

На основу члана 67. став 4. Закона о основама система образовања и васпитања ("Службени гласник РС", бр. 88/17, 27/18 - др. закон, 10/19, 6/20 и 129/21),

Министар просвете доноси

Правилник о плану и програму наставе и учења стручних предмета средњег стручног образовања и васпитања у подручју рада Електротехника и Машинство и обрада метала

Правилник је објављен у "Службеном гласнику РС - Просветни гласник", бр. 8/2023 од 24.8.2023. године, ступио је на снагу 25.8.2023, а примењује се од школске 2023/2024. године.

Члан 1.

Овим правилником утврђује се план и програм наставе и учења стручних предмета средњег стручног образовања и васпитања у подручју рада Електротехника и Машинство и обрада метала за образовни профил техничар мехатронике, који је одштампан уз овај правилник и чини његов саставни део.

Члан 2.

План и програм наставе и учења за образовни профил техничар мехатронике остварује се и у складу са Решењем о усвајању стандарда квалификације "Техничар мехатронике" ("Службени гласник РС - Просветни гласник", број 1/23).

Члан 3.

Даном почетка примене овог правилника престаје да важи Правилник о наставном плану и програму стручних предмета средњег стручног образовања у подручју рада Електротехника и Машинство и обрада метала ("Службени гласник РС - Просветни гласник", бр. 10/14, 2/18 и 13/20).

Ученици уписани у средњу школу закључно са школском 2022/2023. годином у подручју рада Електротехника и Машинство и обрада метала за образовни профил техничар мехатронике, у четворогодишњем трајању, стичу образовање по Правилнику из члана 3. став 1. овог правилника, најкасније до краја школске 2026/2027. године.

Члан 4.

Овај правилник ступа на снагу наредног дана од дана објављивања у "Службеном гласнику Републике Србије - Просветном гласнику", а примењује се од школске 2023/2024. године.

Број 110-00-77/2023-03

У Београду, 21. августа 2023. године

Министар,
проф. др **Славица Ђукић Дејановић**, с.р.

I ПЛАН НАСТАВЕ И УЧЕЊА
за образовни профил Техничар мехатронике*

	I РАЗРЕД								II РАЗРЕД				III РАЗРЕД				IV РАЗРЕД				УКУПНО				Σ								
	недељно			годишње					недељно		годишње		недељно		годишње		недељно		годишње		годишње												
	Т	В	ПН	Т	В	ПН	Б	Т	В	ПН	Б	Т	В	ПН	Б	Т	В	ПН	Б	Т	В	ПН	Б	Т		В	ПН	Б					
Б1: ОБАВЕЗНИ СТРУЧНИ ПРЕДМЕТИ	8	4	2	288	144	72	30	11	6		374	204		90	7	12		238	408		90	1	16		31	496		90	931	1252	72	300	2555
1 Машински материјали	2			72																								72			72		
2 Техничко цртање		3			108																								108		108		
3 Механика	3				108																							108			108		
4 Основе електротехнике	3	1		108	36			2	1		68	34																176	70		246		
5 Електромашинска припрема			2			72	30																							72	30	102	
6 Техничка механика са механизмима								3			102																	102			102		
7 Машински елементи								2			68																	68			68		
8 Програмирање									2		68																		68		68		
9 Хидрауличне и пнеуматске компоненте								2			68		90															68		90	158		
10 Електроника								2	1		68	34																68	34		102		
11 Мерење неелектричних величина									2		68																		68		68		
12 Дигитална електроника и мик															2	2		68	68									68	68		136		
13 Системи управљања у мехатроници															1	2		34	68		30							34	68		30	132	
14 Електрични погон и опрема у мехатроници															2	2		68	68		30							68	68		30	166	
15 Мехатронски системи															2			68										68			68		
16 Моделирање машинских елемената и конструкција																3			102										102		102		
17 Хидраулички и пнеуматски системи као објекти управљања																3			102		30								102	30	132		
18 Предузетништво																							2			62			62		62		
19 Мехатроника у индустрији																							4			124			124		124		
20 Тестирање и дијагностика мехатронских система																							4			124	30		124	30	154		
21 Одржавање и монтажа мехатронских система																							4			124	30		124	30	154		
22 Програмабилни логички контролери																						1	2		31	62	30	31	62	30	123		
Б2: ИЗБОРНИ ПРОГРАМИ															2			68				2				62			130		130		
2 Изборни програм према програму образовног профила**															2			68				2				62			130		130		
Укупно Б1+Б2	8	4	2	288	144	72	30	11	6		374	204		90	7	12		238	408		90	1	16		31	496		90	931	1252	72	300	2555
Укупно Б1+Б2	14			534					17		668		19		736		17		617		2555												
															**9	12		**306	408		90	**3	16		**93	496	90	**1061	1252	72	300	**2685	

Напомена: * Подразумева реализацију наставе кроз теоријску наставу, вежбе, практичну наставу и наставу у блоку

** Ученик бира предмет са листе изборних општеобразовних или стручних предмета

I ПЛАН НАСТАВЕ И УЧЕЊА
за образовни профил Техничар мехатронике
када се реализује по дуалном моделу*

	I РАЗРЕД										II РАЗРЕД										III РАЗРЕД										IV РАЗРЕД										УКУПНО					Σ																				
	недељно					годишње					недељно					годишње					недељно					годишње					недељно					годишње					годишње																									
	Т	В	ПН	УКР	Б	Т	В	ПН	УКР	Б	Т	В	ПН	УКР	Б	Т	В	ПН	УКР	Б	Т	В	ПН	УКР	Б	Т	В	ПН	УКР	Б	Т	В	ПН	УКР	Б	Т	В	ПН	УКР	Б																										
Б1: ОБАВЕЗНИ СТРУЧНИ ПРЕДМЕТИ	8	4	2			288	144	72		30	11	6				374	204				90	7	6				6	238	204			204	90	1	4				12	31	124			372	90	931	676	72	576	300	2555															
1 Машински материјали	2					72																														72															72															
2 Техничко цртање	3					108																														108					108										108															
3 Механика	3					108																														108															108															
4 Основе електротехнике	3	1				108	36				2	1				68	34																			176	70														246															
5 Електромашинска припрема		2					72			30																																														102										
6 Техничка механика са механизмима											3					102																				102															102															
7 Машински елементи											2					68																				68															68															
8 Програмирање											2					68																																			68															
9 Хидрауличне и пнеуматске компоненте											2					68				90																68										90					158															
10 Електроника											2	1				68	34																			68	34														102															
11 Мерење неелектричних величина											2					68																																			68															
12 Дигитална електроника и микроконтролери																					2	2					68	68								68	68														136															
13 Системи управљања у мехатроници																					1	2					34	68			30					34	68									30					132															
14 Електрични погон и опрема у мехатроници																					2	2					68	68			30					68	68									30					166															
15 Мехатронски системи																					2						68									68															68															
16 Моделирање машинских елемената и конструкција																											3					102															102					102														
17 Хидраулички и пнеуматски системи као објекти управљања																											3					102	30														102	30				132														
18 Предузетништво																																					2					62										62					62									
19 Мехатроника у индустрији																																										4					124										124					124				
20 Тестирање и дијагностика мехатронских система																																										4					124	30									124	30				154				
21 Одржавање и монтажа мехатронских система																																										4					124	30									124	30				154				
22 Програмабилни логички контролери																																					1	2				31	62									30	31	62			30					123				
Б2: ИЗБОРНИ ПРОГРАМИ																					2						68										2					62										130					130									
2 Изборни програм према програму образовног профила**																					2						68										2					62										130					130									
Укупно Б1+Б2	8	4	2			288	144	72		30	11	6				374	204				90	7	6				6	238	204			204	90	1	4				12	31	124			372	90	931	676	72	576	300	2555															
Укупно Б1+Б2	14					534					17					668					19					736					17					617					2555																									

Напомена: * Дуални модел подразумева реализацију наставе кроз теоријску наставу, учење кроз рад код послодавца, вежбе, практичну наставу и учење кроз рад у блоку

** Ученик бира предмет са листе изборних општеобразовних или стручних програма

Б2. Листа изборних програма према програму образовног профила

РБ	Листа изборних програма	РАЗРЕД			
		I	II	III	IV
1	Механички системи лифтова			2	
2	Електрични системи лифтова				2
3	Дигитално управљање електричним погонима				2
4	Роботика*			2	2
5	Технологија обраде*			2	2
6	Вештачка интелигенција*			2	2

* ученик бира у трећем или четвртном разреду
Програми под редним бројевима 3 и 6 реализују се као вежбе.

Остали облици образовно-васпитног рада током школске године

	I РАЗРЕД часова	II РАЗРЕД часова	III РАЗРЕД часова	IV РАЗРЕД часова	УКУПНО часова
Час одељењског старешине	72	68	68	62	270
Додатни рад*	до 30	до 30	до 30	до 30	до 120
Допунски рад*	до 30	до 30	до 30	до 30	до 120
Припремни рад*	до 30	до 30	до 30	до 30	до 120

* Ако се укаже потреба за овим облицима рада

Факултативни облици образовно-васпитног рада током школске године

	I РАЗРЕД часова	II РАЗРЕД часова	III РАЗРЕД часова	IV РАЗРЕД часова
Екскурзија	до 3 дана	до 5 дана	до 5 наставних дана	до 5 наставних дана
Језик другог народа или националне мањине са елементима националне културе	2 часа недељно			
Трећи страни језик	2 часа недељно			
Други предмети*	1-2 часа недељно			
Стваралачке и слободне активности ученика (хор, секција и друго)	30-60 часова годишње			
Друштвене активности (ученички парламент, ученичке задруге)	15-30 часова годишње			
Културна и јавна делатност школе	2 радна дана			

* Поред наведених предмета, школа може да организује, у складу са одређењима ученика, факултативну наставу из предмета који су утврђени наставним плановима других образовних профила истог или другог подручја рада, наставним плановима гимназије или по програмима који су раније објављени

Остваривање школског програма по недељама

	I РАЗРЕД часова	II РАЗРЕД часова	III РАЗРЕД часова	IV РАЗРЕД часова
Разредно часовна настава	36	34	34	31
Менторски рад (настава у блоку, пракса)	1	3	3	3
Обавезне ваннаставне активности	2	2	2	2
Матурски испит				3
Укупно радних недеља	39	39	39	39

Подела одељења у групе

разред	предмет/модул	годишњи фонд часова				број ученика у групи -до
		вежбе	практична настава	Учење кроз рад	настава у блоку	
I	Рачунарство и информатика	72				15
	Техничко цртање	108				15
	Основе електротехнике	38				15
	Електромашинска припрема		72		30	15
II	Основе електротехнике	34				15
	Програмирање	68				15
	Хидрауличне и пнеуматске компоненте				90	15
	Електроника	34				15
	Мерење неелектричних величина	68				15
III	Дигитална електроника и микроконтролери	68				10
	Системи управљања у мехатроници	68			30	10
	Електрични погон и опрема у мехатроници	68			30	10
	Моделирање машинских елемената и конструкција	102		102		10
	Хидраулички и пнеуматски системи као објекти управљања	102		102	30	10

IV	Предузетништво	62				15
	Мехатроника у индустрији	124		124		10
	Тестирање и дијагностика мехатронских система	124		124	30	10
	Одржавање и монтажа мехатронских система	124		124	30	10
	Програмабилни логички контролери	62			30	10
	Дигитално управљање електричним погонима	62				10
	Вештачка интелигенција	68/62				10

Б1: ОБАВЕЗНИ СТРУЧНИ ПРЕДМЕТИ

Назив предмета: МАШИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
I	72				72

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са својствима машинских материјала
- Упознавање ученика са врстама и карактеристикама техничког гвожђа, челика
- Упознавање ученика са врстама и карактеристикама обојених метала
- Упознавање ученика са врстама и карактеристикама полимерних и осталих материјала у машинству
- Упознавање ученика са врстама рециклаже и начинима управљања отпадом
- Развијање свести о значају заштите животне средине
- Развијање способности за примену знања о материјалима у пракси

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Својства машинских материјала	<ul style="list-style-type: none"> • наведе значај и поделу машинских материјала • опише хемијска својства материјала • објасни физичка и механичка својства материјала • разликује појам масе, тежине, температуре топљења, електричне и топлотне проводљивости материјала • очита вредност затезне чврстоће, тврдоће и жилавости са дијаграма или из табела и схвати њихов ред величина • препозна основне методе испитивања механичких, технолошких и хемијских својстава материјала • испита својства материјала у лабораторији • наброји основна технолошка својства материјала и сходно томе погодност за одређену врсту обраде • препозна појаву и штетност корозије код металних производа • разликује начине заштите од корозије • идентификује места и узроке појаве корозије у хидрауличним и пнеуматским системима 	<ul style="list-style-type: none"> • Значај, подела и врста машинских материјала • Хемијска својства материјала • Физичка својства материјала • Механичка својства материјала • Испитивање механичких својстава материјала • Технолошка својства материјала • Технолошка испитивања материјала • Испитивања материјала без разарања • Корозија и заштита материјала од корозије • Узроци корозије у хидрауличним и пнеуматским системима <p>Кључни појмови: хемијска, физичка, механичка и технолошка својства машинских материјала, корозија</p>
Структура метала и легура	<ul style="list-style-type: none"> • опише монокристални, поликристални и аморфни облик материјала • пореди основне типове кристалних решетки код метала • дефинише процес кристализације и нацрта дијаграм хлађења • опише све остале типове легура без цртања дијаграма и очитавања састава фазе 	<ul style="list-style-type: none"> • Аморфни и кристални материјали • Кристална грађа материјала • Процес кристализације • Кристали легура <p>Кључни појмови: аморфни и кристални материјали, кристализација</p>
Техничко гвожђе	<ul style="list-style-type: none"> • наведе основна својства хемијски чистог Fe и опише појаве при загревању и хлађењу • примењује стручну терминологију у вези са Fe • наведе основне својства сировог гвожђа • наведе основна својства ливеног гвожђа и утицај примеса на његов квалитет • опише поступак добијања сивог лива • објасни својства и могућности примене сивог лива • препозна остале врсте ливеног гвожђа и њихову примену у пракси • наведе хидрауличке и пнеуматске компоненте израђене од техничког гвожђа 	<ul style="list-style-type: none"> • Хемијски чисто Fe • Сирово гвожђе • Ливено гвожђе • Примена техничког гвожђа за израду хидрауличних и пнеуматских компоненти <p>Кључни појмови: гвожђе, сирово и ливено гвожђе</p>

Челик	<ul style="list-style-type: none"> наведе основна својства челика објасни утицај угљеника на механичке карактеристике челика наведе утицаје сталних и легирајућих елемената на својства челика идентификује ознаке челика по SRPS напише ознаке челика за задате карактеристике наведе класификацију челика на конструкционе и алатне челике опише намену најчешће коришћених врста челика наведе хидрауличне и пнеуматске компоненте израђене од челика примени одговарајуће врсте челика у пракси 	<ul style="list-style-type: none"> Челик, својства и врсте Означавање челика по SRPS(ISO,DIN,GOST..) Конструкциони челици Алатни челици Тврде легуре Челици као материјали хидрауличних и пнеуматских компоненти <p>Кључни појмови: челик, ознака челика, челик за хидрауличне и пнеуматске компоненте</p>
Термичка и термохемијска обрада метала	<ul style="list-style-type: none"> објасни значај термичке обраде на промену структуре материјала и његових механичких својстава препозна основне видове термичке обраде и поступке извођења наведе које се врсте челика подвргавају одређеној врсти термичке обраде објасни како се мењају механичке карактеристике челика при различитим врстама термичке обраде препозна поступке термохемијске обраде наведе зашто и када се примењују поједине врсте термохемијске обраде 	<ul style="list-style-type: none"> Појам, задатак и режими термичке обраде Жарење Каљење Нормализација, отпуштање и побољшавање Термохемијска обрада <p>Кључни појмови: термичка обрада, каљење, жарење, термохемијска обрада</p>
Обојени метали	<ul style="list-style-type: none"> опише разлику између лаких и тешких обојених метала напише ознаке легура за задата својства и састав легуре препозна и прочита ознаке легуре обојених метала наведе својства и примену основних легура бакра, алуминијума и магнезијума наведе основна својства и примену осталих обојених метала и њихових легура препозна основне легуре према боји и специфичној густини наведе хидрауличке и пнеуматске компоненте које се израђују од обојених метала 	<ul style="list-style-type: none"> Лаки и тешки обојени метали и њихове легуре Означавање легура обојених метала Бакар и његове легуре Алуминијум и његове легуре Остали обојени метали и легуре (цинк, олово, манган, хром, никл, молибден, волфрам, ванадијум, титан – својства, примена, стандард означавања) Примена обојених метала у хидраулици и пнеуматици <p>Кључни појмови: легуре бакра, магнезијума и алуминијума</p>
Полимерни материјали	<ul style="list-style-type: none"> дефинише полимерне материјале објасни структуру полимерних материјала анализира разлике између еластомера, пластомера и дуромера наведе намене полимерних материјала препозна потребу за применом полимерних материјала у електротехници и машинству наведе хидрауличне и пнеуматске компоненте израђене од полимерних материјала 	<ul style="list-style-type: none"> Полимерни материјали (еластомери, пластомери и дуромери) Структура полимера Примена полимера у електротехници и машинству Полимерни материјали у хидраулици и пнеуматици <p>Кључни појмови: еластомери, пластомери и дуромери</p>
Остали материјали у машинству	<ul style="list-style-type: none"> дефинише полимерне, синтероване материјале, наведе основна својства и примену наведе основна својства стакла, природних материјала и средстава за хлађење и подмазивање препозна значај појединих материјала у хидраулици и пнеуматици 	<ul style="list-style-type: none"> Композитни материјали Синтеровани материјали Стакло Природни материјали – дрво и кожа Средства за хлађење и подмазивање <p>Кључни појмови: композитни материјали, синтеровани материјали, стакло</p>
Отпад техничких материјала и заштита животне средине	<ul style="list-style-type: none"> наведе врсте отпада и начине управљања отпадом објасни значај рециклаже и потребу за заштитом животне средине 	<ul style="list-style-type: none"> Врсте отпада и управљање отпадом Појам и врсте рециклаже <p>Кључни појмови: отпад, рециклажа</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начинима оцењивања. Предмет се реализује кроз теоријску наставу у учионици, специјализованој учионици или одговарајућем кабинету. Препоручени број часова по темама је следећи:

- Својства машинских материјала (14 часова)
- Структура метала и легура (8 часова)
- Техничко гвожђе (6 часова)
- Челик (10 часова)
- Термичка и термохемијска обрада (8 часова)
- Обојени метали (9 часова)
- Полимерни материјали (6 часова)
- Остали материјали у машинству (8 часова)
- Отпад техничких материјала и заштита животне средине (3 часова)

Приликом реализације тема ослонити се на предзнања ученика из физике и хемије. Препорука је да се област Методе испитивања својства материјала у оквиру теме Својства машинских материјала реализује практично у специјализованој учионици. Корозију и заштиту од корозије обрадити теоријски јер ће практични део бити одрађен у оквиру предмета Електромашинска припрема. Следеће садржаје: врсте техничког гвожђа, легуре обојених метала, неметали објашњавати уз помоћ узорака. Посебно обратити пажњу на значај својстава материјала при њиховом избору за израду појединих делова (на пример, за израду ручне дизалице, бира се сиви лив који одлично подноси притисак, али не и затезање...). Познавање својстава материјала је веома битно за реализацију предмета Механика (модул Отпорност материјала), јер су својства материјала основ за димензионисање машинских делова.

Тему Структура метала и легура повезати са темом Својства машинских материјала (да ученици схвате како поједине структуре метала и легура утичу на њихова својства).

Посебну пажњу обратити на тему Челици с обзиром на значај ове легуре у машинској индустрији. При обради легираних челика навести како поједини легирајући елементи утичу на својства челика. Такође, нагласити разлику између челика и ливеног гвожђа.

Инсистирати на систематичности и примени стечених знања у пракси.

У теми Термичка и термохемијска обрада метала посебан акценат ставити на начин промене механичких својстава материјала при појединим врстама термичке обраде кроз примере из праксе (на пример, површински се кале зупчаници јер се на тај начин добија висока површинска тврдоћа, отпорност на хабање, ударна динамичка оптерећења).

При обради теме Обојени метали посебну пажњу посветити бакру, алуминијуму и цинку. Дати занимљиве примере примене из праксе. Такође, навести и примере који нису везани за технику, али могу бити ученицима занимљиви (на пример: за бакар – алхемичари су покушали да бакар претворе у злато, ознака за бакар је иста као за женски пол, битан је за имуни систем и сл; алуминијум – да се од 27 грама алуминијума може извући жица од 1000 метара, да је до проналаска електролизе био скупљи од злата и слично).

Нагласити значај полимерних материјала и осталих материјала у машинству и потребу да све чешће замењују металне материјале.

У теми Отпад техничких материјала и заштита животне средине нагласити значај рециклаже, управљања отпадом и заштите животне средине.

Када го је могуће, користити узорке материјала. Неопходна је корелација са предметима Електромашинска припрема и Механика.

Избор метода и облика рада за сваку тему одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе (метода усменог излагања и дијалогска метода), методе демонстрације, текстуално-илустративне методе, лабораторијске методе. Предложени облици рада су фронтални, рад у групи, рад у пару, индивидуални рад.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних или писмених радова, тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика. Сумативно оцењивање може се делимично спроводити и у машинским радионицама где би ученици препознавали поједине материјале од који су израђени конкретни машински делови, ученику објаснити намена дела, а потом да ученик објасни зашто је део израђен баш од тог материјала.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

Назив предмета: ТЕХНИЧКО ЦРТАЊЕ

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
I		108			108

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са стандардима и могућностима примене техничког цртања
- Оспособљавање ученика да самостално израђује једноставне техничке цртеже помоћу прибора
- Оспособљавање ученика да самостално чита техничке цртеже
- Развијање тачности, уредности и прецизности код ученика
- Оспособљавање ученика за разумевање и коришћење могућности представљања геометријских модела помоћу рачунара
- Овладавање принципима организације сад софтвера и увежбавање њиховог коришћења
- Припрема за даље образовање из области моделирања машинских делова и за израду графичких радова из других стручних предмета

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Стандарди и технички цртеж	<ul style="list-style-type: none"> • користи прибор за техничко цртање • изабере стандардну величину, типове линија и формат цртежа • одабере и попуни заглавља и означи технички цртеж • познаје стандарде и њихову примену • црта у размери 	<ul style="list-style-type: none"> • Материјал и прибор за техничко цртање • Стандардизација и стандарди • Врсте формата, означавање и паковање техничких цртежа • Размера • Типови и дебљине линија • Заглавља и саставнице <p>Кључни појмови: стандардни технички цртеж, размера</p>
Геометријско цртање	<ul style="list-style-type: none"> • црта основне геометријске конструкције у равни • конструише паралелне и нормалне праве • конструише симетрале дужи и углова • конструише правилне многоуглове • спаја геометријске елементе луком задатог полупречника 	<ul style="list-style-type: none"> • Основне геометријске конструкције: паралеле, нормале, симетрала дужи и угла • Конструкција правилних многоуглова • Криве линије • Спајање кривих и правих линија <p>Кључни појмови: геометријске конструкције, криве линије</p>

<p>Пројизирање</p>	<ul style="list-style-type: none"> • разликује врсте пројекција • прикаже предмете у ортогоналној пројекцији • нацрта изометријски изглед на основу правоугаоних изгледа • нацрта трећи изглед на основу два дата 	<ul style="list-style-type: none"> • Врсте пројизирања • Ортогонално пројизирање • Погледи, изгледи и њихов распоред • Пројизирање равних геометријских слика • Цртање пројекција на основу предмета датог у изометрији • Цртање трећег изгледа на основу два дата <p>Кључни појмови: ортогонално пројизирање, цртање пројекција</p>
<p>Правила техничког цртања</p>	<ul style="list-style-type: none"> • котира елементе према стандардима техничког цртања • унесе ознаке за толеранције на техничким цртежима • скицира и нацрта једноставније делове у пресеку • нацрта технички цртеж према задатим димензијама • нацрта детаље цртежа • нацрта једноставни склопни цртеж по свим правилима техничког цртања 	<ul style="list-style-type: none"> • Котирање • Толеранција дужина, углова, облика и положаја, слободних мера • Означивање квалитета обрађених површина • Пресеци машинских делова • Цртање машинских елемената • Скицирање и његова улога у техничком цртању • Цртање према задатим димензијама • Израда цртежа детаља • Цртање једноставнијих склопова <p>Кључни појмови: котирање, пресеци, скицирање, цртање детаља, цртање склопова</p>
<p>Кориснички interface CAD програма-радно окружење</p>	<ul style="list-style-type: none"> • покрене програм • објасни радно окружење • промени боју позадине • направи избор палета • изврши селекцију/деселекцију функцијских тастера у оквиру статусне линије • објасни функцију сваког тастера миша • наведе неке од основних команди (<i>New, Open, Save, Save as, Undo, Redo, Plot, Properties...</i>) • наведе начине задавања команди, завршавање, прекидање, поништавање или враћање команде 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни елементи радног окружења: -насловна линија -линија падајућих менија -радна површина -палете са командама -статусна линија -командна линија -хоризонтални и вертикални клизач -координатни систем -приказ координата • Уређаји за комуникацију (тастатура, миш) • Основне команде <p>Кључни појмови: CAD програм</p>
<p>Подешавање радних параметара цртежа, команде за контролу приказа</p>	<ul style="list-style-type: none"> • изврши избор јединица за цртање (mm) • дефинише границе цртежа • активира алате <i>Snap and Grid, Polar Tracking, OSNAP, Dynamic Input</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Радни параметри цртежа: -јединице за цртање(mm) -границе цртежа • <i>Snap and Grid, Polar Tracking, OSNAP, Dynamic Input</i> <p>Кључни појмови: параметри цртежа</p>
<p>Цртање, команде за геометријску везу нацртаних објеката</p>	<ul style="list-style-type: none"> • примењује све начине цртања (апсолутне, релативне и поларне координате) • примењује опцију за ортогонално цртање • користи команде за цртање (линија, полуправа, конструкциона линија, дупла линија, мулти-сегментна линија, полигон, правоугаоник, кружница, глатка крива линија, елипса, тачка, регион, табела, шрафирање, блокови, инсертовање блокова, унос текста) • дефинише и уноси стил текста у цртеж • уноси краће и дуже текстове (<i>Single line text</i> и <i>Multiline Text</i>) • користи команде за геометријску везу нацртаних објеката (подударност, управност, паралелност, тангентност, хоризонталност, вертикалност, колинеарност, концентричност, спајање две криве линије са корекцијом споја, симетричност, једнакост дужина, фиксирање) 	<ul style="list-style-type: none"> • Начини цртања -посредством апсолутних координата -посредством релативних координата -посредством поларних координата • Команде за цртање: линија, полуправа, конструкциона линија, дупла линија, мулти-сегментна линија, полигон, правоугаоник, кружница, глатка крива линија, елипса, тачка, регион, табела, шрафирање, блокови, инсертовање блокова, унос текста • Команде за геометријску везу нацртаних објеката: подударност, управност, паралелност, тангентност, хоризонталност, вертикалност, колинеарност, концентричност, спајање две криве линије са корекцијом споја, симетричност, једнакост дужина, фиксирање <p>Кључни појмови: команде за цртање</p>
<p>Модификација нацртаних објеката</p>	<ul style="list-style-type: none"> • користи команде за модификацију нацртаних објеката (брисање, копирање, копирање у огледалу, паралелно копирање, вишеструко копирање, померање, ротирање, скалирање, развлачење, продужавање, одсецање, итд.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Команде за модификацију нацртаних објеката: брисање, копирање, копирање у огледалу, паралелно копирање, вишеструко копирање, померање, ротирање, скалирање, развлачење, продужавање, одсецање, итд. <p>Кључни појмови: команде за модификацију</p>
<p>Ниво или слој -layer</p>	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише ниво или слој – <i>layer</i> • објасни начине позивања команде за дефинисање нивоа или слоја • креира нови <i>layer</i> • изврши избор текућег <i>layer</i>-а • промени <i>layer</i> нацртаног објекта • промени размере одређених типова чинија – <i>LTS</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ниво или слој – <i>layer</i> • Команде за дефинисање новог <i>layer</i>-а • Команде за промену размере одређених типова линија – <i>LTS</i> <p>Кључни појмови: команде за дефинисање <i>layer</i>-а</p>
<p>Котирање</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни начине позивања команде за дефинисање котног стила • подеси различите карактеристике котног стила • креира сопствени стил котирања • користи команде за котирање 	<ul style="list-style-type: none"> • Дефинисање котног стила (<i>Dimension Style</i>) • Креирање новог котног стила (картице) • Команде за котирање <p>Кључни појмови: команде за котирање</p>

<p>Израда техничких цртежа</p>	<ul style="list-style-type: none"> • креира цртеже • додаје погледе на цртеж • користи модификовање погледа • примењује пројекције • примењује пресеке • користи додавање детаља • котира елементе према стандардима техничког цртања • унесе ознаке за толеранцију • опрема цртеж • генерише таблице • модификује таблице 	<ul style="list-style-type: none"> • Креирање цртежа • Додавање погледа • Пројекције • Пресеци • Модификовање погледа • Додавање детаља – котирање – осне линије – остали помоћни елементи – модификовање помоћних елемената • Опрема цртежа: – оквир и таблице (радионичка и склопна) – генеришање таблице – модификовање таблице – котирање елемената – ознаке за толеранцију <p>Кључни појмови: израда цртежа у CAD програму</p>
---------------------------------------	---	--

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начином оцењивања.

Предмет се реализује кроз вежбе у кабинету за техничко цртање и рачунарском кабинету. Приликом остваривања програма одељење се дели на групе до 15 ученика. Препоручени број часова по темама је следећи:

- Стандарди и технички цртеж (6 часова)
- Геометријско цртање (9 часова)
- Пројигирање (15 часова)
- Правила техничког цртања (16 часова)
- Кориснички interface програма-радно окружење (5 часова)
- Подешавање радних параметара цртежа, команде за контролу приказа (4 часа)
- Цртање, команде за цртање, команде за геометријску везу нацртаних објеката (10 часова)
- Модификација нацртаних објеката (10 часова)
- Ниво или слој *-layer* (5 часа)
- Котирање (6 часа)
- Израда техничких цртежа (22 часа)

У реализацији прве четири теме, ослонити се на предзнања ученика из математике и технике и технологије из основне школе, а у реализацији наредних тема ослонити се на предзнање из правила техничког цртања и пројигирања и информатике и рачунарства.

Избор метода и облика рада за сваку тему одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе, методе демонстрације, текстуално-илустративне методе, методе графичких радова.

Предложени су следећи облици рада: фронтални, рад у групи и индивидуални рад.

Препорука је да се код реализације теме правила техничког цртања и пројигирања, где ученици самостално цртају и пројигирају конкретне примере, почне од једноставнијих примера, а потом када се савладају предвиђени исходи, пређе на сложеније задатке. Такође, све задатке за ученике припремити кроз различите нивое постигнућа.

