

# Naziv: PRAVILNIK O PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA STRUČNIH PREDMETA SREDNJEG STRUČNOG OBRAZOVANJA I VASPITANJA U PODRUČJU RADA ELEKTROTEHNIKA I MAŠINSTVO I OBRADA METALA

Na osnovu člana 67. stav 4. Zakona o osnovama sistema obrazovanja i vaspitanja („Službeni glasnik RS”, br. 88/17, 27/18 - dr. zakon, 10/19, 6/20 i 129/21),

Ministar prosvete donosi

## **Pravilnik o planu i programu nastave i učenja stručnih predmeta srednjeg stručnog obrazovanja i vaspitanja u području rada Elektrotehnika i Mašinstvo i obrada metala**

Pravilnik je objavljen u „Sl. glasniku RS“ - Prosvetni glasnik, br. 8/2023 od 24. avgusta 2023. god.

**NAPOMENA: Ovaj pravilnik se primenjuje od 1. septembra 2023. god.**

### **Član 1.**

Ovim pravilnikom utvrđuje se plan i program nastave i učenja stručnih predmeta srednjeg stručnog obrazovanja i vaspitanja u području rada Elektrotehnika i Mašinstvo i obrada metala za obrazovni profil tehničar mehatronike, koji je odštampan uz ovaj pravilnik i čini njegov sastavni deo.

### **Član 2.**

Plan i program nastave i učenja za obrazovni profil tehničar mehatronike ostvaruje se i u skladu sa Rešenjem o usvajanju standarda kvalifikacije „Tehničar mehatronike“ („Službeni glasnik RS - Prosvetni glasnik“, broj 1/23).

### **Član 3.**

Danom početka primene ovog pravilnika prestaje da važi Pravilnik o nastavnom planu i programu stručnih predmeta srednjeg stručnog obrazovanja u području rada Elektrotehnika i Mašinstvo i obrada metala („Službeni glasnik RS - Prosvetni glasnik“, br. 10/14, 2/18 i 13/20).

Učenici upisani u srednju školu zakљučno sa školskom 2022/2023. godinom u području rada Elektrotehnika i Mašinstvo i obrada metala za obrazovni profil tehničar mehatronike, u četvorogodišnjem trajanju, stiču obrazovanje po Pravilniku iz člana 3. stav 1. ovog pravilnika, najkasnije do kraja školske 2026/2027. godine.

### **Član 4.**

Ovaj pravilnik stupa na snagu narednog dana od dana objavljivanja u „Službenom glasniku Republike Srbije - Prosvetnom glasniku“, a primenjuje se od školske 2023/2024. godine.

Broj 110-00-77/2023-03

U Beogradu, 21. avgusta 2023. godine

Ministar,

prof. dr Slavica Đukić Dejanović, s.r.





|   |                       |  |  |  |
|---|-----------------------|--|--|--|
| Jezik drugog naroda ili nacionalne manjine sa elementima nacionalne kulture | 2 časa nedeljno       |  |  |  |
| Treći strani jezik  | 2 časa nedeljno       |  |  |  |
| Drugi predmeti*   | 1-2 časa nedeljno     |  |  |  |
| Stvaralačke i slobodne aktivnosti učenika (hor, sekcija drugo)              | 30-60 časova godišnje |  |  |  |
| Društvene aktivnosti (učenički parlament, učeničke zadruge)                 | 15-30 časova godišnje |  |  |  |
| Kulturna i javna delatnost škole  | 2 radna dana          |  |  |  |

\* Pored navedenih predmeta, škola može da organizuje, u skladu sa opredeljenjima učenika, fakultativnu nastavu iz predmeta koji su utvrđeni nastavnim planovima drugih obrazovnih profila istog ili drugog područja rada, nastavnim planovima gimnazije ili po programima koji su ranije objavljeni

### Ostvarivanje školskog programa po nedeljama

|   | I RAZRED časova | II RAZRED časova | III RAZRED časova | IV RAZRED časova |
|---|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| Razredno časovna nastava                | 36              | 34               | 34                | 31               |
| Mentorski rad (nastava u bloku, praksa) | 1               | 3                | 3                 | 3                |
| Obavezne vannastavne aktivnosti         | 2               | 2                | 2                 | 2                |
| Maturski ispit                          |                 |                  |                   | 3                |
| Ukupno radnih nedelja                   | 39              | 39               | 39                | 39               |

### Podela odeljenja u grupe

| razred | predmet/modul  | godišnji fond časova |                   | Učenje kroz rad | nastava u bloku | broj učenika u grupi -do |
|--------|--|----------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
|        |  | vežbe                | praktična nastava |                 |                 |                          |
| I      | Računarstvo i informatika                                | 72                   |                   |                 |                 | 15                       |
|        | Tehničko crtanje   | 108                  |                   |                 |                 | 15                       |
|        | Osnove elektrotehnike                                    | 38                   |                   |                 |                 | 15                       |
|        | Elektromontažna priprema                                 |                      | 72                |                 | 30              | 15                       |
| II     | Osnove elektrotehnike                                    | 34                   |                   |                 |                 | 15                       |
|        | Programiranje  | 68                   |                   |                 |                 | 15                       |
|        | Hidraulične i pneumatske komponente                      |                      |                   |                 | 90              | 15                       |
|        | Elektronika  | 34                   |                   |                 |                 | 15                       |
|        | Merenje neelektričnih veličina                           | 68                   |                   |                 |                 | 15                       |
| III    | Digitalna elektronika i mikrokontrolери                  | 68                   |                   |                 |                 | 10                       |
|        | Sistemi upravljanja u mehatronici                        | 68                   |                   |                 | 30              | 10                       |
|        | Električni pogon i oprema u mehatronici                  | 68                   |                   |                 | 30              | 10                       |
|        | Modeliranje mašinskih elemenata i konstrukcija           | 102                  |                   |                 | 102             | 10                       |
|        | Hidraulički i pneumatski sistemi kao objekti upravljanja | 102                  |                   |                 | 102             | 10                       |
| IV     | Preduzetništvo   | 62                   |                   |                 |                 | 15                       |
|        | Mehatronika u industriji                                 | 124                  |                   |                 | 124             | 10                       |
|        | Testiranje i dijagnostika mehatronskih sistema           | 124                  |                   |                 | 124             | 30                       |
|        | Održavanje i montaža mehatronskih sistema                | 124                  |                   |                 | 124             | 30                       |
|        | Programabilni logički kontrolери                         | 62                   |                   |                 |                 | 30                       |
|        | Digitalno upravljanje električnim pogonima               | 62                   |                   |                 |                 | 10                       |
|        | Veštacka inteligencija                                   | 68/62                |                   |                 |                 | 10                       |

### B1: OBAVEZNI STRUČNI PREDMETI

#### Naziv predmeta: MAŠINSKI MATERIJALI

##### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| I      | 72                |       |                   |                 | 72     |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

## 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa svojstvima mašinskih materijala
- Upoznavanje učenika sa vrstama i karakteristikama tehničkog gvožđa, čelika
- Upoznavanje učenika sa vrstama i karakteristikama obojenih metala
- Upoznavanje učenika sa vrstama i karakteristikama polimernih i ostalih materijala u mašinstvu
- Upoznavanje učenika sa vrstama reciklaže i načinima upravljanja otpadom
- Razvijanje svesti o značaju zaštite životne sredine
- Razvijanje sposobnosti za primenu znanja o materijalima u praksi

## 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                          | ISHODI   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA   |
|-------------------------------|--|---|
|                               | <b>ISHODI</b><br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da: <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede značaj i podelu mašinskih materijala</li> <li>• opiše hemijska svojstva materijala</li> <li>• objasni fizička i mehanička svojstva materijala</li> <li>• razlikuje pojam mase, težine, temperature topljenja, električne i toplotne provodljivosti materijala</li> <li>• očita vrednost zatezne čvrstoće, tvrdoće i žilavosti sa dijagrama ili iz tabele i shvati njihov red veličina</li> </ul>                      | <b>PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Značaj, podela i vrsta mašinskih materijala</li> <li>• Hemijska svojstva materijala</li> <li>• Fizička svojstva materijala</li> <li>• Mehanička svojstva materijala</li> <li>• Ispitivanje mehaničkih svojstava materijala</li> <li>• Tehnološka svojstva materijala</li> <li>• Tehnološka ispitivanja materijala</li> <li>• Ispitivanja materijala bez razaranja</li> <li>• Korozija i zaštita materijala od korozije</li> <li>• Uzroci korozije u hidrauličnim i pneumatskim sistemima</li> </ul> |
| Svojstva mašinskih materijala | <ul style="list-style-type: none"> <li>• prepozna osnovne metode ispitivanja mehaničkih, tehnoloških i hemijskih svojstava materijala</li> <li>• ispiša svojstva materijala u laboratoriji</li> <li>• nabroji osnovna tehnološka svojstva materijala i shodno tome pogodnost za određenu vrstu obrade</li> <li>• prepozna pojavu i štetnost korozije kod metalnih proizvoda</li> <li>• razlikuje načine zaštite od korozije</li> <li>• identificuje mesta i uzroke pojave korozije u hidrauličnim i pneumatskim sistemima</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehnološka svojstva materijala</li> <li>• Tehnološka ispitivanja materijala</li> <li>• Ispitivanja materijala bez razaranja</li> <li>• Korozija i zaštita materijala od korozije</li> <li>• Uzroci korozije u hidrauličnim i pneumatskim sistemima</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: hemijska, fizička, mehanička i tehnološka svojstva mašinskih materijala, korozija</p>  |
| Struktura metala i legura     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše monokristalni, polikristalni i amorfni oblik materijala</li> <li>• poredi osnovne tipove kristalnih rešetki kod metala</li> <li>• definije proces kristalizacije i nacrtaj dijagram hlađenja</li> <li>• opiše sve ostale tipove legura bez crtanja dijagrama i očitavanja sastava faze</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amorfni i kristalni materijali</li> <li>• Kristalna građa materijala</li> <li>• Proces kristalizacije</li> <li>• Kristali legura</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: amorfni i kristalni materijali, kristalizacija</p>   |
| Tehničko gvožđe               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede osnovna svojstva hemijski čistog Fe i opiše pojave pri zagrevanju i hlađenju</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemijski čisto Fe</li> <li>• Sirovo gvožđe</li> </ul>  |

|                                      |   |  |
|--------------------------------------|---|--|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• primjenjuje stručnu terminologiju u vezi sa Fe</li> <li>• navede osnovne svojstva sirovog gvožđa</li> <li>• navede osnovna svojstva livenog gvožđa i uticaj primesa na njegov kvalitet</li> <li>• opiše postupak dobijanja sivog liva</li> <li>• objasni svojstva i mogućnosti primene sivog liva</li> <li>• prepozna ostale vrste livenog gvožđa i njihovu primenu u praksi</li> <li>• navede hidrauličke i pneumatske komponente izrađene od tehničkog gvožđa</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liveno gvožđe</li> <li>• Primena tehničkog gvožđa za izradu hidrauličnih i pneumatskih komponenti</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: gvožđe, sirovo i liveno gvožđe</p>   |
| Čelik                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede osnovna svojstva čelika</li> <li>• objasni uticaj ugljenika na mehaničke karakteristike čelika</li> <li>• navede uticaje stalnih i legirajućih elemenata na svojstva čelika</li> <li>• identificuje oznake čelika po SRPS</li> <li>• napiše oznake čelika za zadate karakteristike</li> <li>• navede klasifikaciju čelika na konstrukcione i alatne čelike</li> <li>• opiše namenu najčešće korišćenih vrsta čelika</li> <li>• navede hidraulične i pneumatske komponente izrađene od čelika</li> <li>• primeni odgovarajuće vrste čelika u praksi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Čelik, svojstva i vrste</li> <li>• Označavanje čelika po SRPS(ISO,DIN,GOST..)</li> <li>• Konstrukcioni čelici</li> <li>• Alatni čelici</li> <li>• Tvrde legure</li> <li>• Čelici kao materijali hidrauličnih i pneumatskih komponenti</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: čelik, oznaka čelika, čelik za hidraulične i pneumatske komponente</p> |
| Termička termohemijska obrada metala | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni značaj termičke obrade na promenu strukture materijala i njegovih mehaničkih svojstava</li> <li>• prepozna osnovne vidove termičke obrade i postupke izvođenja</li> <li>• navede koje se vrste čelika podvrgavaju određenoj vrsti termičke obrade</li> <li>• objasni kako se menjaju mehaničke karakteristike čelika pri različitim vrstama termičke obrade</li> <li>• prepozna postupke termohemijske obrade</li> <li>• navede zašto i kada se primenjuju pojedine vrste termohemijske obrade</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam, zadatak i režimi termičke obrade</li> <li>• Žarenje</li> <li>• Kaljenje</li> <li>• Normalizacija, otpuštanje i poboljšavanje</li> <li>• Termohemijska obrada</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: termička obrada, kaljenje, žarenje,termohemijska obrada</p>  |
| Obojeni metali                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše razliku između lakih i teških obojenih metala</li> <li>• napiše oznake legura za zadata svojstva i sastav legure</li> <li>• prepozna i pročita oznake legure obojenih metala</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laki i teški obojeni metali i njihove legure</li> <li>• Označavanje legura obojenih metala</li> <li>• Bakar i njegove legure</li> <li>• Aluminijum i njegove legure</li> </ul>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede svojstva i primenu osnovnih legura bakra, aluminijuma magnezijuma</li> <li>• navede osnovna svojstva i primenu ostalih obojenih metala i njihovih legura</li> <li>• prepozna osnovne legure prema boji i specifičnoj gustini</li> <li>• navede hidrauličke i pneumatske komponente koje se izrađuju od obojenih metala</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ostali obojeni metali i legure (cink, oovo, mangan, ihrom, nikl, molibden, volfram, vanadijum, titan - svojstva, primena, standard označavanja)</li> <li>• Primena obojenih metala u hidraulici i pneumatici</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: legure bakra, magnezijuma i aluminijuma</p> |
| Polimerni materijali                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše polimerne materijale</li> <li>• objasni strukturu polimernih materijala</li> <li>• analizira razlike između elastomera, plastomera i duromera</li> <li>• navede namene polimernih materijala</li> <li>• prepozna potrebu za primenom polimernih materijala u elektrotehnici i mašinstvu</li> <li>• navede hidraulične i pneumatske komponente izrađene od polimernih materijala</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polimerni materijali (elastomeri, plastomeri i duromeri)</li> <li>• Struktura polimera</li> <li>• Primena polimera u elektrotehnici i mašinstvu</li> <li>• Polimerni materijali u hidraulici i pneumatici</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: elastomeri, plastomeri i duromeri</p>          |
| Ostali materijali u mašinstvu                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše polimerne, sinterovane materijale, navede osnovna svojstva i primenu</li> <li>• navede osnovna svojstva stakla, prirodnih materijala i sredstava za hlađenje i podmazivanje</li> <li>• prepozna značaj pojedinih materijala u hidraulici i pneumatici</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompozitni materijali</li> <li>• Sinterovani materijali</li> <li>• Staklo</li> <li>• Prirodni materijali - drvo i koža</li> <li>• Sredstva za hlađenje i podmazivanje</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: kompozitni materijali, sinterovani materijali, staklo</p>                          |
| Otpad tehničkih materijala i zaštita životne sredine | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede vrste otpada i načine upravljanja otpadom</li> <li>• objasni značaj reciklaže i potrebu za zaštitom životne sredine</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste otpada i upravljanje otpadom</li> <li>• Pojam i vrste reciklaže</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: otpad, reciklaža</p>   |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinima ocenjivanja. Predmet se realizuje kroz teorijsku nastavu u učionici, specijalizovanoj učionici ili odgovarajućem kabinetu. Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Svojstva mašinskih materijala (14 časova)
- Struktura metala i legura (8 časova)
- Tehničko gvožđe (6 časova)
- Čelik (10 časova)
- Termička i termohemijska obrada (8 časova)
- Obojeni metali (9 časova)
- Polimerni materijali (6 časova)
- Ostali materijali u mašinstvu (8 časova)
- Otpad tehničkih materijala i zaštita životne sredine (3 časova)

Prilikom realizacije tema osloniti se na predznanja učenika iz fizike i hemije. Preporuka je da se oblast Metode ispitivanja svojstva materijala u okviru teme Svojstva mašinskih materijala realizuje praktično u specijalizovanoj učionici. Koroziju i

zaštitu od korozije obraditi teorijski jer će praktični deo biti održan u okviru predmeta Elektro-mašinska priprema. Sledeće sadržaje: vrste tehničkog gvožđa, legure obojenih metala, nemetalni objašnjavati uz pomoć uzoraka. Posebno obratiti pažnju na značaj svojstava materijala pri njihovom izboru za izradu pojedinih delova (na primer, za izradu ručne dizalice, bira se sivi liv koji odlično podnosi pritisak, ali ne i zatezanje...). Poznavanje svojstava materijala je veoma bitno za realizaciju predmeta Mehanika (modul Otpornost mmaterijala), jer su svojstva materijala osnov za dimenzionisanje mašinskih delova.

Temu Struktura metala i legura povezati sa temom Svojstva mašinskih materijala (da učenici shvate kako pojedine strukture metala i legura utiču na njihova svojstva).

Posebnu pažnju obratiti na temu Čelici s obzirom na značaj ove legure u mašinskoj industriji. Pri obradi legiranih čelika navesti kako pojedini legirajući elementi utiču na svojstva čelika. Takođe, naglasiti razliku između čelika i livenog gvožđa.

Insistirati na sistematičnosti i primeni stečenih znanja u praksi.

U temi Termička i termohemijska obrada metala poseban akcenat staviti na način promene mehaničkih svojstava materijala pri pojedinim vrstama termičke obrade kroz primere iz prakse (na primer, površinski se kale zupčanici jer se na taj način dobija visoka površinska tvdroća, otpornost na habanje, udarna dinamička opterećenja).

Pri obradi teme Obojeni metali posebnu pažnju posvetiti bakru, aluminiju i cinku. Dati zanimljive primere primene iz prakse. Takođe, navesti i primere koji nisu vezani za tehniku, ali mogu biti učenicima zanimljivi (na primer: za bakar - alhemičari su pokušali da bakar pretvore u zlato, oznaka za bakar je ista kao za ženski pol, bitan je za imuni sistem i sl; aluminijum - da se od 27 grama aluminija može izvući žica od 1000 metara, da je do pronalaska elektrolize bio skuplji od zlata i slično).

Naglasiti značaj polimernih materijala i ostalih materijala u mašinstvu i potrebu da sve češće zamenjuju metalne materijale.

U temi Otpad tehničkih materijala i zaštita životne sredine naglasiti značaj reciklaže, upravljanja otpadom i zaštite životne sredine.

Kada go je moguće, koristiti uzorce materijala. Neophodna je korelacija sa predmetima Elektro-mašinska priprema i Mehanika.

Izbor metoda i oblika rada za svaku temu određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode (metoda usmenog izlaganja i dijaloška metoda), metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode, laboratorijske metode. Predloženi oblici rada su frontalni, rad u grupi, rad u paru, individualni rad.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orijentisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih ili pismenih radova, testova, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika. Sumativno ocenjivanje može se delimično sprovoditi i u mašinskim radionicama gde bi učenici prepoznавали pojedine materijale od koji su izrađeni konkretni mašinski delovi, učeniku objasniti namena dela, a potom da učenik objasni zašto je deo izrađen baš od tog materijala.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje.

### **Naziv predmeta: TEHNIČKO CRTANJE**

#### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| I      |                   | 108   |                   |                 | 108    |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa standardima i mogućnostima primene tehničkog crtanja
- Osposobljavanje učenika da samostalno izrađuje jednostavne tehničke crteže pomoću pribora
- Osposobljavanje učenika da samostalno čita tehničke crteže
- Razvijanje tačnosti, urednosti i preciznosti kod učenika

- Osposobljavanje učenika za razumevanje i korišćenje mogućnosti predstavljanja geometrijskih modela pomoću računara
- Ovladavanje principima organizacije cad softvera i uvežbavanje njihovog korišćenja
- Priprema za dalje obrazovanje iz oblasti modeliranja mašinskih delova i za izradu grafičkih radova iz drugih stručnih predmeta

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                       | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|----------------------------|---|--|
| Standardi i tehnički crtež | <ul style="list-style-type: none"> <li>koristi pribor za tehničko crtanje</li> <li>izabere standardnu razmeru, tipove linija i format crteža</li> <li>odabere i popuni zaglavla i označi tehnički crtež</li> <li>poznaće standarde i njihovu primenu</li> <li>crti u razmeri</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Materijal i pribor za tehničko crtanje</li> <li>Standardizacija i standardi</li> <li>Vrste formata, označavanje i pakovanje tehničkih crteža</li> <li>Razmera</li> <li>Tipovi i debljine linija</li> <li>Zaglavla i sastavnice</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: standardni tehnički crtež, razmera</p>  |
| Geometrijsko crtanje       | <ul style="list-style-type: none"> <li>crti osnovne geometrijske konstrukcije u ravni</li> <li>konstruiše paralelne i normalne prave</li> <li>konstruiše simetrale duži i uglova</li> <li>konstruiše pravilne mnogouglove</li> <li>spaja geometrijske elemente lukom zadatog poluprečnika</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Osnovne geometrijske konstrukcije: paralele, normale, simetrala duži i ugla</li> <li>Konstrukcija pravilnih mnogouglova</li> <li>Krive linije</li> <li>Spajanje krivih i pravih linija</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: geometrijske konstrukcije, krive linije</p>   |
| Projiciranje               | <ul style="list-style-type: none"> <li>razlikuje vrste projekcija</li> <li>prikaže predmete u ortogonalnoj projekciji</li> <li>nacrti izometrijski izgled na osnovu pravougaonih izgleda</li> <li>nacrti treći izgled na osnovu dva data</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vrste projiciranja</li> <li>Ortogonalno projiciranje</li> <li>Pogledi, izgledi i njihov raspored</li> <li>Projiciranje ravanskih geometrijskih slika</li> <li>Crtanje projekcija na osnovu predmeta datog u izometriji</li> <li>Crtanje trećeg izgleda na osnovu dva data</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: ortogonalno projiciranje, crtanje projekcija</p>   |
| Pravila tehničkog crtanja  | <ul style="list-style-type: none"> <li>kotira elemente prema standardima tehničkog crtanja</li> <li>unesi oznake za tolerancije na tehničkim crtežima</li> <li>skicira i nacrti jednostavnije delove u preseku</li> <li>nacrti tehnički crtež prema zadatim dimenzijama</li> <li>nacrti detalje crteža</li> <li>nacrti jednostavni sklopni crtež po svim pravilima tehničkog crtanja</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kotiranje</li> <li>Tolerancija dužina, uglova, oblika i položaja, slobodnih mera</li> <li>Označavanje kvaliteta obrađenih površina</li> <li>Preseci mašinskih delova</li> <li>Crtanje mašinskih elemenata</li> <li>Skiciranje i njegova uloga u tehničkom crtanju</li> <li>Crtanje prema zadatim dimenzijama</li> <li>Izrada crteža detalja</li> <li>Crtanje jednostavnijih sklopova</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: kotiranje, preseci, skiciranje, crtanje detalja, crtanje sklopova</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Korisnički interface CAD programa - radno okruženje                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pokrene program</li> <li>• objasni radno okruženje</li> <li>• promeni boju pozadine</li> <li>• napravi izbor paleta</li> <li>• izvrši selekciju/deselekciju funkcijskih tastera u okviru statusne linije</li> <li>• objasni funkciju svakog tastera miša</li> <li>• navede neke od osnovnih komandi (New, Open, Save, Save as, Undo, Redo, Plot, Properties...)</li> <li>• navede načine zadavanja komandi, završavanje, prekidanje, poništavanje ili vraćanje komande</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni elementi radnog okruženja:</li> <li>-naslovna linija</li> <li>-linija padajućih menija</li> <li>-radna površina</li> <li>-palete sa komandama</li> <li>-statusna linija</li> <li>-komandna linija</li> <li>-horizontalni i vertikalni klizač</li> <li>-koordinatni sistem</li> <li>-prikaz koordinata</li> <li>• Uređaji za komunikaciju (tastatura, miš)</li> <li>• Osnovne komande</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi: CAD program</b></p>  |
| Podešavanje radnih parametara crteža, komande za kontrolu prikaza            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• izvrši izbor jedinica za crtanje (mm)</li> <li>• definiše granice crteža</li> <li>• aktivira alate Snap and Grid, Polar Tracking, OSNAP, Dynamic Input</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radni parametri crteža:</li> <li>-jedinice za crtanje(mm)</li> <li>-granice crteža</li> <li>• Snap and Grid, Polar Tracking, OSNAP, Dynamic Input</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi: parametri crteža</b></p>  |
| Crtanje, komande za crtanje, komande za geometrijsku vezu nacrtanih objekata | <ul style="list-style-type: none"> <li>• primenjuje sve načine crtanja (apsolutne, relativne i polarne koordinate)</li> <li>• primenjuje opciju za ortogonalno crtanje</li> <li>• koristi komande za crtanje (linija, poluprava, konstrukciona linija, dupla linija, multi-segmentna linija, poligon, pravougaonik, kružnica, glatka kriva linija, elipsa, tačka, region, tabela, šrafiranje, blokovi, insertovanje blokova, unos teksta)</li> <li>• definiše i unosi stil teksta u crtež</li> <li>• unosi kraće i duže tekstove (Single line text i Multiline Text)</li> <li>• koristi komande za geometrijsku vezu nacrtanih objekata (podudarnost, upravnost, paralelnost, tangentnost, horizontalnost, vertikalnost, kolinearnost, koncentričnost, spajanje dve krive linije sa korekcijom spoja, simetričnost, jednakost dužina, fiksiranje)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Načini crtanja</li> <li>-posredstvom apsolutnih koordinata</li> <li>-posredstvom relativnih koordinata</li> <li>-posredstvom polarnih koordinata</li> <li>• Komande za crtanje: linija, poluprava, konstrukciona linija, dupla linija, multi-segmentna linija, poligon, pravougaonik, kružnica, glatka kriva linija, elipsa, tačka, region, tabela, šrafiranje, blokovi, insertovanje blokova, unos teksta</li> <li>• Komande za geometrijsku vezu nacrtanih objekata: podudarnost, upravnost, paralelnost, tangentnost, horizontalnost, vertikalnost, kolinearnost, koncentričnost, spajanje dve krive linije sa korekcijom spoja, simetričnost, jednakost dužina, fiksiranje</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi: komande za crtanje</b></p> |
| Modifikacija nacrtanih objekata  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• koristi komande za modifikaciju nacrtanih objekata (brisanje, kopiranje, kopiranje u ogledalu, paralelno kopiranje, višestruko kopiranje, pomeranje, rotiranje, skaliranje, razvlačenje, produžavanje, odsecanje, itd.)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komande za modifikaciju nacrtanih objekata: brisanje, kopiranje, kopiranje u ogledalu, paralelno kopiranje, višestruko kopiranje, pomeranje, rotiranje, skaliranje, razvlačenje, produžavanje, odsecanje, itd.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi: komande za modifikaciju</b></p>  |
| Nivo ili sloj -layer   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše nivo ili sloj - layer</li> <li>• objasni načine pozivanja komande za definisanje nivoa ili sloja</li> <li>• kreira novi layer</li> <li>• izvrši izbor tekućeg layer-a</li> <li>• promeni layer nacrtanog objekta</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivo ili sloj - layer</li> <li>• Komande za definisanje novog layer-a</li> <li>• Komande za promenu razmere određenih tipova linija - LTS</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi: komande za definisanje layer-a</b></p>  |

|               |   |   |
|---------------|---|---|
|               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• promeni razmere određenih tipova činija - LTS</li> </ul>   |   |
| Kotiranje     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni načine pozivanja komande za definisanje kotnog stila</li> <li>• podesi različite karakteristike kotnog stila</li> <li>• kreira sopstveni stil kotiranja</li> <li>• koristi komande za kotiranje</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definisanje kotnog stila (Dimension Style)</li> <li>• Kreiranje novog kotnog stila (kartice)</li> <li>• Komande za kotiranje</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: komande za kotiranje</p>   |
| Izrada crteža | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kreira crteže</li> <li>• dodaje poglede na crtež</li> <li>• koristi modifikovanje pogleda</li> <li>• primenjuje projekcije</li> <li>• primenjuje preseke</li> <li>• koristi dodavanje detalja</li> <li>• kotira elemente prema standardima tehničkog crtanja</li> <li>• unese oznake za toleranciju</li> <li>• oprema crtež</li> <li>• generiše tablice</li> <li>• modifikuje tablice</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kreiranje crteža</li> <li>• Dodavanje pogleda</li> <li>• Projekcije</li> <li>• Preseci</li> <li>• Modifikovanje pogleda</li> <li>• Dodavanje detanja</li> <li>- kotiranje</li> <li>- osne linije</li> <li>- ostali pomoći elementi</li> <li>- modifikovanje pomoćnih elemenata</li> <li>• Oprema crteža:</li> <li>- okvir i tablice (radionička i sklopna)</li> <li>- generisanje tablice</li> <li>- modifikovanje tablice</li> <li>- kotiranje elemenata</li> <li>- oznake za toleranciju</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: izrada crteža u CAD programu</p> |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinom ocenjivanja.

Predmet se realizuje kroz vežbe u kabinetu za tehničko crtanje i računarskom kabinetu. Prilikom ostvarivanja programa odeljenje se deli na grupe do 15 učenika. Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Standardi i tehnički crtež (6 časova)
- Geometrijsko crtanje (9 časova)
- Projiciranje (15 časova)
- Pravila tehničkog crtanja (16 časova)
- Korisnički interface programa-radno okruženje (5 časova)
- Podešavanje radnih parametara crteža, komande za kontrolu prikaza (4 časa)
- Crtanje, komande za crtanje, komande za geometrijsku vezu nacrtanih objekata (10 časova)
- Modifikacija nacrtanih objekata (10 časova)
- Nivo ili sloj -layer (5 časa)
- Kotiranje (6 časa)
- Izrada tehničkih crteža (22 časa)

U realizaciji prve četiri teme, osloniti se na predznanja učenika iz matematike i tehnike i tehnologije iz osnovne škole, a u realizaciji narednih tema osloniti se na predznanje iz pravila tehničkog crtanja i projiciranja i informatike i računarstva.

Izbor metoda i oblika rada za svaku temu određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode, metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode, metode grafičkih radova.

Predloženi su sledeći oblici rada: frontalni, rad u grupi i individualni rad.

Preporuka je da se kod realizacije teme pravila tehničkog crtanja i projiciranja, gde učenici samostalno crtaju i projiciraju konkretnе primere, počne od jednostavnijih primera, a potom kada se savladaju predviđeni ishodi, pređe na složenije zadatke. Takođe, sve zadatke za učenike pripremiti kroz različite nivoe postignuća.

U toku realizacije prvog modula, poželjno je izraditi dva grafička rada (kod kuće ili u školi):

I grafički rad: izrada crteža detalja (preseci, kotiranje, tolerancije i kvalitet obrade)

II grafički rad: crtanje i razrada crteža jednostavnijeg sklopa na osnovu skice

U realizaciji drugog modula, nastavnik priprema potrebne elemente za vežbu, demonstrira rad na računaru, prati rad učenika na radnom mestu, pomaže i ukazuje na greške pri radu.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Kada je u pitanju nastava orientisana ka ishodima, mora se pratiti napredak učenika u kontinuitetu. Vrednovanje ostvarenosti ishoda vršiti kroz: praćenje ostvarenosti ishoda, testove znanja i testove praktičnih veština. Pravilnom procenom „dubine“ usvajanja znanja (znanje, razumevanje, primena, analiza, sinteza, evaluacija), nastavnik pravilno vrednuje proces nastave i učenja, produkte učenja i sopstveni rad. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje potrebno je vršiti na kraju svake realizovane teme (ili u toku realizacije teme). Sumativne ocene se mogu izvesti iz različitih načina vrednovanja (kontrolni zadaci, praktični zadaci, grafički radovi, samostalnih radova, grupnih radova). Potrebno je dozvoliti da učenici ocenuju jedni druge kao i da vrše samoprocenu ostvarenih ishoda. Ocenjivanje mora da bude u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju.

U toku realizacije nastave iz jednog modula, nastavnik daje priliku učeniku da popravi ocenu iz modula koji su ranije realizovani.

Instrumente za formativno ocenjivanje nastavnik bira prema vrsti aktivnosti koja se vrednuje. U procesu učenja nastavnik je moderator koji usmerava i podstiče rad učenika. Nastavnik animira učenike, ohrabruje, koristi ideje učenika za analizu ključnih pojmovra i sadržaja. Nastavnik prilagođava podučavanje na osnovu povratne informacije koju dobija od učenika. Kada je u pitanju izrada samostalnih radova ili grafičkih radova može se primeniti „ček lista“ u kojoj si prikazani nivoi postignuća učenika sa pokazateljima ispunjenosti, a nastavnik treba da označi pokazatelj koji odgovara učeniku.

### Naziv predmeta: MEHANIKA

#### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| I      | 108               |       |                   |                 | 108    |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Razumevanje osnovnih zakona i principa statike
- Osposobljavanje učenika za rešavanje problema ravnoteže statički opterećenih tela
- Upoznavanje učenika sa aksiomama statike, sistemima sila u ravni, uslovima njihove ravnoteže, težištem i trenjem
- Upoznavanje učenika sa različitim metodama rešavanja problema u statici
- Osposobljavanje učenika za primenu znanja iz statike u procesu usvajanja sadržaja stručnih predmeta
- Razvijanje logičkog mišljenja i rasuđivanja i sistematicnosti u rešavanju tehničkih problema
- Razvijanje samostalnosti u radu, smisla za tačnost i preciznost u radu
- Upoznavanje učenika sa vrstama naprezanja i njihovih karakteristika
- Upoznavanje učenika sa ponašanjem tehničkih materijala pod dejstvom opterećenja
- Upoznavanje učenika sa složenim naponskim stanjima
- Ovladavanje metodama proračuna i pravilnog izbora materijala prilikom dimenzionisanja elemenata mašinskih konstrukcija

- Osposobljavanje učenika za primenu teorijskih znanja pri rešavanju praktičnih tehničkih problema

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                             | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI<br>POJMOVI SADRŽAJA  |
|----------------------------------|---|---|
| Osnovni pojmovi u statici        | <ul style="list-style-type: none"> <li>definiše statiku kao deo mehanike i objasni njen značaj u tehnici</li> <li>razlikuje vrste tela u mehanici kao i značaj uvođenja pretpostavke kružnosti tela</li> <li>definiše i identificuje silu kao posledicu međusobnog delovanja materijalnih tela i kao uzrok promene kretanja tela</li> <li>definiše sistem sila i razlikuje različite sisteme sila</li> <li>navede aksiome statike</li> <li>definiše pojam veze, navede vrste veza i njihove reakcije</li> <li>izračuna reakcije veza na konkretnim primerima</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam i podela mehanike, značaj mehanike</li> <li>Vrste tela u mehanici</li> <li>Pojam i vrste sila, sistemi sila</li> <li>Aksiome statike</li> <li>Veze i reakcije veza</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: pojam mehanike, pojam sile, pojam veze, aksiome statike</p>  |
| Sistem sučeljenih sila u ravni   | <ul style="list-style-type: none"> <li>definiše sistem sučeljenih sila u ravni</li> <li>izvrši grafičko i analitičko slaganje sistema sučeljenih sila u ravni</li> <li>analitički predstavi silu</li> <li>primeni grafički uslov i analitičke uslove ravnoteže sistema sučeljenih sila na konkretnim primerima</li> <li>razloži силу на компоненте</li> <li>objasni pojam momenta sile za tačku</li> <li>primenom Varinjonove teoreme odredi moment sistema sila za zadatu tačku</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grafički postupci slaganja i razlaganja sila</li> <li>Grafički uslov ravnoteže, teorema o tri neparalelne sile</li> <li>Analitički način predstavljanja sile</li> <li>Analitički postupak slaganja sila</li> <li>Analitički uslovi ravnoteže sistema sučeljenih sila u ravni</li> <li>Moment sile za tačku</li> <li>Varinjonova teorema</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: sučeljne sile, ravnoteža sile, moment sile za tačku</p> |
| Sistem paralelnih sila u ravni   | <ul style="list-style-type: none"> <li>prepozna i definiše sistem paralelnih sila u ravni</li> <li>odredi rezultantu dve paralelne sile istih i suprotnih smerova</li> <li>definiše spreg i moment sprega</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Slaganje dve paralelne sile u ravni (istih i suprotnih smerova)</li> <li>Spreg sile i moment sprega</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: paralelne sile u ravni</p>  |
| Sistem proizvoljnih sila u ravni | <ul style="list-style-type: none"> <li>uoči i definiše sistem proizvoljnih sila u ravni</li> <li>primeni teoremu o paralelnom prenošenju sile</li> <li>prikaže sisteme sila u ravni i svede na prostiji oblik, grafičkim i analitičkim putem</li> <li>opisi ravnotežu tela pod delovanjem sila</li> <li>definiše moment sile i sprega sila kao meru obrtnog kretanja tela</li> <li>reši prostije probleme u vezi momenta sile i sprega sila</li> <li>postavi uslove ravnoteže sistema proizvoljnih sila u ravni</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Teorema o paralelnom prenošenju sile</li> <li>Redukcija sile i sistema sila na tačku</li> <li>Glavni vektor i glavni moment</li> <li>Uslovi ravnoteže sistema proizvoljnih sila u ravni</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: proizvoljne sile u ravni</p>  |
| Težište i centar masa            | <ul style="list-style-type: none"> <li>definiše pojam težišta</li> <li>analitički odredi položaj težišta homogenih tela, ravanskih figura i ravanskih linija</li> <li>primenom Papos - Guldinovih teorema odredi površinu obrtnog tela nastalog obrtanjem ravanske linije oko ose i polozaju težišta ravanskih figura</li> <li>zapremnu obrtnog tela nastalog obrtanjem ravanske figure oko ose</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam težišta</li> <li>Određivanje položaja težišta homogenih tela</li> <li>Analitički postupak određivanja položaja težišta ravanskih figura</li> <li>Analitički postupak određivanja položaja težišta ravanske linije</li> </ul>   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papos - Guldinove teoreme</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: težište ravanske figure, težište ravanske linije</p>   |
| Ravanski nosači                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• prepozna i definiše vrste ravanskih nosača</li> <li>• odredi reakcije veza ravanskih nosača</li> <li>• nacrtaj statičke dijagrame zadatih ravanskih nosača opterećenih različitim kombinacijama opterećenja</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam i vrste ravanskih nosača</li> <li>• Vrste opterećenja punih ravanskih nosača</li> <li>• Analitički postupak određivanja reakcija veza proste grede</li> <li>• Analitički postupak određivanja reakcija veza grede sa prepustom (prepustima)</li> <li>• Određivanje reakcija uklještenja konzole</li> <li>• Statički dijagrami proste grede</li> <li>• Statički dijagrami grede sa prepustom (prepustima)</li> <li>• Statički dijagrami konzole</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: prosta greda, greda sa prepustom, konzola</p>                     |
| Trenje   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje vrste trenja</li> <li>• navede karakteristične primere pozitivnog i negativnog dejstva trenja iz mašinske tehnike</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam trenja i vrste trenja</li> <li>• Trenje klizanja i trenje kotrljanja</li> <li>• Kulonov zakon trenja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: trenje, klizanje, kotrljanje</p>  |
| Osnovni pojmovi i pretpostavke otpornosti materijala | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše otpornost materijala i nabroji zadatke otpornosti materijala</li> <li>• razume pojam spoljašnjih i unutrašnjih sile</li> <li>• objasni pojam napona i deformacije</li> <li>• objasni osnovne vrste naprezanja (aksijalno naprezanje, smicanje, uvijanje, savijanje, izvijanje)</li> <li>• razume i objasni potrebu uvođenja pretpostavki otpornosti materijala</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam i zadaci otpornosti materijala</li> <li>• Spoljašnje i unutrašnje sile</li> <li>• Naponi i deformacije</li> <li>• Vrste naprezanja (osnovni pojmovi)</li> <li>• Osnovne hipoteze i pretpostavke otpornosti materijala</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: naponi, deformacije, naprezanja</p>  |
| Aksijalno naprezanje                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše aksijalno naprezanje</li> <li>• objasni Hukov zakon pomoću dijagrama</li> <li>• objasni krivu dinamičke čvrstoće</li> <li>• definiše dozvoljeni napon i pojam stepena sigurnosti</li> <li>• proračuna aksijalno napregnuti štap</li> <li>• objasni zatezanje pod uticajem sopstvene težine (spoljašnje aksijalne sile)</li> <li>• analizira uticaj temperature na napone</li> <li>• rešava jednostavnije statički neodređene probleme</li> <li>• definiše pojam površinskog pritiska</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformacije i naponi pri aksijalnom naprezanju</li> <li>• Dijagram napon - dilatacija i kriva dinamičke čvrstoće</li> <li>• Hukov zakon i modul elastičnosti</li> <li>• Dozvoljeni napon i stepen sigurnosti</li> <li>• Proračun aksijalno napregnutih nosača i uslovi za dimenzionisanje</li> <li>• Zatezanje pod uticajem sopstvene težine</li> <li>• Zatezanje pod uticajem sopstvene težine i spoljašnje aksijalne sile</li> <li>• Uticaj temperature na napone</li> <li>• Statički neodređeni problemi</li> <li>• Površinski pritisak</li> </ul> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | Ključni pojmovi: Hukov zakon, dozvoljen napon, stepen sigurnosti, zatezanje  |
| Smicanje   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni napone i deformacije pri smicanju</li> <li>• objasni Hukov zakon pri smicanju i modul klizanja</li> <li>• izvrši proračun elemenata iz tehničke prakse izloženih smicanju</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformacije i naponi pri smicanju</li> <li>• Hukov zakon pri smicanju</li> <li>• Modul klizanja</li> <li>• Proračun elemenata izloženih smicanju i uslovi za dimenzionisanje</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: smicanje</p>  |
| Geometrijske karakteristike ravnih poprečnih preseka | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nabroji geometrijske karakteristike ravnih preseka</li> <li>• definiše i pravi razliku između geometrijskih karakteristika ravnih preseka</li> <li>• primeni Hajgens - Štajnerovu teoremu na konkretnom primeru</li> <li>• odredi položaj glavnih centralnih osa za zadati primer</li> <li>• izračuna glavne momente inercije za zadatu složenu figuru</li> <li>• izračuna poluprečnik inercije za zadatu složenu figuru</li> <li>• nacrti elipsu inercije za zadatu složenu figuru</li> <li>• izračuna otporni moment površine</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste geometrijskih karakteristika ravnih preseka</li> <li>• Statički moment površine</li> <li>• Moment inercije površine (aksijalni, centrifugalni, polarni)</li> <li>• Hajgens - Štajnerova teorema</li> <li>• Glavne centralne ose i glavni momenti inercije složenih figura</li> <li>• Poluprečnik inercije i elipsa inercije</li> <li>• Otporni moment površine</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: moment inercije</p> |
| Uvijanje   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni napone i deformacije pri uvijanju štapa kružnog poprečnog preseka</li> <li>• nacrti dijagrame momenata uvijanja i uglova uvijanja</li> <li>• nacrti dijagram tangencijalnih napona u poprečnom preseku</li> <li>• dimenzioniše laka vratila (prema dozvoljenom naponu i prema dozvoljenoj deformaciji)</li> <li>• </li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naponi i deformacije pri uvijanju štapa kružnog poprečnog preseka</li> <li>• Dijagrami momenata uvijanja i uglova uvijanja</li> <li>• Dijagram tangencijalnih napona u poprečnom preseku</li> <li>• Dimenzioniranje laka vratila (prema dozvoljenom naponu i prema dozvoljenoj deformaciji)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: uvijanje</p>   |
| Savijanje  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• napravi razliku između čistog savijanja i savijanja silama</li> <li>• objasni deformacije i napone pri savijanju (čistom savijanju i savijanju silama)</li> <li>• proračuna nosač izložen savijanju</li> <li>• razume pojam kosog savijanja</li> <li>• </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam čistog savijanja i savijanja silama</li> <li>• Deformacije i normalni napon pri čistom savijanju</li> <li>• Deformacije, normalni i tangencijalni napon pri savijanju silama</li> <li>• Proračun nosača izloženih savijanju i uslovi za dimenzionisanje</li> <li>• Pojam kosog savijanja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: savijanje</p>   |
| Izvijanje  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše izvijanje i objasni osnovne pojmove i prepostavke pri izvijanju</li> <li>• nabroji i napravi razliku između četiri osnovna slučaja izvijanja</li> <li>• izračuna kritičnu силу i kritični napon izvijanja</li> <li>• izvrši Omega postupak</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi i prepostavke kod izvijanja</li> <li>• Ojlerov obrazac za veličinu kritične sile izvijanja</li> <li>• Osnovni slučajevi izvijanja</li> <li>• Kritični napon izvijanja</li> <li>• Omega postupak</li> </ul>  |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i načinima ocenjivanja. Predmet se realizuje kroz teorijsku nastavu u učionici ili specijalizovanoj učionici.

Preporučen broj časova po temama je sledeći:

- Osnovni pojmovi u statici (3 časa)
- Sistem sučeljenih sila u ravni (8 časova)
- Sistem paralelnih sila u ravni (6 časova)
- Sistem proizvoljnih sila u ravni (10 časova)
- Težište (8 časova)
- Ravanski nosači (20 časa)
- Trenje (3 časa)
- Osnovni pojmovi i pretpostavke otpornosti materijala (3 časa)
- Aksijalno naprezanje (9 časova)
- Smicanje (6 časova)
- Geometrijske karakteristike ravnih i poprečnih preseka (10 časova)
- Uvijanje (6 časova)
- Savijanje (12 časa)
- Izvijanje (4 časa)

Prilikom realizacije tema iz statike osloniti se na predznanja učenika iz matematike i fizike. Preporuka je da se kroz teorijsku nastavu daju teorijska objašnjenja ključnih pojmoveva i sadržaja uz primere iz konkretnе prakse, posebno mašinske, a kroz časove vežbi raditi konkretne zadatke primenjujući teorijska znanja. Potrebno je raditi na konkretnim brojčanim primerima, dobijene rezultate analizirati, podstići učenike na donošenje zaključaka. Gde god je to moguće dobijene rezultate proveravati eksperimentalnim putem.

Izbor metoda i oblika rada za svaku temu određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode (metoda usmenog izlaganja i dijaloška metoda), metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode, metode grafičkih radova. Predloženi oblici rada su frontalni, rad u grupi, rad u paru, individualni rad.

Pri obradi trenja, napraviti korelaciju sa mašinskim materijalima (podmazivanje i maziva) da bi učenici shvatili načine smanjenja trenja između delova mašina i mehanizama.

Sadržaj tema iz otpornosti materijala nadovezuje se na usvojena znanja iz statike. Znanja iz statike su preduslov za usvajanje znanja iz otpornosti materijala. Pre početka svake teme, potebno je osvrnuti se na naučeno iz statike. Vreme za utvrđivanje polaznih stavova mora biti kratko, a prioritet se daje analizi i izlaganju novih sadržaja.

U uvodnom delu obratiti pažnju na pojmove napona i deformacija bez čijeg razumevanja učenici ne mogu da savladaju ostatak gradiva.

Pri analizi aksijalnog naprezanja trebalo bi obnoviti određivanje sile u štapovima (statika), bez dublje analize problema. Na temi aksijalnog naprezanja zadržati se nešto duže da bi učenici ove sadržaje usvojili u celini. Posebnu pažnju obratiti na Hukov zakon pri aksijalnom naprezanju s obzirom na njegov značaj u otpornosti materijala.

Pri obradi smicanja treba birati zadatke vezane za praktične probleme (zakovani spojevi, podešeni navojni spojevi, veze klinovima, čivijama) i na taj način napraviti osnovu za usvajanje sadržaja predmeta mašinski elementi.

Pri obradi geometrijskih karakteristika poprečnih preseka poseban značaj treba dati izračunavanju momenata inercije uz primenu Hajgens - Štajnerove teoreme. Za izračunavanje težišta složene ravanske figure oslanjati se (po potrebi ukratko obnoviti) na znanja iz statike (analitički postupak određivanja koordinata težišta). Pri obradi profila, primenjivati one koji imaju najčešću primenu u mašinskoj praksi i uvežbati učenike da koriste tablice standardnih profila. Pri rešavanju konkretnih problema, učenicima dozvoliti korišćenje tablica (nema potrebe da se uče napamet obrasci za momente inercije elementarnih ravanskih figura).

Pri obradi savijanja primeniti izračunavanje momenata inercije uz primenu Hajgens - Štajnerove teoreme (izračunavanje otpornog momenta površine). Takođe, proveriti kolika su predznanja učenika iz crtanja statičkih dijagrama (statika) bez kojih

se ne može vršiti dimenzionisanje nosača izloženih savijanju.

U drugom polugodištu uraditi bar dva domaća grafička rada (na primer: prvi grafički rad - zatezanje, pritisak i smicanje, a drugi grafički rad - dimenzionisanje nosača izloženog savijanju).

Potrebno je da nastavnik osmišljava zadatke prema nivoima znanja učenika i njihovim mogućnostima, a operativne planove radi na mesečnom nivou kako bi ih lakše prilagođavao napredovanju učenika.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orientisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih ili pismenih radova, grafičkih radova, testova, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje.

### Naziv predmeta: OSNOVE ELEKTROTEHNIKE

#### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| I      | 108               | 36    |                   |                 | 144    |
| II     | 68                | 34    |                   |                 | 102    |

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima iz oblasti elektrostatike, jednosmernih struja i elektromagnetizma ;
- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima iz oblasti naizmeničnih struja i veza elemenata
- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima u oblasti spregnutih i oscilatornih kola, kao i transformatora;
- Osposobljavanje za obavljanje merenja ampremetrom, voltmetrom, vatmetrom i osciloskopom;
- Osposobljavanje za praktičnu proveru pojava i zakona iz oblasti elektrotehnike;
- Razvijanje sposobnosti i veština za primenu znanja iz elektrotehnike u struci;
- Razvijanje pravilnog odnosa učenika prema zaštiti, obnovi i unapređenju životne sredine.

