC stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stezanje izmjenjive pločice vijkom</li> <li>• Stezanje izmjenjive pločice preko otvora i poluge</li> <li>• Stezanje izmjenjive pločice preko otvora i odozgo</li> <li>• Stezanje izmjenjive pločice odozgo</li> <li>• Izmjena pločica na nosaču alata</li> </ul>
<b>6. Katalozi alata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti način korištenja kataloga alata (Sandvik, Iscar...)</li> <li>• Primjeniti alat odabran iz kataloga proizvođača alata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odabir sustava alata</li> <li>• Odabir alata za tokarenje</li> <li>• Odabir alata za glodanje</li> <li>• Odabir alata za bušenje</li> <li>• Odabir alata za odrezivanje i utore</li> <li>• Odabir alata za navoje</li> </ul>
<b>7. Zamjena alata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvršiti zamjenu i mjerenje alata</li> <li>• Izvršiti upis novih podataka u datoteku alata u upravljačkom računalu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pozicioniranje alata za zamjenu</li> <li>• Priprema novog alata za uporabu</li> <li>• Stezanje alata u nosač</li> <li>• Mjerenje novog alata</li> <li>• Korekcija podataka o alatu u datoteci upravljačkog računala</li> </ul>
<b>8. Definiranje obratka na CNC glodalici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti načine stezanja obratka na stolu CNC glodalice</li> <li>• Izvesti pozicioniranje i mjerenje obratka</li> <li>• Upisati izmjerene vrijednosti u upravljačko računalo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pozicioniranje obratka na stolu CNC glodalice</li> <li>• Stezanje obratka u steznu napravu</li> <li>• Mjerenje obratka</li> <li>• Unos izmjerenih vrijednosti u upravljačko računalo</li> </ul>
<b>9. Radijus vrha oštrice alata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opisati ulogu radijusa vrha oštrice alata</li> <li>• Odabrati izmjenjivu pločicu sa radijusom vrha oštrice prema različitim kriterijima režima obrade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uporaba malog radijusa vrha oštrice alata</li> <li>• Uporaba velikog radijusa vrha oštrice alata</li> <li>• Odnos radijusa vrha oštrice alata i posmaka</li> <li>• Odnos radijusa vrha oštrice alata i dubine rezanja</li> </ul>
<b>10. Odvajanje strugotine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasniti nastanak strugotine i način odvajanja</li> <li>• Prepoznati oblike strugotine pri različitim obradama</li> <li>• Otkloniti greške uzrokovane lošim odvajanjem strugotine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Način odvajanja strugotine</li> <li>• Faktori utjecaja na odvajanje strugotine</li> <li>• Oblici strugotine</li> <li>• Otklanjanje grešaka neispravnog odvajanja strugotine</li> </ul>

<b>11. Oštećenje rezne oštrice alata</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepoznati vrstu oštećenja i uzrok</li> <li>• Otkloniti uzroke oštećenja rezne oštrice alata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste oštećenja rezne oštrice alata</li> <li>• Uzroci oštećenja rezne oštrice alata</li> <li>• Otklanjanje uzroka oštećenja rezne oštrice alata</li> </ul>
<b>12. Vježbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primjena stečenog znanja i vještina posluživanja CNC tokarilice i CNC glodalice</li> <li>• Izvođenje zadanih vježbi na CNC stroju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vježba 1.</b> Uključivanje stroja i kontrola osnovnih uvjeta za siguran rad CNC stroju</li> <li>• <b>Vježba 2.</b> Unos programa u upravljačku jedinicu</li> <li>• <b>Vježba 3.</b> Zamjena izmjenjive pločice na nosaču</li> <li>• <b>Vježba 4.</b> Zamjena alata u nosaču, mjerenje alata i upis podataka o alatu u upravljačko računalo</li> <li>• <b>Vježba 5.</b> Odabir alata za tokarenje iz kataloga alata</li> <li>• <b>Vježba 6.</b> Odabir alata za glodanje iz kataloga alata</li> <li>• <b>Vježba 7.</b> Pozicioniranje, mjerenje i upis podataka o obratku u upravljačko računalo glodalice</li> <li>• <b>Vježba 8.</b> Provjera programa-simulacija obrade</li> <li>• <b>Vježba 9.</b> Izrada probnog uzorka na CNC tokarilici</li> <li>• <b>Vježba 10.</b> Izrada probnog uzorka na CNC tokarilici</li> </ul>

## LITERATURA

Za učenike:

Prema *Katalogu obveznih udžbenika i pripadajućih dopunskih nastavnih sredstava* Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa

Za nastavnike:

Mladen Bošnjaković: Numerički upravljani alatni strojevi "Školska knjiga", Zagreb  
Sva ostala literatura i stručni časopisi koji obrađuju sadržaje nastavnog predmeta posluživanje CNC strojeva.

## **7. Završni rad**

Završni rad reguliran je Zakonom o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi (Narodne novine 87/08., 86/09., 92/10. i 105/10.), Zakonom o strukovnom obrazovanju (Narodne novine 30/09.) i Pravilnikom o izradi i obrani završnog rada (Narodne novine 118/09.).

Izradba i obrana završnoga rada provodi se u organizaciji ustanove za strukovno obrazovanje sukladno godišnjemu planu i programu rada ustanove, odnosno školskome kurikulumu.