У току реализације првог модула, пожељно је израдити два графичка рада (код куће или у школи):

I графички рад: израда цртежа детаља (пресеци, котирање, толеранције и квалитет обраде)

II графички рад: цртање и разрада цртежа једноставнијег склопа на основу скице

У реализацији другог модула, наставник припрема потребне елементе за вежбу, демонстрира рад на рачунару, прати рад ученика на радном месту, помаже и указује на грешке при раду.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Када је у питању настава оријентисана ка исходима, мора се пратити напредак ученика у континуитету. Вредновање остварености исхода вршити кроз: праћење остварености исхода, тестове знања и тестове практичних вештина. Правилном проценом „дубине” усвајања знања (знање, разумевање, примена, анализа, синтеза, евалуација), наставник правилно вреднује процес наставе и учења, продукте учења и сопствени рад. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање потребно је вршити на крају сваке реализоване теме (или у току реализације теме). Сумативне оцене се могу извести из различитих начина вредновања (контролни задаци, практични задаци, графички радови, самосталних радова, групних радова). Потребно је дозволити да ученици оцењују једни друге као и да врше самопроцену остварених исхода. Оцењивање мора да буде у складу са Правилником о оцењивању.

У току реализације наставе из једног модула, наставник даје прилику ученику да поправи оцену из модула који су раније реализовани.

Инструменте за формативно оцењивање наставник бира према врсти активности која се вреднује. У процесу учења наставник је модератор који усмерава и подстиче рад ученика. Наставник анимира ученике, охрабрује, користи идеје ученика за анализу кључних појмова и садржаја. Наставник прилагођава подучавање на основу повратне информације коју добија од ученика. Када је у питању израда самосталних радова или графичких радова може се применити „чек листа” у којој си приказани нивои постигнућа ученика са показатељима испуњености, а наставник треба да означи показатељ који одговара ученику.

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
I	108				108

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Разумевање основних закона и принципа статике
- Оспособљавање ученика за решавање проблема равнотеже статички оптерећених тела
- Упознавање ученика са аксиомама статике, системима сила у равни, условима њихове равнотеже, тежиштем и трећем
- Упознавање ученика са различитим методама решавања проблема у статистици
- Оспособљавање ученика за примену знања из статике у процесу усвајања садржаја стручних предмета
- Развијање логичког мишљења и расуђивања и систематичности у решавању техничких проблема
- Развијање самосталности у раду, смисла за тачност и прецизност у раду
- Упознавање ученика са врстама напрезања и њихових карактеристика
- Упознавање ученика са понашањем техничких материјала под дејством оптерећења
- Упознавање ученика са сложеним напонским стањима
- Овладавање методама прорачуна и правилног избора материјала приликом димензионисања елемената машинских конструкција
- Оспособљавање ученика за примену теоријских знања при решавању практичних техничких проблема

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Основни појмови у статистици	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише статистику као део механике и објасни њен значај у техници • разликује врсте тела у механици као и значај увођења претпоставке крутости тела • дефинише и идентификује силу као последицу међусобног деловања материјалних тела и као узрок промене кретања тела • дефинише систем сила и разликује различите системе сила • наведе аксиоме статике • дефинише појам везе, наведе врсте веза и њихове реакције • израчуна реакције веза на конкретним примерима 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам и подела механике, значај механике • Врсте тела у механици • Појам и врсте сила, системи сила • Аксиоме статике • Везе и реакције веза <p>Кључни појмови: појам механике, појам силе, појам везе, аксиоме статике</p>
Систем сучељених сила у равни	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише систем сучељених сила у равни • изврши графичко и аналитичко слагање система сучељених сила у равни • аналитички представи силу • примени графички услов и аналитичке услове равнотеже система сучељених сила на конкретним примерима • разложи силу на компоненте • објасни појам момента силе за тачку • применом Варињонове теореме одреди момент система сила за задату тачку 	<ul style="list-style-type: none"> • Графички поступци слагања и разлагања сила • Графички услов равнотеже, теорема о три непаралелне силе • Аналитички начин представљања силе • Аналитички поступак слагања сила • Аналитички услови равнотеже система сучељених сила у равни • Момент силе за тачку • Варињонова теорема <p>Кључни појмови: сучељне силе, равнотежа сила, момент силе за тачку</p>
Систем паралелних сила у равни	<ul style="list-style-type: none"> • препозна и дефинише систем паралелних сила у равни • одреди резултанту две паралелне силе истих и супротних смерова • дефинише спрег и момент спрега 	<ul style="list-style-type: none"> • Слагање две паралелне силе у равни (истих и супротних смерова) • Спрег сила и момент спрега <p>Кључни појмови: паралелне силе у равни</p>
Систем произвољних сила у равни	<ul style="list-style-type: none"> • уочи и дефинише систем произвољних сила у равни • примени теорему о паралелном преношењу силе • прикаже системе сила у равни и сведе на простији облик, графичким и аналитичким путем • опише равнотежу тела под деловањем сила • дефинише момент силе и спрега сила као меру обртног кретања тела • реши простије проблеме у вези момента силе и спрега сила • постави услове равнотеже система произвољних сила у равни 	<ul style="list-style-type: none"> • Теорема о паралелном преношењу силе • Редукција силе и система сила на тачку • Главни вектор и главни момент • Услови равнотеже система произвољних сила у равни <p>Кључни појмови: произвољне силе у равни</p>
Тежиште и центар маса	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише појам тежишта • аналитички одреди положај тежишта хомогених тела, раванских фигура и раванских линија • применом Папос – Гулдинових теорема одреди површину обртног тела насталог обртањем раванске линије око осе и запремину обртног тела насталог обртањем раванске фигуре око осе 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам тежишта • Одређивање положаја тежишта хомогених тела • Аналитички поступак одређивања положаја тежишта раванских фигура • Аналитички поступак одређивања положаја тежишта раванске линије • Папос – Гулдинове теореме <p>Кључни појмови: тежиште раванске фигуре, тежиште раванске линије</p>

Равански носачи	<ul style="list-style-type: none"> • препозна и дефинише врсте раванских носача • одреди реакције веза раванских носача • нацрта статичке дијаграме задатих раванских носача оптерећених различитим комбинацијама оптерећења 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам и врсте раванских носача • Врсте оптерећења пуних раванских носача • Аналитички поступак одређивања реакција веза просте греде • Аналитички поступак одређивања реакција веза греде са препустом (препустима) • Одређивање реакција укљештења конзоле • Статички дијаграми просте греде • Статички дијаграми греде са препустом (препустима) • Статички дијаграми конзоле <p>Кључни појмови: проста греда, греда са препустима, конзола</p>
Трење	<ul style="list-style-type: none"> • разликује врсте трења • наведе карактеристичне примере позитивног и негативног дејства трења из машинске технике 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам трења и врсте трења • Трење клизања и трење котрљања • Кулонов закон трења <p>Кључни појмови: трење, клизање, котрљање</p>
Основни појмови и претпоставке отпорности материјала	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише отпорност материјала и наброји задатке отпорности материјала • разуме појам спољашњих и унутрашњих сила • објасни појам напона и деформације • објасни основне врсте напрезања (аксијално напрезање, смицање, увијање, савијање, извијање) • разуме и објасни потребу увођења претпоставки отпорности материјала 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам и задаци отпорности материјала • Спољашње и унутрашње силе • Напони и деформације • Врсте напрезања (основни појмови) • Основне хипотезе и претпоставке отпорности материјала <p>Кључни појмови: напони, деформације, напрезања</p>
Аксијално напрезање	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише аксијално напрезање • објасни Хуков закон помоћу дијаграма • објасни криву динамичке чврстоће • дефинише дозвољени напон и појам степена сигурности • прорачуна аксијално напрегнути штап • објасни затезање под утицајем сопствене тежине (и спољашње аксијалне силе) • анализира утицај температуре на напоне • решава једноставније статички неодређене проблеме • дефинише појам површинског притиска 	<ul style="list-style-type: none"> • Деформације и напони при аксијалном напрезању • Дијаграм напон – дилатација и крива динамичке чврстоће • Хуков закон и модул еластичности • Дозвољени напон и степен сигурности • Прорачун аксијално напрегнутих носача и услови за димензионисање • Затезање под утицајем сопствене тежине • Затезање под утицајем сопствене тежине и спољашње аксијалне силе • Утицај температуре на напоне • Статички неодређени проблеми • Површински притисак <p>Кључни појмови: Хуков закон, дозвољен напон, степен сигурности, затезање</p>
Смицање	<ul style="list-style-type: none"> • објасни напоне и деформације при смицању • објасни Хуков закон при смицању и модул клизања • изврши прорачун елемената из техничке праксе изложених смицању 	<ul style="list-style-type: none"> • Деформације и напони при смицању • Хуков закон при смицању • Модул клизања • Прорачун елемената изложених смицању и услови за димензионисање <p>Кључни појмови: смицање</p>
Геометријске карактеристике равних и попречних пресека	<ul style="list-style-type: none"> • наброји геометријске карактеристике равних пресека • дефинише и прави разлику између геометријских карактеристика равних пресека • примени Хајгенс – Штајнерову теорему на конкретном примеру • одреди положај главних централних оса за задати пример • израчуна главне моменте инерције за задату сложenu фигуру • израчуна полупречник инерције за задату сложenu фигуру • нацрта елипсу инерције за задату сложenu фигуру • израчуна отпорни момент површине 	<ul style="list-style-type: none"> • Врсте геометријских карактеристика равних пресека • Статички момент површине • Момент инерције површине (аксијални, центрифугални, поларни) • Хајгенс – Штајнерова теорема • Главне централне осе и главни момент инерције сложених фигура • Полупречник инерције и елипса инерције • Отпорни момент површине <p>Кључни појмови: момент инерције</p>
Увијање	<ul style="list-style-type: none"> • објасни напоне и деформације при увијању штапа кружног попречног пресека • нацрта дијаграме момената увијања и углова увијања • нацрта дијаграм тангенцијалних напона у попречном пресеку • димензионисање лака вратила (према дозвољеном напону и према дозвољеној деформацији) 	<ul style="list-style-type: none"> • Напони и деформације при увијању штапа кружног попречног пресека • Дијаграми момената увијања и углова увијања • Дијаграм тангенцијалних напона у попречном пресеку • Димензионисање лаких вратила (према дозвољеном напону и према дозвољеној деформацији) <p>Кључни појмови: увијање</p>
Савијање	<ul style="list-style-type: none"> • направи разлику између чистог савијања и савијања силама • објасни деформације и напоне при савијању (чистом савијању и савијању силама) • прорачуна носач изложен савијању • разуме појам косог савијања 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам чистог савијања и савијања силама • Деформације и нормални напон при чистом савијању • Деформације, нормални и тангенцијални напон при савијању силама • Прорачун носача изложених савијању и услови за димензионисање • Појам косог савијања <p>Кључни појмови: савијање</p>
Извијање	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише извијање и објасни основне појмове и претпоставке при извијању • наброји и направи разлику између четири основна случаја извијања • израчуна критичну силу и критични напон извијања • изврши Омега поступак 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни појмови и претпоставке код извијања • Ојлеров образац за величину критичне силе извијања • Основни случајеви извијања • Критични напон извијања • Омега поступак <p>Кључни појмови: извијање</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Предмет се реализује кроз теоријску наставу у учионици или специјализованој учионици.

Препоручен број часова по темама је следећи:

- Основни појмови у статистици (3 часа)
- Систем сучељених сила у равни (8 часова)

- Систем паралелних сила у равни (6 часова)
- Систем произвољних сила у равни (10 часова)
- Тежиште (8 часова)
- Равански носачи (20 часа)
- Трење (3 часа)
- Основни појмови и претпоставке отпорности материјала (3 часа)
- Аксијално напрезање (9 часова)
- Смицање (6 часова)
- Геометријске карактеристике равних и попречних пресека (10 часова)
- Увијање (6 часова)
- Савијање (12 часа)
- Извијање (4 часа)

Приликом реализације тема из статике ослонити се на предзнања ученика из математике и физике. Препорука је да се кроз теоријску наставу дају теоријска објашњења кључних појмова и садржаја уз примере из конкретне праксе, посебно машинске, а кроз часове вежби радити конкретне задатке примењујући теоријска знања. Потребно је радити на конкретним бројчаним примерима, добијене резултате анализирати, подстаћи ученике на доношење закључака. Где год је то могуће добијене резултате проверавати експерименталним путем.

Избор метода и облика рада за сваку тему одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе (метода усменог излагања и дијалогска метода), методе демонстрације, текстуално-илустративне методе, методе графичких радова. Предложени облици рада су фронтални, рад у групи, рад у пару, индивидуални рад.

При обради трења, направити корелацију са машинским материјалима (подмазивање и мазива) да би ученици схватили начине смањења трења између делова машина и механизма.

Садржај тема из отпорности материјала надовезује се на усвојена знања из статике. Знања из статике су предуслов за усвајање знања из отпорности материјала. Пре почетка сваке теме, потребно је осврнути се на научено из статике. Време за утврђивање полазних ставова мора бити кратко, а приоритет се даје анализи и излагању нових садржаја.

У уводном делу обратити пажњу на појмове напона и деформација без чијег разумевања ученици не могу да савладају остатак градива.

При анализи аксијалног напрезања требало би обновити одређивање силе у штаповима (статика), без дубље анализе проблема. На теми аксијалног напрезања задржати се нешто дуже да би ученици ове садржаје усвојили у целини. Посебну пажњу обратити на Хуков закон при аксијалном напрезању с обзиром на његов значај у отпорности материјала.

При обради смицања треба бирати задатке везане за практичне проблеме (заковани спојеви, подешени навојни спојеви, везе клиновима, чивијама) и на тај начин направити основу за усвајање садржаја предмета машински елементи.

При обради геометријских карактеристика попречних пресека посебан значај треба дати израчунавању момената инерције уз примену Хајгенс – Штајнерове теореме. За израчунавање тежишта сложене раванске фигуре ослањати се (по потреби укратко обновити) на знања из статике (аналитички поступак одређивања координата тежишта). При обради профила, примењивати оне који имају најчешћу примену у машинској пракси и увежбати ученике да користе таблице стандардних профила. При решавању конкретних проблема, ученицима дозволити коришћење таблица (нема потребе да се уче напамет обрасци за моменте инерције елементарних раванских фигура).

При обради савијања применити израчунавање момената инерције уз примену Хајгенс – Штајнерове теореме (израчунавање отпорног момента површине). Такође, проверити колика су предзнања ученика из цртања статичких дијаграма (статика) без којих се не може вршити димензионисање носача изложених савијању.

У другом полугодишту урадити бар два домаћа графичка рада (на пример: први графички рад – затезање, притисак и смицање, а други графички рад – димензионисање носача изложеног савијању).

Потребно је да наставник осмишљава задатке према нивоима знања ученика и њиховим могућностима, а оперативне планове ради на месечном нивоу које би их лакше прилагођавао напредовању ученика.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних или писмених радова, графичких радова, тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
I	108	36			144
II	68	34			102

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање са основним појмовима из области електростатике, једносмерних струја и електромагнетизма ;
- Упознавање са основним појмовима из области наизменичних струја и веза елемената
- Упознавање са основним појмовима у области спрегнутих и осцилаторних кола, као и трансформатора;
- Оспособљавање за обављање мерења амперметром, волтметром, ватметром и осцилоскопом;
- Оспособљавање за практичну проверу појава и закона из области електротехнике;
- Развијање способности и вештина за примену знања из електротехнике у струци;
- Развијање правилног односа ученика према заштити, обнови и унапређењу животне средине.

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

Разред: Први

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Електростатика	<ul style="list-style-type: none"> • употребљава основне и изведене мерне јединице; • дефинише основна и електрична својства материје, као и појам електрицитета; • објасни појмове: количину електрицитета, наелектрисано тело; • израчуна силу између два наелектрисана тела користећи Кулонов закон; • одреди силу која делује на тачкасто наелектрисано тело у околини других тачкастих наелектрисаних тела; • графички прикаже вектор поља у некој тачки поља уз објашњење; • објасни појам потенцијала и напона; • израчуна потенцијал у електричном пољу и напон између две тачке; • објасни поларизацију и пробој диелектрика; • објасни појам капацитивности; • израчуна капацитивност плочастиг кондензатора; • израчуна еквивалентну капацитивност редне, паралелне и мешовите везе кондензатора; • израчуна појединачне напоне код редне и мешовите везе кондензатора; • израчуна релативну и апсолутну грешку мерења; • обради и тумачи резултате мерења; • демонстрира понашање наелектрисаних тела; • демонстрира пуњење и пражњење кондензатора; • упореди измерену еквивалентну капацитивност веза кондензатора са израчунатом; • примени мере заштите на раду у лабораторији; 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам јединица. Међународни систем јединица; • Структура материје (проводници, полупроводници и изолатори); • Наелектрисано тело (појам и количина наелектрисања); • Кулонов закон; • Електрично поље (графичко представљање електричног поља, јачина поља усамљеног тачкастиг наелектрисања, хомогено електрично поље, вектор електричног поља); • Силе у електричном пољу; • Електрични потенцијал и електрични напон; • Рад сила у електричном пољу; • Поларизација диелектрика; • Капацитивност усамљеног проводника; • Капацитивност кондензатора (појам кондензатора, капацитивност плочастиг кондензатора, оптерећивање кондензатора, пробој диелектрика, врсте кондензатора); • Везивање кондензатора (редно, паралелно и мешовито везивање кондензатора). <p>ВЕЖБЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Упознавање са лабораторијском опремом и инструментима; • Класификација мерних грешака, тачност мерења и обрада резултата мерења; • Наелектрисано тело; • Кондензатори, пуњење и пражњење; • Везивање кондензатора. <p>Кључни појмови: наелектрисано тело, Кулонов закон, електрично поље, силе у електричном пољу, електрични потенцијал и електрични напон, кондензатор, редна веза елемената, паралелна веза елемената</p>

<p>Једносмерне струје</p>	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише једносмерну струју и повезане појмове (позитивна и негативна струја, физички и технички смер струје); • израчуна јачину струје и густину струје; • дефинише електрично коло и услов да у колу тече струја; • објасни елементе електричног кола; • објасни електромоторну силу генератора; • израчуна електричну отпорност и проводност; • наведе врсте отпорника; • примењује Омов закон; • објасни поступке мерења струје, напона, отпора, снаге и рада; • примењује Први Кирхофов закон; • објасни Џулов закон; • израчуна снагу и рад помоћу Џуловог закона; • решава проста кола са реалним генератором; • израчуна снагу генератора и снагу пријемника; • опише режиме рада генератора; • решава различите везе генератора; • дефинише струјни генератор; • претвара струјни генератор у напонски и обрнуто; • одреди еквивалентни напонски генератор • израчуна еквивалентну отпорност различитих веза отпорника; • решава кола помоћу уопштеног Омовог закона; • примењује Други Кирхофов закон; • одреди напон између две тачке у колу; • одреди потенцијале у колу; • напише систем једначина за решавање сложеног кола; • решава сложено коло са две контуре директном применом Првог и Другог Кирхофовог закона; • решава сложена кола претварањем струјног генератора у напонски и обрнуто; <ul style="list-style-type: none"> • наводи опасности од струјног удара и мере које се предузимају; • наводи мере безбедности у лабораторији; • примењује мере безбедности у лабораторији; • употребаљава мерне аналогне и дигиталне инструменте (амперметар, волтметар, омметар); • покаже дејства електричне струје; • измери напон, струју и електрични отпор у колу; • измери снагу у колу; • провери Омов закон; • провери Први и Други Кирхофов закон; • измери електромоторну силу, напон на оптерећеном генератору и унутрашњу отпорност генератора; • измери еквивалентну отпорност различитих веза отпорника; • упореди измерене вредности напона, струје и отпорности са израчунатим; • решава сложено коло и провери решења мерењем; 	<p>Појам једносмерне електричне струје (дејства електричне струје, јачина и густина електричне струје);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Појам електричног кола и његови елементи (електрични генератор, електромоторна сила генератора, пријемник, прекидач, проводници); • Отпорници (електрична отпорност, отпорност проводника, зависност отпорности од температуре, електрична проводност); • Омов закон (референтни смер струје и напона); • Мерење струје и напона; • Први Кирхофов закон; • Џулов закон; • Електрични рад и електрична снага. Мерење електричне снаге; • Решавање простог кола са реалним генератором; • Снага генератора, снага пријемника, коефицијент корисног дејства генератора; • Режији рада генератора (режим празног хода, кратког споја и режим максималне корисне снаге); • Напонски генератор (редна и паралелна веза генератора, еквивалентни генератор); • Струјни генератор (идеалан и реалан струјни генератор); • Претварање струјног генератора у напонски и обрнуто; • Везивање отпорника (редно, паралелно и мешовито везивање отпорника); • Уопштени Омов закон (решавање кола помоћу уопштеног Омовог закона); • Други Кирхофов закон (појам сложеног електричног кола, дефиниција Другог Кирхофовог закона, одређивање напона између две тачке у колу, одређивање потенцијала у колу); • Еквивалентни напонски генератор • Решавање сложених кола (директном применом Првог и Другог Кирхофовог закона, као и претварањем напонског генератора у струјни и обрнуто). <p>ВЕЖБЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Упознавање са мерном опремом и инструментима. • Мере безбедности у лабораторији и опасност од струјног удара • Коришћење аналогног и дигиталног мерног инструмента; • Дејства електричне струје; • Мерење напона, струје и електричног отпора; • Мерење снаге; • Омов закон; • Први и Други Кирхофов закон; • Мерења на генераторима; • Везе отпорника, зависност отпорности од температуре. • Решавање сложених кола <p>Кључни појмови: једносмерна електрична струја, отпорници, Омов закон, Џулов закон, Први и Други Кирхофов закон</p>
<p>Електромагнетизам</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни појам магнета, магнетног поља; • графички представи магнетно поље; • објасни магнетна својства материје; • наведе поделу магнетних и феромагнетних материјала; • израчуна магнетну индукцију струје у правом проводнику и одреди њен смер уз објашњење; • објасни магнетну индукцију у навојку и намотају и одреди њен смер; • објасни магнетне феромагнетних материјала и магнетни хистерезис; • објасни магнетно коло и Кап-Хопкинсонов закон • израчуна величине везане за магнетно коло; • објасни и израчуна електромагнетну и електродинамичку силу уз одређивање њиховог смера; • објасни Фарадејев закон и његову примену код праволинијског проводника, навојка и намотаја у магнетном пољу; • одреди смер индуковане електромоторне силе; • објасни принцип рада генератора једносмерне струје; • објасни принцип рада електромотора једносмерне струје; • објасни самоиндукцију и израчуна индуктивност намотаја; • објасни узајамну индукцију; • објасни принцип рада трансформатора; • објасни вртложне струје; • решава задатке у области електромагнетизма; <ul style="list-style-type: none"> • покаже узајамно дејство магнета, магнета и меког гвожђа, као и електромагнета; • измери индуктивност калема; • изводи закључке о промени индуктивности у зависности од промене броја навоја, димензија и језгра; • покаже примере самоиндукције и објасни примере из праксе. 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам магнетног поља (појам и врсте магнета); • Графичко представљање магнетног поља; • Магнетна својства материје (магнетна пермеабилност, врсте магнетних материјала); • Магнетна индукција; • Био – Саваров закон (вектор магнетне индукције и вектор магнетног поља); • Амперов закон (магнетно поље праволинијског проводника, магнетно поље навојка и намотаја); • Магнетне феромагнетних материјала; • Магнетни хистерезис; • Флукс вектора магнетне индукције. • Магнетно коло. Кап-Хопкинсонов закон; • Електромагнетна сила (појам електромагнетне силе, одређивање вектора електромагнетне силе); • Електродинамичка сила (узајамно деловање два проводника са струјом, одређивање вектора електродинамичке силе); • Навојак и намотај у магнетном пољу; • Електромагнетна индукција (Фарадејев закон, Ленцово правило); • Индукована електромоторна сила у намотају и праволинијском проводнику, смер индуковане емс); • Електромотор једносмерне струје и генератор једносмерне струје; • Индуктивност кола (индуктивност калема, зависност индуктивности од броја навојака, димензија и језгра); • Електромоторна сила самоиндукције; • Међусобна индукција; • Трансформатор; • Вртложне струје. <p>ВЕЖБЕ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Магнети и електромагнети; • Калемови; • Електромагнетна индукција. <p>Кључни појмови: магнетно поље, магнетна индукција, Амперов закон, електромагнетна сила</p>

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Увод у наизменичне струје	<ul style="list-style-type: none"> опише производњу наизменичне електромоторне силе; наведе параметре наизменичних величина и израчуна вредности; представи наизменичне величине помоћу временских дијаграма, фазора и комплексних бројева; сабира и одузима наизменичне величине. <ul style="list-style-type: none"> подеси осцилоскоп за мерење наизменичног напона измери наизменични напон осцилоскопом; измери фазну разлику два напона осцилоскопом; измери учестаност осцилоскопом; 	<ul style="list-style-type: none"> Појам и значај наизменичне струје. Добијање простопериодичне електромоторне силе. Генератор наизменичне електромоторне силе; Параметри наизменичних величина (тренутна вредност, амплитуда, периода, фаза и почетна фаза, учестаност, кружна учестаност, средња вредност, ефективна вредност); Представљање наизменичних величина помоћу временских дијаграма; Представљање наизменичних величина помоћу фазора; Представљање наизменичних величина помоћу комплексних бројева; Сабирање и одузимање наизменичних величина. <p>ВЕЖБЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> Мерење наизменичног напона аналогним и дигиталним инструментима; Мерење параметара наизменичног напона осцилоскопом; Мерење фазне разлике два напона и учестаности осцилоскопом. <p>Кључни појмови: наизменична струја, амплитуда, ефективна вредност, период, фреквенција/учестаност, фазор, фаза</p>
Елементи у колу наизменичне струје	<ul style="list-style-type: none"> нацрта временске и фазорске дијаграме за напон и струју у колу наизменичне струје у коме се налази један од елемената: отпорник, калем или кондензатор; израчуна комплексне импедансе елемената, реактивну отпорност калема и кондензатора; опише понашање калема у колу једносмерне и колу наизменичне струје; опише понашање кондензатора у колу једносмерне струје и у колу наизменичне струје; одреди фазни померај дефинише и израчунава снаге за елементе у колу наизменичне струје; користи Омов закон за ефективне вредности струје и напона приликом решавања задатака; користи Омов закон за комплексне вредности струје и напона приликом решавања задатака; <ul style="list-style-type: none"> измери наизменични напон и струју аналогним и дигиталним инструментима; измери наизменични напон на отпорнику, калему и кондензатору осцилоскопом; измери снагу; провери основне законе електротехнике мерењем; 	<ul style="list-style-type: none"> Елементи у колу наизменичне струје; Отпорник у колу наизменичне струје; Калем у колу једносмерне струје; Калем у колу наизменичне струје. Реактивна отпорност калема; Кондензатор у колу једносмерне струје (пуњење и пражњење кондензатора); Кондензатор у колу наизменичне струје. Реактивна отпорност кондензатора; Снаге у колу наизменичне струје (појам тренутне, активне, реактивне и привидне снаге); Снага у колу са отпорником. Снага у колу са калемом. Снага у колу са кондензатором. <p>ВЕЖБЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> Мерење струје и напона у колима наизменичне струје аналогним и дигиталним мерним инструментима; Мерење напона на отпорнику, калему и кондензатору осцилоскопом; Мерење снаге. Провера основних закона електротехнике. <p>Кључни појмови: отпорник, калем, кондензатор, тренутна, активна, реактивна и привидна снага</p>
Везе елемената у колу наизменичне струје	<ul style="list-style-type: none"> нацрта временске и фазорске дијаграме напона и струја код редних веза; израчунава импедансу редних веза, њен модуо и фазни угао; користи Омов закон за ефективне и комплексне вредности напона и струја; израчуна напоне и струју код редне везе елемената; израчунава фактор снаге; дефинише редну резонансу и резонантну фреквенцију; израчунава резонантну фреквенцију; израчунава снаге код редних веза; дефинише адмитансу и објасни како се она израчуна из импедансе; нацрта временске и фазорске дијаграме напона и струја код паралелних веза; израчуна напон и струје код паралелне везе елемената; израчунава снаге код паралелних веза; <ul style="list-style-type: none"> измери наизменични напон на елементима редног RLC, RL и RC кола осцилоскопом и мултиметром; одреди граничну учестаност НФ и ВФ филтра; провери Први и Други Кирхофовог закон; измери фреквенцију дигиталним фреквенцметром; анализира рад кола мерењем струје и напона и упоређује са вредностима које су добијене рачунским путем; одреди пропусни опсег осцилаторног кола; решава и анализира комбиновану везу елемената; 	<ul style="list-style-type: none"> Редна веза отпорника, калема и кондензатора. Појам импедансе. Троугао импедансе. Омов закон у комплексном облику за редну RLC везу. Редна резонанса; Нискофреквенцијски и високофреквенцијски филтар – редна веза; Снаге код редне везе отпорника, калема и кондензатора. Троугао снаге. Фактор снаге; Паралелна веза пријемника. Појам адмитансе; Паралелна веза отпорника, калема и кондензатора. Троугао адмитанси; Снаге код паралелне везе отпорника, калема и кондензатора. Троугао снаге; Снаге код паралелне везе отпорника и калема; Снаге код паралелне везе отпорника и кондензатора; Паралелна резонанса. <p>ВЕЖБЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> Мерење наизменичног напона и струје аналогним мултиметром (у редном и паралелном RLC колу); Одређивање пропусног опсега НФ и ВФ филтара; Мерење наизменичног напона и струја у паралелном RLC колу и комбинованој вези елемената; Мерење фактора снаге; Дигитални фреквенцметри (мерење средњих, ниских и високих учестаности; тачност дигиталног фреквенцметра – упоређивање мерења фреквенције фреквенцметром и осцилоскопом); Провера закона електротехнике мерењем; <p>Кључни појмови: импеданса, адмитанса, резонанса, филтер, фактор снаге</p>
Сложена кола	<ul style="list-style-type: none"> анализира рад сложеног кола са две независне контуре применом Првог и Другог Кирхофовог закона и одређује непознате струје и напоне; 	<ul style="list-style-type: none"> Појам сложеног кола; Решавање сложених кола директном применом Првог и Другог Кирхофовог закона; <p>Кључни појмови: веза елемената троугао, веза елемената звезда, сложено коло</p>

<p>Спрегнута и осцилаторна кола</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни индуктивну спрегу калема и њену примену; • израчуна коефицијент индуктивне спреге; • опише принцип рада трансформатора и аутотрансформатора и њихову примену; • објасни слободне осцилације уз извођење Томсоновог обрасца; • наведе разлику између идеалног и реалног осцилаторног кола; • објасни принцип рада редног осцилаторног кола и израчуна резонантну учестаност и пропусни опсег; • наброји врсте спрега и препозна њихове основне карактеристике; 	<ul style="list-style-type: none"> • Индуктивно спрегнути калемови; • Кола са индуктивно спрегнутим калемовима; • Трансформатор и аутотрансформатор; • Слободне осцилације и Томсонов образац. Идеално и реално осцилаторно коло; • Редно осцилаторно коло. Фактор добротe и пропусни опсег осцилаторног кола; • Паралелно осцилаторно коло. Пропусни опсег осцилаторног кола; • Спрегнута осцилаторна кола – врсте спрега. <p>ВЕЖБЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Одређивање резонантне фреквенције редног и паралелног осцилаторног кола; • Одређивање преносног односа трансформатора и аутоасформатора; • Мерење пропусног опсега осцилаторног кола методом резонансе. <p>Кључни појмови: индуктивна спрега, осцилаторно коло, Томсонов образац, фактор добротe</p>
<p>Трофазни системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> • наведе основне карактеристике трофазног система и објасни начин добијања трофазне електромоторне силе; • објасни везивање намотаја генератора у звезду и троугао; • објасни везивање пријемника у звезду у троугао; • упореди симетричан и несиметричан трофазни систем; • дефинише снагу трофазног система; • објасни примену обртног магнетног поља; • измери активну снагу у трофазном равномерно оптерећеном систему; • измери активну снагу у трофазном неравномерно оптерећеном систему. 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни појмови о трофазним системима. Симетрични трофазни систем; • Веза намотаја генератора у звезду и троугао; • Веза пријемника у звезду и троугао; • Несиметричан трофазни систем; • Снага трофазног система; • Обртно магнетно поље; • Примена обртног магнетног поља (синхрони и асинхрони мотори). • Мерење активне снаге у трофазном равномерно оптерећеном систему методом једног ватметра; • Мерење снаге у трофазном неравномерно оптерећеном систему са и без нултог проводника методом три ватметра. <p>Кључни појмови: трофазни систем, синхрони, асинхрони мотор</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Први разред

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања. Настава ће се реализовати кроз часове теоријске наставе са целим одељењем и кроз часове вежби у лабораторији. Одељење се дели на групе приликом реализације вежби.