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

Razred: Prvi

| TEMA           | ISHODI  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|----------------|---|--|
| Elektrostatika | <p>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• upotrebljava osnovne i izvedene merne jedinice;</li> <li>• definije osnovna i električna svojstva materije, kao i pojam elektriciteta;</li> <li>• objasni pojmove: količinu elektriciteta, nanelektrisano telo;</li> <li>• izračuna silu između dva nanelektrisana tela koristeći Kulonov zakon;</li> <li>• odredi silu koja deluje na tačkasto nanelektrisano telo u okolini drugih tačkastih nanelektrisanih tela;</li> </ul> | <p>• Pojam jedinica. Međunarodni sistem jedinica;</p> <p>• Struktura materije (provodnici, poluprovodnici i izolatori);</p> <p>• Nanelektrisano telo (pojam i količina nanelektrisanja);</p> <p>• Kulonov zakon;</p> <p>• Električno polje (grafičko predstavljanje električnog polja, jačina polja usamljenog tačkastog nanelektrisanja, homogeno električno polje, vektor električnog polja);</p> <p>• Sile u električnom polju;</p> <p>• Električni potencijal i električni napon;</p> <p>• Rad sile u električnom polju;</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• grafički prikaže vektor polja u nekoj tački polja uz objašnjenje;</li> <li>• objasni pojam potencijala i napona;</li> <li>• izračuna potencijal u električnom polju napon između dve tačke;</li> <li>• objasni polarizaciju i proboj dielektrika;</li> <li>• objasni pojam kapacitivnosti;</li> <li>• izračuna kapacitivnost pločastog kondenzatora;</li> <li>• izračuna ekvivalentnu kapacitivnost redne, paralelne i mešovite veze kondenzatora;</li> <li>• izračuna pojedinačne napone kod redne i mešovite veze kondenzatora;</li> <li>• izračuna relativnu i apsolutnu grešku merenja;</li> <li>• obradi i tumači rezultate merenja;</li> <li>• demonstrira ponašanje nanelektrisanih tela;</li> <li>• demonstrira punjenje i pražnjenje kondenzatora;</li> <li>• uporedi izmerenu ekvivalentnu kapacitivnost veza kondenzatora sa izračunatom;</li> <li>• primeni mere zaštite na radu u laboratoriji;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polarizacija dielektrika;</li> <li>• Kapacitivnost usamljenog provodnika;</li> <li>• Kapacitivnost kondenzatora (pojam kondenzatora, kapacitivnost pločastog kondenzatora, opterećivanje kondenzatora, proboj dielektrika, vrste kondenzatora);</li> <li>• Vezivanje kondenzatora (redno, paralelno i mešovito vezivanje kondenzatora).</li> </ul> <p><b>VEŽBE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upoznavanje sa laboratorijskom opremom i instrumentima;</li> <li>• Klasifikacija mernih grešaka, tačnost merenja i obrada rezultata merenja;</li> <li>• Nanelektrisano telo;</li> <li>• Kondenzatori, punjenje i pražnjenje;</li> <li>• Vezivanje kondenzatora.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: nanelektrisano telo, Kulonov zakon, električno polje, sile u električnom polju, električni potencijal i električni napon, kondenzator, redna veza elemenata, paralelna veza elemenata</p> |
|--|--|---|

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
| Jednosmerne struje | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije jednosmernu struju i povezane pojmove (pozitivna i negativna struja, fizički i tehnički smer struje);</li> <li>• izračuna jačinu struje i gustinu struje;</li> <li>• definije električno kolo i uslov da u kolu teče struja;</li> <li>• objasni elemente električnog kola;</li> <li>• objasni elektromotornu silu generatora;</li> <li>• izračuna električnu otpornost provodnosti;</li> <li>• navede vrste otpornika;</li> <li>• primenjuje Omov zakon;</li> <li>• objasni postupke merenja struje, napona, otpora, snage i rada;</li> <li>• primenjuje Prvi Kirhofov zakon;</li> <li>• objasni Džulov zakon;</li> <li>• izračuna snagu i rad pomoću Džulovog zakona;</li> <li>• rešava prosta kola sa realnim generatorom;</li> <li>• izračuna snagu generatora i snagu prijemnika;</li> </ul> | <p>Pojam jednosmerne električne struje (dejstva električne struje, jačina i gustina električne struje);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam električnog kola i njegovi elementi (električni generator, elektromotorna sila generatora, prijemnik, prekidač, provodnici);</li> <li>• Otpornici (električna otpornost, otpornost provodnika, zavisnost otpornosti od temeperature, električna provodnost);</li> <li>• Omov zakon (referentni smer struje i napona);</li> <li>• Merenje struje i napona;</li> <li>• Prvi Kirhofov zakon;</li> <li>• Džulov zakon;</li> <li>• Električni rad i električna snaga. Merenje električne snage;</li> <li>• Rešavanje prostog kola sa realnim generatorom;</li> <li>• Snaga generatora, snaga prijemnika, koeficijent korisnog dejstva generatora;</li> <li>• Režimi rada generatora (režim praznog hoda, kratkog spoja i režim maksimalne korisne snage);</li> <li>• Naponski generator (redna i paralelna veza generatora, ekvivalentni generator);</li> <li>• Strujni generator (idealni i realan strujni generator);</li> <li>• Pretvaranje strujnog generatora u naponski i obrnuti;</li> </ul> |
|--------------------|--|---|

|                   |  |  |
|-------------------|--|--|
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše režime rada generatora;</li> <li>• rešava različite veze generatora;</li> <li>• definiše strujni generator;</li> <li>• pretvara strujni generator u naponski i obrnuto;</li> <li>• odredi ekvivalentni naponski generator</li> <li>• izračuna ekvivalentnu otpornost različitih veza otpornika;</li> <li>• rešava kola pomoću uopštenog Omovog zakona;</li> <li>• primenjuje Drugi Kirhofov zakon;</li> <li>• odredi napon između dve tačke u kolu,</li> <li>• odredi potencijale u kolu;</li> <li>• napiše sistem jednačina za rešavanje složenog kola;</li> <li>• rešava složeno kolo sa dve konture direktnom primenom Prvog i Drugog Kirhofovog zakona;</li> <li>• rešava složena kola pretvaranjem strujnog generatora u naponski i obrnuto;</li> <li>• navodi opasnosti od strujnog udara i mere koje se preduzimaju;</li> <li>• navodi mere bezbednosti u laboratoriji;</li> <li>• primenjuje mere bezbednosti u laboratoriji;</li> <li>• upotrebljava merne analogne i digitalne instrumente (ampermetar, voltmeter, ommeter);</li> <li>• pokaže dejstva električne struje;</li> <li>• izmeri napon, struju i električni otpor u kolu;</li> <li>• izmeri snagu u kolu;</li> <li>• proveri Omov zakon;</li> <li>• proveri Prvi i Drugi Kirhofov zakon;</li> <li>• izmeri elektromotornu силу, napon na opterećenom generatoru i unutrašnju otpornost generatora;</li> <li>• izmeri ekvivalentnu otpornost različitih veza otpornika;</li> <li>• uporedi izmerene vrednosti napona, struje i otpornosti sa izračunatim;</li> <li>• rešava složeno kolo i proveri rešenja merenjem;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vezivanje otpornika (redno, paralelno i mešovito vezivanje otpornika);</li> <li>• Uopšteni Omov zakon (rešavanje kola pomoću uopštenog Omovog zakona);</li> <li>• Drugi Kirhofov zakon (pojam složenog električnog kola, definicija Drugog Kirhofovog zakona, određivanje napona između dve tačke u kolu, određivanje potencijala u kolu);</li> <li>• Ekvivalentni naponski generator</li> <li>• Rešavanje složenih kola (direktnom primenom Prvog i Drugog Kirhofovog zakona, kao i pretvaranjem naponskog generatora u strujni i obrnuto).</li> </ul> <p><b>VEŽBE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upoznavanje sa mernom opremom i instrumentima.</li> <li>• Mere bezbednosti u laboratoriji i opasnost od strujnog udara</li> <li>• Korišćenje analognog i digitalnom mernog instrumenta;</li> <li>• Dejstva električne struje;</li> <li>• Merenje napona, struje i električnog otpora;</li> <li>• Merenje snage;</li> <li>• Omov zakon;</li> <li>• Prvi i Drugi Kirhofov zakon;</li> <li>• Merenja na generatorima;</li> <li>• Veze otpornika, zavisnost otpornosti od temperature.</li> <li>• Rešavanje složenih kola</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: jednosmerna električna struja, otpornici, Omov zakon, Džulov zakon, Prvi i Drugi Kirhofov zakon</p> |
| Elektromagnetizam | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni pojam magneta, magnetnog polja;</li> <li>• grafički predstavi magnetno polje;</li> <li>• objasni magnetna svojstva materije;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam magnetnog polja (pojam i vrste magneta);</li> <li>• Grafičko predstavljanje magnetnog polja;</li> <li>• Magnetna svojstva materije (magnetna permeabilnost, vrste magnetnih materijala);</li> </ul>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede podelu magnetnih i feromagnentih materijala;</li> <li>• izračuna magnetnu indukciju struje u pravom provodniku i odredi njen smer uz objašnjenje;</li> <li>• objasni magnetnu indukciju u navojku i namotaju i odredi njen smer;</li> <li>• objasni magnećenje feromagnetnih materijala i magnetni histerezis;</li> <li>• objasni magnetno kolo i Kap-Hopkinsonov zakon</li> <li>• izračuna veličine vezane za magnetno kolo;</li> <li>• objasni i izračuna elektromagnetnu i elektrodinamičku silu uz određivanje njihovog smera;</li> <li>• objasni Faradejev zakon i njegovu primenu kod pravolinijskog provodnika, navojka i namotaja u magnetnom polju;</li> <li>• odredi smer indukovane elektromotorne sile;</li> <li>• objasni princip rada generatora jednosmerne struje;</li> <li>• objasni princip rada elektromotora jednosmerne struje;</li> <li>• objasni samoindukciju i izračuna induktivnost namotaja;</li> <li>• objasni uzajamnu indukciju;</li> <li>• objasni princip rada transformatora;</li> <li>• objasni vrtložne struje;</li> <li>• rešava zadatke u oblasti elektromagnetizma;</li> <li>• pokaže uzajamno dejstvo magneta, magneta i mekog gvožđa, kao i elektromagneta;</li> <li>• izmeri induktivnost kalema;</li> <li>• izvodi zaključke o promeni induktivnosti u zavisnosti od promene broja navoja, dimenzija i jezgra;</li> <li>• pokaže primere samoindukcije i objasni primere iz prakse.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetna indukcija;</li> <li>• Bio - Savarov zakon (vektor magnetne indukcije i vektor magnetnog polja);</li> <li>• Amperov zakon (magnetno polje pravolinijskog provodika, magnetno polje navojka i namotaja);</li> <li>• Magnećenje feromagnetnih materijala;</li> <li>• Magnetni histerezis;</li> <li>• Fluks vektora magnetne indukcije.</li> <li>• Magnetno kolo. Kap-Hopkinsonov zakon;</li> <li>• Elektromagnetna sila (pojam elektromagnetne sile, određivanje vektora elektromagnetne sile);</li> <li>• Elektrodinamička sila (uzajamno delovanje dva provodnika sa strujom, određivanje vektora elektrodinamičke sile);</li> <li>• Navojak i namotaj u magnetnom polju;</li> <li>• Elektromagnetna indukcija (Faradejev zakon, Lencovo pravilo);</li> <li>• Indukovana elektromotorna sila u namotaju i pravolinijskom provodniku, smer indukovane ems);</li> <li>• Elektromotor jednosmerne struje i generator jednosmerne struje;</li> <li>• Induktivnost kola (induktivnost kalema, zavisnost induktivnosti od broja navojaka, dimenzija i jezgra);</li> <li>• Elektromotorna sila samoindukcije;</li> <li>• Međusobna indukcija;</li> <li>• Transformator;</li> <li>• Vrtložne struje.</li> </ul> <p><b>VEŽBE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magneti i elektromagneti;</li> <li>• Kalemovi;</li> <li>• Elektromagnetna indukcija.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: magnetno polje, magnetna indukcija, Amperov zakon, elektromagnetna sila</p> |
|--|--|---|

Razred: Drugi

| TEMA                    | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA   |
|-------------------------|--|---|
| Uvod naizmenične struje | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše proizvodnju naizmenične elektromotorne sile;</li> <li>• navede parametre naizmeničnih veličina i izračuna vrednosti;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam i značaj naizmenične struje. Dobijanje prostoperiodične elektromotorne sile. Generator naizmenične elektromotorne sile;</li> <li>• Parametri naizmeničnih veličina (trenutna vrednost, amplituda, perioda, faza i početna faza, učestanost,</li> </ul> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>predstavi naizmenične veličine pomoću kružna učestanost, srednja vrednost, efektivna vremenskih dijagrama, fazora i kompleksnih vrednosti); brojeva;</li> <li>sabira i oduzima naizmenične veličine.</li> <li>podesi osciloskop za merenje naizmeničnog napona</li> <li>izmeri naizmenični napon osciloskopom;</li> <li>izmeri faznu razliku dva napona osciloskopom;</li> <li>izmeri učestanost osciloskopom;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Predstavljanje naizmeničnih veličina pomoću vremenskih dijagrama;</li> <li>Predstavljanje naizmeničnih veličina pomoću fazora;</li> <li>Predstavljanje naizmeničnih veličina pomoću kompleksnih brojeva;</li> <li>Sabiranje i oduzimanje naizmeničnih veličina.</li> </ul> <p><b>VEŽBE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Merenje naizmeničnog napona analognim i digitalnim instrumentima;</li> <li>Merenje parametara naizmeničnog napona osciloskopom;</li> <li>Merenje fazne razlike dva napona i učestanosti osciloskopom.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: naizmenična struja, amplituda, efektivna vrednost, period, frekvencija/učestanost, fazor, faza</p>   |
| Elementi u kolu naizmenične struje       | <ul style="list-style-type: none"> <li>nacrti vremenske i fazorske dijagrame za napon i struju u kolu naizmenične struje u kome se nalazi jedan od elemenata: otpornik, kalem ili kondenzator;</li> <li>izračuna kompleksne impedanse elemenata, reaktivnu otpornost kalema i kondenzatora;</li> <li>opиše ponašanje kalema u kolu jednosmerne i kolu naizmenične struje;</li> <li>opиše ponašanje kondenzatora u kolu jednosmerne struje i u kolu naizmenične struje;</li> <li>odredi fazni pomeraj</li> <li>definiše i izračunava snage za elemente u kolu naizmenične struje;</li> <li>koristi Omov zakon za efektivne vrednosti struje i napona prilikom rešavanja zadataka;</li> <li>koristi Omov zakon za kompleksne vrednosti struje i napona prilikom rešavanja zadataka;</li> <li>izmeri naizmenični napon i struju analognim i digitalnim instrumentima;</li> <li>izmeri naizmenični napon na otporniku, kalemu i kondenzatoru osciloskopom;</li> <li>izmeri snagu;</li> <li>proveri osnovne zakone elektrotehnike merenjem;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Elementi u kolu naizmenične struje;</li> <li>Otpornik u kolu naizmenične struje;</li> <li>Kalem u kolu jednosmerne struje;</li> <li>Kalem u kolu naizmenične struje. Reaktivna otpornost kalema;</li> <li>Kondenzator u kolu jednosmerne struje (punjenje i pražnjenje kondenzatora);</li> <li>Kondenzator u kolu naizmenične struje. Reaktivna otpornost kondenzatora;</li> <li>Snage u kolu naizmenične struje (pojam trenutne, aktivne, reaktivne i prividne snage);</li> <li>Snaga u kolu sa otpornikom. Snaga u kolu sa kalemom. Snaga u kolu sa kondenzatorom.</li> </ul> <p><b>VEŽBE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Merenje struje i napona u kolima naizmenične struje analognim i digitalnim mernim instrumentima;</li> <li>Merenje napona na otporniku, kalemu i kondenzatoru osciloskopom;</li> <li>Merenje snage.</li> <li>Provera osnovnih zakona elektrotehnike.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: otpornik, kalem, kondenzator, trenutna, aktivna, reaktivna i prividna snaga</p> |
| Veze elemenata u kolu naizmenične struje | <ul style="list-style-type: none"> <li>nacrti vremenske i fazorske dijagrame napona i struja kod rednih veza;</li> <li>izračunava impedansu rednih veza, njen modul i fazni ugao;</li> <li>koristi Omov zakon za efektivne i kompleksne vrednosti napona i struja;</li> <li>izračuna napone i struju kod redne veze elemenata;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Redna veza otpornika, kalema i kondenzatora. Pojam impedanse. Trougao impedanse. Omov zakon u kompleksnom obliku za rednu RLC vezu. Redna rezonansa;</li> <li>Niskofrekvenčni i visokofrekvenčni filter - redna veza;;</li> <li>Snage kod redne veze otpornika, kalema i kondenzatora. Trougao snage. Faktor snage;</li> </ul>   |

|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• izračunava faktor snage;</li> <li>• definiše rednu rezonansu i rezonantnu frekvenciju;</li> <li>• izračunava rezonantnu frekvenciju;</li> <li>• izračunava snage kod rednih veza;</li> <li>• definiše admitansu i objasni kako se ona izračuna iz impedanse;</li> <li>• nacrtava vremenske i fazorske dijagrame napona i struja kod paralelnih veza;</li> <li>• izračuna napon i struje kod paralelne veze elemenata;</li> <li>• izračunava snage kod paralelnih veza;</li> <li>• izmeri naizmenični napon na elementima rednog RLC, RL i RC kola osciloskopom i multimetrom;</li> <li>• odredi graničnu učestanost NF i VF filtra;</li> <li>• proveri Prvi i Drugi Kirhoffovog zakon;</li> <li>• izmeri frekvenciju digitalnim frekvenometrom;</li> <li>• analizira rad kola merenjem struje i napona i upoređuje sa vrednostima koje su dobijene računskim putem;</li> <li>• odredi propusni opseg oscilatornog kola;</li> <li>• rešava i analizira kombinovanu vezu elemenata;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralelna veza prijemnika. Pojam admitanse;</li> <li>• Paralelna veza otpornika, kalema kondenzatora. Trougao admitansi;</li> <li>• Snage kod paralelne veze otpornika, kalema kondenzatora. Trougao snage;</li> <li>• Snage kod paralelne veze otpornika i kalema;</li> <li>• Snage kod paralelne veze otpornika i kondenzatora;</li> <li>• Paralelna rezonansa.</li> </ul> <p><b>VEŽBE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merenje naizmeničnog napona i struje analognim multimetrom (u rednom i paralelnom RLC kolu);</li> <li>• Određivanje propusnog opsega NF i VF filtra;</li> <li>• Merenje naizmeničnog napona i struja u paralelnom RLC kolu i kombinovanoj vezi elemenata;</li> <li>• Merenje faktora snage;</li> <li>• Digitalni frekvenometri (merenje srednjih, niskih i visokih učestanosti; tačnost digitalnog frekvenometra - upoređivanje merenja frekvencije frekvenometrom i osciloskopom);</li> <li>• Provera zakona elektrotehnike merenjem;</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> impedansa, admitansa, rezonansa, filter, faktor snage</p> |
| Složena kola               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizira rad složenog kola sa dve nezavisne konture primenom Prvog i Drugog Kirhoffovog zakona i određuje nepoznate struje i napone;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam složenog kola;</li> <li>• Rešavanje složenih kola direktnom primenom Prvog i Drugog Kirhoffovog zakona;</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> veza elemenata trougao, vezaelemenata zvezda, složeno kolo</p>  |
| Spregnuta oscilatorna kola | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni induktivnu spregu kalema i njenu primenu,</li> <li>• izračuna koeficijent induktivne sprege;</li> <li>• opiše princip rada transformatora i autotransformatora i njihovu primenu;</li> <li>• objasni slobodne oscilacije uz izvođenje Tomsonovog obrasca;</li> <li>• navede razliku između idealnog i realnog oscilatornog kola;</li> <li>• objasni princip rada rednog oscilatornog kola i izračuna rezonantnu učestanost i propusni opseg;</li> <li>• nabroji vrste sprega i prepozna njihove osnovne karakteristike;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Induktivno spregnuti kalemovi;</li> <li>• Kola sa induktivno spregnutim kalemovima;</li> <li>• Transformator i autotransformator;</li> <li>• Slobodne oscilacije i Tomsonov obrazac. Idealno i realno oscilatorno kolo;</li> <li>• Redno oscilatotno kolo. Faktor dobrote i propusni opseg oscilatornog kola;</li> <li>• Paralelno oscilatorno kolo. Propusni opseg oscilatornog kola;</li> <li>• Spregnuta oscilatorna kola - vrste sprega.</li> </ul> <p><b>VEŽBE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Određivanje rezonantne frekvencije rednog paralelnog oscilatornog kola;</li> <li>• Određivanje prenosnog odnosa transformatora i autotrasformatora;</li> <li>• Merenje propusnog opsega oscilatornog kola metodom rezonanse.</li> </ul>   |

**Ključni pojmovi:** induktivna sprega, oscilatorno kolo, Tomsonov obrazac, faktor dobre

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
|                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede osnovne karakteristike trofaznog sistema i objasni način dobijanja trofazne elektromotorne sile;</li> <li>• objasni vezivanje namotaja generatora u zvezdu i trougao;</li> <li>• objasni vezivanje prijemnika u zvezdu u trougao;</li> <li>• uporedi simetričan i nesimetričan trofazni sistem;</li> <li>• definiše snagu trofaznog sistema;</li> <li>• objasni primenu obrtnog magnetnog polja;</li> <li>• izmeri aktivnu snagu u trofaznom ravnomernom opterećenom sistemu;</li> <li>• izmeri aktivnu snagu u trofaznom neravnomernom opterećenom sistemu.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi o trofaznim sistemima. Simetrični trofazni sistem;</li> <li>• Veza namotaja generatora u zvezdu i trougao;</li> <li>• Veza prijemnika u zvezdu i trougao;</li> <li>• Nesimetričan trofazni sistem;</li> <li>• Snaga trofaznog sistema;</li> <li>• Obrtno magnetno polje;</li> <li>• Primena obrtnog magnetnog polja (sinhroni i asinhroni motori).</li> <li>• Merenje aktivne snage u trofaznom ravnomernom opterećenom sistemu metodom jednog vatmetra;</li> <li>• Merenje snage u trofaznom neravnomernom opterećenom sistemu sa i bez nultog provodnika metodom tri vatmeta.</li> </ul> |
| Trofazni sistemi |   | <p><b>Ključni pojmovi:</b> trofazni sistem, sinhroni, asinhroni motor</p>   |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

##### Prvi razred

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja. Nastava će se realizovati kroz časove teorijske nastave sa celim odeljenjem i kroz časove vežbi u laboratoriji. Odeljenje se deli na grupe prilikom realizacije vežbi.

Oblici nastave: Teorijski časovi i vežbe

Mesto realizacije nastave: Svi teorijski časovi se realizuju u standardnoj učionici a časovi vežbi se realizuju u laboratoriji

Preporučeni broj časova po temama:

- Elektrostatika: 24 časova teorijske nastave, 10 časova vežbi
- Jednosmerne struje: 54 časova teorijske nastave, 20 časova vežbi
- Elektromagnetizam: 30 časova teorijske nastave, 6 časova vežbi

Prilikom realizacije nastavnih sadržaja voditi računa o nivoima ishoda. Ovo je prvi stručni predmet u prvom razredu učenicima i sadržaje prilagoditi njihovom uzrastu. Sadržaje upotpuniti primerima i situacijama iz svakodnevnog života.

Tokom realizacije nastave uvek se pridržavati istog principa: teoretski objasniti pojavu ili zakonitost, potvrditi je računski (tamo gde je to moguće), a onda izvršiti demonstraciju ili merenja u laboratoriji.

Na prvim časovima diskutujete sa učenicima o razvoju elektrotehnike. Strukturu materije obraditi kao nastavak na prethodno znanje iz fizike i hemije.

Pri obrati teme Elektrostatika, često koristiti metodu oluja ideja i dopustiti učenicima da sami dođu do definicije pojmljova na osnovu prethodnog znanja iz fizike i hemije. Električno polje i pojave u njemu obraditi prvenstveno grafički i opisno. Uz obradu pojedinih metodskih jedinica uraditi i računske zadatke. Redno, paralelno i mešovito vezivanje kondenzatora objasniti na nekoliko primera, a odmah nakon toga izvršiti demonstraciju u laboratoriji.

Pri obradi teme Jednosmerne struje koristiti kombinaciju verbalne metode i praktične metode. Na početku ove teme objasniti fizičku suštinu struje, fizički i tehnički smer, pozitivnu i negativnu struju. Gustinu struje objasniti grafički i dati praktične vrednosti koje se susreću kod električnih instalacija, transformatora i sl. Električno kolo uporediti sa nekim mehaničkim sistemom u kojem se vrši dvostruka konverzija energije, gde se energija nepodesna za direktnu upotrebu pretvara u električnu (na primer potencijalna energija vode), zatim prenosi do potrošača i tu se pretvara u energiju pogodnu za korišćenje (na primer u svetlosnu i toplotnu). Kod generatora obraditi i praktični način merenja njihove unutrašnje otpornosti. Prilikom obrade ovog modula uraditi veliki broj zadataka. Kod rešavanja složenih kola uvežbati pisanje potrebnih jednačina za formiranje sistema jednačina, a rešavati samo sisteme jednačina sa tri nepoznate veličine. Objasniti pretvaranje naponskog generatora u strujni pomoću napona praznog hoda i struje kratkog spoja, pa zatim pokazati kako se rešavaju složena kola na taj način.

Pri obradi teme Elektromagnetizam koristiti kombinaciju verbalne metode i praktične metode. Pojam magnetnog polja obraditi oslanjajući se na prethodno znanje iz osnovne škole. Po mogućnosti pokazati njegov oblik pomoću gvozdene piljevine.

Smerove veličina u magnetizmu prikazivati pomoću pravila desne i leve ruke ili levog i desnog zavrtnja. Princip rada elektromotora i generatora jednosmerne struje obraditi na realnim primerima. Međusobnu indukciju i vrtložne struje obraditi prevenstveno opisno.

Tokom trajanja tema realizovati najmanje dva testa znanja. Testovi znanja bi trebalo da sadrže teorijska pitanja i računske zadatke različitih nivoa složenosti. Preporučuje se da testovi znanja sadrže i pitanja različitih oblika: pitanja višestrukog izbora, pitanja dopune, pitanja otvorenog tipa - pitanja koja zahtevaju kratak esejski odgovor, pitanja sa izračunavanjem i grafičkim prikazima.

Tokom trajanja tema, realizovati dva pismena zadatka, jedan u prvom i jedan u drugom polugodištu. Pismeni zadaci se po pravilu rade dva spojena školska časa. Pismeni zadaci sadrže samo računske zadatke, različitih nivoa složenosti, obuhvatajući najvažnije teme i sadržaje.

#### Preporuke za realizaciju laboratorijskih vežbi

Jedna vežba se radi dva spojena školska časa i za to vreme učenici treba da urade sva merenja i obrade rezultate. U laboratoriji treba da bude dovoljno radnih mesta da za jednim radnim stolom budu dva do tri učenika. Insistirati kod učenika na korišćenju stručne terminologije, a na laboratorijskim vežbama primeni mera zaštite na radu i primeni preporuka za zaštitu od kvara opreme usled nepravilnog rukovanja. Na prvom terminu vežbi upoznati učenike sa mernim instrumentima, alatom i priborom koji će se koristiti, kao i pravilima rada i ponašanja u kabinetu. Definisati merne greške. Detaljno obraditi temu „Obrada rezultata merenja”.

Na početku ciklusa vežbi koji se odnosi na merenje jednosmernih struja i napona, obraditi opasnosti od strujnog udara i mere koje se preduzimaju kao prevencija. Detaljno upoznati učenike sa svim mogućim opasnostima i preduzetim merama u konkretnom kabinetu i često diskutovati na tu temu.

Nastavnik je u obavezi da pripremi detaljna uputstva za laboratorijske vežbe, kako bi učenici unapred bili upoznati sa načinom rada: koje veličine se mere, šta se proračunava, na koji način se koriste izmerene veličine u procesu analize.

Svaka tema, pored teorijske nastave, propraćena je i časovima vežbi. Vežbe su navedene u preporučenom sadržaju svake teme. Izvođenje vežbi potrebno je usaglasiti sa teorijskom nastavom tako da odgovarajuće vežbe slede odmah nakon obrade teorijskog gradiva. Po mogućnosti, u jednom terminu raditi jednu vežbu, a najviše pet vežbi u jednom ciklusu. Gde god je moguće, laboratorijska merenja potvrditi i računskim putem, ili uraditi odgovarajuću simulaciju na računaru. Izuzetno, u slučaju nedostatka potrebne opreme za neke vežbe, praktičan rad zameniti odgovarajućom interaktivnom simulacijom na računaru.

Insistirati da učenici vode dnevnik vežbi koji bi sadržao izveštaje sa vežbi, rezulatare merenja, obradu dobijenih podataka, grafički / tabelarni prikaz kao i zaključke. Redovno pregledati dnevnike vežbi. Nakon svakog ciklusa vežbi, kroz individualni rad učenika, oceniti nivo savladanosti stečenih praktičnih veština (sprovođenje naloga, odabir, povezivanje i korišćenje instrumenata, očitavanje rezultata, predstavljanje rezultata tabelarno i grafički, tumačenje rezultata, analiziranje rada kola u različitim uslovima).

#### Drugi razred

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja. Nastava će se realizovati kroz časove teorijske nastave sa celim odeljenjem i kroz časove vežbi u laboratoriji. Odeljenje se deli na dve grupe prilikom realizacije vežbi. Na prvim časovima diskutujete sa učenicima o osnovnim pojmovima iz trigonometriji. Preporuka je da se osnovni pojmovi iz trigonometrije obrade na časovima matematike, u dogovoru sa predmetnim nastavnikom.

#### Oblici nastave: Teorijski časovi i vežbe

Mesto realizacije nastave: Svi teorijski časovi se realizuju u standardnoj učionici, a vežbe u kabinetu.

Preporučeni broj časova po temama:

- Uvod u naizmenične struje: 10 teorijske nastave, 4 časova vežbi
- Elementi u kolu naizmenične struje: 12 časova teorijske nastave, 8 časova vežbi
- Veze elemenata u kolu naizmenične struje: 16 časova teorijske nastave, 14 časova vežbi
- Složena kola: Teorija 10 časova
- Spregnuta i oscilatorna kola: 10 časova teorijske nastave, 6 časova vežbi
- Trofazni sistemi: 10 časova teorijske nastave, 2 časa vežbi

Prilikom realizacije nastavnih sadržaja voditi računa o nivoima ishoda i planirati aktivnosti u skladu sa njima. Ukoliko ishod podrazumeva rešavanje zadataka ili analizu, tokom planiranja uraditi operacionalizaciju i na niže nivoe ishoda.

Tokom realizacije svake teme uvek se pridržavati istog principa: teoretski objasniti pojavu ili zakonitost, potvrditi je računski (tamo gde je to moguće) a onda izvršiti demonstraciju ili merenja u laboratoriji.

Za realizaciju teme Uvod u naizmenične struje na početku obraditi osnovne pojmove iz trigonometrije, ukoliko nisu obrađeni u matematici: definisati trigonometrijske funkcije, tok trigonometrijskih funkcija, pojam radijana. Takođe, obraditi pojam, moduo i argument kompleksnog broja (može se realizovati i u saradnji sa nastavnikom matematike). Detaljno obraditi parametre naizmeničnih veličina. Prilikom obrade ove teme uraditi veliki broj zadataka na različitim nivoima zahtevnosti.

Za realizaciju teme Elementi u kolu naizmenične struje detaljno obraditi sve elemente u kolu naizmenične struje crtajući vremenske i fazorske dijagrame. Objasniti šta se dešava sa električnom energijom u njima. Prilikom obrade ove teme uraditi veliki broj zadataka na različitim nivoima zahtevnosti.

Za realizaciju teme Veze elemenata u kolu naizmenične struje kod rednih veza elemenata nacrtati prvo vremenske, a zatim fazorske dijagrame. Fazorske dijagrame crtati tako da je fazor struje na faznoj osi. Impedanse dati u apsolutnom i kompleksnom obliku. Rešavati veći broj zadataka. Omov zakon dati za efektivne i kompleksne vrednosti struje i napona. Kod paralelnih veza elemenata definisati snage i popravak faktora snage. Objasniti ulogu filtra. Prilikom obrade ove teme uraditi veliki broj zadataka na različitim nivoima zahtevnosti.

Prilikom realizacije teme Složena kola kombinovanu vezu elemenata obraditi na primerima, kao i transformacije zvezda - trougao. Definisati složeno kolo i navesti načine za rešavanje složenih kola, zadržati se na kolu sa dve nezavisne konture. U električnim kolima sa više kontura, samo pisati sistem jednačina (bez rešavanja).

Prilikom realizacije teme Spregnuta i oscilatorna kola objasniti induktivnu spregu kalemova i njenu primenu, kroz primere objasniti izračunavanje koeficijenta induktivne sprege. Obraditi transformator i autotransformator sa stanovišta primene i određivanja odnosa transformacije. Za redno i paralelno oscilatorno kolo vežbati izračunavanje rezonantne učestanosti, određivanje propusnog opsega i faktora dobrote. Spregnuta oscilatorna kola obraditi samo informativno.

Za realizaciju teme Trofazni sistemi naglasiti zašto je pogodnije vezivanje navoja u zvezdu za niskonaponsku mrežu. Obrtno magnetno polje prikazati pomoću fazorskih dijagrama.

Tokom trajanja tema realizovati najmanje dva testa znanja. Testovi znanja bi trebalo da sadrže teorijska pitanja i računske zadatke različitih nivoa složenosti. Preporučuje se da testovi znanja sadrže i pitanja različitih oblika: pitanja višestrukog izbora, pitanja dopune, pitanja otvorenog tipa - pitanja koja zahtevaju kratak esejski odgovor, pitanja sa izračunavanjem i grafičkim prikazima.

Tokom trajanja tema, realizovati dva pismena zadatka, jedan u prvom i jedan u drugom polugodištu. Pismeni zadaci se po pravilu rade dva spojena školska časa. Pismeni zadaci sadrže samo računske zadatke, različitih nivoa složenosti, obuhvatajući najvažnije teme i sadržaje.

#### Preporuke za realizaciju laboratorijskih vežbi

Jedna vežba se radi dva spojena školska časa i za to vreme učenici treba da urade sva merenja i obrade rezultate. U laboratoriji treba da bude dovoljno radnih mesta da za jednim radnim stolom budu dva do tri učenika. Insistirati kod učenika na korišćenju stručne terminologije, a na laboratorijskim vežbama primeni mera zaštite na radu i primeni preporuka za zaštitu od kvara opreme usled nepravilnog rukovanja. Na prvom terminu vežbi upoznati učenike sa mernim instrumentima, alatom i priborom koji će se koristiti, kao i pravilima rada i ponašanja u kabinetu.

Nastavnik je u obavezi da pripremi detaljna uputstva za laboratorijske vežbe, kako bi učenici unapred bili upoznati sa načinom rada: koje veličine se mere, šta se proračunava, na koji način se koriste izmerene veličine u procesu analize.

Svaka tema, pored teorijske nastave, propraćena je i časovima vežbi, osim teme Složena kola u drugom razredu. Vežbe su navedene u preporučenom sadržaju svake teme. Izvođenje vežbi potrebno je usaglasiti sa teorijskom nastavom tako da odgovarajuće vežbe slede odmah nakon obrade teorijskog gradiva. Po mogućnosti, u jednom terminu raditi jednu vežbu, a najviše pet vežbi u jednom ciklusu. Gde god je moguće, laboratorijska merenja potvrditi i računskim putem, ili uraditi odgovarajuću simulaciju na računaru. Izuzetno, u slučaju nedostatka potrebne opreme za neke vežbe, praktičan rad zameniti odgovarajućom interaktivnom simulacijom na računaru.

Insistirati da učenici vode dnevnik vežbi koji bi sadržao izveštaje sa vežbi, rezulata merenja, obradu dobijenih podataka, grafički / tabelarni prikaz kao i zaključke. Redovno pregledati dnevnike vežbi. Nakon svakog ciklusa vežbi, kroz individualni rad učenika, oceniti nivo savladanosti steklenih praktičnih veština (sprovođenje naloga, odabir, povezivanje i korišćenje instrumenata, očitavanje rezultata, predstavljanje rezultata tabelarno i grafički, tumačenje rezultata, analiziranje rada kola u različitim uslovima).

Upoznati učenike sa načinom korišćenja osciloskopa. Za merenje naizmeničnog napona koristi osciloskop ili multimetar. Za merenja efektivnih vrednosti napona i struje koristiti multimetar. Snagu meriti UI metodom, ali i vatmetrom.

#### 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; izradu zadataka, izveštaje učenika o realizovanim vežbama, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja; testove praktičnih veština, praćenje postignuća ishoda, pomoć drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju.

Posebnu pažnju обратите на časovima na kojima gostuju stručnjaci iz pojedinih oblasti, vrednujte aktivnost učenika koji postavljaju pitanja i analitički razgovaraju.

Osmisljavati takve zadatke u kojima će učenici analizirati rad kola u različitim uslovima rada (promena karakteristika upotrebljene električne komponente, promena parametara ulaznog signala i sl.)

Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i/ili uradi. Potrebno je osmisliti više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike.

Planirati kako usmene tako i pismene provere znanja i testove praktičnih veština.

Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu podataka prikupljenih formativnim ocenjivanjem, rezultata/rešenja problemskog ili seminariskog rada, usmenih provera znanja, kontrolnih i domaćih zadataka, testova znanja i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

Nakon svakog ciklusa vežbi, kroz individualni rad učenika, oceniti nivo savladanosti stečenih praktičnih veština. Unapred upoznati učenike sa zahtevima i veštinama koje će biti proveravane. Za učenike koji nisu savladali korišćenje mernih instrumenata, pripremiti dodatni materijal i vreme za rad.

Posebno vrednovati kada učenik primenjuje znanja stečena na teorijskim časovima prilikom izvođenja vežbi, kao i u složenim i nepoznatim situacijama (koje nastavnik kreira na časovima obnavljanja ili uvežbavanja) kao i kada učenik objašnjava i kritički razmatra složene sadržinske celine i informacije.

### **Naziv predmeta: ELEKTROMAŠINSKA PRIPREMA**

#### **1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE**

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| I      |                   | 72    | 30                | 102             |        |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### **2. CILJEVI UČENJA:**

- Upoznavanje učenika sa načinima čuvanja zdravlja i primene mera zaštite na radu
- Osposobljavanje učenika da čuva i održava alate
- Osposobljavanje učenika da mašinskom obradom oblikuje jednostavne delove u oblasti mašinstva
- Osposobljavanje učenika da pripremi površine mašinskih delova za zaštitu i da ih zaštitи od korozije
- Osposobljavanje učenika da stečene veštine primene u drugim predmetima
- Osposobljavanje učenika za primenu elektrotehničkih materijala
- Osposobljavanje učenika za prepoznavanje, pripremu i nastavljanje provodnika koji se koriste u elektrotehnici
- Osposobljavanje učenika za povezivanje pribora koji se koristi u elektro, telekomunikacionim i instalacijama lokalnih računarskih mreža
- Osposobljavanje učenika za rad sa mernim instrumentima u oblasti elektrotehnike
- Osposobljavanje učenika za ispitivanje i ugradnju pasivnih elemenata
- Razvijanje preciznosti i odgovornosti učenika.

#### **3. NAZIV I TRAJANJE MODULA PREDMETA**

Razred: prvi

| Red.br | NAZIV MODULA                               | Trajanje modula           |
|--------|--|---------------------------|
| 1      | Mašinska priprema                          | 36 + 15 (nastava u bloku) |
| 2      | Priprema elemenata električnih instalacija | 36 + 15 (nastava u bloku) |
|        | UKUPNO:                                    | 102                       |

#### **4. NAZIVI MODULA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA**

| MODUL             | ISHODI<br>Po završetku modula učenik će biti u stanju da:  | PREPORUČENI<br>SADRŽAJI /<br>SADRŽAJA  | KLJUČNI<br>POJMOVI |
|-------------------|--|--|--------------------|
| Mašinska priprema | <ul style="list-style-type: none"> <li>• demonstrira postupke merenja i kontrolisanja: dužinskih mera, uglova, položaja i oblika i hrapavosti</li> <li>• rukuje mernim alatima, priborom i predmetom rada</li> <li>• koristi tehničko tehnološku dokumentaciju</li> <li>• primenjuje mere zaštite na radu</li> <li>• odabere pribor za ocrtavanje i obeležavanje</li> <li>• izvede postupke ocrtavanja i obeležavanja</li> <li>• izvede postupke oštrenja alata</li> <li>• demonstrira stezanje i pridržavanje</li> <li>• izabere alat za bušenje, proširivanje i upuštanje</li> <li>• izvodi postupke bušenja, proširivanja i upuštanja</li> <li>• izvodi oštrenje reznog alata za bušenje</li> <li>• primeni pravila održavanja, čišćenja mašine, alata i pribora pri bušenju</li> <li>• izabere mašinu, alat i pribor za postupke sečenja i odsecanja</li> <li>• izvede postupke sečenja i odsecanja</li> <li>• izvodi postupke ispravljanja materijala</li> <li>• izvodi postupke savijanja materijala</li> <li>• izvodi postupke spajanja zakivanjem, vijcima i navrtkama</li> <li>• razlikuje vrste maziva</li> <li>• razlikuje vrste podmazivanja prema mestu primene</li> <li>• izvodi postupak podmazivanja</li> <li>• pripremi potrebnu površinu za zaštitu od korozije</li> <li>• pzbare odgovarajuće sredstvo za zaštitu</li> <li>• pzbodi postupak nanošenja zaštitnih prevlaka</li> <li>• objasni tehničke karakteristike strugova, glodalica i brusilica</li> <li>• navede osnovne delove, sklopove i podsklopove univerzalnih mašina alatki</li> <li>• objasni način rada univerzalnih mašina alatki</li> <li>• odabere univerzalnu mašinu alatku u zavisnosti od vrste obrade na pripremku</li> <li>• odabere alat i pomoći pribor</li> </ul> | <p>Uvod u mašinsku pripremu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postupak merenja i kontrolisanja dužinskih mera, uglova, položaja oblika i hrapavosti</li> <li>• Čuvanje i održavanje merila</li> <li>• Tehničko tehnološka dokumentacija</li> <li>• Mere zaštite na radu</li> </ul> <p>Stezanje i pridržavanje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocrtavanje i obeležavanje</li> <li>• Pribor za stezanje i pridržavanje</li> <li>• Stezanje i pridržavanje</li> </ul> <p>Obrada bušenjem, proširivanjem i upuštanjem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mašine, alat i pribor za bušenje, proširivanje i upuštanje</li> <li>• Bušenje, proširivanje i upuštanje</li> <li>• Oštrenje reznog alata za bušenje</li> </ul> <p>Sečenje i odsecanje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mašine, alat i pribor za sečenje i odsecanje</li> <li>• Sečenje ručnom, električnom brusilicom i testerom</li> <li>• Odsecanje sekačima</li> </ul> |                    |
|                   |  | Savijanje, ispravljanje i spajanje   |                    |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ispravljanje materijala</li> <li>• Ispravljanje traka, limova i šipkastih materijala</li> <li>• Savijanje materijala</li> <li>• Razni postupci spajanja materijala</li> </ul> <p>Podmazivanje i zaštita od korozije</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste maziva i podmazivanja           <ul style="list-style-type: none"> <li>- granično</li> <li>- hidrodinamičko</li> <li>- hidrostatičko</li> <li>- elastohidrodinamičko</li> <li>- mešovito podmazivanje</li> </ul> </li> <li>• Korozija</li> <li>• Vrste korozije</li> <li>• Priprema površine za zaštitu</li> <li>• Vrste boja i lakova</li> <li>• Nanošenje zaštitnih prevlaka</li> </ul> <p>Univerzalne mašine alatke (nastava u bloku)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste univerzalnih mašina alatki</li> <li>• Osnovni podsklopovi univerzalnih mašina alatki</li> <li>• Kinematika rezanja univerzalnih mašina alatki</li> <li>• Alati za obradu rezanjem</li> <li>• Pomoćni pribori za univerzalne mašine alatke</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: merenje i kontrolisanje, obeležavanje, ručna obrada, podmazivanje, zaštita od korozije</p>  |
| Priprema elemenata električnih instalacija | <ul style="list-style-type: none"> <li>• poznaje opasnosti i primjenjuje zaštitne mere od štetnog uticaja električne struje;</li> <li>• koristi zaštitnu opremu;</li> <li>• reaguje i pruži prvu pomoć unesrećenom od udara električne struje;</li> <li>• prepozna simbole u tehničko tehnološkoj dokumentaciji;</li> <li>• odabere elemente na osnovu simbola;</li> <li>• ucrtava simbole elemenata u dokumentaciji;</li> <li>• odabere i koristi alat;</li> <li>• održava alat;</li> <li>• prepozna elektrotehničke materijale;</li> <li>• poznaje mehaničke i električne karakteristike materijala;</li> <li>• koristi standarde i kataloge proizvoda;</li> <li>• prepozna elektroenergetske, elektroinstalacione, telekomunikacione, optičke i kablove za lokalne računarske mreže;</li> </ul> <p>Zaštita od štetnog delovanja električne energije</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uticaj električne struje na čoveka</li> <li>• Mere zaštite na radu</li> <li>• Pružanje prve pomoći</li> </ul> <p>Simboli u elektrotehnici</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simboli i oznake u elektrotehnici</li> </ul> <p>Alati i pribor u elektrotehnici</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alati koji se koriste u elektrotehnici</li> <li>• Alati koji se koriste za postavljanje lokalne računarske mreže (klešta za krimpovanje, univerzalni striper, koaksijalni striper)</li> <li>• Održavanje alata</li> </ul> <p>Elektrotehnički materijali</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provodnici (bakar, aluminijum, srebro, zlato), osobine i primena</li> <li>• Poluprovodnici (silicijum i germanijum), osobine i primena</li> </ul> |

|  |   |
|--|---|
| • skine izolaciju, nastavi i izoluje provodnik;                                | • Izolacioni materijali i dielektrici (plastične mase, pertinaks, klirit, guma, prešpan, liskun, staklo, keramika, porculan), osobine i primena |
| • postavi mikrokonektore na krajeve UTP kabla;                                 | • Magnetni materijali (meki i tvrdi magnetici: feriti, alniki magnetici na bazi retkih zemalja), osobine i primena                              |
| • poveže pomoću provodnika osnovni instalacioni pribor;                        | • Proizvodi koji se koriste u elektrotehnici (žice, kleme, izolacione trake, bužiri, izolacije, stalni magneti,...)                             |
| • poveže pomoću provodnika telekomunikacioni pribor;                           | Provodnici i kablovi  |
| • poveže pomoću provodnika osnovni pribor lokalnih računarskih mreža;          | • Elektroenergetski kablovi   |
| • koristi analogne i digitalne mernе instrumente;                              | • Elektroinstalacioni provodnici  |
| • podesi instrument (jednosmerna, naizmenična struja), odabere merno područje; | • Telekomunikacioni provodnici  |
| • odredi konstantu analognog instrumenta;                                      | • Optički kablovi   |
| • izmeri osnovne električne veličine: napon, struju, otpor i kapacitivnost;    | • Kablovi za lokalne računarske mreže (UTO, FTP, SFTP, USB,... )  |
| • razlikuje sisteme naizmenične i jednosmerne struje;                          | Elektroinstalacioni pribor  |
| • priključi potrošače na izvore električne energije;                           | • Elektroinstalacioni pribor (osigurači, prekidači, utičnice, sijalica grla)  |
| • razlikuje sisteme naizmenične i jednosmerne struje;                          | • Telekomunikacioni pribor (reglete, telefonska priključnica, telefonski utikač)  |
| • priključi potrošače na izvore električne energije;                           | • Pribor za lokalne mreže (mrežne utičnice, priključnice RATSН paneli)  |
| • odabere materijal;   | Univerzalni merni instrument  |
| • izvede pripremu za lemljenje;  | • Univerzalni digitalni instrument  |
| • izvrši lemljenje;  | • Univerzalni analogni instrument   |
| • odabere na osnovu oznake otpornik, kondenzator i kalem;                      | Izvori električne energije  |
| • ispita ispravnost elemenata;   | • Izvori jednosmerne struje (galvanski elementi, ispravljači, akumulator)   |
| • zameni i ugradи pasivne elemente odgovarajuće strujno kolo;                  | • Izvori naizmenične struje (trofazni i monofazni sistem)   |
|  | Meko lemljenje  |
|  | • Spajanje provodnika lemljenjem  |
|  | • Lemljenje na štampanoj ploči  |
|  | Pasivni električni elementi   |
|  | • Otpornici (način izrade, vrste, obeležavanje, primena)  |
|  | • Kondenzatori (način izrade, vrste, obeležavanje, primena)   |
|  | • Kalemovi i transformatori (način izrade, primena)   |
|  | Nastava u bloku   |
|  | • Izrada modela električne instalacije, sastavljene od manjeg broja strujnih krugova, prema zadatoj električnoj šemi                            |
|  | • Ispitivanje i zamena električnih elemenata na štampanoj ploči   |
|  | • Spajanje provodnika i elektronskih elemenata mekim lemljenjem u jednostavnija električna kola prema zadatoj šemi                              |

## 5. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinom ocenjivanja.

Predmet se realizuje kroz praktičnu nastavu u specijalizovanoj učionici-radionici. Prilikom ostvarivanja programa odeljenje se deli na grupe do 15 učenika. Nastava u bloku se realizuje u radionici ili proizvodnom pogonu. Prilikom ostvarivanja nastave u bloku odeljenje se deli na grupe do 15 učenika.

U toku realizacije modula Mašinska priprema osloniti se na predznanje iz predmeta tehnika i tehnologija iz osnovne škole i tehničkog crtanja. Za obradu teme zaštita od korozije, osloniti se na teorijsko znanje iz mašinskih materijala.

Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Uvod u mašinsku pripremu (4 časa)
- Stezanje i pridržavanje (4 časa)
- Obrada bušenjem, proširivanjem i upuštanjem (6 časova)
- Sečenje i odsecanje (6 časova)
- Savijanje, ispravljanje i spajanje (6 časa)
- Lemljenje (4 časa)
- Podmazivanje i zaštita od korozije (6 časa)
- Nastava u bloku (18) časova

U toku realizacije modula Priprema elemenata električnih instalacija, osloniti se na predznanje iz predmeta tehnika i tehnologija iz osnovne škole i osnova elektrotehnike. Program je sačinjen tako da učenici steknu uvid u delokrug poslova i radnih zadataka u području rada Elektrotehnika.

Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Zaštita od štetnog delovanja električne energije (2 časa)
- Simboli u elektrotehnici (2 časa)
- Alati i pribor u elektrotehnici (2 časa)
- Elektrotehnički materijali (4 časa)
- Provodnici i kablovi (4 časa)
- Elektroinstalacioni pribor (6 časova)
- Univerzalni merni instrument (4 časa)
- Izvori električne energije (2 časa)
- Meko lemljenje (4 časa)
- Pasivni električni elementi (6 časova)
- Nastava u bloku (12) časova

Potrebno je prilikom obrade svake nastavne teme, učenike upoznati sa specifičnostima bezbednosti i zaštite na radu sa određenim alatima, priborima i mašinama. Za praktičan rad na pojedinim temama potrebno je da koriste i specifičnu zaštitnu opremu (na primer pri radu na konkretnoj mašini itd.). Insistirati na sistematičnosti i primeni teorijskih znanja u izradi praktičnih zadataka.

Za samostalne vežbe učenika, nastavnik priprema potrebne elemente za vežbu (mašinu, pripremak, materijal, alat, pribor i potrebnu dokumentaciju).

Modul Mašinska priprema uvodi učenike u sferu izvršilačkog i proizvodnog rada, u ambijent mašinske radionice, u kojoj se proces obrazovanja odvija u drugim uslovima i drugačijim metodama i sredstvima rada od onih koje su učenici do tada sretali. Zato u samom početku učenici treba da upoznaju principe i pravila ponašanja u radionici, radnu i tehnološku disciplinu, sredstva i mere zaštite na radu i njihovu primenu.

Praktični rad učenika mora biti osmišljen, a svaka aktivnost razumljiva. Na taj način se podstiče motivisanost za rad i razvijaju stvaralačke sposobnosti učenika, ostvaruje efikasnost i bolji kvalitet rada. Da bi se to postiglo praktični rad mora biti, u svim

svojim fazama, analiziran i razjašnjen. Neposrednoj izvršilačkoj aktivnosti demonstraciji nastavnika ili novoj vežbi učenika, mora da prethode (u zavisnosti od karaktera i složenosti radnog postupka i sredstava rada) objašnjenja tehničko-tehnoloških zakonitosti ili kraća uputstva o rukovanju alatom, mašinama i mernim instrumentima. Uvek treba insistirati na poštovanju propisa o zaštiti na radu, na primeni mera štednje energije, materijala, alata, pribora i mašina.

Program modula Mašinska priprema može da se ostvaruje primenom proizvodnih didaktičkih vežbi u celini ili uključivanjem u pro-izvodni rad u pojedinim segmentima programa. U svakom slučaju nastavnik vrši didaktičku razradu tematskih celina programa, formira vežbe, raščlanjuje ih na elemente od zahvata i operacija do složenijih radova. Nastavnik ima teorijsku podlogu u svom radu sa znanjima koja učenici stiču paralelno u okviru sadržaja tehničkog crtanja, mašinskih materijala, mehanike, fizike i matematike. Zbog toga nastavnik mora da poznaje sadržaje ovih predmeta i da ostvaruje stalnu saradnju sa nastavnicima ostalih stručnih predmeta.

Sadržaje jedne tematske celine nije neophodno uvek ostvarivati u celosti pa zatim prelaziti na drugu. Moguće je u zavisnosti od karaktera vežbi ili proizvodnog rada, nastavu ostvarivati kombinovano sa drugim sadržajima (postupcima, operacijama) u dužem periodu. Tamo gde učenici nisu istovremeno angažovani na istim radnim operacijama i zahvatima, potrebno je pratiti rad svakog učenika ponaosob i vreme provedeno na pojedinim radnim aktivnostima.

Radne zadatke u pogledu njihove složenosti treba, po mogućству, prilagođavati nivou sposobljenosti učenika.

Modul Mašinska priprema, treba organizovati u školskoj radionici. Program se sprovodi po unapred definisanom redosledu izmene radnih mesta. Radi što efikasnijeg ostvarivanja programa svaki učenik mora imati svoje radno mesto i odgovarajući alat i pribor.

Prilikom realizacije časova praktičnog rada sa alatima, uređajima i mašinama, nastavnik prati rad svakog učenika na radnom mestu i ukazuje mu na greške pri radu.

Izbor metoda i oblika rada za svaku temu određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode, metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode.

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba sposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju.

Predloženi su sledeći oblici rada: frontalni, rad u grupi i individualni rad.

Učenicima naglasiti da stečene veštine i znanja kroz ove teme, imaju veliku primenu na blok nastavi iz predmeta Hidraulične i pneumatske komponente, Hidraulični i pneumatski sistemi kao objekti upravljanja i na vežbama iz predmeta Održavanje i montaža mehatronskih komponenata.

Tema BLOK NASTAVE Univerzalne mašine alatke je logički nastavak prethodnih tema u okviru modula Mašinska priprema i ima za cilj upoznavanje učenika sa mogućnostima izrade jednostavnijih zamenskih delova u postupku održavanja mehatronskih sistema. Plan i program nastave i učenja za Tehničara mehatronike omogućava dalje sticanje znanja i veština iz ove oblasti kroz izborni predmet Tehnologija obrade koji je u grupi izbornih stručnih predmeta u drugom razredu. Pri realizaciji BLOK NASTAVE učenike upoznati sa osnovnim karakteristikama mašina alatki, mogućnostima njihove primene i vrstama obrade koje mogu da se izvedu na ovim mašinama. Demonstrirati rad struga, glodalice i brusilice. Zajedno sa učenicima izraditi jednostavniji mašinski deo na konvencionalnoj mašini alatki koristeći najjednostavnije postupke obrade rezanjem (uzdužna i poprečna obrada, odsecanje i sl.). Akcenat blok nastave nije na razvijanju veštine tačnosti i preciznosti izrade, već na upoznavanju sa osnovnim postupcima mašinske obrade rezanjem.

Pri realizaciji BLOK NASTAVE iz modula Priprema elemenata električnih instalacija nastavnik treba da osmisli zadatak gde bi učenik sistematizovao stečena znanja. Nastavnik može da osmisli nekoliko različitih zadataka.

## 6. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Kada je u pitanju nastava orientisana ka ishodima, mora se pratiti napredak učenika u kontinuitetu. Vrednovanje ostvarenosti ishoda vršiti kroz: praćenje ostvarenosti ishoda i testove praktičnih veština. Pravilnom procenom „dubine“ usvajanja znanja (znanje, razumevanje, primena, analiza, sinteza, evaluacija), nastavnik pravilno vrednuje proces nastave i učenja, proekte učenja i sopstveni rad. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje potrebno je vršiti na kraju svake realizovane teme (ili u toku realizacije teme). Sumativne ocene se mogu izvesti iz različitih načina vrednovanja ( prezentaciju izrade radnog zadatka-usmeno objašnjavanje radnog zadatka, praktični zadaci, samostalnih radova i grupnih radova, usmenog ispitivanja). Potrebno je dozvoliti da učenici ocenjuju jedni druge kao i da vrše samoprocenu ostvarenih ishoda.

Pri sumativnom ocenjivanju učenika pažnju treba obratiti na: tačnost izrade, kvalitet obrade, uredno održavanje radnog mesta, racionalno korišćenje materijala i energije, čuvanje alata, pribora, uređaja i mašina i pravilno korišćenje sredstava zaštite na radu.

U toku realizacije nastave iz jednog modula, nastavnik daje priliku učeniku da popravi ocenu iz modula koji su ranije realizovani.

Instrumente za formativno ocenjivanje nastavnik bira prema vrsti aktivnosti koja se vrednuje. U procesu učenja nastavnik je moderator koji usmerava i podstiče rad učenika. Nastavnik animira učenike, ohrabruje, koristi ideje učenika za analizu ključnih pojmoveva i sadržaja. Nastavnik prilagođava podučavanje na osnovu povratne informacije koju dobija od učenika. Kada je u pitanju izrada samostalnih radova može se primeniti „ček lista“ u kojoj si prikazani nivoi postignuća učenika sa pokazateljima ispunjenosti, a nastavnik treba da označi pokazatelj koji odgovara učeniku.

Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije, a ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Učenike treba ospozobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju zadatka predmeta, kao i napredak drugih učenika uz odgovarajuću argumentaciju.

## Naziv predmeta: TEHNIČKA MEHANIKA SA MEHANIZMIMA

### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| II     | 102               |       |                   |                 | 102    |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa vrstama i zakonitostima kretanja materijalne tačke
- Upoznavanje učenika sa kinematikom krutog tela, translatornim kretanjem, obrtnim kretanjem, ravanskim i složenim kretanjem
- Upoznavanje učenika sa opštim zakonima dinamike tačke, pojmovima rada i snage
- Upoznavanje učenika sa dinamikom krutog tela
- Ospozobljavanje učenika za primenu zakona kinematike i dinamike u rešavanju zadataka i problema mašinske prakse
- Razvijanje logičkog mišljenja i rasuđivanja kod učenika i sistematičnosti u rešavanju tehničkih problema
- Ospozobljavanje učenika da razumeju uticaj sila na kretanje tela
- Upoznavanje učenika sa osnovnim principima kinematike i dinamike mehanizama

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                         | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|------------------------------|---|--|
| Osnovni pojmovi u kinematici | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije kinematiku kao deo mehanike i objasnji njen značaj u tehnici</li> <li>• objasni pojam materijalne tačke</li> <li>• objasni pojam sistema referencije i navede načine određivanja položaja tačke u ravni i prostoru</li> <li>• izvrši osnovnu podelu kretanja</li> <li>• definije osnovne pojmove i veličine koje opisuju kretanje</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam kinematike i predmet proučavanja</li> <li>• Pojam materijalne tačke</li> <li>• Referentni sistem i određivanje položaja tačke u ravni i prostoru</li> <li>• Pojam i osnovna podela kretanja</li> <li>• Osnovni pojmovi i veličine koje opisuju kretanje (linija putanje, putanja, put, zakon puta, brzina, zakon brzine, vreme)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: kretanje, put, brzina, ubrzanje, vreme</p> |
| Kinematika materijalne tačke | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije pravolinijsko kretanje materijalne tačke i napravi razliku između ravnomernog i nepravolinijskog kretanja</li> <li>• definije krivolinijsko kretanje materijalne tačke</li> <li>• odredi putanju, brzinu i ubrzanje za karakteristične vrste kretanja materijalne tačke</li> <li>• crta kinematičke dijagrame (<math>v - t</math>, <math>a - t</math>, <math>s - t</math>)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pravolinijsko kretanje materijalne tačke (ravnomerno i nepravolinijsko)</li> <li>• Određivanje linije putanje, putanje, brzine i ubrzanja pri pravolinijskom kretanju materijalne tačke</li> <li>• Krivolinijsko kretanje materijalne tačke (ravnomerno i nepravolinijsko)</li> <li>• Određivanje linije putanje, putanje, brzine i ubrzanja pri krivolinijskom kretanju materijalne tačke</li> </ul>           |

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>navede primere pravolinijkog kretanja, krivolinijskog kretanja i kružnog kretanja (kao specijalnog oblika krivolinijskog kretanja) iz mašinske prakse</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kinematički dijagrami</li> <li>Kružno kretanje materijalne tačke (ravnometerno i promenljivo)</li> <li>Brzina i ubrzanje (normalno i tangencijalno) kod kružnog kretanja materijalne tačke</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: pravolinijsko kretanje, krivolinijsko kretanje, kružno kretanje</p>  |
| Kinematika krutog tela     | <ul style="list-style-type: none"> <li>definiše kruto telo i navede razloge uvođenja pretpostavke krutosti tela</li> <li>razlikuje vrte kretanja krutog tela i navede njihove karakteristike</li> <li>ucrti i izračuna brzine i ubrzanja prema zadatim podacima</li> <li>razlikuje apsolutno i relativno kretanje</li> <li>objasni pojam stepena slobode kretanja</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam krutog tela, zadaci kinematike krutog tela</li> <li>Translatorno kretanje krutog tela (konačne jednačine kretanja, linija putanje, brzina i ubrzanje karakteristične tačke krutog tela)</li> <li>Obrtanje krutog tela oko nepomične ose (ugaona brzina, ugaono ubrzanje, brzina i ubrzanje)</li> <li>Pojam ravanskog kretanja krutog tela, konačne jednačine ravanskog kretanja krutog tela</li> <li>Razlaganje ravanskog kretanja krutog tela na translatoryno i obrtno kretanje</li> <li>Trenutni pol brzina ravanske figure, teorema o projekciji brzina dve tačke ravanske figure</li> <li>Određivanje brzine i ubrzanja tačaka krutog tela koje vrši ravansko kretanje</li> <li>Složeno kretanje materijalne tačke, određivanje apsolutne brzine i apsolutnog ubrzanja tačke koja vrši složeno kretanje</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: translatorno kretanje, ravansko kretanje, pol brzina, obrtanje krutog tela</p> |
| Kinematika mehanizama      | <ul style="list-style-type: none"> <li>definiše mehanizam, njegove članove i kinematske veze</li> <li>izvrši podelu mehanizama prema tipu konstrukcije i prema funkciji</li> <li>razlikuje karakteristične tipove mehanizama i njihovu primenu</li> <li>predviđi pomeranje dela mehanizma na osnovu kretanja njegovih ostalih elemenata</li> <li>navede primenu mehanizama na mašinama i uređajima iz mašinske prakse</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam mehanizma, članovi, kinematski parovi, kinematske veze, stepeni slobode kretanja</li> <li>Konstrukciono - funkcionalna klasifikacija mehanizama</li> <li>Relativno kretanje, apsolutno kretanje i analiza pomeranja ključnih članova mehanizama (polužnih, kulisnih, bregastih, zupčastih, motornih, frikcionih i mehanizama sa elastičnim članovima)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: mehanizam</p>   |
| Dinamika materijalne tačke | <ul style="list-style-type: none"> <li>definiše dinamiku i analizira značaj uvođenja mase pri proučavanju kretanja</li> <li>proračunava karakteristične veličine pri pravolinijskom kretanju materijalne tačke pod dejstvom konstantne sile</li> <li>rešava jednostavnije zadatke iz specijalnih slučajeva pravolinijskog i krivolinijskog kretanja materijalne tačke</li> <li>objasni zakon promene količine kretanja i zakon promene kinetičke energije</li> <li>definiše rad, snagu i stepen korisnog dejstva i vrši njihovo izračunavanje na konkretnim primerima</li> <li>definiše silu inercije i primeni D'Alamberov princip za materijalnu tačku na konkretnom primeru</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Osnovni pojmovi i predmet proučavanja dinamike</li> <li>Njutnovi zakoni</li> <li>Pravolinijsko kretanje materijalne tačke pod dejstvom konstantne sile</li> <li>Specijalni slučajevi pravolinijskog kretanja materijalne tačke (slobodan pad, hitac naviše i hitac naniže u bezvazdušnom prostoru)</li> <li>Krivolinijsko kretanje materijalne tačke</li> <li>Specijalni slučajevi krivolinijskog kretanja materijalne tačke (horizontalni i kos hitac u bezvazdušni prostor)</li> <li>Količina kretanja, zakon promene i zakon održanja količine kretanja materijalne tačke</li> <li>Pojam i vrste energije</li> <li>Zakon o promeni kinetičke energije</li> </ul>  |

|                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
|                                      |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rad, snaga, stepen korisnog dejstva</li> <li>• Dalamberov princip za materijalnu tačku</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: Njutnovi zakoni, količina kretanja, energija, rad, snaga</p>   |
| Dinamika sistema materijalnih tačaka | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše materijalni sistem i sile koje dejstvuju na njega</li> <li>• objasni pojam centra masa</li> <li>• objasni zakon o promeni količine kretanja i zakon o promeni kinetičke energije sistema materijalnih tačaka</li> <li>• primeni Dalamberov princip za sistem materijalnih tačaka na konkretnom primeru</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam materijalnog sistema, sile koje dejstvuju na materijalni sistem</li> <li>• Masa i središte sistema</li> <li>• Zakon o promeni količine kretanja sistema</li> <li>• Kinetička energija i zakon o promeni kinetičke energije sistema</li> <li>• Dalamberov princip za sistem materijalnih tačaka</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: materijalni sistem</p> |
| Dinamika krutog tela                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• proračuna karakteristične veličine pri translatornom, kružnom i ravanskom kretanju krutog tela</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetička energija krutog tela (pri translatornom kretanju, obrtanju oko nepomične ose, ravanskom kretanju)</li> <li>• Rad sile koje dejstvuju na kruto telo (pri translatornom kretanju, obrtanju oko nepomične ose, ravanskom kretanju)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: kinetička energija, rad sile</p>  |
| Dinamika mehanizama                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• uoči sile koje se javljaju u karakterističnim veličinama</li> <li>• razlikuje prema nameni i konstrukciji vrste reduktora i njihove komponente</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasifikacija i analiza sila u mehanizmima</li> <li>• Reduktori za velike prenosne odnose</li> <li>• Reduktori za promenljive prenosne odnose</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: reduktori</p>   |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i načinima ocenjivanja. Predmet se realizuje kroz teorijsku nastavu u učionici ili specijalizovanoj učionici.