Облици наставе: Теоријски часови и вежбе

Место реализације наставе: Сви теоријски часови се реализују у стандардној учионици а часови вежби се реализују у лабораторији

Препоручени број часова по темама:

- Електростатика: **24 часова теоријске наставе, 10 часова вежби**
- Једносмерне струје: **54 часова теоријске наставе, 20 часова вежби**
- Електромагнетизам: **30 часова теоријске наставе, 6 часова вежби**

Приликом реализације наставних садржаја водити рачуна о нивоима исхода. Ово је први стручни предмет у првом разреду ученика и садржаје прилагодити њиховом узрасту. Садржаје употпунити примерима и ситуацијама из свакодневног живота.

Током реализације наставе увек се придржавати истог принципа: теоретски објаснити појаву или законитост, потврдити је рачунски (тамо где је то могуће), а онда извршити демонстрацију или мерења у лабораторији.

На првим часовима дискутујете са ученицима о развоју електротехнике. Структуру материје обрадити као наставак на претходно знање из физике и хемије.

При обради теме **Електростатика**, често користити методу *олуја идеја* и допустити ученицима да сами дођу до дефиниције појмова на основу претходног знања из физике и хемије. Електрично поље и појаве у њему обрадити првенствено графички и описно. Уз обраду појединих методских јединица урадити и рачунске задатке. Редно, паралелно и мешовито везивање кондензатора објаснити на неколико примера, а одмах након тога извршити демонстрацију у лабораторији.

При обради теме **Једносмерне струје** користити комбинацију вербалне методе и практичне методе. На почетку ове теме објаснити физичку суштину струје, физички и технички смер, позитивну и негативну струју. Гуштину струје објаснити графички и дати практичне вредности које се сусрећу код електричних инсталација, трансформатора и сл. Електрично коло упоредити са неким механичким системом у којем се врши двострука конверзија енергије, где се енергија неподесна за директну употребу претвара у електричну (на пример потенцијална енергија воде), затим преноси до потрошача и ту се претвара у енергију погодну за коришћење (на пример у светлосну и топлотну). Код генератора обрадити и практични начин мерења њихове унутрашње отпорности. Приликом обраде овог модула урадити велики број задатака. Код решавања сложених кола увежбати писање потребних једначина за формирање система једначина, а решавати само системе једначина са три непознате величине. Објаснити претварање напонског генератора у струјни помоћу напона празног хода и струје кратког споја, па затим показати како се решавају сложена кола на тај начин.

При обради теме **Електромагнетизам** користити комбинацију вербалне методе и практичне методе. Појам магнетног поља обрадити ослањајући се на претходно знање из основне школе. По могућности показати његов облик помоћу гвоздене пиљевине. Смерове величина у магнетизму приказивати помоћу правила десне и леве руке или левог и десног завртња. Принцип рада електромотора и генератора једносмерне струје обрадити на реалним примерима. Међусобну индукцију и вртложне струје обрадити првенствено описно.

Током трајања тема реализовати најмање два теста знања. Тестови знања би требало да садрже теоријска питања и рачунске задатке различитих нивоа сложености. Препоручује се да тестови знања садрже и питања различитих облика: питања вишеструког избора, питања допуне, питања отвореног типа – питања која захтевају кратак есејски одговор, питања са израчунавањем и графичким приказима.

Током трајања тема, реализовати два писмена задатка, један у првом и један у другом полугодишту. Писмени задаци се по правилу раде два спојена школска часа. Писмени задаци садрже само рачунске задатке, различитих нивоа сложености, обухватајући најважније теме и садржаје.

Препоруке за реализацију лабораторијских вежби

Једна вежба се ради два спојена школска часа и за то време ученици треба да ураде сва мерења и обраде резултате. У лабораторији треба да буде довољно радних места да за једним радним столом буду два до три ученика. Инсистирати код ученика на коришћењу стручне терминологије, а на лабораторијским вежбама примени мера заштите на раду и примени препорука за заштиту од квара опреме услед неправилног руковања. На првом термину вежби упознати ученике са мерним инструментима, алатом и прибором који ће се користити, као и правилима рада и понашања у кабинету. Дефинисати мерне грешке. Детаљно обрадити тему „Обрада резултата мерења”.

На почетку циклуса вежби који се односи на мерење једносмерних струја и напона, обрадити опасности од струјног удара и мере које се предузимају као превенција. Детаљно упознати ученике са свим могућим опасностима и предузетим мерама у конкретном кабинету и често дискутовати на ту тему.

Наставник је у обавези да припреми детаљна упутства за лабораторијске вежбе, како би ученици унапред били упознати са начином рада: које величине се мере, шта се прорачунава, на који начин се користе измерене величине у процесу анализе.

Свака тема, поред теоријске наставе, пропраћена је и часовима вежби. Вежбе су наведене у препорученом садржају сваке теме. Извођење вежби потребно је усагласити са теоријском наставом тако да одговарајуће вежбе следе одмах након обраде теоријског градива. По могућности, у једном термину радити једну вежбу, а највише пет вежби у једном циклусу. Где год је могуће, лабораторијска мерења потврдити и рачунским путем, или урадити одговарајућу симулацију на рачунару. Изузетно, у случају недостатка потребне опреме за неке вежбе, практичан рад заменити одговарајућом интерактивном симулацијом на рачунару.

Инсистирати да ученици воде дневник вежби који би садржао извештаје са вежби, резултате мерења, обраду добијених података, графички / табеларни приказ као и закључке. Редовно прегледати дневнике вежби. Након сваког циклуса вежби, кроз индивидуални рад ученика, оценити ниво савладаности стечених практичних вештина (спровођење налога, одабир, повезивање и коришћење инструмената, читавање резултата, представљање резултата табеларно и графички, тумачење резултата, анализирање рада кола у различитим условима).

Други разред

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања. Настава ће се реализовати кроз часове теоријске наставе са целим одељењем и кроз часове вежби у лабораторији. Одељење се дели на две групе приликом реализације вежби. На првим часовима дискутујете са ученицима о основним појмовима из тригонометрији. Препорука је да се основни појмови из тригонометрије обраде на часовима математике, у договору са предметним наставником.

Облици наставе: Теоријски часови и вежбе

Место реализације наставе: Сви теоријски часови се реализују у стандардној учионици, а вежбе у кабинету.

Препоручени број часова по темама:

– Увод у наизменичне струје: **10 теоријске наставе, 4 часова вежби**

– Елементи у колу наизменичне струје: **12 часова теоријске наставе, 8 часова вежби**

– Везе елемената у колу наизменичне струје: **16 часова теоријске наставе, 14 часова вежби**

– Сложена кола: **Теорија 10 часова**

– Спрегнута и осцилаторна кола: **10 часова теоријске наставе, 6 часова вежби**

– Трофазни системи: **10 часова теоријске наставе, 2 часа вежби**

Приликом реализације наставних садржаја водити рачуна о нивоима исхода и планирати активности у складу са њима. Уколико исход подразумева решавање задатака или анализу, током планирања урадити операционализацију и на ниже нивое исхода.

Током реализације сваке теме увек се придржавати истог принципа: теоретски објаснити појаву или законитост, потврдити је рачунски (тамо где је то могуће) а онда извршити демонстрацију или мерења у лабораторији.

За реализацију теме **Увод у наизменичне струје** на почетку обрадити основне појмове из тригонометрије, уколико нису обрађени у математици: дефинисати тригонометријске функције, ток тригонометријских функција, појам радијана. Такође, обрадити појам, модуо и аргумент комплексног броја (може се реализовати и у сарадњи са наставником математике). Детаљно обрадити параметре наизменичних величина. Приликом обраде ове теме урадити велики број задатака на различитим нивоима захтевности.

За реализацију теме **Елементи у колу наизменичне струје** детаљно обрадити све елементе у колу наизменичне струје цртајући временске и фазорске дијаграме. Објаснити шта се дешава са електричном енергијом у њима. Приликом обраде ове теме урадити велики број задатака на различитим нивоима захтевности.

За реализацију теме **Везе елемената у колу наизменичне струје** код редних веза елемената нацртати прво временске, а затим фазорске дијаграме. Фазорске дијаграме цртати тако да је фазор струје на фазној осци. Импедансе дати у апсолутном и комплексном облику. Решавати већи број задатака. Омов закон дати за ефективне и комплексне вредности струје и напона. Код паралелних веза елемената дефинисати снаге и поправак фактора снаге. Објаснити улогу филтра. Приликом обраде ове теме урадити велики број задатака на различитим нивоима захтевности.

Приликом реализације теме **Сложена кола** комбиновану везу елемената обрадити на примерима, као и трансформације звезда – троугао. Дефинисати сложено коло и навести начине за решавање сложених кола, задржати се на колу са две независне контуре. У електричним колима са више контура, само писати систем једначина (без решавања).

Приликом реализације теме **Спрегнута и осцилаторна кола** објаснити индуктивну спрегу калемова и њену примену, кроз примере објаснити израчунавање коефицијента индуктивне спреге. Обрадити трансформатор и аутотрансформатор са становишта примене и одређивања односа трансформације. За редно и паралелно осцилаторно коло вежбати израчунавање резонантне учестаности, одређивање пропусног опсега и фактора добротности. Спрегнута осцилаторна кола обрадити само информативно.

За реализацију теме **Трофазни системи** нагласити зашто је погодније везивање навоја у звезду за нисконапонску мрежу. Обртно магнетно поље приказати помоћу фазорских дијаграма.

Током трајања тема реализовати најмање два теста знања. Тестови знања би требало да садрже теоријска питања и рачунске задатке различитих нивоа сложености. Препоручује се да тестови знања садрже и питања различитих облика: питања вишеструког избора, питања допуне, питања отвореног типа – питања која захтевају кратак есејски одговор, питања са израчунавањем и графичким приказима.

Током трајања тема, реализовати два писмена задатка, један у првом и један у другом полугодишту. Писмени задаци се по правилу раде два спојена школска часа. Писмени задаци садрже само рачунске задатке, различитих нивоа сложености, обухватајући најважније теме и садржаје.

Препоруке за реализацију лабораторијских вежби

Једна вежба се ради два спојена школска часа и за то време ученици треба да ураде сва мерења и обраде резултате. У лабораторији треба да буде довољно радних места да за једним радним столом буду два до три ученика. Инсистирати код ученика на коришћењу стручне терминологије, а на лабораторијским вежбама примени мера заштите на раду и примени препорука за заштиту од квара опреме услед неправилног руковања. На првом термину вежби упознати ученике са мерним инструментима, алатом и прибором који ће се користити, као и правилима рада и понашања у кабинету.

Наставник је у обавези да припреми детаљна упутства за лабораторијске вежбе, како би ученици унапред били упознати са начином рада: које величине се мере, шта се прорачунава, на који начин се користе измерене величине у процесу анализе.

Свака тема, поред теоријске наставе, пропраћена је и часовима вежби, осим теме **Сложена кола** у другом разреду. Вежбе су наведене у препорученом садржају сваке теме. Извођење вежби потребно је усагласити са теоријском наставом тако да одговарајуће вежбе следе одмах након обраде теоријског градива. По могућности, у једном термину радити једну вежбу, а највише пет вежби у једном циклусу. Где год је могуће, лабораторијска мерења потврдити и рачунским путем, или урадити одговарајућу симулацију на рачунару. Изузетно, у случају недостатка потребне опреме за неке вежбе, практичан рад заменити одговарајућом интерактивном симулацијом на рачунару.

Инсистирати да ученици воде дневник вежби који би садржао извештаје са вежби, резултате мерења, обраду добијених података, графички / табеларни приказ као и закључке. Редовно прегледати дневнике вежби. Након сваког циклуса вежби, кроз индивидуални рад ученика, оценити ниво савладаности стечених практичних вештина (спровођење налога, одабир, повезивање и коришћење инструмената, читавање резултата, представљање резултата табеларно и графички, тумачење резултата, анализирање рада кола у различитим условима).

Упознати ученике са начином коришћења осцилоскопа. За мерење наизменичног напона користи осцилоскоп или мултиметар. За мерења ефективних вредности напона и струје користити мултиметар. Снагу мерити UI методом, али и ватметром.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; израду задатака, извештаје ученика о резултованим вежбама, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја; тестове практичних вештина, праћење постигнућа исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да **процењују сопствени напредак** у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију.

Посебну пажњу обратите на часовима на којима гостују стручњаци из појединих области, вреднујте активност ученика који постављају питања и аналитички разговарају.

Осмишљавати такве задатке у којима ће ученици анализирати рад кола у различитим условима рада (промена карактеристика употребљене електричне компоненте, промена параметара улазног сигнала и сл.)

На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради. Потребно је осмислити више типова различитих активности са продуктивним различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са **Правилником о оцењивању**. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике.

Планирати како усмене тако и писмене провере знања и тестове практичних вештина.

Сумативно оцењивање се може извршити на основу података прикупљених формативним оцењивањем, резултата/решења проблемског или семинарског рада, усмених провера знања, контролних и домаћих задатака, тестова знања и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

Након сваког циклуса вежби, кроз индивидуални рад ученика, оценити ниво савладаности стечених практичних вештина. Унапред упознати ученике са захтевима и вештинама које ће бити провераване. За ученике који нису савладали коришћење мерних инструмената, припремити додатни материјал и време за рад.

Посебно вредновати када ученик примењује знања стечена на теоријским часовима приликом извођења вежби, као и у сложеним и непознатим ситуацијама (које наставник креира на часовима обнављања или увежбавања) као и када ученик објашњава и критички разматра сложене садржинске целине и информације.

Назив предмета: ЕЛЕКТРОМАШИНСКА ПРИПРЕМА

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
I			72	30	102

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са начинима чувања здравља и примене мера заштите на раду
- Оспособљавање ученика да чува и одржава алате
- Оспособљавање ученика да машинском обрадом обликује једноставне делове у области машинства
- Оспособљавање ученика да припреми површине машинских делова за заштиту и да их заштити од корозије
- Оспособљавање ученика да стечене вештине примене у другим предметима
- Оспособљавање ученика за примену електротехничких материјала
- Оспособљавање ученика за препознавање, припрему и настављање проводника који се користе у електротехници
- Оспособљавање ученика за повезивање прибора који се користе у електро, телекомуникационим и инсталацијама локалних рачунарских мрежа

- Оспособљавање ученика за рад са мерним инструментима у области електротехнике
- Оспособљавање ученика за испитивање и уградњу пасивних елемената
- Развијање прецизности и одговорности ученика.

3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Разред: први

Ред.бр	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула
1	Машинска припрема	36 + 15 (настава у блоку)
2	Припрема елемената електричних инсталација	36 + 15 (настава у блоку)
УКУПНО:		102

4. НАЗИВИ МОДУЛА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

МОДУЛ	ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Машинска припрема	<ul style="list-style-type: none"> • демонстрира поступке мерења и контролисања: дужинских мера, углова, положаја и облика и храпавости • рукује мерним алатима, прибором и предметом рада • користи техничко технолошку документацију • примењује мере заштите на раду • одабере прибор за оцртавање и обележавање • одабере прибор за стезање и придржавање • изведе поступке оцртавања и обележавања • изведе поступке оштрења алата • демонстрира стезање и придржавање • изабере алат за бушење, проширивање и упуштање • изводи поступке бушења, проширивања и упуштања • изводи оштрење резног алата за бушење • примени правила одржавања, чишћења машине, алата и прибора при бушењу • изабере машину, алат и прибор за поступке сечења и одсецања • изведе поступке сечења и одсецања • изводи поступке исправљања материјала • изводи поступке савијања материјала • изводи поступке спајања закивањем, вијцима и наврткама • разликује врсте мазива • разликује врсте подмазивања према месту примене • изводи поступак подмазивања • припреми потребну површину за заштиту од корозије • пзабере одговарајуће средство за заштиту • изводи поступак наношења заштитних превлака • објасни техничке карактеристике стругова, глодалица и брусилица • наведе основне делове, склопове и подсклопове универзалних машина алатки • објасни начин рада универзалних машина алатки • одабере универзалну машину алатку у зависности од врсте обраде на припремку • одабере алат и помоћни прибор 	<p>Увод у машинску припрему</p> <ul style="list-style-type: none"> • Поступак мерења и контролисања дужинских мера, углова, положаја облика и храпавости • Чување и одржавање мерила • Техничко технолошка документација • Мере заштите на раду <p>Стезање и придржавање</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оцртавање и обележавање • Прибор за стезање и придржавање • Стезање и придржавање <p>Обрада бушењем, проширивањем и упуштањем</p> <ul style="list-style-type: none"> • Машине, алат и прибор за бушење, проширивање и упуштање • Бушење, проширивање и упуштање • Оштрење резног алата за бушење <p>Сечење и одсецање</p> <ul style="list-style-type: none"> • Машине, алат и прибор за сечење и одсецање • Сечење ручном, електричном брусилицом и тестером • Одсецање секачима <p>Савијање, исправљање и спајање</p> <ul style="list-style-type: none"> • Исправљање материјала • Исправљање трака, лимова и шипкастих материјала • Савијање материјала • Разни поступци спајања материјала <p>Подмазивање и заштита од корозије</p> <ul style="list-style-type: none"> • Врсте мазива и подмазивања <ul style="list-style-type: none"> – гранично – хидродинамичко – хидростатичко – еластохидродинамичко – мешовито подмазивање • Корозија • Врсте корозије • Припрема површине за заштиту • Врсте боја и лакова • Наношење заштитних превлака <p>Универзалне машине алатке (настава у блоку)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Врсте универзалних машина алатки • Основни подсклопови универзалних машина алатки • Кинематика резања универзалних машина алатки • Алата за обраду резањем • Помоћни прибори за универзалне машине алатке <p>Кључни појмови: мерење и контролисање, обележавање, ручна обрада, подмазивање, заштита од корозије</p>

<p>Припрема елемената електричних инсталација</p>	<ul style="list-style-type: none"> • познаје опасности и примењује заштитне мере од штетног утицаја електричне струје; • користи заштитну опрему; • реагује и пружи прву помоћ унесрећеном од удара електричне струје; • препозна симболе у техничко технолошкој документацији; • одабере елементе на основу симбола; • уштра симболе елемената у документацији; • одабере и користи алат; • одржава алат; • препознаје електротехничке материјале; • познаје механичке и електричне карактеристике материјала; • користи стандарде и каталоге производа; • препозна електроенергетске, електроинсталационе, телекомуникационе, оптичке и каблове за локалне рачунарске мреже; • скине изолацију, настави и изолира проводник; • постави микроконекторе на крајеве UTP кабла; • повеже помоћу проводника основни инсталациони прибор; • повеже помоћу проводника телекомуникациони прибор; • повеже помоћу проводника основни прибор локалних рачунарских мрежа; • користи аналогне и дигиталне мерне инструменте; • подеси инструмент (једносмерна, наизменична струја), одабере мерно подручје; • одреди константу аналогног инструмента; • измери основне електричне величине: напон, струју, отпор и капацитивност; • разликује системе наизменичне и једносмерне струје; • прикључи потрошаче на изворе електричне енергије; • разликује системе наизменичне и једносмерне струје; • прикључи потрошаче на изворе електричне енергије; • одабере материјал; • изведе припрему за лемљење; • изврши лемљење; • одабере на основу ознаке отпорник, кондензатор и калем; • испита исправност елемената; • замени и угради пасивне елементе у одговарајуће струјно коло; 	<p>Заштита од штетног деловања електричне енергије</p> <ul style="list-style-type: none"> • Утицај електричне струје на човека • Мере заштите на раду • Пружање прве помоћи <p>Симболи у електротехници</p> <ul style="list-style-type: none"> • Симболи и ознаке у електротехници <p>Алати и прибор у електротехници</p> <ul style="list-style-type: none"> • Алати који се користе у електротехници • Алати који се користе за постављање локалне рачунарске мреже (клетшта за кримповање, универзални стрипер, коаксијални стрипер) • Одржавање алата <p>Електротехнички материјали</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проводници (бакар, алуминијум, сребро, злато), особине и примена • Полупроводници (силицијум и германијум), особине и примена • Изолациони материјали и диелектрици (пластичне масе, пертинакс, клирит, гума, прешпан, лискун, стакло, керамика, порцулан), особине и примена • Магнетни материјали (меки и тврди магнетици: ферити, алнико магнетици на бази ретких земаља), особине и примена • Производи који се користе у електротехници (жице, клеме, изолационе траке, буџири, изолације, стални магнети,...) <p>Проводници и каблови</p> <ul style="list-style-type: none"> • Електроенергетски каблови • Електроинсталациони проводници • Телекомуникациони проводници • Оптички каблови • Каблови за локалне рачунарске мреже (UTO, FTP, SFTP, USB,...) <p>Електроинсталациони прибор</p> <ul style="list-style-type: none"> • Електроинсталациони прибор (осигурачи, прекидачи, утичне, сијалична грла) • Телекомуникациони прибор (реглете, телефонска прикључница, телефонски утикач) • Прибор за локалне мреже (мрежне утичне, прикључнице PATCH панели) <p>Универзални мерни инструмент</p> <ul style="list-style-type: none"> • Универзални дигитални инструмент • Универзални аналогни инструмент <p>Извори електричне енергије</p> <ul style="list-style-type: none"> • Извори једносмерне струје (галвански елементи, исправљачи, акумулатор) • Извори наизменичне струје (трофазни и монофазни систем) <p>Мeko лемљење</p> <ul style="list-style-type: none"> • Спајање проводника лемљењем • Лемљење на штампаној плочи <p>Пасивни електрични елементи</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отпорници (начин израде, врсте, обележавање, примена) • Кондензатори (начин израде, врсте, обележавање, примена) • Калемови и трансформатори (начин израде, примена) <p>Настава у блоку</p> <ul style="list-style-type: none"> • Израда модела електричне инсталације, састављене од мањег броја струјних кругова, према задатој електричној шеми • Испитивање и замена електричних елемената на штампаној плочи • Спајање проводника и електронских елемената меким лемљењем у једноставнија електрична кола према задатој шеми <p>Кључни појмови: алати, прибори и симболи у електротехници, електротехнички материјали, мерење електричних величина</p>
--	--	--

5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начином оцењивања.

Предмет се реализује кроз практичну наставу у специјализованој учioniци-радионици. Приликом остваривања програма одељење се дели на групе до 15 ученика. Настава у блоку се реализује у радионици или производном погону. Приликом остваривања наставе у блоку одељење се дели на групе до 15 ученика.

У току реализације модула **Машинска припрема** ослонити се на предзнање из предмета техника и технологија из основне школе и техничког цртања. За обраду теме заштита од корозије, ослонити се на теоријско знање из машинских материјала.

Препоручени број часова по темама је следећи:

- Увод у машинску припрему (4 часа)
- Стезање и придржавање (4 часа)
- Обрада бушењем, проширивањем и упуштањем (6 часова)
- Сечење и одсецање (6 часова)
- Савијање, исправљање и спајање (6 часа)
- Лемљење (4 часа)
- Подмазивање и заштита од корозије (6 часа)
- Настава у блоку (18) часова

У току реализације модула **Припрема елемената електричних инсталација**, ослонити се на предзнање из предмета техника и технологија из основне школе и основа електротехнике. Програм је сачињен тако да ученици стекну увид у делокруг послова и радних задатака у подручју рада Електротехника.

Препоручени број часова по темама је следећи:

- Заштита од штетног деловања електричне енергије (2 часа)
- Симболи у електротехници (2 часа)
- Алати и прибор у електротехници (2 часа)
- Електротехнички материјали (4 часа)
- Проводници и каблови (4 часа)

- Електроинсталациони прибор (6 часова)
- Универзални мерни инструмент (4 часа)
- Извори електричне енергије (2 часа)
- Меко лемљење (4 часа)
- Пасивни електрични елементи (6 часова)
- Настава у блоку (12) часова

Потребно је приликом обраде сваке наставне теме, ученике упознати са специфичностима безбедности и заштите на раду са одређеним алатима, приборима и машинама. За практичан рад на појединим темама потребно је да користе и специфичну заштитну опрему (на пример при раду на конкретној машини итд.). Инсистирати на систематичности и примени теоријских знања у изради практичних задатака.

За самосталне вежбе ученика, наставник припрема потребне елементе за вежбу (машину, припремак, материјал, алат, прибор и потребну документацију).

Модул **Машинска припрема** уводи ученике у сферу извршилачког и производног рада, у амбијент машинске радионице, у којој се процес образовања одвија у другим условима и другачијим методама и средствима рада од оних које су ученици до тада сретали. Зато у самом почетку ученици треба да упознају принципе и правила понашања у радионици, радну и технолошку дисциплину, средства и мере заштите на раду и њихову примену.

Практични рад ученика мора бити осмишљен, а свака активност разумљива. На тај начин се подстиче мотивисаност за рад и развијају стваралачке способности ученика, остварује ефикасност и бољи квалитет рада. Да би се то постигло практични рад мора бити, у свим својим фазама, анализиран и разјашњен. Непосредној извршилачкој активности демонстрацији наставника или новој вежби ученика, мора да претходе (у зависности од карактера и сложености радног поступка и средстава рада) објашњења техничко-технолошких законитости или краћа упутства о руковању алатом, машинама и мерним инструментима. Увек треба инсистирати на поштовању прописа о заштити на раду, на примени мера штедне енергије, материјала, алата, прибора и машина.

Програм модула **Машинска припрема** може да се остварује применом производних дидактичких вежби у целини или укључивањем у про-изводни рад у појединим сегментима програма. У сваком случају наставник врши дидактичку разраду тематских целина програма, формира вежбе, рашчлањује их на елементе од захвата и операција до сложенијих радова. Наставник има теоријску подлогу у свом раду са знањима која ученици стичу паралелно у оквиру садржаја техничког цртања, машинских материјала, механике, физике и математике. Због тога наставник мора да познаје садржаје ових предмета и да остварује сталну сарадњу са наставницима осталих стручних предмета.

Садржаје једне тематске целине није неопходно увек остваривати у целости па затим прелазити на другу. Могуће је у зависности од карактера вежби или производног рада, наставу остваривати комбиновано са другим садржајима (поступцима, операцијама) у дужем периоду. Тамо где ученици нису истовремено ангажовани на истим радним операцијама и захватима, потребно је пратити рад сваког ученика понаособ и време проведено на појединим радним активностима.

Радне задатке у погледу њихове сложености треба, по могућности, прилагођавати нивоу оспособљености ученика.

Модул Машинска припрема, треба организовати у школској радионици. Програм се спроводи по унапред дефинисаном редоследу измене радних места. Ради што ефикаснијег остваривања програма сваки ученик мора имати своје радно место и одговарајући алат и прибор.

Приликом реализације часова практичног рада са алатима, уређајима и машинама, наставник прати рад сваког ученика на радном месту и указује му на грешке при раду.

Избор метода и облика рада за сваку тему одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе, методе демонстрације, текстуално-илустративне методе.

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна литература, интернет, часописи, уџбеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

Предложени су следећи облици рада: фронтални, рад у групи и индивидуални рад.

Ученицима нагласити да стечене вештине и знања кроз ове теме, имају велику примену на блок настави из предмета Хидрауличне и пнеуматске компоненте, Хидраулични и пнеуматски системи као објекти управљања и на вежбама из предмета Одржавање и монтажа мехатронских компонента.

Тема БЛОК НАСТАВЕ **Универзалне машине алатке** је логички наставак претходних тема у оквиру модула Машинска припрема и има за циљ упознавање ученика са могућностима израде једноставнијих заменских делова у поступку одржавања мехатронских система. План и програм наставе и учења за Техничара мехатронике омогућава даље стицање знања и вештина из ове области кроз изборни предмет Технологија обраде који је у групи изборних стручних предмета у другом разреду. При реализацији БЛОК НАСТАВЕ ученике упознати са основним карактеристикама машина алатки, могућностима њихове примене и врстама обраде које могу да се изведу на овим машинама. Демонстрирати рад струга, глодалице и брусилце. Заједно са ученицима израдити једноставнији машински део на конвенционалној машини алатки користећи најједноставније поступке обраде резањем (уздужна и попречна обрада, одсецање и сл.). Акцент блок наставе није на развијању вештине тачности и прецизности израде, већ на упознавању са основним поступцима машинске обраде резањем.

При реализацији БЛОК НАСТАВЕ из модула **Припрема елемената електричних инсталација** наставник треба да осмисли задатак где би ученик систематизовао стечена знања. Наставник може да осмисли неколико различитих задатака.

6. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Када је у питању настава оријентисана ка исходима, мора се пратити напредак ученика у континуитету. Вредновање остварености исхода вршити кроз: праћење остварености исхода и тестове практичних вештина. Правилном проценом „дубине” усвајања знања (знање, разумевање, примена, анализа, синтеза, евалуација), наставник правилно вреднује процес наставе и учења, продукте учења и сопствени рад. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање потребно је вршити на крају сваке реализоване теме (или у току реализације теме). Сумативне оцене се могу извести из различитих начина вредновања (презентацију израде радног задатка-усмено објашњавање радног задатка, практични задаци, самосталних радова и групних радова, усменог испитивања). Потребно је дозволити да ученици оцењују једни друге као и да врше самопроцену остварених исхода.

При сумативном оцењивању ученика пажњу треба обратити на: тачност израде, квалитет обраде, уредно одржавање радног места, рационално коришћење материјала и енергије, чување алата, прибора, уређаја и машина и правилно коришћење средстава заштите на раду.

У току реализације наставе из једног модула, наставник даје прилику ученику да поправи оцену из модула који су раније реализовани.

Инструменте за формативно оцењивање наставник бира према врсти активности која се вреднује. У процесу учења наставник је модератор који усмерава и подстиче рад ученика. Наставник анимира ученике, охрабрује, користи идеје ученика за анализу кључних појмова и садржаја. Наставник прилагођава подучавање на основу повратне информације коју добија од ученика. Када је у питању израда самосталних радова може се применити „чек листа“ у којој си приказани нивои постигнућа ученика са показатељима испуњености, а наставник треба да означи показатељ који одговара ученику.

Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Ученике треба оспособљавати и охрабрити да процењују сопствени напредак у остваривању задатака предмета, као и напредак других ученика уз одговарајућу аргументацију.

Назив предмета: ТЕХНИЧКА МЕХАНИКА СА МЕХАНИЗМИМА

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
II	102				102

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са врстама и законитостима кретања материјалне тачке
- Упознавање ученика са кинематиком крутог тела, транслаторним кретањем, обртним кретањем, раванским и сложеним кретањем
- Упознавање ученика са општим законима димнамике тачке, појмовима рада и снаге
- Упознавање ученика са динамиком крутог тела
- Оспособљавање ученика за примену закона кинематике и динамике у решавању задатака и проблема машинске праксе
- Развијање логичког мишљења и расуђивања код ученика и систематичности у решавању техничких проблема
- Оспособљавање ученика да разумеју утицај сила на кретање тела
- Упознавање ученика са основним принципима кинематике и динамике механизма

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Основни појмови у кинематици	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише кинематику као део механике и објасни њен значај у техници • објасни појам материјалне тачке • објасни појам система референције и наведе начине одређивања положаја тачке у равни и простору • изврши основну поделу кретања • дефинише основне појмове и величине које описују кретање 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам кинематике и предмет проучавања • Појам материјалне тачке • Референтни систем и одређивање положаја тачке у равни и простору • Појам и основна подела кретања • Основни појмови и величине које описују кретање (линија путање, путања, пут, закон пута, брзина, закон брзине, време) <p>Кључни појмови: кретање, пут, брзина, убрзање, време</p>
Кинематика материјалне тачке	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише праволинијско кретање материјалне тачке и направи разлику између равномерног и променљивог кретања • дефинише криволинијско кретање материјалне тачке • одреди путању, брзину и убрзање за карактеристичне врсте кретања материјалне тачке • црта кинематичке дијаграме ($v-t$, $a-t$, $s-t$) • наведе примере праволинијског кретања, криволинијског кретања и кружног кретања (као специјалног облика криволинијског кретања) из машинске праксе 	<ul style="list-style-type: none"> • Праволинијско кретање материјалне тачке (равномерно и променљиво) • Одређивање линије путање, путање, брзине и убрзања при праволинијском кретању материјалне тачке • Криволинијско кретање материјалне тачке (равномерно и променљиво) • Одређивање линије путање, путање, брзине и убрзања при криволинијском кретању материјалне тачке • Кинематички дијаграми • Кружно кретање материјалне тачке (равномерно и променљиво) • Брзина и убрзање (нормално и тангенцијално) код кружног кретања материјалне тачке <p>Кључни појмови: праволинијско кретање, криволинијско кретање, кружно кретање</p>
Кинематика крутог тела	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише круто тело и наведе разлоге увођења претпоставке крутости тела • разликује врсте кретања крутог тела и наведе њихове карактеристике • уцрта и израчуна брзине и убрзања према задатим подацима • разликује апсолутно и релативно кретање • објасни појам степена слободе кретања 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам крутог тела, задаци кинематике крутог тела • Транслаторно кретање крутог тела (коначне једначине кретања, линија путање, брзина и убрзање карактеристичне тачке крутог тела) • Обртање крутог тела око непомичне осе (угаона брзина, угаоно убрзање, брзина и убрзање) • Појам раванског кретања крутог тела, коначне једначине раванског кретања крутог тела • Разлагање раванског кретања крутог тела на транслаторно и обртно кретање • Тренутни пол брзина раванске фигуре, теорема о пројекцији брзина две тачке раванске фигуре • Одређивање брзине и убрзања тачака крутог тела које врши раванско кретање • Сложено кретање материјалне тачке, одређивање апсолутне брзине и апсолутног убрзања тачке која врши сложено кретање <p>Кључни појмови: транслаторно кретање, раванско кретање, пол брзина, обртање крутог тела</p>

Кинематика механизма	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише механизам, његове чланове и кинематске везе • изврши поделу механизма према типу конструкције и према функцији • разликује карактеристичне типове механизма и њихову примену • предвиди померање дела механизма на основу кретања његових осталих елемената • наведе примену механизма на машинама и уређајима из машинске праксе 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам механизма, чланови, кинематски парови, кинематске везе, степени слободне кретања • Конструкционо – функционална класификација механизма • Релативно кретање, апсолутно кретање и анализа померања кључних чланова механизма (полујних, кулисних, брегастих, зупчастих, моторних, фриксионних и механизма са еластичним члановима) <p>Кључни појмови: механизам</p>
Динамика материјалне тачке	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише динамику и анализира значај увођења масе при проучавању кретања • прорачунава карактеристичне величине при праволинијском кретању материјалне тачке под дејством константне силе • решава једноставније задатке из специјалних случајева праволинијског и криволинијског кретања материјалне тачке • објасни закон промене количине кретања и закон промене кинетичке енергије • дефинише рад, снагу и степен корисног дејства и врши њихово израчунавање на конкретним примерима • дефинише силу инерције и примени Даламберов принцип за материјалну тачку на конкретном примеру 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни појмови и предмет проучавања динамике • Њутнови закони • Праволинијско кретање материјалне тачке под дејством константне силе • Специјални случајеви праволинијског кретања материјалне тачке (слободан пад, хитац навише и хитац наниже у безваздушном простору) • Криволинијско кретање материјалне тачке • Специјални случајеви криволинијског кретања материјалне тачке (хоризонтални и кос хитац у безваздушном простору) • Количина кретања, закон промене и закон одржања количине кретања материјалне тачке • Појам и врсте енергије • Закон о промени кинетичке енергије • Рад, снага, степен корисног дејства • Даламберов принцип за материјалну тачку <p>Кључни појмови: Њутнови закони, количина кретања, енергија, рад, снага</p>
Динамика система материјалних тачака	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише материјални систем и силе које дејствују на њега • објасни појам центра маса • објасни закон о промени количине кретања и закон о промени кинетичке енергије система материјалних тачака • примени Даламберов принцип за систем материјалних тачака на конкретном примеру 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам материјалног система, силе које дејствују на материјални систем • Маса и средиште система • Закон о промени количине кретања система • Кинетичка енергија и закон о промени кинетичке енергије система • Даламберов принцип за систем материјалних тачака <p>Кључни појмови: материјални систем</p>
Динамика крутог тела	<ul style="list-style-type: none"> • прорачуна карактеристичне величине при транслаторном, кружном и раванском кретању крутог тела 	<ul style="list-style-type: none"> • Кинетичка енергија крутог тела (при транслаторном кретању, обртању око непомичне осе, раванском кретању) • Рад сила које дејствују на круто тело (при транслаторном кретању, обртању око непомичне осе, раванском кретању) <p>Кључни појмови: кинетичка енергија, рад сила</p>
Динамика механизма	<ul style="list-style-type: none"> • уочи силе које се јављају у карактеристичним величинама • разликује према намени и конструкцији врсте редуктора и њихове компоненте 	<ul style="list-style-type: none"> • Класификација и анализа сила у механизмима • Редуктори за велике преносне односе • Редуктори за променљиве преносне односе <p>Кључни појмови: редуктори</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Предмет се реализује кроз теоријску наставу у учионици или специјализованој учионици.

Препоручен број часова по темама је следећи:

- Основни појмови у кинематици (3 часа)
- Кинематика материјалне тачке (20 час)
- Кинематика крутог тела (21 часа)
- Кинематика механизма (12 часова)
- Динамика материјалне тачке (21 часа)
- Динамика система материјалних тачака (10 часова)
- Динамика крутог тела (6 часова)
- Динамика механизма (9 часова)

Приликом упознавања ученика са основним појмовима у кинематици наставник треба да се ослони на знања која су ученици стекли из физике, која је потребно прво утврдити, а потом проширити (провера знања стечених из физике може се проверити кроз иницијални тест). Ученицима треба нагласити значај одређивања положаја тачке у равни и простору, а свим ученицима морају бити потпуно јасни појмови крутог тела, материјалне тачке, шта су коначне једначине кретања, као и путања, линија путање и закон пута.

Ученике треба поступно уводити у раванско кретање крутог тела, а на крају увежбавати научено на погодним примерима које наставник изабере. У овом делу (с обзиром на његов значај) потребно је чешће вршити провере знања како би наставник имао увид у којој мери су ученици савладали материју.

У кинематици механизма наводити примере механизма машина и уређаја из машинске праксе како би ученици схватили значај механизма и њихову улогу. Наводити ученике да анализирају посматрани механизам и уочавају карактеристичне тачке механизма чије кретање је битно за функционисање целог механизма.

При обради динамике, кључни појмови при обради су: рад, снага, степен корисног дејства, кинетичка и потенцијална енергија, количина кретања итд. за који треба урадити већи број примера с обзиром да је примена ових величина у машинству вишеструка.

Динамику система треба обрадити на једноставнијим примерима и вршити њихову анализу приликом решавања.

При реализацији тема веома је важно да се успостави веза са знањима стеченим из физике, машинских елемената, механике и других предмета и на конкретним примерима показати њихову повезаност. Ученицима треба давати домаће задатке које треба редовно прегледати и проверавати самосталност израде задатака.

Ученике треба упућивати на различите изворе информација (стручна литература, интернет, часописи, уџбеници) како би повезивали градиво са свакодневним искуством.

У току реализације наставе треба неговати тимски рад, самопроцену, естетику, уважавање различитог мишљења, брањење сопственог става кроз аргументе. Ученике подстицати да размишљају, закључују, анализирају, дискутују, предлажу различита решења.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме, а оцењивање ученика треба да је у складу са Правилником о оцењивању. Сумативне оцене се добијају из контролних или писмених радова, графичких радова, тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, тимски рад, да користи питања да би генерисао податке из јачких идеја, али и да помогне развој јачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

Назив предмета: МАШИНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
II	68				68

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Оспособљавање ученика да разликује карактеристичне машинске елементе, познаје принципе њиховог функционисања и намену
- Упознавање ученика са карактеристикама и применом машинских елемената
- Оспособљавање ученика за самостално коришћење таблица стандардних елемената и њихову примену у пракси
- Упознавање ученика са врстама и карактеристикама спојева
- Упознавање ученика са елементима обртног кретања
- Упознавање ученика са карактеристикама и наменом преносника снаге
- Развијање способности код ученика за примену знања у пракси
- Развијање осећања код ученика за тачност и систематичност у раду

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Стандардизација	<ul style="list-style-type: none">• дефинише и препозна основне машинске елементе• изврши поделу и класификацију машинских елемената• објасни и наведе примере машинског система• објасни разлику између машинских делова и машинских елемената• препозна различите машинске елементе и делове• користи каталоге стандардних машинских елемената и делова• разуме неопходност и значај стандарда, стандардизације и типизације• објасни значај и начин добијања стандардних бројева	<ul style="list-style-type: none">• Дефиниција, подела и класификација машинских елемената• Појам машинског система• Стандардизација и типизација у машинству• Стандардни бројеви <p>Кључни појмови: машински елементи, машински систем, стандардизација, типизација</p>
Толеранције	<ul style="list-style-type: none">• дефинише појам толеранције• дефинише квалитет толеранције• разуме циљ и неопходност прописивања толеранција• објасни појам и положај толеранцијских поља у односу на нулту линију• одреди врсту и систем налегања за задати пример налегања• одреди врсту и систем налегања за задати положај толеранцијских поља• користи таблице толеранција• идентификује на радиничком цртежу податке који се односе на толеранције мера• одреди добру, лошу и дорадну меру• прочита са радиничког цртежа ознаку толеранције облика и положаја	<ul style="list-style-type: none">• Појам толеранција, циљ прописивања толеранција• Квалитет толеранције• Положај толеранцијских поља• Врсте налегања (чврсто, лабаво, неизвесно)• Системи налегања (систем заједничке рупе и систем заједничке осовине)• Толеранције слободних мера• Толеранције облика и положаја <p>Кључни појмови: толеранцијско поље, налегања, системи налегања</p>

<p>Нераздвајиви спојеви</p>	<ul style="list-style-type: none"> • разликује основне елементе нераздвајивих спојева • препозна заковани спој • наведе врсте закованих спојева према различитим критеријумима • препозна различите врсте заковица • објасни начин формирања закованог споја различитим поступцима • препозна заварени спој • наведе врсте заварених спојева према различитим критеријумима • наведе врсте лемљења и начин формирања лемљеног споја • објасни начин формирања лепљеног споја • наведе врсте лепкова и објасни начин њихове примене • изврши упоредну анализу различитих врста нераздвајивих спојева 	<ul style="list-style-type: none"> • Заковани спојеви: <ul style="list-style-type: none"> – појам, врсте и примена закованих спојева – врсте заковица – формирање закованог споја • Заварени спојеви <ul style="list-style-type: none"> – појам, врсте и примена заварених спојева – формирање завареног споја • Лемљени спојеви <ul style="list-style-type: none"> – појам, врсте и примена заварених спојева • Лепљени спојеви <ul style="list-style-type: none"> – појам лепљеног споја, примена и врсте лепкова <p>Кључни појмови: заковани спојеви, заварени спојеви, лемљени спојеви, лепљени спојеви</p>
<p>Раздвајиви спојеви</p>	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише појам навојне везе • наведе врсте навоја • протумачи ознаку навоја • напише ознаку навоја за задату врсту навоја, називни пречник и корак • формира завртањску везу • препозна поделену и неподелену завртањску везу и наведе примере њихове примене • наведе начине осигурања завртањске везе од лабављења • користи таблице навоја • наведе врсте клинова и примере њихове примене • изврши избор клина • направи разлику између споја клиновима и чивијама • објасни значај и наведе примере примене еластичних веза 	<ul style="list-style-type: none"> • Навојни спојеви: <ul style="list-style-type: none"> – појам навојне и завртањске везе – врсте навоја – означавање навоја – формирање завртањске везе – поделени и неподелени завртњи – осигурање завртањске везе од лабављења • Клинови <ul style="list-style-type: none"> – појам, врсте и примена клинова – избор клина • Чивије <ul style="list-style-type: none"> – Еластичне везе <p>Кључни појмови: навој, клин, чивија, еластична веза</p>
<p>Елементи обртног кретања</p>	<ul style="list-style-type: none"> • разликује елементе обртног кретања • дефинише осовину • наведе врсте осовина и место њихове примене • дефинише појам вратила • наведе поделу вратила и примере примене појединих врста вратила • препозна врсту вратила на конкретном примеру • дефинише рукавце и поглавке • изабере материјал за осовине и вратила • наведе примере примене лежишта и лежаја • објасни у којим случајевима се користи лежиште • препозна једноделно и дводелно лежиште • изабере материјал лежишта • објасни значај кошуљице • упоредно анализира предности и недостатке лежишта и лежаја • наброји делове лежаја и објасни њихову функцију • протумачи ознаку лежаја • напише ознаку лежаја за задате податке • израчуна радни век лежаја • објасни значај подмазивања лежишта и лежаја • опише начин монтаже и демонтаже лежаја 	<ul style="list-style-type: none"> • Осовине <ul style="list-style-type: none"> – појам осовине, врсте и примена • Осовинице • Вратила <ul style="list-style-type: none"> – врсте, подела, намена – рукавци и подглавци – материјал за израду осовина и вратила • Клизна лежишта <ul style="list-style-type: none"> – појам, врсте, намена – основни делови лежишта – материјал за лежишта • Котрљајни лежајеви <ul style="list-style-type: none"> – појам, врсте, намена – основни делови прстенастих и колутних лежајева – означавање лежаја – радни век лежаја • Подмазивање лежишта и лежајева • Уградња и демонтажа лежаја <p>Кључни појмови: осовине, вратила, лежишта, лежајеви</p>
<p>Преносници снаге</p>	<ul style="list-style-type: none"> • разликује врсте преносника снаге и њихове елементе • израчуна преносни однос за дати преносник снаге • објасни разлику између редуктора, мултипликатора и варијатора • изврши поделу спојница према датом критеријуму • за задати конкретан пример наведе спојницу која може да се примени и наведе разлоге избора • објасни значај зупчастих парова • наведе примере примене зупчастих парова • изврши поделу зупчастих парова према различитим критеријумима • наведе основне величине облика зупца и објасни појам модула • наведе карактеристике ланчаних парова и примере њихове примене • наведе врсте ланца и примере њихове примене • изврши избор ланца • објасни разлику између каишних и ремених парова • наведе начине састављања каиша • наброји материјале за каише и ремене • објасни начине затезања каишних и ремених парова • израчуна радни век каишних и ремених парова 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам преносника снаге, подела, кинематски и радни преносни однос, степен искоришћења • Спојнице <ul style="list-style-type: none"> – појам, врсте, намена, карактеристике • Зупчасти парови <ul style="list-style-type: none"> – основне карактеристике, област примене и подела – основне величине облика зупца и појам модула зупчаника – цилиндрични зупчасти парови – конусни зупчасти парови – пужни парови • Ланчани парови <ul style="list-style-type: none"> – појам и својства ланчаних парова, примена – врсте ланца – избор ланца • Каишни и ремени парови <ul style="list-style-type: none"> – појам, врсте, примена, материјал – димензије и начин састављања каиша – облици каиша – ремени парови – затезање каишних и ремених парова – издржљивост и радни век каишних и ремених парова <p>Кључни појмови: спојнице, зупчасти парови, ланчани парови, каишни и ремени парови</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начинима оцењивања. Садржаји овог предмета треба значајно да прошире техничка знања ученика који су им неопходна за укључивање у процес рада и производње као и за праћење наставе из стручних предмета. Настава овог предмета реализује се поред учионице и у кабинету или специјализованој учионици опремљеној одговарајућим наставним средствима, узорцима свих машинских елемената и њиховим моделима, машинским склоповима у прецима у којима се виде уграђени машински делови. Препоручени број часова по темама је следећи:

- Стандардизација (4 часова)
- Толеранције (8 часова)
- Нераздвојиви спојеви (8 часова)
- Раздвојиви спојеви (12 часова)
- Елементи обртног кретања (18 часова)
- Преносници снаге (18 часова).

Садржаји овог предмета заснивају се на теоријским поставкама стручних предмета (техничко цртање, машински материјали, механика). Предзнање ученика је неопходно али је и наставник у обавези да утврди са ученицима све оно што је битно из садржаја наведених предмета за изучавање појединих тематских целина машинских елемената.

При обради теме Стандардизација, наставу реализовати у кабинету или специјализованој учионици где ће ученици моћи да виде моделе машинских елемената, делова, склопова, како би направили јасну разлику што ће им требати за успешну реализацију осталих тема. Значај стандардизације дочарати и кроз примере који нису из технике (у медицини – латински језик, у језику – граматика, у банкарству – стандардне димензије платних картица и слично).

У теми Толеранције посебну пажњу обратити на квалитет толеранције чије схватање је битно за разумевање одступања. За разумевање граничних мера, може се најпре објаснити пример када одступања нису у микрометрима, већ на пример у милиметрима. Дати конкретне примере појединих врста налагања (на пример, рукавац вратила и унутрашњи прстен лежаја образују чврсто налагање и сл.). Урадити пример једног налагања како би ученици на основу граничних мера одредили да ли је мера добра, шкарт или је дорадна мера.

Тему Нераздвојиви спојеви реализовати у кабинету или у машинској радионици, показати примере нераздвојивих спојева и указати ученицима на примере нераздвојивих спојева које могу да виде у окружењу (на пример, заковани спој ако у окружењу постоји неки мост и сл.). Потенцирати да ученици сами закључују када се који нераздвојиви спој користи и зашто.

При реализацији теме Раздвојиви спојеви указати на примере из окружења (на пример веза плоче сваког стола у учионици са металном осовином остварена је завртњима). Навести ученике да закључе које су врсте навоја погодне за хидрауличне системе (да сами закључе да треба да се обезбеди херметичност), подешене завртањске везе повезати са чврстим налагањем. Пожељно је да ученици виде примере појединих завртањских веза. При обради клинова показати ученицима вратило и неки обртни елемент како би видели жлебове за клин у вратилу и главчини обртног елемента, како би ученици схватили начин остваривања везе. Тиме се прави увод у преноснике снаге и елементе обртног кретања.

Тему Елементи обртног кретања реализовати кроз што већи број практичних примера (непокретна осовина – котурача, покретна осовина – осовина вагона, коленасто и брегасто вратило повезати са примером мотора). Показати ученицима лежаје и на конкретном примеру објаснити саставне елементе. Уколико је могуће, користити модел вратила на чије рукавце треба поставити конкретан лежај. При обради подмазивања лежишта и лежаја, повезати са наученим из мазива из Машинских материјала.

Тема Преносници снаге може да послужи за систематизацију целог градива. Користити модел конкретног вратила, преносника снаге, лежаја и клина и повезати их у целину и још једном објаснити функцију сваког елемента. На тај начин ће ученик имати јасну представу о функцији и значају сваког елемента у конкретном склопу. Повезати са темом Толеранције кроз пример чврстог налагања унутрашњег прстена лежаја и рукавца вратила, а као пример налагања може се навести и веза клина са жлебовима у главчини обртног елемента и вратила.

Садржаје који се односе на заковице и вратила повезати са наученим из Механике из модула Отпорност материјала где су ученици радили димензионисање заковица на напрезање на смицање. Нема потребе да се раде прорачуни заковица и вратила. Такође, може се извршити трансфер знања које су ученици стекли при димензионисању раванских носача на савијање (модул Отпорност материјала из Механике) и објаснити њихову примену на прорачун вратила. Овим ће ученици схватити значај научног из Механике.

Извршити корелацију са Машинским материјалима, Механиком, Електромашинском припремом и Техничким цртањем.

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна литература, интернет, часописи, убеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању задатака предмета, као и напредак других ученика уз одговарајућу аргументацију.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних или писмених радова, тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика. Поред тога, ученици се могу сумативно оцењивати и кроз дискусију у радионици, кабинету или специјализованој учионици уколико ученик има идеје, закључује, препознаје елементе... У току сумативног оцењивања подстицати ученике да једни другима постављају питања, исправе грешку, питати да ли се слаже са одговором, тражити да аргументовано брани став.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користити да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује. И поред тога што је овај предмет није претерано апстрактан, ученици већину елемената могу да виде и самостално и у склопу, садржај им је потпуно нов и углавном тешко прихватљив. Из тог разлога, кроз конкретне примере ученике треба подстицати на размишљање, самостално закључивање, охрабривати и пратити њихов напредак.

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
II		68			68

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са улогом програмирања у савременој техници
- Оспособљавање ученика за алгоритамско решавање проблема
- Оспособљавање ученика за рад у програмским окружењима
- Оспособљавање ученика за пресликавање алгоритма у програмски код
- Оспособљавање ученика за програмску контролу микроконтролера
- Развијање способности код ученика за анализу и отклањање грешака у постојећем алгоритму и програмском коду

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Увод у програмирање	<ul style="list-style-type: none"> • наведе разлику између програмских и <i>markup</i> језика • објасни разлику између програмских језика вишег и нижег нивоа • објасни појам окружења за развој • наведе разлику између структурног и неструктурног програмског кода • дефинише кључне речи у програмском коду • опише појам типа податка • наведе разлику између језика јаких и слабих типова 	<ul style="list-style-type: none"> • Програмски језици • <i>Markup</i> језици • Разлика између програмских језика вишег и нижег нивоа • Развојно окружење • Разлика између структурног и неструктурног програмског кода • Резервисане речи у програмирању • Типови података • Језици слабих и јаких типова <p>Кључни појмови: навој, клин, чивија, еластична веза</p>
Алгоритми	<ul style="list-style-type: none"> • објасни значење алгоритма • наведе графичке приказе алгоритамских блокова • креира алгоритам за решавање једноставних програмских задатака • испита ток и начин извршења креираног алгоритма • испита исправност креираног алгоритма • дефинише који су гранични случајеви покривени а који нису креираним алгоритмом • оптимизује начин извршења и ток креираног алгоритма • надогради постојећи алгоритам за покривање жељених граничних случајева 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам алгоритма • Графички приказ блока улазних односно излазних параметара као и блока наредбе • Графички приказ и начин извршења наредбе гранања • Праћење тока алгоритма • Графички приказ и начин извршења петљи и праћење тока алгоритма, • Угњеждени блокови петљи и гранања • Блокови вишеструког гранања и праћење тока алгоритма <p>Кључни појмови: алгоритам, блокови петљи, блокови гранања</p>
Ардуино програмирање	<ul style="list-style-type: none"> • хардверски повезе ардуино уређај са рачунаром • припреми ардуино развојно окружење за рад са повезаним ардуино уређајем • објасни ардуино развојно окружење • креира једноставни програм у ардуино развојном окружењу • повезе компоненте на ардуино уређај • користи функције уграђене ардуино библиотеке • креира програм који омогућава комуникацију и интеракцију између две или више компоненти 	<ul style="list-style-type: none"> • Ардуино развојно окружење • <i>Hardware</i> и функција основних делова ардуино контролера • Повезивање ардуино контролера са рачунаром • Основе коришћења развојног окружења • Типови података и основне операције над променљивима • Област дефинисаности променљиве • Константе • Коришћење наредбе гранања у коду • Коришћење петљи у коду • Наредба вишеструког гранања (SWITCH) • Повезивање компоненти на ардуино контролер • Контрола дигиталног излаза • Очитивање стања дигиталног улаза • Очитивање стања аналогног улаза • Контрола аналогног излаза <p>Кључни појмови: Ардуино, типови података, типови наредби, константе, дигитални улаз, дигитални излаз</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начином оцењивања. Предмет се реализује кроз вежбе у рачунарском кабинету. Приликом остваривања програма одељење се дели на групе до 15 ученика. Препоручени број часова по темама је следећи:

- Увод у програмирање: 6 часова
- Алгоритми: 24 часа
- Ардуино програмирање: 38 часа

При обради појединих наставних јединица користити слике, цртеже, примере готових програма или алгоритама. Користити мулти-медијалне презентације, каталоге произвођача опреме и уређаја и стручну литературу (стандарде, прописе, препоруке).

У **уводној теми** ученике упознати са разликом између програмских језика и *Markup* језика користећи примере језика једног и другог типа и објаснити начин њиховог функционисања и извршавања. Разлику између програмских језика вишег и нижег нивоа приказати кроз примере језика, објаснити удаљеност језика од процесора и бенефите програмирања на различитим нивоима. Ученике упознати са развојним окружењем које ће бити коришћено у оквиру овог предмета и уграђеним алатима за праћење и контролу тока програма. Препоручено развојно окружење је *Arduino IDE* (последња доступна верзија). Препорука је да ова тема буде обрађена практично применом рачунара. Нагласити разлику између структурног и неструктурног програмског кода праћењем тока оба типа кода. Препоручен језик као

пример је језик *C*. Ученике упознати са основним појмом резервисаних речи у програмском језику, типовима података, начином дефинисања променљивих као и разликом између променљивих јаког и слабог типа. Препорука је да се као језик јаког типа користи језик *C*, а као језик слабог типа *javascript*. За језик који користи и један и други начин инстанцирања променљивих може се користити *C#*.

У тематској целини **Алгоритми** посебну пажњу посветити праћењу тока извршења алгорита, отклањању грешака и дефинисању граничних случајева које алгоритам покрива, односно не покрива. При избору практичних задатака за цртање алгорита задатке дефинисати на начин да их је могуће применити у ардуино развојном окружењу. Препорука је практично на рачунару реализовати:

- Једноставне алгоритамске задатке који за циљ имају грубу обраду унетих параметара аритметичким операцијама и приказ добијених резултата, као и замену вредности двеју променљивих;
- Алгоритамске задатке са наредбом гранања која тестирају услов и за различите вредности променљиве или израза дају другачије излазе;
- Алгоритамске задатке у којима се користи *for* петља за израчунавање математичких израза;
- Алгоритамске задатке у којима се користи *while* петља;
- Алгоритамске задатке у којима се користи *do while (repeat until)* петља;
- Алгоритамске задатке са угњезденим блоковима петљи и гранања у којима ће се за решење комбиновати претходно обрађене јединице;
- Алгоритамске задатке са блоковима вишеструког гранања (*switch*).

У тематској целини **Ардуино програмирање** посебну пажњу обратити на праћење тока извршења и отклањање грешака у коду коришћењем алата уграђеним у ардуино развојно окружење. Поред ардуино симулатора користити и ардуино уређај. Препорука је практично реализовати:

- Једноставне програмске задатке који за циљ имају грубу обраду унетих параметара аритметичким операцијама и приказ добијених резултата, као и замену вредности двеју променљивих. Препорука је да се обраде они задаци који су обрађивани кроз тематску целину Алгоритми;
- Програмске задатке са наредбом гранања која тестирају услов и за различите вредности променљиве или израза дају другачије излазе. Препорука је да се обраде они задаци који су обрађивани кроз тематску целину Алгоритми;
- Програмске задатке у којима се користи *for* петља за израчунавање математичких израза. Препорука је да се обраде они задаци који су обрађивани кроз тематску целину Алгоритми;
- Програмске задатке у којима се користи *while* петља. Препорука је да се обраде они задаци који су обрађивани кроз тематску целину Алгоритми;
- Програмске задатке у којима се користи *do while (repeat until)* петља. Препорука је да се обраде они задаци који су обрађивани кроз тематску целину Алгоритми;
- Програмске задатке са угњезденим блоковима петљи и гранања у којима ће се за решење комбиновати претходно обрађене јединице. Препорука је да се обраде они задаци који су обрађивани кроз тематску целину Алгоритми;
- Програмске задатке са блоковима вишеструког гранања (*switch*). Препорука је да се обраде они задаци који су обрађивани кроз тематску целину Алгоритми;
- Повезивање компоненти на ардуино контролер;
- Имплементирати задатке који комбинују контролу дигиталног излаза и читавање стања дигиталног улаза и остварују интеракцију између ове две компоненте;
- Имплементирати задатак који комбинује контролу аналогног излаза и читавање стања аналогног улаза и остварује интеракцију између ове две компоненте.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; позитивном односу према опреми; израду задатака, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја, праћење постигнутости исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл.

Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију.

На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради.