Preporučen broj časova po temama je sledeći:

- Osnovni pojmovi u kinematici (3 časa)
- Kinematika materijalne tačke (20 čas)
- Kinematika krutog tela (21 časa)
- Kinematika mehanizama (12 časova)
- Dinamika materijalne tačke (21 časa)
- Dinamika sistema materijalnih tačaka (10 časova)
- Dinamika krutog tela (6 časova)
- Dinamika mehanizama (9 časova)

Prilikom upoznavanja učenika sa osnovnim pojmovima u kinematici nastavnik treba da se osloni na znanja koja su učenici stekli iz fizike, koja je potrebno prvo utvrditi, a potom proširiti (provera znanja stečenih iz fizike može se proveriti kroz inicijalni test). Učenicima treba naglasiti značaj određivanja položaja tačke u ravni i prostoru, a svim učenicima moraju biti potpuno jasni pojmovi krutog tela, materijalne tačke, šta su konačne jednačine kretanja, kao i putanja, linija putanje i zakon puta.

Učenike treba postupno uvoditi u ravansko kretanje krutog tela, a na kraju uvežbavati naučeno na pogodnim primerima koje nastavnik izabere. U ovom delu (s obzirom na njegov značaj) potrebno je češće vršiti provere znanja kako bi nastavnik imao uvid u kojoj meri su učenici savladali materiju.

U kinematici mehanizama navoditi primere mehanizama mašina i uređaja iz mašinske prakse kako bi učenici shvatili značaj mehanizama i njihovu ulogu. Navoditi učenike da analiziraju posmatrani mehanizam i uočavaju karakteristične tačke mehanizma čije kretanje je bitno za funkcionisanje celog mehanizma.

Pri obradi dinamike, ključni pojmovi pri obradi su: rad, snaga, stepen korisnog dejstva, kinetička i potencijalna energija, količina kretanja itd. za koji treba uraditi veći broj primera s obzirom da je primena ovih veličina u mašinstvu višestruka.

Dinamiku sistema treba obraditi na jednostavnijim primerima i vršiti njihovu analizu prilikom rešavanja.

Pri realizaciji tema veoma je važno da se uspostavi veza sa znanjima stečenim iz fizike, mašinskih elemenata, mehanike i drugih predmeta i na konkretnim primerima pokazati njihovu povezanost. Učenicima treba davati domaće zadatke koje treba redovno pregledati i proveravati samostalnost izrade zadataka.

Učenike treba upućivati na različite izvore informacija (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici) kako bi povezivali gradivo sa svakodnevnim iskustvom.

U toku realizacije nastave treba negovati timski rad, samoprocenu, estetiku, uvažavanje različitog mišljenja, branjenje sopstvenog stava kroz argumente. Učenike podsticati da razmišljaju, zaključuju, analiziraju, diskutuju, predlažu različita rešenja.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. U nastavi orijentisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (proizvodi učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potreбno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme, a ocenjivanje učenika treba da je u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih ili pismenih radova, grafičkih radova, testova, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, timski rad, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz daćkih ideja, ali i da pomogne razvoj daćkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje.

### Naziv predmeta: MAŠINSKI ELEMENTI

#### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| II     | 68                |       |                   |                 | 68     |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Osposobljavanje učenika da razlikuje karakteristične mašinske elemente, poznaje principe njihovog funkcionisanja i namenu
- Upoznavanje učenika sa karakteristikama i primenom mašinskih elemenata
- Osposobljavanje učenika za samostalno korišćenje tablica standardnih elemenata i njihovu primenu u praksi
- Upoznavanje učenika sa vrstama i karakteristikama spojeva
- Upoznavanje učenika sa elementima obrtnog kretanja
- Upoznavanje učenika sa karakteristikama i namenom prenosnika snage
- Razvijanje sposobnosti kod učenika za primenu znanja u praksi
- Razvijanje osećanja kod učenika za tačnost i sistematičnost u radu

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOWI SADRŽAJA

| TEMA            | ISHODI   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOWI SADRŽAJA   |
|-----------------|--|---|
| Standardizacija | <p>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije i prepozna osnovne mašinske elemente</li> <li>• izvrši podelu i klasifikaciju mašinskih elemenata</li> <li>• objasni i navede primere mašinskog sistema</li> <li>• objasni razliku između mašinskih delova i mašinskih elemenata</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicija, podela i klasifikacija mašinskih elemenata</li> <li>• Pojam mašinskog sistema</li> <li>• Standardizacija i tipizacija u mašinstvu</li> <li>• Standardni brojevi</li> </ul> |

|                      |  |  |
|----------------------|--|--|
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• prepozna različite mašinske elemente i delove</li> <li>• koristi kataloge standardnih mašinskih elemenata i delova</li> <li>• razume neophodnost i značaj standarda, standardizacije i tipizacije</li> <li>• objasni značaj i način dobijanja standardnih brojeva</li> </ul>  | Ključni pojmovi: mašinski elementi, mašinski sistem, standardizacija, tipizacija   |
| Tolerancije          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše pojam tolerancije</li> <li>• definiše kvalitet tolerancije</li> <li>• razume cilj i neophodnost propisivanja tolerancija</li> <li>• objasni pojam i položaj tolerancijskih polja u odnosu na nultu liniju</li> <li>• odredi vrstu i sistem naleganja za zadati primer naleganja</li> <li>• odredi vrstu i sistem naleganja za zadati položaj tolerancijskih polja</li> <li>• koristi tablice tolerancija</li> <li>• identificuje na radioničkom crtežu podatke koji se odnose na tolerancije mera</li> <li>• odredi dobru, lošu i doradnu mjeru</li> <li>• pročita sa radioničkog crteža oznaku tolerancije oblika i položaja</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam tolerancija, cilj propisivanja tolerancija</li> <li>• Kvalitet tolerancije</li> <li>• Položaj tolerancijskih polja</li> <li>• Vrste naleganja (čvrsto, labavo, neizvesno)</li> <li>• Sistemi naleganja (sistemi zajedničke rupe i sistemi zajedničke osovina)</li> <li>• Tolerancije slobodnih mera</li> <li>• Tolerancije oblika i položaja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: tolerancijsko polje, naleganja, sistemi naleganja</p>   |
| Nerazdvojivi spojevi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje osnovne elemente nerazdvojivih spojeva</li> <li>• prepozna zakovani spoj</li> <li>• navede vrste zakovanih spojeva prema različitim kriterijumima</li> <li>• prepozna različite vrste zakovica</li> <li>• objasni način formiranja zakovanog spoja različitim postupcima</li> <li>• prepozna zavareni spoj</li> <li>• navede vrste zavarenih spojeva prema različitim kriterijumima</li> <li>• navede vrste lemljenja i način formiranja lemljenog spoja</li> <li>• objasni način formiranja lepljenog spoja</li> <li>• navede vrste lepkova i objasni način njihove primene</li> <li>• izvrši uporednu analizu različitih vrsta nerazdvojivih spojeva</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zakovani spojevi:</li> <li>- pojam, vrste i primena zakovanih spojeva</li> <li>- vrste zakovica</li> <li>- formiranje zakovanog spoja</li> <li>• Zavareni spojevi</li> <li>- pojam, vrste i primena zavarenih spojeva</li> <li>- formiranje zavarenog spoja</li> <li>• Lemljeni spojevi</li> <li>- pojam, vrste i primena zavarenih spojeva</li> <li>• Lepljeni spojevi</li> <li>- pojam lepljenog spoja, primena i vrste lepkova</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: zakovani spojevi, zavareni spojevi, lemljeni spojevi, lepljeni spojevi</p> |
| Razdvojivi spojevi   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše pojam navojne veze</li> <li>• navede vrste navoja</li> <li>• protumači oznaku navoja</li> <li>• napiše oznaku navoja za zadatu vrstu navoja, nazivni prečnik i korak</li> <li>• formira zavrtačku vezu</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Navojni spojevi:</li> <li>- pojam navojne i zavrtačke veze</li> <li>- vrste navoja</li> <li>- označavanje navoja</li> <li>- formiranje zavrtačke veze</li> <li>- podešeni i nepodešeni zavrtnji</li> </ul>  |

|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• prepozna podešenu i nepodešenu zavrtansku vezu i navede primere njihove primene</li> <li>• navede načine osiguranja zavrtanske veze od labavljenja</li> <li>• koristi tablice navoja</li> <li>• navede vrste klinova i primere njihove primene</li> <li>• izvrši izbor klinova</li> <li>• napravi razliku između spoja klinovima i čivijama</li> <li>• objasni značaj i navede primere primene elastičnih veza</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- osiguranje zavrtanske veze od labavljenja</li> <li>• Klinovi</li> <li>- pojam, vrste i primena klinova</li> <li>- izbor klinova</li> <li>• Čivije</li> <li>• Elastične veze</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: navoj, klin, čivija, elastična veza</p>   |
| Elementi kretanja | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje elemente obrtnog kretanja</li> <li>• definiše osovINU</li> <li>• navede vrste osovina i mesto njihove primene</li> <li>• definiše pojam vratila</li> <li>• navede podelu vratila i primere primene pojedinih vrsta vratila</li> <li>• prepozna vrstu vratila na konkretnom primeru</li> <li>• definiše rukavce i poglavke</li> <li>• izabere materijal za osovine i vratila</li> <li>• navede primere primene ležišta i ležaja</li> <li>• objasni u kojim slučajevima se koristi ležište</li> <li>• prepozna jednodelno i dvodelno ležište</li> <li>• izabere materijal ležišta</li> <li>• objasni značaj košuljice</li> <li>• uporedno analizira prednosti i nedostatke ležišta i ležaja</li> <li>• nabroji delove ležaja i objasni njihovu funkciju</li> <li>• protumači oznaku ležaja</li> <li>• napiše oznaku ležaja za zadate podatke</li> <li>• izračuna radni vek ležaja</li> <li>• objasni značaj podmazivanja ležišta i ležaja</li> <li>• opiše način montaže i demontaže ležaja</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osovine</li> <li>- pojam osovine, vrste i primena</li> <li>• Osovinice</li> <li>• Vratila</li> <li>- vrste, podela, namena</li> <li>- rukavci i podglavci</li> <li>- materijal za izradu osovine i vratila</li> <li>• Klizna ležišta</li> <li>- pojam, vrste, namena</li> <li>- osnovni delovi ležišta</li> <li>- materijal za ležišta</li> <li>• Kotrljajni ležajevi</li> <li>- pojam, vrste, namena</li> <li>- osnovni delovi prstenastih i kolutnih ležajeva</li> <li>- označavanje ležaja</li> <li>- radni vek ležaja</li> <li>• Podmazivanje ležišta i ležajeva</li> <li>• Ugradnja i demontaža ležaja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: osovine, vratila, ležišta, ležajevi</p> |
| Prenosnici snage  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje vrste prenosnika snage i njihove elemente</li> <li>• izračuna prenosni odnos za dati prenosnik snage</li> <li>• objasni razliku između reduktora, multiplikatora i variatora</li> <li>• izvrši podelu spojnica prema datom kriterijumu</li> <li>• za zadati konkretni primer navede spojnicu koja može da se primeni i navede razloge izbora</li> <li>• objasni značaj zupčastih parova</li> <li>• navede primere primene zupčastih parova</li> <li>• izvrši podelu zupčastih parova prema različitim kriterijumima</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam prenosnika snage, podela, kinematski i radni prenosni odnos, stepen iskorišćenja</li> <li>• Spojnice</li> <li>- pojam, vrste, namena, karakteristike</li> <li>• Zupčasti parovi</li> <li>- osnovne karakteristike, oblast primene i podela</li> <li>- osnovne veličine oblika zupca i pojam modula zupčanika</li> <li>- cilindrični zupčasti parovi</li> <li>- konusni zupčasti parovi</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede osnovne veličine oblika zupca i objasni pojam modula</li> <li>• navede karakteristike lančanih parova i primere njihove primene</li> <li>• navede vrste lanca i primere njihove primene</li> <li>• izvrši izbor lanca</li> <li>• objasni razliku između kaišnih i remenih parova</li> <li>• navede načine sastavljanja kaiša</li> <li>• nabroji materijale za kaiše i remene</li> <li>• objasni načine zatezanja kaišnih i remenih parova</li> <li>• izračuna radni vek kaišnih i remenih parova</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- pužni parovi</li> <li>• Lančani parovi</li> <li>- pojam i svojstva lančanih parova, primena</li> <li>- vrste lanca</li> <li>- izbor lanca</li> <li>• Kaišni i remeni parovi</li> <li>- pojam, vrste, primena, materijal</li> <li>- dimenzije i način sastavljanja kaiša</li> <li>- oblici kaiša</li> <li>- remeni parovi</li> <li>- zatezanje kaišnih i remenih parova</li> <li>- izdržljivost i radni vek kaišnih i remenih parova</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> spojnice, zupčasti parovi, lančani parovi, kaišni i remeni parovi</p> |
|---|--|

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinima ocenjivanja. Sadržaji ovog predmeta treba značajno da prošire tehnička znanja učenika koji su im neophodna za uključivanje u proces rada i proizvodnje kao i za praćenje nastave iz stručnih predmeta. Nastava ovog predmeta realizuje se pored učionice i u kabinetu ili specijalizovanoj učionici opremljenoj odgovarajućim nastavnim sredstvima, uzorcima svih mašinskih elemenata i njihovim modelima, mašinskim sklopovima u presecima u kojima se vide ugrađeni mašinski delovi. Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Standardizacija (4 časova)
- Tolerancije (8 časova)
- Nerazdvojivi spojevi (8 časova)
- Razdvojivi spojevi (12 časova)
- Elementi obrtnog kretanja (18 časova)
- Prenosnici snage (18 časova).

Sadržaji ovog predmeta zasnivaju se na teorijskim postavkama stručnih predmeta (tehničko crtanje, mašinski materijali, mehanika). Predznanje učenika je neophodno ali je i nastavnik u obavezi da utvrdi sa učenicima sve ono što je bitno iz sadržaja navedenih predmeta za izučavanje pojedinih tematskih celina mašinskih elemenata.

Pri obradi teme Standardizacija, nastavu realizovati u kabinetu ili specijalizovanoj učionici gde će učenici moći da vide modele mašinskih elemenata, delova, sklopova, kako bi napravili jasnu razliku što će im trebati za uspešnu realizaciju ostalih tema. Značaj standardizacije dočarati i kroz primere koji nisu iz tehnike (u medicini - latinski jezik, u jeziku - gramatika, u bankarstvu - standardne dimenzije platnih kartica i slično).

U temi Tolerancije posebnu pažnju обратити на kvalitet tolerancije čije shvatanje je bitno za razumevanje odstupanja. Za razumevanje graničnih mera, može se najpre objasniti primer kada odstupanja nisu u mikrometrima, već na primer u milimetrima. Dati konkretnе primere pojedinih vrsta naleganja (na primer, rukavac vratila i unutrašnji prsten ležaja obrazuju čvrsto naleganje i sl.). Uraditi primer jednog naleganja kako bi učenici na osnovu graničnih mera odredili da li je mera dobra, škart ili je doradna mera.

Temu Nerazdvojivi spojevi realizovati u kabinetu ili u mašinskoj radionici, pokazati primere nerazdvojivih spojeva i ukazati učenicima na primere nerazdvojivih spojeva koje mogu da vide u okruženju (na primer, zakovani spoj ako u okruženju postoji neki most i sl.). Potencirati da učenici sami zaključuju kada se koji nerazdvojivi spoj koristi i zašto.

Pri realizaciji teme Razdvojivi spojevi ukazati na primere iz okruženja (na primer veza ploče svakog stola u učionici sa metalnom osnovom ostvarena je zavrtnjima). Navesti učenike da zaključe koje su vrste navoja pogodne za hidraulične sisteme (da sami zaključe da treba da se obezbedi hermetičnost), podešene zavrtnjske veze povezati sa čvrstim naleganjem. Poželjno je da učenici vide primere pojedinih zavrtnjskih veza. Pri obradi klinova pokazati učenicima vratilo i neki obrtni element kako bi videli žlebove za klin u vratilu i glavčini obrtnog elementa, kako bi učenici shvatili način ostvarivanja veze. Time se pravi uvod u prenosnike snage i elemente obrtnog kretanja.

Temu Elementi obrtnog kretanja realizovati kroz što veći broj praktičnih primera (nepokretna osovina - koturača, pokretna osovina - osovina vagona, kolenasto i bregasto vratilo povezati sa primerom motora). Pokazati učenicima ležaje i na konkretnom primeru objasniti sastavne elemente. Ukoliko je moguće, koristiti model vratila na čije rukavce treba postaviti konkretan ležaj. Pri obradi podmazivanja ležića i ležaja, povezati sa naučenim iz maziva iz Mašinskih materijala.

Tema Prenosnici snage može da posluži za sistematizaciju celog gradiva. Koristiti model konkretnog vratila, prenosnika snage, ležaja i klina i povezati ih u celinu i još jednom objasniti funkciju svakog elementa. Na taj način će učenik imati jasnu predstavu o funkciji i značaju svakog elementa u konkretnom sklopu. Povezati sa temom Tolerancije kroz primer čvrstog naleganja unutrašnjeg prstena ležaja i rukavca vratila, a kao primer naleganja može se navesti i veza klina sa žlebovima u glavčini obrtnog elementa i vratila.

Sadržaje koji se odnose na zakovice i vratila povezati sa naučenim iz Mehanike iz modula Otpornost materijala gde su učenici radili dimenzionisanje zakovica na naprezanje na smicanje. Nema potrebe da se rade proračuni zakovica i vratila. Takođe, može se izvršiti transfer znanja koje su učenici stekli pri dimenzionisanju ravanskih nosača na savijanje (modul Otpornost materijala iz Mehanike) i objasniti njihovu primenu na proračun vratila. Ovim će učenici shvatiti značaj naučenog iz Mehanike.

Izvršiti korelaciju sa Mašinskim materijalima, Mehanikom, Elektro-mašinskom pripremom i Tehničkim crtanjem.

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba osposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orijentisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije, a ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju zadataka predmeta, kao i napredak drugih učenika uz odgovarajuću argumentaciju.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih ili pismenih radova, testova, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika. Pored toga, učenici se mogu sumativno ocenjivati i kroz diskusiju u radionicu, kabinetu ili specijalizovanoj učionici ukoliko učenik ima ideje, zaključuje, prepoznaje elemente... U toku sumativnog ocenjivanja podsticati učenike da jedni drugima postavljaju pitanja, isprave grešku, pitati da li se slaže sa odgovorom, tražiti da argumentovano brani stav.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje. I pored toga što je ovaj predmet nije preterano apstraktan, učenici većinu elemenata mogu da vide i samostalno i u sklopu, sadržaj im je potpuno nov i uglavnom teško prihvatljiv. Iz tog razloga, kroz konkretne primere učenike treba podsticati na razmišljanje, samostalno zaključivanje, ohrabrvati i pratiti njihov napredak.

## Naziv predmeta: PROGRAMIRANJE

### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| II     |                   | 68    |                   | 68              |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa ulogom programiranja u savremenoj tehnici
- Osposobljavanje učenika za algoritamsko rešavanje problema
- Osposobljavanje učenika za rad u programskim okruženjima
- Osposobljavanje učenika za preslikavanje algoritma u programske kod
- Osposobljavanje učenika za programsku kontrolu mikrokonrolera

- Razvijanje sposobnosti kod učenika za analizu i otklanjanje grešaka u postojećem algoritmu i programskom kodu

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                  | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|-----------------------|---|--|
| Uvod u programiranje  | <ul style="list-style-type: none"> <li>navede razliku između programskih i markup jezika</li> <li>objasni razliku između programskih jezika višeg i nižeg nivoa</li> <li>objasni pojam okruženja za razvoj</li> <li>navede razliku između struktturnog i nestruktturnog programskog koda</li> <li>definiše ključne reči u programskom kodu</li> <li>opиše pojam tipa podatka</li> <li>navede razliku između jezika jakih i slabih tipova</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Programski jezici</li> <li>Markup jezici</li> <li>Razlika između programskih jezika višeg i nižeg nivoa</li> <li>Razvojno okruženje</li> <li>Razlika između struktturnog i nestruktturnog programskog koda</li> <li>Rezervisane reči u programiranju</li> <li>Tipovi podataka</li> <li>Jezici slabih i jakih tipova</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: navoj, klin, čivija, elastična veza</p>  |
| Algoritmi             | <ul style="list-style-type: none"> <li>objasni značenje algoritma</li> <li>navede grafičke prikaze algoritamskih blokova</li> <li>kreira algoritam za rešavanje jednostavnih programskih zadataka</li> <li>ispita tok i način izvršenja kreiranog algoritma</li> <li>ispita ispravnost kreiranog algoritma</li> <li>definiše koji su granični slučajevi pokriveni a koji nisu kreiranim algoritmom</li> <li>optimizuje način izvršenja i tok kreiranog algoritma</li> <li>nadogradi postojeći algoritam za pokrivanje željenih graničnih slučajeva</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam algoritma</li> <li>Grafički prikaz bloka ulaznih odnosno izlaznih parametara kao i bloka naredbe</li> <li>Grafički prikaz i način izvršenja naredbe grananja</li> <li>Praćenje toka algoritma</li> <li>Grafički prikaz i način izvršenja petlji i praćenje toka algoritma,</li> <li>Ugnježdeni blokovi petlji i grananja</li> <li>Blokovi višestrukog grananja i praćenje toka algoritma</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: algoritam, blokovi petlji, blokovi grananja</p>   |
| Arduino programiranje | <ul style="list-style-type: none"> <li>hardverski poveže arduino uređaj sa računaram</li> <li>pripremi arduino razvojno okruženje za rad sa povezanim arduino uređajem</li> <li>objasni arduino razvojno okruženje</li> <li>kreira jednostavni program u arduino razvojnom okruženju</li> <li>poveže komponente na arduino uređaj</li> <li>koristi funkcije ugrađene arduino biblioteke</li> <li>kreira program koji omogućava komunikaciju i interakciju između dve ili više komponenti</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Arduino razvojno okruženje</li> <li>Hardware i funkcija osnovnih delova arduino kontrolera</li> <li>Povezivanje arduino kontrolera sa računaram</li> <li>Osnove korišćenja razvojnog okruženja</li> <li>Tipovi podataka i osnovne operacije nad promenjivima</li> <li>Oblast definisanosti promenjive</li> <li>Konstante</li> <li>Korišćenje naredbe grananja u kodu</li> <li>Korišćenje petlji u kodu</li> <li>Naredba višestrukog grananja (SWITCH)</li> <li>Povezivanje komponenti na arduino kontroler</li> <li>Kontrola digitalnog izlaza</li> <li>Očitavanje stanja digitalnog ulaza</li> <li>Očitavanje stanja analognog ulaza</li> <li>Kontrola analognog izlaza</li> </ul> |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinom ocenjivanja. Predmet se realizuje kroz vežbe u računarskom kabinetu. Prilikom ostvarivanja programa odeljenje se deli na grupe do 15 učenika. Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Uvod u programiranje: 6 časova
- Algoritmi: 24 časa
- Arduino programiranje: 38 časa

Pri obradi pojedinih nastavnih jedinica koristiti slike, crteže, primere gotovih programa ili algoritama. Koristiti multimedijalne prezentacije, kataloge proizvođača opreme i uređaja i stručnu literaturu (standarde, propise, preporuke).

U uvodnoj temi učenike upoznati sa razlikom između programskih jezika i Markup jezika koristeći primere jezika jednog i drugog tipa i objasniti način njihovog funkcionisanja i izvršavanja. Razliku između programskih jezika višeg i nižeg nivoa prikazati kroz primere jezika, objasniti udaljenost jezika od procesora i benefite programiranja na različitim nivoima. Učenike upoznati sa razvojnim okruženjem koje će biti korišćeno u okviru ovog predmeta i ugrađenim alatima za praćenje i kontrolu toka programa. Preporučeno razvojno okruženje je Arduino IDE (poslednja dostupna verzija). Preporuka je da ova tema bude obrađena praktično primenom računara. Naglasiti razliku između struktturnog i nestruktturnog programskega koda praćenjem toka oba tipa koda. Preporučen jezik kao primer je jezik C. Učenike upoznati sa osnovnim pojmom rezervisanih reči u programskom jeziku, tipovima podataka, načinom definisanja promenljivih kao i razlikom između promenljivih jakog i slabog tipa. Preporuka je da se kao jezik jakog tipa koristi jezik C, a kao jezik slabog tipa javascript. Za jezik koji koristi i jedan i drugi načininstanciranja promenljivih može se koristiti C#.

U tematskoj celini Algoritmi posebnu pažnju posvetiti praćenju toka izvršenja algoritma, otklanjanju grešaka i definisanju graničnih slučajeva koje algoritam pokriva, odnosno ne pokriva. Pri izboru praktičnih zadatka za crtanje algoritma zadatke definisati na način da ih je moguće primeniti u arduino razvojnom okruženju. Preporuka je praktično na računaru realizovati:

- Jednostavne algoritamske zadatke koji za cilj imaju grubu obradu unetih parametara aritmetičkim operacijama i prikaz dobijenih rezultata, kao i zamenu vrednosti dveju promenljivih;
- Algoritamske zadatke sa naredbom grananja koja testiraju uslov i za različite vrednosti promenjive ili izraza daju drugačije izlaze;
- Algoritamske zadatke u kojima se koristi for petlja za izračunavanje matematičkih izraza;
- Algoritamske zadatke u kojima se koristi while petlja;
- Algoritamske zadatke u kojima se koristi do while (repeat until) petlja;
- Algoritamske zadatke sa ugnježdenim blokovima petlji i grananja u kojima će se za rešenje kombinovati prethodno obrađene jedinice;
- Algortimaske zadatke sa blokovima višestrukog grananja (switch).

U tematskoj celini Arduino programiranje posebnu pažnju обратити на praćenje toka izvršenja i otklanjanje grešaka u kodu korišćenjem alata ugrađenim u arduino razvojno okruženje. Pored arduino simulatora koristiti i arduino uređaj. Preporuka je praktično realizovati:

- Jednostavne programske zadatke koji za cilj imaju grubu obradu unetih parametara aritmetičkim operacijama i prikaz dobijenih rezultata, kao i zamenu vrednosti dveju promenljivih. Preporuka je da se obrade oni zadaci koji su obrađivani kroz tematsku celinu Algoritmi;
- Programske zadatke sa naredbom grananja koja testiraju uslov i za različite vrednosti promenjive ili izraza daju drugačije izlaze. Preporuka je da se obrade oni zadaci koji su obrađivani kroz tematsku celinu Algoritmi;
- Programske zadatke u kojima se koristi for petlja za izračunavanje matematičkih izraza. Preporuka je da se obrade oni zadaci koji su obrađivani kroz tematsku celinu Algoritmi;
- Programske zadatke u kojima se koristi while petlja. Preporuka je da se obrade oni zadaci koji su obrađivani kroz tematsku celinu Algoritmi;
- Programske zadatke u kojima se koristi do while (repeat until) petlja. Preporuka je da se obrade oni zadaci koji su obrađivani kroz tematsku celinu Algoritmi;
- Programske zadatke sa ugnježdenim blokovima petlji i grananja u kojima će se za rešenje kombinovati prethodno obrađene jedinice. Preporuka je da se obrade oni zadaci koji su obrađivani kroz tematsku celinu Algoritmi;

- Programske zadatke sa blokovima višestrukog grana (switch). Preporuka je da se obrade oni zadaci koji su obrađivani kroz tematsku celinu Algoritmi;
- Povezivanje komponenti na arduino kontroler;
- Implementirati zadatke koji kombinuju kontrolu digitalnog izlaza i očitavanje stanja digitalnog ulaza i ostvaruju interakciju između ove dve komponente;
- Implementirati zadatak koji kombinuje kontrolu analognog izlaza i očitavanje stanja analognog ulaza i ostvaruje interakciju između ove dve komponente.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; pozitivnom odnosu prema opremi; izradu zadataka, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja, praćenje postignutosti ishoda, pomoći drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl.

Učenike treba osposobljavati i ohrabrivati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju.

Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i/ili uradi.

Potrebno je osmisiliti više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike. Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu formativnog ocenjivanja, rezultata/rešenja problemskog ili projektnog zadatka, praćenjem rada učenika - ostvarivanja ishoda i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

## Naziv predmeta: HIDRAULIČNE I PNEUMATSKE KOMPONENTE

### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| II     | 68                |       |                   | 90              | 158    |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa načinima prenosa energije u hidrauličnim i pneumatskim sistemima
- Upoznavanje učenika sa ulogom svake hidraulične i pneumatske komponente u hidrauličnim i pneumatskim sistemima
- Osposobljavanje učenika da izaberu odgovarajuću konstrukciju komponenata u zavisnosti od funkcije u sistemu
- Upoznavanje učenika sa osnovnim zakonima hidraulike i pneumatike i njihovo primeni
- Osposobljavanje učenika za primenu teorijskih znanja pri rešavanju praktičnih tehničkih problema
- Osposobljavanje učenika da prati rad hidrauličnih i pneumatskih komponenata
- Osposobljavanje učenika za korišćenje kataloga proizvođača hidrauličnih i pneumatskih komponenata
- Razvijanje samostalnosti u radu učenika

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA   | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|--|---|--|
| Osnove pneumatike, svojstva i promene stanja vazduha | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije osnovne pojmove u pneumatiki</li> <li>• navede primenu pneumatike u tehničkim sistemima</li> <li>• objasni prednosti i nedostatke primene pneumatike u tehničkim sistemima</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi pneumatike</li> <li>• Primena pneumatike u tehničkim sistemima</li> <li>• Prednosti i nedostaci primene pneumatike u tehničkim sistemima</li> </ul> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše sva svojstva vazduha</li> <li>• razlikuje i pretvara jedinice pneumatskih veličina</li> <li>• navede definicije osnovnih zakona promene stanja vazduha</li> <li>• objasni primenu osnovnih zakona promene stanja vazduha</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumatski prenos energije</li> <li>• Gustina</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Pritisak</li> <li>• Stišljivost</li> <li>• Vlažnost</li> <li>• Gej-Lisakov zakon</li> <li>• Bojl-Mariotov zakon</li> <li>• Šarlov zakon</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: pneumatika, vazduh, promene stanja vazduha</p>   |
| Elementi za proizvodnju, distribuciju i pripremu sabijenog vazduha | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje vrste kompresora prema principu rada</li> <li>• opiše glavne delove različitih kompresora</li> <li>• objasni način rada i ulogu kompresora</li> <li>• objasni ulogu različitih vrsta rezervoara</li> <li>• opiše konstrukciju rezervoara</li> <li>• navede glavne delove rezervoara</li> <li>• objasni vrstu i namenu vezivnih elemenata</li> <li>• objasni namenu filtera, zauljivača i regulatora pritiska u pneumatskom sistemu</li> <li>• navede šta čini pripremnu grupu za vazduh</li> <li>• na primerima objasni princip rada i primenu pripremne grupe za vazduh</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompresori (zapreminske i brzinske-turbo)</li> <li>• Rezervoari</li> <li>• Cevi, creva i priključci</li> <li>• Filteri</li> <li>• Zauljivači</li> <li>• Regulatori pritiska</li> <li>• Pripremna grupa za vazduh</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: proizvodnja komprimovanog vazduha, distribucija komprimovanog vazduha, priprema komprimovanog vazduha</p> |
| Pneumatski izvršni upravljački elementi                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje pneumatske izvršne elemente prema načinu kretanja</li> <li>• objasni princip rada i konstruktivne karakteristike cilindara</li> <li>• opiše princip rada pneumatskih motora</li> <li>• na primerima iz tehničke prakse objasni primenu pneumatskih motora</li> <li>• navede karakteristične ventile i razvodnike koji se primenjuju u pneumatičkih sistemima</li> <li>• objasni princip rada i obeležavanje razvodnika</li> <li>• razlikuje tipove ventila prema njihovoj primeni</li> <li>• objasni ulogu prigušivača buke</li> <li>• objasni princip rada prigušivača</li> <li>• objasni namenu i princip funkcionisanja kombinovanih elemenata</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Translatorni izvršni elementi-cilindri (vrste, konstrukcija itd.)</li> <li>• Obrtni izvršni elementi (pneumatski motori)</li> <li>• Ventili</li> <li>• Razvodnici</li> <li>• Prigušivači buke</li> <li>• Kombinovani elementi (taktni lanci i ventili sa kašnjenjem...)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: cilindri, pneumatski motori</p>                    |
| Ugradnja i održavanje pneumatskih komponenata                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• čita tehničku dokumentaciju i uputstva za ugradnju pneumatskih komponenata</li> <li>• navede operacije i redosled postupaka prilikom ugradnje pneumatskih komponenata</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehnička dokumentacija za ugradnju pneumatskih komponenata</li> <li>• Osnovne operacije i postupci ugradnje</li> <li>• Održavanje pneumatskih komponenata</li> </ul>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede principe održavanja pneumatskih komponenata</li> <li>• objasni značaj održavanja pneumatskih komponenata</li> <li>• prepozna i opiše najčešće neispravnosti u radu pneumatskih komponenata</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Najčešći kvarovi i zastoji u radu pneumatskih komponenata</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: ugradnja pneumatskih komponenata, održavanje pneumatskih komponenata</p>   |
| Osnove hidraulike hidrostatike               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije osnovne pojmove u hidraulici</li> <li>• navede primenu hidraulike u tehničkim sistemima</li> <li>• objasni prednosti i nedostatke primene hidraulike u tehničkim sistemima</li> <li>• definije fizička svojstva tečnosti</li> <li>• razlikuje radne tečnosti, njihove osobine i kao i primenu u zavisnosti od tih osobina</li> <li>• definije hidrostaticki pritisak</li> <li>• razlikuje sve vrste pritiska (potpritisak, nadpritisak, apsolutni pritisak)</li> <li>• objasni Paskalov zakon i njegovu primenu</li> <li>• objasni hidrostaticki paradoks</li> <li>• definije silu potiska i plivanje tela</li> <li>• objasni Arhimedov zakon</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi hidraulike</li> <li>• Područje primene hidraulike</li> <li>• Prednosti i nedostaci primene hidraulike u tehniči</li> <li>• Hidraulični prenos energije</li> <li>• Fizička svojstva tečnosti</li> <li>• (nestišljivost, gustina, viskoznost)</li> <li>• Radne tečnosti</li> <li>• Hidrostaticki pritisak od spoljašnjih sila</li> <li>• Paskalov zakon</li> <li>• Hidrostaticki pritisak od sopstvene težine tečnosti</li> <li>• Hidrostaticki paradoks</li> <li>• Sila potiska i plivanje tela</li> <li>• Arhimedov zakon</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: hidraulika, hidrostatika</p> |
| Kinematika i dinamika tečnosti               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje vrste strujanja tečnosti</li> <li>• navede osnovne veličine strujanja tečnosti (pritisak, protok, brzina strujanja)</li> <li>• objasni jednačinu kontinuiteta</li> <li>• objasni osnovne energetske parametre strujanja tečnosti (kinematičku, potencijalnu i pritisnu energiju)</li> <li>• definije vrste gubitaka energije tečnosti prilikom strujanja</li> <li>• objasni Bernulijevu jednačinu i njene oblike</li> <li>• opiše vrste isticanja</li> <li>• primeni Bernulijevu jednačinu u rešavanju različitih problema strujanja tečnosti</li> <li>• definije protok</li> <li>• definije hidraulični udar</li> <li>• navede primer nastanka hidrauličnog udara</li> <li>• objasni način ublažavanja hidrauličnog udara</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste strujanja tečnosti (laminarno i turbulentno strujanje, Rejndoldsov broj)</li> <li>• Osnovne veličine strujanja tečnosti</li> <li>• Jednačina kontinuiteta</li> <li>• Energetski parametri strujanja tečnosti</li> <li>• Bernulijeva jednačina</li> <li>• Isticanje kroz otvore i naglavke</li> <li>• Hidraulični udar</li> <li>• Kavitacija</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: kinematika tečnosti, dinamika tečnosti</p>   |
| Komponente za dobijanje hidraulične energije | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje vrste hidrauličnih pumpi prema principu rada</li> <li>• opiše glavne delove i princip rada različitih vrsta pumpi</li> <li>• objasni mogućnosti primene pumpi prema njihovim karakteristikama</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidraulične pumpe</li> <li>• Hidraulični agregati</li> <li>• Hidraulični akumulatori</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: dobijanje hidraulične energije</p>  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni princip rada hidrauličnih agregata</li> <li>• opiše hidraulične akumulatore</li> <li>• objasni namenu hidrauličnih akumulatora</li> </ul>   |  |
| Hidraulični izvršni, upravljački i pomoći elementi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni princip rada hidrauličnih radnih cilindara</li> <li>• objasni princip rada hidrauličnih motora</li> <li>• na primerima iz tehničke prakse objasni primenu hidrauličnih motora</li> <li>• objasni princip rada razvodnika</li> <li>• razlikuje vrste aktiviranja razvodnika</li> <li>• na šemici hidraulične instalacije obeležava razvodnike</li> <li>• razlikuje tipove ventila prema primeni</li> <li>• razlikuje pomoćne hidraulične komponente</li> <li>• objasni vrste i namenu svake od pomoćnih komponenata</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Translatorni izvršni hidraulični elementi</li> <li>• Rotacijski izvršni elementi (motori)</li> <li>• Hidraulični razvodnici (podela, aktiviranje, označavanje...)</li> <li>• Hidraulični ventili (ventili pritiska, ventili protoka, nepovratni ventili, zaustavni ventili, deblokirajući nepovratni ventili...)</li> <li>• Zaptivni elementi</li> <li>• Vezivni elementi</li> <li>• Rezervoari</li> <li>• Grejači i hladnjaci filteri</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: hidraulični motori, razvodnici, ventili</p> |
| Ugradnja i održavanje hidrauličnih komponenata     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• čita tehničku dokumentaciju i uputstva za ugradnju hidrauličnih komponenata</li> <li>• navede operacije i redosled postupaka prilikom ugradnje hidrauličnih komponenata</li> <li>• navede principe održavanja hidrauličnih komponenata</li> <li>• objasni značaj održavanja hidrauličnih komponenata</li> <li>• prepozna i opiše najčešće neispravnosti u radu hidrauličnih komponenata</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehnička dokumentacija za ugradnju hidrauličnih komponenata</li> <li>• Osnovne operacije i postupci ugradnje</li> <li>• Održavanje hidrauličnih komponenata</li> <li>• Najčešći kvarovi i zastoji u radu hidrauličnih komponenata</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: ugradnja hidrauličnih komponenata, održavanje hidrauličnih komponenata</p>   |
| Nastava u bloku                                    | <p>1 BLOK (30 ČASOVA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizira simbole, komponente i veze</li> <li>• poznaje programski paket za crtanje i simulaciju hidrauličnih i pneumatskih šema</li> <li>• izrađuje jednostavne pneumatske šeme, simulira rad u softverskom paketu</li> <li>• povezuje različite pneumatske komponente na osnovu šeme</li> <li>• proverava funkcionalnost komponenta</li> </ul> <p>2 BLOK (30 ČASOVA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizira simbole, komponente i veze</li> <li>• poznaje programski paket za crtanje i simulaciju hidrauličnih i pneumatskih šema</li> <li>• izrađuje jednostavne hidraulične šeme, simulira rad u softverskom paketu</li> <li>• povezuje različite hidraulične komponente na osnovu šeme</li> <li>• proverava funkcionalnost komponenta</li> </ul> <p>3 BLOK (30 ČASOVA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podeši pumpu/kompresor u radni režim</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simboli u hidraulici i pneumatici</li> <li>• Softverski paket za crtanje šema</li> <li>• Simulacija rada hidrauličnih i pneumatskih šema</li> </ul>   |

- pokreće povezane komponente (urečaj/mašinu sa pneumatskim i hidrauličnim pogonom)
- isprati rad urečaja/maštine sa pneumatskim i hidrauličnim pogonom
- utvrdi merenjem parametara tačnost rada

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i načinima ocenjivanja. Predmet se realizuje kroz vežbe (68 časova) i kroz časove blok nastave (90 časova). Odjeljenje se deli na grupe do 15 učenika prilikom realizacije vežbi i blok nastave. Realizacija nastave se odvija u mehatronskoj školskoj laboratoriji dok se časovi blok nastave mogu realizovati i kod poslodavca ako postoje uslovi.

Preporučen broj časova po temama je sledeći:

- Osnove pneumatike, svojstva i promene stanja vazduha (8 časova)
- Elementi za proizvodnju, distribuciju i pripremu sabijenog vazduha (8 časova)
- Pneumatski izvršni i upravljački elementi (10 časova)
- Ugradnja i održavanje pneumatskih komponenata (8 časova)
- Osnove hidraulike i hidrostatike (10 časova)
- Kinematika i dinamika tečnosti (6 časova)
- Komponente za dobijanje hidraulične energije (4 časa)
- Hidraulični izvršni, upravljački i pomoćni elementi (8 časova)
- Ugradnja i održavanje hidrauličnih komponenata (6 časova)

Izbor metoda i oblika rada za svaku temu određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode (metoda usmenog izlaganja i dijaloška metoda), metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode. Predloženi oblici rada su frontalni, rad u grupi, rad u paru i individualni rad.

Svojstva tečnosti i gasova obraditi na nivou informisanosti dok Paskalovom, Arhimedovom zakonu kao i Jednačini kontinuiteta i Bernulijevoj jednačini posvetiti veću pažnju.

Prilikom realizacije tema hidrostatika, kinematika i dinamika tečnosti, gde se izučavaju osnovni zakoni (preporučeni broj časova je nešto veći) i potrebno je osloniti se na predznanja učenika iz fizike i mehanike. Preporuka je da se daju teorijska objašnjenja ključnih pojmova i sadržaja uz primere iz konkretnе prakse a takođe se preporučuje uraditi neke jednostavnije računske zadatke. Dobijene rezultate analizirati, podstaći učenike na donošenje zaključaka. U zavisnosti od mogućnosti, dobijene rezultate proveravati eksperimentalnim putem.

Ovaj predmet predstavlja prvi kontakt učenika sa nekim od mehatronskih komponenti i sa mehatronikom uopšte, pa bi bilo poželjno da se prilikom obrade i upoznavanja učenika sa hidrauličnim i pneumatskim komponentama, učenicima omoguće komponente koje mogu da fizički vide i opipaju a različite konstrukcije, principi rada i ostale karakteristike se mogu izlagati kroz prezentacije, simulacije itd.

Sve vreme, dok se obrađuju komponente treba analizirati i isticati razlike i sličnosti u komponentama u hidraulici i pneumatici, do kombinovanih hidropneumatskih komponenata.

Na kraju svakog modula predviđeno je upoznati učenike sa projektovanjem, ugradnjom komponenata i principima održavanja. Preporuka je da se ova tema obrađuje kroz konkretnе primere iz prakse, ako je to izvodljivo, da bi se učenicima približili primeri iz realnog okruženja.

Pošto je predviđen veliki broj časova blok nastave, preporučuje se da ti časovi budu priprema za uvođenje u predmet u trećem razredu Hidraulični i pneumatski sistemi kao objekti upravljanja. Nastava u bloku je predviđena da se realizuje kroz tri teme. Na prvom i drugom bloku potrebno je da se učenici upoznaju detaljnije sa simbolima komponenata, da im se prezentuje principi i pravila za crtanje pneumatskih i hidrauličnih šeme, simulacija nacrtanih šema u softverskom paketu i da oni samostalno nacrtaju i simuliraju jednostavnije šeme. Potom, da na osnovu nacrtane i simulirane šeme, izvrše odabir komponenata i da ih postave i povežu na didaktičkim pneumatskim i hidrauličnim stolovima i provere funkcionalnost.

Na trećem bloku, učenici već mogu da menjaju i podešavaju parametre pumpe/kompresora, ventila i ostalih komponenata.

Poseban osvrt, na blok časovima, treba posvetiti merama bezbednosti i zaštite na radu.

#### 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Kada je u pitanju nastava orientisana ka ishodima, mora se pratiti napredak učenika u kontinuitetu. Vrednovanje ostvarenosti ishoda vršiti kroz: praćenje ostvarenosti ishoda, testove znanja i testove praktičnih veština. Pravilnom procenom „dubine“ usvajanja znanja (znanje, razumevanje, primena, analiza, sinteza, evaluacija), nastavnik pravilno vrednuje proces nastave i učenja, produkte učenja i sopstveni rad.

Sumativno ocenjivanje potrebno je vršiti na kraju svake realizovane teme (ili u toku realizacije teme). Sumativne ocene se mogu izvesti iz različitih načina vrednovanja (kontrolni zadaci, praktični zadaci, usmeno ispitivanje, samostalnih radova, grupnih radova). Potrebno je dozvoliti da učenici ocenjuju jedni druge kao i da vrše samoprocenu ostvarenih ishoda. Ocenjivanje mora da bude u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju.

U toku realizacije nastave iz jednog modula, nastavnik daje priliku učeniku da popravi ocenu iz modula koji su ranije realizovani.

Instrumente za formativno ocenjivanje nastavnik bira prema vrsti aktivnosti koja se vrednuje. U procesu učenja nastavnik je moderator koji usmerava i podstiče rad učenika, usmerava ih na izvore učenja, načine prikupljanja i analize podataka, navodi ih da argumentovano brane svoje stavove, podstiče timski rad, uvažavanje različitih mišljenja. Nastavnik animira učenike, ohrabruje, koristi ideje učenika za analizu ključnih pojmoveva i sadržaja. Najbitnije je da se učeniku dozvoli da iznese svoje mišljenje, a zatim kroz grupnu diskusiju vršiti analizu i argumentovano zaključivati o ispravnosti mišljenja (uvek krenuti od pozitivnih strana iznetog mišljenja učenika). Nastavnik prilagođava podučavanje na osnovu povratne informacije koju dobija od učenika.

#### **Naziv predmeta: ELEKTRONIKA**

#### **1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE**

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| II     | 68                | 34    |                   |                 | 102    |

#### **2. CILJEVI UČENJA:**

- Upoznavanje sa fizičkim pojavama i procesima u elektronici na osnovu modela i teorija;
- Upoznavanje sa osnovnim elektronskim komponentama, njihovim karakteristikama i primeni u elektronskim kolima;
- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima o digitalnim kolima i digitalnim informacijama;
- Upoznavanje sa pojačavačkim kolima i izvorima za napajanje;
- Osposobljavanje za analizu i rešavanje elektronskih kola;
- Osposobljavanje za merenja iz oblasti elektronike;
- Osposobljavanje za analizu, obradu i predstavljanje rezultata merenja;
- Razvijanje sposobnosti i veština za primenu znanja iz elektronike.

#### **3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA**

| TEMA                       | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|----------------------------|---|--|
| Poluprovodničke komponente | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni inverznu i direktnu polarizaciju PN spoja</li> <li>• grafički prikaže strujno - naponsku karakteristiku PN spoja uz objašnjenje;</li> <li>• navede razloge zbog kojih dolazi do proboja PN spoja;</li> <li>• nabroji vrste dioda, njihove najvažnije karakteristike i primenu;</li> <li>• rešava elektronska kola sa diodama;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Direktno i inverzno polarisani PN spoj. Karakteristike PN spoja. Proboj PN spoja;</li> <li>• Kapacitivnost PN spoja. Diode. Vrste dioda (usmaračke, Zener,);</li> <li>• Elektronska kola sa diodama.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: PN spoj, diode, vrste dioda</p> |
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše princip rada bipolarnog tranzistora na modelu sa zajedničkim emitorom;</li> <li>• nabroji osnovne komponente struja u tranzistoru;</li> <li>• definiše koeficijent strujnog pojačanja;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip rada bipolarnog tranzistora na modelu sa zajedničkim emitorom. Osnovne komponente struja u tranzistoru. Vezivanje tranzistora;</li> <li>• Koeficijent strujnog pojačanja;</li> <li>• Karakteristike tranzistora (ulazne, izlazne, prenosne);</li> </ul>     |

|                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede karakteristike tranzistora;</li> <li>• nacrtaj tranzistor u spoju sa zajedničkim emiterom, bazom i kolektorom uz obeležavanje ulaznih i izlaznih veličina;</li> <li>• nacrtaj ekvivalentnu šemu bipolarnog tranzistora za naizmenični signal koristeći n parametre;</li> <li>• nabroji ograničenja u radu tranzistora;</li> <li>• opiše princip rada tranzistora sa efektom polja na modelu sa zajedničkim sorsom;</li> <li>• nacrtaj ekvivalentnu šemu tranzistora sa efektom polja za naizmenični signal;</li> <li>• navede uslove za rad pojedinih tipova tranzistora;</li> <li>• opiše rad tranzistora kao prekidač;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametri (n parametri) bipolarnog tranzistora i ekvivalentna šema tranzistora za naizmenični signal;</li> <li>• Ograničenje u radu tranzistora;</li> <li>• Vrste tranzistora sa efektom polja (JFET, MOSFET, VMOSFET)</li> <li>• Princip rada JFET-a na modelu sa zajedničkim sorsom. Statičke karakteristike JFET-a. Parametri JFET-a i ekvivalentna šema tranzistora za naizmenični signal;</li> <li>• Princip rada MOSFET-a na modelu sa zajedničkim sorsom. Statičke karakteristike MOSFET-a.</li> <li>• Tranzistor (bipolarni i MOSFET) kao prekidač.</li> </ul>   |
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nabroji vrste tiristora i njihovu primenu;</li> <li>• nacrtaj ekvivalentno kolo tiristora;</li> <li>• navede osnovne karakteristike triaka i diaka;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiristor;</li> <li>• Triak i diak.</li> </ul>  |
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nabroji vrste optoelektronskih komponenti i njihove osnovne karakteristike;</li> <li>• navede primere primene optoelektronskih elemenata;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste optoelektronskih elemenata;</li> <li>• Fotodiode, fototranzistori i fotootpornici;</li> <li>• Svetleće poluprovodničke diode. Fotospojnice;</li> <li>• Tečni kristali.</li> </ul>  |
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• izmeri struju kroz diodu i napon na diodi;</li> <li>• proveri ispravnost tranzistora merenjem otpornosti između priključnih elektroda multimetrom</li> <li>• izmeri struje i napone kod tranzistora (bipolarnog i FET-a);</li> <li>• grafički predstavi karakteristike komponenti na osnovu izvršenih merenja;</li> <li>• analizira rad kola sa svetlećim poluprovodničkim diodama i kola sa višeslojnim silicijumskim komponentama;</li> <li>• primenjuje mere zaštite na radu u laboratoriji;</li> </ul>   | <p>VEŽBE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Snimanje karakteristika dioda (usmračkih i zener dioda);</li> <li>• Snimanje karakteristika bipolarnih tranzistora;</li> <li>• Snimanje karakteristika FET -a;</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: PN spoj, diode, tranzistori: bipolarni, JFET, MOSFET; fotodiode, fototranzistori, triak, diak.</p>   |
| Pojačavačka kola izvori za napajanje | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije pojačanje struje, napona i snage na modelu četvoropola, kao i ulaznu i izlaznu otpornost;</li> <li>• nacrtaj pojačavač sa zajedničkim emiterom uz opis uloga pojedinih komponenti pojačavača;</li> <li>• analizira rad pojačavača u jednosmernom režimu rada;</li> <li>• izračunava strujno i naponsko pojačanje i pojačanje snage pojačavača sa zajedničkim emiterom, kao i ulaznu i izlaznu otpornost;</li> <li>• nacrtaj pojačavač sa zajedničkim sorsom uz opis uloga pojedinih komponenti pojačavača;</li> <li>• izračunava naponsko pojačanje pojačavača sa zajedničkim sorsom, kao i izlaznu otpornost;</li> <li>• određuje pojačanje višestepenih pojačavača</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednostepeni pojačavači - pojam;</li> <li>• Pojačanje napona, struje i snage, ulazna i izlazna otpornost pojačavača (opšta definicija na primeru četvoropola);</li> <li>• Pojačavač sa zajedničkim emitorom. Radna prava i radna tačka. Stabilizacija radne tačke;</li> <li>• Pojačavač sa zajedničkim emiterom - analiza rada i određivanje strujnog i naponskog pojačanja, ulazne i izlazne otpornosti. Frekvencijska karakteristika;</li> <li>• Pojačavač sa zajedničkim sorsom - analiza rada i određivanje naponskog pojačanja i izlazne otpornosti.</li> <li>• Višestepeni pojačavači. Povratna sprega. Negativna povratna sprega;</li> <li>• Pojačavači sa negativnom povratnom spregom;</li> <li>• Darlingtonov spoj.</li> </ul> |

|                              |  |  |
|------------------------------|--|--|
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>definiše pojam frekvencijske karakteristike i objasni njen značaj;</li> <li>objasni ulogu negativne povratne sprege u pojačavačima;</li> <li>nacrti Darlingtonov spoj i na osnovu šeme izvede izraz za strujno pojačanje;</li> </ul>  |  |
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>nacrti blok šemu integrisanog operacionog pojačavača uz objašnjenje principa rada i navođenje karakteristika;</li> <li>nacrti invertujući i neinvertujući pojačavač uz objašnjenje i na osnovu toga izvede izraze za naponsko pojačanje;</li> <li>objasni princip rada kola za sabiranje i kola za oduzimanje napona;</li> <li>objasni razloge i načine povezivanja integrisanog operacionog pojačavača sa drugim elektronskim kolima;</li> <li>grafički prikaže zavisnost izlaznog od ulaznog napona pojačavača;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Blok šema integrisanog operacionog pojačavača; Karakteristične veličine integrisanog operacionog pojačavača;</li> <li>Invertujući pojačavač;</li> <li>Neinvertujući pojačavač. Jedinični pojačavač;</li> <li>Kolo za sabiranje napona;</li> <li>Kolo za oduzimanje napona;</li> <li>Kombinovanje integrisanih operacionih pojačavača i tranzistora snage.</li> <li>Prenosne karakteristike pojačavača.</li> </ul>   |
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>objasni ulogu usmeraća sa filtrom i stabilizatora napona u procesu dobijanja jednosmernog napona za napajanje;</li> <li>crta vremenske dijagrame napona u relevantnim tačkama kola;</li> <li>objasni ulogu invertora u procesu dobijanja naizmeničnog napona;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Izvori za napajanje;</li> <li>Usmeraći (jednostrani usmerać i Grecov usmerać);</li> <li>Usmeraći sa filtrom;</li> <li>Stabilizator napona sa Zener diodom;</li> <li>Integrисани stabilizator napona;</li> <li>Invertor.</li> </ul>  |
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>izmeri struje i napone kod pojačavača u jednosmernom režimu rada;</li> <li>analizira rad pojačavača sa zajedničkim emiterom / sorsom merenjem napona osciloskopom;</li> <li>izmeri napon osciloskopom na ulazu i izlazu invertujućeg i neinvertujućeg pojačavača i na osnovu toga odredi pojačanje napona;</li> <li>izmeri napone na ulazu i izlazu usmeraća osciloskopom;</li> <li>nacrti vremenske dijagrame na osnovu izmerenih vrednosti;</li> <li>primenjuje mere zaštite na radu u laboratoriji;</li> <li>analizira rad pojačavačkih kola merenjem napona u relevantnim tačkama, upoređujući dobijene rezultate sa izračunatim</li> </ul> | <p><b>VEŽBE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pojačavač sa zajedničkim emiterom kao pojačavač naizmeničnih signala - određivanje naponskog pojačanja i graničnih frekvencija;</li> <li>Pojačavač sa zajedničkim sorsom kao pojačavač naizmeničnih signala;</li> <li>Neinvertujući ili invertujući pojačavač kao pojačavač naizmeničnog i jednosmernog napona;</li> <li>Kolo za sabiranje napona i kolo za oduzimanje napona;</li> <li>Usmeraći;</li> <li>Stabilizator napona.</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> pojačavač, radna tačka, ulazna i izlazna otpornost, strujno i naponsko pojačanje, povratna sprega, usmerać, stabilizator, invertor</p> |
| Uvod u digitalnu elektroniku | <ul style="list-style-type: none"> <li>definiše pojam informacije i digitalni oblik informacije;</li> <li>vrši konverziju brojeva jednog brojnog sistema u drugi;</li> <li>nabroji osnovne aritmetičke operacije u binarnom sistemu;</li> <li>vrši minimizaciju logičke funkcije;</li> <li>predstavlja logičke funkcije grafičkim simbolima, kombinacionim tabelama i vremenskim dijagramima;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pojam informacije. Digitalni oblik informacija. Bit kao jedinica informacije. Digitalna kola - pojam;</li> <li>Binarni, oktalni i heksadecimalni brojni sistem; Konverzija brojeva;</li> <li>Osnovne aritmetičke operacije u binarnom sistemu;</li> <li>Logičke operacije i Bulova algebra;</li> <li>Predstavljanje logičkih funkcija. Minimizacija logičkih funkcija;</li> <li>Logička kola: I, ILI, NE, NI, NILI, isključivo ILI i isključivo NILI kolo;</li> </ul>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nabroji vrste osnovnih logičkih kola i njihove karakteristike;</li> <li>• realizuje složene logičke funkcije pomoću logičkih kola;</li> <li>• odredi logičku funkciju koju kolo realizuje;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinteza i analiza logičkih kola;</li> </ul>  |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizira rad logičkih kola merenjem napona;</li> <li>• analizira rad logičkih kola u CMOS tehnologiji;</li> <li>• analizira naponske nivoe kod različitih logičkih kola na osnovu merenja;</li> <li>• primenjuje mere zaštite na radu u laboratoriji.</li> </ul> | <p>VEŽBE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza rada logičkih kola;</li> <li>• Logička kola u CMOS tehnologiji;</li> <li>• Merenje naponskih nivoa u različitim logičkim kolima.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: bit, kodovi, logička kola, kombinacione mreže, sekvencijalne mreže</p> |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Oblici nastave: Teorijska nastava (68 časova) + vežbe (34 časova).