Потребно је осмислити више типова различитих активности са продуктима различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике. Сумативно оцењивање се може извршити на основу формативног оцењивања, резултата/решења проблемског или пројектног задатка, праћењем рада ученика – остваривања исхода и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
II	68			90	158

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са начинима преноса енергије у хидрауличним и пнеуматским системима
- Упознавање ученика са улогом сваке хидрауличне и пнеуматске компоненте у хидрауличним и пнеуматским системима
- Оспособљавање ученика да изабере одговарајућу конструкцију компонента у зависности од функције у систему
- Упознавање ученика са основним законима хидраулике и пнеуматике и њиховој примени
- Оспособљавање ученика за примену теоријских знања при решавању практичних техничких проблема
- Оспособљавање ученика да прати рад хидрауличних и пнеуматских компонента
- Оспособљавање ученика за коришћење каталога произвођача хидрауличних и пнеуматских компонента
- Развијање самосталности у раду ученика

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Основе пнеуматике, својства и промене стања ваздуха	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише основне појмове у пнеуматици • наведе примену пнеуматике у техничким системима • објасни предности и недостатке примене пнеуматике у техничким системима • дефинише сва својства ваздуха • разликује и претвара јединице пнеуматских величина • наведе дефиниције основних закона промене стања ваздуха • објасни примену основних закона промене стања ваздуха 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни појмове пнеуматике • Примена пнеуматике у техници • Предности и недостаци примене пнеуматике у техници • Пнеуматски пренос енергије • Густина • Температура • Притисак • Стиљивост • Влажност • Геј-Лисаков закон • Бојл-Мариотов закон • Шарлов закон <p>Кључни појмови: пнеуматика, ваздух, промене стања ваздуха</p>
Елементи за производњу, дистрибуцију и припрему сабијеног ваздуха	<ul style="list-style-type: none"> • разликује врсте компресора према принципу рада • опише главне делове различитих компресора • објасни начин рада и улогу компресора • објасни улогу различитих врста резервоара • опише конструкцију резервоара • наведе главне делове резервоара • објасни врсту и намену везивних елемената • објасни намену филтера, зауљивача и регулатора притиска у пнеуматском систему • наведе шта чини припремну групу за ваздух • на примерима објасни принцип рада и примену припремне групе за ваздух 	<ul style="list-style-type: none"> • Компресори (запремински и брзински-турбо) • Резервоари • Цеви, прева и прикључци • Филтери • Зауљивачи • Регулатори притиска • Припремна група за ваздух <p>Кључни појмови: производња компримованог ваздуха, дистрибуција компримованог ваздуха, припрема компримованог ваздуха</p>
Пнеуматски извршни и управљачки елементи	<ul style="list-style-type: none"> • разликује пнеуматске извршне елементе према начину кретања • објасни принцип рада и конструктивне карактеристике цилиндара • опише принцип рада пнеуматских мотора • на примерима из техничке праксе објасни примену пнеуматских мотора • наведе карактеристичне вентиле и разводнике који се примењују у пнеуматици • објасни принцип рада и обележавања разводника • разликује типове вентила према њиховој примени • објасни улогу пригушивача буке • објасни принцип рада пригушивача • објасни намену и принцип функционисања комбинованих елемената 	<ul style="list-style-type: none"> • Транслаторни извршни елементи-цилиндри (врсте, конструкција итд.) • Обртни извршни елементи (пнеуматски мотори) • Вентили • Разводници • Пригушивачи буке • Комбиновани елементи (тактни ланци и вентили са кашњењем...) <p>Кључни појмови: цилиндри, пнеуматски мотори</p>
Уградња и одржавање пнеуматских компонента	<ul style="list-style-type: none"> • чита техничку документацију и упутства за уградњу пнеуматских компонента • наведе операције и редослед поступака приликом уградње пнеуматских компонента • наведе принципе одржавања пнеуматских компонента • објасни значај одржавања пнеуматских компонента • препозна и опише најчешће неисправности у раду пнеуматских компонента 	<ul style="list-style-type: none"> • Техничка документација за уградњу пнеуматских компонента • Основне операције и поступци уградње • Одржавање пнеуматских компонента • Најчешћи кварови и застоји у раду пнеуматских компонента <p>Кључни појмови: уградња пнеуматских компонента, одржавање пнеуматских компонента</p>

<p>Основе хидраулике и хидростатике</p>	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише основне појмове у хидраулици • наведе примену хидраулике у техничким системима • објасни предности и недостатке примене хидраулике у техничким системима • дефинише физичка својства течности • разликује радне течности, њихове особине као и примену у зависности од тих особина • дефинише хидростатички притисак • разликује све врсте притиска (потпритисак, надпритисак, апсолутни притисак) • објасни Паскалов закон и његову примену • објасни хидростатички парадокс • дефинише силу потиска и пливање тела • објасни Архимедов закон 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни појмови хидраулике • Подручје примене хидраулике • Предности и недостаци примене хидраулике у техници • Хидраулични пренос енергије • Физичка својства течности • (нестипљивост, густина, вискозност) • Радне течности • Хидростатички притисак од спољашњих сила • Паскалов закон • Хидростатички притисак од сопствене тежине течности • Хидростатички парадокс • Сила потиска и пливање тела • Архимедов закон <p>Кључни појмови: хидраулика, хидростатика</p>
<p>Кинематика и динамика течности</p>	<ul style="list-style-type: none"> • разликује врсте струјања течности • наведе основне величине струјања течности (притисак, проток, брзина струјања) • објасни једначину континуитета • објасни основне енергетске параметре струјања течности (кинематичку, потенцијалну и притисну енергију) • дефинише врсте губитака енергије течности приликом струјања • објасни Бернулијеву једначину и њене облике • опише врсте истицања • примени Бернулијеву једначину у решавању различитих проблема струјања течности • дефинише проток • дефинише хидраулични удар • наведе пример настанка хидрауличног удара • објасни начин ублажавања хидрауличног удара 	<ul style="list-style-type: none"> • Врсте струјања течности (ламинарно и турбулентно струјање, Рејнолдсов број) • Основне величине струјања течности • Једначина континуитета • Енергетски параметри струјања течности • Бернулијева једначина • Истицање кроз отворе и наглавке • Хидраулични удар • Кавитација <p>Кључни појмови: кинематика течности, динамика течности</p>
<p>Компоненте за добијање хидрауличне енергије</p>	<ul style="list-style-type: none"> • разликује врсте хидрауличних пумпи према принципу рада • опише главне делове и принцип рада различитих врста пумпи • објасни могућности примене пумпи према њиховим карактеристикама • објасни принцип рада хидрауличних агрегата • опише хидрауличне акумулаторе • објасни намену хидрауличних акумулатора 	<ul style="list-style-type: none"> • Хидрауличне пумпе • Хидраулични агрегати • Хидраулични акумулатори <p>Кључни појмови: добијање хидрауличне енергије</p>
<p>Хидраулични извршни, управљачки и помоћни елементи</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни принцип рада хидрауличних радних цилиндара • објасни принцип рада хидрауличних мотора • на примерима из техничке праксе објасни примену хидрауличних мотора • објасни принцип рада разводника • разликује врсте активирања разводника • на шеми хидрауличне инсталације обележава разводнике • разликује типове вентила према примени • разликује помоћне хидрауличне компоненте • објасни врсте и намену сваке од помоћних компонената 	<ul style="list-style-type: none"> • Транслаторни извршни хидраулични елементи • Ротацијски извршни елементи (мотори) • Хидраулични разводници (подела, активирање, означавање...) • Хидраулични вентили (вентили притиска, вентили протока, неповратни вентили, зауставни вентили, деблокирајући неповратни вентили...) • Заптивни елементи • Везивни елементи • Резервоари • Грејачи и хладњаци филтери <p>Кључни појмови: хидраулични мотори, разводници, вентили</p>
<p>Уградња и одржавање хидрауличних компонената</p>	<ul style="list-style-type: none"> • чита техничку документацију и упутства за уградњу хидрауличних компонената • наведе операције и редослед поступака приликом уградње хидрауличних компонената • наведе принципе одржавања хидрауличних компонената • објасни значај одржавања хидрауличних компонената • препозна и опише најчешће неисправности у раду хидрауличних компонената 	<ul style="list-style-type: none"> • Техничка документација за уградњу хидрауличних компонената • Основне операције и поступци уградње • Одржавање хидрауличних компонената • Најчешћи кварови и застоји у раду хидрауличних компонената <p>Кључни појмови: уградња хидрауличних компонената, одржавање хидрауличних компонената</p>
<p>Настава у блоку</p>	<p>1 БЛОК (30 ЧАСОВА)</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализира симболе, компоненте и везе • познаје програмски пакет за цртање и симулацију хидрауличних и пнеуматских шема • израђује једноставне пнеуматске шеме, симулира рад у софтверском пакету • повезује различите пнеуматске компоненте на основу шеме • проверава функционалност компонената <p>2 БЛОК (30 ЧАСОВА)</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализира симболе, компоненте и везе • познаје програмски пакет за цртање и симулацију хидрауличних и пнеуматских шема • израђује једноставне хидрауличне шеме, симулира рад у софтверском пакету • повезује различите хидрауличне компоненте на основу шеме • проверава функционалност компонената <p>3 БЛОК (30 ЧАСОВА)</p> <ul style="list-style-type: none"> • подеси пумпу/компресор у радни режим • покреће повезане компоненте (уређај/машину са пнеуматским и хидрауличним погоном) • испрати рад уређаја/машине са пнеуматским и хидрауличним погоном • утврди мерењем параметара тачност рада 	<ul style="list-style-type: none"> • Симболи у хидраулици и пнеуматици • Софтверски пакет за цртање шема • Симулација рада хидрауличних и пнеуматских шема

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Предмет се реализује кроз вежбе (68 часова) и кроз часове блок наставе (90 часова). Одељење се дели на групе до 15 ученика приликом реализације вежби и блок наставе. Реализација наставе се одвија у мехатронској школској лабораторији док се часови блок наставе могу реализовати и код послодавца ако постоје услови.

Препоручен број часова по темама је следећи:

- Основе пнеуматике, својства и промене стања ваздуха (8 часова)
- Елементи за производњу, дистрибуцију и припрему сабијеног ваздуха (8 часова)
- Пнеуматски извршни и управљачки елементи (10 часова)
- Уградња и одржавање пнеуматских компонената (8 часова)
- Основе хидраулике и хидростатике (10 часова)
- Кинематика и динамика течности (6 часова)
- Компоненте за добијање хидрауличне енергије (4 часа)
- Хидраулични извршни, управљачки и помоћни елементи (8 часова)
- Уградња и одржавање хидрауличних компонената (6 часова)

Избор метода и облика рада за сваку тему одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе (метода усменог излагања и дијалогска метода), методе демонстрације, текстуално-илустративне методе. Предложени облици рада су фронтални, рад у групи, рад у пару и индивидуални рад.

Својства течности и гасова обрадити на нивоу информисаности док Паскаловом, Архимедовом закону као и Једначини континуитета и Бернулијевој једначини посветити већу пажњу.

Приликом реализације тема хидростатика, кинематика и динамика течности, где се изучавају основни закони (препоручени број часова је нешто већи) и потребно је ослонити се на предзнања ученика из физике и механике. Препорука је да се дају теоријска објашњења кључних појмова и садржаја уз примере из конкретне праксе а такође се препоручује урадити неке једноставније рачунске задатке. Добијене резултате анализирати, подстаћи ученике на доношење закључака. У зависности од могућности, добијене резултате проверавати експерименталним путем.

Овај предмет представља први контакт ученика са неким од мехатронских компоненти и са мехатроником уопште, па би било пожељно да се приликом обраде и упознавања ученика са хидрауличним и пнеуматским компонентама, ученицима омогуће компоненте које могу да физички виде и опипају а различите конструкције, принципи рада и остале карактеристике се могу излагати кроз презентације, симулације итд.

Све време, док се обрађују компоненте треба анализирати и истицати разлике и сличности у компонентама у хидраулици и пнеуматици, до комбинованих хидропнеуматских компонената.

На крају сваког модула предвиђено је упознати ученике са пројектовањем, уградњом компонената и принципима одржавања. Препорука је да се ова тема обрађује кроз конкретне примере из праксе, ако је то изводљиво, да би се ученицима приближили примери из реалног окружења.

Пошто је предвиђен велики број часова блок наставе, препоручује се да ти часови буду припрема за увођење у предмет у трећем разреду Хидраулични и пнеуматски системи као објекти управљања. Настава у блоку је предвиђена да се реализује кроз три теме. На првом и другом блоку потребно је да се ученици упознају детаљније са симболима компонената, да им се презентује принципи и правила за цртање пнеуматских и хидрауличних шема, симулација нацртаних шема у софтверском пакету и да они самостално нацртају и симулирају једноставније шеме. Потом, да на основу нацртане и симулиране шеме, изврше одабир компонената и да их поставе и повежу на дидактичким пнеуматским и хидрауличним столовима и провере функционалност.

На трећем блоку, ученици већ могу да мењају и подешавају параметре пумпе/компресора, вентила и осталих компонената.

Посебан осврт, на блок часовима, треба посветити мерама безбедности и заштите на раду.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Када је у питању настава оријентисана ка исходима, мора се пратити напредак ученика у континуитету. Вредновање остварености исхода вршити кроз: праћење остварености исхода, тестове знања и тестове практичних вештина. Правилном проценом „дубине” усвајања знања (знање, разумевање, примена, анализа, синтеза, евалуација), наставник правилно вреднује процес наставе и учења, продукте учења и сопствени рад.

Сумативно оцењивање потребно је вршити на крају сваке реализоване теме (или у току реализације теме). Сумативне оцене се могу извести из различитих начина вредновања (контролни задаци, практични задаци, усмено испитивање, самосталних радова, групних радова). Потребно је дозволити да ученици оцењују једни друге као и да врше самопроцену остварених исхода. Оцењивање мора да буде у складу са Правилником о оцењивању.

У току реализације наставе из једног модула, наставник даје прилику ученику да поправи оцену из модула који су раније реализовани.

Инструменте за формативно оцењивање наставник бира према врсти активности која се вреднује. У процесу учења наставник је модератор који усмерава и подстиче рад ученика, усмерава их на изворе учења, начине прикупљања и анализе података, наводи их да аргументовано бране своје ставове, подстиче тимски рад, уважавање различитих мишљења. Наставник анимира ученике, охрабрује, користи идеје ученика за анализу кључних појмова и садржаја. Најбитније је да се ученику дозволи да изнесе своје мишљење, а затим кроз групну дискусију вршити анализу и аргументовано закључивати о исправности мишљења (увек кренути од позитивних страна изнетог мишљења ученика). Наставник прилагођава подучавање на основу повратне информације коју добија од ученика.

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
II	68	34			102

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање са физичким појавама и процесима у електроници на основу модела и теорија;
- Упознавање са основним електронским компонентама, њиховим карактеристикама и примени у електронским колима;
- Упознавање са основним појмовима о дигиталним колима и дигиталним информацијама;
- Упознавање са појачавачким колима и изворима за напајање;
- Оспособљавање за анализу и решавање електронских кола;
- Оспособљавање за мерења из области електронике;
- Оспособљавање за анализу, обраду и представљање резултата мерења;
- Развијање способности и вештина за примену знања из електронике.

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Полупроводничке компоненте	<ul style="list-style-type: none"> • објасни инверзну и директну поларизацију PN споја • графички прикаже струјно – напонску карактеристику PN споја уз објашњење; • наведе разлоге због којих долази до пробоја PN споја; • наброји врсте диода, њихове најважније карактеристике и примену; • решава електронска кола са диодама; 	<ul style="list-style-type: none"> • Директно и инверзно поларисани PN спој. Карактеристике PN споја. Пробој PN споја; • Капацитивност PN споја. Диоде. Врсте диода (усмерачке, Зенер.); • Електронска кола са диодама. <p>Кључни појмови: PN спој, диоде, врсте диода</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • опише принцип рада биполарног транзистора на моделу са заједничким емитером; • наброји основне компоненте струја у транзистору; • дефинише коефицијент струјног појачања; • наведе карактеристике транзистора; • нацрта транзистор у споју са заједничким емитером, базом и колектором уз обележавање улазних и излазних величина; • нацрта еквивалентну шему биполарног транзистора за наизменични сигнал користећи β параметре; • наброји ограничења у раду транзистора; • опише принцип рада транзистора са ефектом поља на моделу са заједничким сорсом; • нацрта еквивалентну шему транзистора са ефектом поља за наизменични сигнал; • наведе услове за рад појединих типова транзистора; • опише рад транзистора као прекидача; 	<ul style="list-style-type: none"> • Принцип рада биполарног транзистора на моделу са заједничким емитером. Основне компоненте струја у транзистору. Везивање транзистора; • Коефицијент струјног појачања; • Карактеристике транзистора (улазне, излазне, преносне); • Параметри (β параметри) биполарног транзистора и еквивалентна шема транзистора за наизменични сигнал; • Ограничење у раду транзистора; • Врсте транзистора са ефектом поља (JFET, MOSFET, VMOSFET) • Принцип рада JFET-а на моделу са заједничким сорсом. Статичке карактеристике JFET-а. Параметри JFET-а и еквивалентна шема транзистора за наизменични сигнал; • Принцип рада MOSFET-а на моделу са заједничким сорсом. Статичке карактеристике MOSFET-а. • Транзистор (биполарни и MOSFET) као прекидач.
	<ul style="list-style-type: none"> • наброји врсте тиристора и њихову примену; • нацрта еквивалентно коло тиристора; • наведе основне карактеристике триака и диака; 	<ul style="list-style-type: none"> • Тиристор; • Триак и диак.
	<ul style="list-style-type: none"> • наброји врсте оптоелектронских компоненти и њихове основне карактеристике; • наведе примере примене оптоелектронских елемената; 	<ul style="list-style-type: none"> • Врсте оптоелектронских елемената; • Фотодиоде, фототранзистори и фотоотпорници; • Светлеће полупроводничке диоде. Фотоспојнице; • Течни кристали.
	<ul style="list-style-type: none"> • измери струју кроз диоду и напон на диоди; • провери исправност транзистора мерењем отпорности између прикључних електрода мултиметром • измери струје и напоне код транзистора (биполарног и FET–а); • графички представи карактеристике компоненти на основу извршених мерења; • анализира рад кола са светлећим полупроводничким диодама и кола са вишеслојним силицијумским компонентама; • примењује мере заштите на раду у лабораторији; 	<p>ВЕЖБЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Снимање карактеристика диода (усмерачких и зенер диода); • Снимање карактеристика биполарних транзистора; • Снимање карактеристика FET –а; <p>Кључни појмови: ПН спој, диоде, транзистори: биполарни, JFET, MOSFET; фотодиоде, фототранзистори, триак, диак.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише појачање струје, напона и снаге на моделу четворопола, као и улазну и излазну отпорност; • нацрта појачавач са заједничким емитером уз опис улога појединих компоненти појачавача; • анализира рад појачавача у једносмерном режиму рада; • израчунава струјно и напонско појачање и појачање снаге појачавача са заједничким емитером, као и улазну и излазну отпорност; • нацрта појачавач са заједничким сорсом уз опис улога појединих компоненти појачавача; • израчунава напонско појачање појачавача са заједничким сорсом, као и излазну отпорност; • одређује појачање вишестепених појачавача • дефинише појам фреквенцијске карактеристике и објасни њен значај; • објасни улогу негативне повратне спреге у појачавачима; • нацрта Дарлингтонов спој и на основу шеме изведе израз за струјно појачање; 	<ul style="list-style-type: none"> • Једностепени појачавачи – појам; • Појачање напона, струје и снаге, улазна и излазна отпорност појачавача (општа дефиниција на примеру четворопола); • Појачавач са заједничким емитером. Радна права и радна тачка. Стабилизација радне тачке; • Појачавач са заједничким емитером – анализа рада и одређивање струјног и напонског појачања, улазне и излазне отпорности. Фреквенцијска карактеристика; • Појачавач са заједничким сорсом – анализа рада и одређивање напонског појачања и излазне отпорности. • Вишестепени појачавачи. Повратна спрега. Негативна повратна спрега; • Појачавачи са негативном повратном спрегом; • Дарлингтонов спој.
Појачавачка кола и извори за напајање	<ul style="list-style-type: none"> • нацрта блок шему интегрисаног операционог појачавача уз објашњење принципа рада и навођење карактеристика; • нацрта инвертујући и неинвертујући појачавач уз објашњење и на основу тога изведе изразе за напонско појачање; • објасни принцип рада кола за сабирање и кола за одузимање напона; • објасни разлоге и начине повезивања интегрисаног операционог појачавача са другим електронским колима; • графички прикаже зависност излазног од улазног напона појачавача; 	<ul style="list-style-type: none"> • Блок шема интегрисаног операционог појачавача; Карактеристичне величине интегрисаног операционог појачавача; • Инвертујући појачавач; • Неинвертујући појачавач. Јединични појачавач; • Коло за сабирање напона; • Коло за одузимање напона; • Комбиновање интегрисаних операционих појачавача и транзистора снаге. • Преносне карактеристике појачавача.
	<ul style="list-style-type: none"> • објасни улогу усмерача са филтром и стабилизатора напона у процесу добијања једносмерног напона за напајање; • црта временске дијаграме напона у релевантним тачкама кола; • објасни улогу инвертора у процесу добијања наизменичног напона; 	<ul style="list-style-type: none"> • Извори за напајање; • Усмерачи (једностранни усмерач и Грецов усмерач); • Усмерачи са филтром; • Стабилизатор напона са Зенер диодом; • Интегрисани стабилизатор напона; • Инвертор.
	<ul style="list-style-type: none"> • измери струје и напоне код појачавача у једносмерном режиму рада; • анализира рад појачавача са заједничким емитером / сорсом мерењем напона осцилоскопом; • измери напон осцилоскопом на улазу и излазу инвертујућег и неинвертујућег појачавача и на основу тога одреди појачање напона; • измери напоне на улазу и излазу усмерача осцилоскопом; • нацрта временске дијаграме на основу измерених вредности; • примењује мере заштите на раду у лабораторији; • анализира рад појачавачких кола мерењем напона у релевантним тачкама, упоређујући добијене резултате са израчунатим 	<p>ВЕЖБЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Појачавач са заједничким емитером као појачавач наизменичних сигнала – одређивање напонског појачања и граничних фреквенција; • Појачавач са заједничким сорсом као појачавач наизменичних сигнала; • Неинвертујући или инвертујући појачавач као појачавач наизменичног и једносмерног напона; • Коло за сабирање напона и коло за одузимање напона; • Усмерачи; • Стабилизатор напона. <p>Кључни појмови: појачавач, радна тачка, улазна и излазна отпорност, струјно и напонско појачање, повратна спрега, усмерач, стабилизатор, инвертор</p>
Увод у дигиталну електронику	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише појам информације и дигитални облик информације; • врши конверзију бројева једног бројног система у други; • наброји основне аритметичке операције у бинарном систему; • врши минимизацију логичке функције; • представља логичке функције графичким симболима, комбинационим табелама и временским дијаграмима; • наброји врсте основних логичких кола и њихове карактеристике; • реализује сложене логичке функције помоћу логичких кола; • одреди логичку функцију коју коло реализује; 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам информације. Дигитални облик информација. Бит као јединица информације. Дигитална кола – појам; • Бинарни, октални и хексадецимални бројни систем; Конверзија бројева; • Основне аритметичке операције у бинарном систему; • Логичке операције и Булова алгебра; • Представљање логичких функција. Минимизација логичких функција; • Логичка кола: I, I_L, NE, NI, NII, искључиво I_LI и искључиво NI_LI коло; • Синтеза и анализа логичких кола;
	<ul style="list-style-type: none"> • анализира рад логичких кола мерењем напона; • анализира рад логичких кола у CMOS технологији; • анализира напонске нивое код различитих логичких кола на основу мерења; • примењује мере заштите на раду у лабораторији. 	<p>ВЕЖБЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Анализа рада логичких кола; • Логичка кола у CMOS технологији; • Мерење напонских нивоа у различитим логичким колима. <p>Кључни појмови: бит, кодови, логичка кола, комбинационе мреже, секвенцијалне мреже</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Облици наставе: Теоријска настава (68 часова) + вежбе (34 часова).

Место реализације наставе: Сви часови теоријске наставе се реализују у стандардној учионици, а часови вежби у кабинету

Препоручени број часова по темама:

- Полупроводничке компоненте: **25 часова теоријске наставе, 10 часова вежби**
- Појачавачка кола и извори за напајање: **30 часова теоријске наставе, 14 часова вежби**
- Увод у дигиталну електронику: **13 часа теоријске наставе, 10 часова вежби.**

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања, као и начином рада у учионици и кабинету, подели на групе и распоредом реализације наставе.

Дискутујете са ученицима о њиховим размишљањима на теме: Шта је то електроника? Да ли је неко имао до сада практичног искуства са електронским компонентама и које? Какав је утицај електронских уређаја на живот савременог човека? Који делови света су познати по развоју електронске индустрије?

Настава ће се реализовати кроз часове теоријске наставе са целим одељењем у учионици и часове лабораторијских вежби у кабинету поделом на групе. Током реализације сваке теме увек се придржавати истог принципа: теоретски објаснити појаву или законитост, потврдити је рачунски (тамо где је то могуће) а онда извршити демонстрацију или мерења у лабораторији.

При изради **оперативних планова** потребно је дефинисати динамику рада имајући у виду да је учење, као и формирање ставова и вредности, континуирани процес и да је резултат је свих активности на часовима реализованих различитим методским приступом, коришћењем информација из различитих извора, презентованим већим бројем реалних примера и уз активно учешће ученика. Приликом планирања активности узети у обзир ниво исхода. Уколико су исходи на вишем нивоу сложености, односно ако се односе на анализу или евалуацију, планиране активности али и критеријуми оцењивања морају бити у складу са њима. Наставник овакве исходе обавезно операционализује, односно развија на низ нижих исхода, како би их ученици постепено достигали.

Пример операционализације исхода: *анализира принцип рада кола за ограничавање напона цртајући временске дијаграме.*

Наставник планира да ученици у процесу достизања овог исхода највишег нивоа достигну следеће:

- дефинише улогу кола за ограничавање напона;
- анализира рад једноставног кола за ограничење напона са једном диодом на основу нацртане електронске шеме
- анализира рад сложенијег кола за ограничење напона са више диода (усмерачких, Зенер) на основу нацртане електронске шеме
- анализира рад кола за ограничење напона са операционим појачавачем на основу нацртане електронске шеме
- црта пасивно коло за ограничење напона на основу захтева
- црта коло за ограничење напона са операционим појачавачем на основу захтева
- анализира рад кола за ограничавање напона на основу задатог улазног напона цртајући временске дијаграме улазног и излазног напона
- црта преносну карактеристику (зависност излазног од улазног напона) за задато коло за ограничење напона

Наставне садржаје је неопходно реализовати кроз примере што више ситуација из реалног контекста, користећи савремене наставне методе и средства. Треба настојати да **ученици буду осposобљени** за: самостално решавање проблемских ситуација; проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (нпр. стручне литературе, интернета, часописа, уџбеника, каталога...); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену сопственог знања и напредовања; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију уз, када је то потребно и одговарајућу аргументацију.

Приликом **реализације наставе** истаћи важност поштовања стандарда, правила и прописа у овој области и указати на могуће проблеме који се могу појавити услед непоштовања и/или непридржавања истих.

Препоручене пројектне активности: У току школске године организовати **два пројектна задатка**, по један у првом и другом полугодшту. Приликом планирања пројектних задатака водити рачуна о следећем:

- ученике поделити у мање тимове;
- у једном тиму је до 4 ученика;
- формирати одговарајући број тема пројектних задатака наспрам броја тимова;
- организовати истраживачки рад ученика на тему пројектног задатка, а према препорукама за реализацију напредних техника учења и пројектне наставе;
- ученицима дати довољно времена да обраде тему пројектног задатка, уколико је то могуће пројектним задатком обухватити и садржаје са лабораторијских вежби, односно, настојати максимално успоставити корелацију између теоријског и практичног дела предмета;
- у оперативном плану рада предвидети одговарајући број часова за презентовање пројектних задатака, применом савремених метода напредног учења и мултимедијалне опреме;

Приликом обраде теме **Полупроводничке компоненте**, сва објашњења базирати на силицијуму као полупроводнику, а германијум само напоменути. Принцип рада диода анализирати са ученицима на примерима електронских кола са диодама (са једносмерним и наизменичним струјама). Инсистирати на графичком приказу временских дијаграма напона у релевантним тачкама кола наизменичне струје са диодама. Принципе рада транзистора радити описно, без залажења у детаље али инсистирати на познавању услова за рад појединих врста транзистора. Принцип рада биполарног транзистора обрадити на моделу са заједничким емитором; еквиваленту шему цртати користећи π параметре. Нагласити да се еквивалентне шеме транзистора разликују на високим учестаностим.

Током реализацију наставе у теми **Појачавачка кола и извори за напајање** урадити задатке у којима се анализира једносмерни режим рада појачавача са транзистором уз одређивање положаја радне тачке. Појам струјног, напонског појачања, улазне и излазне отпорности обрадити на блок-шеми четворопола. Приказати појачање и у децибелима. Основни појачавач са биполарним транзистором обрадити помоћу еквивалентне шеме, извести изразе за појачање напона и струје, улазну и излазну отпорност – ова наставна јединица има за циљ да покаже да се вредности појачања напона и струје, улазна и излазна отпорност могу прорачунати.

Поменути да постоје и други појачавачи са транзисторима. Објаснити значај познавања фреквенцијске карактеристике и граничних фреквенција, а затим на вежбама снимити фреквенцијску карактеристику и мерењем утврдити граничне фреквенције. При обради повратне спреге, укратко објаснити улогу позитивне повратне спреге и њену функцију у осцилаторима, без улажења у детаље. Објаснити улогу негативне повратне спреге у појачавачима. Израчунавање појачања вишестепеног појачавача приказати на једноставном примеру, укључујући и пример када су појачања појединих појачавача дата у децибелима.

Блок шему операционог појачавача обрадити описно, а примену на идеалном инвертујућем и неинвертујућем појачавачу. Нагласити предности појачавача са операционим појачавачем. Усмераче са филтром и стабилизаторе напона објаснити као део једносмерног извора за напајање. Објаснити предности интегрисаног стабилизатора напона. Инвертор обрадити описно. У обради ове теме урадити већи број задатака. Пре реализације вежбе са операционим појачавачем напоменути да се измерене вредности разликују од прорачунатих, због утицаја реалних параметара операционог појачавача на рад кола. Анализирати са ученицима рад појачавачких кола за различите напоне (различите амплитуде и фреквенције) на улазу и у условима промене карактеристика употребљених компоненти.

За реализацију наставе у теми **Увод у дигиталну електронику** објаснити појам информације. Од бројних система обрадити децимални и бинарни, као и претварање из једног система у други. Посебну пажњу посветити основним логичким колима и њиховим карактеристикама (рад кола анализирати коришћењем временских дијаграма напона и комбинационим табелама). Код реализације логичких кола урадити детаљно инвертор у CMOS технологији и његове карактеристике, принцип рада а реализацију осталих кола урадити ин-

формативно. Напоменути да се логичка кола могу реализовати и на друге начине. Комбинационе и секвенцијалне мреже обрадити општно и само набројати примере мрежа, без залажења у детаље. Током обраде ове теме урадити већи број задатака из области елементарних логичких кола и мрежа.

Планирати да поједине садржаје ученици обраде кроз пројектну наставу у мањим групама, припремајући презентације за остале ученике. Формативно пратити рад ученика у групама. Уколико је могуће, организовати посету стручњака из области електронике који би ученицима приближио трендове савременог развоја и примене електронике у различитим областима, или организовати одлазак ученика у посету компанијама које се баве примењеном електроником.

Током трајања тема реализовати најмање три теста знања. Тестови знања би требало да садрже теоријска питања и рачунске задатке различитих нивоа сложености. Препоручује се да тестови знања садрже и питања различитих облика: питања вишеструког избора, питања допуне, питања отвореног типа – питања која захтевају кратак есејски одговор, питања са израчунавањем и графичким приказима.

Препоруке за реализацију лабораторијских вежби

Једна вежба се ради два спојена школска часа и за то време ученици треба да ураде сва мерења и обраде резултате. У лабораторији треба да буде довољно радних места да за једним радним столом буду два до три ученика. Инсистирати код ученика на коришћењу стручне терминологије, а на лабораторијским вежбама примени мера заштите на раду и примени препорука за заштиту од квара опреме услед неправилног руковања. На првом термину вежби треба упознати ученике са мерним инструментима, алатом и прибором који ће се користити, као и правилима рада и понашања у кабинету.

Наставник је у обавези да припреми детаљна упутства за лабораторијске вежбе, како би ученици унапред били упознати са начином рада: које величине се мере, шта се прорачунава, на који начин се користе измерене величине у процесу анализе.

Инсистирати на коришћењу аналогних и дигиталних унимера, као и осцилоскопа.

Извођење вежби потребно је усагласити са теоријском наставом тако да одговарајуће вежбе следе одмах након обраде теоријског градива. Уколико је могуће, лабораторијска мерења потврдити рачунским путем, а за изабране вежбе урадити и одговарајућу симулацију на рачунару ради поређења резултата. Изузетно, у случају недостатка потребне опреме за поједине вежбе, урадити само одговарајућу симулацију.

Инсистирати да ученици воде дневник вежби који би садржао извештаје са вежби, резултате мерења, обраду добијених података, графички / табеларни приказ као и закључке. Редовно прегледати дневнике вежби. Након сваког циклуса вежби, кроз индивидуални рад ученика, оценити ниво савладаности стечених практичних вештина (спровођење налога, одабир и коришћење инструмената, читавање резултата, представљање резултата табеларно и графички, тумачење резултата, анализирање рада кола у различитим условима)

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; израду задатака, извештаје ученика о реализованим вежбама, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја; тестове практичних вештина, праћење постигнућа исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да **процењују сопствени напредак** у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију.

Посебну пажњу обратите на часовима на којима гостују стручњаци из појединих области, вреднујте активност ученика који постављају питања и аналитички разговарају.

Осмишљавати такве задатке у којима ће ученици анализирати рад кола у различитим условима рада (промена карактеристика употребљене електронске компоненте, промена параметара улазног сигнала и сл.)

На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради. Потребно је осмислити више типова различитих активности са продуктивним различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са **Правилником о оцењивању**. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике.

Планирати како усмене тако и писмене провере знања и тестове практичних вештина.

Сумативно оцењивање се може извршити на основу података прикупљених формативним оцењивањем, резултата/решења проблемског или семинарског рада, усмених провера знања, контролних и домаћих задатака, тестова знања и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

Након сваког циклуса вежби, кроз индивидуални рад ученика, оценити ниво савладаности стечених практичних вештина. Унапред упознати ученике са захтевима и вештинама које ће бити провераване. За ученике који нису савладали коришћење мерних инструмената, припремити додатни материјал и време за рад.

Посебно вредновати када ученик примењује знања стечена на теоријским часовима приликом извођења вежби, као и у сложеним и непознатим ситуацијама (које наставник креира на часовима обнављања или увежбавања) као и када ученик објашњава и критички разматра сложене садржинске целине и информације.

Назив предмета: МЕРЕЊЕ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИНА

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
II		68			68

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са основним мерним инструментима и мерним методама
- Упознавање ученика са мерним инструментима и мерним прибором као и начином њихове употребе
- Оспособљавање ученика за коришћење мерних инструмената и прибора неопходних за рад у струци
- Оспособљавање ученика за примену знања о мерењу у пракси
- Оспособљавање ученика за читавање резултата при мерењу, њихову обраду и графички приказ
- Развијање код ученика осећаја за тачност израде радних предмета према техничкој документацији
- Развијање код ученика одговорности за извршавање постављених задатака
- Стварање и развијање код ученика радних навика, самосталности и одговорности према раду при коришћењу одговарајућих мерних инструмената
- Оспособљавање ученика за мерење и контролисање радних предмета

3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Ред.бр	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула
1.	Основи индустријске метрологије	12
2.	Мерила и мерни инструменти за мерење дужине, положаја облика и храпавости	26
3.	Мерење углова у равни и нагиба	14
4.	Мерење карактеристичних величина (притисак, проток, температура) у хидрауличким, електрохидрауличким, пнеуматским и електропнеуматским компонентама (мерни инструменти и методе)	16

4. НАЗИВИ МОДУЛА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

МОДУЛ	ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Основи индустријске метрологије	<ul style="list-style-type: none"> • објасни појам и поделу метрологије • наведе основне и изведене јединице (SI) система • наведе мерне инструменте и мерне методе • класификује еталоне јединице дужине и угла у равни • прочита вредности величине на мерним инструментима • наведе поделу грешака при мерењу (систематске, случајне и грубе грешке) • обради резултате мерења 	<ul style="list-style-type: none"> • Општи појмови и подела метрологије: општа, индустријска и законска (легална) метрологија, међународна метролошка активност • Основне и изведене јединице (SI) система • Мерни инструменти и мерне методе • Подела мерних метода и инструмената за мерење • Класификација еталона јединице дужине и угла у равни • Надлежност у утврђивању исправности мерила. • Метролошке карактеристике мерних инструмената. • Очитавње вредности величине на мерним инструментима • Аналогни и дигитални мерни системи • Грешке и узроци појаве грешака при мерењу • Подела грешака (систематске, случајне и грубе грешке) • Границе поверења мерења • Обрада резултата мерења <p>Кључни појмови: метрологија, SI систем, мерни инструменти, мерне методе, грешке мерења</p>
Мерила и мерни инструменти за мерење дужине, положаја облика и храпавости	<ul style="list-style-type: none"> • наведе врсте помоћног прибора • објасни начине мерења и контроле облика и положаја површина предмета обраде • наведе врсте мерила дужине • опише поступак мерења и контролисања дужинских мера • мери и контролише: дужинске мере, положај облика и храпавост • мери предмете различитих облика и положаја помичним мерилима различитих типова, мерних опсега и различитих класа тачности • мери предмете различитих облика микрометрима за спољна и унутрашња мерења • мери паралелност и равност површина • мери и контролише параметаре зупчаника и навоја • испита геометријске параметре координатних мерних машина • рукује мерним алатима, прибором и предметом рада • реши постављене задатке из области мерења према техничко-технолошкој документацији • графички изрази област расипања резултата мерења • изврши обраду резултата мерења • попуњава мерну листу • примени правила одржавања и чишћења алата и прибора • примењује мере заштите на раду • чува и одржава мерила 	<ul style="list-style-type: none"> • Подела мерила дужине према конструкционим карактеристикама и намени: планпаралелна гранична мерила дужине, толеранцијска мерила • Поступак мерења и контролисања дужинских мера • Вишеструка мерила дужине (мерила са цртама, мерила са нонијусом, микрометри и компаратори). • Конструкционе и метролошке карактеристике мерила дужине и њихова примена за различите облике и положаје мерења • Метролошке карактеристике и примена мерних машина, мерење и контрола параметара навоја • Мерење и контрола параметара зупчаника • Методе мерења и контроле облика и положаја површина предмета обраде • Мерење и контрола храпавости и равноправности површина • Методе мерења храпавости и уравњености, површина • Испитивање геометријских параметара координатних мерних машина • Обрада и приказ резултата мерења <p>Кључни појмови: мерење дужине, мерење положаја облика, мерење храпавости</p>

<p>Мерење углова у равни и нагиба</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни начине мерења углова у равни и нагиба • наведе врсте мерила угла и нагиба • опише поступак мерења угла и нагиба • користи једнострука мерила угла (гранична и толеранцијска мерила угла) • мери и контролише углове • рукује мерним алатима, прибором и предметом рада • реши постављене задатке из области мерења углова према техничко-технолошкој документацији • наведе метролошке карактеристике и могућности примене либела • наведе методе непосредног и посредног мерења угла у равни и нагиба • попуњава мерну листу • примени правила одржавања и чишћења машине, алата и прибора 	<ul style="list-style-type: none"> • Једнострука мерила угла (гранична и толеранцијска мерила угла). • Вишеструка мерила угла (механички и оптички угломери) • Тригонометријске методе мерења угла у равни (синусни и тангентни лењери) • Либеле – мерење угла помоћу либеле, кратке либеле, универзалне, оквирне либеле са микрометарским вијком, коинцидентне и угаоне либеле, метролошке карактеристике и примена либела • Мерење угла помоћу спектрометра са колиматором, принцип рада, метролошке карактеристике и примена. • Методе непосредног и посредног мерења угла у равни и нагиба • Прављење извештаја мерних листа контроле • Чување и одржавање мерила <p>Кључни појмови: мерење углова, мерење нагиба</p>
<p>Мерење карактеристичних величина (притисак, проток, температура) у хидрауличким, електрохидрауличким, пнеуматским и електропнеуматским компонентама</p>	<ul style="list-style-type: none"> • опише поступке мерења притиска различитим мерним инструментима • мери притисак флуида (гасова и течности) • објасни поступак мерења брзине флуида применом различитих врста сонди, усијаног влакна и бленди • мери брзину флуида помоћу изабране врсте мерног уређаја • опише поступке мерења протока течности • мери проток помоћу изабране врсте мерног уређаја • опише поступке мерења температуре флуида • мери температуру помоћу изабране врсте мерног уређаја • запише резултате мерења • обради резултате мерења 	<ul style="list-style-type: none"> • Уређаји за мерење притиска <ul style="list-style-type: none"> – диференцијални манометри (U цеви) – манометри са Бурдоновом опругом – мембрански манометри • Уређаји за мерење брзине флуида <ul style="list-style-type: none"> – различите врсте сонди – усијано влакно – бленде • Уређаји за мерење протока флуида <ul style="list-style-type: none"> – мерне бленде – електромагнетски, ултразвучни и ласерски мерачи протока • Уређаји за мерење температуре <ul style="list-style-type: none"> – термометри – температурске сонде – термопар <p>Кључни појмови: мерење притиска, мерење брзине флуида, мерење протока флуида, мерење температуре</p>

5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Садржаји овог предмета треба да прошире техничка знања ученика који су им неопходна за укључивање у процес рада и производње као и за праћење наставе из стручних предмета. Настава се реализује у лабораторији за мехатронику или другим специјализованим кабинетима. Предмет се реализује кроз вежбе при чему се одељење дели на групе до 15 ученика. Вежбе реализовати кроз два спојена часа недељно. Приликом сваког двочаса урадити мерења, израчунавања и извештаје. У уводном делу двочаса дати теоријски осврт, а после мерења и записивања резултата мерења потребно је да ученици обраде добијене податке. Уколико могућности дозвољавају, сви ученици треба да раде исту вежбу, или у оквиру циклуса до три вежбе. За сваку вежбу ученици унапред треба да добију одговарајућа упутства.

У уводном делу часа (трајања до 15 минута) наставник проверава да ли су ученици спремни за вежбу, упознаје их са мерним инструментима и осталим деловима апаратуре за вежбу, указује на мере предосторности којих се морају придржавати ради сопствене сигурности, при руковању апаратима, електричним, пнеуматским и хидрауличким изворима, разним уређајима и сл.

Док ученици врше мерења, наставник активно прати њихов рад, дискретно их надгледа и, кад затреба, објашњава и помаже.

При обради резултата мерења ученици се придржавају правила за табеларни приказ података, цртање графика, израчунавање заокружених вредности и грешака мерења (са тим правилима наставник треба да их упозна унапред а пожељно је и да их да уз писана упутства за вежбе).

Програмски садржаји мерења неелектричних величина су организовани у тематске целине за које је наведен оријентациони број часова за реализацију. Наставник, при изради оперативних планова, дефинише степен прораде садржаја и динамику рада, водећи рачуна да се не наруши целина наставног програма, односно да свака тема добије адекватан простор и да се планирани циљеви и задаци предмета остваре. При томе, треба имати у виду да формирање ставова и вредности, као и овладавање вештинама представља континуирани процес и резултат је кумулативног дејства целокупних активности на свим часовима што захтева већу партиципацију ученика, различита методска решења, велики број примера и коришћење информација из различитих извора.

Препоручени број часова по темама је следећи:

- Основи индустријске метрологије (12 часова)
- Мерила и мерни инструменти за мерење дужине, положаја облика и храпавости (26 часова)
- Мерење углова у равни и нагиба (14 часова)
- Мерење карактеристичних величина (притисак, проток, температура) у хидрауличким, електрохидрауличким, пнеуматским и електропнеуматским компонентама (мерни инструменти и методе) (16 часова)

Садржај предмета Мерење неелектричних величина има природну везу са садржајима других предметима као што су: Механика, Математика, Електромашинска припрема, Техничко цртање, Машински елементи и Хидрауличке и пнеуматске компоненте. Ученицима треба стално указивати на ту везу, и по могућности, са другим наставницима организовати тематске часове. На тај начин знања, ставови, вредности и вештине стечене у оквиру наставе мерења неелектричних вештина добијају шири смисао и доприносе остваривању општих образовних и васпитних циљева.

Наставник припрема потребне елементе за вежбу, демонстрира рад са мерним инструментима, прати рад ученика на радном месту и указује на грешке при раду. Избор метода и облика рада за сваки модул одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе (метода усменог излагања и дијалогска метода), методе демонстрације, текстуално-илустративне методе. Предложени облици рада су фронтални, рад у групи, рад у пару, индивидуални рад.

У оквиру области **Основи индустријске метрологије** ученици би требало да се упознају са прибором за мерење и са мерним инструментима, њиховим принципима рада, конструкцијом и применом. У уводном делу нагласити значај мерења, систем мерних величина, њихове јединице. Навести најбитније метролошке карактеристике мерног средства. Укратко поновити дефиницију грешака и дефиницију тачности.

У делу **Мерила и мерни инструменти за мерење дужине, положаја облика и храпавости**, упознати ученике са врстама помоћног прибора, објаснити начине мерења и контроле. Извршити мерења и контроле дужинских мера, различитих облика. Известити мерења паралелности и равности површина, параметара зупчаника и навоја.

У делу **Мерење углова у равни и нагиба**, упознати ученике са начинима мерења углова, врстама мерила која се користе за мерење угла и нагиба.

У делу **Мерење карактеристичних величина (притисак, проток, температура) у хидрауличким, електрохидрауличким, пнеуматским и електропнеуматским компонентама** упознати ученике са поступцима мерења и свим врстама савремених мерних уређаја у овој области. Извршити мерења у зависности од доступности мерних уређаја и инструмента.

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна литература, интернет, часописи, уџбеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ

1. Мерни инструменти и прибор
2. Дефиниција мерења; физичке величине (основне и изведене); међународни систем јединица SI, класификација и методе мерења.
3. Грешке. Апсолутна и релативна грешка. Врсте грешака: грубе, случајне, систематске.
4. Обрада резултата. Представљање резултата мерења. Класе тачности.
5. Мерење и контрола дужине
6. Мерење и контрола угла у равни
7. Мерење и контрола облика
8. Мерење и контрола положаја
9. Мерење и контрола тачности обртања
10. Мерење и контрола параметара навоја
11. Мерење и контрола параметара зупчаника
12. Мерење и контрола површинске храпавости
13. Мерење притиска флуида
14. Мерење протока флуида
15. Мерење брзине флуида
16. Мерење температуре радног флуида

6. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања. Након сваког циклуса вежби, кроз индивидуални рад ученика, оценити ниво савладаности стечених практичних вештина. Унапред упознати ученике са захтевима и вештинама које ће бити провераване. За ученике који нису савладали коришћење мерних инструмената, припремити додатни материјал и време за рад.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних радова, плана мерења (мерних листи), тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика. Вреднује се прецизност у извођењу, самосталност у извршавању задатака, доследност у поштовању стандардних процедура, показивање иницијативе у решавању задатог проблема.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

Назив предмета: ДИГИТАЛНА ЕЛЕКТРОНИКА И МИКРОКОНТРОЛЕРИ

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
III	68	68			136

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Оспособљавање ученика за коришћење компоненти дигиталних система
- Оспособљавање ученика да самостално повезује и програмира микроконтролерске системе
- Оспособљавање ученика да примењује микроконтролере у мехатронским системима

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
<p>Увод у дигиталну електронику и логичка кола</p>	<ul style="list-style-type: none"> опише значај и примену кодовања наведе основне карактеристике дигиталног сигнала објасни рад основних логичких кола уз дефинисање њихових карактеристика наброји фамилије логичких кола тестира рад основних логичких кола и попуни табеле стања изврши синтезу логичке функције применом основних логичких кола и тестира његов рад тестира рад логичког система добијеног на основу минимизације логичке функције примењује мере заштите на раду у лабораторији 	<ul style="list-style-type: none"> Кодови (бинарни, BCD, кодови за детекцију и корекцију грешака) Појам дигиталног сигнала Логичка кола: I, ILI, NE, NI, NILI, EXILI, EXNILI Карактеристике логичких кола: логичка стања – напонски нивои; логичке нуле и јединице на улазу и излазу; напон и струја напајања; маргина сметњи; фактор гравања; дисипацијав, ременско кашњење сигнала Фамилије логичких кола <p>Вежбе:</p> <ol style="list-style-type: none"> Логичка кола I, ILI, NE, NI, NILI, EXILI, EXNILI Логичка кола – синтеза логичких функција, минимизација логичких функција <p>Кључни појмови: карактеристике логичких кола, фамилије логичких кола</p>
<p>Секвенцијална кола, комбинационе и секвенцијалне мреже</p>	<ul style="list-style-type: none"> анализира рад и примену основних бистабилних кола; опише рад комбинационих мрежа (кодера, декодера, мултиплексера, демултиплексера, тростатичког бафера, магистрала дигиталних сигнала); опише рад секвенцијалних мрежа (регистара и бројача); објасни разлику између комбинационих и секвенцијалних мрежа, као и разлику између асинхронних и синхронних мрежа; опише како кашњење логичких кола утиче на рад комбинационих мрежа анализира рад комбинационих и секвенцијалних кола за различите улазне сигнале анализира рад комбинационих мрежа мерењем напона осцилоскопом; анализира рад секвенцијалних мрежа мерењем напона осцилоскопом;; изврши читање садржаја регистра тестира рад 8-битног бројача тестира рад аритметичког кола примењује мере заштите на раду у лабораторији 	<ul style="list-style-type: none"> Бистабилна кола – лач кола (SR, D) и флип – флопови (SR, JK, T, D) Комбинационе мреже (кодер, декодер, мултиплексер; демултиплексер, тростатички бафери, магистрале дигиталних сигнала); Секвенцијалне мреже (регистри – стационарни и померачки, и бројачи); <p>Вежбе:</p> <ol style="list-style-type: none"> Кодери и декодери; Мултиплексери и демултиплексери; Регистри и бројачи; <p>Кључни појмови: секвенцијалне мреже, секвенцијална кола</p>
<p>Меморије и аритметичка кола</p>	<ul style="list-style-type: none"> наведе врсте меморија објасни примену меморија; описује значај интегрисане меморијске компоненте; објасни примену аритметичких кола; објасни принцип А/Д и Д/А конверзија; чита/уписује садржај у меморијске локације EEPROMа тестира рад FLASH меморије прошири RAM коришћењем FLASH-а 	<ul style="list-style-type: none"> Меморије (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, flash) Аритметичка кола (мреже за сабирање и одузимање); <p>Вежбе:</p> <ol style="list-style-type: none"> EEPROM – читање/упис садржаја у меморијске локације FLASH – тестирање и упис програма RAM – проширење RAM-а коришћењем FLASH-а РЕГИСТРИ – читање садржаја регистра <p>Кључни појмови: меморије</p>
<p>Аналогно дигитална и дигитално аналогна конверзија</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни појам конверзије и њен значај наведе најчешће примере примене конвертора у електронским и дигиталним системима објасни теорему о одабирању и њен значај код аналогно дигиталне конверзије објасни принцип рада аналогно дигиталног конвертора објасни принцип рада дигитално аналогног конвертора тестира рад дигитално-аналогног конвертора 	<ul style="list-style-type: none"> Аналогно-дигитални и дигитално-аналогни конвертори, намена теорема о одабирању аналогно-дигитални конвертор, основне поделе, принцип рада дигитално аналогни конвертор, основне поделе и принцип рада <p>Вежбе:</p> <ol style="list-style-type: none"> Дигитално-аналогни конвертор и аналогно дигитални конвертор <p>Кључни појмови: конвертори</p>
<p>Увод у микроконтролере</p>	<ul style="list-style-type: none"> дефинише појам микроконтролера; дефинише појам хардвера и софтвера; разликује различите архитектуре микроконтролера опише блок шему савременог микроконтролера објасни принцип рада савременог микроконтролера објасни поступак програмирања савременог микроконтролера објасни блок шему конкретног микроконтролера објасни принцип рада конкретног микроконтролера; објасни програмско и развојно окружење инсталира конкретно програмско окружење изврши основна подешавања програмског и развојног окружења користи програмско и развојно окружење пренесе програм са рачунара на микроконтролер 	<ul style="list-style-type: none"> Појам микроконтролера, хардвера и софтвера; Архитектура микроконтролера Блок шема савременог микроконтролера, принцип рада савременог микроконтролера Принци програмирања микроконтролера Инструкције и програмски језик који користи одабрани тип микроконтролера <p>Вежбе:</p> <ol style="list-style-type: none"> Упознавање са развојним окружењем и програмским језиком. Инсталирање програмског окружења у рачунар, основна подешавања <p>Кључни појмови: микроконтролери</p>

<p>Електронске компоненте и микроконтролери</p>	<ul style="list-style-type: none"> • описује портове микроконтролера. • користи програмске модуле • користи примере готових производа • користи библиотеке готових функција • користи језичке структуре • разликује типове података и користи их • користи функције • разликује шилдове и прототипске плочице • примењује приказ података на терминалу и унос података преко терминала • разликује типове дигиталних излаза • примењује тастере (преко pullup ili pulldown отпорника). • решава проблем дужег или краћег притиска на тастер. • примењује хардверско и софтверско решавање проблема у раду са тастерима • користи транзистор као прекидач • користи седмосегментни дисплеј • омогућава i2c комуникацију са компонентом ds3231 за rtc (runtimeclock) • примењује дисплеј за приказ времена, сетује датум и време • комбинује серијско повезивање више седмосегментних дисплеја и временско мултиплексирање помоћу транзистора као прекидача. • користи декодер приликом рада са седмосегментним дисплејима • пише програме са тајмером • примењује рад са прекидима (интераптами). • користи прекид услед промене стања еергом меморије eeprom ready interrupt. • користи флеш и еспром меморију. • користи екстерни еспром модул. • разликује тастатуре и њихову употребу • објасни ADC и користи analog comparator interrupt • користи потенциометар, шојстик, активни buzzer, више тастера повезаних на само један пин (напонски разделник). • управља аналогним улазима (мењање вредности напона улаза помоћу потенциометра, фотоотпорника, ntc или rtc отпорником, и сл • објасни кондензаторни сензор • примењује PWM –пулсно-ширинску модулацију • користи дигиталне сензоре (сензор боје, температурни сензор, ултразвучни сензор...) • изводи комуникацију између микроконтролера и мобилног телефона (bluetooth) • креира различите светлосне ефекте. • користи LCD дисплеј. • примењује рад са стринговима. • користи микро SD-card modul. • креира даљинско укључивање светла • повезује елементе микроконтролерског система у целину према приложеној шеми • повезује микроконтролер са рачунаром и пребациује податке на и из рачунара • модулеује једноставан микроконтролерски систем са различитим типовима сензора и извршних елемената • повезује систем са рачунаром и пребациује податке на и из рачунара • повезује систем са периферијом • имплементира технику регулације брзине корачног мотора применом микроконтролера • имплементира технику регулације позиције вратила корачног мотора применом микроконтролера • имплементира технику регулације брзине серво мотора применом микроконтролера • имплементира комуникацију између два микроконтролера 	<ul style="list-style-type: none"> • Комуникација микроконтролера са рачунаром, портови микроконтролера, дигитални улаз и излаз • Портови микроконтролера, аналогни улаз, пулсно-ширинска модулација • Рад са тастерима (преко PullUp ili PullDown отпорника). Решавање проблема дужег или краћег притиска на тастер. • Рад са тастерима (проблем треперења тастера, хардверско и софтверско решавање проблема) • Контрола извршења програма помоћу Старт и Стоп тастера • Аналогни улази, АД конверзија • Транзистор као прекидач (укључивање и искључивање делова електронског кола) • Класификација дисплеја • Седмосегментни дисплеј (са заједничком катодом, заједничком анодом) • Серијско повезивање више седмосегментних дисплеја и временско мултиплексирање помоћу транзистора као прекидача. Седмосегментни дисплеји са две и четири цифре. • Коришћење декодера приликом рада са седмосегментним дисплејима • LED матрица (8x8 LED, 8x8 RGB LED, адресабилна LED трака) • Капацитивни сензор • Тастатуре (4x4 тастатура, мебранска тастатура, кондензаторна тастатура) • USART комуникација • I2C комуникација • SPI комуникација • LCD дисплеј са паралелном и серијском комуникацијом. • LCD дисплеј, рад са стринговима. • Рад са тајмерима • Прекиди (програмски, спољашњи) • USART Rx i Tx interrupt. Комуникација са терминалом у интерапу. • Прекид услед промене стања EEPROM меморије. Рад са флеш и EEPROM меморијом. Коришћење екстерног EEPROM модула. • ADC и AnalogComparator interrupt. • I2C комуникација мастер-славе између више микроконтролера • Комуникација између микроконтролера и мобилног телефона (bluetooth) • WiFi комуникација <p>Вежбе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рад са дигиталним улазима и излазима 2. Рад са аналогним улазима, (мењање вредности напона улаза помоћу потенциометра, разделника напона фотоотпорника, NTC или PTC отпорника, и сл) 3. Транзистор као прекидач (укључивање и искључивање релеја и малих мотора једносмерне струје) 4. Седмосегментни дисплеј (са заједничком катодом, заједничком анодом), LCD дисплеј 5. Тастатуре (4x4, 3x4) 6. USART комуникација 7. I2C комуникација, SPI комуникација 8. PWM –Пулсно-ширинска модулација – мењање интензитета света светлеће диоде, регулација брзине обраћања микро ДЦ мотора 9. I2C комуникација и компонента DS3231 за RTC (RunTimeClock) Дисплеј за приказ времена. 10. Рад са дигиталним сензорима (Сензор боје, температурни сензор, Ултразвучни сензор, PIR i IR сензори...) 11. Комуникација између микроконтролера и мобилног телефона (bluetooth) 12. SPI комуникација. Коришћење Микро SD-card modula. 13. Контрола рада корачног мотора у микроконтролерском окружењу 14. Контрола рада серво мотора у микроконтролерском окружењу 15. Комуникација између два микроконтролера <p>Кључни појмови: електронске компоненте</p>
--	---	---

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Облици наставе: Теоријска настава (68 часова) и вежбе (68 часова).

Место реализације наставе: Теоријска настава се изводи у учионици. Вежбе се реализују у специјализованом кабинету-лабораторији за микроконтролере

Подела на групе: Одељење се на вежбама дели у три групе.

Увод у дигиталну електронику и логичка кола: 10 часова теорије и 10 часова вежби

Секвенцијална кола, комбинационе и секвенцијалне мреже: 10 часова теорије и 10 часова вежби

Меморије и аритметичка кола: 7 часова теорије и 8 часова вежби

Аналогно дигитална и дигитално аналогна конверзија: 7 часова теорије и 6 часова вежби

Увод у микроконтролере 10 часова теорије и 4 часа вежби

Електронске компоненте и микроконтролери: 24 часова вежби и 30 часова вежби

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања. Настава ће се реализовати кроз часове теоријске наставе са целим одељењем у учионици и часове лабораторијских вежби у кабинету поделом на групе.

Препоручене пројектне активности: У току школске године организовати **два пројектна задатка**, по један у првом и другом полугодшту. Приликом планирања пројектних задатака водити рачуна о следећем:

- ученике поделити у мање тимове;
- у једном тиму је до 4 ученика;
- формирати одговарајући број тема пројектних задатака наспрам броја тимова;
- организовати истраживачки рад ученика на тему пројектног задатка, а према препорукама за реализацију напредних техника учења и пројектне наставе;
- ученицима дати довољно времена да обраде тему пројектног задатка, уколико је то могуће пројектним задатком обухватити и садржаје са лабораторијских вежби, односно, настојати максимално успоставити корелацију између теоријског и практичног дела предмета;
- у оперативном плану рада предвидети одговарајући број часова за презентовање пројектних задатака, применом савремених метода напредног учења и мултимедијалне опреме;

За реализацију наставе у теми **Увод у дигиталну елеконеонику** објаснити да се данас дигитална кола искључиво праве у интегрисаној технологији. Посветити неколико часова обнављању градива из претходног разреда, јер се нови садржаји ослањају на оне обрађене у другом разреду. Обновити посебно логичка кола, представљање логичке функције графичким симболима, комбинационим табелама и временским дијаграмима као и реализацију сложене логичке функције помоћу логичких кола. Кодови обрадити детаљније, у претходном разреду су обрађени на информативном нивоу (BCD и Грејов код; кодови за детекцију и корекцију грешака; кодовање са контролом парности; алфанумерички кодови). Карактеристике логичких кола обрадити детаљно уз стално наглашавање да несавршеност дигиталних сигнала утиче на рад реалних кола.

Објаснити разлику између комбинационих и секвенцијалних дигиталних кола, као и разлику између асинхроних и синхроних кола. У оквиру комбинационих мрежа, на конкретним примерима обрадити реализацију свих побројаних мрежа. Посебно истаћи одговарајуће интегрисане компоненте, њихову структуру и могућности употребе.

Секвенцијалне мреже обрадити на нивоу шема и логике рада (таблично и аналитички). Обрадити савремене интегрисане компоненте и њихово коришћење. Аритметичка кола обрадити као интегрисане компоненте за операције са бројевима израженим у бинарном бројном систему и са бројевима израженим у BCD коду. Меморије обрадити детаљно, архитектуру и организацију као и примену у рачунарским системима. Посебно истаћи интегрисане меморијске компоненте као и њихову примену. Објаснити укратко и савремене меморијске чипове велике густине паковања (2D, 3D) и упутити ученике на познате Интернет адресе за детаљно упознавање са меморијама реномираних светских произвођача.

Наставу обавити помоћу неког од савремених микроконтролера као што су PIC, ARM, AVR и друге. Користити неко од развојних окружења као што су EasyPic, ARDUINO, ESP 32, Clicker, Flip&Click и сл.

Све садржаје теме везан еза микроконтролере прилагодити изабраном микроконтролеру и развојном окружењу.

Током трајања тема реализовати најмање три теста знања. Тестови знања би требало да садрже теоријска питања и рачунске задатке различитих нивоа сложености. Препоручује се да тестови знања садрже и питања различитих облика: питања вишеструког избора, питања допуне, питања отвореног типа – питања која захтевају кратак есејски одговор, питања са израчунавањем и графичким приказима.