Mesto realizacije nastave: Svi časovi teorijske nastave se realizuju u standardnoj učionici, a časovi vežbi u kabinetu

Preporučeni broj časova po temama:

- Poluprovodničke komponente: 25 časova teorijske nastave, 10 časova vežbi
- Pojačavačka kola i izvori za napajanje: 30 časova teorijske nastave, 14 časova vežbi
- Uvod u digitalnu elektroniku: 13 časa teorijske nastave, 10 časova vežbi.

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja, kao i načinom rada u učionici i kabinetu, podeli na grupe i rasporedom realizacije nastave.

Diskutujete sa učenicima o njihovim razmišljanjima na teme: Šta je to elektronika? Da li je neko imao do sada praktičnog iskustva sa elektronskim komponentama i koje? Kakav je uticaj elektronskih uređaja na život savremenog čoveka? Koji delovi sveta su poznati po razvoju elektronske industrije?

Nastava će se realizovati kroz časove teorijske nastave sa celim odeljenjem u učionici i časove laboratorijskih vežbi u kabinetu podelom na grupe. Tokom realizacije svake teme uvek se pridržavati istog principa: teoretski objasniti pojavu ili zakonitost, potvrditi je računski (tamo gde je to moguće) a onda izvršiti demonstraciju ili merenja u laboratoriji.

Pri izradi operativnih planova potrebno je definisati dinamiku rada imajući u vidu da je učenje, kao i formiranje stavova i vrednosti, kontinuirani proces i da je rezultat je svih aktivnosti na časovima realizovanih različitim metodskim pristupom, korišćenjem informacija iz različitih izvora, prezentovanim većim broje realnih primera i uz aktivno učešće učenika. Prilikom planiranja aktivnosti uzeti u obzir nivo ishoda. Ukoliko su ishodi na višem nivou složenosti, odnosno ako se odnose na analizu ili evaluaciju, planirane aktivnosti ali i kriterijumi ocenjivanja moraju biti u skladu sa njima. Nastavnik ovakve ishode obavezno operacionalizuje, odnosno razvija na niz nižih ishoda, kako bi ih učenici postepeno dostizali.

Primer operacionalizacije ishoda: analizira princip rada kola za ograničavanje napona crtajući vremenske dijagrame.

Nastavnik planira da učenici u procesu dostizanja ovog ishoda najvišeg nivoa dostignu sledeće:

- definiše ulogu kola za ograničavanje napona;
- analizira rad jednostavnog kola za ograničenje napona sa jednom diodom na osnovu nacrtane elektronske šeme
- analizira rad složenijeg kola za ograničenje napona sa više dioda (usmeraćkih, Zener) na osnovu nacrtane elektronske šeme
- analizira rad kola za ograničenje napona sa operacionim pojačavačem na osnovu nacrtane elektronske šeme
- crta pasivno kolo za ograničenje napona na osnovu zahteva
- crta kolo za ograničenje napona sa operacionim pojačavačem na osnovu zahteva
- analizira rad kola za ograničavanje napona na osnovu zadatog ulaznog napona crtajući vremenske dijagrame ulaznog i izlaznog napona
- crta prenosnu karakteristiku (zavisnost izlaznog od ulaznog napona) za zadato kolo za ograničenje napona

Nastavne sadržaje je neophodno realizovati kroz primere što više situacija iz realnog konteksta, koristeći savremene nastavne metode i sredstva. Treba nastojati da učenici budu osposobljeni za: samostalno rešavanje problemskih situacija; pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (npr. stručne literature, interneta, časopisa, udžbenika, kataloga...);

vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu sopstvenog znanja i napredovanja; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju uz, kada je to potrebno i odgovarajuću argumentaciju.

Prilikom realizacije nastave istaći važnost poštovanja standarda, pravila i propisa u ovoj oblasti i ukazati na moguće probleme koji se mogu pojavitи usled nepoštovanja i/ili nepridržavanja istih.

Preporučene projektne aktivnosti: U toku školske godine organizovati dva projektna zadatka, po jedan u prvom i drugom polugodištu. Prilikom planiranja projektnih zadataka voditi računa o sledećem:

- učenike podeliti u manje timove;
- u jednom timu je do 4 učenika;
- formirati odgovarajući broj tema projektnih zadataka naspram broja timova;
- organizovati istraživački rad učenika na temu projektnog zadatka, a prema preporukama za realizaciju naprednih tehnika učenja i projektne nastave;
- učenicima dati dovoljno vremena da obrade temu projektnog zadatka, ukoliko je to moguće projektnim zadatkom obuhvatiti i sadržaje sa laboratorijskih vežbi, odnosno, nastojati maksimalno uspostaviti korelaciju između teorijskog i praktičnog dela predmeta;
- u operativnom planu rada predvideti odgovarajući broj časova za prezentovanje projektnih zadataka, primenom savremenih metoda naprednog učenja i multimedijalne opreme;

Prilikom obrade teme Poluprovodničke komponente, sva objašnjenja bazirati na silicijumu kao poluprovodniku, a germanijum samo napomenuti. Princip rada dioda analizirati sa učenicima na primerima elektronskih kola sa diodama (sa jednosmernim i naizmeničnim strujama). Insistirati na grafičkom prikazu vremenskih dijagrama napona u relevantnim tačkama kola naizmenične struje sa diodama. Prinike rada tranzistora raditi opisno, bez zalaženja u detalje ali insistirati na poznavanju uslova za rad pojedinih vrsta tranzistora. Princip rada bipolarnog tranzistora obraditi na modelu sa zajedničkim emitorom; ekvivalentu šemu crtati koristeći parametre. Naglasiti da se ekvivalentne šeme tranzistora razlikuju na visokim učestanostim.

Tokom realizaciju nastave u temi Pojačavačka kola i izvori za napajanje uraditi zadatke u kojima se analizira jednosmerni režim rada pojačavača sa tranzistorom uz određivanje položaja radne tačke. Pojam strujnog, naponskog pojačanja, ulazne i izlazne otpornosti obraditi na blok-šemi četvoropola. Prikazati pojačanje i u decibelima. Osnovni pojačavač sa bipolarnim tranzistorom obraditi pomoću ekvivalentne šeme, izvesti izraze za pojačanje napona i struje, ulaznu i izlaznu otpornost - ova nastavna jedinica ima za cilj da pokaže da se vrednosti pojačanja napona i struje, ulazna i izlazna otpornost mogu proračunati.

Pomenuti da postoje i drugi pojačavači sa tranzistorima. Objasniti značaj poznavanja frekvencijske karakteristike i graničnih frekvencija, a zatim na vežbama snimiti frekvencijsku karakteristiku i merenjem utvrditi granične frekvencije. Pri obradi povratne sprege, ukratko objasniti ulogu pozitivne povratne sprege i njenu funkciju u oscilatorima, bez ulaženja u detalje. Objasniti ulogu negativne povratne sprege u pojačavačima. Izračunavanje pojačanja višestepenog pojačavača prikazati na jednostavnom primeru, uključujući i primer kada su pojačanja pojedinih pojačavača data u decibelima.

Blok šemu operacionog pojačavača obraditi opisno, a primenu na idealnom invertujućem i neinvertujućem pojačavaču. Naglasiti prednosti pojačavača sa operacionim pojačavačem. Usmeraći se filtrom i stabilizatore napona objasniti kao deo jednosmernog izvora za napajanje. Objasniti prednosti integrisanog stabilizatora napona. Invertor obraditi opisno. U obradi ove teme uraditi veći broj zadataka. Pre realizacije vežbe sa operacionim pojačavačem napomenuti da se izmerene vrednosti razlikuju od proračunatih, zbog uticaja realnih parametara operacionog pojačavača na rad kola. Analizirati sa učenicima rad pojačavačkih kola za različite napone (različite amplitude i frekvencije) na ulazu i u uslovima promene karakteristika upotrebljenih komponenti.

Za realizaciju nastave u temi Uvod u digitalnu elektroniku objasniti pojam informacije. Od brojnih sistema obraditi decimalni i binarni, kao i pretvaranje iz jednog sistema u drugi. Posebnu pažnju posvetiti osnovnim logičkim kolima i njihovim karakteristikama (rad kola analizirati korišćenjem vremenskih dijagrama napona i kombinacionim tabelama). Kod realizacije logičkih kola uraditi detaljno invertor u CMOS tehnologiji i njegove karakteristike, princip rada a realizaciju ostalih kola uraditi informativno. Napomenuti da se logička kola mogu realizovati i na druge načine. Kombinacione i sekvensijalne mreže obraditi opisno i samo nabrojati primere mreža, bez zalaženja u detalje. Tokom obrade ove teme uraditi veći broj zadataka iz oblasti elementarnih logičkih kola i mreža.

Planirati da pojedine sadržaje učenici obrade kroz projektnu nastavu u manjim grupama, pripremajući prezentacije za ostale učenike. Formativno pratiti rad učenika u grupama. Ukoliko je moguće, organizovati posetu stručnjaka iz oblasti elektronike koji bi učenicima približio trendove savremenog razvoja i primene elektronike u različitim oblastima, ili organizovati odlazak učenika u posetu kompanijama koje se bave primenjenom elektronikom.

Tokom trajanja tema realizovati najmanje tri testa znanja. Testovi znanja bi trebalo da sadrže teorijska pitanja i računske zadatke različitih nivoa složenosti. Preporučuje se da testovi znanja sadrže i pitanja različitih oblika: pitanja višestrukog izbora, pitanja dopune, pitanja otvorenog tipa - pitanja koja zahtevaju kratak esejski odgovor, pitanja sa izračunavanjem i grafičkim prikazima.

## Preporuke za realizaciju laboratorijskih vežbi

Jedna vežba se radi dva spojena školska časa i za to vreme učenici treba da urade sva merenja i obrade rezultate. U laboratorijski treba da bude dovoljno radnih mesta da za jednim radnim stolom budu dva do tri učenika. Insistirati kod učenika na korišćenju stručne terminologije, a na laboratorijskim vežbama primeni mera zaštite na radu i primeni preporuka za zaštitu od kvara opreme usled nepravilnog rukovanja. Na prvom terminu vežbi treba upoznati učenike sa mernim instrumentima, alatom i priborom koji će se koristiti, kao i pravilima rada i ponašanja u kabinetu.

Nastavnik je u obavezi da pripremi detaljna uputstva za laboratorijske vežbe, kako bi učenici unapred bili upoznati sa načinom rada: koje veličine se mere, šta se proračunava, na koji način se koriste izmerene veličine u procesu analize.

Insistirati na korišćenju analognih i digitalnih unimera, kao i osciloskopa.

Izvođenje vežbi potrebno je usaglasiti sa teorijskom nastavom tako da odgovarajuće vežbe slede odmah nakon obrade teorijskog gradiva. Ukoliko je moguće, laboratorijska merenja potvrditi računskim putem, a za izabrane vežbe uraditi i odgovarajuću simulaciju na računaru radi poređenja rezultata. Izuzetno, u slučaju nedostatka potrebne opreme za pojedine vežbe, uraditi samo odgovarajuću simulaciju.

Insistirati da učenici vode dnevnik vežbi koji bi sadržao izveštaje sa vežbi, rezultate merenja, obradu dobijenih podataka, grafički / tabelarni prikaz kao i zaključke. Redovno pregledati dnevnike vežbi. Nakon svakog ciklusa vežbi, kroz individualni rad učenika, oceniti nivo savladanosti stečenih praktičnih veština (sprovođenje naloga, odabir i korišćenje instrumenata, očitavanje rezultata, predstavljanje rezultata tabelarno i grafički, tumačenje rezultata, analiziranje rada kola u različitim uslovima)

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; izradu zadataka, izveštaje učenika o realizovanim vežbama, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja; testove praktičnih veština, praćenje postignuća ishoda, pomoći drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju.

Posebnu pažnju обратите на časovima na kojima gostuju stručnjaci iz pojedinih oblasti, vrednjujte aktivnost učenika koji postavljaju pitanja i analitički razgovaraju.

Osmišljavati takve zadatke u kojima će učenici analizirati rad kola u različitim uslovima rada (promena karakteristika upotrebljene elektronske komponente, promena parametara ulaznog signala i sl.)

Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i/ili uradi. Potrebno je osmislići više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike.

Planirati kako usmene tako i pismene provere znanja i testove praktičnih veština.

Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu podataka prikupljenih formativnim ocenjivanjem, rezultata/rešenja problemskog ili seminariskog rada, usmenih provera znanja, kontrolnih i domaćih zadataka, testova znanja i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

Nakon svakog ciklusa vežbi, kroz individualni rad učenika, oceniti nivo savladanosti stečenih praktičnih veština. Unapred upoznati učenike sa zahtevima i veštinama koje će biti proveravane. Za učenike koji nisu savladali korišćenje mernih instrumenata, pripremiti dodatni materijal i vreme za rad.

Posebno vrednovati kada učenik primenjuje znanja stečena na teorijskim časovima prilikom izvođenja vežbi, kao i u složenim i nepoznatim situacijama (koje nastavnik kreira na časovima obnavljanja ili uvežbavanja) kao i kada učenik objašnjava i kritički razmatra složene sadržinske celine i informacije.

## Naziv predmeta: MERENJE NEELEKTRIČNIH VELIČINA

### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| II     |                   | 68    |                   |                 | 68     |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa osnovnim mernim instrumentima i mernim metodama
- Upoznavanje učenika sa mernim instrumentima i mernim priborom kao i načinom njihove upotrebe
- Osposobljavanje učenika za korišćenje mernih instrumenata i pribora neophodnih za rad u struci
- Osposobljavanje učenika za primenu znanja o merenju u praksi
- Osposobljavanje učenika za očitavanje rezultata pri merenju, njihovu obradu i grafički prikaz
- Razvijanje kod učenika osećaja za tačnost izrade radnih predmeta prema tehničkoj dokumentaciji
- Razvijanje kod učenika odgovornosti za izvršavanje postavljenih zadataka
- Stvaranje i razvijanje kod učenika radnih navika, samostalnosti i odgovornosti prema radu pri korišćenju odgovarajućih mernih instrumenata
- Osposobljavanje učenika za merenje i kontrolisanje radnih predmeta

### 3. NAZIV I TRAJANJE MODULA PREDMETA

| Red.br | NAZIV MODULA  | Trajanje modula |
|--------|---|-----------------|
| 1.     | Osnovi industrijske metrologije   | 12              |
| 2.     | Merila i merni instrumenti za merenje dužine, položaja oblika i hrapavosti  | 26              |
| 3.     | Merenje uglova u ravni i nagiba   | 14              |
| 4.     | Merenje karakterističnih veličina (pritisak, protok, temperatura) u hidrauličkim, elektrohidrauličkim, pneumatskim i elektropneumatskim komponentama (merni instrumenti i metode) | 16              |

### 4. NAZIVI MODULA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| MODUL                           | ISHODI<br>Po završetku modula učenik će<br>biti u stanju da:  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI<br>SADRŽAJA  |
|---------------------------------|---|---|
| Osnovi industrijske metrologije | <p>• objasni pojam i podelu metrologije</p> <p>• navede osnovne i izvedene jedinice (SI) sistema</p> <p>• navede merne instrumente i merne metode</p> <p>• klasifikuje etalone jedinice dužine i ugla u ravni</p> <p>• očita vrednosti veličine na mernim instrumentima</p> <p>• navede podelu grešaka pri merenju (sistemske, slučajne i grube greške)</p> <p>• obradi rezultate merenja</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opšti pojmovi i podela metrologije: opšta, industrijska i zakonska (legalna) metrologija, međunarodna metrološka aktivnost</li> <li>• Osnovne i izvedene jedinice (SI) sistema</li> <li>• Merni instrumenti i merne metode</li> <li>• Podela mernih metoda i instrumenata za merenje</li> <li>• Klasifikacija etalona jedinice dužine i ugla u ravni</li> <li>• Nadležnost u utvrđivanju ispravnosti merila.</li> <li>• Metrološke karakteristike mernih instrumenata.</li> <li>• Očitavne vrednosti veličine na mernim instrumentima</li> <li>• Analogni i digitalni merni sistemi</li> <li>• Greške i uzroci pojave grešaka pri merenju</li> <li>• Podela grešaka (sistemske, slučajne i grube greške)</li> <li>• Granice poverenja merenja</li> <li>• Obrada rezultata merenja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: metrologija, SI sistem, merni instrumenti, merne metode, greške merenja</p> |

|                                 |  |  |
|---------------------------------|--|--|
|                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede vrste pomoćnog pribora</li> <li>• objasni načine merenja i kontrole oblika i položaja površina predmeta obrade</li> <li>• navede vrste merila dužine</li> <li>• opiše postupak merenja kontrolisanja dužinskih mera</li> <li>• meri i kontroliše: dužinske mere, položaj oblika i hrapavost</li> <li>• meri predmete različitih oblika i položaja pomicnim merilima različitih tipova, mernih opsega i različitih klasa tačnosti</li> <li>• meri predmete različitih oblika mikrometrima za spoljna i unutrašnja merenja</li> <li>• meri paralelnost i ravnost površina</li> <li>• meri i kontroliše parametare zupčanika i navoja</li> <li>• ispita geometrijske parametre koordinatnih mernih mašina</li> <li>• rukuje mernim alatima, priborom i predmetom rada</li> <li>• reši postavljene zadatke iz oblasti merenja prema tehničko-tehnološkoj dokumentaciji</li> <li>• grafički izrazi oblast rasipanja rezultata merenja</li> <li>• izvrši obradu rezultata merenja</li> <li>• popunjava mernu listu</li> <li>• primeni pravila održavanja i čišćenja alata i pribora</li> <li>• primenjuje mere zaštite na radu</li> <li>• čuva i održava merila</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podela merila dužine prema konstrukcionim karakteristikama i nameni: planparalelna granična merila dužine, tolerancijska merila</li> <li>• Postupak merenja i kontrolisanja dužinskih mera</li> <li>• Višestruka merila dužine (merila sa crtama, merila sa nonijusom, mikrometri i komparatori).</li> <li>• Konstrukcione i metrološke karakteristike merila dužine i njihova primena za različite oblike i položaje merenja</li> <li>• Metrološke karakteristike i primena mernih mašina, merenje i kontrola parametara navoja</li> <li>• Merenje i kontrola parametara zupčanika</li> <li>• Metode merenja i kontrole oblika i položaja površina predmeta obrade</li> <li>• Merenje i kontrola hrapavosti i ravnopravnosti površina</li> <li>• Metode merenja hrapavosti i uravnjenosti, površina</li> <li>• Ispitivanje geometrijskih parametara koordinatnih mernih mašina</li> <li>• Obrada i prikaz rezultata merenja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: merenje dužine, merenje položaja oblika, merenje hrapavosti</p> |
| Merenje uglova u ravni i nagiba | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni načine merenja uglova u ravni i nagiba</li> <li>• navede vrste merila ugla i nagiba</li> <li>• opiše postupak merenja ugla i nagiba</li> <li>• koristi jednostruka merila ugla (granična i tolerancijska merila ugla)</li> <li>• meri i kontroliše uglove</li> <li>• rukuje mernim alatima, priborom i predmetom rada</li> <li>• reši postavljene zadatke iz oblasti merenja uglova prema</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednostruka merila ugla (granična i tolerancijska merila ugla).</li> <li>• Višestruka merila ugla (mehanički i optički uglomeri)</li> <li>• Trigonometrijske metode merenja ugla u ravni (sinusni i tangentni lenjiri)</li> <li>• Libele - merenje ugla pomoću libele, kratke (granična i tolerancijska merila libele, univerzalne, okvirne libele sa mikrometarskim vijkom, koincidentne i ugaone libele, metrološke karakteristike i primena libela)</li> <li>• Merenje ugla pomoću spektrometra sa kolimatorom, princip rada, metrološke karakteristike i primena.</li> </ul>  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>tehničko-tehnološkoj dokumentaciji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede metrološke karakteristike i mogućnosti primene libela</li> <li>• navede metode neposrednog i posrednog merenja ugla u ravni i nagiba</li> <li>• popunjava mernu listu</li> <li>• primeni pravila održavanja i čišćenja mašine, alata i pribora</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode neposrednog i posrednog merenja ugla u ravni i nagiba</li> <li>• Pravljenje izveštaja mernih lista kontrole</li> <li>• Čuvanje i održavanje merila</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: merenje uglova, merenje posrednog merenja ugla u ravni i nagiba</p>   |
| Merenje karakterističnih veličina (pritisak, protok, temperaturna) u hidrauličkim, elektrohidrauličkim, pneumatskim i elektropneumatskim komponentama | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše postupke merenja pritiska različitim mernim instrumentima</li> <li>• meri pritisak fluida (gasova i tečnosti)</li> <li>• objasni postupak merenja brzine fluida primenom različitih vrsta sondi, usijanog vlakna i blendi</li> <li>• meri brzinu fluida pomoću izabrane vrste mernog uređaja</li> <li>• opiše postupke merenja protoka tečnosti</li> <li>• meri protok pomoću izabrane vrste mernog uređaja</li> <li>• opiše postupke merenja temperature fluida</li> <li>• meri temperaturu pomoću izabrane vrste mernog uređaja</li> <li>• zapiše rezultate merenja</li> <li>• obradi rezultate merenja</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uređaji za merenje pritiska</li> <li>- diferencijalni manometri (U cevi)</li> <li>- manometri sa Burdonovom oprugom</li> <li>- membranski manometri</li> <li>• Uređaji za merenje brzine fluida</li> <li>- različite vrste sondi</li> <li>- usijano vlakono</li> <li>- blende</li> <li>• Uređaji za merenje protoka fluida</li> <li>- merne blende</li> <li>- elektromagnetski, ultrazvučni i laserski merači protoka</li> <li>• Uređaji za merenje temperature</li> <li>- termometri</li> <li>- temperaturske sonde</li> <li>- termopar</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: merenje pritiska, merenje brzine fluida, merenje protoka fluida, merenje temperature</p> |

## 5. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i načinima ocenjivanja. Sadržaji ovog predmeta treba da prošire tehnička znanja učenika koji su im neophodna za uključivanje u proces rada i proizvodnje kao i za praćenje nastave iz stručnih predmeta. Nastava se realizuje u laboratoriji za mehatroniku ili drugim specijalizovanim kabinetima. Predmet se realizuje kroz vežbe pri čemu seodeljenje deli na grupe do 15 učenika. Vežbe realizovati kroz dva spojena časa nedeljno. Prilikom svakog dvočasa uraditi merenja, izračunavanja i izveštaje. U uvodnom delu dvočasa dati teorijski osvrt, a posle merenja i zapisivanja rezultata merenja potrebno je da učenici obrade dobijene podatke. Ukoliko mogućnosti dozvoljavaju, svi učenici treba da rade istu vežbu, ili u okviru ciklusa do tri vežbe. Za svaku vežbu učenici unapred treba da dobiju odgovarajuća uputstva.

U uvodnom delu časa (trajanja do 15 minuta) nastavnik proverava da li su učenici spremni za vežbu, upoznaje ih sa mernim instrumentima i ostalim delovima aparature za vežbu, ukazuje na mere predostrožnosti kojih se moraju pridržavati radi sopstvene sigurnosti, pri rukovanju aparatima, električnim, pneumatskim i hidrauličkim izvorima, raznim uređajima i sl.

Dok učenici vrše merenja, nastavnik aktivno prati njihov rad, diskretno ih nadgleda i, kad zatreba, objašnjava i pomaže.

Pri obradi rezultata merenja učenici se pridržavaju pravila za tabelarni prikaz podataka, crtanje grafika, izračunavanje zaokrugljenih vrednosti i grešaka merenja (sa tim pravilima nastavnik treba da ih upozna unapred a poželjno je i da ih da uz pisana uputstva za vežbe).

Programski sadržaji merenja neelektričnih veličina su organizovani u tematske celine za koje je naveden orientacioni broj časova za realizaciju. Nastavnik, pri izradi operativnih planova, definiše stepen prorade sadržaja i dinamiku rada, vodeći računa da se ne naruši celina nastavnog programa, odnosno da svaka tema dobije adekvatan prostor i da se planirani ciljevi i

zadaci predmeta ostvare. Pri tome, treba imati u vidu da formiranje stavova i vrednosti, kao i ovladavanje veštinama predstavlja kontinuirani proces i rezultat je kumulativnog dejstva celokupnih aktivnosti na svim časovima što zahteva veću participaciju učenika, različita metodska rešenja, veliki broj primera i korišćenje informacija iz različitih izvora.

Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Osnovi industrijske metrologije (12 časova)
- Merila i merni instrumenti za merenje dužine, položaja oblika i hrapavosti (26 časova)
- Merenje uglova u ravni i nagiba (14 časova)
  - Merenje karakterističnih veličina (pritisak, protok, temperatura) u hidrauličkim, elektrohidrauličkim, pneumatskim i elektropneumatskim komponentama (merni instrumenti i metode) (16 časova)

Sadržaj predmeta Merenje neelektričnih veličina ima prirodnu vezu sa sadržajima drugih predmetima kao što su: Mehanika, Matematika, Elektromašinska priprema, Tehničko crtanje, Mašinski elementi i Hudrauličke i pneumatske komponente. Učenicima treba stalno ukazivati na tu vezu, i po mogućnosti, sa drugim nastavnicima organizovati tematske časove. Na taj način znanja, stavovi, vrednosti i veštine stekneće u okviru nastave merenja neelektričnih veština dobijaju širi smisao i doprinose ostvarivanju opštih obrazovnih i vaspitnih ciljeva.

Nastavnik priprema potrebne elemente za vežbu, demonstrira rad sa mernim instrumentima, prati rad učenika na radnom mestu i ukazuje na greške pri radu. Izbor metoda i oblika rada za svaki modul određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode (metoda usmenog izlaganja i dijaloška metoda), metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode. Predloženi oblici rada su frontalni, rad u grupi, rad u paru, individualni rad.

U okviru oblasti Osnovi industrijske metrologije učenici bi trebalo da se upoznaju sa priborom za merenje i sa mernim instrumentima, njihovim principima rada, konstrukcijom i primenom. U uvodnom delu naglasiti značaj merenja, sistem mernih veličina, njihove jedinice. Navesti najbitnije metrološke karakteristike mernog sredstva. Ukratko ponoviti definiciju grešaka i definiciju tačnosti.

U delu Merila i merni instrumenti za merenje dužine, položaja oblika i hrapavosti, upoznati učenike sa vrstama pomoćnog pribora, objasniti načine merenja i kontrole. Izvršiti merenja i kontrole dužinskih mera, različitih oblika. Izvesti merenja paralelnosti i ravnosti površina, parametara zupčanika i navoja.

U delu Merenje uglova u ravni i nagiba, upoznati učenike sa načinima merenja uglova, vrstama merila koja se koriste za merenje ugla i nagiba.

U delu Merenje karakterističnih veličina (pritisak, protok, temperatura) u hidrauličkim, elektrohidrauličkim, pneumatskim i elektropneumatskim komponentama upoznati učenike sa postupcima merenja i svim vrstama savremenih mernih uređaja u ovoj oblasti. Izvršiti merenja u zavisnosti od dostupnosti mernih uređaja i instrumenta.

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba osposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju.

## LABORATORIJSKE VEŽBE

1. Merni instrumenti i pribor
2. Definicija merenja; fizičke veličine (osnovne i izvedene); međunarodni sistem jedinica SI, klasifikacija i metode merenja.
3. Greške. Apsolutna i relativna greška. Vrste grešaka: grube, slučajne, sistematske.
4. Obrada rezultata. Predstavljanje rezultata merenja. Klase tačnosti.
5. Merenje i kontrola dužine
6. Merenje i kontrola ugla u ravni
7. Merenje i kontrola oblika
8. Merenje i kontrola položaja
9. Merenje i kontrola tačnosti obrtanja
10. Merenje i kontrola parametara navoja
11. Merenje i kontrola parametara zupčanika
12. Merenje i kontrola površinske hrapavosti

13. Merenje pritiska fluida

14. Merenje protoka fluida

15. Merenje brzine fluida

16. Merenje temperature radnog fluida

## 6. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orientisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i давање povratne informacije. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja. Nakon svakog ciklusa vežbi, kroz individualni rad učenika, oceniti nivo savladanosti stečenih praktičnih veština. Unapred upoznati učenike sa zahtevima i veštinama koje će biti proveravane. Za učenike koji nisu savladali korišćenje mernih instrumenata, pripemiti dodatni materijal i vreme za rad.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih radova, plana merenja (mernih listi), testova, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika. Vrednuje se preciznost u izvođenju, samostalnost u izvršavanju zadataka, doslednost u poštovanju standardnih procedura, pokazivanje inicijative u rešavanju zadatog problema.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje.

### **Naziv predmeta: DIGITALNA ELEKTRONIKA I MIKROKONTROLERI**

#### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| III    | 68                | 68    |                   | 136             |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Osposobljavanje učenika za korišćenje komponenti digitalnih sistema
- Osposobljavanje učenika da samostalno povezuje i programira mikrokontrolerske sisteme
- Osposobljavanje učenika da primenjuje mikrokontrolere u mehatronskim sistemima

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA  | ISHODI  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|---|---|--|
| Uvod u digitalnu elektroniku i logička kola | <p>ISHODI</p> <p>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše značaj i primenu kodovanja</li> <li>• navede osnovne karakteristike digitalnog signala</li> <li>• objasni rad osnovnih logičkih kola uz definisanje njihovih karakteristika</li> <li>• nabroji familije logičkih kola</li> <li>• testira rad osnovnih logičkih kola i popuni tabelu stanja</li> <li>• izvrši sintezu logičke funkcije primenom osnovnih logičkih kola i testira njegov rad</li> <li>• testira rad logičkog sistema dobijenog na osnovu minimizacije logičke funkcije</li> </ul> | <p>PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kodovi (binarni, BCD, kodovi za detekciju i korekciju grešaka)</li> <li>• Pojam digitalnog signala</li> <li>• Logička kola: I, ILI, NE, NI, NILI, EXILI, EXNILLI</li> <li>• Karakteristike logičkih kola: logička stanja - naponski nivoi; logičke nule i jedinice na ulazu i izlazu; napon i struja napajanja; margina smetnji; faktor granjanja; disipacijav, remensko kašnjenje signala</li> <li>• Familije logičkih kola</li> <li>• Vežbe:</li> <li>• 1. Logička kola I, ILI, NE, NI, NILI, EXILI, EXNILLI</li> <li>• 2. Logička kola - sinteza logičkih funkcija, minimizacija logičkih funkcija</li> </ul> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• primjenjuje mere zaštite na radu u laboratoriji</li> </ul>   | <p><b>Ključni pojmovi:</b> karakteristike logičkih kola, familije logičkih kola</p>   |
| Sekvencijalna kola, kombinacione sekvencijalne mreže | <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizira rad i primenu osnovnih bistabilnih kola;</li> <li>• opiše rad kombinacionih mreža (kodera, dekodera, multipleksera, demultipleksera, trostatičkog bafera, magistrala digitalnih signala);</li> <li>• opiše rad sekvencijalnih mreža (registara i brojača);</li> <li>• objasni razliku između kombinacionih i sekvencijalnih mreža, kao i razliku između asinhronih i sinhronih mreža;</li> <li>• opiše kako kašnjenje logičkih kola utiče na rad kombinacionih mreža</li> </ul> <p>i</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizira rad kombinacionih i sekvencijalnih kola za različite ulazne signale</li> <li>• analizira rad kombinacionih mreža merenjem napona osciloskopom;</li> <li>• analizira rad sekvencijalnih mreža merenjem napona osciloskopom;;</li> <li>• izvrši čitanje sadržaja registra</li> <li>• testira rad 8-bitnog brojača</li> <li>• testira rad aritmetičkog kola</li> <li>• primjenjuje mere zaštite na radu u laboratoriji</li> </ul> | <p>• Bistabilna kola - leč kola (SR, D) i flip - flopovi (SR, JK, T, D)</p> <p>• Kombinacione mreže (koder, dekoder, multipleksjer, demultipleksjer, trostatički baferi, magistrale digitalnih signala);</p> <p>• Sekvencijalne mreže (registri - stacionarni i pomerački, i brojači);</p> <p><b>Vežbe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Koderi i dekoderi;</li> <li>• 2. Multiplekseri i demultiplekseri;</li> <li>• 3. Registri i brojači;</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> sekvencijalne mreže, sekvencijalna kola</p> |
| Memorije i aritmetička kola                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede vrste memorija</li> <li>• objasni primenu memorija;</li> <li>• opisuje značaj integrisane memorijske komponente;</li> <li>• objasni primenu aritmetičkih kola;</li> <li>• objasni princip A/D i D/A konverzija;</li> <li>• čita/upisuje sadržaj u memorijske lokacije EEPROM-a</li> <li>• testira rad FLASH memorije</li> <li>• proširi RAM korišćenjem FLASH-a</li> </ul>  | <p>• Memorije (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, flash)</p> <p>• Aritmetička kola (mreže za sabiranje i oduzimanje);</p> <p><b>Vežbe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. EEPROM - čitanje/upis sadržaja u memorijske lokacije</li> <li>• 2. FLASH - testiranje i upis programa</li> <li>• 3. RAM - proširenje RAM-a korišćenjem FLASH-a</li> <li>• 4. REGISTRI - čitanje sadržaja registara</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> memorije</p>   |
| Analogno digitalna digitalno analogna konverzija     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni pojam konverzije i njen značaj</li> <li>• navede najčešće primere primene konvertora u elektronskim i digitalnim sistemima</li> <li>• objasni teoremu o odabiraju i njen značaj kod analogno digitalne konverzije</li> <li>• objasni princip rada analogno digitalnog konvertora</li> <li>• objasni princip rada digitalno analognog konvertora</li> <li>• testira rad digitalno analognog konvertora</li> </ul>   | <p>• Analogno-digitalni i digitalno-analogni konvertori, namena</p> <p>• teorema o odabiraju</p> <p>• analogno-digitalni konvertor, osnovne podele, princip rada</p> <p>• digitalno analogni konvertor, osnovne podele i princip rada</p> <p><b>Vežbe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Digitalno-analogni konvertor i analogno digitalni konvertor</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> konvertori</p>   |
| Uvod u mikrokontrolere                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije pojam mikrokontrolera;</li> </ul>   | <p>• Pojam mikrokontrolera, hardvera i softvera;</p>  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definije pojam hardvera i softvera;</li> <li>• razlikuje različite arhitekture mikrokontrolera</li> <li>• opisuje blok šemu savremenog mikrokontrolera</li> <li>• objasni princip rada savremenog mikrokontrolera</li> <li>• objasni postupak programiranja savremenog mikrokontrolera</li> <li>• objasni blok šemu konkretnog mikrokontrolera</li> <li>• objasni princip rada konkretnog mikrokontrolera;</li> <li>• objasni programsko i razvojno okruženje</li> <li>• instalira konkretno programsko okruženje</li> <li>• izvrši osnovna podešavanja programskog i razvojnog okruženja</li> <li>• koristi programsko i razvojno okruženje</li> <li>• prenese program sa računara na mikrokontroler</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arhitektura mikrokontrolera</li> <li>• Blok šema savremenog mikrokontrolera, princip rada savremenog mikrokontrolera</li> <li>• Princi programiranja mikrokontrolera</li> <li>• Instrukcije i programski jezik koji koristi odabrani tip mikrokontrolera</li> </ul> <p>Vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Upoznavanje sa razvojnim okruženjem i programskim jezikom. Instaliranje programskog okruženja u računar, osnovna podešavanja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: mikrokontroleri</p> |
|--|---|--|

|  |  |  |
|--|--|--|
| Elektronske komponente mikrokontroleri | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje portove mikrokontrolera.</li> <li>• koristi programske module</li> <li>• koristi primere gotovih proizvoda</li> <li>• koristi biblioteke gotovih funkcija</li> <li>• koristi jezičke strukture</li> <li>• razlikuje tipove podataka i koristi ih</li> <li>• koristi funkcije</li> <li>• razlikuje šildove i prototipske pločice</li> <li>• primenjuje prikaz podataka na terminalu i unos podataka preko terminala</li> <li>• razlikuje tipove digitalnih izlaza</li> <li>• primenjuje tastere (preko pullup ili pulldown otpornika).</li> <li>• rešava problem dužeg ili kraćeg pritiska na taster.</li> <li>• primenjuje hardversko i softversko rešavanje problema u radu sa tasterima</li> <li>• koristi tranzistor kao prekidač</li> <li>• koristi sedmosegmentni displej</li> <li>• omogućava i2c komunikaciju sa komponentom ds3231 za rtc (runtimeclock)</li> <li>• primenjuje displej za prikaz vremena, setuje datum i vreme</li> <li>• kombinuje serijsko povezivanje više sedmosegmentnih displeja i vremensko</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komunikacija mikrokontrolera sa računarcem, portovi mikrokontrolera, digitalni ulaz i izlaz</li> <li>• Portovi mikrokontrolera, analogni ulaz, pulsno-širinska modulacija</li> <li>• Rad sa tasterima (preko PullUp ili PullDown otpornika). Rešavanje problema dužeg ili kraćeg pritiska na taster.</li> <li>• Rad sa tasterima (problem treperenja tastera, hardversko i softversko rešavanje problema)</li> <li>• Kontrola izvršenja programa pomoću Start i Stop tastera</li> <li>• Analogni ulazi, AD konverzija</li> <li>• Tranzistor kao prekidač (uključivanje i isključivanje delova elektronskog kola)</li> <li>• Klasifikacija displeja</li> <li>• Sedmosegmentni displej (sa zajedničkom katodom, zajedničkom anodom)</li> <li>• Serijsko povezivanje više sedmosegmentnih displeja i vremensko multipleksiranje pomoću tranzistora kao prekidača. Sedmosegmentni displeji sa dve i četiri cifre.</li> <li>• Korišćenje dekodera prilikom rada sa sedmosegmentnim displejima</li> <li>• LED matrica (8x8 LED, 8x8 RGB LED, adresabilna LED traka)</li> <li>• Kapacitivni senzor</li> <li>• Tastature (4x4 tastatura, mebranska tastatura, kapacitivna tastatura)</li> <li>• USART komunikacija</li> <li>• I2C komunikacija</li> </ul> |
|--|--|--|

|  |  |
|--|--|
| <p>multipleksiranje pomoću tranzistora kao prekidača.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>koristi dekoder prilikom rada sa sedmosegmentnim displejima</li> <li>piše programe sa tajmerom</li> <li>primenjuje rad sa prekidima (interaptima).</li> <li>koristi prekid usled promene stanja eeprom memorije eeprom ready interrupt.</li> <li>koristi fleš i eeprom memoriju.</li> <li>koristi eksterni eeprom modul.</li> <li>razlikuje tastature i njihovu upotrebu</li> <li>objasni ADC i koristi analog comparator interrupt</li> <li>koristi potenciometar, džojstik, aktivni buzzer, više tastera povezanih na samo jedan pin (naponski razdelnik).</li> <li>upravlja analognim ulazima (menjanje vrednosti napona ulaza pomoću potenciometra, fotootpornika, ntc ili ptc otpornikom, i sl)</li> <li>objasni kapacitivni senzor</li> <li>primenjuje PWM -pulsno-širinsku modulaciju</li> <li>koristi digitalne senzore (senzor boje, temperaturni senzor, ultrazvučni senzor...)</li> <li>izvodi komunikaciju između mikrokontrolera i mobilnog telefona (bluetooth)</li> <li>kreira različite svetlosne efekte.</li> <li>koristi LCD displej.</li> <li>primenjuje rad sa stringovima.</li> <li>koristi mikro SD-card modul.</li> <li>kreira daljinsko uključivanje svetla</li> <li>povezuje elemente mikrokontrolerskog sistema u celinu prema priloženoj šemii</li> <li>povezuje mikrokontroler sa računarom i prebacuje podatke na i iz računara</li> <li>modeluje jednostavan mikrokontrolerski sistem sa različitim tipovima senzora i izvršnih elemenata</li> <li>povezuje sistem sa računaram i prebacuje podatke na i iz računara</li> <li>povezuje sistem sa periferijom</li> <li>implementira tehniku regulacije brzine koračnog motora mikrokontrolera</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>SPI komunikacija</li> <li>LCD displej sa paralelnom i serijskom komunikacijom.</li> <li>LCD displej, rad sa stringovima.</li> <li>Rad sa tajmerima</li> <li>Prekidi (programski, spoljašnji)</li> <li>USART Rx i Tx interrupt. Komunikacija sa terminalom u interantu.</li> <li>Prekid usled promene stanja EEPROM memorije. Rad sa fleš i EEPROM memorijom. Korišćenje eksternog EEPROM modula.</li> <li>ADC i AnalogComparator interrupt.</li> <li>I2C komunikacija master-slave između više mikrokontrolera</li> <li>Komunikacija između mikrokontrolera i mobilnog telefona (bluetooth)</li> <li>WIFI komunikacija</li> </ul> <p>Vežbe:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rad sa digitalnim ulazima i izlatima</li> <li>2. Rad sa analognim ulazima, (menjanje vrednosti napona ulaza pomoću potenciometra, razdelnika napona fotootpornika, NTC ili PTC otpornika, i sl)</li> <li>3. Tranzistor kao prekidač (uključivanje i isključivanje releja i malih motora jednosmerne struje)</li> <li>4. Sedmosegmentni displej (sa zajedničkom katodom, zajedničkom anodom), LCD displej</li> <li>5. Tastature (4x4, 3x4)</li> <li>6. USART komunikacija</li> <li>7. I2C komunikacija, SPI komunikacija</li> <li>8. PWM -Pulsno-širinska modulacija - menjanje intenziteta sveta svetleće diode, regulacija brzine obrtanja mikro DC motora</li> <li>9. I2C komunikacija i komponenta DS3231 za RTC (RunTimeClock) Displej za prikaz vremena.</li> <li>10. Rad sa digitalnim senzorima (Senzor boje, temperaturni senzor, Ultrazvučni senzor, PIR i IR senzori...)</li> <li>11. Komunikacija između mikrokontrolera i mobilnog telefona (bluetooth)</li> <li>12. SPI komunikacija. Korišćenje Mikro SD-card modula.</li> <li>13. Kontrola rada koračnog motora u mikrokontrolerskom okruženju</li> <li>14. Kontrola rada servo motora u mikrokontrolerskom okruženju</li> <li>15. Komunikacija između dva mikrokontrolera</li> </ol> <p>Ključni pojmovi: elektronske komponente</p> |
|--|--|

- implementira tehniku regulacije pozicije vratila koračnog motora primenom mikrokontrolera
- implementira tehniku regulacije brzine servo motora primenom mikrokontrolera
- implementira komunikaciju između dva mikrokontrolera

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Oblici nastave: Teorijska nastava (68 časova) i vežbe (68 časova).

Mesto realizacije nastave: Teorijska nastava se izvodi u učionici. Vežbe se realizuju u specijalizovanom kabinetu-laboratoriji za mikrokontrolere

Podela na grupe: Odeljenje se na vežbama deli u tri grupe.

Uvod u digitalnu elektroniku i logička kola: 10 časova teorije i 10 časova vežbi

Sekvencijalna kola, kombinacione i sekvencijalne mreže: 10 časova teorije i 10 časova vežbi

Memorije i aritmetička kola: 7 časova teorije i 8 časova vežbi

Analogno digitalna i digitalno analogna konverzija: 7 časova teorije i 6 časova vežbi

Uvod u mikrokontrolere 10 časova teorije i 4 časa vežbi

Elektronske komponente i mikrokontroleri: 24 časova vežbi i 30 časova vežbi

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja. Nastava će se realizovati kroz časove teorijske nastave sa celim odeljenjem u učionici i časove laboratorijskih vežbi u kabinetu podelom na grupe.

Preporučene projektne aktivnosti: U toku školske godine organizovati dva projektna zadatka, po jedan u prvom i drugom polugodištu. Prilikom planiranja projektnih zadataka voditi računa o sledećem:

- učenike podeliti u manje timove;
- u jednom timu je do 4 učenika;
- formirati odgovarajući broj tema projektnih zadataka naspram broja timova;
- organizovati istraživački rad učenika na temu projektnog zadatka, a prema preporukama za realizaciju naprednih tehnika učenja i projektne nastave;
- učenicima dati dovoljno vremena da obrade temu projektnog zadatka, ukoliko je to moguće projektnim zadatkom obuhvatiti i sadržaje sa laboratorijskim vežbi, odnosno, nastojati maksimalno uspostaviti korelaciju između teorijskog i praktičnog dela predmeta;
- u operativnom planu rada predvideti odgovarajući broj časova za prezentovanje projektnih zadataka, primenom savremenih metoda naprednog učenja i multimedijalne opreme;

Za realizaciju nastave u temi Uvod u digitalnu elektroniku objasniti da se danas digitalna kola isključivo prave u integrисanoj tehnologiji. Posvetiti nekoliko časova obnavljanju gradiva iz prethodnog razreda, jer se novi sadržaji oslanjaju na one obrađene u drugom razredu. Obnoviti posebno logička kola, predstavljanje logičke funkcije grafičkim simbolima, kombinacionim tabelama i vremenskim dijagramima kao i realizaciju složene logičke funkcije pomoću logičkih kola. Kodovi obraditi detaljnije, u prethodnom razredu su obrađeni na informativnom nivou (BCD i Grejov kod; kodovi za detekciju i korekciju grešaka; kodovanje sa kontrolom parnosti; alfanumerički kodovi). Karakteristike logičkih kola obraditi detaljno uz stalno naglašavanje da nesavršenost digitalnih signala utiče na rad realnih kola.

Objasniti razliku između kombinacionih i sekvencijalnih digitalnih kola, kao i razliku između asinhronih i sinhronih kola. U okviru kombinacionih mreža, na konkretnim primerima obraditi realizaciju svih pobrojanih mreža. Posebno istaći odgovarajuće integrisane komponente, njihovu strukturu i mogućnosti upotrebe.

Sekvencijalne mreže obraditi na nivou šema i logike rada (tablično i analitički). Obraditi savremene integrisane komponente i njihovo korišćenje. Aritmetička kola obraditi kao integrisane komponente za operacije sa brojevima izraženim u binarnom brojnom sistemu i sa brojevima izraženim u BCD kodu. Memorije obraditi detaljno, arhitekturu i organizaciju kao i primenu u računarskim sistemima. Posebno istaći integrisane memoriske komponente kao i njihovu primenu. Objasniti ukratko i savremene memoriske čipove velike gustine pakovanja (2D, 3D) i uputiti učenike na poznate Internet adrese za detaljno upoznavanje sa memorijama renomiranih svetskih proizvođača.

Nastavu obaviti pomoću nekog od savremenih mikrokontrolera kao što su PIC, ARM, AVR i druge. Koristiti neko od razvojnih okruženja kao što su EasyPic, ARDUINO, ESP 32, Clicker, Flip&Click i sl.

Sve sadržaje teme vezan eza mikrokontrolere prilagoditi izabranom mikrokontroleru i razvojnom okruženju.

Tokom trajanja tema realizovati najmanje tri testa znanja. Testovi znanja bi trebalo da sadrže teorijska pitanja i računske zadatke različitih nivoa složenosti. Preporučuje se da testovi znanja sadrže i pitanja različitih oblika: pitanja višestrukog izbora, pitanja dopune, pitanja otvorenog tipa - pitanja koja zahtevaju kratak esejski odgovor, pitanja sa izračunavanjem i grafičkim prikazima.

#### Preporuke za realizaciju laboratorijskih vežbi

Jedna vežba se radi dva spojena školska časa i za to vreme učenici, podeljeni u tri grupe, treba da urade sva merenja i obrade rezultate. U laboratoriji treba da bude dovoljno radnih mesta da za jednim radnim stolom budu dva do tri učenika. Insistirati kod učenika na korišćenju stručne terminologije, a na laboratorijskim vežbama primeni mera zaštite na radu i primeni preporuka za zaštitu od kvara opreme usled nepravilnog rukovanja. Na prvom terminu vežbi treba upoznati učenike sa mernim instrumentima, alatom i priborom koji će se koristiti, kao i pravilima rada i ponašanja u kabinetu.

Nastavnik je u obavezi da pripremi detaljna uputstva za laboratorijske vežbe, kako bi učenici unapred bili upoznati sa načinom rada: koje veličine se mere, šta se proračunava, na koji način se koriste izmerene veličine u procesu analize.

Izvođenje vežbi potrebno je usaglasiti sa teorijskom nastavom tako da odgovarajuće vežbe slede odmah nakon obrade teorijskog gradiva. Ukoliko je moguće, laboratorijska merenja potvrditi računskim putem, a za izabrane vežbe uraditi i odgovarajuću simulaciju na računaru radi poređenja rezultata. Izuzetno, u slučaju nedostatka potrebne opreme za pojedine vežbe, uraditi samo odgovarajuću simulaciju.

Insistirati da učenici vode dnevnik vežbi koji bi sadržao izveštaje sa vežbi, rezultate merenja, obradu dobijenih podataka, grafički / tabelarni prikaz kao i zaključke. Redovno pregledati dnevnike vežbi. Nakon svakog ciklusa vežbi, kroz individualni rad učenika, oceniti nivo savladanosti stečenih praktičnih veština (sprovođenje naloga, odabir i korišćenje instrumenata, očitavanje rezultata, predstavljanje rezultata tabelarno i grafički, tumačenje rezultata, analiziranje rada kola u različitim uslovima).

Predvideti da učenik tokom trajanja vežbi, u jednom terminu, može da poveže elemente prema datoj šemi ili po šemi koju je sam nacrtao, odradi potrebne proračuni, napiše program i izvrši provera ispravnosti napravljenog sistema. Pri izradi vežbi svaki učenik treba da ima praktikum ili radne listove.

#### 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; izradu zadataka, izveštaje učenika o realizovanim vežbama, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja; testove praktičnih veština, praćenje postignuća ishoda, pomoći drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl. Učenike treba osposobljavati i ohrabravati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju.

Posebnu pažnju obratite na časovima na kojima gostuju stručnjaci iz pojedinih oblasti, vrednujte aktivnost učenika koji postavljaju pitanja i analitički razgovaraju. Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i/ili uradi. Potrebno je osmislići više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike.

Planirati kako usmene tako i pismene provere znanja i testove praktičnih veština.

Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu podataka prikupljenih formativnim ocenjivanjem, rezultata/rešenja problemskog ili seminariskog rada, usmenih provera znanja, kontrolnih i domaćih zadataka, testova znanja i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

Nakon svakog ciklusa vežbi, kroz individualni rad učenika, oceniti nivo savladanosti stečenih praktičnih veština. Unapred upoznati učenike sa zahtevima i veštinama koje će biti proveravane. Za učenike koji nisu savladali korišćenje mernih instrumenata, pripremiti dodatni materijal i vreme za rad.

Posebno vrednovati kada učenik primenjuje znanja stečena na teorijskim časovima prilikom izvođenja vežbi, kao i u složenim i nepoznatim situacijama (koje nastavnik kreira na časovima obnavljanja ili uvežbavanja) kao i kada učenik objašnjava i kritički razmatra složene sadržinske celine i informacije.

#### **Naziv predmeta: SISTEMI UPRAVLJANJA U MEHATRONICI**

##### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| III    | 34                | 68    | 30                | 132             |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

## 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa pojmom sistema i sistemima upravljanja
- Upoznavanje učenika sa vrstom i mogućnostima primene mernih pretvarača u sistemima upravljanja
- Osposobljavanje učenika da samostalno odabere i postavi merne pretvarače i utvrdi njihovu ispravnost
- Osposobljavanje učenika da prema konstrukciji i nameni razlikuje, odabira i povezuje regulatore i servosisteme

## 3. NAZIV I TRAJANJE MODULA PREDMETA

| Red.br | NAZIV MODULA                                      | Trajanje modula |
|--------|---|-----------------|
| 1      | Komponente sistema upravljanja                    | 16              |
| 2      | Servosistemi i sistemi upravljanja sa regulacijom | 86              |
| 3      | Nastava u bloku                                   | 30              |
|        | UKUPNO:   | 132             |

## 4. NAZIVI MODULA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| NAZIV MODULA                          | ISHODI   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|---------------------------------------|--|--|
| Komponente sistema upravljanja        | <p>Po završetku modula učenik će biti u stanju da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše pojam upravljanja i sistema upravljanja</li> <li>• objasni ulogu elementa sistema upravljanja</li> <li>• objasni princip funkcionisanja sistema upravljanja na primeru parnog kotla</li> <li>• navede podelu sistema upravljanja</li> <li>• objasni razliku između otvorenih i zatvorenih sistema upravljanja</li> <li>• navede i opiše glavne komponente svakog sistema upravljanja</li> <li>• prikaže i objasni funkcionalnu šemu sistema upravljanja</li> <li>• primeni sisteme upravljanja na primeru mehatronskih sistema</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Element sistema upravljanja</li> <li>• Klasifikacija sistema upravljanja: <ul style="list-style-type: none"> <li>- prema postojanju povratne sprege</li> <li>- prema statičkoj karakteristici</li> <li>- prema obliku signala</li> </ul> </li> <li>• Elementi sistema upravljanja (merni pretvarači, diskriminatori, pojačivači, izvršni organi, elektromehaničke spojnice, prekidački elementi)</li> <li>• Funkcionalna šema sistema upravljanja</li> <li>• Upravljanje mehatronskim sistemima</li> </ul> <p>Laboratorijske vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upoznavanje sa laboratorijskom opremom. Opšti postupak izvođenja laboratorijskih vežbi</li> <li>• Predstavljanje funkcionalnog demonstracionog modela sistema upravljanja manje složenosti</li> <li>• Izrada tehničke dokumentacije za model sistema upravljanja manje složenosti</li> <li>• Izrada tehničkog opisa modela sistema upravljanja manje složenosti</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: sistem upravljanja, funkcionalna šema sistema upravljanja</p> |
| Servosistemi i sistemi sa regulacijom | <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše pojam servosistema</li> <li>• razlikuje vrste i načine postavljanja mernih pretvarača</li> <li>• bira merne pretvarače iz kataloga na osnovu željenih karakteristika</li> <li>• postavi merne pretvarače</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servosistemi</li> <li>• Konstrukcija, karakteristike i namena mernih pretvarača <ul style="list-style-type: none"> <li>- otporni</li> <li>- kapacitivni</li> </ul> </li> </ul>  |

|   |   |
|---|---|
| • proveri ispravnost i zameni neispravne- induktivni<br>merne pretvarače                                    | - indukcioni  |
| • podesi parametre mernih pretvarača  | - optoelektronski   |
| • pripremi izveštaj o izvršenom merenju   | - piezoelektrični   |
| • postavi interfejs prema računaru, A/D konvertor, tajmer, brojač   | - elektromagnetni   |
| • izvrši potrebna merenja   | - hidraulični   |
| • objasni ulogu pojedinih elemenata iz sistema upravljanja  | - pneumatski  |
| • postavi zadate vrednosti u sistemu na osnovu željenih izlaznih veličina                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip rada mernih pretvarača:</li> <li>- pomeraja</li> </ul>   |
| • predviđi promenu izlaznih veličina u sistemu upravljanja na osnovu zadatih vrednosti                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- brzine (tahogenerator, enkoder)</li> <li>- sile i naprezanja</li> </ul>  |
| • odabere potreban regulator  | - temperature   |
| • razlikuje uticaj proporcionalnog (P), integralnog (I) i diferencijalnog (D) dejstva na sistem upravljanja | <ul style="list-style-type: none"> <li>- pritiska</li> <li>- nivoa</li> <li>- protoka</li> </ul>  |
| • uoči dominantno dejstvo PID regulatora na osnovu ponašanja stanja izlaza sistema upravljanja              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- položaja (mehanički pretvarači fotoelektrični, induktivni i kapacitativni senzori)</li> </ul>  |
| • povezuje elemente servosistema i sistema automatske regulacije  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provera i podešavanje parametara mernih pretvarača</li> <li>• Blok-šeme sistema automatsko upravljanja i uloga pojedinih elemenata</li> </ul>  |
| • podešava elemente servosistema i sistema automatske regulacije  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analogno i digitalno upravljanje</li> <li>• Test funkcije i odziv sistema</li> <li>• PID upravljanje</li> <li>• Relejni kontroleri.</li> <li>• Osnovni pojmovi o fuzzy logici</li> <li>• Servosistemi</li> <li>- pozicioni i</li> <li>- brzinski</li> <li>• Regulacija procesnih veličina, temperature, pritiska, protoka, nivoa, vlažnosti, osvetljenosti i slično</li> </ul> |
|   | Laboratorijske vežbe:   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Snimanje statičke karakteristike mernih pretvarača:</li> <li>- pomeraja</li> <li>- brzine (tahogenerator, enkoder)</li> <li>- sile i naprezanja</li> <li>- temperature</li> <li>- pritiska</li> <li>- nivoa</li> <li>- protoka</li> </ul>  |

|                 |   |
|-----------------|---|
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Snimanje dinamičke karakteristike P, PI, PD i PID regulatora</li> <li>• Snimanje dinamičke karakteristike procesa</li> <li>• Ispitivanje stabilnosti sistema. Podešavanje parametara regulatora</li> <li>• Izrada relejnog modela sistema upravljanja manje složenosti</li> <li>• Izrada tehničke dokumentacije za model pozicionog servosistema manje složenosti</li> <li>• Demonstracija rada pozicionog servosistema</li> <li>• Izrada tehničke dokumentacije za model brzinskog servosistema manje složenosti</li> <li>• Demonstracija rada brzinskog servosistema</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: servo sistemi, merni pretvarači</p>  |
| Nastava u bloku | <ul style="list-style-type: none"> <li>• povezuje elemente sistema automatske regulacije temperature ili neke druge veličine</li> <li>• podešava povezane elemente u sistemu automatske regulacije</li> <li>• postavlja elemente pozicionih i brzinskih servosistema</li> <li>• podešava postavljene elemente</li> <li>• pušta u rad servosistem</li> <li>• vrši izbor releja</li> <li>• povezuje relejne šeme</li> <li>• pušta u rad različite sisteme zasnovane na relejnoj tehnici</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalacija kruga za termoregulaciju (npr. termopar, kompenzacioni vodovi, termoregulator, krug za grejanje i hlađenje).</li> <li>• Pozicioni servosistem</li> <li>• Brzinski servosistem (ca tahogeneratorom u povratnoj sprezi)</li> <li>• Relejna tehnika (npr sistem recirkulacije vode, puštanje u pad asinhronog motora pomoću relejne kombinacije zvezda-trougao)</li> </ul> |

## 5. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i načinima ocenjivanja.

Predmet se realizuje kroz teorijsku nastavu (34 časa), vežbe (68 časova) i nastavu u bloku (30 časova). Nastava u bloku se može realizovati u toku školske godine ili na kraju drugog polugodišta. Raspored realizacije nastave u bloku izrađuje sama škola, u zavisnosti od toga da li je realizuje u školskom kabinetu (radionici) ili preduzeću.