Препоруке за реализацију лабораторијских вежби

Једна вежба се ради два спојена школска часа и за то време ученици, подељени у три групе, треба да ураде сва мерења и обраде резултате. У лабораторији треба да буде довољно радних места да за једним радним столом буду два до три ученика. Инсистирати код ученика на коришћењу стручне терминологије, а на лабораторијским вежбама примени мера заштите на раду и примени препорука за заштиту од квара опреме услед неправилног руковања. На првом термину вежби треба упознати ученике са мерним инструментима, алатом и прибором који ће се користити, као и правилама рада и понашања у кабинету.

Наставник је у обавези да припреми детаљна упутства за лабораторијске вежбе, како би ученици унапред били упознати са начином рада: које величине се мере, шта се прорачунава, на који начин се користе измерене величине у процесу анализе.

Извођење вежби потребно је усагласити са теоријском наставом тако да одговарајуће вежбе следе одмах након обраде теоријског градива. Уколико је могуће, лабораторијска мерења потврдити рачунским путем, а за изабране вежбе урадити и одговарајућу симулацију на рачунару ради поређења резултата. Изузетно, у случају недостатка потребне опреме за поједине вежбе, урадити само одговарајућу симулацију.

Инсистирати да ученици воде дневник вежби који би садржао извештаје са вежби, резултате мерења, обраду добијених података, графички / табеларни приказ као и закључке. Редовно прегледати дневнике вежби. Након сваког циклуса вежби, кроз индивидуални рад ученика, оценити ниво савладаности стечених практичних вештина (спровођење налога, одабир и коришћење инструмената, читавање резултата, представљање резултата табеларно и графички, тумачење резултата, анализирање рада кола у различитим условима).

Предвидети да ученик током трајања вежби, у једном термину, може да повеже елементе према датом шеми или по шеми коју је сам нацртао, одради потребне прорачуни, напише програм и изврши провера исправности направљеног система. При изради вежби сваки ученик треба да има практикум или радне листове.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; израду задатака, извештаје ученика о реализованим вежбама, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја; тестове практичних вештина, праћење постигнућа исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да **процењују сопствени напредак** у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију.

Посебну пажњу обратите на часовима на којима гостују стручњаци из појединих области, вреднујте активност ученика који постављају питања и аналитички разговарају. На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради. Потребно је осмислити више типова различитих активности са продукцима различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са **Правилником о оцењивању**. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике.

Планирати како усмене тако и писмене провере знања и тестове практичних вештина.

Сумативно оцењивање се може извршити на основу података прикупљених формативним оцењивањем, резултата/решења проблемског или семинарског рада, усмених провера знања, контролних и домаћих задатака, тестова знања и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

Након сваког циклуса вежби, кроз индивидуални рад ученика, оценити ниво савладаности стечених практичних вештина. Унапред упознати ученике са захтевима и вештинама које ће бити провераване. За ученике који нису савладали коришћење мерних инструмената, припремити додатни материјал и време за рад.

Посебно вредновати када ученик примењује знања стечена на теоријским часовима приликом извођења вежби, као и у сложеним и непознатим ситуацијама (које наставник креира на часовима обнављања или увежбавања) као и када ученик објашњава и критички разматра сложене садржинске целине и информације.

Назив предмета: СИСТЕМИ УПРАВЉАЊА У МЕХАТРОНИЦИ

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
III	34	68		30	132

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са појмом система и системима управљања
- Упознавање ученика са врстом и могућностима примене мерних претварача у системима управљања
- Оспособљавање ученика да самостално одабере и постави мерне претвараче и утврди њихову исправност
- Оспособљавање ученика да према конструкцији и намени разликује, одабира и повезује регулаторе и сервосистеме

3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Ред.бр	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула
1	Компоненте система управљања	16
2	Сервосистеми и системи управљања са регулацијом	86
3	Настава у блоку	30
УКУПНО:		132

4. НАЗИВИ МОДУЛА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

НАЗИВ МОДУЛА	ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Компоненте система управљања	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише појам управљања и система управљања • објасни улогу елемента система управљања • објасни принципе функционисања система управљања на примеру парног котла • наведе поделу система управљања • објасни разлику између отворених и затворених система управљања • наведе и опише главне компоненте сваког система управљања • прикаже и објасни функционалну шему система управљања • примени системе управљања на примеру мехатронских система 	<ul style="list-style-type: none"> • Елемент система управљања • Класификација система управљања: <ul style="list-style-type: none"> – према постојању повратне спреге – према статичкој карактеристици – према облику сигнала • Елементи система управљања (мерни претварачи, дискриминатори, појачивачи, извршни органи, електромеханичке спојнице, прекидачки елементи) • Функционална шема система управљања • Управљање мехатронским системима • Лабораторијске вежбе: <ul style="list-style-type: none"> • Упознавање са лабораторијском опремом. Општи поступак извођења лабораторијских вежби • Представљање функционалног демонстрационог модела система управљања мање сложености • Израда техничке документације за модел система управљања мање сложености • Израда техничког описа модела система управљања мање сложености <p>Кључни појмови: систем управљања, функционална шема система управљања</p>

<p>Сервосистеми и системи управљања са регулацијом</p>	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише појам сервосистема • разликује врсте и начине постављања мерних претварача • бира мерне претвараче из каталога на основу жељених карактеристика • постави мерне претвараче • провери исправност и замени неисправне мерне претвараче • подеси параметре мерних претварача • припреми извештај о извршеном мерењу • постави интерфејс према рачунару, A/D конвертор, тајмер, бројач • изврши потребна мерења • објасни улогу појединих елемената из система управљања • постави задате вредности у систему на основу жељених излазних величина • предвиди промену излазних величина у систему управљања на основу задатих вредности • одабере потребан регулатор • разликује утицај пропорционалног (P), интегралног (I) и диференцијалног (D) дејства на систем управљања • уочи доминантно дејство PID регулатора на основу понашања стања излаза система управљања • повезује елементе сервосистема и система аутоматске регулације • подешава елементе сервосистема и система аутоматске регулације 	<ul style="list-style-type: none"> • Сервосистеми • Конструкција, карактеристике и намена мерних претварача <ul style="list-style-type: none"> – отпорни – капацитивни – индуктивни – индукциони – оптоелектронски – пиезоелектрични – електромагнетни – хидраулични – пнеуматски • Принцип рада мерних претварача: <ul style="list-style-type: none"> – помераја – брзине (тахогенератор, енкодер) – силе и напрезања – температуре – притиска – нивоа – протока – положаја (механички претварачи фотоелектрични, индуктивни и капацитивни сензори) • Провера и подешавање параметара мерних претварача • Блок-шеме система аутоматско управљања и улога појединих елемената • Аналогно и дигитално управљање • Тест функције и одзив систем • ПИД управљање • Релејни контролери. • Основни појмови о fuzzy логици • Сервосистеми <ul style="list-style-type: none"> – позициони и – брзински • Регулација процесних величина, температуре, притиска, протока, нивоа, влажности, осветљености и слично Лабораторијске вежбе: <ul style="list-style-type: none"> • Снимање статичке карактеристике мерних претварача: <ul style="list-style-type: none"> – помераја – брзине (тахогенератор, енкодер) – силе и напрезања – температуре – притиска – нивоа – протока • Снимање динамичке карактеристике P, PI, PD и PID регулатора • Снимање динамичке карактеристике процеса • Испитивање стабилности система. Подешавање параметара регулатора • Израда релејног модела система управљања мање сложености • Израда техничке документације за модел позиционог сервосистема мање сложености • Демонстрација рада позиционог сервосистема • Израда техничке документације за модел брзинског сервосистема мање сложености • Демонстрација рада брзинског сервосистема <p>Кључни појмови: серво системи, мерни претварачи</p>
<p>Настава у блоку</p>	<ul style="list-style-type: none"> • повезује елементе система аутоматске регулације температуре или неке друге величине • подешава повезане елементе у систему аутоматске регулације • поставља елементе позиционих и брзинских сервосистема • подешава постављене елементе • пушта у рад сервосистем • врши избор релеја • повезује релејне шеме • пушта у рад различите системе засноване на релејној техници 	<ul style="list-style-type: none"> • Инсталација круга за терморегулацију (нпр. термопар, компензациони водови, терморегулатор, круг за грејање и хлађење). • Позициони сервосистем • Брзински сервосистем (са тахогенератором у повратној спреси) • Релејна техника (нпр. систем рецикулације воде, пуштање у рад асинхронног мотора помоћу релејне комбинације звезда-троуга)

5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања.

Предмет се реализује кроз теоријску наставу (**34 часа**), вежбе (**68 часова**) и наставу у блоку (**30 часова**). Настава у блоку се може реализовати у току школске године или на крају другог полугодишта. Распоред реализације наставе у блоку израђује сама школа, у зависности од тога да ли је реализује у школском кабинету (радионици) или предузећу.

Приликом реализације наставе ослонити се на предзнања ученика из Физике, Основа електротехнике, Електронике, Механике и Хидрауличних и пнеуматских компоненти. Препорука је да се кроз теоријску наставу дају теоријска објашњења кључних појмова и садржаја уз примере из конкретне праксе, а кроз часове вежби радити конкретне задатке примењујући теоријска знања. Потребно је радити на конкретним моделима, уређајима и системима аутоматског управљања, добијене резултате анализирати, подстаћи ученике на доношење закључака. Где год је то могуће добијене резултате проверавати експерименталним путем.

Избор метода и облика рада за сваку тему одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе (метода усмено излагања и дијалогска метода), методе демонстрације, текстуално-илустративне методе, практичан рад. Предложени облици рада су фронтални, рад у групи, рад у пару, индивидуални рад.

У уводном делу обратити пажњу на примену, основне појмове и елементе система аутоматског управљања без чијега разумевања ученици не могу да савладају остатак градива. Пре почетка сваке теме везане за елементе система аутоматског управљања, потребно је

осврнути се на њихову улогу и место у датим системима. При обради мерних претварача, направити корелацију са свим предметима кроз које се обрађују физичке величине које меримо, да би ученици боље разумели примену и начин рада.

При обради позиционих и брзинских сервисних система се треба фокусирати на њихов начин рада и примену у реалним мехатронским системима. При решавању конкретних проблема, ученицима дозволити коришћење литературе, таблица и ресурса са интернета.

Ученици пре сваке вежбе морају добити материјал и упутства за њену израду. Лабораторијске вежбе се раде искључиво под строгим надзором наставника и никакве импровизације нису дозвољене. Након сваке вежбе ученици достављају извештај који садржи графичке приказе и дијаграме као и рачунски добијене резултате.

Потребно је да наставник осмишљава задатке према нивоима знања ученика и њиховим могућностима, а оперативне планове ради на месечном нивоу које би их лакше прилагођавао напредовању ученика.

6. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из тестова вештина, графичких извештаја са вежби, тестова знања, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика. Вреднује се прецизност у извођењу, самосталност у извршавању задатака, доследност у поштовању стандардних процедура, показивање иницијативе у решавању задатог проблема. У току реализације наставе из једног модула, наставник даје прилику ученику да поправи оцену из модула који су раније реализовани.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује. У процесу учења наставник је модератор који усмерава и подстиче рад ученика, усмерава их на изворе учења, начине прикупљања и анализе података, наводи их да аргументовано бране своје ставове, подстиче тимски рад, уважавање различитих мишљења. Наставник анимира ученике, охрабрује, користи идеје ученика за анализу кључних појмова и садржаја. Најбитније је да се ученику дозволи да изнесе своје мишљење, а затим кроз групну дискусију вршити анализу и аргументовано закључивати о исправности мишљења (увек кренути од позитивних страна изнетог мишљења ученика). Наставник прилагођава подучавање на основу повратне информације коју добија од ученика.

Назив предмета: ЕЛЕКТРИЧНИ ПОГОН И ОПРЕМА У МЕХАТРОНИЦИ

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
III	68	68		30	166

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са применом електричних система покретања у савременим производним системима
- Оспособљавање ученика за читање и цртање једноставних монофазних и трофазних струјних кола
- Упознавање ученика са врстама и деловима електричних инсталација
- Упознавање ученика са електричним, механичким и другим карактеристикама електроинсталационог материјала и прибора, ради правилног избора и монтаже
- Оспособљавање ученика за коришћење таблица у којима су дате карактеристике појединих елемената и уређаја
- Упознавање ученика са стандардима и техничким прописима за избор опреме, монтаже и одржавања електричних инсталација
- Оспособљавање ученика за одржавање електричних инсталација и за поступање при одржавању и отклањању насталих кварова у електричним инсталацијама
- Упознавање ученика са компонентама енергетске електронике, њиховом начину рада, карактеристикама и примени
- Оспособљавање ученика за рад са основним компонентама и претварачима енергетске електронике
- Упознавање ученика са конструкцијом, наменом и карактеристикама електричних машина великих снага
- Оспособљавање ученика за рад са електричним машинама великих снага
- Оспособљавање ученика за рад са посебним врстама мотора

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

НАЗИВИ ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Елементи електричне опреме	<ul style="list-style-type: none"> • опише примену електричних система покретања у савременим производним системима • примењује основне електричне величине и јединице • опише графичке симболе и ознаке у електричним погонима и опреми • примењује мере безбедности и заштите на раду у лабораторијским условима рада 	<ul style="list-style-type: none"> • Значај електричних система покретања у савременим производним системима. • Графички симболи и ознаке у електричним погонима и опреми • Основни елементи електричне опреме у мехатронским системима и њихове карактеристике: енергетске, електричне и електронске Лабораторијске вежбе: • Упознавање ученика са организацијом рада у школској лабораторији, мере безбедности и заштите на раду. Правила рада у лабораторији • Симболи и ознаке који се користе на шемама електричних погона <p>Кључни појмови: електрична опрема</p>

<p>Електрични инсталациони прибор и опрема</p>	<ul style="list-style-type: none"> опише врсте електричних инсталација наведе основне делове електричних инсталација спроводи мере и одредбе из правилника за одговарајуће радове или област објасни примену електроинсталационог прибора наведе материјале који се користе за израду проводника наведе материјале који се користе за израду изолације одабере пресек проводника на основу табела и услова полагања. користи каталоге и приручнике приликом одабира материјала и елемената тумачи ознаке изолованих проводника и каблова опише различите прикључне уређаје објасни начин повезивања прикључног уређаја на електричну инсталацију. објасни начин повезивања заштитних уређаја на електричну инсталацију. наброји прекидаче који се користе у електричној инсталацији. објасни принцип рада и намену прекидачких елемената врши монтажу елемената електричне опреме и повезивање у функционалну целину врши испитивање исправности електричних веза пре довођења под напон демонстрира рад електричне шеме 	<ul style="list-style-type: none"> Врсте електричних инсталација Електротехничка регулатива Електроинсталациони материјал и прибор – Инсталациони водови – Материјали за израду проводника и каблова – Водови са голим проводницима – Водови са изолованим проводницима – Каблови – Означавање водова са изолованим проводницима и каблова – Избор попречног пресека проводника и каблова на основу дозвољене струје оптерећења – Инсталациони осигурачи – Топљиви осигурачи – Аутоматски осигурачи – Инсталационе склопке – Обртне склопке – Прегибне склопке – Потезне склопке – Тастер склопке – Моторне заштитне склопке – Прикључне направе – Прикључне направе за домаћинство – Прикључне направе у индустрији • Прекидачки елементи • Релеји (биметани, временски, <i>Solidstate</i> релеји) <p>Лабораторијске вежбе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Примери означавања водова са изолованим проводницима • Примери означавања каблова • Избор попречног пресека проводника и каблова на основу табела и услова полагања • Избор називне струје осигурача према попречном пресеку проводника • Мерење напона струје и снаге у монофазном систему • Мерење напона струје и снаге у трофазном систему • Повезивање осигурача инсталационих и гребенастих склопки у електрично коло према датом шеми • Повезивање контактора у електрично коло према датом шеми • Повезивање заштитних моторних склопки према датом шеми <p>Кључни појмови: електрични инсталациони прибор</p>
<p>Компоненте енергетске електронике</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни принцип рада снажних електронских компоненти: диода, транзистора, тиристора, дијака и тријака испита исправност снажних електронских компоненти утради снажне електронске компоненте сними карактеристике снажних електронских компоненти на макети помоћу мерних инструмената анализира рад снажних електронских компоненти анализира рад једноставнијих електричних кола са компонентама енергетске електронике изабере елементе из каталога 	<ul style="list-style-type: none"> Снажне електронске компоненте (принцип рада, примена, типична кућишта, хлађење, монтажа, заштита, испитивање исправности): – диоде – транзистори: биполарни, MOSFET, IGBT – тиристор, дијака и тријака <p>Лабораторијске вежбе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провера исправности снажне диоде. Статичка карактеристика снажне диоде • Испитивање исправност снажног биполарног транзистора. Излазна карактеристика снажног биполарног транзистора • Снажни <i>MOSFET</i> као прекидач. Снимање излазне карактеристике • Испитивање исправности и снимање карактеристике тиристора и тријака <p>Кључни појмови: енергетска електроника</p>
<p>Претварачи енергетске електронике</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни намену претварача енергетске електронике наведе основну поделу претварача енергетске електронике објасни принцип рада енергетских претварача: исправљача, инвертора, наизменичних претварача (фреквентних регулатора и регулатора напона) повеже електрично коло претварача енергетске електронике према задатом шеми сними карактеристике енергетских претварача и анализира њихов рад 	<ul style="list-style-type: none"> Намена претварача енергетске електронике и основна подела – Једносмерни претварачи, намена и основна подела – Инвертор(монофазни и трофазни) – Исправљачи, намена и основна подела – Монофазни полуталасни исправљач – Монофазни исправљач са средњом тачком – Трофазни исправљач са средњом тачком – Наизменични претварачи, намена и основна подела • Фреквентни регулатори и регулатори напона <p>Лабораторијске вежбе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Једнофазни полуталасни исправљач • Једнофазни пуноталасни исправљач са средњом тачком • Грецов исправљач • Једнофазни напонски транзисторски инвертор • Чопер ,спуштач напона • Фазни регулатор са тријаком <p>Кључни појмови: претварачи енергетске електронике</p>
<p>Трансформатори</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни конструкцију машина великих снага и њихову примену у мехатроници објасни намену и наведе основне поделе трансформатора објасни податке са назначне плочице трансформатора дефинише преносни однос трансформатора објасни енергетски биланс снага, појаву губитака и узроке настанка измери отпорност намотаја трансформатора UI методом демонстрира начин одређивања хомологих крајева монофазног трансформатора изведе оглед празног хода и кратког споја изведе оглед оптерећења монофазног трансформатора 	<ul style="list-style-type: none"> Врсте трансформатора и намена, конструкција, принцип рада • Губици и енергетски биланс • Однос преображаја <p>Лабораторијске вежбе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Натписна плочица трансформатора, мерење отпорности намотаја, проверавање ознаке крајева • Оглед празног хода једнофазног трансформатора • Оглед кратког споја једнофазног трансформатора • Одређивање односа преображаја <p>Кључни појмови: трансформатори</p>

<p>Асинхронни мотор</p>	<ul style="list-style-type: none"> наведе основне врсте асинхроног мотора објасни конструкцију асинхроног мотора објасни начин формирања обртног магнетног поља објасни принцип рада трофазног асинхроног мотора дефинише апсолутно и релативно клизање објасни податке са назначне плочице мотора обавља визуелни преглед електричних мотора и уочава груба механичка оштећења и недостатке; монтира и демонтира електромотор са радних механизма и машина нацрта механичку карактеристику асинхроног мотора и дефинише карактеристичне тачке објасни режим рада асинхроног мотора објасни начине упуштања у рад асинхроног мотора покрене и испита асинхронни мотор промени смер окретања асинхроног мотора врши регулацију брзине окретања асинхроног мотора променом фреквенције и објасни принцип U/f управљања измери отпорност намотаја статора повеже опрему за извођење огледа празног хода и кратког споја, наведе сврху огледа и тумачи резултате повеже опрему за извођење огледа оптерећења, наведе сврху огледа и тумачи резултате 	<ul style="list-style-type: none"> Основе рада електричних мотора Магнетно коло Намотаји електричних мотора Подела електричних мотора Конструкција и врсте асинхронних мотора Једнофазни асинхронни мотори Трофазни асинхронни мотори Механичка карактеристика асинхроног мотора, клизање асинхроног мотора Пуштање у рад асинхроног мотора Регулација брзине асинхроног мотора <p>Лабораторијске вежбе:</p> <ul style="list-style-type: none"> Написна плочица асинхроног мотора, мерење отпорности намотаја, прикључна кутија и превезивање намотаја у звезду и троугао Оглед празног хода и кратког споја Мерење клизања трофазног асинхроног мотора Регулација брзине трофазног асинхроног мотора применом U/f управљања Управљање двобрзинским асинхронним мотором помоћу контактора Повезивање асинхроног мотора на мрежу, стартовање и заустављање. Стартовање и заустављање са временским кашњењем Промена смера обртања асинхроног мотора Пуштање у рад асинхроног мотора преко пребацивача звезда- троугао Пуштање у рад асинхроног мотора помоћу softstartera <p>Кључни појмови: асинхронни мотор</p>
<p>Мотори једносмерне струје</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни конструкцију мотора једносмерне струје и њихову примену у мехатроници објасни принцип рада мотора једносмерне струје наведе поделу мотора једносмерне струје према начину побуђивања објасни податке са назначне плочице мотора објасни основне методе пуштања у рад мотора једносмерне струје изврши пуштање у рад мотора једносмерне струје испита намотаје статора и ротора покрене и снимни карактеристику мотора једносмерне струје, презентује резултате испитивања објасни и демонстрира промену смера обртања мотора једносмерне струје регулише брзину обртања мотора једносмерне струје 	<ul style="list-style-type: none"> Основни конструктивни елементи Принцип рада Врсте мотора према начину побуђивања Покретање мотора једносмерне струје Регулација брзине <p>Лабораторијске вежбе:</p> <ul style="list-style-type: none"> Написна плочица мотора једносмерне струје, мерење отпорности намотаја статора и ротора, прикључна кутија Пуштање у рад и мењање смера обртања мотора једносмерне струје са сложеном побудом Регулација брзине и смера обртања мотора једносмерне струје помоћу транзистора <p>Кључни појмови: мотор једносмерне струје</p>
<p>Посебне врсте мотора</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни конструкцију и примену машина малих снага анализира рад безколекторских и колекторских мотора објасни конструкцију и принцип рада униполарних и биполарних корачних мотора наведе област примене униполарних и биполарних корачних мотора анализира критеријуме за избор мотора за електромоторни погон (напајање, оптерећење) пушта и регулише рад машина малих снага коришћењем енергетске електронике и микрорачунара 	<ul style="list-style-type: none"> Безколекторски мотори једносмерне струје (<i>BLDC</i> мотори) Принцип рада Својства и примена <i>BLDC</i> мотора Корачни мотор Врсте корачних мотора Принцип рада Универзални колекторски мотор <p>Лабораторијске вежбе:</p> <ul style="list-style-type: none"> Регулација брзине и смера обртања корачног мотора Снимање излазне карактеристике тахогенератора, одређивање константе тахогенератора <p>Кључни појмови: <i>BLDC</i> мотор</p>
<p>Настава у блоку *)</p>	<ul style="list-style-type: none"> примењује мере безбедности и здравља на раду у радном процесу учествује у припреми материјала опреме и алата за обаљање радних задатака учествује у монтажи и постављању електричне опреме и материјала у мехатронским погонима учествује у повезивању опреме и материјала машина и уређаја у функционалну целину учествује у контролним прегледима пре пуштања опреме машина и уређаја у рад учествује у процедурама пуштања у рад и заустављања мањег система учествује у контролним мерењима електричних и техничких величина мањег система учествује у отклањању једноставнијих неправилности учествује у изради техничке документације (израда једноставније електричне шеме, уношење измена на електричној шеми) 	<ul style="list-style-type: none"> рад ученика на неком од софтвера за израду техничке документације, препоручује се да ученици учествују у изради или у ситним изменама на техничким цртежима електричних система за напајање и командовање електричним погонима (у присуству стручног лица) рад на шемирању разводних ормана мање сложености за напајање и командовање електричним погонима, повезивање рељно-контакторске опреме и елемената сигнализације, рад на директном пуштању у рад и заустављању погона мале снаге са и без промене смера обртања (у присуству стручног лица) рад на отклањању једноставнијих неправилности и кварова (одржавање) на електричној опреми машинама и уређајима (у присуству стручног лица) рад на монтажи и демонтажи и повезивању уређаја енергетске електронике, фреквентних претварача, пуштање у рад и заустављање, подешавање основних параметара (у присуству стручног лица) рад на пуштању у рад, регулацији брзине, промени смера обртања и заустављању мотора једносмерне струје (у присуству стручног лица) рад на имплементацији једноставнијих софтверских решења за микроконтролерско управљање једносмерним и корачним моторима малих снага (у присуству стручног лица)

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начином оцењивања. Предмет се реализује кроз теоријску наставу и вежбе. Теоријска настава се реализује у специјализованој учионици или одговарајућем кабинету који треба да буде опремљен одговарајућим наставним средствима, макетама и моделима, графичким приказима, мултимедијалном опремом. Лабораторијске вежбе се одржавају у лабораторији за мехатронику. Настава у блоку се реализује у лабораторији за мехатронику (радионици) у школи или одговарајућим предузећима. Одељење се дели на групе од 15 ученика по групи при реализацији вежби и наставе у блоку. Препоручени број часова по темама је следећи:

- **Елементи електричне опреме:** теорија: 4 часа; лабораторијске вежбе: 4 часа;
- **Електрични инсталациони прибор и опрема:** теорија: 16 часова; лабораторијске вежбе: 16 часа;
- **Компоненте енергетске електронике:** теорија: 8 часова; лабораторијске вежбе: 8 часова;
- **Претварачи енергетске електронике:** теорија: 8 часова; лабораторијске вежбе: 8 часова;

- **Трансформатори:** теорија: 8 часова; лабораторијске вежбе: 8 часова;
- **Асинхрони мотор:** теорија: 12 часова; лабораторијске вежбе: 12 часова;
- **Мотори једносмерне струје:** теорија: 6 часова; лабораторијске вежбе: 6 часова;
- **Посебне врсте мотора:** теорија: 6 часова; лабораторијске вежбе: 6 часова.

При обради појединих наставних јединица користити паное, слике, цртеже, примерке електроинсталационог материјала, прибора и елемената. Користити мултимедијалне презентације, каталоге произвођача опреме и уређаја и стручну литературу (стандарде, прописе, препоруке).

Кроз тему **Елементи електричне опреме** ученике упознати са примени електричних система покретања у савременим производним системима. Графичке симболе обрадити кроз цртање и анализу једноставних струјних кола. У тематској целини **Електрични инсталациони прибор и опрема** посебну пажњу посветити струјним колима. Садржај обрадити коришћењем практичних примера струјних кола осветљења, утичница, електричног звона и термичких потрошача. Објаснити шта садржи једно струјно коло електричних инсталација. Користити техничке планове и пројекте електричних инсталација и електричне шеме уређаја. Обрадити практично повезивање елемената струјних кола и уградњу потребне опреме. Стандарде и прописе за извођење електричних инсталација реализовати кроз примере стандарда и прописа као и кроз упознавање са појединим члановима. Објаснити избор површине попречног пресека проводника на основу табела и повезати га са избором називне струје осигурача. Објаснити намену и принцип рада прекидачких елемената и демонстрирати њихов рад. У тематској целини **Компоненте енергетске електронике** дати основну поделу компоненти. Приликом обраде појединих компоненти урадити и кратак број рачунских вежби у циљу бољег разумевања стеченог знања. У тематској целини **Претварачи енергетске електронике** објаснити основну поделу претварача, њихов значај и практичну примену. Посебан акценат ставити на објашњење и графичко представљање одговарајућих таласних облика. Нагласити анализу рада диодних исправљача, као и утицај кондензатора на таласност излазног напона. Тиристорске исправљаче само споменути на нивоу електричне шеме без упуштања у детаљнију анализу рада уређаја. Где год је то могуће теоријске принципе о уређајима енергетске електронике поткрепити кратким рачунским примерима. У темама **Трансформатори, Асинхрони мотори, Мотори једносмерне струје и Посебне врсте мотора**, користити мултимедијалне садржаје, паное и цртеже. Објаснити ученицима значај електричних машина у електричном погону. Практично демонстрирати рад електричних машина и њихове особине. При обради наставних јединица користити рачунске вежбе ради бољег савладавања градива. Анализирати неправилан рад и евентуална хаваријска стања електричних машина са могућим мерама отклањања. Посебну пажњу обратити на начине укључивања електричних машина у струјно коло и регулацију брзине.

Наставу у блоку реализовати у одговарајућој фирми, компанији, предузећу. Све активности које ученик спроводи морају се реализовати у присуству стручног лица уз поштовање мера безбедности и заштите на раду. У случају да постоје објективни разлози немогућности реализације препоручених садржаја у одговарајућем предузећу, предвиђене часове наставе у блоку реализовати у школској лабораторији. Том приликом водити рачуна да се оствари максималан број исхода препоручених садржаја.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; позитивном односу према опреми; израду задатака, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја, праћење постигнутог исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл.

Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију. На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради. Потребно је осмислити више типова различитих активности са продуктивним нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике. Сумативно оцењивање се може извршити на основу формативног оцењивања, резултата/решења проблемског или пројектног задатка, праћењем рада ученика – остваривања исхода и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

Приликом извођења вежби посебно обратити пажњу на: начин рада; примену мера заштите на раду и препорука за заштиту опреме од неправилног руковања; планирање времена кроз смислено и рутинско обављање радова; педантност и прецизност у обављању посла; руковање рачунарима и односу према њима; комуникацију са сарадницима.

Уколико се настава реализује по дуалном моделу, наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање.