Prilikom realizacije nastave osloniti se na predznanja učenika iz Fizike, Osnova elektrotehnike, Elektronike, Mehanike i Hidrauličnih i pneumatskih komponenti. Preporuka je da se kroz teorijsku nastavu daju teorijska objašnjenja ključnih pojmoveva i sadržaja uz primere iz konkretnе prakse, a kroz časove vežbi raditi konkretnе zadatke primenjujući teorijska znanja. Potrebno je raditi na konkretnim modelima, uređajima i sistemima automatskog upravljanja, dobijene rezultate analizirati, podstaći učenike na donošenje zaključaka. Gde god je to moguće dobijene rezultate proveravati eksperimentalnim putem.

Izbor metoda i oblika rada za svaku temu određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode (metoda usmenog izlaganja i dijaloška metoda), metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode, praktičan rad. Predloženi oblici rada su frontalni, rad u grupi, rad u paru, individualni rad.

U uvodnom delu obratiti pažnju na primenu, osnovne pojmove i elemente sistema automatskog upravljanja bez čijeg razumevanja učenici ne mogu da savladaju ostatak gradiva. Pre početka svake teme vezane za elemente sistema automatskog upravljanja, potebno je osvrnuti se na njihovu ulogu i mesto u datim sistemima. Pri obradi mernih pretvarača, napraviti korelaciju sa svim predmetima kroz koje se obrađuju fizičke veličine koje merimo, da bi učenici bolje razumeli primenu i način rada.

Pri obradi pozicionih i brzinskih servosistema se treba fokusirati na njihov način rada i primenu u realnim mehatronskim sistemima. Pri rešavanju konkretnih problema, učenicima dozvoliti korišćenje literature, tablica i resursa sa interneta.

Učenici pre svake vežbe moraju dobiti materijal i uputstva za njenu izradu. Laboratorijske vežbe se rade isključivo pod strogim nadzorom nastavnika i nikakve improvizacije nisu dozvoljene. Nakon svake vežbe učenici dostavljaju izveštaj koji sadrži

grafičke prikaze i dijagrame kao i računski dobijene rezultate.

Potrebno je da nastavnik osmišljava zadatke prema nivoima znanja učenika i njihovim mogućnostima, a operativne planove radi na mesečnom nivou kako bi ih lakše prilagođavao napredovanju učenika.

## 6. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orijentisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz testova veština, grafičkih izveštaja sa vežbi, testova znanja, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika. Vrednuje se preciznost u izvođenju, samostalnost u izvršavanju zadatka, doslednost u poštovanju standardnih procedura, pokazivanje inicijative u rešavanju zadatog problema. U toku realizacije nastave iz jednog modula, nastavnik daje priliku učeniku da popravi ocenu iz modula koji su ranije realizovani.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje. U procesu učenja nastavnik je moderator koji usmerava i podstiče rad učenika, usmerava ih na izvore učenja, načine prikupljanja i analize podataka, navodi ih da argumentovano brane svoje stavove, podstiče timski rad, uvažavanje različitih mišljenja. Nastavnik animira učenike, ohrabruje, koristi ideje učenika za analizu ključnih pojmoveva i sadržaja. Najbitnije je da se učeniku dozvoli da iznese svoje mišljenje, a zatim kroz grupnu diskusiju vršiti analizu i argumentovano zaključivati o ispravnosti mišljenja (uvek krenuti od pozitivnih strana iznetog mišljenja učenika). Nastavnik prilagođava podučavanje na osnovu povratne informacije koju dobija od učenika.

## Naziv predmeta: ELEKTRIČNI POGON I OPREMA U MEHATRONICI

### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| III    | 68                | 68    | 30                | 166             |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa primenom električnih sistema pokretanja u savremenim proizvodnim sistemima
- Osposobljavanje učenika za čitanje i crtanje jednostavnih monofaznih i trofaznih strujnih kola
- Upoznavanje učenika sa vrstama i delovima električnih instalacija
- Upoznavanje učenika sa električnim, mehaničkim i drugim karakteristikama elektroinstalacionog materijala i pribora, radi pravilnog izbora i montaže
- Osposobljavanje učenika za korišćenje tablica u kojima su date karakteristike pojedinih elemenata i uređaja
- Upoznavanje učenika sa standardima i tehničkim propisima za izbor opreme, montaže i održavanja električnih instalacija
- Osposobljavanje učenika za održavanje električnih instalacija i za postupanje pri održavanju i otklanjanju nastalih kvarova u električnim instalacijama
- Upoznavanje učenika sa komponentama energetske elektronike, njihovom načinu rada, karakteristikama i primeni
- Osposobljavanje učenika za rad sa osnovnim komponentama i pretvaračima energetske elektronike
- Upoznavanje učenika sa konstrukcijom, namenom i karakteristikama električnih mašina velikih snaga
- Osposobljavanje učenika za rad sa električnim mašinama velikih snaga
- Osposobljavanje učenika za rad sa posebnim vrstama motora

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| NAZIVI TEMA | ISHODI  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA |
|-------------|---|---|
|             | Po završetku teme učenik će biti u stanju da: |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Elementi električne opreme              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše primenu električnih sistema pokretanja u savremenim proizvodnim sistemima</li> <li>• primenjuje osnovne električne veličine i jedinice</li> <li>• opiše grafičke simbole i oznake u električnim pogonima i opremi</li> <li>• primenjuje mere bezbednosti i zaštite na radu u laboratorijskim uslovima rada</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Značaj električnih sistema pokretanja u savremenim proizvodnim sistemima.</li> <li>• Grafički simboli i oznake u električnim pogonima i opremi</li> <li>• Osnovni elementi električne opreme u mehatronskim sistemima i njihove karakteristike: energetske, električne i elektronske</li> </ul> <p>Labaratorijske vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upoznavanje učenika sa organizacijom rada u školskoj labaratoriji, mere bezbednosti i zaštite na radu. Pravila rada u labaratoriji</li> <li>• Simboli i oznake koji se koriste na šemama električnih pogona</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: električna oprema</p>   |
| Električni instalacioni pribor i oprema | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše vrste električnih instalacija</li> <li>• navede osnovne delove električnih instalacija</li> <li>• sprovodi mere i odredbe iz pravilnika za odgovarajuće radove ili oblast</li> <li>• objasni primenu elektroinstalacionog pribora</li> <li>• navede materijale koji se koriste za izradu provodnika</li> <li>• navede materijale koji se koriste za izradu izolacije</li> <li>• odabere presek provodnika na osnovu tabela i uslova polaganja.</li> <li>• koristi kataloge i priručnike prilikom odabira materijala i elemenata</li> <li>• tumači oznake izolovanih provodnika i kablova</li> <li>• opiše različite priključne uređaje</li> <li>• objasni način povezivanja priključnog uređaja na električnu instalaciju.</li> <li>• objasni način povezivanja zaštitnih uređaja na električnu instalaciju.</li> <li>• nabroji prekidače koji se koriste u električnoj instalaciji.</li> <li>• objasni princip rada i namenu prekidačkih elemenata</li> <li>• vrši montažu elemenata električne opreme i povezivanje u funkcionalnu celinu</li> <li>• vrši ispitivanje ispravnosti električnih veza pre dovođenja pod napon</li> <li>• demonstrira rad elektirčne šeme</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste električnih instalacija</li> <li>• Elektrotehnička regulativa</li> <li>• Elektroinstalacioni materijal i pribor</li> <li>- Instalacioni vodovi</li> <li>- Materijali za izradu provodnika i kablova</li> <li>- Vodovi sa golim provodnicima</li> <li>- Vodovi sa izolovanim provodnicima</li> <li>- Kablovi</li> <li>- Označavanje vodova sa izolovanim provodnicima i kablova</li> <li>- Izbor poprečnog preseka provodnika i kablova na osnovu dozvoljene struje opterećenja</li> <li>- Instalacioni osigurači</li> <li>- Topljivi osigurači</li> <li>- Automatski osigurači</li> <li>- Instalacione sklopke</li> <li>- Obrtne sklopke</li> <li>- Pregibne sklopke</li> <li>- Potezne sklopke</li> <li>- Taster sklopke</li> <li>- Motorne zaštitne sklopke</li> <li>- Priključne naprave</li> <li>- Priključne naprave za domaćinstvo</li> <li>- Priključne naprave u industriji</li> <li>• Prekidački elementi</li> <li>• Releji (bimetani, vremenski, Solidstate releji)</li> </ul> <p>Labaratorijske vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeri označavanja vodova sa izolovanim provodnicima</li> <li>• Primeri označavanja kablova</li> <li>• Izbor poprečnog preseka provodnika i kablova na osnovu tabela i uslova polaganja</li> </ul> |

- Izbor nazivne struje osigurača prema poprečnom preseku provodnika
- Merenje napona struje i snage u monofaznom sistemu
- Merenje napona struje i snage u trofaznom sistemu
- Povezivanje osigurača instalacionih i grebenastih sklopki u električno kolo prema dатој šеми
- Povezivanje kontaktora u električno kolo prema dатој šеми
- Povezivanje zaštitnih motornih sklopki prema dатој šемi

Ključni pojmovi: električni instalacioni pribor

|                                   |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| Komponente energetske elektronike | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni princip rada snažnih elektronskih komponenti: dioda, tranzistora, tiristora, dijaka i trijaka</li> <li>• ispita ispravnost snažnih elektronskih komponenti</li> <li>• ugradi snažne elektronske komponente</li> <li>• snimi karakteristike snažnih elektronskih komponenti na maketi pomoću mernih instrumenata</li> <li>• analizira rad snažnih elektronskih komponenti</li> <li>• analizira rad jednostavnijih električnih kola sa komponentama energetske elektronike</li> <li>• izabere elemente iz kataloga</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Snažne elektronske komponente (princip rada, primena, tipična kućišta, hlađenje, montaža, zaštita, ispitivanje ispravnosti):           <ul style="list-style-type: none"> <li>- diode</li> <li>- tranzistori: bipolarni, MOSFET, IGBT</li> <li>- tiristori, dijaci i trijaci</li> </ul> </li> <li>Labaratorijske vežbe:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provera ispravnosti snažne diode. Statička karakteristika snažne diode</li> <li>• Ispitivanje ispravnost snažnog bipolarnog tranzistora. Izlazna karakteristika snažnog bipolarnog tranzistora</li> <li>• Snažni MOSFET kao prekidač. Snimanje izlazne karakteristike</li> <li>• Ispitivanje ispravnosti i snimanje karakteristike tiristora i trijaka</li> </ul> </li> </ul> <p>Ključni pojmovi: energetska elektronika</p>  |
| Pretvarači energetske elektronike | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni namenu pretvarača energetske elektronike</li> <li>• navede osnovnu podelu pretvarača energetske elektronike</li> <li>• objasni princip rada energetskih pretvarača: ispravljača, invertora, naizmeničnih pretvarača (frekventnih regulatora i regulatora napona)</li> <li>• poveže električno kolo pretvarača energetske elektronike prema zadatoj šemii</li> <li>• snimi karakteristike energetskih pretvarača i analizira njihov rad</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Namena pretvarača energetske elektronike i osnovna podela           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jednosmerni pretvarači, namena i osnovna podela</li> <li>- Invertori(monofazni i trofazni)</li> <li>- Ispravljači, namena i osnovna podela</li> </ul> </li> <li>• Naizmenični pretvarači, namena i osnovna podela           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monofazni polusalasni ispravljač</li> <li>- Monofazni ispravljač sa srednjom tačkom</li> <li>- Trofazni ispravljač sa srednjom tačkom</li> </ul> </li> <li>• Frekventni regulatori i regulatori napona</li> <li>Labaratorijske vežbe:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednofazni polusalasni ispravljač</li> <li>• Jednofazni punosalasni ispravljač sa srednjom tačkom</li> <li>• Grecov ispravljač</li> <li>• Jednofazni naponski tranzistorski invertor</li> <li>• Čoper ,spuštač napona</li> <li>• Fazni regulator sa trijakom</li> </ul> </li> </ul> <p>Ključni pojmovi: pretvarači energetske elektronike</p> |
| Transformatori                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni konstrukciju mašina velikih snaga i njihovu primenu u mehatronici</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste transformatora i namena, konstrukcija,princip rada</li> <li>• Gubici i energetski bilans</li> <li>• Odnos preobražaja</li> </ul>   |

|                 |  |   |
|-----------------|--|---|
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni namenu i navede osnovne podelje transformatora</li> <li>• objasni podatke sa naznačne pločice transformatora</li> <li>• definije prenosni odnos transformatora</li> <li>• objasni energetski bilans snaga, pojavu gubitaka i uzroke nastanka</li> <li>• izmeri otpornost namotaja transformatora UI metodom</li> <li>• demonstrira način određivanja homologih krajeva monofaznog transformatora</li> <li>• izvede ogled praznog hoda i kratkog spoja</li> <li>• izvede ogled opterećenja monofaznog transformatora</li> </ul>  | <p>Labaratorijske vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Natpisna pločica transformatora, merenje otpornosti namotaja, proveravanje oznake krajeva</li> <li>• Ogled praznog hoda jednofaznog transformatora</li> <li>• Ogled kratkog spoja jednofaznog transformatora</li> <li>• Određivanje odnosa preobražaja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: transformatori</p>  |
| Asinhroni motor | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede osnovne vrste asinhronog motora</li> <li>• objasni konstrukciju asinhronog motora</li> <li>• objasni način formiranja obrtnog magnetnog polja</li> <li>• objasni princip rada trofaznog asinhronog motora</li> <li>• definije apsolutno i relativno klizanje</li> <li>• objasni podatke sa naznačne pločice motora</li> <li>• obavlja vizuelni pregled električnih motora i uočava gruba mehanička oštećenja i nedostatke;</li> <li>• montira i demontira elektromotor sa radnih mehanizama i mašina</li> <li>• nacrti mehaničku karakteristiku asinhronog motora i definije karakteristične tačke</li> <li>• objasni režime rada asinhronog motora</li> <li>• objasni načine upuštanja u rad asinhronog motora</li> <li>• pokrene i ispita asinhroni motor</li> <li>• promeni smer okretanja asinhronog motora</li> <li>• vrši regulaciju brzine okretanja asinhronog motora promenom frekvencije i objasni princip U/f upravljanja</li> <li>• izmeri otpornost namotaja statora</li> <li>• poveže opremu za izvođenje ogleda praznog hoda i kratkog spoja, navede</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnove rada električnih motora</li> <li>• Magnetno kolo</li> <li>• Namotaji električnih motora</li> <li>• Podela električnih motora</li> <li>• Konstrukcija i vrste asinhronih motora</li> <li>• Jednofazni asinhroni motori</li> <li>• Trofazni asinhroni motori</li> <li>• Mehanička karakteristika asinhronog motora, klizanje asinhronog motora</li> <li>• Puštanje u rad asinhronog motora</li> <li>• Regulacija brzine asinhronog motora</li> </ul> <p>Labaratorijske vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Natpisna pločica asinhronog motora, merenje otpornosti namotaja, priključna kutija i prevezivanje namotaja u zvezdu i trougao</li> <li>• Ogled praznog hoda i kratkog spoja</li> <li>• Merenje klizanja trofaznog asinhronog motora</li> <li>• Regulacija brzine trofaznog asinhronog motora primenom U/f upravljanja</li> <li>• Upravljanje dvobrzinskim asinhronim motorom pomoću kontaktora</li> <li>• Povezivanje asinhronog motora na mrežu, startovanje i zaustavljanje. Startovanje i zaustavljanje sa vremenskim kašnjenjem</li> <li>• Promena smera obrtanja asinhronog motora</li> <li>• Puštanje u rad asinhronog motora preko prebacivača zvezda-trouga</li> <li>• Puštanje u rad asinhronog motora pomoću softstartera</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: asinhroni motor</p> |

|                           |  |  |
|---------------------------|--|--|
|                           | <p>svrhu ogleda i tumači rezultate</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>poveže opremu za izvođenje ogleda opterćenja, navede svrhu ogleda i tumači rezultate</li> </ul>  |  |
| Motori jednosmerne struje | <ul style="list-style-type: none"> <li>objasni konstrukciju motora jednosmerne struje i njihovu primenu u mehatronici</li> <li>objasni princip rada motora jednosmerne struje</li> <li>navede podelu motora jednosmerne struje prema načinu pobuđivanja</li> <li>objasni podatke sa naznačne pločice motora</li> <li>objasni osnovne metode puštanja u rad motora jednosmerne struje</li> <li>izvrši puštanje u rad motora jednosmerne struje</li> <li>ispita namotaje statora i rotora</li> <li>pokrene i snimi karakteristiku motora jednosmerne struje, prezentuje rezultate ispitivanja</li> <li>objasni i demonstrira promenu smera obrtanja motora jednosmerne struje</li> <li>reguliše brzinu obrtanja motora jednosmerne struje</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Osnovni konstruktivni elementi</li> <li>Princip rada</li> <li>Vrste motora prema načinu pobuđivanja</li> <li>Pokretanje motora jednosmerne struje</li> <li>Regulacija brzine</li> </ul> <p>Labaratorijske vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Natpisna pločica motora jednosmerne struje, merenje otpornosti namotaja statora i rotora,priklučna kutija</li> <li>Puštanje u rad i menjanje smera obrtanja motora jednosmerne struje sa složenom pobudom</li> <li>Regulacija brzine i smera obrtanja motora jednosmerne struje pomoću tranzistora</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: motor jednosmerne struje</p>  |
| Posebne vrste motora      | <ul style="list-style-type: none"> <li>objasni konstrukciju i primenu mašina malih snaga</li> <li>analizira rad bezkolektorskih i kolektorskih motora</li> <li>objasni konstrukciju i princip rada unipolarnih i bipolarnih koračnih motora</li> <li>navede oblast primene unipolarnih i bipolarnih koračnih motora</li> <li>analizira kriterijume za izbor motora za elektromotorni pogon (napajanje, opterećenje)</li> <li>pušta i reguliše rad mašina malih snaga korišćenjem energetske elektronike i mikroračunara</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bezkolektorski motori jednosmerne struje (BLDC motori)</li> <li>Princip rada</li> <li>Svojstva i primena BLDC motora</li> <li>Koračni motor</li> <li>Vrste koračnih motora</li> <li>Princip rada</li> <li>Univerzalni kolektorski motor</li> </ul> <p>Labaratorijske vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulacija brzine i smera obrtanja koračnog motora</li> <li>Snimanje izlazne karakteristike tahogeneratora,određivanje konstante tahogeneratora</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: BLDC motor</p>  |
| Nastava u bloku *)        | <ul style="list-style-type: none"> <li>primjenjuje mere bezbednosti zdravlja na radu u radnom procesu</li> <li>učestvuje u primremi materijala opreme i alata za obaljanje radnih zadatka</li> <li>učestvuje u montaži i postavljanju električne opreme i materijala u mehatronskim pogonima</li> <li>učestvuje u povezivanju opreme i materijala mašina i uređaja u funkcionalnu celinu</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>rad učenika na nekom od softvera za izradu tehničke dokumentacije, preporučuje se da učenici učestvuju u izradi ili u sitnim izmenama na tehničkim crtežima električnih sistema za napajanje i komandovanje električnim pogonima (u prisustvu stručnog lica).</li> <li>rad na šemiranju razvodnih ormana manje složenosti za napajanje i komandovanje električnim pogonima, povezivanje reljno-kontaktorske opreme i elemenata signalizacije,</li> <li>rad na direktnom puštanju u rad i zaustavljanju pogona male snage sa i bez promene smera obrtanja (u prisustvu stručnog lica)</li> <li>rad na otkljanjanju jednostavnijih nepravilnosti i kvarova (održavanje) na električnoj opremi mašinama i uređajima (u prisustvu stručnog lica)</li> </ul> |

|   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• učestvuje u kontrolnim pregledima pre puštanja opreme mašina i uređaja u elektronike, frekventnih pretvarača, puštanje u rad i zaustavljanje, rad</li> <li>• učestvuje u procedurama puštanja rad i zaustavljanja manjeg sistema</li> <li>• učestvuje u kontrolnim merenjima električnih i tehničkih veličina manjeg sistema</li> <li>• učestvuje u otklanjanju jednostavnijih nepravilnosti</li> <li>• učestvuje u izradi tehničke dokumentacije (izrada jednostavnije električne šeme, unošenje izmena na električnoj šemi)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rad na montaži i demontaži i povezivanju uređaja energetske prepuštanja opreme mašina i uređaja u elektronike, frekventnih pretvarača, puštanje u rad i zaustavljanje, podešavanje osnovnih parametara (u prisustvu stručnog lica)</li> <li>• rad na puštanju u rad, regulaciji brzine, promeni smera obrtanja i zaustavljanju motora jednosmerne struje (u prisustvu stručnog lica)</li> <li>• rad na implementaciji jednostavnijih softverskih rešenja za mikrokontrolersko upravljanje jednosmernim i koračnim motorima malih snaga (u prisustvu stručnog lica)</li> </ul> |
|---|--|

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinom ocenjivanja. Predmet se realizuje kroz teorijsku nastavu i vežbe. Teorijska nastava se realizuje u specijalizovanoj učionici ili odgovarajućem kabinetu koji treba da bude opremljen odgovarajućim nastavnim sredstvima, maketama i modelima, grafičkim prikazima, multimedijalnom opremom. Laboratorijske vežbe se ordžavaju u laboratoriji za mehatroniku. Nastava u bloku se realizuje u laboratoriji za mehatroniku (radionici) u školi ili odgovarajućim preduzećima. Odeljenje se deli na grupe od 15 učenika po grupi pri realizaciji vežbi i nastave u bloku. Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Elementi električne opreme: teorija: 4 časa; laboratorijske vežbe: 4 časa;
- Električni instalacioni pribor i oprema: teorija: 16 časova; laboratorijske vežbe: 16 časa;
- Komponente energetske elektronike: teorija: 8 časova; laboratorijske vežbe: 8 časova;
- Pretvarači energetske elektronike: teorija: 8 časova; laboratorijske vežbe: 8 časova;
- Transformatori: teorija: 8 časova; laboratorijske vežbe: 8 časova;
- Asinhroni motor: teorija: 12 časova; laboratorijske vežbe 12 časova;
- Motori jednosmerne struje: teorija: 6 časova; laboratorijske vežbe 6 časova;
- Posebne vrste motora: teorija: 6 časova; laboratorijske vežbe 6 časova.

Pri obradi pojedinih nastavnih jedinica koristiti panoe, slike, crteže, primerke elektroinstalacionog materijala, pribora i elemenata. Koristiti multimedijalne prezentacije, kataloge proizvođača opreme i uređaja i stručnu literaturu (standarde, propise, preporuke).

Kroz temu Elementi električne opreme učenike upoznati sa primeni električnih sistema pokretanja u savremenim proizvodnim sistemima. Grafičke simbole obrazditi kroz crtanje i analizu jednostavnih strujnih kola. U tematskoj celini Električni instalacioni pribor i oprema posebnu pažnju posvetiti strujnim kolima. Sadržaj obrazditi korišćenjem praktičnih primera strujnih kola osvetljenja, utičnica, električnog zvona i termičkih potrošača. Objasniti šta sadrži jedno strujno kolo električnih instalacija. Koristiti tehničke planove i projekte električnih instalacija i električne šeme uređaja. Obrazditi praktično povezivanje elemenata strujnih kola i ugradnju potrebne opreme. Standarde i propise za izvođenje električnih instalacija realizovati kroz primere standarda i propisa kao i kroz upoznavanje sa pojedinim članovima. Objasniti izbor površine poprečnog preseka provodnika na osnovu tabela i povezati ga sa izborom nazivne struje osigurača. Objasniti namenu i princip rada prekidačkih elemenata i demonstrirati njihov rad. U tematskoj celini Komponente energetske elektronike dati osnovnu podelu komponenti. Prilikom obrade pojedinih komponenti uraditi i kratak broj računskih vežbi u cilju boljeg razumevanja stečenog znanja. U tematskoj celini Pretvarači energetske elektronike objasniti osnovnu podelu pretvarača, njihov značaj i praktičnu primenu. Poseban akcenat staviti na objašnjenje i grafičko predstavljanje odgovarajućih talasnih oblika. Naglasiti analizu rada diodnih ispravljača, kao i uticaj kondenzatora na talasnost izlaznog napona. Tiristorke ispravljače samo spomenuti na nivou električne šeme bez upuštanja u detaljniju analizu rada uređaja. Gde god je to moguće teorijske principe o uređajima energetske elektronike potkrepiti kratkim računskim primerima. U temama Transformatori, Asinhroni motori, Motori jednosmerne struge i Posebne vrste motora, koristiti multimedijalne sadržaje, panoe i crteže. Objasniti učenicima značaj električnih mašina u električnom pogonu. Praktično demonstrirati rad električnih mašina i njihove osobine. Pri obradi nastavnih jedinica koristiti računske vežbe radi boljeg savladavanja gradiva. Analizirati nepravilan rad i eventualna havarijska stanja električnih mašina sa mogućim merama otklanjanja. Posebnu pažnju obratiti na načine uključivanja električnih mašina u strujno kolo i regulaciju brzine.

Nastavu u bloku realizovati u odgovarajućoj firmi, kompaniji, preduzeću. Sve aktivnosti koje učenik sprovodi moraju se realizovati u prisustvu stručnog lica uz poštovanje mera bezbednosti i zaštite na radu. U slučaju da postoje objektivni razlozi nemogućnosti realizacije preporučenih sadržaja u odgovarajućem preduzeću, predviđene časove nastave u bloku realizovati u školskoj laboratoriji. Tom prilikom voditi računa da se ostvari maksimalan broj ishoda preporučenih sadržaja.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; pozitivnom odnosu prema opremi; izradu zadatka, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja, praćenje postignutosti ishoda, pomoći drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl.

Učenike treba ospozobljavati i ohrabrivati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju. Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i/ili uradi. Potrebno je osmislići više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike. Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu formativnog ocenjivanja, rezultata/rešenja problemskog ili projektnog zadatka, praćenjem rada učenika - ostvarivanja ishoda i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

Prilikom izvođenja vežbi posebno obratiti pažnju na: način rada; primenu mera zaštita na radu i preporuka za zaštitu opreme od nepravilnog rukovanja; planiranje vremena kroz smisleno i rutinsko obavljanje radova; pedantnost i preciznost u obavljanju posla; rukovanje računarima i odnosu prema njima; komunikaciju sa saradnicima.

Ukoliko se nastava realizuje po dualnom modelu, nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje.

### Naziv predmeta: MEHATRONSKI SISTEMI

#### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| III    | 68                |       |                   |                 | 68     |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Ospozobljavanje učenika da identificuje mehatronski sistem u oblasti mašina i opreme i objasni njegovo funkcionisanje
- Ospozobljavanje učenika za puštanje u rad mehatronskog sistema posle montaže ili remonta
- Ospozobljavanje učenika da identificuje mehatronski sistem u procesnoj industriji i objasni njegovo funkcionisanje
- Upoznavanje učenika sa namenom i strukturom savremenih automatizovanih i fleksibilnih tehnoloških sistema
- Ospozobljavanje učenika za primenu proizvodnih sistema u uslovima izmene proizvodnog programa
- Upoznavanje učenika sa ključnim pojmovima i konceptima automatizacije proizvodnje,
- Upoznavanje učenika sa ključnim pojmovima i konceptima CNC obradnih sistema i širim automatizovanim celinama

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| NAZIVI TEMA        | ISHODI   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA   |
|--------------------|--|---|
|                    | Po završetku teme učenik će biti u stanju da:  |   |
| Uvod u mehatroniku | <ul style="list-style-type: none"><li>• definije pojam mehatronike u kontekstu modernih tehnologija</li><li>• objasni pojam mehatronskog sistema</li><li>• navede osnovne elemente i prikaže strukturu mehatronskog sistema</li><li>• objasni logiku rada mehatronskog sistema i način njegovog funkcionisanja</li><li>• navede osnovne mehatronske sisteme u tehnički i opiše njihovu primenu</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Pojam mehatronike</li><li>• Primena mehatronike u tehnički</li><li>• Pojam mehatronskog sistema</li><li>• Struktura osnovnih mehatronskih sistema</li><li>• Logika gradnje mehatronskih sistema</li><li>• Vrste mehatronskih sistema</li></ul> <p>Ključni pojmovi: mehatronski sistem</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Osnovni elementi mehatronskih sistema   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede osnovne elemente svakog mehatronskog sistema</li> <li>• objasni ulogu upravljačkog modula</li> <li>• objasni karakteristike programskog upravljanja</li> <li>• definiše pojam i ulogu aktuatora</li> <li>• navede primere i klasifikaciju aktuatora</li> <li>• prikaže funkcionalni dijagram aktuatora</li> <li>• identificuje poziciju aktuatora u sistemu automatske regulacije</li> <li>• objasni razliku između elektropneumatskih i elektromehaničkih aktuatora</li> <li>• objasni ulogu i klasifikaciju senzora</li> <li>• integriše osnovne elemente mehatronskog sistema u radnu celinu</li> <li>• nacrti blok šemu mehatronskog sistema</li> <li>• komentariše proces upravljanja mehatronskim sistemom</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upravljački modul</li> <li>• Prenosni, pretvarački i konvertorski elementi</li> <li>• Izvršni element - aktuator</li> <li>• Elektropneumatski i elektromehanički aktuatori</li> <li>• Senzorski elementi</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: elementi mehatronskog sistema</p>  |
| Kompjuterski upravljane mašine i roboti | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni način rada kompjuterski upravljane mašine u kontekstu mehatronskog sistema</li> <li>• objasni u čemu se ogleda fleksibilnost kompjuterski upravljane mašine</li> <li>• objasni ulogu obradnih centara i manipulacionih uređaja</li> <li>• objasni način rada i ulogu robota i robotskih sistema u savremenoj industriji</li> <li>• navede poslove koji se obavljaju primenom robota</li> <li>• nacrti blok šemu kompjuterski upravljane mašine i robota</li> <li>• uporedi procese upravljanja kompjuterski upravljanom mašinom i robotom</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fleksibilnost kompjuterski upravljane mašine (mogućnost obrade različitih radnih komada kao i vršenja različitih obrada na jednom radnom komadu)</li> <li>• Obradni centri</li> <li>• Manipulacioni uređaji za zamenu alata</li> <li>• Magacini alata</li> <li>• Roboti i robotski sistemi</li> <li>• Mobilni manipulacioni roboti</li> <li>• Uloga robota u savremenim tehnološkim sistemima (prenos materijala, opsluživanje mašina, montaža, kontrola)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: CNC mašine, roboti</p>  |
| Sistemi za kontrolu i transport         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede pogodnosti automatizovane kontrole u fleksibilnoj automatizaciji</li> <li>• opiše različite pristupe kontroli radnog procesa u fleksibilnoj automatizaciji</li> <li>• definiše ulogu računara u procesu automatizovane kontrole</li> <li>• navede vrste transportnih sistema u fleksibilnoj automatizaciji</li> <li>• opiše način rada automatski vođenih vozila</li> <li>• opiše način rada kolica sa sopstvenim sistemom navigacije</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatizovana kontrola (tačnost, brzina merenja, obrada i prikaz rezultata, uklapanje u sistem CIM- computer integrated manufacturing -kompjuterski integrisana proizvodnja)</li> <li>• Pristupi u kontroli radne operacije (kontrola u toku samog procesa, nakon završene delimične obrade, nakon završetka radne operacije)</li> <li>• Transportni sistemi u fleksibilnoj automatizaciji</li> <li>• Opštete karakteristike i podela transportnih sistema</li> <li>• Transportna kolica</li> <li>• Automatski vođena vozila</li> <li>• Kolica sa sopstvenim sistemom navigacije</li> </ul> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nacrtan blok šemu automatski vođenog vozila</li> <li>• komentariše proces upravljanja radom automatski vođenog vozila</li> <li>• objasni ulogu automatizacije pri skladištenju</li> <li>• definije ulogu računara u procesu automatizovanog skladištenja</li> </ul>  | <p><b>Automatizacija skladištenja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Računarsko vođenje evidencije skladišta</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: automatizovana kontrola, automatizovani transport, automatizacija skladištenja</p>  |
| Industrija 4.0 i veštačka inteligencija | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni razliku između Industrije 3.0 i 4.0</li> <li>• navede tehnologije Industrije 4.0 koje se koriste u savremenoj proizvodnji</li> <li>• objasni pojam veštačke inteligencije</li> <li>• izloži istorijski razvoj veštačke inteligencije</li> <li>• ilustruje mogućnosti primene veštačke inteligencije na primerima iz svakodnevnog života</li> <li>• navede vrste intelligentne formalizovane metodologije</li> <li>• definije pojam mehatronskog sistema u kontekstu veštačke inteligencije i Industrije 4.0</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam Industrije 4.0</li> <li>• Razlika između Industrije 3.0 i 4.0</li> <li>• Tehnologije Industrije 4.0 (3D štampa, robotika, veštačka inteligencija)</li> <li>• Pojam veštačke inteligencije</li> <li>• Intelligentne formalizovane metodologije (veštačke neuronske mreže, Fuzzy logički sistemi, genetički algoritmi, ekspertni sistemi, itd.)</li> <li>• Istorija razvoja veštačke inteligencije</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: Industrija 4.0, veštačka inteligencija</p> |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja, kao i načinom rada u učionici, i rasporedom realizacije nastave. Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Uvod u mehatroniku (6 časova)
- Osnovni elementi mehatronskih sistema (8 časova)
- Kompjuterski upravljane mašine i roboti (36 časova)
- Sistemi za kontrolu i transport (8 časova)
- Industrija 4.0 i veštačka inteligencija (10 časova)

Programski sadržaji predmeta Mehatronski sistemi su organizovani u tematske celine za koje je naveden orientacioni broj časova za realizaciju. Nastavnik, pri izradi operativnih planova, definiše stepen razrade sadržaja i dinamiku rada, vodeći računa da se ne naruši celina nastavnog programa, odnosno da svaka tema dobije adekvatan prostor i da se planirani ciljevi i zadaci predmeta ostvare. Pri tome, treba imati u vidu da formiranje stavova i vrednosti, kao i ovladavanje veštinama predstavlja kontinuirani proces i rezultat je kumulativnog dejstva celokupnih aktivnosti na svim časovima što zahteva veću participaciju učenika, različita metodska rešenja, veliki broj primera i korišćenje informacija iz različitih izvora.

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba osposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom i sadržajima drugih predmeta, timski rad, samoprocenu, prezentaciju svojih radova i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju).

Pri izlaganju gradiva ne ulaziti u složene matematičke izraze, već sadržaje izložiti uz pomoć jednostavnih i preglednih šema, crteža, skica i slika pojedinih delova, sklopova mašina i uređaja.

U nastavnoj temi Uvod u mehatroniku obratiti pažnju na pojam, razvoj i primenu mehatronike, elementima i osnovnom podelom mehatronskih sistema, strukturu osnovnih mehatronskih sistema. Upoznati učenike sa fazama izgradnje mehatronskih sistema. U nastavnoj temi Osnovni elementi mehatronskih sistema posebnu pažnju posvetiti strukturi mehatronskog sistema. Pre početka svake teme vezane za elemente mehatronskih sistema, potrebno je osvrnuti se na njihovu ulogu i место u datim sistemima. Naročitu pažnju posvetiti obradi aktuatora, napraviti korelaciju sa svim predmetima kroz koje se obrađuju aktuatori, da bi učenici bolje razumeli primenu i način njihovog rada. U nastavnoj temi Kompjuterski upravljane mašine i roboti upoznati učenike sa pojmom fleksibilnih proizvodnih sistema, principima njihovog funkcionisanja, njihovom strukturon i klasifikacijom. Obraditi kompjuterski upravljane mašine kao komponente fleksibilnih proizvodnih

sistema. Definisati ulogu i primenu robota u fleksibilnim proizvodnim sistemima. U nastavnoj temi Sistemi za kontrolu i transport upoznati učenike sa kontrolom u fleksibilnoj automatizaciji, transportom i računarskim vođenjem evidencije skladišta sa posebnim akcentom na primenu računara u procesu upravljanja. U nastavnoj temi Industrija 4.0 i veštačka inteligencija upoznati učenike sa pojmom Industrija 4.0, upotrebom raznih tehnologija u industriji 4.0. Nakon toga kroz istoriju veštačke intellegencije upoznati učenike sa pojmom veštačke inteligencije. Dati poseban naglasak na vezu mehatronskih sistema i Industrije 4.0 i veštačke inteligencije kroz ilustrativne primere.

Prilikom realizacije tema osloniti se na predznanja učenika iz hidrauličkih i pneumatskih komponenata, mašinskih elemenata i elektromontažinske pripreme, korelaciju napraviti sa održavanjem i montažom mehatronskih sistema i dijagnostikom i testiranjem mehatronskih sistema. Izbor metoda i oblika rada za svaku temu određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode (metoda usmenog izlaganja i dijaloška metoda), metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode. Predloženi oblici rada su frontalni, rad u grupi, rad u paru, individualni rad.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orientisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja. Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Učenike treba ospozovljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju zadatka predmeta, kao i napredak drugih učenika uz odgovarajuću argumentaciju.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih ili pismenih radova, testova, usmenog ispitanja, samostalnih ili grupnih radova učenika. U procesu ocenjivanja nastave u bloku poželjno je koristiti dnevnik rada učenika.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje.

### **Naziv predmeta: MODELIRANJE MAŠINSKIH ELEMENATA I KONSTRUKCIJA**

#### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

##### 1.1. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA1

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |        |
| III    |                   | 102   |                   |                 | 102    |

1 Ukoliko program sadrži samo praktične oblike nastave

##### 1.2. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA - DUALNO OBRAZOVANJE2

| RAZRED | NASTAVA           |       |                  |                                    | UKUPNO |
|--------|-------------------|-------|------------------|------------------------------------|--------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Učenje kroz rad* | Učenje kroz rad (nastava u bloku)* |        |
| III    |                   |       | 102              |                                    | 102    |

2 Ukoliko se program realizuje u skladu sa Zakonom o dualnom obrazovanju

\* Potrebno je da škola i poslodavac detaljno isplaniraju i utvrde mesto i način realizacije ishoda, i unesu ih u plan realizacije učenja kroz rad

Napomena: u tabelama je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa opštim pojmovima, definicijama i svrhom 3D modeliranja
- Usvajanje znanja neophodnih za praktičnu primenu prilikom modeliranja mašinskih elemenata i konstrukcija
- Razvijanje preciznosti i odgovornosti učenika
- Ospoznavanje učenika za povezivanje znanja iz tehničkog crtanja, mašinskih elemenata, mašinske pripreme
- Ospoznavanje učenika za izradu jednostavnijih mašinskih komponenti mehatroničkog sistema primenom 3D štampe
- Ospoznavanje učenika za korišćenje standardnih i preporučenih vrednosti i veličina iz tablica, grafikona i dijagrama

#### 3. NAZIV I TRAJANJE MODULA PREDMETA

Razred: treći

| Red.br | NAZIV MODULA   | Trajanje modula |
|--------|----------------|-----------------|
| 1      | 3D modeliranje | 84              |
| 2      | 3D štampa      | 18              |

## 4. NAZIVI MODULA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| MODUL          | ISHODI   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|----------------|--|--|
| 3D modeliranje | <p>Po završetku modula učenik će biti u stanju da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiše 2D skicu</li> <li>• nacrti i modifikuje elementarne geometrijske oblike (prava linija, kružnica, kružni luk, elipsa, eliptički luk, pravougaonik)</li> <li>• iskotira 2D skicu</li> <li>• koristi jednostavnije tipske 3D forme primenom prethodno definisane 2D skice</li> <li>• primeni osnove Boolean operacija nad modelima</li> <li>• definiše tipske forme (Feature) i njihove parametre</li> <li>• modifikuje oblike i mera nacrtanih 3D formi</li> <li>• koristi geometrijske tipske forme</li> <li>• izvrši pojednostavljeni crtanje tankozidnih elemenata</li> <li>• crta tehnološke tipske forme</li> <li>• crta tzv. kozmetičke navoje (spoljašnje ili unutrašnje)</li> <li>• modelira složene tipske forme</li> <li>• izrađuje tipske forme tipa zavojnice</li> <li>• koristi alate za jednostruko i/ili višestruko kopiranje 3D formi</li> <li>• modelira jednostavne i složene 3D modele</li> <li>• primenjuje tehnike konverzije modela u druge formate</li> <li>• kreira referentne (pomoćne) ravni</li> <li>• definiše referentne ose</li> <li>• formira referentne tačke i koordinatne sisteme</li> <li>• modelira krive linije (u ravnji i/ili prostoru)</li> <li>• objasni značaj vizualizacije modela: žičani prikaz modela, prikaz skrivenih ivica modela i osenčeni prikaz</li> <li>• koristi komande za kontrolu prikaza 3D modela (translacija, rotacija, uvećanje/smanjenje)</li> <li>• razlikuje foto realistični prikaz</li> <li>• modelira standardne mašinske delove i oblike</li> <li>• modelira nestandardne mašinske delove i oblike</li> </ul> | <p>PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2D skica: crtanje prave linije, kružnice, kružnog luka, elipse, eliptičkog luka, pravougaonika i sl.; modifikovanje prethodno nacrtanog (produžavanje, isecanje, zaobljavanje i sl.); kotiranje nacrtane 2D skice.</li> <li>• Jednostavnije tipske 3D forme, dobijene izvlačenjem i/ili rotacijom prethodno nacrtane 2D skice.</li> <li>• Osnovne Boolean operacija nad modelima (unija, razlika i presek).</li> <li>• Definicija tipskih formi (Feature) i njihovi parametri.</li> <li>• Modifikacija geometrije postojeće 3D forme.</li> <li>• Geometrijske tipske forme: zaobljena ivica (zaobljenje jedne ili više ivica, zaobljenje ivica konstantnim i/ili promenljivim radiusom, zaobljenje ivica ukružno, eliptično i složeno, zaobljenje čoškova. Zakošenja ivica (istih i/ili različitih mera zaobljenja, definisanjem ugla i dužine zakošenja).</li> <li>• Takozidni elementi (konstantne i promenljive debljine zida).</li> <li>• Tehnološke tipske forme: rupe, otvori, sa ili bez navoja, sa ili bez ulazno/izlaznih konusa.</li> <li>• Kozmetički navoj (spoljašnji ili unutrašnji).</li> <li>• Složene tipske forme (skup više geometrijskih i tehnoloških tipskih formi).</li> <li>• Tipske forme tipa zavojnice.</li> <li>• Jednostruko ili višestruko kopiranje 3D formi.</li> <li>• Modeliranje 3D modela pojednostavljene i složene geometrije.</li> <li>• Konverzija modela u standardne formate za razmenu tipa: IGS, STEP, STL i sl.</li> <li>• Kreiranje referentnih (pomoćnih) ravni.</li> <li>• Definisanje pomoćnih osa (pravih linija).</li> <li>• Formiranje referentnih tačaka i/ili koordinatnih sistema.</li> <li>• Modeliranje ravanskih i prostornih krivih linija.</li> <li>• Vizualizacija modela: žičani model, model sa prikazanim skrivenim ivicama, osenčeni prikaz modela.</li> <li>• Upotreba komandi za kontrolu prikaza 3D modela (translacija, rotacija, uvećanje/smanjenje).</li> <li>• Foto realistični prikaz</li> <li>• Modeliranje standardnih mašinskih delova i oblika.</li> <li>• Modeliranje nestandardnih mašinskih delova.</li> <li>• Modeliranje mašinskih elemenata:</li> </ul> |

|           |   |
|-----------|---|
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• modelira mašinske elemente: vijak, navrtka, podloška, čivija, vratilo, osovina, zakovica, klin, podloška, čivija, vratilo, osovina, zakovica, klin, zupčanik sa pravim zupcima, zupčanik sa kosim zupcima, pužni zupčanik sa pravim zupcima, zupčanik sa kosim zupcima, pužni par, lančanik, remenica, remen</li> <li>• modelira sve komponente sklopa, a potom razvrstavanje površina ivica i temena, saosna sklapanja, izvrši njihovo spajanje u podsklopove i/ili umetanja i zavojni spojevi, šema montaže.</li> <li>• izvrši kontrolu preklopa i zazora u podsklopu/sklopu</li> <li>• koristi bazu standardnih elemenata</li> <li>• formira radionički i sklopni crtež na osnovu modela sa preseцима i pogledima</li> <li>• generiše sastavnice</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> 2D skica, tipske 3D forme, osnovne Boolean operacije, modeliranje mašinskih delova, modeliranje mašinskih elemenata</p>  |
| 3D štampa | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni osnovne pojmove iz 3D štampe</li> <li>• razlikuje vrste 3D stampača</li> <li>• objasni princip rada 3D stampača</li> <li>• pripremi model za 3D štampu</li> <li>• primeni softver za pripremu 3D štampe</li> <li>• postavi model na željeno mesto</li> <li>• definije osnovni i pomoći materijal</li> <li>• proveri strukturu modela po slojevima</li> <li>• otkloni greške ako ih ima</li> <li>• pripremi mašinu za 3D štampu</li> <li>• pokreće proces 3D štampanja mašinskih komponenata</li> <li>• skida model i vrši završnu obradu</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Priprema 3D modela</li> <li>• Softveri za pripremu modela za 3D štampanje "slajseri"</li> <li>• Obrada modela u softveru za pripremu za 3D štampanje: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uvoženje poligonalnog modela i postavljanje na željeno mesto na radnoj površini</li> <li>- Definisanje osnovnog materijala i tehnoloških parametara njegovog štampanja</li> <li>- Definisanje pomoćnog materijala i tehnoloških parametara njegovog štampanja,</li> <li>- Provera strukture modela po slojevima i otklanjanje eventualnih nedostataka,</li> </ul> </li> <li>• Priprema mašine za 3D štampanje:</li> <li>• Postavljanje neophodnih osnovnih i pomoćnih materijala</li> <li>• Priprema radne površine (postavljanje stakla, nanošenje odgovarajućih sredstava za povećanje adhezije, ...)</li> <li>• Pokretanje procesa 3D štampanja mašinskih komponenata i praćenje štampanja prvih nekoliko slojeva</li> <li>• Skidanje modela i završna obrada</li> </ul> <p><b>Ključni pojmovi:</b> softveri za 3D štampu, mašine za 3D štampanje</p> |

## 5. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinom ocenjivanja.

Predmet se realizuje kroz vežbe u računarskom kabinetu ili specijalizovanoj učionici za 3D modeliranje i 3D štampu. Prilikom ostvarivanja programa odeljenje se deli na grupe do 15 učenika. Preporučeni broj časova po modulima i temama je sledeći:

- Uvod (Interfejs CAD/CAM okruženja) (1 čas)
- Principi modeliranja (38 časova)
- Modeliranje standardnih i nestandardnih elemenata (21 čas)
- Modeliranje sklopova i konstrukcija (21 čas)
- Generisanje tehničke dokumentacije (3 časa)
- Uvod u 3D štampu (3 časa)
- Priprema za 3D štampu (9 časova)

- Štampanje jednostavnijih mašinskih komponenta mehatroničkog sistema (6 časova)

Prilikom realizacije osloniti se na predznanje učenika iz tehničkog crtanja, mehanike, informatike i računarstva, mašinskih elemenata i elektromašinske pripreme.

Program predmeta Modeliranje omogućava učenicima da razumeju značaj 3D modeliranja i 3D štampanja kao i njegove uloge u savremenom okruženju. Cilj programa je sticanje osnovnih znanja o modeliranju, formiranje stavova i ovladavanje veština koje doprinose razvoju stručnih kompetencija obrazovnog profila tehničar mehatronike. Program omogućava učenicima da samostalno i praktičnim radom na računaru i 3D štampaču stiču znanja i veštine. Interaktivnim metodama treba podsticati učenike na razumevanje osnovnih pravila, principa i tehnika.

Program predmeta Modeliranje usmerava nastavnika da nastavni proces koncipira u skladu sa definisanim ishodima. Nastavnik planira sopstvene aktivnosti i aktivnosti učenika koje za cilj imaju da učenici ostvare propisane ishode. U tu svrhu nastavnik bira odgovarajuće metode, aktivnosti i tehnike za rad sa učenicima. Definisani ishodi pokazuju nastavniku i koja su to specifična stručna znanja i veštine potrebne učeniku za dalje učenje. Prilikom planiranja časa, treba izvršiti operacionalizaciju datih ishoda, razložiti ih na manje složene ishode, i planirati aktivnosti za konkretan čas. Treba imati u vidu da se ishodi u programu razlikuju po svojoj složenosti i težini, što znači da se neki mogu razložiti na manji broj sitnijih ishoda i da se mogu lakše i brže ostvariti, dok je za određene ishode potrebno više vremena i aktivnosti, kao i rada na različitim sadržajima.

Pri obradi novih sadržaja treba se oslanjati na postojeće iskustvo i znanje učenika, i nastojati da učenici samostalno tumače i izvode zaključke o novim, stručnim pojmovima.

Prilikom planiranja nastave, treba koristiti metode aktivne nastave, gde je nastavnik organizator nastavnog procesa, podstiče i usmerava aktivnost učenika. Izbor metoda i oblika rada, treba da doprinosi većoj racionalizaciji nastavnog procesa, podstiče intelektualnu aktivnost učenika i nastavu čini interesantnjom i efikasnijom. Učenike treba motivisati za usvajanje stručnih znanja i veština, podsticati lični razvoj učenika u skladu sa njihovim interesovanjima i sposobnostima. Upućivati učenike da koriste dostupnu literaturu i druge izvore znanja, kako bi usvojena znanja bila trajnija i šira, a učenici osposobljeni za primenu usvojenih znanja i veština.

U realizaciji modula, nastavnik priprema potrebne elemente za vežbu, demonstrira rad na računaru, prati rad učenika na radnom mestu, pomaže i ukazuje na greške pri radu.

Preporuka je da se kod realizacije teme Modeliranje sklopova i konstrukcija, gde učenici samostalno crtaju i modeliraju konkretne primere, počnu od jednostavnijih primera pa kada savladaju predviđene ishode, preču na složenije zadatke. Takođe, zadatke za učenike pripremiti kroz različite nivoje postignuća.

Prilikom realizacije teme Principi modeliranja učenici treba da urade dva projektna zadatka:

1. Modeliranje jednostavnijeg mašinskog dela
2. Modeliranje složenijeg mašinskog dela

Prilikom realizacije teme Modeliranje standardnih i nestandardnih mašinskih delova učenici treba da urade dva projektna zadatka:

1. Modeliranje jednog nestandardnog mašinskog elementa (odlivka, otkovka, otpreska itd.)
2. Modeliranje standardnog mašinskog elementa (vijak, navrtka, podloška, čivija, vratilo, osovina, zakovica, klin, zupčanik, pužni par itd.)

Pripremiti za svakog učenika različit primer.

Prilikom realizacije teme Modeliranje sklopova i konstrukcija potrebno je uraditi jedan projektni zadatak po izboru (mogu biti primeri iz hidraulike i pneumatike ili nekog drugog predmeta).

U realizaciji modula 3D štampa treba insistirati na tome da svaki učenik zna da objasni postupak izrade modela jednostavnijih mašinskih komponenti mehatroničkog sistema primenom 3 D štampe i da izradi deo na 3D štampaču.

Preporuke za realizaciju nastave prema dualnom modelu obrazovanja

Ukoliko se nastava realizuje kao učenje kroz rad, škola i poslodavac detaljno planiraju i utvrđuju mesto i način realizacije ishoda, i unose ih u plan realizacije učenja kroz rad. Planiranje se vrši na godišnjem, mesečnom ili tematskom i dnevnom nivou. Organizovati nastavu tako da učenik u potpunosti bude upoznat sa organizacijom rada poslodavca i da se pridržava mera zaštite na radu i mera zaštite okoline. Nastavnik - koordinator učenja kroz rad proverava da li je poslodavac izvršio procenu rizika na radnom mestu na kome rade učenici i da li je izveo uvodnu obuku učenika o bezbednosti i zdravlju na radu. Instruktor vodi evidenciju propisanu ugovorom i u dogовору са nastavnikom - koordinatorom učenja kroz rad.

## 6. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća na kraju svake realizovane teme. U ovom predmetu postignuća teme se može vršiti na različite načine i sa različitim elementima. Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je na početku školske godine utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike. Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu formativnog

ocenjivanja, rezultata/rešenja zadatka, praćenjem rada učenika - ostvarivanja ishoda i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); davanje konkretnih rešenja u skladu sa kontekstom u kome se nalazi; rešavanju praktičnih zadataka; pomoći drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl. Značajno je omogućiti da svaki učenik izvrši samoprocenu svog rada u cilju razvijanja objektivnosti i daljeg napredovanja a i u razvijanju zdrave konkurenčije.

Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i dati mu preporuke kako i šta može i treba da popravi i/ili uradi.

Potrebno je osmisliti više tipova različitih aktivnosti (zadataka) sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Preporuke za ocenjivanje prilikom realizacije nastave prema dualnom modelu obrazovanja:

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad ima jasnu, otvorenu i blagovremenu komunikaciju sa instruktorima određenih od strane poslodavca u pogledu planiranja nastave, aktivnosti i ishoda, kao i praćenja aktivnosti učenika.

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje. Formativno ocenjivanje je osnovni metod procene dostignutih i ostvarenih ishoda za učenika koji uči kroz rad.

Nastavnik, u saradnji sa instruktorom, sastavlja listu za vrednovanje koju popunjava instruktor.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad i instruktor, na početku školske godine ili na početku teme/modula upoznaju učenike sa kriterijumima formativnog i sumativnog ocenjivanja.

Instruktor prati aktivnosti učenika kod poslodavca, na osnovu utvrđenih kriterijuma i o tome blagovremeno obaveštava nastavnika - koordinatora učenja kroz rad.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad formira sumativnu ocenu za svakog učenika na osnovu unapred utvrđenih kriterijuma i u saradnji sa instruktorom, uzimajući u obzir specifičnosti realizacije nastavnog procesa kod poslodavca.

Preporučuje se da učenici, koji se obrazuju prema dualnom modelu, vode dnevnik prakse, u obliku koji preporučuje nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor a u koji unose opis izvršenih radova i svoja zapažanja.

Poželjno je se da se nakon određene celine ili modula organizuju provere savladanosti praktičnih veština kojima bi prisustvovali i nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor. Izborom adekvatnih i konkretnih praktičnih zadataka se meri nivo dostignutosti planiranih ishoda veština za izabrani modul ili celinu.

## **Naziv predmeta: HIDRAULIČKI I PNEUMATSKI SISTEMI KAO OBJEKTI UPRAVLJANJA**

### **1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE**

#### **1.1. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA1**

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| III    |                   | 102   |                   | 30              |
|        |                   |       |                   | 132             |

1 Ukoliko program sadrži samo praktične oblike nastave

#### **1.2. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA - DUALNO OBRAZOVANJE2**

| RAZRED | NASTAVA           |       |                  | UKUPNO                             |
|--------|-------------------|-------|------------------|------------------------------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Učenje kroz rad* | Učenje kroz rad (Nastava u bloku)* |
| III    |                   | 102   | 30               | 132                                |

2 Ukoliko se program realizuje u skladu sa Zakonom o dualnom obrazovanju

\* Potrebno je da škola i poslodavac detaljno isplaniraju i utvrde mesto i način realizacije ishoda, i unesu ih u plan realizacije učenja kroz rad

Napomena: u tabelama je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

### **2. CILJEVI UČENJA:**

- Osposobljavanje učenika da prati rad hidrauličnih i pneumatskih sistema
- Osposobljavanje učenika da prati rad elektrohidrauličnih i elektropneumatskih sistema

- Upoznavanje učenika sa primenom hidrauličkih i pneumatskih sistema
- Upoznavanje učenika sa ulogom pojedinih komponenti u hidrauličkim i pneumatskim sistemima
- Osposobljavanje učenika za izradu funkcionalnih hidrauličkih i pneumatskih šema upravljanja
- Razvijanje kreativnosti, preciznosti, kritičkog mišljenja i pozitivnog odnosa prema struci

### 3. NAZIV I TRAJANJE MODULA PREDMETA

| Red.br | NAZIV MODULA               | Trajanje modula |
|--------|----------------------------|-----------------|
| 1.     | Pneumatski sistemi         | 21              |
| 2.     | Elektropneumatski sistemi  | 42              |
| 3.     | Hidraulički sistemi        | 21              |
| 4.     | Elektrohidraulički sistemi | 18              |
| 5.     | Nastava u bloku            | 30              |

### 4. NAZIVI MODULA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| MODUL                     | ISHODI  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|---------------------------|---|--|
| Pneumatski sistemi        | <p>Po završetku modula učenik će biti u stanju da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni princip rada pneumatskih sistema</li> <li>• čita funkcionalne šeme pneumatskih sistema</li> <li>• proveri ispravnost komponenata pneumatskih sistema</li> <li>• izmeri i evidentira parametre pneumatskih komponenti sistema (pritisak)</li> <li>• podesi parametre pneumatskog sistema</li> <li>• ugradi pneumatske komponente u sistem</li> <li>• demonstrira rad pneumatskog sistema kao objekta upravljanja</li> <li>• komentariše proces pneumatskog upravljanja u smislu promene vrednosti parametara pneumatskih komponenti</li> </ul>   | <p>Pneumatsko upravljanje<br/>Blokirajući signal<br/>Logičke funkcije<br/>Metode pneumatskog upravljanja<br/>Ključni pojmovi: pneumatsko upravljanje</p>   |
| Elektropneumatski sistemi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni princip rada elektropneumatskih sistema</li> <li>• čita funkcionalne šeme elektropneumatskih sistema</li> <li>• proveri ispravnost komponenata elektropneumatskih sistema</li> <li>• izmeri i evidentira parametre pneumatskih (pritisak) i električnih komponenti sistema</li> <li>• podesi parametre pneumatskog sistema</li> <li>• ugradi pneumatske komponente u sistem</li> <li>• podesi parametre električnog sistema</li> <li>• ugradi električne komponente u sistem</li> <li>• proveri funkcionalnost i tačnost rada elektropneumatskog sistema</li> <li>• reguliše rad elektropneumatskog sistema</li> <li>• simulira rad elektropneumatskog sistema u softverskom paketu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura elektropneumatskog sistema</li> <li>• Električni elementi za davanje i obradu signala</li> <li>• Elektropneumatski razvodnici</li> <li>• Ugradnja pneumatskih i elektropneumatskih komponenti</li> <li>• Funkcionalne šeme (analiza simbola, komponenti i veza)</li> <li>• Realizacija logičkih funkcija u pneumatskom upravljanju</li> <li>• Elektropneumatske metode upravljanja aktuatorima</li> <li>• Razvojni pravci pneumatike i elektropneumatike</li> <li>• Primjenjeni pneumatski i elektropneumatski sistemi</li> <li>• Ispitivanje pneumatskih komponenti i sistema</li> <li>• Održavanje pneumatskih sistema</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: elektropneumatsko upravljanje</p> |
| Hidraulički sistemi       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni princip rada hidrauličkih sistema</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkcija i princip rada</li> </ul>  |

|                            |  |  |
|----------------------------|--|--|
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• čita funkcionalne šeme hidrauličnih sistema</li> <li>• proveri ispravnost komponenata hidrauličnih sistema</li> <li>• izmeri i evidentira parametre hidrauličnih komponenti sistema (pritisak, temperaturu, protok, nivo...)</li> <li>• podeši parametre hidrauličkog sistema</li> <li>• ugradi jednostavnije hidraulične komponente u sistem</li> <li>• demonstrira rad hidrauličkog sistema kao objekta upravljanja</li> <li>• komentariše proces hidrauličkog upravljanja u smislu promene vrednosti parametara hidrauličkih komponenti</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkcionalne šeme (analiza simbola, komponenti i veza)</li> <li>• Primjenjeni hidraulični sistemi</li> <li>• Ispitivanje hidrauličnih komponenti i sistema</li> <li>• Merni instrumenti i uređaji u hidraulici</li> <li>• Ugradnja hidrauličkih komponenti</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: hidrauličko upravljanje</p>   |
| Elektrohidraulički sistemi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni princip rada elektrohidrauličkih sistema</li> <li>• čita funkcionalne šeme elektrohidrauličkih sistema</li> <li>• proveri ispravnost komponenata elektrohidrauličkih sistema</li> <li>• izmeri i evidentira parametre hidrauličkih (pritisak) i električnih komponenti sistema</li> <li>• podeši parametre hidrauličkog sistema</li> <li>• ugradi hidrauličke komponente u sistem</li> <li>• podeši parametre električnog sistema, ugradi električne komponente u sistem</li> <li>• proveri funkcionalnost i tačnost rada elektrohidrauličkog sistema</li> <li>• reguliše rad elektrohidrauličkog sistema</li> <li>• simulira rad elektrohidrauličkog sistema u softverskom paketu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura elektrohidrauličkog sistema</li> <li>• Električni elementi za davanje i obradu signala</li> <li>• Elektrohidraulički razvodnici</li> <li>• Ugradnja hidrauličkih i elektrohidrauličkih komponenti</li> <li>• funkcionalne šeme (analiza simbola, komponenti i veza)</li> <li>• Primjenjeni hidraulički i elektrohidraulički sistemi</li> <li>• Ispitivanje hidrauličkih komponenti i sistema</li> <li>• Održavanje hidrauličkih sistema</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: elektrohidrauličko upravljanje</p> |
| Nastava u bloku            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• rešava funkcionalne šeme upravljanja u odgovarajućim uslovima</li> <li>• nacrti blok dijagrame za odgovarajuće uslove</li> <li>• odabere metodu rešavanja sistema upravljanja</li> <li>• simulira rad sistema pomoću softvera</li> <li>• povezuje elemente sistema</li> <li>• podešava povezane elemente u sistemu</li> <li>• pušta u rad sistem</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upravljački ormari/panel</li> <li>• Manuelni i automatski način rada upravljačkih sistema</li> <li>Pojedinačni i<br/>Trajni ciklus</li> <li>• Ugradnja E-stop (SUSO) prekidača i njegova uloga u upravljačkim sistemima</li> </ul>  |

## 5. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku nastave uraditi proveru nivoa znanja i veština učenika, koja treba da posluže kao orijentir za organizaciju i eventualnu individualizaciju nastave. Nastava se realizuje u laboratoriji za mehatroniku ili drugim specijalizovanim kabinetima. Predmet se realizuje kroz vežbe i blok nastavu pri čemu se odeljenje deli na grupe do 10 učenika. Vežbe realizovati kroz tri spojena časa nedeljno.

U uvodnom delu časa nastavnik ističe cilj i zadatke odgovarajuće nastavne jedinice, zatim realizuje teorijski deo neophodan za praktični rad učenika u kabinetu. Uvodni deo tročasa, u zavisnosti od sadržaja nastavne jedinice, ne treba da traje dugo. Nakon toga organizovati aktivnost koja, u zavisnosti od teme, podstiče izgradnju praktičnih veština, analizu, kritičko mišljenje, interdisciplinarno povezivanje. Aktivnost treba da, pored praktičnog rada, uključuje i povezivanje sadržaja različitih nastavnih predmeta (npr. fizike, mehanike, hidrauličke i pneumatske komponente, mašinski elementi, merenje neelektričnih veličina, sistemi upravljanja u mehatronici), tema i oblasti sa kojima se susreću izvan škole. Aktivnosti osmisliti tako da povećavaju motivaciju za praktičan rad i učenje i podstiču formiranje stavova, uverenja i sistema vrednosti u vezi sa razvojem kreativnosti, sposobnosti vrednovanja i samovrednovanja.

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba osposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora

(stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju.

U poglavlju Pneumatski sistemi upoznati učenike sa primenom pneumatskih sistema, ulogom pojedinih komponenti u pneumatskim sistemima. Posebno istaći povezanost izvršnih i upravljačkih elemenata radi ostvarivanja zadatog rada kroz izradu pneumatskih šema i simulaciju rada u odgovarajućem softveru. Obraditi metode pneumatskog upravljanja dva i više cilindara. Na osnovu nacrtanih i proverenih šema (u odgovarajućem softveru), potrebno je da učenici odaberu komponente, montiraju i povežu na didaktičkim stolovima i provere funkcionalnost sistema.

U poglavlju Elektropneumatski sistemi obraditi strukturu, funkciju i princip rada elektropneumatskih sistema. Obraditi električne komponente za davanje i obradu signala, elektromagnetne razvodnike. Pri obradi električnih elemenata upravljačkog dela elektropneumatskog sistema definisati: ulogu elemenata u sistemu, konstrukciju tipičnih elemenata, oznake na elementima, simbol elementa u električnim šemama, izbor elementa za pravilno korišćenje, delovi koji služe za pričvršćivanje, povezivanje, zamenu, najčešće neispravnosti elemenata. Navesti grafičke i slovne simbole elemenata (prema propisima) koji se koriste u projektima električnih i pneumatskih šema i tehničkoj dokumentaciji. Za obradu ove teme koristiti i odgovarajući softver za simulaciju rada. Na osnovu nacrtanih i proverenih šema (u odgovarajućem softveru), potrebno je da učenici odaberu komponente, montiraju i povežu na didaktičkim stolovima i provere funkcionalnost sistema.

U poglavlju Hidraulički sistemi upoznati učenike sa primenom hidrauličkih sistema, ulogom pojedinih komponenti u hidrauličkim sistemima. Posebno istaći povezanost izvršnih i upravljačkih elemenata radi ostvarivanja zadatog rada kroz izradu hidrauličkih šema i simulaciju rada u odgovarajućem softveru. S obzirom na zahtevnost za praktičnu realizaciju ovih sistema za postizanje ishoda biće dovoljno nacrtati i provereniti šeme u odgovarajućem softveru.

U poglavlju Elektrohidraulički sistemi obraditi strukturu, funkciju i princip rada elektrohidrauličkih sistema. Obraditi električne komponente za davanje i obradu signala, elektromagnetne razvodnike. Pri obradi električnih elemenata upravljačkog dela elektrohidrauličkog sistema definisati: ulogu elemenata u sistemu, konstrukciju tipičnih elemenata, oznake na elementima, simbol elementa u električnim šemama, izbor elementa za pravilno korišćenje, delovi koji služe za pričvršćivanje, povezivanje, zamenu i slično, najčešće neispravnosti elemenata. Navesti grafičke i slovne simbole elemenata (prema propisima) koji se koriste u projektima električnih i hidrauličkih šema i tehničkoj dokumentaciji. Za obradu ove teme koristiti i odgovarajući softver za simulaciju rada.

Nastava u bloku se može realizovati u toku školske godine ili na kraju drugog polugodišta. Raspored realizacije nastave u bloku izrađuje sama škola, u zavisnosti od toga da li je realizuje u školskom kabinetu (radionici) ili preduzeću. Na blok nastavi kroz primere realizacije osnovnih upravljačkih funkcija učenike upoznati sa neophodnim elementima upravljačkog ormara: glavnog prekidača, stop u slučaju opasnosti, tasterima i indikatorima. Obraditi mogućnost načina rada sistema: manuelni i automatski režim rada (pojedinačni ciklus i trajni ciklus).

## LABORATORIJSKE VEŽBE

### Pneumatsko upravljanje

1. Direktno upravljanje pneumatskim cilindrom dvostranog dejstva
2. Indirektno upravljanje cilindrom dvostranog dejstva sa regulacijom brzine kretanja i vremenskim zadržavanjem klipa cilindra (vremensko upravljanje)
3. Indirektno upravljanje cilindrom dvostranog dejstva sa realizacijom brojačkih ciklusa
4. Realizacija logičkih funkcija u pneumatskim sistemima
5. Kombinacije logičkih funkcija u električnim šemama upravljanja elektropneumatskih sistema
6. Blokirajući signali
7. Metode rešavanja (kaskadna metoda ili VDMA metoda)

### Elektropneumatski sistemi

8. Direktno/indirektno pobuđivanje elektromagneta kod cilindara jedostranog dejstva
9. Direktno/indirektno pobuđivanje elektromagneta kod cilindara dvostranog dejstva
10. Crtanje električne šeme upravljanja, vežba: indirektno pobuđivanje elektromagneta i upravljanje cilindrom dvostranog dejstva (upotreba tastera za pokretanje i vraćanje klipa cilindra)
11. Realizacija logičkih funkcija u električnim šemama upravljanja elektropneumatskih sistema
12. Kombinacije logičkih funkcija u električnim šemama upravljanja elektropneumatskih sistema
13. Granični prekidači, automatsko vraćanje klipa cilindra
14. Kolo samodržanja

15. Ugradnja beskontaktnih krajnjih prekidača - vežba: indirektno pobuđivanje elektromagneta i upravljanje cilindrom dvostranog dejstva
16. Vremensko upravljanje (ugradnja vremenskih releja)
17. Ugradnja brojača
18. Indirektno upravljanje sa dva cilindra dvostranog dejstva (taktna metoda sa upotrebom monostabilnih razvodnika)
19. Indirektno upravljanje sa dva cilindra dvostranog dejstva (taktna metoda sa upotrebom bistabilnih razvodnika)
- Hidraulički sistemi
20. Kakarkteristika hidrauličke pumpe
21. Karakteristika ventila sigurnosti
22. Razvodnik 3/2 u funkciji upravljanje cilindrom jedostranog dejstva
23. Razvodnik 4/2 u funkciji upravljanje cilindrom dvostranog dejstva
24. Upravljanje razvodnikom 4/3 i deblokirajućim nepovratnim ventilom; ugradnja prigušno nepovratnih ventila
25. Sinhronizacija rada cilindara
26. Ugradnja ventila za ograničenje pritiska
27. Ugradnja filtera u hidraulički sistem
28. Ugradnja hidrauličkog akumulatora u hidraulički sistem
- Elektroidraulički sistemi
29. Indirektno upravljanje hidrauličkim cilindrom jednostranog dejstva
30. Indirektno upravljanje hidrauličkim cilindrom dvostranog dejstva
31. Kolo samodržanja
32. Metode upravljanja sa dva i više cilindara

Ukoliko se nastava odvija prema dualnom modelu, onda škola i poslodavac detaljno planiraju i utvrđuju mesto i način realizacije ishoda, i unose ih u plan realizacije učenja kroz rad. Nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje. Aktivnosti učenika u procesu realizacije učenja kroz rad se usklađuju sa aktivnostima prilikom izvođenja teorijske nastave. Nastavnik/ instruktor proverava da li je poslodavac izvršio procenu rizika na radnom mestu na kome rade mladi i da li je izveo uvodnu obuku mladih o bezbednosti i zdravlju na radu. Nastava u bloku se realizuje kao učenje kroz rad, u toku školske godine ili pred kraj drugog polugodišta. Plan realizacije blok nastave zajedno izrađuju poslodavac i škola, prema sopstvenim potrebama i mogućnostima.

#### Preporuke za realizaciju nastave prema dualnom modelu obrazovanja

Ukoliko se nastava realizuje kao učenje kroz rad, škola i poslodavac detaljno planiraju i utvrđuju mesto i način realizacije ishoda, i unose ih u plan realizacije učenja kroz rad. Planiranje se vrši na godišnjem, mesečnom ili tematskom i dnevnom nivou. Organizovati nastavu tako da učenik u potpunosti bude upoznat sa organizacijom rada poslodavca i da se pridržava mera zaštite na radu i mera zaštite okoline. Nastavnik - koordinator učenja kroz rad proverava da li je poslodavac izvršio procenu rizika na radnom mestu na kome rade učenici i da li je izveo uvodnu obuku učenika o bezbednosti i zdravlju na radu. Instruktor vodi evidenciju propisanu ugovorom i u dogovoru sa nastavnikom - koordinatorom učenja kroz rad.

Nastava u bloku se realizuje kao učenje kroz rad, u toku školske godine ili pred kraj drugog polugodišta. Plan realizacije nastave u bloku je sastavni deo operativnog plana nastavnika. Plan realizacije blok nastave zajedno, izrađuju poslodavac i škola, prema sopstvenim potrebama i mogućnostima. U okviru nastave u bloku, kroz izradu radnih zadataka izvršiti proveru ostvarenosti ishoda, a na taj način omogućiti učenicima dostizanje planiranih ishoda u slučaju da to nisu mogli da ostvare tokom školske godine.

#### 6. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orijentisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih radova, plana merenja (mernih listi), testova, usmenog ispitanja, samostalnih ili grupnih radova učenika. Vrednuje se preciznost u izvođenju, samostalnost u izvršavanju zadatka, doslednost u poštovanju standardnih procedura, pokazivanje inicijative u rešavanju zadatog problema.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje.

Preporuke za ocenjivanje prilikom realizacije nastave prema dualnom modelu obrazovanja:

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad ima jasnu, otvorenu i blagovremenu komunikaciju sa instruktorima određenih od strane poslodavca u pogledu planiranja nastave, aktivnosti i ishoda, kao i praćenja aktivnosti učenika.

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje. Formativno ocenjivanje je osnovni metod procene dostignutih i ostvarenih ishoda za učenika koji uči kroz rad.

Nastavnik, u saradnji sa instruktorom, sastavlja listu za vrednovanje koju popunjava instruktor.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad i instruktor, na početku školske godine ili na početku teme/modula upoznaju učenike sa kriterijumima formativnog i sumativnog ocenjivanja.

Instruktor prati aktivnosti učenika kod poslodavca, na osnovu utvrđenih kriterijuma i o tome blagovremeno obaveštava nastavnika - koordinatora učenja kroz rad.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad formira sumativnu ocenu za svakog učenika na osnovu unapred utvrđenih kriterijuma i u saradnji sa instruktorom, uzimajući u obzir specifičnosti realizacije nastavnog procesa kod poslodavca.

Preporučuje se da učenici, koji se obrazuju prema dualnom modelu, vode dnevnik prakse, u obliku koji preporučuje nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor a u koji unose opis izvršenih radova i svoja zapažanja.

Poželjno je se da se nakon određene celine ili modula organizuju provere savladanosti praktičnih veština kojima bi prisustvovali i nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor. Izborom adekvatnih i konkretnih praktičnih zadataka se meri nivo dostignutosti planiranih ishoda veština za izabrani modul ili celinu.

### **Naziv predmeta: PREDUZETNIŠTVO**

#### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| IV     |                   | 62    |                   | 62              |

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Razvijanje poslovnih i preduzetničkih znanja, veština, vrednosti, ponašanja i načina razmišljanja;
- Osposobljavanje za formulisanje i procenu poslovnih ideja i izradu jednostavnog poslovnog plana male firme;
- Upoznavanje učenika sa startap ekosistemom, vrstama preduzetništva i načinom otpočinjanja poslovanja
- Razvijanje veština komunikacije sa okruženjem i podsticanje timskog rada
- Razvijanje navika i umešnosti u korišćenju raznovrsnih izvora znanja
- Podsticanje kritičkog razmišljanja i ocene sopstvenog rada
- Razvijanje ličnih i profesionalnih stavova i interesova za dalji profesionalni razvoj

#### 3. NAZIV I TRAJANJE MODULA

| Red. br. | NAZIV MODULA          | Trajanje modula |    |
|----------|-----------------------|-----------------|----|
| 1.       | Osnove preduzetništva | T               | V  |
| 2.       | Poslovni plan         | 30              | 32 |

#### 4. NAZIVI MODULA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| MODUL | ISHODI MODULA                                   | PREPORUČENI SADRŽAJI MODULA/ KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA |
|-------|---|---|
|       | Po završetku modula učenik će biti u stanju da: |   |

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni pojam i značaj preduzetništva</li> <li>• navede osnovne karakteristike preduzetnika</li> <li>• dovede u vezu pojmove inovativnost, preduzimljivost i preduzetništvo;</li> <li>• uporedi različite vrste preduzetništva</li> <li>• objasni značaj društvenog (socijalnog) preduzetništva</li> <li>• objasni ulogu i značaj informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) za savremeno poslovanje</li> <li>• objasni pojam i karakteristike digitalnog preduzetništva</li> <li>• identifikuje primere preduzetništva iz lokalnog okruženja i date oblasti</li> <li>• definije pojam startap ekosistema</li> <li>• predstavi različite načine otpočinjanja posla u lokalnoj zajednici i Srbiji;</li> <li>• identifikuje programe kreirane za startap biznis u Srbiji</li> <li>• objasni pravne forme poslovnih subjekata u Srbiji</li> <li>• prikaže osnovne korake za registraciju poslovnih subjekata u Srbiji</li> <li>• uporedi oblike nefinansijske i finansijske podrške</li> <li>• identifikuje moguće načine finansiranja poslovne ideje;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam i značaj preduzetništva;</li> <li>• Motivi preduzetnika;</li> <li>• Osnovne odrednice preduzetništva</li> <li>• Vrste preduzetništva</li> <li>• Informaciono-komunikacione tehnologije (IKT) u poslovanju</li> <li>• Preduzetništvo i digitalno poslovanje</li> <li>• Profil i karakteristike uspešnog preduzetnika;</li> <li>• Ocena preduzetničkih predispozicija</li> <li>• Startap ekosistem</li> <li>• Pravni okvir za razvoj preduzetništva i startap biznisa u Srbiji</li> <li>• Institucije i infrastruktura za podršku preduzetništvu i startap biznisu</li> <li>• Registracija privrednih subjekata u Srbiji</li> <li>• Finansijska i nefinansijska podrška razvoju preduzetništva</li> <li>• Izvori finansiranja poslovne ideje</li> </ul> <p>Ključni pojmovi sadržaja: preduzetništvo, preduzetnik, finansiranje preduzetnika, osnivanje privrednih subjekata, startap ekosistem</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• primeni kreativne tehnike prilikom izbora poslovne ideje</li> <li>• analizira sadržaj i značaj biznis plana;</li> <li>• objasni značaj planiranja ljudskih resursa za potrebe organizacije;</li> <li>• prikupi i analizira informacije o tržištu</li> <li>• uporedi šanse i pretnje iz okruženja, kao i prednosti i izazove;</li> <li>• opiše interne i eksterne faktore preduzetničkog okruženja</li> <li>• sastavi marketing plan za odabranu poslovnu ideju</li> <li>• sastavi finansijski plan za odabranu poslovnu ideju</li> <li>• objasni bilans stanja, bilans uspeha i tok gotovine</li> <li>• izračuna prelomnu tačku rentabilnosti na odgovarajućem primeru;</li> <li>• učestvuje u izradi biznis plana za definisanu poslovnu ideju kao deo tima i uz podršku nastavnika mentora,</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traganje za poslovnom idejom- kako je prepoznati?;</li> <li>• Biznis plan- kako oceniti poslovnu ideju?</li> <li>• Struktura biznis plana</li> <li>• Ljudski resursi u realizaciji poslovnih poduhvata</li> <li>• Tržišne mogućnosti za realizaciju poslovne ideje</li> <li>• Istraživanje tržišta-prikupljanje i analiziranje informacija o kupcima i konkurenциji;</li> <li>• SWOT analiza; PEST analiza</li> <li>• Elementi marketing miksa</li> <li>• Finansijski izveštaji: bilans stanja, bilans uspeha, bilans tokova gotovine</li> <li>• Prelomna tačka rentabilnosti</li> <li>• Izrada biznis plana za sopstvenu biznis ideju;</li> <li>• Prezentacija pojedinačnih/grupnih biznis planova</li> </ul> <p>Ključni pojmovi sadržaja: poslovna ideja, biznis ideja, SWOT analiza, PEST analiza marketing plan, finansijski plan, biznis plan,</p>  |

- samostalno ili kao deo tima prezentuje biznis plan

## 5. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku modula/teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i načinima ocenjivanja. Nastava se realizuje kroz vežbe i odeljenje se deli na dve grupe. Mesto realizacije može biti kabinet za preduzetništvo ili učionica. Preporuka je da se koriste metode rada poput mini predavanja, simulacija, studija slučaja, diskusija. Drugi modul/ temu realizovati korz projektini rad učenika. U izlaganju koristiti prezentacije, primere, video zapise i sl.

Cilj predmeta preduzetništvo je da upozna učenike sa osnovnim pojmovima i vrstama preduzetništva, ali i da podstakne preduzetnički duh kod njih; da im omogući da prepoznaju veštine koje odlikuju uspešnog preduzetnika, da otkriju motive njegove aktivnosti i instrumenta pomoću kojih se kreira i ocenjuje poslovna ideja. Potrebno je da učenici razlikuju oblasti preduzetništva, kao i mere podsticaja preduzetništva u našoj zemlji. Rezultat njihove istraživačke i projektne aktivnosti treba da bude biznis plan.

Za uvođenje učenika u temu potrebno je pripremiti što više različitih materijala a njegov izbor treba prilagoditi uzrastu učenika, njihovim interesovanjima, specifičnosti teme i predznanja. Materijal treba da motiviše učenike da istražuju, ulaze u diskusiju, obrazlažu svoje stavove. Cilj je da se podstiče radoznalost, argumentovanje, kreativnost, refleksivnost, istrajnost, odgovornost, autonomno mišljenje, saradnju, jednakost među polovima.

Broj časova po preporučenim sadržajima nije unapred definisan i nastavnik treba da ga prilagodi dinamici rada.

### Osnove preduzetništva

Za uvođenje u temu nastavnik može da pripremi primere uspešnih preduzetnika, poželjno je da budu na globalnom i lokalnom nivou, koji ilustruju snagu inicijative i preduzetništva kao i da podstakne učenike da opišu svoje primer.

Učenike navoditi da identifikuju motive koji pokreću preduzetničke aktivnosti. U okviru ove teme kroz igru uloga moguće je opisati karakteristike koje treba da poseduje uspešan preduzetnik. U skladu sa mogućnostima organizovati posete preduzetnika iz lokalne zajednice. Studije slučaja mogu biti koristan alat da u okviru svoje delatnosti, učenici odaberu najbolji IKT alate za konkretnе poslovne ideje i argumentuju svoj izbor u odnosu na kriterijume kao što su kvalitet, cena, ekološka podobnost i sl. Učenike treba uputiti da se informišu o prednostima razvoja preduzetništva u uslovima digitalizacije. Posebnu pažnju posvetiti startap ekosistemu i mogućnostima za razvoj i posticaj startap biznisa. Motivisati učenike da prouče programe za razvoj startap biznisa u lokalnoj zajednici. Trebalo bi da učenici sami izvrše istraživanje koraka pri registraciji preduzeća i dokumnetacije potrebne za to. Registracija privrednih subjekata i podrška preduzetništvu kao preporučni sadržaji su pogodni za realizaciju projektne nastave. Jedna grupa učenika može da obrađuje temu zakonske regulative u funkciji razvoja preduzetništva u Srbiji, druga grupa korake pri registaciji preduzeća, treća grupa neophodnu dokumentaciju, četvrtu grupa institucije i infrastrukturu za podršku preduzetništvu. Ključne reči za pretragu na Internetu: APR, registracija privrednih društava, Centar za preduzetništvo, zakonska regulativa. Učenici kroz timove mogu da istraže i prezentuju načine finansiranja poslovne ideje i rizike koje preduzetnik preuzima. Konačni rezultat projekta može biti: prezentacija ili film. Na isti način je moguće uputiti učenike da istraže i primere socijalnog preduzetništva lokalno i globalno. Teme koje se obrađuju kroz ovaj predmet doprinose razvoju demokratskih kompetencija i važno je dodatno podsticati njihov razvoj koristeći različite metode. Kao dodatni materijali mogu se koristiti publikacije Saveta Evrope kao što je Referentni okvir kompetencija za demokratsku kulturu koje učenici treba da razvijaju kako bi učestvovali u kulturi demokratije.

### Poslovni plan

Tokom ostvarivanja ove teme/ modula, učenici treba, kroz projektni zadat�, da steknu jasniju sliku o ekonomskom i finansijskom funkcionisanju preduzeća, da razvijaju sopstvene preduzetničke kapacitete, socijalne, organizacione i liderске veštine.

Prilikom odabira delatnosti i poslovne ideje moguće je koristiti „oluju ideja” i vođene diskusije da se učenicima što bi pomoglo u kreativnom osmišljavanju poslovnih ideja i odabiru najpovoljnije. Preporučiti učenicima da poslovne ideje traže u okviru svog područja rada ali ne insistirati na tome. Fokus staviti na identifikaciju poslovne ideje u digitalnom poslovnom okruženju, što podrazumeva korišćenje i primenu informaciono komunikacionih tehnologija u skoro svim oblastima ljudskog života, rada i delovanja.

Učenici se dele na grupe okupljene oko jedne poslovne ideje u kojima ostaju do kraja. Grupe učenika okupljene oko jedne poslovne ideje vrše istraživanje tržišta po uputstvima nastavnika. Svaka grupa osmišljava svoj proizvod ili uslugu, trudeći se da budu originalni, inovativni i kreativni. Sa ciljem postizanja ovih zahteva, važno je da učenici prikupe informacije o istim ili sličnim proizvodima ili uslugama na tržištu i uspostave komunikaciju sa okruženjem kako bi ispitali mogućnost ostvarivanja poslovnog uspeha. Neophodno je u toku realizacije ove teme predložiti najbolju kombinaciju instrumenata marketing miksa za konkretnu ideju.

Tokom realizacije ove teme neophodno je da učenici urade jednostavan biznis plan koji prati njihovu poslovnu ideju, osmisle različite oblike promovisanja i prodaje svog proizvoda i ostvaruju interakciju sa poslovnim sektorom i potencijalnim kupcima. Za konkretnu učeničku ideju se rade jednostavnii primeri bilansa stanja, bilansa uspeha i utvrđuje se finansijski rezultat.

Poslovnu ideju mogu prijaviti na takmičenja u izradi biznis plana koja se svake godine održavaju u organizaciji različitih relevantnih ustanova i organizacija. Ukoliko mogućnosti dozvoljavaju poslovnu ideju je moguće i demonstrirati u okruženju.

## 6. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju. U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše odeljenjski dijalog, koristi pitanja da bi generisao podatke iz učeničkih ideja, ali i da pomogne razvoj ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada itd.

Za sumativno ocenjivanje razumevanja i veština naučnog istraživanja učenici bi trebalo da rešavaju zadatke koji sadrže neke aspekte istraživačkog rada, da sadrže novine tako da učenici mogu da primene stečena znanja i veštine, a ne samo da se prisete informacija i procedura koje su zapamtili, da sadrže zahteve za predviđanjem, planiranjem, realizacijom nekog istraživanja i interpretacijom zadatih podataka.

U vrednovanju naučenog koriste se različiti instrumenti, a izbor zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje. Na Internetu, korišćenjem ključnih reči outcome assessment (testing, forms, descriptiv/numerical), mogu se naći različiti instrumenti za ocenjivanje i praćenje.

U procesu ocenjivanja dobro je koristiti portfolio (zbirka dokumenata i evidencija o procesu i produktima rada učenika, uz komentare i preporuke) kao izvor podataka i pokazatelja o napredovanju učenika.

Prilikom svakog vrednovanja postignuća potrebno je učeniku dati povratnu informaciju koja pomaže da razume greške i poboljša svoj rezultat i učenje. Nastavnik sa učenicima treba da dogovori pokazatelje na osnovu kojih svi mogu da prate napredak u učenju. U tom slučaju učenici se uče da razmišljaju o kvalitetu svog rada i o tome šta treba da preduzmu da bi svoj rad unapredili. Takođe na osnovu rezultata praćenja i vrednovanja, zajedno sa učenicima treba planirati proces učenja i birati pogodne strategije učenja.

### **Naziv predmeta: PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLERI**

#### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| IV     | 31                | 62    | 30                | 122             |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima o upotrebi mikrokontrolera
- Osposobljavanje učenika da samostalno povezuje, programira, proverava, podešava i umrežava programabilne logičke kontrolere (plc) i operatorske panele

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                          | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA   |
|-------------------------------|---|---|
| Hardverska organizacija PLC-a | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni logiku operativnog sistema programabilnog logičkog kontrolera (PLC) i način organizacije podataka u memoriji;</li> <li>• razlikuje module Programabilnih Logičkih Kontrolera PLC-a i vrši njihovo međusobno povezivanje;</li> <li>• objasni načine povezivanja ulazno-izlaznih uređaja na PLC.</li> <li>• poveže PLC na izvor napajanja prema zadatoj šemi (24vdc, 230vac)</li> <li>• povezuje no i nc tastere na digitalne ulaze PLC-a prema zadatoj šemi</li> <li>• povezuje senzore sa npn tranzistorskim izlazom na digitalni ulaz PLC-a</li> <li>• povezuje senzore sa pnp izlazom na digitalne ulaze PLC-a</li> <li>• povezuje relejne izlaze plc-a sa uređajima prema zadatoj šemi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uloga PLC-a i prednosti njegovog korišćenja,</li> <li>• Procesni ulazno-izlazni uređaji,</li> <li>• Povezivanje ulazno-izlaznih uređaja na PLC,</li> <li>• Hardverska struktura PLC-a,</li> <li>• Organizacija podataka u memoriji PLC-a,</li> </ul> <p>Preporučene laboratorijske vežbe:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Upoznavanje sa laboratorijom, oprema u laboratoriji, pravila rada u laboratoriji mere bezbednosti u laboratoriji</li> <li>2. Napajanje PLC-a i povezivanje digitalnih ulaza</li> <li>3. Povezivanje izlaza PLC-a</li> <li>4. Povezivanje analognih ulaza PLC-a</li> </ol> <p>Ključni pojmovi: Programabilni logički kontroler, povezivanje, ulaz, izlaz, hardverska struktura.</p> |

- povezuje tranzistorske izlaze PLC -a sa uređajima prema zadatoj šemi
- povezuje senzor sa analognim naponskim izlazom 0-10v na analogni naponski ulaz PLC -a prema zadatoj šemi
- povezuje analogni senzor sa strujnim izlazom 4-20mA na analogni strujni ulaz PLC -a prema zadatoj šemi
- ispituje ispravnost električnih veza u beznaponskom stanju

|  |   |   |
|--|---|---|
| Programiranje PLC-a<br>jezikom leštičastih<br>dijagrama (LADDER) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razume princip rada, Sken ciklus i načine programiranja PLC-a;</li> <li>• obajni LADDER - dijagram i princip uslov-akcija;</li> <li>• koristi naredbe koje se koriste za programiranje PLC-a;</li> <li>• napravi jednostavne programe za PLC;</li> <li>• modifikuje, učitava i testira program u PLC-u;</li> <li>• objasni elemente softverskog okruženja za programiranje PLC-a</li> <li>• koristi simulator za testiranje rada programa</li> <li>• napiše program za uključenje i isključenje izlaza PLC-a primenom funkcije samodržanja</li> <li>• napiše program sa aritmetičkim operacijama/operacijom prema radnom zadatku</li> <li>• napiše program sa logičkom operacijama/operacijom prema radnom zadatku</li> <li>• napriše program sa primenom tajmera za implementaciju vremenskog kašnjenja pri uključenju</li> <li>• napriše program sa primenom tajmera za implementaciju vremenskog kašnjenja pri isključenju</li> <li>• napriše program sa primenom tajmera za implementaciju vremenskog kašnjenja pri uključenju i isključenju</li> <li>• napriše program sa primenom tajmera za intermitentno uključenje/isključenje izlaza PLC-a</li> <li>• napiše program sa primenom brojača-osnovni nivo</li> <li>• napiše program sa primenom brojača srednji ili viši nivo</li> <li>• napiše program sa primenom analognih funkcija i analognih ulaza PLC-a (naponski ulaz 0-10V)</li> <li>• napravi programsko rešenje za upravljanje punjenjem i pražnjenjem rezervoara na osnovu raspoloživih podataka i parametara</li> <li>• napiše programsko rešenje za upravljanje radom parkinga na osnovu raspoloživih podataka i parametara</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip uslov-akcija,</li> <li>• Bit naredbe,</li> <li>• Programska sken ciklus,</li> <li>• Samoodržanje,</li> <li>• Aritmetičke operacije,</li> <li>• Logičke operacije,</li> <li>• Tajmer,</li> <li>• Brojač,</li> <li>• Alarms,</li> <li>• Rad sa analognim signalima,</li> <li>• Prenosanje programa na PLC,</li> <li>• Primeri iz industrije.</li> </ul> <p>Preporučene laboratorijske vežbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5. Softverovo okruženje za programiranje PLC-a, simulator</li> <li>6. Start-stop, funkcija samodržanja</li> <li>7. Aritmetičke operacije</li> <li>8. Logičke operacije</li> <li>9. Primena tajmera-vremensko kašnjenje pri uključenju</li> <li>10. Primena tajmera-vremensko kašnjenje pri isključenju</li> <li>11. Primena tajmera-vremensko kašnjenje pri uključenju i isključenju</li> <li>12. Primena tajmera-intermitentni tameri</li> <li>13. Brojači (Up-Down Counter)</li> <li>14. Analogni naponski ulaz, kontrola aktiviranja izlaza</li> <li>15. Kontrola punjena i pražnjena rezervoara</li> <li>16. Upravljanje radom parkinga pomoću PLC-a</li> <li>17. Semafor</li> <li>18. Automatizacija pakovanja proizvoda u kutiju</li> <li>19. Automatizacija garažnih vrata</li> </ul> |
|--|---|---|

|                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• napiše programsko rešenje za kontrolu rada semafora na osnovu raspoloživih podataka i parametara</li> <li>• napiše programsko rešenje za automatizaciju pakovanja proizvoda u kutiju na osnovu raspoloživih podataka i parametara</li> <li>• napiše program za automatizaciju garažnih vrata na osnovu raspoloživih podataka i parametara</li> </ul>   | <p>20. Regulacija temperature grejača u komori<br/>21. Kontrola rada transportne trake</p> <p>Ključni pojmaovi: programiranje PLC- a, lederni dijagram, samodržanje, opreracije, tajmer, brojač analogni signal</p>  |
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• napiše program za regulaciju temperature grejača na osnovu raspoloživih podataka i parametara</li> <li>• napiše program za kontrolu rada transportne trake na osnovu raspoloživih podataka i parametara</li> <li>• vrši izmene u programskom rešenju na osnovu dodatnih zahteva</li> </ul>   |  |
| Operatorski terminali paneli | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje operatorske terminale i panele i povezuje ih sa PLC-om;</li> <li>• rukuje operatorskim terminalima i panelima;</li> <li>• programira jednostavan operatorski panel i poveže ga na PLC.</li> <li>• koristi softverki alat za programiranje panela</li> <li>• na ekranu operatorskog panela napravi vizuelizaciju start i stop tastera</li> <li>• implementira uprogram u PLC-u pomoću koga se start i stop tastera uključuje i isključuje izlaz PLC-a</li> <li>• na ekranu panella napravi vizuelizaciju analogne veličine (analogni instrument, analogni bar)</li> <li>• implementira program u PLC-u pomoću koga se na ekranu panela ispisuje vrednost analogne veličine</li> <li>• testira izvršavanje programa</li> <li>• demonstrira rad programske rešenje na maketi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekstualni i grafički displeji,</li> <li>• Alfanumerički operatorski paneli,</li> <li>• Grafički operatorski paneli,</li> <li>• Programiranje terminala i displeja,</li> </ul> <p>Preporučene laboratorijske vežbe:</p> <p>22. Softver za operatorski panel, osnove programiranja panela/terminala</p> <p>23. Programiranje operatorskog panela, vizuelizacija start i stop tastera</p> <p>24. Programiranje operatorskog panela, ispis analogne vrednosti na panelu</p> <p>Ključni pojmovi: displej, tekst, grafički prikaz, operatorski panel, programiranje panela/terminala</p> |
| Komunikacije                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje funkcije analognih i digitalnih ulaznih i izlaznih modula i povezuje analogne i digitalne davače i aktuatore;</li> <li>• na elementarnom nivou umrežava PLC;</li> <li>• objasni strukturu, princip rada i primenu sistema za nadzor i upravljanje SCADA.</li> <li>• izvrši umrežavanje PLC-a, računara i operatorskog panela pomoću Ethernet komunikacije</li> <li>• demonstrira rad umreženog sistema</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umrežavanje PLC-a,</li> <li>• Sistemi za nadzor i upravljanje SCADA,</li> <li>• Industrijske računarske mreže,</li> <li>• Mrežni protokoli,</li> <li>• Formiranje računarske aplikacije,</li> <li>• Vremenski dijagram izvođenja aplikacije.</li> </ul> <p>Preporučene laboratorijske vežbe:</p> <p>25. Umrežavanje PLC-a, računara i operatorskog panela, pomoću Ethernet komunikacije</p> <p>Ključni pojmovi: SCADA, industrijske mreže, mrežni protokol</p>  |
| Nastava u bloku              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• učestvuje u šemiranju razvodnih ormana za savremene upravljačke elemente i senzore</li> </ul>  | <p>Praktičnim aktivnostima između ostalog obuhvatiti (preporučene aktivnosti):</p>   |

|   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• učestvuje u programiranju PLC-a i- rad na šemiranju razvodnih ormana sa PLC-om, implementaciji jednostavnijih programskih rešenja povezivanje elemenata sistema, povezivanje različitih komponenti i uređaja (uz nadzor stručnog lica)</li> <li>• učestvuje u jednostavijim izmenama - rad na programiranju PLC-a, implementacija jednostavnijih upravljačkih algoritama (uz nadzor stručnog lica)</li> <li>• učestvuje u programiranju, povezivanju podešavanju operatorskih panela i terminala - rad na izmeni i korekciji jednostavnijih upravljačkih algoritama (uz nadzor stručnog lica)</li> <li>• učestvuje u izradi korisničkih uputstava jednostavnijih automatizovanih mehatronskih sistema - rad na podešavanju, programiranju i korekcije i dodatna podešavanja (uz nadzor stručnog lica)</li> <li>• učestvuje u implementaciji računarskih mreža i protokola jednostavnijih mehatronskih sistema - rad na izradi korisničkih uputstava za jednostavnije upravljačke algoritme (uz nadzor stručnog lica)</li> <li>- rad na implementaciji industrijskih mreža i protokola i umrežavanje elemenata sistema (uz nadzor stručnog lica)</li> </ul> |
|---|

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA PREDMETA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinom ocenjivanja.

Predmet se realizuje kroz teorijsku nastavu i vežbe u specijalizovanom kabinetu. Prilikom ostvarivanja programa odeljenje se deli na tri grupe, do 10 učenika.

U toku realizacije nastave potrebno je osloniti se na predznanje iz predmeta Osnove elektrotehnike, Elektronika, Digitalna elektronika i mikrokontroleri, Sistemi automatskog upravljanja i Električni pogon i oprema u mehatronici.

Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Hardverska organizacija PLC-a (6 časova teorijske nastave i 8 časova vežbi),
- Programiranje PLC-a jezikom leštičastih dijagrama (LADDER) (18 časova teorijske nastave i 44 časa vežbi),
- Operatorski terminali i paneli (3 časa teorijske nastave i 6 časova vežbi)
- Komunikacije (4 časa teorijske nastave i 4 časa vežbi)

Potrebno je prilikom obrade svake nastavne teme, učenike upoznati sa specifičnostima bezbednosti i zaštite na radu.

Insistirati na sistematičnosti i primeni teorijskih znanja u izradi praktičnih zadataka. Za samostalne vežbe učenika, nastavnik priprema potrebne elemente za vežbu (PLC, ulazno-izlazne uređaje, alat, pribor i potrebnu dokumentaciju).

Program je sačinjen tako da učenici steknu uvid u primenu, način rada PLC-a i njegovo programiranje.

Vežbe moraju biti dobro osmišljene, a svaka aktivnost razumljiva. Time se podstiče motivisanost za rad i stvaralačke sposobnosti učenika, ostvaruje efikasnost i bolji kvalitet. Neposrednoj izvršilačkoj aktivnosti - demonstraciji nastavnika ili novoj vežbi učenika, mora da prethode objašnjenja ili kraća uputstva o cilju i načinu kako se vežba radi.

Nastavnik vrši didaktičku razradu tematskih celina programa, formira vežbe, raščlanjuje ih na elemente od osnovnih naredbi do složenijih programa. Nastavnik se u radu oslanja na znanja koja učenici stiču iz predmeta Osnove elektrotehnike, Elektronika, Digitalna elektronika i mikrokontroleri, Sistemi automatskog upravljanja i Električni pogon i oprema u mehatronici. Zbog toga nastavnik mora da poznaje sadržaje ovih predmeta i da ostvaruje stalnu saradnju sa nastavnicima ostalih stručnih predmeta.

Sadržaje jedne tematske celine nije neophodno uvek ostvarivati u celosti pa zatim prelaziti na drugu. Moguće je u zavisnosti od karaktera vežbi, nastavu ostvarivati kombinovano sa drugim sadržajima u dužem periodu.

Prilikom realizacije laboratorijskih vežbi iz teme: Hardverska organizacija PLC-a naglasiti povezivanje elemenata i komponenti na ulazne i izlazne kontakte, posebnu pažnju posvetiti vrsti pojedinih senzora i načinu povezivanja na digitalne ulaze PLC-a. Takođe posebnu pažnju obratiti prilikom povezivanja izlaza PLC-a, naročito u slučaju tranzistorских izlaza PLC-a. sa kontrolom ispravnosti električnih veza.

Prilikom realizacije laboratorijskih vežbi iz teme: Programiranje PLC-a jezikom leštičastih dijagrama (LADDER), vežbu osmisliiti tako da učenik obavezno prođe osnovni ciklus realizacije vežbe: vrši sintezu programske rešenja na osnovu raspoloživih

podataka i parametara, izvrši kontrolu izvršavanja programa u softverskom simulatoru, poveže elemente sistema sa PLC-om, demonstrira rad izvršavanja programa na maketi.

Gde god je to moguće laboratorijske vežbe organizovati tako da se ne vrši samo programiranje PLC-a već i povezivanje sa didaktičkom makedom i demonstracija rada izvršavanja programa. Za napredni nivo koristiti složenije zahteve, sa više parametara, podataka i uslova sa mogućnošću da učenik izvrši korekciju programskog rešenja i demonstrira rad nakon intervencije.

Prilikom realizacije laboratorijskih vežbi iz teme: Operatorski terminali i paneli praktično obraditi rad sa operatorskim panelima i terminalima. U zavisnosti od mogućnosti škole sa učenicima provežbati praktične zadatke sa terminalima i panelima. U slučaju da škola raspolaže samo jednu vrstu uređaja bazirati se na onu koja je na raspolaganju.

Prilikom realizacije laboratorijskih vežbi iz teme: Komunikacije, sa učenicima akentovati podešavanje komunikacionih protokola i parametara. U slučaju da škola raspolaže PLC sa nekom drugom vrstom mrežne komunikacije (Ethernet) proraditi način komunikacije koji je na raspolaganju. Ukoliko to mogućnosti dozvođavaju učenicima demonstrirati rad SCADA sistema u laboratorijskim uslovima rada.

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba osposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju.

Predloženi su sledeći oblici rada: frontalni, rad u grupi i individualni rad.

Nastavu u bloku realizovati u odgovarajućoj firmi, kompaniji, preduzeću. Sve aktivnosti koje učenik sprovodi moraju se realizovati u prisustvu stručnog lica uz poštovanje mera bezbednosti i zaštite na radu. U slučaju da postoje objektivni razlozi nemogućnosti realizacije preporučenih sadržaja u odgovarajućem preduzeću, predviđene časove nastave u bloku realizovati u školskoj laboratoriji. Tom prilikom voditi računa da se ostvari maksimalan broj ishoda preporučenih sadržaja.

Potrebno je da učenici vode dnevnik vežbi ili popunjavaju unapred pripremljen praktikum od strane nastavnika (ili radne listove). Nastavnik redovno proverava dnevnik vežbi ili izveštaje sa vežbi.

Nakon svakog ciklusa vežbi, nastavnik organizuje individualnu praktičnu proveru stečenih veština.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Kada je u pitanju nastava orijentisana ka ishodima, mora se pratiti napredak učenika u kontinuitetu. Vrednovanje ostvarenosti ishoda vršiti kroz: praćenje ostvarenosti ishoda, praćenje praktičnog rada, testove praktičnih veština i aktivnost na času. Pravilnom procenom „dubine“ usvajanja znanja (znanje, razumevanje, primena, analiza, sinteza, evaluacija), nastavnik vrednuje proces nastave i učenja, proekte učenja i sopstveni rad. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje potrebno je vršiti na kraju svake realizovane teme (ili u toku realizacije teme). Sumativne ocene se mogu izvesti iz različitih načina vrednovanja (prezentaciju izrade vežbe-usmeno objašnjavanje, praktične zadatke, samostalne i grupne radove, usmeno ispitivanje). Potrebno je dozvoliti da učenici ocenjuju jedni druge kao i da vrše samoprocenu ostvarenih ishoda.

Instrumente za formativno ocenjivanje nastavnik bira prema vrsti aktivnosti koja se vrednuje. U procesu učenja nastavnik je moderator koji usmerava i podstiče rad učenika. Nastavnik podstiče aktivnosti učenike, ohrabruje, koristi ideje učenika za analizu ključnih pojmoveva i sadržaja. Nastavnik prilagođava podučavanje na osnovu povratne informacije koju dobija od učenika.

Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije, a ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju zadatka predmeta, kao i napredak drugih učenika uz odgovarajuću argumentaciju.

### **Naziv predmeta: MEHATRONIKA U INDUSTRIJI**

#### **1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE**

##### **1.1. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA1**

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| IV     |                   | 124   |                   | 124             |

1 Ukoliko program sadrži samo praktične oblike nastave

#### **1.2. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA - DUALNO OBRAZOVANJE2**

| RAZRED | NASTAVA           |       |                  | UKUPNO                             |
|--------|-------------------|-------|------------------|------------------------------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Učenje kroz rad* | Učenje kroz rad (Nastava u bloku)* |
| IV     |                   | 124   |                  | 124                                |

2 Ukoliko se program realizuje u skladu sa Zakonom o dualnom obrazovanju

\* Potrebno je da škola i poslodavac detaljno isplaniraju i utvrde mesto i način realizacije ishoda, i unesu ih u plan realizacije učenja kroz rad.

Napomena: u tabelama je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

## 2. CILJEVI UČENJA:

- Osposobljavanje učenika za samostalno projektovanje, izradu i montažu mehaničkih delova, sklopova i uređaja
- Osposobljavanje učenika za samostalno projektovanje, izradu i montažu jednostavnih električnih instalacija i/ili elektromotornih pogona uređaja
- Osposobljavanje učenika za samostalno programiranje i održavanje automatizovanih sistema
- Osposobljavanje učenika da samostalno povezuje, programira, proverava, podešava programabilne logičke kontrolere i operatorske panele

## 3. NAZIV I TRAJANJE MODULA PREDMETA

| Red.br | NAZIV MODULA  | Trajanje modula |
|--------|---|-----------------|
| 1      | Elektropneumatska presa                               | 64              |
| 2      | Izrada, montaža i puštanje u rad mehatronskog sistema | 60              |

## 4. NAZIVI MODULA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| MODUL                   | ISHODI<br>Po završetku modula učenik će biti u stanju da:   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|-------------------------|---|--|
| Elektropneumatska presa | <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizira rad elektropneumatske prese</li> <li>• izradi funkcionalnu blok šemu prese</li> <li>• izradi dokumentaciju električne i pneumatske instalacije</li> <li>• uradi proračun elemenata prese</li> <li>• izmodelira elemente prese</li> <li>• izradi sklopni crtež i radioničke crteže prese</li> <li>• izradi delove prese postupcima mašinske obrade (sečenje, savijanje, bušenje)</li> <li>• spoji delove prese</li> <li>• odabere pneumatske i mehaničke komponente</li> <li>• odabere potrebnu električnu opremu</li> <li>• montira pneumatske komponente</li> <li>• poveže pneumatski sistem i ispita njegovu funkcionalnost</li> <li>• montira električnu opremu i komponente</li> <li>• poveže električne instalacije</li> <li>• montira upravljački sistem</li> <li>• programira mikrokontrolerski sistem prese</li> <li>• poveže elektropneumatski i upravljački blok</li> <li>• testira rad prese ručno ili automatski</li> <li>• pušta presu u rad</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Princip rada prese</li> <li>• Dokumentacija potrebna za izradu elektropneumatske prese</li> <li>• Pneumatske i mehaničke komponente prese</li> <li>• Električne komponente prese</li> <li>• Programiranje rada prese</li> <li>• Testiranje rada prese</li> <li>• Puštanje prese u rad</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: presa, elektropneumatska presa</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• prati rad prese</li> </ul>  |
| Izrada, montaža i puštanje u rad mehatronskog sistema | <ul style="list-style-type: none"> <li>• izradi idejno rešenje za rešavanje projektnog zadatka</li> <li>• navede korake potrebne za rešavanje mehatronskog problema</li> <li>• navede prateću tehničku dokumentaciju koju je potrebno izraditi</li> <li>• izradi 2D skicu</li> <li>• na osnovu prethodno definisane 2D skice pomoću aplikativnog softvera izrađuje 3D model</li> <li>• izradi radioničke crteže i sklopni crtež na osnovu 3D modela, preseke i poglede</li> <li>• izvrši generisanje sastavnice</li> <li>• izradi potrebne elektrošeme</li> <li>• izradi potrebne pneumatske/hidraulične šeme</li> <li>• simulira rad u softverskom paketu</li> <li>• odredi predmet opreme, alata, materijala i uređaja</li> <li>• poveže elektropneumatsku/elektrohidrauličnu opremu sa upravljačkim blokom (PLC)</li> <li>• pušta u rad mehatronski sistem</li> <li>• prati i kontroliše rad mehatronskog sistema</li> <li>• vrši korekcije rada mehatronskog sistema u skladu za zahtevom projektnog zadatka</li> <li>• vodi evidenciju o sprovedenim aktivnostima</li> </ul> <p style="text-align: right;">Povezivanje elektropneumatske/elektrohidraulične opreme sa upravljačkim blokom (PLC)</p> <p style="text-align: right;">Ključni pojmovi: mehatronski sistem, izrada sistema, montaža sistema, puštanje u rad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehatronski sistem</li> <li>• Izrada tehničke dokumentacije (2D i 3D)</li> <li>• Izrada pneumatsko/hidrauličnih šema</li> <li>• Primena aplikativnih softvera</li> <li>• Puštanje u rad i praćenje rada mehatronskog sistema</li> <li>• Prateća evidencija</li> </ul> |

## 5. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Nastava ovog predmeta realizuje se u laboratorijama ili specijalizovanim kabinetima kroz projektne zadatke. Sadržaji ovog predmeta treba značajno da prošire tehnička znanja učenika koji su im neophodna za uključivanje u proces rada i proizvodnje. Predmet se realizuje kroz vežbe (124 časa). Odeljenje se deli na grupe do 10 učenika prilikom realizacije vežbi. Vežbe raditi svake nedelje po četiri spojena časa.

Prilikom realizacije projektnih zadataka, učenici se organizuju u grupe. Veličina grupe zavisi od zadatka koja se obrađuje, odnosno od organizacije rada. Prilikom teorijske pripreme vežbe preporučuju se grupe veličine do 10 učenika. U fazama realizacije konkretnih praktičnih zadataka pogodne su grupe od tri do pet učenika. Ukoliko se radi u grupi, za svakog učenika jasno definisati zadatke i celine koje treba samostalno da uradi. U prvom polugodištu uraditi projekat: Elektropneumatska presa. U drugom polugodištu potrebno je da učenik uradi jedan projektni zadatak od ponuđenih primera. Na kraju prvog i drugog polugodišta potrebno je da učenici prezentuju svoje projekte.

Projektni zadaci. Za realizaciju projektnog zadatka učenici koriste znanja stečena u okviru predmeta: Tehničko crtanje, Elektromашinska priprema, Tehnički materijali, Mašinski elementi, Merenje neelektričnih veličina, Hidrauličke i pneumatske komponente, Hidraulički i pneumatski sistemi kao objekti upravljanja, Modeliranje mašinskih elemenata i konstrukcija, Električni pogon i oprema u mehatronicama, Digitalna elektronika i mikrokontroleri, Programabilni logički kontrolери.

Izrada plana rada na projektu. Objasniti učenicima sve faze izrade projekta pojedinačno:

- određivanje zadatka projekta,
- istraživanje na zadatu temu,
- prikupljanje podataka,
- rad na projektu,
- testiranje funkcionalnosti projekta,
- predstavljanje projekta ciljnoj grupi,

- evaluacija projekta.

Izbor sredstava za realizaciju projekta. U odnosu na odabranu temu razgovarati sa učenicima i sačiniti izbor potrebnih programa i alata za izradu projekta. Odabrati odgovarajući tehnički materijal prema njegovim svojstvima i definisati tehnološki postupak izrade i koristiti odgovarajuće kataloge i priručnike.

Izrada projekta. Broj časova koji je na raspolaganju rasporediti tako da se najviše časova posveti izradi projekta. Pratiti učenike u radu i podsticati ih na samostalan rad. Na osnovu odabrane teme projekta, potrebno je sa učenicima raditi na:

- Projektovanju, konstruisanju i dimenzionisanju jednostavnih mašinskih elemenata i sklopova (odrediti gabaritne dimenzije),
- Odabiranju odgovarajućih standardnih elemenata za određene uređaje /mehanizme (npr. Senzori, cilindri, razvodnici, zavrtnjevi, navrtke, itd)
- Upotrebi odgovarajućeg računarskog programa za oblikovanje 3D modela mehatronskog sklopa
- Izradi tehničke dokumentacije projekta (radionički crteži, sastavnice delova i standardnih elemenata itd., kao i izradi Tehničkog uputstva za rukovanje i održavanje uređaja iz projekta), (za tehničko uputstvo dati primer / šablon uputstva kako bi sva bila unificirana)
- Izradi šema upravljanja,
- Izradi potrebnih elemenata i sklopova
- Pisanju odgovarajućeg programa za upravljanje
- Montaži mehatronskog sistema, povezivanju elemenata, povezivanje PLC-a, računara i opreme
- Podešavanju parametara uređaja,
- Prvom puštanju sistema u rad, vršenju korekcije sistema

Vrednovanje projekta. Prikazati i prezentovati urađene projekte odeljenju ili široj zajednici. Komentarisati i analizirati predstavljene projekte zajedno sa učenicima. Razgovarati o teškoćama na koje su učenici nailazili tokom realizacije projekta i na koje načine su ih prevazišli.

Predlog projektnih zadataka u drugom modulu:

**Projektni zadatak 1:** Na postojećoj transportnoj traci neophodno je rešiti sistem dopreme prethodno pripremljenih elemenata. Elementi su istih dimenzija i oblika a različitih boja. Elementi sa jedne strane imaju upresovani metalni deo. Potrebno je izraditi magacin sa sistemom koji će izbacivati određen broj elemenata u određenim vremenskim intervalima koje definiše operater mašine. Elementi se propuštaju do kraja trake i izdvajaju se u posebnoj kutiji. Sistem prepoznaće kada je magacin prazan i zaustavlja mašinu.

**Projektni zadatak 2:** Na postojećoj transportnoj traci neophodno je rešiti sistem sortiranja elemenata po boji. Elementi su istih dimenzija i materijala a različitih boja (crna, crvena, bela). Sistem izdvaja crvene i bele delove sa iste strane trake u postojeće kutije. Ostali elementi (crni) se propuštaju do kraja trake i izdvajaju se u posebnoj kutiji.

**Projektni zadatak 3:** Na postojećoj transportnoj traci neophodno je rešiti sistem pakovanja elemenata u niz od tri komada i njovo prebacivanje na platformu pored transportne trake. Sistem na kraju trake pozicionira elemente u niz od 3 komada i onda ih vakuumskim hvatačima prihvata i prebacuje na platformu pored trake.

**Projektni zadatak 4:** Potrebno je rešiti sistem pakovanja elemenata na platformu. Elementi su spakovani u dva nivoa odvojena kartonom koji se ručno ubacuje. U svakom nivou spakovano je po 9 elemenata (3h3). Elementi se prebacuju postojećim sistemom uvek na isto mesto u nizu od tri elementa. Potrebno je:

- Definisati platformu odgovarajućih dimenzija koja može prihvati 9 elemenata (tri niza od po tri) koja se može spuštati za visinu jednog elementa;
- Definisati sistem koji će obezbediti formiranje elemenata u formatu 3h3.

**Projektni zadatak 5:** Na istoj transportnoj traci na kojoj se realizuje projekat 1 rešiti sistem izdvajanja delova koji sa gornje strane imaju metalni deo. Delovi se izdvajaju u posebno projektovan šaržer pored trake, tako da ostaju u istom položaju kao kada su bili na traci (metal sa gornje strane) kako bi operater mogao brzo i lako da dopuni magacin sa delovima. Rad sistema ne sme da zaustavlja traku.

**Projektni zadatak 6:** Potrebno je realizovati sistem za presovanje čioda na pripremljene delove. Sistem radi tako što se čioda postavlja na cilindar prese dok se deo postavlja ispod prese u šablon kako bi se osigurao kvalitet tj. isti položaj čiode na delu. Presovanje se odvija iz dva dela, prvo presa polako utiskuje čiodu dok se delimično ne utisne u materijal dela, nakon čega se vraća u krajnji gornji položaj i još jednom, brzim potezom, potvrđuje presovanje. Sistem mora da ima dva odvojena tastera za startovanje presovanja koja se drže tokom celog procesa presovanja kako bi se ispoštovali uslovi bezbednosti. Presa mora da ima sistem detekcije ispravno postavljenog dela ispod prese.

Preporuke za realizaciju nastave prema dualnom modelu obrazovanja

Ukoliko se nastava realizuje kao učenje kroz rad, škola i poslodavac detaljno planiraju i utvrđuju mesto i način realizacije ishoda, i unose ih u plan realizacije učenja kroz rad. Planiranje se vrši na godišnjem, mesečnom ili tematskom i dnevnom nivou. Organizovati nastavu tako da učenik u potpunosti bude upoznat sa organizacijom rada poslodavca i da se pridržava mera zaštite na radu i mera zaštite okoline. Nastavnik - koordinator učenja kroz rad proverava da li je poslodavac izvršio procenu rizika na radnom mestu na kome rade učenici i da li je izveo uvodnu obuku učenika o bezbednosti i zdravlju na radu. Instruktor vodi evidenciju propisanu ugovorom i u dogovoru sa nastavnikom - koordinatorom učenja kroz rad.

Predloženi projektni zadaci se mogu prilagoditi uslovima rada poslodavca, ali moraju biti istog nivoa složenosti, o čemu računa vode instruktor i nastavnik - koordinator učenja kroz rad.

## 6. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Pri izradi projekta treba definisati cilj i ishode projekta. Na osnovu cilja i ishoda treba definisati kriterijume za praćenje i vrednovanje procesa i produkata pojedinačnih projekata. Cilj je da učenici nauče da vrednuju različite segmente realizacije projekta, te je zato važno kontinuirano razvijati njihove kompetencije za procenjivanje kvaliteta i davati preporuke za unapređivanje sopstvenog i tuđeg rada.

Kvalitet produkta nije presudan u procenjivanju uspešnosti rada učenika. On ne mora da bude idealan ali treba da bude predmet vrednovanja i osmišljavanja načina kako unaprediti rad. Nastavnik posebnu pažnju treba da obrati na ostvarenost definisanih ciljeva i ishoda projekta. Praćenje i vrednovanje u procesu projektne nastave vrše učenici i nastavnik. Shodno tome načini za vrednovanje i praćenje su različiti.

Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja. Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i давање povratne informacije. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju zadataka predmeta, kao i napredak drugih učenika uz odgovarajuću argumentaciju.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svakog realizovanog projekta.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. U formativnom vrednovanju nastavnik bi takođe, trebalo da opiše kako se učenik ponašao u timu, kako je komunicirao, da li je i koliko bio odgovoran, orijentisan na rezultate, efikasan prilikom dogovora i spreman da prihvati odgovornost.

Preporuke za ocenjivanje prilikom realizacije nastave prema dualnom modelu obrazovanja:

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad ima jasnu, otvorenu i blagovremenu komunikaciju sa instrukturima određenih od strane poslodavca u pogledu planiranja nastave, aktivnosti i ishoda, kao i praćenja aktivnosti učenika.

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje. Formativno ocenjivanje je osnovni metod procene dostignutih i ostvarenih ishoda za učenika koji uči kroz rad.

Nastavnik, u saradnji sa instruktorem, sastavlja listu za vrednovanje koju popunjava instruktor.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad i instruktor, na početku školske godine ili na početku teme/modula upoznaju učenike sa kriterijumima formativnog i sumativnog ocenjivanja.

Instruktor prati aktivnosti učenika kod poslodavca, na osnovu utvrđenih kriterijuma i o tome blagovremeno obaveštava nastavnika - koordinatora učenja kroz rad.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad formira sumativnu ocenu za svakog učenika na osnovu unapred utvrđenih kriterijuma i u saradnji sa instruktorem, uzimajući u obzir specifičnosti realizacije nastavnog procesa kod poslodavca.

Preporučuje se da učenici, koji se obrazuju prema dualnom modelu, vode dnevnik prakse, u obliku koji preporučuje nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor a u koji unose opis izvršenih radova i svoja zapažanja.

Poželjno je da se nakon određene celine ili modula organizuju provere savladanosti praktičnih veština kojima bi prisustvovali i nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor. Izborom adekvatnih i konkretnih praktičnih zadatka se meri nivo dostignutosti planiranih ishoda veština za izabrani modul ili celinu.

## **Naziv predmeta: TESTIRANJE I DIJAGNOSTIKA MEHATRONSKIH SISTEMA**

### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

#### 1.1. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA1

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| IV     | 124               |       | 30                | 154             |

1 Ukoliko program sadrži samo praktične oblike nastave

## 1.2. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA - DUALNO OBRAZOVANJE2

| RAZRED | NASTAVA           |       |                  | UKUPNO                              |
|--------|-------------------|-------|------------------|-------------------------------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Učenje kroz rad* | Učenje kroz rad (Nastava u bloku) * |
| IV     |                   | 124   | 30               | 154                                 |

2 Ukoliko se program realizuje u skladu sa Zakonom o dualnom obrazovanju

\* Potrebno je da škola i poslodavac detaljno isplaniraju i utvrde mesto i način realizacije ishoda, i unesu ih u plan realizacije učenja kroz rad

Napomena: u tabelama je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

## 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa tehničkom dijagnostikom mehatronskih sistema
- Upoznavanje učenika sa parametrima stanja radne ispravnosti mehatronskih sistema
- Upoznavanje učenika sa metodama detekcije i alokacije otkaza na mehatronskim sistemima
- Upoznavanje učenika sa primenom mernih uređaja tehničke dijagnostike mehatronskih sistema
- Osposobljavanje učenika za sprovođenje postupaka dijagnostike i testiranja mehatronskog sistema
- Osposobljavanje učenika za savesno, odgovorano i efikasno obavljanje postupaka testiranja i dijagnostike
- Razvijanje svesti o važnosti testiranja i dijagnostikovanja

## 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                                   | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA   |
|--|--|---|
| Sistemi dijagnostike                   | <p>tehničke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede vrste dijagnoze stanja mehatronskih sistema</li> <li>• navede dijagnostičke parametre mehatronskih sistema</li> <li>• sprovodi proces tehničke dijagnostike</li> <li>• objasni strukturu tehničke dijagnostike</li> <li>• navede vrste otkaza mehatronskih sistema</li> <li>• sakupi relevantne informacije o mašini/sistemu i nastalom kavaru</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasifikacija dijagnoze i dijagnostičkih parametara</li> <li>• Etape u procesu dijagnoze i određivanje optimalne procedure</li> <li>• Kontrola radne sposobnosti mehatronskog sistema</li> <li>• Uspostavljanje zakonitosti promene parametara stanja i njihove pogodnosti za kontrolu</li> <li>• Izbor merodavnih radnih parametara za definisanje stanja radne ispravnosti</li> <li>• Metode detekcije i lokacija otkaza na osnovu snimljenih signala</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: dijagnostika, metode dijagnostike</p> |
| Provera i podešavanje funkcija sistema | <p>mehatronskih</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podešava pritisak u pneumatskim i hidrauličnim sistemima nakon merenja</li> <li>• podešava cevne vodove nakon provere na nepropusnost</li> <li>• proveri vrednosti električnih veličina u mehatronskom sistemu (napon, struja, otpor i snaga)</li> <li>• proveri napajanje energijom mehatronskog sistema</li> <li>• proveri ispravnost energetskog, upravljačkog izvršnog bloka</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provera ispravnosti vodova i zaštitnih elemenata mehatronskih uređaja i sistema</li> <li>• Rad aktuatora i njegovih delova u mehatronskim sistemima</li> <li>• Upravljački blok u mehatronskim sistemima</li> <li>• Agregati za proizvodnju energije</li> <li>• Vodovi mehatronskih uređaja i sistema</li> <li>• Osnovni postupci provere (ispitivanje zvuka, vizuelna optička ispitivanja itd.)</li> <li>• Postupci merenja radnih parametara (temperature, ugaone brzine i broja obrtaja,</li> </ul>                       |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• proveri hardverski i softverski interfejs kao kompatibilnost hardverskih komponenti</li> <li>• proveri radno stanje uređaja za merenje beleženja pokreta, pritiska i temperature</li> <li>• proveri radno stanje uređaja za beleženje graničnih vrednosti, naročito sklopki i senzora</li> <li>• podešava radne parametre uređaja za merenje beleženja pokreta, pritiska i temperature i uređaja za beleženje graničnih vrednosti (sklopke i senzori)</li> <li>• podešava aktuatora sa sigurnosno-tehničke tačke gledišta</li> <li>• podešava regulacione parametare uređaja za upravljanje, regulaciju i nadzor</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• obrtnog momenta, mehaničke snage)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: funkcije mehatronskih sistema</p>  |
| Dijagnoza stanja upravljačke ispravnosti mehatronskog sistema | <ul style="list-style-type: none"> <li>• unese upravljački program</li> <li>• izvrši izmene upravljačkih programa</li> <li>• primeni test programe</li> <li>• testira aplikativne programa za numeričko upravljanje</li> <li>• proceni upravljanje u različitim oblicima realizacije</li> <li>• nadgleda rad programa u mehatronskim sistemima</li> <li>• koriguje uočene grešake upravljanja</li> <li>• evidentira promene u hardveru i softveru</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upravljački programi</li> <li>• Test programi</li> <li>• Greške upravljanja</li> <li>• Evidencije</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: test programi</p>  |
| Testiranje mehatronskih sistema                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• odabere odgovarajući test-program</li> <li>• testira sistem po propisanoj proceduri od strane proizvođača</li> <li>• evidentira rezultate testiranja</li> <li>• ukaže na važnost testiranja i dijagnostikovanja njihovog obavljanja na savestan, odgovoran i efikasan način</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste i načini izbora testa</li> <li>• Uloga izabranog testa</li> <li>• Način primene testa</li> <li>• Postupci testiranja i ispitivanja ispravnosti električnih, elektronskih, hidrauličkih, pneumatskih i mehaničkih komponenti</li> <li>• Procedure testiranja prema uputstvu proizvođača</li> <li>• Vrste testiranja i ispitivanja (periodično, preventivno i dijagnostičko)</li> <li>• Analiza rezultata testiranja</li> <li>• Evidencije testiranja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: postupci testiranja, procedure testiranja, evidencije testiranja</p> |
| Puštanje mehatronskog sistema u rad                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• proceni, nakon testiranja, bezbednost i sigurnost sistema</li> <li>• podesi/postavi parametre sistema</li> <li>• pusti mehatronski sistem u rad</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podešavanje/postavljanje parametara sistema</li> <li>• Karakteristični parametri rada delova i mehatronskih sistema</li> <li>• Upravljački interfejs mehatronskog sistema</li> <li>• Načini podešavanje rada mehatronskog sistema</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: parametri rada mehatronskog sistema</p>  |
| Nastava u bloku   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvrši ispitivanje ispravnosti delova mehatronskih uređaja i sistema u odgovarajućim sistemima</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parametri rada delova mehatronskog uređaja i sistema</li> </ul>   |

|  |   |
|--|---|
| uslovima<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Izvrši ispitivanje rada delova mehatronskih uređaja i sistema u odgovarajućim uslovima</li> <li>• izvrši izmene upravljačkih programa</li> <li>• Podesi parametre rada mehatronskih uređaja i sistema u odgovarajućim uslovima</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Upravljački interfejs mehatronskog uređaja i sistema</li> <li>• Podešavanje rada mehatronskog uređaja i sistema</li> </ul> |
|--|---|

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i načinima ocenjivanja. Sadržaji ovog predmeta treba značajno da prošire tehnička znanja učenika koji su im neophodna za uključivanje u proces rada i proizvodnje. Nastava ovog predmeta se realizuje u laboratoriji za mehatroniku. Predmet se realizuje kroz vežbe (124 časa) i blok nastavu (30 časova). Odeljenje se deli na grupe do 10 učenika prilikom realizacije vežbi i nastave u bloku. Vežbe raditi svake nedelje po četiri spojena časa. Za realizacije nastave potrebno je obezbediti minimalno tri različita edukaciona mehatronska sistema (mehatronski sistem za distribuciju radnih predmeta, mehatronski sistem za sortiranje radnih predmeta, robotska stanica, set pneumatike, set elektropneumatike, pokretna traka za zagrevanje radnih predmeta, CNC mašine i sl.), softver za modeliranje, simulaciju i testiranje mehatronskih sistema.

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinima ocenjivanja. Pri obradi svake nastavne jedinice, koristiti očigledna nastavna sredstva: skice, šeme, makete i sastavne delove mehatronskih uređaja i sistema. Učenici treba da ovladaju radom mehatronskih sistema, da se upoznaju sa elementima koji ga čine, analiziraju upravljačke šeme.

Dijagnostiku i otklanjanje nepravilnog rada svakog pojedinačnog elementa mehatronskog sistema treba obraditi posle detaljnog upoznavanja principa rada. Nakon toga kvarove proučiti u sklopu ostalih delova, sa uočavanjem njihove međuzavisnosti. Teorijski pristup ovog dela treba povezati sa praktičnim delom nastave.

U uvodnom delu koji je u u bloku od četiri časa nastavnik ističe cilj i zadatke odgovarajuće nastavne jedinice, zatim realizuje teorijski deo neophodan za praktični rad učenika u kabinetu. Uvodni deo četvorocasa, u zavisnosti od sadržaja nastavne jedinice, može da traje najviše 30-45 minuta. Nakon toga organizovati aktivnost koja, u zavisnosti od teme, podstiče izgradnju praktičnih veština, analizu, kritičko mišljenje, interdisciplinarno povezivanje. Aktivnost treba da, pored praktičnog rada, uključuje i povezivanje sadržaja različitih nastavnih predmeta (npr. hidrauličke i pneumatske komponente, mašinski elementi, hidraulički i pneumatski sistemi kao objekti upravljanja, električni pogon i oprema u mehatronici, merenja nelinearnih veličina, elektronika, sistemi upravljanja u mehatronici), tema i oblasti sa kojima se susreću i izvan škole. Aktivnosti osmisliti tako da povećavaju motivaciju za praktičan rad i učenje i podstiču formiranje stavova, uverenja i sistema vrednosti u vezi sa razvojem kreativnosti, sposobnosti vrednovanja i samovrednovanja.

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba osposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja; timski rad; samoprocenu; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju.

Rad na uređajima/sistemima realizovati tako da učenici prvo upoznaju osnovne delove, njihovu ulogu, mesto na uređajima, alat i instrumente za merenje parametara mehatronskog sistema. Posle toga mogu da pređu na konstatovanje radne sposobnosti sistema, odnosno neispravnosti u radu. Učenici koriste odgovarajuće metode dijagnostike, testiraju ispravnost sistema i puštaju sistem u rad. Učenicima je potrebno naglasiti sve mere zaštite primenjene za pravilan i bezbedan rad pojedinih uređaja kao i zaštitu na radu tokom postupka testiranja.

Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Sistemi tehničke dijagnostike (12 časova)
- Provera i podešavanje funkcija mehatronskih sistema (18 časova)
- Dijagnoza stanja upravljačke ispravnosti mehatronskog sistema (18 časova)
- Testiranje mehatronskih sistema (52 časova)
- Puštanje mehatronskog sistema u rad (24 časova).

U temi Sistemi tehničke dijagnostike obratiti pažnju na pojam dijagnostike i dijagnostičkih parametara, kontroli radne sposobnosti sistema, izbor metoda detekcije i lokacije otkaza.

U temi Provera i podešavanje funkcija mehatronskih sistema, potrebno je obratiti pažnju na proveru radnih parametara određenih elemenata funkcionalnih delova sistema pojedinačno i na proveru funkcionalnosti posmatranog mehatronskog sistema kao celine.

U temi Dijagnoza stanja upravljačke ispravnosti mehatronskog sistema, obraditi postupke izmena upravljačkih programa, testiranja programa, uočavanja i korekcije najčešćih grešaka upravljanja. Posebno pokazati mogućnosti vođenja odgovarajućih

evidencija.

U temi Testiranje mehatronskih sistema, obratiti pažnju na izbor odgovarajućih test programa i sprovođenje propisane procedure testiranja sistema od strane proizvođača.

U temi Puštanje mehatronskog sistema u rad, obratiti pažnju na mere bezbednosti i sigurnosti na radu i određena podešavanja koja su propisana od strane proizvođača.

## LABORATORIJSKE VEŽBE

### 1. Dijagnostika i otklanjanje kvarova u sistemima sa vremenskim i brojačkim ciklusima

- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada modela uređaja pakerice
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada na modelu uređaja za lepljenje radnih predmeta

### 2. Dijagnostika i otklanjanje kvara upravljivih sekvenci mehatronskih sistema

- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada na modelu uređaja za izbacivanje delova sa pokretnih traka
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada na modelu uređaja za razvrstavanje delova
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada na modelu uređaja za pojedinačno dodavanje delova iz gravitacionog magacina

### 3. Dijagnostika i otklanjanje kvarova na didaktičkom modularnim proizvodnim sistemima (MPS)

- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada sistema na stanicu za distribuciju MPS-a
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada sinhronizaciji rada stanica za distribuciju i sortiranje MPS-a
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada sistema signalizacije na stanicu za sortiranje MPS-a
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada nepravilnog rada robotske stanice za premeštanje radnih predmeta
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada sinhronizaciji rada stanica za distribuciju i robotske stanice MPS-a
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada prestanka rada modularnog proizvodnog sistema
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada nepravilnog rada trake na stanicu za sortiranje MPS-a
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada sistema za sortiranje metalnih predmeta na stanicu za sortiranje MPS-a

### 4. Dijagnostika i otklanjanje kvarova u sistemima trake za zagrevanje

- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada pneumatskog dela trake za zagrevanje
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada pogonskog motora trake za zagrevanje
- Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada grejača na traci za zagrevanje

### 5. Dijagnostika i otklanjanje nepravilnog rada pneumatskih sistema sa redoslednim upravljanjem

Ove vežbe su predlozi. Međutim, s obzirom na izbor edukacionih mehatronskih sistema kao sredstvo za učenje, one se mogu prilagoditi odabranim sistemima za nastavu.

Preporučene vežbe za blok nastavu:

- Dijagnostika i otklanjanje kvarova u radu industrijskog robota u procesu paletizacije radnih predmeta (cik-cak paletizacija, radijalna paletizacija)
- Dijagnostika i otklanjanje kvarova u radu i postavljanje parametara upravljačkog sistema numerički upravljenih mašina (glodalica, strug, laser, 3D štampač itd.)

Nastava u bloku se može realizovati u toku školske godine ili na kraju drugog polugodišta. Raspored realizacije nastave u bloku izrađuje sama škola, u zavisnosti od toga da li je realizuje u školskom kabinetu (radionici) ili preduzeću.

Ukoliko se nastava odvija prema dualnom modelu, onda škola i poslodavac detaljno planiraju i utvrđuju mesto i način realizacije ishoda, i unose ih u plan realizacije učenja kroz rad. Nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje. Aktivnosti učenika u procesu realizacije učenja kroz rad se usklađuju sa aktivnostima prilikom izvođenja teorijske nastave. Nastavnik/ instruktor proverava da li je poslodavac izvršio procenu rizika na radnom mestu na kome rade mladi i da li je izveo uvodnu obuku mlađih o bezbednosti i zdravlju na radu. Nastava u bloku se realizuje kao učenje kroz rad, u toku školske godine ili pred kraj drugog polugodišta. Plan realizacije blok nastave zajedno izrađuju poslodavac i škola, prema sopstvenim potrebama i mogućnoostima.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orijentisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja. Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju zadataka predmeta, kao i napredak drugih učenika uz odgovarajuću argumentaciju.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih ili pismenih radova, testova, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika. U procesu ocenjivanja nastave u bloku poželjno je koristiti dnevnik rada učenika.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima

povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje.

Preporuke za ocenjivanje prilikom realizacije nastave prema dualnom modelu obrazovanja:

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad ima jasnu, otvorenu i blagovremenu komunikaciju sa instruktorima određenih od strane poslodavca u pogledu planiranja nastave, aktivnosti i ishoda, kao i praćenja aktivnosti učenika.

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje. Formativno ocenjivanje je osnovni metod procene dostignutih i ostvarenih ishoda za učenika koji uči kroz rad.

Nastavnik, u saradnji sa instruktorem, sastavlja listu za vrednovanje koju popunjava instruktor.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad i instruktor, na početku školske godine ili na početku teme/modula upoznaju učenike sa kriterijumima formativnog i sumativnog ocenjivanja.

Instruktor prati aktivnosti učenika kod poslodavca, na osnovu utvrđenih kriterijuma i o tome blagovremeno obaveštava nastavnika - koordinatora učenja kroz rad.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad formira sumativnu ocenu za svakog učenika na osnovu unapred utvrđenih kriterijuma i u saradnji sa instruktorem, uzimajući u obzir specifičnosti realizacije nastavnog procesa kod poslodavca.

Preporučuje se da učenici, koji se obrazuju prema dualnom modelu, vode dnevnik prakse, u obliku koji preporučuje nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor a u koji unose opis izvršenih radova i svoja zapažanja.

Poželjno je se da se nakon određene celine ili modula organizuju provere savladanosti praktičnih veština kojima bi prisustvovali i nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor. Izborom adekvatnih i konkretnih praktičnih zadataka se meri nivo dostignutosti planiranih ishoda veština za izabrani modul ili celinu.

### **Naziv predmeta: ODRŽAVANJE I MONTAŽA MEHATRONSKIH SISTEMA**

#### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

##### 1.1. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA1

| RAZRED | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|--------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| IV     |                   | 124   |                   | 30              |
|        |                   |       |                   | 154             |

1 Ukoliko program sadrži samo praktične oblike nastave

##### 1.2. PREMA PLANU I PROGRAMU NASTAVE I UČENJA - DUALNO OBRAZOVANJE2

| RAZRED | NASTAVA           |       |                  | UKUPNO                              |
|--------|-------------------|-------|------------------|-------------------------------------|
|        | Teorijska nastava | Vežbe | Učenje kroz rad* | Učenje kroz rad (Nastava u bloku) * |
| IV     |                   | 124   | 30               | 154                                 |

2 Ukoliko se program realizuje u skladu sa Zakonom o dualnom obrazovanju

\* Potrebno je da škola i poslodavac detaljno isplaniraju i utvrde mesto i način realizacije ishoda, i unesu ih u plan realizacije učenja kroz rad

Napomena: u tabelama je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa standardima i tehničkim propisima za izbor opreme, montaže i održavanja mehatronskih sistema
- Osposobljavanje učenika za održavanje mehatronskih sistema, kao i za postupanje pri održavanju i otklanjanju nastalih kvarova
- Osposobljavanje učenika za montiranje elemenata mehatronskog sistema na osnovu tehničke dokumentacije
- Osposobljavanje učenika za preventivno i korektivno održavanje mašine i opreme
- Osposobljavanje učenika za korišćenje tablica u kojima su date karakteristike pojedinih elemenata i uređaja
- Osposobljavanje učenika za analizu funkcionalne šeme upravljanja mehatronskih sistema
- Upoznavanje učenika sa logikom montaže-demontaže elemenata mehatronskih sistema
- Osposobljavanje učenika za dijagnostiku i otklanjanje kvarova na elementima mehatronskog sistema
- Osposobljavanje učenika za podešavanje parametara mehatronskog sistema
- Osposobljavanje učenika za primenu tehničkih mera zaštite od električnog udara

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA   | ISHODI   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|--|--|--|
| Bezbednost ljudi, opreme i životne sredine u procesu održavanja i montaže mehatronskih sistema | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede opasnosti od električne struje</li> <li>• navede i objasni mere zaštite od strujnog udara</li> <li>• navodi procedure pružanja prve pomoći pri udaru električne struje</li> <li>• navede lična zaštitna sredstva</li> <li>• primeni zaštitnu opremu i zaštitne mere</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karakteristike i zaštita od strujnog udara</li> <li>• Mere zaštite od štetnog delovanja električne struje.</li> <li>• Lična zaštitna sredstva i lična zaštitna oprema za rad u industrijskim sistemima</li> <li>• Prva pomoć kod strujnog udara</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: strujni udar, zaštita od strujnog udara</p>                                    |
| Primena standarda i uputstva proizvođača   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni standarde i nivo standardizacije</li> <li>• sprovodi mere i odredbe iz pravilnika za odgovarajuće radove ili tehničku oblast</li> <li>• ispita zadate radne karakteristike mašine-opreme</li> <li>• proveri bezbednosne, zaštitne i ekološke karakteristike mašine/opreme</li> <li>• proveri kompletност alata za održavanje</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardi</li> <li>• Nivo standardizacije</li> <li>• Plan osnovnog održavanja mašine/opreme</li> <li>• Procedure održavanja mašine i opreme u savremenim proizvodnim pogonima</li> <li>• Uvođenje nove mašine-opreme u upotrebu</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: procedure održavanja</p>   |
| Tehnička dokumentacija   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje vrste tehničke dokumentacije</li> <li>• objasni namenu različitih vrsta tehničke dokumentacije</li> <li>• čita tehničku dokumentaciju</li> <li>• koristi operacione liste</li> <li>• popunjava obrasce za evidenciju stanja i kvarova mašine</li> <li>• popunjava obrasce za potraživanje rezervnih delova i sredstava za održavanje</li> <li>• popunjava obrasce za zaduženje alata</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radni nalog</li> <li>• Uputstvo za rad</li> <li>• Uputstvo za održavanje</li> <li>• Šema razlaganja tehničkog sredstva</li> <li>• Operacione liste</li> <li>• Potraživanje alata</li> <li>• Potraživanje rezervnih delova i sredstava za održavanje</li> <li>• Zaduženje alata</li> <li>• Povratnica</li> <li>• Evidencija stanja i kvarova mašine</li> </ul> |

|                                  |   | Ključni pojmovi: tehnička dokumentacija   |
|----------------------------------|---|---|
| Postupci preventivnog održavanja | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni značenje i značaj preventivnog održavanja</li> <li>• navede zadatke preventivnog održavanja</li> <li>• izvrši podmazivanje, dolivanje radnih fluida i maziva</li> <li>• objasni plan održavanja maštine i opreme</li> <li>• demontira dotrajale i neispravne komponente po propisanoj/preporučenoj proceduri</li> <li>• zameni komponente, radne fluide i maziva prema uputstvu proizvođača opreme</li> <li>• evidentira svaku intervenciju održavanja</li> <li>• navede zadatke i značaj periodičnog i preventivnog održavanja mehatronskih komponenti i sistema</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Značenje i značaj preventivnog održavanja</li> <li>• Zadaci preventivnog održavanja</li> <li>• Osnovno održavanje maštine/opreme</li> <li>• Redovni i vanredni pregledi maština/opreme</li> <li>• Preventivna zamena elemenata/sklopova maštine/opreme</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: procedure preventivnog održavanja</p>  |
| Postupci korektivnog održavanja  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni osnovna stanja sistema u procesu održavanja</li> <li>• navede podelu otkaza</li> <li>• objasni pojam potpunog otkaza</li> <li>• objasni pojam i podelu delimičnog otkaza</li> <li>• objasni pojam neispravnosti</li> <li>• obavlja vizuelni pregled mehatronske opreme i uočava gruba mehanička oštećenja i nedostatke</li> <li>• dijagnostikuje i otkrije lokaciju i uzrok otkaza</li> <li>• razlikuje vrste karakterističnih kvarova u mehatronskim sistemima</li> <li>• objasni najčešće uzroke tipičnih kvarova u mehatronskim sistemima, kao i postupke njihovog otklanjanja</li> <li>• otkloni tipični kvar na mehatronskom sistemu</li> <li>• izvrši podešavanje parametara elementa/sklopa</li> <li>• organizuje sve aktivnosti do vraćanja mehatronskog sistema u radno stanje</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovna stanja sistema u procesu održavanja</li> <li>• Definicija i podela otkaza (kvarova)</li> <li>• Potpun otkaz</li> <li>• Delimičan otkaz (podela po nastanku i prema postupku u slučaju njihove pojave)</li> <li>• Pojam neispravnosti</li> <li>• Dijagnostika i otkrivanje lokacije i uzroka otkaza</li> <li>• Popravka (zamena) elementa/sklopa</li> <li>• Verifikacija (ispitivanje i podešavanje) maštine/opreme</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: procedure korektivnog održavanja</p> |
| Osnove tehnologije montaže       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni tehnologiju ručne demontaže i montaže delova i podsklopova</li> <li>• navede redosled tehnoloških zahvata za ručnu demontažu i montažu delova i podsklopova</li> <li>• navede vrste alata za ručnu demontažu i montažu delova i podsklopova</li> <li>• priprema radni prostor, alat, dokumentaciju, mernu opremu, probni sto</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehnologija ručne demontaže i montaže</li> <li>• Redosled tehnoloških zahvata za ručnu montažu i demontažu</li> <li>• Alati za ručnu montažu i demontažu</li> <li>• Principi i logika demontaže i montaže komponenti mehatronskog sistema, na konkretnom sistemu</li> <li>• Izbor alata potrebnog za montažu</li> </ul>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>izabere najpovoljniji metod demontaže komponente koja je u kvaru</li> <li>odabere potrebne alate,pribor i pomočna sredstva u skladu sa preporukama i propisima proizvođača</li> <li>montira komponente mehatronskog sistema na osnovu tehničke dokumentacije</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Označavanje elemenata u montaži</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: tehnologija montaže</p>  |
| Podešavanje/postavljanje mehatronskih sistema | <ul style="list-style-type: none"> <li>podesi/postavi i koriguje parametre sistema</li> <li>podesi funkcionalne karakteristike mehatronskog sistema</li> <li>pušta u rad mehatronski sistema prema specifikaciji proizvođača</li> <li>popunjava radni nalog</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Provera i podešavanje/postavljanje parametara mehatronskih sistema</li> <li>Provera i podešavanje funkcionalnih karakteristika</li> <li>Sprovođenje finalnih testiranja</li> <li>Praćenje procesa proizvodnje</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: puštanje mehatronskog sistema u rad</p>  |
| Nastava u bloku                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>primjenjuje mere bezbednosti i zdravlja na radu u radnom procesu</li> <li>primjenjuje standarde i uputstva proizvođača</li> <li>pušta u rad mehatronski sistema prema specifikaciji proizvođača</li> <li>popunjava radni nalog</li> <li>učestvuje u kontrolnim pregledima pre puštanja opreme mašina i uređaja u rad</li> <li>učestvuje u izradi tehničke dokumentacije</li> <li>obavlja neophodne pripreme za realizaciju radnog zadatka održavanja</li> <li>sprovedi procedure propisane preventivnim održavanjem mehatronskog sistema</li> <li>primjenjuje uputstva nakon izvedene dijagnostičke procedure mehatronskog sistema</li> <li>realizuje postupke demontaže komponenti u skladu sa dokumentacijom mehatronskog sistema</li> <li>realizuje postupke montaže zamenskih komponenti</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Organizacija i zadaci službe održavanja u kompaniji</li> <li>Postupci preventivnog održavanja</li> <li>Postupci otklanjanja kvarova na karakterističnim komponentama mehatronskih sistema</li> <li>Kvarovi i oštećenja kao posledica pogrešnog održavanja i montaže mehatronskog sistema</li> <li>Primena standarda i uputstava proizvođača opreme mehatronskog sistema</li> <li>Povezivanje karakterističnih elemenata mehatronskog sistema</li> <li>Izrada radne dokumentacije</li> <li>Puštanje sistema u rad</li> </ul> |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i načinima ocenjivanja. Sadržaji ovog predmeta treba značajno da prošire tehnička znanja učenika koji su im neophodna za uključivanje u proces rada i proizvodnje. Nastava ovog predmeta se realizuje u laboratoriji za mehatroniku. Predmet se realizuje kroz vežbe (124 časa) i blok nastavu (30 časova). Odeljenje se deli na grupe do 15 učenika prilikom realizacije vežbi i nastave u bloku. Vežbe raditi svake nedelje po četiri spojena časa. Pri obradi pojedinih nastavnih jedinica koristiti panoe, slike, crteže, multimedijalne prezentacije, kataloge proizvođača opreme i uređaja i stručnu literaturu (standarde, propise, preporuke).

Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Bezbednost ljudi, opreme i životne sredine u procesu održavanja i montaže mehatronskih sistema (8 časova)
- Primena standarda i uputstva proizvođača (4 časa)
- Tehnička dokumentacija (6 časova)

- Postupci preventivnog održavanja (6 časova)
- Postupci korektivnog održavanja (8 časova)
- Osnove tehnologije montaže (30 časova)
- Podešavanje/postavljanje parametara mehatronskih sistema (18 časova)

U tematskoj celini **Bezbednost ljudi, opreme i životne sredine u procesu održavanja i montaže mehatronskih sistema** definisati pojmove direktnog i indirektnog napona dodira kao i vrste zaštita od tih napona. Upoznati učenike da se svaka zaštita od električnog udara mora propisno proveriti i atestirati. U tematskim celinama **Primena standarda i uputstva proizvođača i Postupci preventivnog i korektivnog održavanja** objasniti postupak uvođenja nove mašine i opreme u pogon, kao i postupak i značaj održavanja mašine i opreme u funkcionalnom stanju. Prepostaviti kvarove pojedinih elemenata mehatronskih sistema i podsticati diskusiju o funkciji datog elementa u sistemu i manifestaciji kvara. Raditi sa konkretnim sistemima, simulirati kvar na sistemu i pratiti postupak otklanjanja kvara, kao i podešavanje parametara sistema nakon odrađenog jednog ciklusa. U tematskoj celini **Tehnička dokumentacija**, koristiti ukoliko je to moguće odgovarajući softver. U tematskoj celini **Osnove tehnologije montaže** akcenat dati na najpovoljniji metod montaže/demontaže komponenti prema propisanoj proceduri uz adekvatan izbor alata i opreme. Analizirati listu komponenti potrebnih za montažu sistema.

Tematsku celinu, osnove tehnologije montaže, realizovati na konkretnom mehatronskom sistemu (mehatronski sistem za distribuciju radnih predmeta, mehatronski sistem za sortiranje radnih predmeta, robotska stanica, set pneumatike, set elektropneumatike, pokretna traka za zagrevanje radnih predmeta, CNC, mehatronski sistem u procesnoj industriji, birotehnička oprema itd.). Poseban akcenat staviti na princip i logiku montaže-demontaže. Analizirati listu potrebnih komponenti za montažu sistema, njihovu ulogu u sistemu, kao i značaj njihovog označavanja. Analizirati funkcionalnu šemu upravljanja. Za realizaciju teme, mogu se koristiti projektni zadaci iz priručnika za polaganje maturskog ispita za tehničara mehatronike u zavisnosti od tehničkih mogućnosti škole. Preporučeni zadaci za vežbu:

- Održavanje mehatronskih uređaja i instalacija (elektropneumatskih, pneumatskih, hidrauličkih, elektrohidrauličkih, elektromotornih pogona)
- Montaža i puštanje u rad modela uređaja prese
- Montaža i puštanje u rad modela uređaja pakerice
- Montaža i puštanje u rad modela uređaja za bušenje i razvrtanje
- Montaža i stavljanje u funkciju modela uređaja za prebacivanje paketa sa jedne na drugu transportnu traku
- Montaža i stavljanje u funkciju modela uređaja za utiskivanje datuma proizvodnje na pakovanja od metala
- Montaža i stavljanje u funkciju modela uređaja podizne platforme
- Postavljanje parametara mehatronskog sistema numerički upravljinog struga
- Postavljanje parametara mehatronskog sistema numerički upravljinje glodalice
- Puštanje u rad pokretne trake
- Puštanje u rad i otklanjanje nepravilnog rada pogonskog motora trake za zagrevanje
- Montaža i puštanje u rad jedinice za kontrolu težine
- Montaža i puštanje u rad uređaja za stezanje pri brušenju
- Montaža i puštanje u rad uređaja za dodavanje trakastog materijala.

Preporučene vežbe za blok nastavu:

- Održavanje industrijskog robota (prema upustvu proizvođača)
- Održavanje i postavljanje parametara upravljačkog sistema numerički upravljenih mašina (glodalica, strug, laser, 3D štampač itd.)
- Održavanje mehatronskih uređaja i instalacija (elektropneumatskih, pneumatskih, hidrauličkih, elektrohidrauličkih, elektromotornih pogona).

Nastava u bloku se može realizovati u toku školske godine ili na kraju drugog polugodišta. Raspored realizacije nastave u bloku izrađuje sama škola, u zavisnosti od toga da li je realizuje u školskom kabinetu (radionici) ili preduzeću.

Ukoliko se nastava odvija prema dualnom modelu, onda škola i poslodavac detaljno planiraju i utvrđuju mesto i način realizacije ishoda, i unose ih u plan realizacije učenja kroz rad. Nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje. Aktivnosti učenika u procesu realizacije učenja kroz rad se usklađuju sa aktivnostima prilikom izvođenja teorijske nastave. Nastavnik/ instruktor proverava da li je poslodavac izvršio procenu rizika na radnom mestu na kome rade mladi i da li

je izveo uvodnu obuku mlađih o bezbednosti i zdravlju na radu. Nastava u bloku se realizuje kao učenje kroz rad, u toku školske godine ili pred kraj drugog polugodišta. Plan realizacije blok nastave zajedno izrađuju poslodavac i škola, prema sopstvenim potrebama i mogućnostima.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; pozitivnom odnosu prema opremi; izradu zadatka, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja, praćenje postignutosti ishoda, pomoći drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl.

Učenike treba ospozobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju.

Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i/ili uradi.

Potrebno je osmisliti više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike. Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu formativnog ocenjivanja, rezultata/rešenja problemskog ili projektnog zadatka, praćenjem rada učenika - ostvarivanja ishoda i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

Prilikom izvođenja vežbi posebno obratiti pažnju na: način rada; primenu mera zaštita na radu i preporuka za zaštitu opreme od nepravilnog rukovanja; planiranje vremena kroz smisleno i rutinsko obavljanje radova; pedantnost i preciznost u obavljanju posla; rukovanje računarima i odnosu prema njima; komunikaciju sa saradnicima.

Preporuke za ocenjivanje prilikom realizacije nastave prema dualnom modelu obrazovanja:

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad ima jasnu, otvorenu i blagovremenu komunikaciju sa instrukturima određenih od strane poslodavca u pogledu planiranja nastave, aktivnosti i ishoda, kao i praćenja aktivnosti učenika.

Nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor zajedno utvrđuju kriterijume za formativno praćenje učeničkih postignuća, vrše operacionalizaciju ishoda i planiraju sumativno ocenjivanje. Formativno ocenjivanje je osnovni metod procene dostignutih i ostvarenih ishoda za učenika koji uči kroz rad.

Nastavnik, u saradnji sa instruktorem, sastavlja listu za vrednovanje koju popunjava instruktor.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad i instruktor, na početku školske godine ili na početku teme/modula upoznaju učenike sa kriterijumima formativnog i sumativnog ocenjivanja.

Instruktor prati aktivnosti učenika kod poslodavca, na osnovu utvrđenih kriterijuma i o tome blagovremeno obaveštava nastavnika - koordinatora učenja kroz rad.

Nastavnik koordinator učenja kroz rad formira sumativnu ocenu za svakog učenika na osnovu unapred utvrđenih kriterijuma i u saradnji sa instruktorem, uzimajući u obzir specifičnosti realizacije nastavnog procesa kod poslodavca.

Preporučuje se da učenici, koji se obrazuju prema dualnom modelu, vode dnevnik prakse, u obliku koji preporučuje nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor a u koji unose opis izvršenih radova i svoja zapažanja.

Poželjno je se da se nakon određene celine ili modula organizuju provere savladanosti praktičnih veština kojima bi prisustvovali i nastavnik - koordinator učenja kroz rad i instruktor. Izborom adekvatnih i konkretnih praktičnih zadatka se meri nivo dostignutosti planiranih ishoda veština za izabrani modul ili celinu.

## B2: IZBORNI STRUČNI PROGRAMI

### Naziv programa: ELEKTRIČNI SISTEMI LIFTOVA

#### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| Godišnji fond časova: | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku | Ukupno |
|-----------------------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
| IV                    | 62                |       |                   |                 | 62     |

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje sa osnovnim principima na kojima se zasniva rad liftova i sticanje odgovarajućih znanja iz te oblasti
- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima o električnim sistemima liftova

- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima o savremenim metodama upravljanja liftovima

- Razvijanje osnovnih praktičnih veština u korišćenju tehnike dokumentacije liftova

- Osamostaljivanje učenika u radu i upućivanje na korišćenje stručne literature

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA   | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA   |
|--|--|---|
| Osnovni elementi šeme veze automatskom upravljanju | <ul style="list-style-type: none"> <li>objasni princip povezivanja liftovskog pogona na električnu distributivnu mrežu,</li> <li>navede osnovne komponente komandnog ormana liftovskog pogona</li> <li>prepozna simbole električne opreme na električnoj šemi komandnog ormana</li> <li>objasni namenu i način rada elemenata komandnog ormana liftovskog pogona</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Napajanje električnog pogona lifta, komandni orman lifta.</li> <li>Elektromehaničke brave, kontaktne kutije, tasteri, prekidači, bimetalni zaštitni prekidači, releji, kontaktori (sklopke), vremenski releji, magnetni i indukpcioni prekidači.</li> <li>Električna šema veze releja u samodržaćkom spoju, pogonska blokada, polazna i pogonska blokada, vremenski relej u kolu automatskog upravljanja promena smera obrtanja trifaznog asinhronog motora, zaštita elektromotora od preopterećenja, fazna zaštita, električna šema veze automatskih vrata, nužno osvetljenje.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: napajanje, elementi električne, komandne i zaštitne opreme</p>  |
| Jedinačne i sabirne komande                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>tumači električnu šemu komandovanja malim teretnim liftom</li> <li>prepozna simbole elemenata električne opreme na šemi komandovanja malim teretnim liftom</li> <li>tumači električnu šemu komandovanja hidrauličnim liftom</li> <li>prepozna simbole elemenata električne opreme na električnim šemama komandovanja hidrauličnim liftom</li> <li>objasni osnovni princip sabirne komande na dole</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Električna šema veze malog teretnog lifta sa dve stanice, glavni naponski vod, kola upravljanja i signalizacije.</li> <li>Električna šema veze lifta sa finim pristajanjem sa više od 4 stanice, glavni naponski vod, kolo upravljanja i signalizacije.</li> <li>Električna šema veze hidrauličnog lifta.</li> <li>Lift sa sabirnom komandom na dole (simpleks), električna šema veze kola za regulaciju, prijem komande i šema veze signalizacije za slučaj više od četiri stanice.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: električna šema, signalizacija, sabirna komanda</p>  |
| Savremeni sistemi upravljanja liftovima            | <ul style="list-style-type: none"> <li>objasni osnovnu strukturu upravljačkog sistema savremenih pogona liftova</li> <li>objasni ulogu mikroporocesorskih upravljačkih sistema liftovskih pogona</li> <li>objasni osnovnu namenu frekventnog upravljanja električnim pogonom lifta</li> <li>objasni osnovni princip mikroprocesorskog upravljanja za zadatim transportnim programima</li> <li>objasni osnovni princip mikroprocesorskog upravljanja sa programima sa automatskim prilagođavanjem</li> <li>objasni osnovne principe upravljanja električnim pogonom lifta putem programabilnih logičkih kontrolera</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>osnovni principi savremenih sistema pokretanja i upravljanja liftovima</li> <li>mikroprocesorski upravljači sistemi i frekventno regulisani pogoni liftova</li> <li>osnovni principi mikroprocesorskog upravljanja, sa zadatim transportnim programima, sa programima koji se automatski prilagođavaju</li> <li>savremeni sistemi upravljanja električnim pogonom lifta pomoću programabilnih logičkih kontrolera</li> <li>mogućnosti prerade komandnih ormana starih relenih liftova na sistem upravljanja programabilnim logičkim kontrolerom</li> <li>analiza tehničke dokumentacije savremenog upravljačkog sistema lifta</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: savremeni sistem pokretanja, mikroporocesorski upravljački sistem, frekventna regulacija, transportni program, savremena tehnička dokumentacija</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• navede osnovne mogućnosti prerade starih relejnih liftova na upravljanje pomoću programabilnog logičkog kontrolera</li> <li>• čita električne komandne šeme projektne dokumentacije savremenih upravljačkih sistema električnog pogona lifta</li> </ul>   |
| Analiza električne dokumentacije liftova | <ul style="list-style-type: none"> <li>• spisak osnovnih simbola koji se koriste u tehničkoj dokumentaciji liftova</li> <li>• spisak oznaka osnovnih simbola u tehničkoj dokumentaciji liftova</li> <li>• raspored kontakata na priključnim klemama gravnog razvodnog ormana elektromotornog pogona lifta</li> <li>• električna šema glavnog sistema napajanja</li> <li>• električna šema napajanja pogonskog motora lifta i elektromotora ventilatora</li> <li>• električna šema napajanja releja, kočnica tip "STHAL"</li> <li>• električna šema sigurnosnih krugova i zaštita postrojenja-sabirni sistem</li> <li>• obrazlaže ulogu i namenu pojedinih elemenata, releja, kontakata na električnim šemama</li> <li>• električna šema automatskih vrata lifta</li> <li>• električna šema elektromotornog pogona automatskih vrata</li> <li>• objasni način izvršavanja pojedinih električnih šema lifta</li> <li>• električna šema poziva i komande lifta</li> <li>• tumači moguće kvarove na osnovu električne šeme</li> <li>• električna šema za izbor smera i inspekciona (reviziona) vožnja</li> <li>• proceni koja je vrsta kvara na osnovu pokazatelja</li> <li>• električna šema vremenskih releja za pokretanje i pristajanje</li> <li>• i odgovarajuće električne šeme</li> <li>• električna šema kopirnog uređaja</li> <li>• električna šema alarmi i potvrde prijema komande</li> <li>• električna šema pokazivača položaja kabine</li> <li>• električna šema signalizacije preopterećenja kabine</li> <li>• izjednačavanje potencijala tehničke kućice, voz nog okna</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: tehnička dokumentacija, električna šema, analiza</p> |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja, kao i načinom rada u računarskoj učionici/kabinetu, podeli na grupe i rasporedom realizacije nastave.

Oblici nastave: Teorija

Mesto realizacije nastave:

- Teorijska nastava se realizuje u učionici/specijalizovanom multimedijalnom kabinetu

Preporučeni broj časova po temama:

- Osnovni elementi i šeme veze u automatskom upravljanju 15 časova

- Jedinačne i sabirne komande-principi rada 10 časova

- Savremeni sistemi upravljanja liftovima 10 časova

- Analiza električne dokumentacije liftova: 27 časova

Pri izradi operativnih planova potrebno je definisati dinamiku rada imajući u vidu da je učenje, kao i formiranje stavova i vrednosti, kontinuirani proces i da je rezultat je svih aktivnosti na časovima realizovanih različitim metodskim pristupom, korišćenjem informacija iz različitih izvora, prezentovanim većim broje realnih primera i uz aktivno učešće učenika.

Nastavne sadržaje je neophodno realizovati kroz primere što više situacija iz realnog konteksta, koristeći savremene nastavne metode i sredstva. Treba nastojati da učenici budu osposobljeni za: samostalno rešavanje problemskih situacija; pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (npr. stručne literature, interneta, časopisa, udžbenika, kataloga...); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu sopstvenog znanja i napredovanja; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju uz, kada je to potrebno i odgovarajuću argumentaciju.

Prilikom realizacije nastave istaći važnost poštovanja standarda, pravila i propisa u ovoj oblasti i ukazati na moguće probleme koji se mogu pojavit usled nepoštovanja i ili nepridržavanja istih. Poželjno je nastavu realizovati kroz vežbe u paru, problemske ili projektne zadatke koje su povezane sa realnim kontekstom u kojima učenici rade na različitim delovima zadatka, igraju različite uloge i daju rešenja u zavisnosti od konteksta u kome se nalaze.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; pozitivnom odnosu prema opremi; izradu zadatka, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja; testove praktičnih veština, praćenje postignutosti ishoda, pomoć drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju.

Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i ili uradi. Potrebno je osmisliti više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike.

Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu podataka prikupljenih formativnim ocenjivanjem, rezultata/rešenja problemskog ili projektnog zadatka, usmenih provera znanja, kontrolnih i domaćih zadatka, testova znanja i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

### **Naziv programa: MEHANIČKI SISTEMI LIFTOVA**

#### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| Godišnji fond časova: | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku | Ukupno |
|-----------------------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
| III                   | 68                |       |                   |                 | 70     |

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima o liftovima
- Upoznavanje sa osnovnim propisima o liftovima
- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima o uređajima liftova
- Upoznavanje sa osnovnim pojmovima o mehaničkim proračunima na sistemu lifta
- Osposobljavanje za korišćenje stručne literature i dokumentacije

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                              | ISHODI   | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA  |
|-----------------------------------|--|--|
| Opšti pojmovi propisi o liftovima | <p>i<br/>• objasni šta je lift<br/>• objasni osnovni princip rada<br/>• opiše vozno okno lifta<br/>• navede osnovne elemente mašinske prostorije lifta<br/>• navede najbitnije elektro-mašinske delove lifta<br/>• navede osnovne podele liftova</p> | <p>• definicija i princip rada lifta<br/>• vozno okno lifta i mašinska prostorija lifta, podela liftova<br/>• mesto ugradnje postrojenja<br/>• osnovna kinematska rešenja veze kabine i protivtega sa pogonskom mašinom kod prenosa snage putem trenja<br/>• kinematska rešenja veze kabine i pogonskog uređaja kod hidrauličnih liftova<br/>• propisi o vertikalnom prenosu lica i tereta</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše osnovna kinematska rešenja liftova</li> <li>• navede osnovne propise koji treba da budu ispunjeni u liftovskim pogonima</li> </ul>   | Ključni pojmovi: definicija, vozno okno, mašinska prostorija, ugradnja, kinematsko rešenje, propisi   |
| Uređaji                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni namenu pogonske mašine i opiše osnovne konstrukcione delove u sistemu pokretanja putem trenja</li> <li>• objasni osnovni princip rada pogonske mašine za vuču putem trenja</li> <li>• opiše osnovne elemente pogonskog uređaja hidrauličnog lifta</li> <li>• objasni osnovni princip rada hidrauličnog pogona lifta</li> <li>• objasni namenu i navede osnovne delove kabine lifta</li> <li>• navede osnovna tehnička rešenja vrata lifta</li> <li>• objasni osnovni način upravljanja liftom</li> <li>• opiše osnovna konstrukciona svojstva i zahteve za čelična užad lifta</li> <li>• objasni namenu uređaja za kontrolu opterećenja lifta</li> <li>• navede osnovni način vešanja kabine lifta</li> <li>• objasni ulogu i način rada uređaja za otvaranje i zatvaranje vrata lifta</li> <li>• objasni ulogu i način rada mehanizma za zabravljinjanje</li> <li>• objasni namenu i osnovni princip rada hvatačkog uređaja lifta (urgentna kočnica)</li> <li>• objasni namenu kopir uređaja</li> <li>• objasni ulogu protivtega i opiše način njegovog postavljanja</li> <li>• objasni ulogu graničnika brzine</li> <li>• nabroji osnovne sigurnosne kontakte</li> <li>• navede osnovna sigurnosna kola lifta</li> <li>• prepozna osnovne uređaje u tehničkoj dokumentaciji lifta</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pogonska mašina za vuču putem trenja, sastavni delovi funkcija i opis rada</li> <li>• pogonski uređaji kod hidrauličnih liftova, sastavni delovi uređaja, funkcija i opis rada</li> <li>• kabina lifta i vrata lifta</li> <li>• upravljanje liftom</li> <li>• čelična užad lifta</li> <li>• uređaj za kontrolu opterećenja</li> <li>• vešanje kabine</li> <li>• mehanizam za otvaranje i zatvaranje vrata</li> <li>• mehanizam za zabravljinjanje</li> <li>• hvatački uređaji sa trenutnim, prigušenim i postupnim delovanjem</li> <li>• kopir uređaji</li> <li>• protivteg</li> <li>• graničnici</li> <li>• sigurnosni kontakti i sigurnosna kola lifta, primeri u tehničkoj dokumentaciji lifta</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: uređaj, pogonska mašina, kabina, vrata, uže, mehanizam, urgentna kočnica, sigurnosni kontakt i kolo</p> |
| Analiza osnovnih mehaničkih sistema lifta | <ul style="list-style-type: none"> <li>• odredi redukciju brzina na sistemu elektromotor, reduktor, pogonska užetnjača</li> <li>• izvrši suođenje brzina sa pogonskog vratila užetnjače na pogonsko vratilo elektromotora i obrnuto</li> <li>• izvrši suođenje obrtnih momentata sa pogonskog vratila motora na pogonsko vratilo užetnjače</li> <li>• izračuna brzinu vertikalnog podizanja tereta na osnovu poznate brzine elektromotora i neophodnih veličina u sistemu</li> <li>• izvrši izbor elektromotora na osnovu zadate brzine podizanja tereta i maksimalne</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mehanička analiza brzina, obrtnih momenata i mehaničkih sile na sistemu elektromotor, reduktor, pužni točak i pogonska užetnjača, pomoćna užetnjača, užad, protiv teg, kabina1)</li> <li>• kočni uređaj na pogonskoj mašini-konstrukciona rešenja, sile kočenja</li> <li>• kočnica sa jednom papučom-potrebne sile kočenja</li> <li>• kočnica sa dve papuče-potrebne sile kočenja</li> <li>• tehnički podaci za doboš kočnog kola</li> <li>• tehnički podaci za kočni uređaj sa dve papučice i otkočnim magnetom</li> <li>• proračun pogonske mašine</li> </ul>  |

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| nosivosti kabine | <ul style="list-style-type: none"> <li>• odredi neophodnu silu kočenja kočnice sa jednom papućicom</li> <li>• izračuna neophodni silu kočenja kočnice sa dve papućice</li> <li>• izvrši proračun pogonske mašine</li> <li>• izvrši proračun žičanog užeta</li> <li>• izvrši proračun pogonskog elektromotora</li> <li>• izvrši proračun pužnog reduktora</li> <li>• odredi masu protivtega</li> <li>• odredi masu kompenzacionog užeta</li> <li>• odredi brzinu kretanja kavine</li> <li>• objasni postupak statičkog i dinamičkog ispitivanja liftovskog postrojenja</li> <li>• objasni postupak ispitivanja hvatačkog uređaja</li> <li>• objasni postupak ispitivanja uređaja za kontrolu opterećenja</li> <li>• navede osnovne mogućnosti koje pružaju savremeni softverski alati za mehaniku sistema liftova</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• tehnički uslovi</li> <li>• maksimalan pritisak na užetnjači</li> <li>• proračun žičanog užeta</li> <li>• proračun pogonskog elektromotora</li> <li>• proračun vučnog elektromotora</li> <li>• proračun pužnog reduktora</li> <li>• proračun kočnice</li> <li>• određivanje mase protivtega</li> <li>• određivanje mase kompenzacionog užeta</li> <li>• određivanje brzine kretanja kabine</li> <li>• postupak statičkog i dinamičkog ispitivanja liftovskog postrojenja</li> <li>• postupak ispitivanja hvatačkog uređaja</li> <li>• postupak ispitivanja uređaja za kontrolu opterećenja</li> <li>• primena savremenih softverskih alata za mehaničke sisteme liftova2)</li> </ul> |
|                  |   | Ključni pojmovi: mehanički sistem, analiza, pogonski motor, reduktor, užetnjača, sila, moment, brzina, proračun  |

**Napomena:**

1) analizu mehaničkog sistema lifta uraditi za dve tipične konfiguracije, prvi sistem: pogonska užetnjača, pomoćna užetnjača, uže, kabina, kontra teg spojen direktno na uže; drugi sistem: pogonska užetnjača, pomoćna užetnjača, uže, kabina, kontra teg sa koturačom.

2) softverske alate liftova uraditi multimedijalno, uz demonstraciju osnovnih mogućnosti softverskog alata (npr:DigiPara® Liftdesigner Basic, ili sličan).

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja, kao i načinom rada u računarskoj učionici/kabinetu, podeli na grupe i rasporedom realizacije nastave.

Oblici nastave: Teorija

Mesto realizacije nastave:

- Teorijska nastava se realizuje u učionici/specijalizovanom multimedijalnom kabinetu

Preporučeni broj časova po temama:

- Opšti pojmovi i propisi o liftovima 10 časova

- Uređaji 25 časova

- Analiza osnovnih mehaničkih sistema lifta: 33 čas

Pri izradi operativnih planova potrebno je definisati dinamiku rada imajući u vidu da je učenje, kao i formiranje stavova i vrednosti, kontinuirani proces i da je rezultat je svih aktivnosti na časovima realizovanih različitim metodskim pristupom, korišćenjem informacija iz različitih izvora, prezentovanim većim broje realnih primera i uz aktivno učeće učenika.

Nastavne sadržaje je neophodno realizovati kroz primere što više situacija iz realnog konteksta, koristeći savremene nastavne metode i sredstva. Treba nastojati da učenici budu osposobljeni za: samostalno rešavanje problemskih situacija; pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (npr. stručne literature, interneta, časopisa, udžbenika, kataloga...); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu sopstvenog znanja i napredovanja; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju uz, kada je to potrebno i odgovarajuću argumentaciju.

Prilikom realizacije nastave istaći važnost poštovanja standarda, pravila i propisa u ovoj oblasti i ukazati na moguće probleme koji se mogu pojavit usled nepoštovanja i/ili nepridržavanja istih. Poželjno je nastavu realizovati kroz vežbe u paru, problemske ili projektne zadatke koje su povezane sa realnim kontekstom u kojima učenici rade na različitim delovima zadatka, igraju različite uloge i daju rešenja u zavisnosti od konteksta u kome se nalaze.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; pozitivnom odnosu prema opremi; izradu zadataka, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja; testove praktičnih veština, praćenje postignutosti ishoda, pomoći drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju.

Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i/ili uradi. Potrebno je osmisliti više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike.

Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu podataka prikupljenih formativnim ocenjivanjem, rezultata/rešenja problemskog ili projektnog zadatka, usmenih provera znanja, kontrolnih i domaćih zadataka, testova znanja i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

### Naziv programa: ROBOTIKA

#### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED     | NASTAVA           |       |                   | UKUPNO          |
|------------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|
|            | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |
| III ili IV | 68 ili 62         |       |                   | 68 ili 62       |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa strukturom robota
- Osposobljavanje učenika za primenu znanja iz tehničke mehanike sa mehanizmima u oblasti robotike
- Osposobljavanje učenika za primenu znanja iz električnih pogona i opreme u mehatronici u oblasti robotike
- Upoznavanje učenika sa upravljanjem robotima
- Osposobljavanje učenika za primenu znanja iz sistema upravljanja u oblasti robotike
- Upoznavanje učenika sa senzorskim sistemima robota
- Upoznavanje učenika sa veštačkom inteligencijom i njenom vezom sa robotikom
- Upoznavanje učenika sa izvršnim uređajima industrijskih robotova
- Razvijanje svesti o mestu robota u mehatronskim sistemima

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                          | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju<br>da:  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI<br>SADRŽAJA  |
|-------------------------------|---|---|
| Funkcionalna struktura robota | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni pojam robota i definiše robot</li> <li>• napravi razliku između generacija robota i izvrši podelu robotskih sistema</li> <li>• objasni funkcionalnu strukturu robota</li> <li>• razlikuje podsisteme robota i objasni njihovu ulogu</li> <li>• utvrdi broj stepeni slobode robota</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam i razvoj robota</li> <li>• Funkcionalna struktura robota: osnovni podsistemi robota, uloga i vrste: <ul style="list-style-type: none"> <li>- kinematski podsistem</li> <li>- pogonski podsistem</li> <li>- merni i senzorski podsistem</li> </ul> </li> <li>• Kinematska određenost, broj stepeni slobode</li> </ul> |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opiše radni prostor robota i načine orientacije</li> <li>• objasni funkciju izvršnih organa raznih tipova robota</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radni prostor, pozicija i orientacija</li> <li>• Izvršni organi, hvataljke i alati</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: robot, struktura robota</p>   |
| Kinematika i dinamika robota                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• utvrdi koordinatni sistem robota</li> <li>• objasni moguće transformacije koordinatnog sistema robota</li> <li>• navede elemente kinematskog lanca i razlikuje zatvorene i otvorene lance</li> <li>• navede tipove strukture industrijskih robota i navede primere njihove primene</li> <li>• definiše direktni i inverzni kinematski problem</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatni sistem i transformacije</li> <li>• Kinematski lanci</li> <li>• Minimalna konfiguracija robota</li> <li>• Tipovi strukture industrijskih robota: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pravougaona</li> <li>- cilindrična</li> <li>- sferna</li> <li>- rotacijska</li> </ul> </li> <li>- SCARA (eng. Selective Compliance Articulated Robot Arm)</li> <li>• Direktni i inverzni kinematski problem</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: kinematski problem robota</p> |
| Pogonski sistemi i merni sistemi kod robota | <ul style="list-style-type: none"> <li>• razlikuje pogone robota i njihovu namenu</li> <li>• navede osnovne karakteristike pojedinih tipova pogona</li> <li>• komparira prednosti i nedostatke različitih pogonskih sistema robota</li> <li>• navede tipične primere ugradnje pogona</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrste pogona sa njegovim tipovima: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pneumatski i hidraulični motori robota</li> <li>- električni motori robota (motori jednosmerne struje, motori naizmenične struje, koračni motori)</li> <li>- elektrohidraulični servomotori</li> </ul> </li> <li>• Tipični primeri ugradnje pogona</li> <li>• Struktura jedne ose robota</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: pogonski sistemi robota</p>   |
| Upravljanje robotima                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni funkciju upravljačkog sistema robota</li> <li>• objasni različite vrste upravljanja robotima</li> <li>• uporedi različite vrste upravljanja robotima</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura upravljačkog sistema robota</li> <li>• Osnovni elementi savremenih upravljačkih sistema</li> <li>• Sekvencijalno upravljanje robotima</li> <li>• Servoupravljanje robotima, tačka po tačka i konturama</li> <li>• Adaptivno upravljanje robotima</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: upravljački sistem robota</p>   |
| Senzorski sistemi kod robota                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni funkciju senzorskog sistema robota</li> <li>• navede tipove senzora kod robota</li> <li>• razlikuje namenu senzora kod robota</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uloga i značaj senzorskog sistema</li> <li>• Taktilni senzori, senzori sile i momenta</li> <li>• Bezkontaktni senzori i senzori za merenje udaljenosti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- optički</li> <li>- ultrazvučni</li> <li>- laserski</li> </ul> </li> </ul> <p>Ključni pojmovi: senzorski sistem robota</p>  |
| Robotika i veštacka inteligencija           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni pojam veštacke inteligencije</li> <li>• objasni primenu robotike u veštackoj inteligenciji</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam veštacke inteligencije, ciljevi istraživanja u oblasti veštacke inteligencije <ul style="list-style-type: none"> <li>- pojam, vrste, namena, karakteristike</li> </ul> </li> <li>• Metode i tehnike u veštackoj inteligenciji</li> </ul>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>navede metode i tehnike u veštačkoj inteligenciji</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planiranje zadataka modeliranja:</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- problem planiranja putanje</li> <li>- planiranje hvatanja - uzimanja</li> <li>- planiranje finog kretanja</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: veštačka inteligencija</p>   |
| Izvršni uređaji (end efektori) kod industrijskih robota | <ul style="list-style-type: none"> <li>navede tipove izvršnih uređaja industrijskog robota</li> <li>objasni funkciju izvršnog uređaja industrijskog robota</li> <li>izvrši analizu objekta i izbor izvršnog uređaja</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipovi izvršnih uređaja - hvatači, alati</li> <li>Mehanički hvatači - tipovi, pogon, upravljanje, senzor</li> <li>Analiza objekta</li> <li>Pasivna i aktivna prilagodljivost</li> <li>Pneumatski i magnetni hvatači</li> <li>Automatska izmeljivost izvršnog člana</li> <li>Izbor izvršnog člana</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: hvatači, izvršni članovi</p> |
| Primena robota  | <ul style="list-style-type: none"> <li>razlikuje osnovne primene robota u mehatronskim sistemima</li> <li>objasni pojam fleksibilnih tehnoloških ćelija</li> <li>navede strukture ćelija sa robotima</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Primena robota za transfer materijala i opsluživanje mašina</li> <li>Primena robota u procesnim operacijama</li> <li>Robotizovana montaža</li> <li>Roboti u fleksibilnim tehnološkim ćelijama</li> <li>Strukture ćelija sa robotima</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: primena robota</p>  |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinima ocenjivanja. Nastavu ovog predmeta realizovati pored učionice i u kabinetu ili specijalizovanoj učionici opremljenoj odgovarajućim nastavnim sredstvima (robotska ruka). Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Funkcionalna struktura robota (3/2 časova)
- Kinematika i dinamika robota (9/8 časova)
- Pogonski sistemi i merni sistemi kod robota (12/10 časova)
- Upravljanje robotima (10/8 časova)
- Senzorski sistemi kod robota (12 časova)
- Robotika i veštačka inteligencija (6 časova)
- Izvršni uređaji (end efektori) kod industrijskih robota (8 časova)
- Primena robota (8 časova)

Izučavanjem ovog predmeta daje se mogućnost učenicima da upoznaju robotizaciju savremene industrijske proizvodnje. Izučavanjem ovog gradiva učenici treba da upoznaju funkcionalnu strukturu robota i međusobnu povezanost elemenata strukture u funkcionalnu celinu, prenos kretanja i opterećenja mehanizama robota tokom posluživanja proizvodnih sistema, upravljanjem robotima tokom radu i programiranje rada robota za određene tehnološke procese. Osnovna karakteristika ovog predmeta je njegova interdisciplinarnost, što zahteva uvećani napor profesora u pripremi nastave i učenika za razumevanje i usvajanjem obređenih pojmova, jer je potrebno povezati materiju iz više nastavnih oblasti.

Pri obradi teme Kinematika i dinamika robota oslanjati se na znanja koja su učenici stekli izučavanjem predmeta Tehnička mehanika sa mehanizmima.

Za realizovanje teme Pogonski sistemi merni sistemi robota treba koristiti znanja koja su učenici stekli u predmetu Električni pogoni i oprema u mehatronici (električni motori), kao i znanja iz predmeta Hidraulične i pneumatske komponente (pneumatski i hidraulični motori). Nastavnik treba da proceni nivo stečenih znanja učenika iz ovih predmeta, nadograđi ova znanja i prilagodi robotici.

U temi Upravljanje robotima, oslanjati se na znanja koja su učenici stekli u predmetu Sistemi upravljanja.

S obzirom da su se učenici susretali sa pojmom senzora u drugim stručnim predmetima, nastavnik treba da proceni nivo stečenih znanja iz senzora, nadogradi ih i izvrši njihov transfer u domen robotike.

U temi Robotika i veštačka inteligencija, učenici treba da shvate pojam veštačke inteligencije i njen značaj u tehnici u tehnologiji, kao i perspektive razvoja.

Pri realizaciji teme Izvršni uređaji robota, primenjivati znanja koja su učenici stekli u predmetu Tehnička mehanika sa mehanizmima i mašinski elementi.

U temi Primena robota, navesti što više primera iz prakse.

S obzirom da je predmet teorijski, učenike treba animirati primenom savremenih nastavnih sredstava (pametne table, internet, video bim, robotska ruka...). Poželjno je da se u okviru svake teme koriste zanimljivi video zapisi (princip rada motora, princip rada i primena senzora, veštačka inteligencija...).

Imajući u vidu širinu pojedinih tema koje treba svesti na nekoliko časova (pogonski sistemi, senzori, primena robota...), preporučljivo je učenicima dati domaći zadatak u vidu prezentacije (nekoliko učenika da obradi temu ili deo teme koju daje nastavnik ili po izboru učenika u zavisnosti od njihovog interesovanja) koju će prezentovati u toku nastave.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba osposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju.

Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije, a ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju zadataka predmeta, kao i napredak drugih učenika uz odgovarajuću argumentaciju.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih ili pismenih radova, testova, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika. Pored toga, učenicima dozvoliti da daju svoje mišljenje o radovima drugova, argumentuju dobre i loše strane radova, predlože izmene (šta bi promenili, šta im se svidelo...).

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje.

### Naziv programa: TEHNOLOGIJA OBRADE

#### 1. OSTVARIVANJA OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| RAZRED     | NASTAVA           |       |                   |                 | UKUPNO    |
|------------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|-----------|
|            | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku |           |
| III ili IV | 68 ili 62         |       |                   |                 | 68 ili 62 |

Napomena: u tabeli je prikazan godišnji fond časova za svaki oblik rada

#### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje učenika sa tehnologijom mašinogradnje
- Upoznavanje učenika sa obradnim sistemima i procesima obrade
- Upoznavanje učenika sa postupkom obrade rezanjem
- Upoznavanje učenika sa postupkom oblikovanja deformisanjem
- Upoznavanje učenika sa postupkom izrade delova od lima
- Upoznavanje učenika sa postupcima livenja

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA | ISHODI  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA |
|------|---|---|
|      | Po završetku teme učenik će biti u stanju da: |   |

|                             |  |  |
|-----------------------------|--|--|
| Uvod u tehnologiju obrade   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni pojam tehnologije</li> <li>• objasni pojam sistema</li> <li>• objasni pojam obradnog sistema</li> <li>• navede razlike između pripremka, obradka, izradka, gotovog dela</li> <li>• objasni pojam procesa u metaloprerađivačkoj industriji</li> <li>• navede vrstu procesa u metaloprerađivačkoj industriji i njihove karakteristike</li> <li>• navede podelu metoda obrade</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam tehnologije</li> <li>• Sistemi u mašinogradnji: poslovni, proizvodni, tehnološki, obradni</li> <li>• Pripremak, obradak, izradak, gotov deo</li> <li>• Procesi u metaloprerađivačkoj industriji: proizvodni, tehnološki i obradni proces</li> <li>• Klasifikacija postupaka oblikovanja i obrade</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: tehnologija, pripremak, obradak, izradak</p>  |
| Tehnologija obrade rezanjem | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni metode formiranja površine pri obradi rezanjem</li> <li>• objasni način formiranja strugotine i njene vrste</li> <li>• navede sile i temperature rezanja</li> <li>• objasni ulogu sredstava za hlađenje i podmazivanje</li> <li>• objasni osnovne karakteristike obrade odsecanjem, struganjem, rendisanjem, provlačenjem, glodanjem, bušenjem, brušenjem i glačanjem</li> <li>• navede elemente režima obrade rezanjem</li> <li>• objasni kretanja na univerzalnim mašinama alatkama pri procesu formiranja strugotine</li> <li>• navede vrste alata</li> <li>• opiše geometriju alata</li> <li>• navede vrste pomoćnih pribora</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode formiranja površine pri obradi rezanjem</li> <li>• Proces nastajanja strugotine</li> <li>• Vrste strugotine</li> <li>• Sile i temperature rezanja</li> <li>• Sredstva za hlađenje i podmazivanje</li> <li>• Obrada odsecanjem, struganjem, rendisanjem, provlačenjem, glodanjem, bušenjem, brušenjem i glačanjem</li> <li>• Elementi režima obrade</li> <li>• Vrste kretanja na univerzalnim mašinama alatkama u cilju formiranja strugotine</li> <li>• Vrste alata i njihova geometrija</li> <li>• Materijali reznih alata</li> <li>• Vrste pomoćnih pribora</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: strugotina, režim obrade, rezni alati</p> |
| Oblikovanje deformisanjem   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni osnovne karakteristike obrade deformisanjem</li> <li>• objasni razlike između elastičnih i plastičnih deformacija</li> <li>• objasni definiciju napona i podelu</li> <li>• objasni dijagram zavisnosti napon-deformacija</li> <li>• navede vrste peći za zagrevanje</li> <li>• objasni slobodno kovanje</li> <li>• objasni kovanje u kalupima, vrste kalupa</li> <li>• navede razlike između kovanja na čekićima i presovanja</li> <li>• navede vrste čekića i presa</li> <li>• objasni obradu istiskivanjem</li> <li>• objasni obradu valjanjem</li> <li>• objani izradu šavnih cevi</li> <li>• objasni izradu bešavnih cevi</li> <li>• objasni obradu vučenjem: izrada žica i cevi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karakteristike obrade deformisanjem</li> <li>• Pojam i vrsta deformacija i napona</li> <li>• Oblast elastičnosti i plastičnosti</li> <li>• Obrada u hladnom i topлом stanju</li> <li>• Peći za zagrevanje</li> <li>• Obrada sabijanjem: kovanje i presovanje</li> <li>• Slobodno kovanje</li> <li>• Kovanje u kalupima</li> <li>• Kovanje valjanjem</li> <li>• Mašine za kovanje i presovanje: čekići, prese</li> <li>• Obrada istiskivanjem</li> <li>• Obrada valjanjem</li> <li>• Izrada cevi</li> <li>• Obrada vučenjem (izvlačenjem)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: plastično deformisanje, mašine i alati</p>                            |
| Izrada delova od lima       | • Navede osnovne karakteristike postupaka izrade delova od lima  | • Karakteristike postupaka izrade delova od lima   |

|         |  |  |
|---------|--|--|
|         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Navede podelu postupaka oblikovanja pri izradi delova od lima</li> <li>• Navede postupke obrade odvajanjem</li> <li>• Objasni postupak odsecanja</li> <li>• Navede oblike noževa na mašinskim makazama</li> <li>• Objasni razlike između probijanja i prosecanja</li> <li>• Navede tipove alata za probijanje i prosecanje i njihove delove</li> <li>• Objasni osnovne karakteristike i vrste savijanja</li> <li>• Objasni ugaono savijanje</li> <li>• Objasni kružno savijanje</li> <li>• Objasni osnovne karakteristike obrade izvlačenjem</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obrada odvajanjem</li> <li>• Odsecanje</li> <li>• Probijanje i prosecanje</li> <li>• Alati i mašine za probijanje i prosecanje</li> <li>• Obrada savijanjem</li> <li>• Ugaono (fazonsko) savijanje</li> <li>• Kružno savijanje</li> <li>• Obrada izvlačenjem</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: lim, obrada lima</p>  |
| Livenje | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasni postupak livenja, osnovne pojmove</li> <li>• Navede materijale za livenje</li> <li>• Objasni izradu peščanih kalupa i jezgara</li> <li>• Navede livačke alate i pribor</li> <li>• Objasni ručnu i mašinsku izradu kalupa</li> <li>• Objasni postupke livenja</li> <li>• Objasni završne radove pri livenju</li> <li>• Navede operacije kontrole odlivaka</li> <li>• Navede moguće greške na odlivcima</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni pojmovi o livenju</li> <li>• Svojstva materijala za livenje</li> <li>• Postupci livenja</li> <li>• Peščani kalupi, jezgra</li> <li>• Livački alati i pribor</li> <li>• Ručna i mašinska izrada kalupa</li> <li>• Ulivni sistemi</li> <li>• Gravitaciono livenje</li> <li>• Livenje u metalnim kalupima</li> <li>• Livenje pod pritiskom</li> <li>• Centrifugalno livenje</li> <li>• Precizno livenje</li> <li>• Livenje u školjkastim kalupima</li> <li>• Neprekidno livenje</li> <li>• Livenje u vakuumu</li> <li>• Završni radovi pri livenju</li> <li>• Kontrola i greške na odlivcima</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: materijal za livenje, kalupi, jezgra, postupci livenja</p> |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na početku svake teme učenike upoznati sa ciljevima i ishodima, planom rada i načinima ocenjivanja. Teorijska nastava predmeta se realizuje u učionici pri čemu se odeljenje ne deli na grupe.

Preporučeni broj časova po temama je sledeći:

- Uvod u tehnologiju obrade (4 časa)
- Tehnologija obrade rezanjem (28/24 časova)
- Oblikovanje deformisanjem (18/16 časova)
- Izrada delova od lima (6 časa)
- Livenje (12 časova)

Prilikom realizacije tema osloniti se na predznanja učenika iz tehnike i tehnologije, a u korelaciji sa ekologijom i zaštitom životne sredine, mašinskim materijalima i elektro-mašinskom pripremom. Izbor metoda i oblika rada za svaku temu određuje nastavnik u zavisnosti od nastavnih sadržaja, sposobnosti i potreba učenika, materijalnih i drugih uslova. Koristiti verbalne metode (metoda usmenog izlaganja i dijaloška metoda), metode demonstracije, tekstualno-ilustrativne metode. Predloženi oblici rada su frontalni, rad u grupi, rad u paru, individualni rad.

Sadržaje programa je neophodno realizovati savremenim nastavnim metodama i sredstvima. U okviru svake programske celine, učenike treba osposobljavati za: samostalno pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (stručna literatura, internet, časopisi, udžbenici); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

U nastavi orientisanoj ka dostizanju ishoda prate se i vrednuju proces nastave i učenja, postignuća učenika (produkti učenja) i sopstveni rad. Nastavnik treba kontinuirano da prati napredak učenika, koji se ogleda u načinu na koji učenici participiraju, kako prikupljaju podatke, kako argumentuju, evaluiraju, dokumentuju itd. Da bi vrednovanje bilo objektivno i u funkciji učenja, potrebno je uskladiti nivoe ishoda i načine ocenjivanja.

Sumativno ocenjivanje je vrednovanje postignuća učenika na kraju svake realizovane teme. Sumativne ocene se dobijaju iz kontrolnih ili pismenih radova, testova, usmenog ispitivanja, samostalnih ili grupnih radova učenika.

U formativnom vrednovanju nastavnik bi trebalo da promoviše grupni dijalog, da koristi pitanja da bi generisao podatke iz đačkih ideja, ali i da pomogne razvoj đačkih ideja, daje učenicima povratne informacije, a povratne informacije dobijene od učenika koristi da prilagodi podučavanje, ohrabruje učenike da ocenjuju kvalitet svog rada. Izbor instrumenta za formativno vrednovanje zavisi od vrste aktivnosti koja se vrednuje. Vrednovanje ostvarenih ishoda vršiti kroz: usmenu proveru znanja, pisane provere, kontinuirano praćenje dostignutih ishoda i nivoa postignutih kompetencija.

Praćenje napredovanja učenika se odvija na svakom času, svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije, a ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju zadataka predmeta, kao i napredak drugih učenika uz odgovarajuću argumentaciju.

## Naziv programa: VEŠTAČKA INTELIGENCIJA

### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| Razred     | Teorijska nastava | Vežbe     | Praktična nastava | Nastava u bloku | Ukupno    |
|------------|-------------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|
| III ili IV |                   | 68 ili 62 |                   |                 | 68 ili 62 |

### 2. CILJEVI UČENJA:

- Upoznavanje sa osnovama veštačke inteligencije i mašinskog učenja.
- Osposobljavanje za primenu veštačke inteligencije kroz interaktivan način, studije slučaja i projektu nastavu.
- Razvijanje veština kao što su tehnika rešavanja problema i otklanjanja grešaka, kritičko razmišljanje, logičko zaključivanje i kreativnost.

### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA                          | ISHODI<br>Po završetku teme učenik će biti u stanju da:  | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA   |
|-------------------------------|--|---|
| Uvod u veštačku inteligenciju | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni pojam veštačke inteligencije;</li> <li>• identificuje ključne događaje koji su uticali na razvoj veštačke inteligencije;</li> <li>• objasni ulogu mašinskog učenja u oblasti veštačke inteligencije;</li> <li>• ilustruje mogućnosti primene veštačke inteligencije na primerima iz svakodnevnog života;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam veštačke inteligencije</li> <li>• Inteligentne formalizovane metodologije (veštačke neuronske mreže, Fuzzy logički sistemi, genetički algoritmi, ekspertni sistemi, itd.)</li> <li>• Istorija razvoja veštačke inteligencije</li> <li>• Predstavljanje znanja, razumevanje govornih jezika</li> <li>• UČENJE - inteligentni roboti i tehnološko prepoznavanje okruženja, planiranje - rešavanje problema, donošenje odluka - zaključivanje, istraživanje okruženja - autonomnost mobilnih robota</li> <li>• SISTEMI PREPOZNAVANJA lica, govora i teksta - posebno: kamera i analiza digitalne slike objekata</li> <li>• Uloga mašinskog učenja u oblasti veštačke inteligencije</li> </ul> |

|                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
|                                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intuitivni primeri za ilustraciju primene tehnika veštačke inteligencije</li> <li>• Studija slučaja - praktični primeri upotrebe veštačke inteligencije u svakodnevnom životu (pametni kućni uređaji, medicinska dijagnostika i zdravstvena zaštita, mape i aplikacije za planiranje putanje, internet pretraživači, elektronska plaćanja, bezbednost i nadzor, bankarstvo i finansije)</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: tehnike veštačke inteligencije, mašinsko učenje, softver, odlučivanje, sistemi prepoznavanja - kamera i analiza digitalne slike</p>  |
| Mašinsko učenje i rad sa podacima | <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje osnovne pristupe i apstraktne modele mašinskog učenja;</li> <li>• razlikuje vidove i osnovne probleme mašinskog učenja;</li> <li>• imenuje softverske alate i aplikacije koji mogu da se koriste za mašinsko učenje;</li> <li>• opisuje osnovne tehnike istraživanja skupova podataka relevantnih za mašinsko učenje;</li> <li>• opisuje osnovne tehnike za prikupljanje i klasifikaciju skupova podataka;</li> <li>• navede i objasni princip rada osnovnih algoritama mašinskog učenja;</li> <li>• objasni značaj korišćenja i vizuelizacije rezultata mašinskog učenja;</li> <li>• objasni primenu mašinskog učenja na primeru studije slučaja sistema preporuka (recommendation systems);</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kako mašine - inteligentni roboti uče?</li> <li>• Pojam, primena i značaj mašinskog učenja</li> <li>• Prilagođavanje relevantnih podataka za mašinsko učenje (priključivanje, klasifikacija i organizacija podataka)</li> <li>• Algoritmi mašinskog učenja</li> <li>• Tumačenje rezultata mašinskog učenja</li> <li>• Poboljšanje i vizuelizacija rezultata mašinskog učenja</li> <li>• Studija slučaja - Kako Amazon i Netflix koriste sisteme preporuka (recommendation systems)?</li> <li>• Studija slučaja - Kako funkcionišu napredni web pretraživači poput Google-a?</li> <li>• Studija slučaja - Kako Siri i Alexa prepoznaju govor?</li> <li>• Studija slučaja - Kako funkcionišu autonomna vozila kompanije Tesla?</li> <li>• Studija slučaja - Kako izgleda proces strateškog odlučivanja u igrama kao što su šah ili go?</li> <li>• Studija slučaja - Kako virtualni asistenti (engl. chatbot) odgovaraju na pitanja?</li> <li>• Studija slučaja - Kako funkcionišu aplikacije za automatsko prevođenje teksta u realnom vremenu?</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: model mašinskog učenja, intelligentni robot, algoritam učenja, skupovi podataka, reprezentativni uzorak relevantnih podataka</p> |
| Veštačke neuronske mreže          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni pojam adaptivnog procesiranja informacija inteligentnih sistema na primeru veštačkih neuronskih mreža;</li> <li>• opisuje način rada veštačkih neuronskih mreža;</li> <li>• navede osnovna svojstva i vrste arhitektura veštačkih neuronskih mreža;</li> <li>• ilustruje primenu veštačkih neuronskih mreža na primeru edukacionog mobilnog robota - npr. LEGO robota;</li> <li>• primjenjuje veštačke neuronske mreže u procesu funkcionalne aproksimacije - generalizacije, klasifikacije i predikcije korišćenjem skupova reprezentativnih uzoraka relevantnih podataka za mašinsko učenje;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojam i definicija veštačke neuronske mreže (VNM)</li> <li>• Osnovna svojstva, osnovne i dodatne komponente VNM, neuron-procesirajući element, funkcionalnost neurona, veličina VNM, topologija VNM, arhitekture i algoritmi obučavanja veštačkih neuronskih mreža, težinski odnosi</li> <li>• Veštačke neuronske mreže: kako rade?</li> <li>• Studija slučaja - Kako intelligentni sistemi (roboti, vozila, dronovi) uče koristeći veštačke neuronske mreže?</li> <li>• PROJEKAT: Modeliranje i simulacija rada osnovnih vrsta veštačkih neuronskih mreža poput perceptron, backpropagation i ART-1 neuronskih mreža.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: adaptivno procesiranje informacija, arhitektura veštačke neuronske mreže, neuron-osnovni procesirajući element VNM, aktivacione funkcije neurona, algoritam obučavanja, težinski odnosi između neurona, konvergencija greške učenja-globalni i lokalni minimum, primena VNM</p>   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>Generisanje modela veštačke inteligencije</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prepozna problem iz svakodnevnog života u domenu odlučivanja i poveže mogućnost njegovog rešavanja sa primenom odgovarajuće tehnike veštačke inteligencije, prevashodno veštačkih neuronskih mreža;</li> <li>• prikuplja reprezentativne uzorke relevantnih podataka potrebnih za građenje modela;</li> <li>• priprema relevantne podatke i generiše model;</li> <li>• testira relevantne podatke i tumači rezultate mašinskog učenja;</li> <li>• oceni kvalitet izgrađenog modela mašinskog učenja;</li> <li>• koristi sistem veštačke inteligencije za prepoznavanje lica;</li> <li>• koristi sistem veštačke inteligencije za prepoznavanje govora;</li> <li>• koristi sistem veštačke inteligencije za prepoznavanje teksta;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturiranje problema u domenu odlučivanja</li> <li>• Prikupljanje relevantnih podataka, vizualizacija i razumevanje (Da li je uzorak dovoljno reprezentativan? Šta nedostaje? Šta je zanimljivo?)</li> <li>• Građenje modela <ul style="list-style-type: none"> <li>- priprema reprezentativnih uzoraka relevantnih podataka</li> <li>- generisanje i obučavanje modela</li> <li>- testiranje modela na reprezentativnom uzorku relevantnih podataka</li> <li>- tumačenje i verifikacija rezultata obučavanja i podešavanje parametra učenja</li> <li>- minimizacija greške mašinskog učenja uvođenjem novih relevantnih podataka i dopunsko obučavanje kroz podešavanje težinskih odnosa između neurona</li> </ul> </li> <li>• Razumevanje rezultata primene tehnika veštačke inteligencije kod intelligentnih sistema prepoznavanja</li> <li>• PROJEKAT: Razumevanje rada sistema za prepoznavanje lica</li> <li>• PROJEKAT: Razumevanje rada sistema za prepoznavanje govora (modifikacija ključnih parametara u okviru ostvarenog virtuelnog asistenta koji prepoznaće govorne komande)</li> <li>• PROJEKAT: Razumevanje funkcionalnosti sistema za prepoznavanje teksta - prepoznavanje slova-karaktera</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: modeliranje procesa odlučivanja, uloga i značaj reprezentativnog uzorka, proces obučavanja, testiranje, verifikacija, konvergencija greške učenja, sistemi prepoznavanja lica, govora i teksta</p> |
|--|---|--|

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA I OCENJIVANJE

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja. Nastava će se realizovati kroz časove vežbi. Na prvim časovima diskutujete sa učenicima o pojmu, značaju i mogućnostima primene tehnika veštačke inteligencije u različitim oblastima.

Oblici nastave: Vežbe

Mesto realizacije nastave: Svi časovi realizuju se u računarskom kabinetu.

Preporučeni broj časova po temama:

Tema 1: 4 časa

Tema 2: 16/14 časova

Tema 3: 24/22 časova

Tema 4: 24/22 časova

Na časovima se zadržati na nivoima znanja definisanim glagolima koji su na nivou znanja i razumevanja. Kako je učenicima trećeg razreda ovo prvi izborni predmet iz oblasti veštačke inteligencije, sadržaje je potrebno prilagoditi njihovom uzrastu. Sadržaje upotpuniti primerima i situacijama iz svakodnevnog života. Učenicima predstaviti značaj razvoja računarskih sistema i resursa, prevashodno mikroprocesora, koji su doprineli mogućnosti ostvarivanja obimnih paralelizovanih numeričkih izračunavanja koje zahteva mašinsko učenje u okviru veštačke inteligencije.

Za časove teme Uvod u veštačku inteligenciju potrebno je dati široko prihvaćene definicije veštačke inteligencije. Predstaviti istoriju razvoja veštačke inteligencije počevši od prvog modela veštačkog neurona i prvih veštačkih neuronskih mreža, preko pristupa zasnovanih na logici, ekspertnih sistema zasnovanih na znanju, do najnovijih pristupa zasnovanih na dubokom učenju. Putem slika i video sadržaja predstaviti učenicima karakteristične primere sistema zasnovanih na primeni tehnika veštačke inteligencije, kao što su ELIZA (program koji je korišćen za obradu priridnog jezika), Deep Blue (prvi ekspertni sistem implementiran na IBM superkompjuteru koji je pobedio svetskog prvaka u šahu Garija Kasparova), DARPA Grand Challenge

(takmičenje inicirano u cilju podsticanja razvoja tehnologija potrebnih za stvaranje potpuno autonomnih vozila), Deep Mind's Alpha Go (Guglov program Alfago baziran na dubokom učenju ojačavanjem pobedio je evropskog, a zatim i svetskog šampiona, profesionalnog go igrača Li Sedola - velemajstora u drevnoj kineskoj igri go). Osvrnuti se i na discipline značajne za razvoj veštačke inteligencije. Motivisati učenike da aktivno učestvuju i analiziraju primere upotrebe veštačke inteligencije u svakodnevnom životu.

Za časove teme Veštačke neuronske mreže potrebno je predstaviti koncept veštačkih neuronskih mreža, uz definicije i objašnjenje osnovnih pojmova. Osvrnuti se na generalnu arhitekturu veštačkih neuronskih mreža i pojasniti osnovne elemente: neuron - procesirajući element veštačke neuronske mreže, aktivacione funkcije, algoritmi učenja. Ilustrovati primenu na primerima funkcionalne aproksimacije, predikcije i klasifikacije podataka. Upoznati učenike sa izabranim modelima veštačkih neuronskih mreža: perceptron, BP (engl. back propagation) i ART - 1 neuronska mreža. Perceptron: arhitektura, algoritam učenja perceptronu, primeri klasifikacije podataka. BP neuronska mreža: arhitektura, algoritam učenja BP neuronske mreže, primeri primene. ART - 1 neuronska mreža: arhitektura, algoritam učenja, primeri primene. Simuliranje rada izabranih modela u odgovarajućim programskim jezicima i okruženjima (Python, Matlab Neural Network Toolbox).

Za časove teme Generisanje modela veštačke inteligencije - PROJEKAT: Razumevanje rada sistema za prepoznavanje lica, moguće je testirati već razvijena softverska rešenja kao što su facenet (<https://github.com/davidsandberg/facenet>), deepface (<https://github.com/serengil/deepface>), face\_recognition ([https://github.com/ageitgey/face\\_recognition](https://github.com/ageitgey/face_recognition)) ili OpenCV (<https://github.com/codingforentrepreneurs/OpenCV-Python-Series>). Za PROJEKAT: Razumevanje rada sistema za prepoznavanje govora, predlaže se testiranje softverskih aplikacija poput Apple Siri, Google Now, Microsoft Cortana, Amazon Alexa, Google Assistant. PROJEKAT Razumevanje funkcionalnosti sistema za prepoznavanje teksta - prepoznavanje slovskaraktera moguće je realizovati u fazama. U inicijalnoj fazi učenici pripremaju slova/cifre u digitalnom obliku ili koriste postojeće dostupne skupove podataka poput EMNIST ([https://www.westernsydney.edu.au/icns/reproducible\\_research/publication\\_support\\_materials/emnist](https://www.westernsydney.edu.au/icns/reproducible_research/publication_support_materials/emnist)) ili MNIST (<http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>). Sledeća faza podrazumeva pripremu podataka za obučavanje, testiranje i validaciju modela. Nakon toga, vrši se generisanje i obučavanje modela BP veštačke neuronske mreže, uz podešavanje parametara učenja. Završnu fazu čini proces testiranja i validacije modela, praćen analizom ostvarenih rezultata učenja.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; izradu zadataka, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja; testove praktičnih veština, praćenje postignuća ishoda, pomoći drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl.

Posebnu pažnju обратите на časovima na kojima gostuju eksperti iz pojedinih oblasti, vrednjuite aktivnost učenika koji postavljaju pitanja i analitički razgovaraju.

Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu podataka prikupljenih formativnim ocenjivanjem, rezultata/rešenja problemskog ili seminarskog rada, usmenih provera znanja, kontrolnih i domaćih zadataka, testova znanja i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

### Naziv programa: DIGITALNO UPRAVLJANJE ELEKTRIČNIM POGONIMA

#### 1. OSTVARIVANJE OBRAZOVNO-VASPITNOG RADA - OBLICI I TRAJANJE

| Godišnji fond časova: | Teorijska nastava | Vežbe | Praktična nastava | Nastava u bloku | Ukupno |
|-----------------------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
| IV                    |                   | 62    |                   |                 | 62     |

#### 2. CILJEVI UČENJA:

O sposobljavanje za povezivanje hardvera elektronskih pretvarača u cilju regulacije brzine ili pozicije;

- O sposobljavanje za u povezivanje hardvera i softvera za regulaciju brzine motora jednosmerne struje primenom jednokvadrantnog čopera;
- O sposobljavanje za u povezivanje hardvera i softvera za regulaciju brzine motora jednosmerne struje primenom dvokvadrantnog čopera;
- O sposobljavanje za u povezivanje hardvera i softvera za regulaciju brzine unipolarnih i bipolarnih koračnih motora
- O sposobljavanje za u povezivanje hardvera i softvera za regulaciju pozicije unipolarnih i bipolarnih koračnih motora
- O sposobljavanje za u povezivanje hardvera i softvera za višebrzinsko upravljanje trofaznim asinhronim motorom primenom frekventnog pretvarača i PLC-a

#### 3. NAZIVI TEMA, ISHODI UČENJA, PREPORUČENI SADRŽAJI I KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA

| TEMA | ISHODI | PREPORUČENI SADRŽAJI / KLJUČNI POJMOVI SADRŽAJA |
|------|--------|---|
|      |        |   |

| Po završetku teme učenik će biti u stanju da:                                    |  |
|--|--|
| Uvod u digitalno upravljanje električnim pogonima                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>navede osnovne prednosti digitalnog upravljanja električnim pogonima</li> <li>nacrti osnovnu blok šemu digitalnog sistema za upravljanje električnim pogonima</li> <li>objasni namenu osnovnih delova na blok šemi digitalnog upravljanja električnim pogonima</li> <li>navede osnovne karakteristike mikrokontrolera namenjenih za upravljanje električnim pogonima</li> <li>koristi softversko okruženje za programiranje mikrokontrolera za upravljanje električnim pogonima</li> <li>testira jednostavniji program u mikrokontroleru</li> </ul>   |
| Pobudna/drajverska kola u pretvaračima energetske elektronike električnih pogona | <ul style="list-style-type: none"> <li>navede ulogu pobudnog/drajverskog kola</li> <li>navede osnovne karakteristike pobudnih kola</li> <li>poveže mikrokontrolersku karticu sa pobudnim/drajverskim kolom snažnog bipolarnog tranzistora i pretvaračem sa snažnim bipolarnim tranzistorom</li> <li>poveže mikrokontrolersku karticu sa pobudnim/drajverskim kolom snažnog kanalnog mosfeta i pretvaračem</li> <li>poveže mikrokontrolersku karticu sa pobudnim/drajverskim kolom snažnog kanalnog mosfeta i pretvaračem</li> <li>poveže mikrokontrolersku karticu sa pobudnim/drajverskim kolom IGBT-a i pretvaračem</li> <li>poveže mikrokontrolersku karticu sa integrisanim pobudnim/drajverskim kolom snažnog mosfeta (IGBT-a) i pretvaračem</li> <li>implementira programsko rešenje za uključenje i isključenje tranzistora snage (start/stop)</li> <li>testira izvršenje programa</li> <li>demonstrira rad hardverskog kola</li> </ul> |
| Regulacija brzine jednosmernog motora primenom jednokvadrantnog čopera           | <ul style="list-style-type: none"> <li>objasni PWM tehniku upravljanja jednokvadrantnim čoperom za regulaciju brzine jednosmernog motora</li> <li>poveže mikrokontrolersku karticu sa pretvaračem i motorom</li> <li>implementira algoritam upravljanja za regulaciju brzine jednosmernog motora primenom PWM tehnike.</li> <li>demonstrira pokretanje i zustavljanje upravljačkog algoritma start/stop tastera</li> </ul>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• demonstrira regulaciju brzine primenom potenciometra na analognom ulazu mikrokontrolerske kartice</li> <li>• izmeri napon, struju i brzinu motora za promenu faktora ispune</li> <li>• nacrti osnovne regulacione karakteristike</li> </ul>   |   |
| Regulacija<br>jednosmernog<br>motora<br>primenom<br>dvokvadrantnog<br>čopera | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni tehniku upravljanja dvokvadrantnim čoperom za regulaciju brzine jednosmernog motora</li> <li>• poveže mikrokontrolersku karticu sa hardverom pretvarača i motorom</li> <li>• implementira algoritam upravljanja za regulaciju brzine jednosmernog motora sa promenom smera obrtanja</li> <li>• demonstrira pokretanje i zustavljanje upravljačkog algoritma primenom start/stop tastera</li> <li>• demonstrira regulaciju brzine primenom potenciometra na analognom ulazu mikrokontrolerske kartice</li> <li>• izmeri napon, struju i brzinu motora za rad u 1. i 3. kvadrantu</li> <li>• nacrti osnovne regulacione karakteristike u 1. i 3. kvadrantu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dvokvadrantni tranzistorski čoper u N-mostu za regulaciju brzine obrtanja jednosmernog motora sa promenom brzine obrtanja rotora-princip tehnike upravljanja i regulacije brzine u 1. I 3. kvadrantu</li> <li>• Hardverska organizacija pretvarača</li> <li>• Sinteza upravljačkog algoritma, kontrola izvršavanja programa start/stop tasterom,</li> <li>• Promena faktora ispune potenciometrom</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: dvokvadrantni tranzistorski čoper, regulacija brzine sa promenom smera obrtanja, sinteza upravljačkog algoritma</p>   |
| Reglacija<br>brzine<br>koračnih<br>motora                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objasni namenu pobudnih kola za upravljanje koračnim motorom</li> <li>• objasni osnovnu šemu povezivanja mikrokontrolerske kartice, pretvarača i koračnog motora</li> <li>• poveže mikrokontrolersku karticu sa hardverom pretvarača i motorom</li> <li>• implementira algoritam upravljanja za regulaciju brzine unipolarnog koračnog motora</li> <li>• implementira algoritam upravljanja za regulaciju brzine bipolarnog koračnog motora</li> <li>• testira rad upravljačkog algoritma</li> <li>• izmeri napon, struju i brzinu koračnog motora</li> <li>• nacrti osnovne regulacione karakteristike</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pobudna integrisana kola za napajanje unipolarnih i bipolarnih koračnih motora</li> <li>• Osnovne šeme povezivanja mikrokontrolerske kartice, pobudnih kola i motora</li> <li>• Osnovni algoritam upravljanja motorom u cilju promene brzine unipolarnog motora (sa i bez promene smera obrtanja)</li> <li>• Osnovni algoritam upravljanja motorom u cilju promene brzine unipolarnog motora (sa i bez promene smera obrtanja)</li> <li>• Kontrola izvršavanja programa start/stop tasterom</li> <li>• Zadavanje reference potenciometrom</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: pobudno kolo, unipolarni koračni motor, bipolarni koračni motor, algoritam upravljanja, regulacija brzine sa i bez promene smera obrtanja</p> |
| Regulacija pozicije koračnih<br>motora                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• objasni princip regulacije pozicije koračnog motora</li> <li>• objasni osnovnu šemu za implementaciju regulacije pozicije unipolarnog i bipolarnog koračnog motora</li> <li>• implementira algoritam za regulaciju pozicije unipolarnog motora</li> <li>• implementira algoritam za regulaciju pozicije bipolarnog motora</li> <li>• testira izvršavanje upravljačkog algoritma</li> <li>• izmeri promenu pozicije ugla zakretanja rotora motora u zavisnosti od promene</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osnovni princip regulacije pozicije unipolarnog i bipolarnog koračnog motora</li> <li>• Osnovna šema povezivanja mikrokontrolerske kartice, hardvera pretvarača i unipoarnog motora</li> <li>• Osnovna šema povezivanja mikrokontrolerske kartice, hardvera pretvarača i bipolarnog motora</li> <li>• sinteza upravljačkog algoritma za regulaciju pozicije unipolarnog koračnog motora(sa i bez promene smera)</li> <li>• sinteza upravljačkog algoritma za regulaciju pozicije bipolarnog koračnog motora(sa i bez promene smera)</li> </ul>   |

|   |           |  |   |
|---|-----------|--|---|
|   | reference | <ul style="list-style-type: none"> <li>kontrola izvršavanja programa preko start/stop tastera, zadavanje reference potenciometrom</li> </ul> <p>• nacrt dijagram promene ugla zakretanja rotora u zavisnosti od promene reference</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ključni pojmovi: regulacija pozicije, algoritam upravljanja, kontrola izvršavanja</li> </ul> |
| Regulacija brzine asinhronog motora primenom frekventnog pretvarača i PLC-a |           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frekventni pretvarač, osnovna struktura i namena</li> <li>Prikључci frekventnog pretvrača</li> <li>Kontrolni terminal frekventnog pretvarača, analogni i digitalni ulazi na kontrolnom terminalu, primena</li> <li>Parametri frekventnog pretvarača, parametar lista, podešavanje parametara</li> <li>Parametri pretvarača za "multi-step speed selection"</li> <li>Podešavanje parametara za "multi-step speed selection"</li> <li>Način povezivanja PLC-a i kontrolnog terminala frekventnog pretvarača za "multi-step speed control" algoritam upravljanja asinhronim motorom bez promene smera obrtanja</li> <li>Način povezivanja PLC-a i kontrolnog terminala frekventnog pretvarača za "multi-step speed control" algoritam upravljanja asinhronim motorom sa promenom smera obrtanja</li> <li>Programiranje PLC-a za "multi-step speed control" algoritam upravljanja asinhronim motorom bez promene smera obrtanja.</li> <li>Programiranje PLC-a za "multi-step speed control" algoritam upravljanja asinhronim motorom sa promenom smera obrtanja.</li> <li>Implementacija algoritma upravljanja i testiranje izvršavanja.</li> </ul> <p>Ključni pojmovi: frekventni pretvarač, regulacija brzine asinhronog motora, povezivanje opreme, podešavanje parametara, programiranje PLC-a, testiranje rada pogona.</p> |   |

#### 4. UPUTSTVO ZA DIDAKTIČKO-METODIČKO OSTVARIVANJE PROGRAMA

Na prvom času upoznati učenike sa ciljevima i ishodima nastave, odnosno učenja, planom rada i kriterijumom i načinima ocenjivanja, kao i načinom rada u računarskoj učionici/kabinetu, podeli na grupe i rasporedom realizacije nastave.

Diskutujete sa učenicima o njihovim razmišljanjima na teme: Šta ja to digitalna kontrola? Aa li su se nekada sreli sa ovim pojmom u dosadašnjem radu? Na uvodnim časovima uspostaviti korelaciju sa predmetima mikrokontroleri i električni pogoni i oprema u mehatronici

Oblici nastave: laboratorijske vežbe

Mesto realizacije nastave:

- Laboratorijske vežbe se realizuju u laboratoriji za električne pogone i opremu u mehatronici/mehatronske sisteme

Preporučeni broj časova po temama:

- Uvod u digitalno upravljanje električnim pogonima: laboratorijske vežbe: 6 časova;

- Pobudna/drajverska kola u pretvaračima energetske elektronike električnih pogona: laboratorijske vežbe: 9 časova;

- Regulacija brzine jednosmernog motora primenom jednokvadrantnog čopera: laboratorijske vežbe 9 časova;

- Regulacija brzine jednosmernog motora primenom dvokvadrantnog čopera: laboratorijske vežbe: 9 časova;

- Reglacija brzine koračnih motora: laboratorijske vežbe: 9 časova;

- Regulacija pozicije koračnih motora: laboratorijske vežbe: 9 časova;
- Regulacija brzine asinhronog motora primenom frekventnog pretvarača i PLC-a: laboratorijske vežbe: 11 časova.

Pri izradi operativnih planova potrebno je definisati dinamiku rada imajući u vidu da je učenje, kao i formiranje stavova i vrednosti, kontinuirani proces i da je rezultat je svih aktivnosti na časovima realizovanih različitim metodskim pristupom, korišćenjem informacija iz različitih izvora, prezentovanim većim broje realnih primera i uz aktivno učeće učenika.

Nastavne sadržaje je neophodno realizovati kroz primere što više situacija iz realnog konteksta, koristeći savremene nastavne metode i sredstva. Treba nastojati da učenici budu osposobljeni za: samostalno rešavanje problemskih situacija; pronalaženje, sistematizovanje i korišćenje informacija iz različitih izvora (npr. stručne literature, interneta, časopisa, udžbenika, kataloga...); vizuelno opažanje, poređenje i uspostavljanje veza između različitih sadržaja (npr. povezivanje sadržaja predmeta sa svakodnevnim iskustvom, sadržajima drugih predmeta i dr.); timski rad; samoprocenu sopstvenog znanja i napredovanja; prezentaciju svojih radova i grupnih projekata i efikasnu vizuelnu, verbalnu i pisano komunikaciju uz, kada je to potrebno i odgovarajuću argumentaciju.

Prilikom realizacije nastave istaći važnost poštovanja standarda, pravila i propisa u ovoj oblasti i ukazati na moguće probleme koji se mogu pojaviti usled nepoštovanja i/ili nepridržavanja istih.

Laboratorija u kojoj se realizuju vežbe iz ovoga predmeta treba da ima pristup internetu. Prilikom realizacije nastave uspostaviti maksimalnu korelaciju između predmeta mikrokontroleri, električni pogoni i oprema u mehatronici i PLC. U svakoj planiranoj temi nastojati ostvarenje svih planiranih ishoda. Posebnu pažnju obratiti hardverskoj sintezi i međusobnom povezivanju mikrokontrolerske kartice, pobudnih drafverskih kola i energetskog dela pretvarača.

Sve hardverske realizacije uraditi na bezbednom naponu do 50V. Za praktičnu realizaciju pasivnih pobudnih kola koristiti standardne električne šeme odgovarajućih tranzistora snage. Za tranzistorske mosne pretvarače koristiti drafverska kola serije IR21xx (pogonska kola mosfetova). Takođe, drafverska kola serije IRHHXX mogu se koristiti i za tranzistorske čopere ako se kao prekidačke komponente koriste mosfet-ovi.

Prilikom organizacije laboratorijskih vežbi učenike deliti u male grupe do 3 učenika, podsticati timski rad. Praktična realizacija sadržaja podrazumeva da svaka grupa učenika na raspolaganju ima sledeću opremu: računar, mikrokontrolersku karticu, hardversku karticu pretvarača, odgovarajući motor, izvore napajanja, merne instrumente i provodnike za povezivanje.

Posebnu pažnju posvetiti razumevanju i analizi upravljačkih algoritama, hardverskom povezivanju opreme i materijala, softverskoj sintezi upravljačkih algoritama, i testiranju upravljačkih algoritama. U okviru pripremne nastave nastavnika za realizaciju predmeta posebnu pažnju posvetiti pripremi i razradi preporučenih sadržaja kao i hardverskoj pripremi. Hardverska priprema treba da bude takva da obezbeđuje bezbedan rad usenika sa opremom koja u sebi integriše zaštitu od kratkih spojeva i nepravilnog uključenja (priključenja) opreme. Za testiranje upravljačkih algoritama koristiti električne motore male snage.

Za implementaciju upravljačkih algoritama koristiti standardne mikrokontrolerske upravljačke sisteme koji se nalaze na tržištu, ali one naprednjijih performansi(npr. Arduino mega, ili Arduino due). Posebnu pažnju posvetiti povezivanju mikrokontrolerske kartice pobudnog kola i energetskog kola pretvarača. Zato se preporučuje da se složeniji hardverski modeli realizuju kao modularni uređaji gde će učenici vežbati prvo međusobno povezivanje odgovarajućih hardverskih modula a zatim programiranje i testiranje odgovarajućih upravljačkih algoritama. Prilikom relaizacije teme o regulaciji brzine asinhronog motora primenom frekventnog pretvarača i PLC-a obratiti pažnju na mere bezbednosti i zdravlja na radu s obzirom da se radi na mrežnom naponu. Pre uključenja napajanja pažljivo proveriti ispravnost električnih veza kao i veza PLC-a i kontrolnog terminala frekventnog pretvarača. Kod implemenatacije „multi-step speed control“ bez promene smera obrtanja učenicima dati da frekventni pretvarač napaja asinhroni motor sa sledećim podešavanjima:

- definisati vreme ubrzanja/usporjenja
- definisati vreme trajanja napajanja određenom frekvencijom
- definicati da se aktiviranjem tastera start motor napaja sa frekvencijama 10, 30, 50Hz sukcesivno o dresenom intervalu trajanja i da se taj interval ciklično ponavlja sve dok se ne pritisne taster stop, odnosno 10, -30, 50Hz sa promenom smera obrtanja gde - označava suprotan smer obrtanja vratila motora.

U svim temama koje se odnose na regulaciju brzine i pozicije upravljačke algoritme realizovati za rad bez povratne sprege, odnosno rad u otvorenoj povratnoj sprezi bez davača brzine ili pozicije. Sinteza upravljačkih algoritama u zatvorenoj povratnoj sprezi i primena regulatora izlaze van okvira ovog predmeta.

Preporučene projektne aktivnosti\*: U toku školske godine organizovati jedan projektni zadatak. Prilikom planiranja projektnih zadataka voditi računa o sledećem:

- učenike podeliti u manje timove;
- u jednom timu je do 3 učenika;
- formirati odgovarajući broj tema projektnih zadataka naspram broja timova;
- organizovati istraživački rad učenika na temu projektnog zadataka, a prema preporukama za realizaciju naprednih tehnika učenja i projektne nastave;

- učenicima dati dovoljno vremena da obrade temu projektnog zadatka, ukoliko je to moguće projektnim zadatkom obuhvatiti i sadržaje sa laboratorijskih vežbi, odnosno, nastojati maksimalno uspostaviti korelaciju između teorijskog i praktičnog dela predmeta;
- u operativnom planu rada predvideti odgovarajući broj časova za prezentovanje projektnih zadataka, primenom savremenih metoda naprednog učenja i multimedijalne opreme;

Programom predmeta preporučeno je da projektni zadaci budu u vezi sa temama (Regulacija brzine jednosmernog motora primenom jednokvadrantnog čopera, Regulacija brzine jednosmernog motora primenom dvokvadrantnog čopera, Reglacija brzine koračnih motora, Regulacija pozicije koračnih motora), ali nastavnik može u saradnji sa učenicima izabrati i neke druge teme koje su u vezi sa ciljevima predmeta.

## 5. UPUTSTVO ZA FORMATIVNO I SUMATIVNO OCENJIVANJE UČENIKA

Formativno ocenjivanje, kao model praćenja napredovanja učenika, se odvija na svakom času i svaka aktivnost je dobra prilika za procenu napredovanja i davanje povratne informacije. Postignuća učenika je moguće vrednovati kroz: aktivnosti na času (tj. procesu učenja); postavljanje pitanja i/ili davanje odgovora u skladu sa kontekstom koji se objašnjava; pozitivnom odnosu prema opremi; izradu zadataka, istraživačkih projekata i sl.; prezentovanje sadržaja; testove praktičnih veština, praćenje postignutosti ishoda, pomoć drugovima iz odeljenja u cilju savladavanja gradiva i sl. Učenike treba osposobljavati i ohrabrvati da procenjuju sopstveni napredak u ostvarivanju ishoda, kao i napredak drugih učenika, uz odgovarajuću argumentaciju.

Na kraju svakog časa ili aktivnosti napraviti kratku analizu dosadašnjeg rada, obavezno pohvaliti učenika za ono što je postigao i obrazložiti šta može i treba da popravi i/ili uradi. Potrebno je osmislići više tipova različitih aktivnosti sa produktima različitog nivoa složenosti i utvrditi očekivane ishode, a prema njima i kriterijume vrednovanja.

Ocenjivanje učenika se odvija u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju. Potrebno je, na početku školske godine, utvrditi kriterijume za ocenjivanje (u skladu sa Pravilnikom o ocenjivanju), prvenstveno za sumativno ocenjivanje i sa njima upoznati učenike.

Sumativno ocenjivanje se može izvršiti na osnovu podataka prikupljenih formativnim ocenjivanjem, rezultata/rešenja problemskog ili projektnog zadatka, usmenih provera znanja, kontrolnih i domaćih zadataka, testova znanja i sl. Način utvrđivanja sumativne ocene uskladiti sa individualnim osobinama učenika.

**Ovaj tekst je preuzet iz pravne baze programskog paketa Propis Soft-a**