Назив предмета: МЕХАТРОНСКИ СИСТЕМИ

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
III	68				68

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Оспособљавање ученика да идентификује мехатронски систем у области машина и опреме и објасни његово функционисање
- Оспособљавање ученика за пуштање у рад мехатронског система после монтаже или ремонта
- Оспособљавање ученика да идентификује мехатронски систем у процесној индустрији и објасни његово функционисање
- Упознавање ученика са наменом и структуром савремених аутоматизованих и флексибилних технолошких система
- Оспособљавање ученика за примену производних система у условима измене производног програма
- Упознавање ученика са кључним појмовима и концептима аутоматизације производње,
- Упознавање ученика са кључним појмовима и концептима CNC обрадних система и ширим аутоматизованим целинама

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

НАЗИВИ ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Увод у мехатронику	<ul style="list-style-type: none"> дефинише појам мехатронике у контексту модерних технологија објасни појам мехатронског система наведе основне елементе и прикаже структуру мехатронског система објасни логику рада мехатронског система и начин његовог функционисања наведе основне мехатронске системе у техници и опише њихову примену 	<ul style="list-style-type: none"> Појам мехатронике Примена мехатронике у техници Појам мехатронског система Структура основних мехатронских система Логика градње мехатронских система Врсте мехатронских система <p>Кључни појмови: мехатронски систем</p>
Основни елементи мехатронских система	<ul style="list-style-type: none"> наведе основне елементе сваког мехатронског система објасни улогу управљачког модула објасни карактеристике програмског управљања дефинише појам и улогу актуатора наведе примере и класификацију актуатора прикаже функционални дијаграм актуатора идентификује позицију актуатора у систему аутоматске регулације објасни разлику између електропнеуматских и електромеханичких актуатора објасни улогу и класификацију сензора интегрише основне елементе мехатронског система у радну целину нацрта блок шему мехатронског система коментарише процес управљања мехатронским системом 	<ul style="list-style-type: none"> Управљачки модул Преносни, претварачки и конверторски елементи Извршни елемент – актуатор Електропнеуматски и електромеханички актуатори Сензорски елементи <p>Кључни појмови: елементи мехатронског система</p>
Компјутерски управљане машине и роботи	<ul style="list-style-type: none"> објасни начин рада компјутерски управљане машине у контексту мехатронског система објасни у чему се огледа флексибилност компјутерски управљане машине објасни улогу обрадних центара и манипулационих уређаја објасни начин рада и улогу робота и роботских система у савременој индустрији наведе послове који се обављају применом робота нацрта блок шему компјутерски управљане машине и робота упореди процесе управљања компјутерски управљаном машином и роботом 	<ul style="list-style-type: none"> Флексибилност компјутерски управљане машине (могућност обраде различитих радних комада као и вршења различитих обрада на једном радном комаду) Обрадни центри Манипулациони уређаји за замену алата Магацини алата Роботи и роботски системи Мобилни манипулациони роботи Улога робота у савременим технолошким системима (пренос материјала, опслуживање машина, монтажа, контрола) <p>Кључни појмови: CNC машине, роботи</p>
Системи за контролу и транспорт	<ul style="list-style-type: none"> наведе погодности аутоматизоване контроле у флексибилној аутоматизацији описе различите приступе контроли радног процеса у флексибилној аутоматизацији дефинише улогу рачунара у процесу аутоматизоване контроле наведе врсте транспортних система у флексибилној аутоматизацији описе начин рада аутоматски вођених возила описе начин рада колица са сопственим системом навигације нацрта блок шему аутоматски вођеног возила коментарише процес управљања радом аутоматски вођеног возила објасни улогу аутоматизације при складиштењу дефинише улогу рачунара у процесу аутоматизованог складиштења 	<ul style="list-style-type: none"> Аутоматизована контрола (тачност, брзина мерења, обрада и приказ резултата, уклапање у систем <i>CIM- computer integrated manufacturing</i> – компјутерски интегрисана производња) Приступни у контроли радне операције (контрола у току самог процеса, након завршене делимичне обраде, након завршетка радне операције) Транспортни системи у флексибилној аутоматизацији Опште карактеристике и подела транспортних система Транспортна колица Аутоматски вођена возила Колнца са сопственим системом навигације Аутоматизација складиштења Рачунарско вођење евиденције складишта <p>Кључни појмови: аутоматизована контрола, аутоматизовани транспорт, аутоматизација складиштења</p>
Индустрија 4.0 и вештачка интелигенција	<ul style="list-style-type: none"> објасни разлику између Индустрије 3.0 и 4.0 наведе технологије Индустрије 4.0 које се користе у савременој производњи објасни појам вештачке интелигенције изложи историјски развој вештачке интелигенције илустрира могућности примене вештачке интелигенције на примерима из свакодневног живота наведе врсте интелигентне формализоване методологије дефинише појам мехатронског система у контексту вештачке интелигенције и Индустрије 4.0 	<ul style="list-style-type: none"> Појам Индустрије 4.0 Разлика између Индустрије 3.0 и 4.0 Технологије Индустрије 4.0 (3D штампа, роботика, вештачка интелигенција) Појам вештачке интелигенције Интелигентне формализоване методологије (вештачке неуронске мреже, Fuzzy логички системи, генетички алгоритми, експертни системи, итд.) Историја развоја вештачке интелигенције <p>Кључни појмови: Индустрија 4.0, вештачка интелигенција</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања, као и начином рада у учионици, и распоредом реализације наставе. Препоручени број часова по темама је следећи:

- Увод у мехатронику (6 часова)
- Основни елементи мехатронских система (8 часова)
- Компјутерски управљане машине и роботи (36 часова)
- Системи за контролу и транспорт (8 часова)
- Индустрија 4.0 и вештачка интелигенција (10 часова)

Програмски садржаји предмета **Мехатронски системи** су организовани у тематске целине за које је наведен оријентациони број часова за реализацију. Наставник, при изради оперативних планова, дефинише степен разраде садржаја и динамику рада, водећи рачуна да се не наруши целина наставног програма, односно да свака тема добије адекватан простор и да се планирани циљеви и задаци предмета остваре. При томе, треба имати у виду да формирање ставова и вредности, као и овладавање вештинама представља континуирани

процес и резултат је кумулативног дејства целокупних активности на свим часовима што захтева већу партиципацију ученика, различита методска решења, велики број примера и коришћење информација из различитих извора.

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна литература, интернет, часописи, убеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством и садржајима других предмета, тимски рад, самопроцену, презентацију својих радова и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

При излагању градива не улази у сложене математичке изразе, већ садржаје изложити уз помоћ једноставних и прегледних шема, цртежа, скица и слика појединих делова, склопова машина и уређаја.

У наставној теми **Увод у мехатронику** обратити пажњу на појам, развој и примену мехатронике, елементима и основном поделом мехатронских система, структуром основних мехатронских система. Упознати ученике са фазама изградње мехатронских система. У наставној теми **Основни елементи мехатронских система** посебну пажњу посветити структури мехатронског система. Пре почетка сваке теме везане за елементе мехатронских система, потребно је осврнути се на њихову улогу и место у датим системима. Нарочиту пажњу посветити обради актуатора, направити корелацију са свим предметима кроз које се обрађују актуатори, да би ученици боље разумели примену и начин њиховог рада. У наставној теми **Компјутерски управљане машине и роботи** упознати ученике са појмом флексибилних производних система, принципима њиховог функционисања, њиховом структуром и класификацијом. Обрадити компјутерски управљане машине као компоненте флексибилних производних система. Дефинисати улогу и примену робота у флексибилним производним системима. У наставној теми **Системи за контролу и транспорт** упознати ученике са контролом у флексибилној аутоматизацији, транспортом и рачунарским вођењем евиденције складишта са посебним акцентом на примену рачунара у процесу управљања. У наставној теми **Индустрија 4.0 и вештачка интелигенција** упознати ученике са појмом Индустрија 4.0, употребом разних технологија у индустрији 4.0. Након тога кроз историју вештачке интелигенције упознати ученике са појмом вештачке интелигенције. Дати посебан нагласак на везу мехатронских система и Индустрије 4.0 и вештачке интелигенције кроз илустративне примере.

Приликом реализације тема ослонити се на предзнања ученика из хидрауличких и пнеуматских компонената, машинских елемената и електромашинске припреме, корелацију направити са одржавањем и монтажом мехатронских система и дијагностиком и тестирањем мехатронских система. Избор метода и облика рада за сваку тему одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе (метода усменог излагања и дијалогска метода), методе демонстрације, текстуално-илустративне методе. Предложени облици рада су фронтални, рад у групи, рад у пару, индивидуални рад.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања. Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању задатака предмета, као и напредак других ученика уз одговарајућу аргументацију.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних или писмених радова, тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика. У процесу оцењивања наставе у блоку пожељно је користити дневник рада ученика.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

Назив предмета: МОДЕЛИРАЊЕ МАШИНСКИХ ЕЛЕМЕНАТА И КОНСТРУКЦИЈА

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

1.1. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА¹

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
III		102			102

¹ Уколико програм садржи само практичне облике наставе

1.2. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА – ДУАЛНО ОБРАЗОВАЊЕ²

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Учење кроз рад*	Учење кроз рад (настава у блоку)*	
III			102		102

² Уколико се програм реализује у складу са Законом о дуалном образовању

* Потребно је да школа и послодавац детаљно испланирају и утврде место и начин реализације исхода, и унесу их у план реализације учења кроз рад
Напомена: у табелама је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са општим појмовима, дефиницијама и сврхом 3D моделирања
- Усвајање знања неопходних за практичну примену приликом моделирања машинских елемената и конструкција
- Развијање прецизности и одговорности ученика

- Оспособљавање ученика за повезивање знања из техничког цртања, машинских елемената, машинске припреме
- Оспособљавање ученика за израду једноставнијих машинских компоненти мехатроничког система применом 3D штампе
- Осспособљавање ученика за коришћење стандардних и препоручених вредности и величина из таблица, графикана и дијаграма

3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Разред: трећи

Ред.бр	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула
1	3D моделирање	84
2	3D штампа	18

4. НАЗИВИ МОДУЛА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

МОДУЛ	ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
3D моделирање	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише 2D скицу • нацрта и модификује елементарне геометријске облике (права линија, кружница, кружни лук, елипса, елиптички лук, правоугаоник) • искотира 2D скицу • користи једноставније типске 3D форме применом претходно дефинисане 2D скице • примени основе <i>Boolean</i> операција над моделима • дефинише типске форме (<i>Feature</i>) и њихове параметре • модификује облика и мера нацртаних 3D форми • користи геометријске типске форме • изврши поједностављено цртање танкозидних елемената • црта технолошке типске форме • црта тзв. козметичке навоје (спољашње или унутрашње) • моделира сложене типске форме • израђује типске форме типа завојнице • користи алате за једноструко и/или вишеструко копирање 3D форми • моделира једноставне и сложене 3D моделе • примењује технике конверзије модела у друге формате • креира референтне (помоћне) равни • дефинише референтне осе • формира референтне тачке и координатне системе • моделира криве линије (у равни и/или простору) <p>• објасни значај визуализације модела: жичани приказ модела, приказ скривених ивица модела и осенчени приказ</p> <ul style="list-style-type: none"> • користи команде за контролу приказа 3D модела (транслација, ротација, увећање/смањење) • разликује фото реалистични приказ • моделира стандардне машинске делове и облике • моделира нестандартне машинске делове и облике • моделира машинске елементе: вијак, навртка, подлошка, чивија, вратило, осовина, заковица, клин, зупчаник са правим зупцима, зупчаник са косим зупцима, пужни пар, ланчаник, ременица, ремен • моделира све компоненте склопа, а потом изврши њихово спајање у подсклопове и/или склопове • изврши контролу преклопа и ззора у подсклопу/склопу • користи базу стандардних елемената • формира радионички и склопни цртеж на основу модела са пресецима и погледима • генерише саставницу 	<ul style="list-style-type: none"> • 2D скица: цртање праве линије, кружнице, кружног лука, елипсе, елиптичког лука, правоугаоника и сл.; модификовање претходно нацртаног (продужавање, исечање, заобљавање и сл.); котирање нацртане 2D скице. • Једноставније типске 3D форме, добијене извлачењем и/или ротацијом претходно нацртане 2D скице. • Основне Boolean операција над моделима (унија, разлика и пресек). • Дефиниција типских форми (<i>Feature</i>) и њихови параметри. • Модификација геометрије постојеће 3D форме. • Геометријске типске форме: заобљена ивица (заобљење једне или више ивица, заобљење ивица константним и/или променљивим радијусом, заобљење ивица окружно, елиптично и сложено, заобљење ношкова. Закошења ивица (истих и/или различитих мера заобљења, дефинисањем угла и дужине закошења). • Такозидни елементи (константне и променљиве дебљине зида). • Технолошке типске форме: рупе, отвори, са или без навоја, са или без улазно/излазних конуса. • Козметички навој (спољашњи или унутрашњи). • Сложене типске форме (скуп више геометријских и технолошких типских форми). • Типске форме типа завојнице. • Једноструко или вишеструко копирање 3D форми. • Моделирање 3D модела поједностављене и сложене геометрије. • Конверзија модела у стандардне формате за размену типа: IGS, STEP, STL и сл. • Креирање референтних (помоћних) равни. • Дефинисање помоћних оса (правих линија). • Формирање референтних тачака и/или координатних система. • Моделирање раванских и просторних кривих линија. • Визуализација модела: жичани модел, модел са приказаним скривеним ивицама, осенчени приказ модела. • Употреба команди за контролу приказа 3D модела (транслација, ротација, увећање/смањење). • Фото реалистични приказ • Моделирање стандардних машинских делова и облика. • Моделирање нестандартних машинских делова. • Моделирање машинских елемената: • вијак, навртка, подлошка, чивија, вратило, осовина, заковица, клин, зупчаник са правим зупцима, зупчаник са косим зупцима, пужни пар, ланчаник, ременица, ремен. • Принципи спајања елемената у склоп: слеplивање површина, поравнавање површина ивица и темена, саосна склапања, уметања и завојни спојеви, шема монтаже. • Контрола преклопа и ззора машинских делова у креираном подсклопу/склопу. • Коришћење стандардних база лежачева, спојница, конструкција и сл. • Формирање радионичких и склопних цртежа на основу модела, пресеци и погледи • Генерисање саставнице <p>Кључни појмови: 2D скица, типске 3D форме, основне Boolean операције, моделирање машинских делова, моделирање машинских елемената</p>
3D штампа	<ul style="list-style-type: none"> • објасни основне појмове из 3D штампе • разликује врсте 3D штампача • објасни принцип рада 3D штампача • припреми модел за 3D штампу • примени софтвер за припрему 3D штампе • постави модел на жељено место • дефинише основни и помоћни материјал • провери структуру модела по слојевима • отклони грешке ако их има • припреми машину за 3D штампу • покрене процес 3D штампања машинских компонента • скида модел и врши завршну обраду 	<ul style="list-style-type: none"> • Припрема 3D модела • Софтвери за припрему модела за 3D штампање "slajseri" • Обрада модела у софтверу за припрему за 3D штампање: – Увежање полигоналног модела и постављање на жељено место на радној површини – Дефинисање основног материјала и технолошких параметара његовог штампања – Дефинисање помоћног материјала и технолошких параметара његовог штампања, – Провера структуре модела по слојевима и отклањање евентуалних недостатака, • Припрема машине за 3D штампање: – Постављање неопходних основних и помоћних материјала – Припрема радне површине (постављање стакла, nanoшење одговарајућих средстава за повећање адхезије, ...) • Покретање процеса 3D штампања машинских компонента и праћење штампања првих неколико слојева • Скидање модела и завршна обрада <p>Кључни појмови: софтвери за 3D штампу, машине за 3D штампање</p>

5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начином оцењивања.

Предмет се реализује кроз вежбе у рачунарском кабинету или специјализованој учионици за 3D моделирање и 3D штампу. Приликом остваривања програма одељење се дели на групе до 15 ученика. Препоручени број часова по модулима и темама је следећи:

- Увод (Интерфејс CAD/CAM окружења) (1 час)
- Принципи моделирања (38 часова)
- Моделирање стандардних и нестандартних елемената (21 час)
- Моделирање склопова и конструкција (21 час)
- Генерисање техничке документације (3 часа)
- Увод у 3D штампу (3 часа)
- Припрема за 3D штампу (9 часова)
- Штампање једноставнијих машинских компонента мехатроничког система (6 часова)

Приликом реализације ослонити се на предзнање ученика из техничког цртања, механике, информатике и рачунарства, машинских елемената и електромашинске припреме.

Програм предмета Моделирање омогућава ученицима да разумеју значај 3D моделирања и 3D штампања као и његове улоге у савременом окружењу. Циљ програма је стицање основних знања о моделирању, формирање ставова и овладавање вештинама које доприносе развоју стручних компетенција образовног профила техничар мехатронике. Програм омогућава ученицима да самостално и практичним радом на рачунару и 3D штампачу стичу знања и вештине. Интерактивним методама треба подстицати ученике на разумевање основних правила, принципа и техника.

Програм предмета Моделирање усмерава наставника да наставни процес конципира у складу са дефинисаним исходима. Наставник планира сопствене активности и активности ученика које за циљ имају да ученици остваре прописане исходе. У ту сврху наставник бира одговарајуће методе, активности и технике за рад са ученицима. Дефинисани исходи показују наставнику и која су то специфична стручна знања и вештине потребне ученику за даље учење. Приликом планирања часа, треба извршити операционализацију датих исхода, разложити их на мање сложене исходе, и планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму разликују по својој сложености и тежини, што значи да се неки могу разложити на мањи број ситнијих исхода и да се могу лакше и брже остварити, док је за одређене исходе потребно више времена и активности, као и рада на различитим садржајима.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати да ученици самостално тумаче и изводе закључке о новим, стручним појмовима.

Приликом планирања наставе, треба користити методе активне наставе, где је наставник организатор наставног процеса, подстиче и усмерава активност ученика. Избор метода и облика рада, треба да доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини интересантнијом и ефикаснијом. Ученике треба мотивисати за усвајање стручних знања и вештина, подстицати лични развој ученика у складу са њиховим интересовањима и способностима. Упућивати ученике да користе доступну литературу и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспособљени за примену усвојених знања и вештина.

У реализацији модула, наставник припрема потребне елементе за вежбу, демонстрира рад на рачунару, прати рад ученика на радном месту, помаже и указује на грешке при раду.

Препорука је да се код реализације теме Моделирање склопова и конструкција, где ученици самостално цртају и моделирају конкретне примере, почну од једноставнијих примера па када савладају предвиђене исходе, пређу на сложеније задатке. Такође, задатке за ученике припремити кроз различите нивое постигнућа.

Приликом реализације теме Принципи моделирања ученици треба да ураде два пројектна задатка:

1. Моделирање једноставнијег машинског дела
2. Моделирање сложенијег машинског дела

Приликом реализације теме Моделирање стандардних и нестандартних машинских делова ученици треба да ураде два пројектна задатка:

1. Моделирање једног нестандартног машинског елемента (одливка, отковка, отпреска итд.)
2. Моделирање стандардног машинског елемента (вијак, навртка, подлошка, чивија, вратило, осовина, заковица, клин, зупчаник, пужни пар итд.)

Припремити за сваког ученика различит пример.

Приликом реализације теме Моделирање склопова и конструкција потребно је урадити један пројектни задатак по избору (могу бити примери из хидраулике и пнеуматике или неког другог предмета).

У реализацији модула 3D штампа треба инсистирати на томе да сваки ученик зна да објасни поступак израде модела једноставнијих машинских компоненти мехатроничког система применом 3D штампе и да изради део на 3D штампачу.

Препоруке за реализацију наставе према дуалном моделу образовања

Уколико се настава реализује као учење кроз рад, школа и послодавац детаљно планирају и утврђују место и начин реализације исхода, и уносе их у план реализације учења кроз рад. Планирање се врши на годишњем, месечном или тематском и дневном нивоу. Организовати наставу тако да ученик у потпуности буде упознат са организацијом рада послодавца и да се придржава мера заштите на раду и мера заштите околине. Наставник – координатор учења кроз рад проверава да ли је послодавац извршио процену ризика на радном месту на коме раде ученици и да ли је извео уводну обуку ученика о безбедности и здрављу на раду. **Инструктор води евиденцију прописану уговором** и у договору са наставником – координатором учења кроз рад.

6. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа на крају сваке реализоване теме. У овом предмету постигнућа теме се може вршити на различите начине и са различитим елементима. Оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Потребно је на почетку школске године утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике. Сумативно оцењивање се може извршити на основу формативног оцењивања, резултата/решења задатка, праћењем рада ученика – остваривања исхода и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); давање конкретних решења у складу са контекстом у коме се налази; решавању практичних задатака; помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл. Значајно је омогућити да сваки ученик изврши самопроцену свог рада у циљу развијања објективности и даљег напредовања а и у развијању здраве конкуренције.

На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и дати му препоруке како и шта може и треба да поправи и/или уради.

Потребно је осмислити више типова различитих активности (задатака) са продуктивним различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Препоруке за оцењивање приликом реализације наставе према дуалном моделу образовања:

Наставник – координатор учења кроз рад има јасну, отворену и благовремену комуникацију са инструкторима одређених од стране послодавца у погледу планирања наставе, активности и исхода, као и праћења активности ученика.

Наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање. Формативно оцењивање је основни метод процене достигнутих и остварених исхода за ученика који учи кроз рад.

Наставник, у сарадњи са инструктором, саставља листу за вредновање коју попуњава инструктор.

Наставник координатор учења кроз рад и инструктор, на почетку школске године или на почетку теме/модула упознају ученике са критеријумима формативног и сумативног оцењивања.

Инструктор прати активности ученика код послодавца, на основу утврђених критеријума и о томе благовремено обавештава наставника – координатора учења кроз рад.

Наставник координатор учења кроз рад формира сумативну оцену за сваког ученика на основу унапред утврђених критеријума и у сарадњи са инструктором, узимајући у обзир специфичности реализације наставног процеса код послодавца.

Препоручује се да ученици, који се образују према дуалном моделу, воде **дневник праксе**, у облику који препоручује наставник – координатор учења кроз рад и инструктор а у који уносе опис извршених радова и своја запажања.

Пожељно је се да се након одређене целине или модула организују провере савладаности практичних вештина којима би присуствовали и наставник – координатор учења кроз рад и инструктор. Избором адекватних и конкретних практичних задатака се мери ниво достигнутог планираних исхода вештина за изабрани модул или целину.

Назив предмета: ХИДРАУЛИЧКИ И ПНЕУМАТСКИ СИСТЕМИ КАО ОБЈЕКТИ УПРАВЉАЊА

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

1.1. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА¹

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
III		102		30	132

¹ Уколико програм садржи само практичне облике наставе

1.2. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА – ДУАЛНО ОБРАЗОВАЊЕ²

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Учење кроз рад*	Учење кроз рад (Настава у блоку)*	
III			102	30	132

² Уколико се програм реализује у складу са Законом о дуалном образовању

* Потребно је да школа и послодавац детаљно испланирају и утврде место и начин реализације исхода, и унесу их у план реализације учења кроз рад
Напомена: у табелама је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Оспособљавање ученика да прати рад хидрауличних и пнеуматских система
- Оспособљавање ученика да прати рад електрохидрауличних и електропнеуматских система
- Упознавање ученика са применом хидрауличких и пнеуматских система
- Упознавање ученика са улогом појединих компоненти у хидрауличким и пнеуматским системима
- Оспособљавање ученика за израду функционалних хидрауличких и пнеуматских шема управљања
- Развијање креативности, прецизности, критичког мишљења и позитивног односа према струци

3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Ред.бр	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула
1.	Пнеуматски системи	21
2.	Електропнеуматски системи	42
3.	Хидраулички системи	21
4.	Електрохидраулички системи	18
5.	Настава у блоку	30

4. НАЗИВИ МОДУЛА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

МОДУЛ	ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Пнеуматски системи	<ul style="list-style-type: none"> • објасни принцип рада пнеуматских система • чита функционалне шеме пнеуматских система • провери исправност компонената пнеуматских система • измери и евидентира параметре пнеуматских компоненти система (притисак) • подеси параметре пнеуматског система • угради пнеуматске компоненте у систем • демонстрира рад пнеуматског система као објекта управљања • коментарише процес пнеуматског управљања у смислу промене вредности параметара пнеуматских компоненти 	<ul style="list-style-type: none"> • Пнеуматско управљање • Блокирајући сигнал • Логичке функције • Методе пнеуматског управљања <p>Кључни појмови: пнеуматско управљање</p>
Електропнеуматски системи	<ul style="list-style-type: none"> • објасни принцип рада електропнеуматских система • чита функционалне шеме електропнеуматских система • провери исправност компонената електропнеуматских система • измери и евидентира параметре пнеуматских (притисак) и електричних компоненти система • подеси параметре пнеуматског система • угради пнеуматске компоненте у систем • подеси параметре електричног система • угради електричне компоненте у систем • провери функционалност и тачност рада електропнеуматског система • регулише рад електропнеуматског система • симулира рад електропнеуматског система у софтверском пакету 	<ul style="list-style-type: none"> • Структура електропнеуматског система • Електрични елементи за давање и обраду сигнала • Електропнеуматски разводници • Уградња пнеуматских и електропнеуматских компоненти • Функционалне шеме (анализа симбола, компоненти и веза) • Реализација логичких функција у пнеуматском управљању • Електропнеуматске методе управљања актуаторима • Развојни правци пнеуматике и електропнеуматике • Примењени пнеуматски и електропнеуматски системи • Испитивање пнеуматских компоненти и система • Одржавање пнеуматских система <p>Кључни појмови: електропнеуматско управљање</p>
Хидраулички системи	<ul style="list-style-type: none"> • објасни принцип рада хидрауличких система • чита функционалне шеме хидрауличких система • провери исправност компонената хидрауличких система • измери и евидентира параметре хидрауличких компоненти система (притисак, температуру, проток, ниво...) • подеси параметре хидрауличног система • угради једноставније хидрауличне компоненте у систем • демонстрира рад хидрауличног система као објекта управљања • коментарише процес хидрауличног управљања у смислу промене вредности параметара хидрауличких компоненти 	<ul style="list-style-type: none"> • Функција и принцип рада • Функционалне шеме (анализа симбола, компоненти и веза) • Примењени хидраулички системи • Испитивање хидрауличких компоненти и система • Мерни инструменти и уређаји у хидраулици • Уградња хидрауличких компоненти <p>Кључни појмови: хидраулично управљање</p>
Електрохидраулички системи	<ul style="list-style-type: none"> • објасни принцип рада електрохидрауличких система • чита функционалне шеме електрохидрауличких система • провери исправност компонената електрохидрауличких система • измери и евидентира параметре хидрауличких (притисак) и електричних компоненти система • подеси параметре хидрауличног система • угради хидрауличке компоненте у систем • подеси параметре електричног система, угради електричне компоненте у систем • провери функционалност и тачност рада електрохидрауличног система • регулише рад електрохидрауличног система • симулира рад електрохидрауличног система у софтверском пакету 	<ul style="list-style-type: none"> • Структура електрохидрауличног система • Електрични елементи за давање и обраду сигнала • Електрохидраулички разводници • Уградња хидрауличких и електрохидрауличких компоненти • функционалне шеме (анализа симбола, компоненти и веза) • Примењени хидраулички и електрохидраулички системи • Испитивање хидрауличких компоненти и система • Одржавање хидрауличких система <p>Кључни појмови: електрохидраулично управљање</p>
Настава у блоку	<ul style="list-style-type: none"> • решава функционалне шеме управљања у одговарајућим условима • нацрта блок дијаграме за одговарајуће услове • одабере методу решавања система управљања • симулира рад система помоћу софтвера • повезује елементе система • подешава повезане елементе у систему • пушта у рад систем 	<ul style="list-style-type: none"> • Управљачки ормар/панел • Мануелни и аутоматски начин рада управљачких система • Појединачни и Трајни циклус • Уградња Е-стоп (CVCO) прекидача и његова улога у управљачким системима

5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку наставе урадити проверу нивоа знања и вештина ученика, која треба да послужи као оријентир за организацију и евентуалну индивидуализацију наставе. Настава се реализује у лабораторији за мехатронику или другим специјализованим кабинетима. Предмет се реализује кроз вежбе и блок наставу при чему се одељење дели на групе до 10 ученика. Вежбе реализовати кроз три спојена часа недељно.

У уводном делу часа наставник истиче циљ и задатке одговарајуће наставне јединице, затим реализује теоријски део неопходан за практични рад ученика у кабинету. Уводни део трочаса, у зависности од садржаја наставне јединице, не треба да траје дуго. Након тога организовати активност која, у зависности од теме, подстиче изградњу практичних вештина, анализу, критичко мишљење, интердисциплинарно повезивање. Активност треба да, поред практичног рада, укључује и повезивање садржаја различитих наставних предмета (нпр. физике, механике, хидрауличке и пнеуматске компоненте, машински елементи, мерење неелектричних величина, системи управљања у мехатроници), тема и области са којима се сусрећу изван школе. Активности осмислити тако да повећавају мотивацију за практичан рад и учење и подстичу формирање ставова, уверења и система вредности у вези са развојем креативности, способности вредновања и самовредновања.

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна

литература, интернет, часописи, уџбеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

У поглављу **Пнеуматски системи** упознати ученике са применом пнеуматских система, улогом појединих компоненти у пнеуматским системима. Посебно истаћи повезаност извршних и управљачких елемената ради остваривања задатог рада кроз израду пнеуматских шема и симулацију рада у одговарајућем софтверу. Обработи методе пнеуматског управљања два и више цилиндара. На основу нацртаних и проверених шема (у одговарајућем софтверу), потребно је да ученици одаберу компоненте, монтирају и повежу на дидактичким столовима и провере функционалност система.

У поглављу **Електропнеуматски системи** обработи структуру, функцију и принцип рада електропнеуматских система. Обработи електричне компоненте за давање и обраду сигнала, електромагнетне разводнике. При обради електричних елемената управљачког дела електропнеуматског система дефинисати: улогу елемената у систему, конструкцију типичних елемената, ознаке на елементима, симбол елемента у електричним шемама, избор елемента за правилно коришћење, делови који служе за причвршћивање, повезивање, замену, најчешће неисправности елемената. Навести графичке и словне симболе елемената (према прописима) који се користе у пројектима електричних и пнеуматских шема и техничкој документацији. За обраду ове теме користити и одговарајући софтвер за симулацију рада. На основу нацртаних и проверених шема (у одговарајућем софтверу), потребно је да ученици одаберу компоненте, монтирају и повежу на дидактичким столовима и провере функционалност система.

У поглављу **Хидраулички системи** упознати ученике са применом хидрауличких система, улогом појединих компоненти у хидрауличким системима. Посебно истаћи повезаност извршних и управљачких елемената ради остваривања задатог рада кроз израду хидрауличких шема и симулацију рада у одговарајућем софтверу. С обзиром на захтевност за практичну реализацију ових система за постизање исхода биће довољно нацртати и проверенити шеме у одговарајућем софтверу.

У поглављу **Електрохидраулички системи** обработи структуру, функцију и принцип рада електрохидрауличких система. Обработи електричне компоненте за давање и обраду сигнала, електромагнетне разводнике. При обради електричних елемената управљачког дела електрохидрауличког система дефинисати: улогу елемената у систему, конструкцију типичних елемената, ознаке на елементима, симбол елемента у електричним шемама, избор елемента за правилно коришћење, делови који служе за причвршћивање, повезивање, замену и слично, најчешће неисправности елемената. Навести графичке и словне симболе елемената (према прописима) који се користе у пројектима електричних и хидрауличких шема и техничкој документацији. За обраду ове теме користити и одговарајући софтвер за симулацију рада.

Настава у блоку се може реализовати у току школске године или на крају другог полугодишта. Распоред реализације наставе у блоку израђује сама школа, у зависности од тога да ли је реализује у школском кабинету (радионици) или предузећу. На блок настави кроз примере реализације основних управљачких функција ученике упознати са неопходним елементима управљачког ормара: главног прекидача, стоп у случају опасности, тастерима и индикаторима. Обработи могућност начина рада система: мануелни и аутоматски режим рада (појединачни циклус и трајни циклус).

ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ

Пнеуматско управљање

1. Директно управљање пнеуматским цилиндром двостраног дејства
2. Индиректно управљање цилиндром двостраног дејства са регулацијом брзине кретања и временским задржавањем клипа цилиндра (временско управљање)
3. Индиректно управљање цилиндром двостраног дејства са реализацијом бројачких циклуса
4. Реализација логичких функција у пнеуматским системима
5. Комбинације логичких функција у електричним шемама управљања електропнеуматских система
6. Блокирајући сигнали
7. Методе решавања (каскадна метода или VDMA метода)

Електропнеуматски системи

8. Директно/индиректно побуђивање електромагнета код цилиндара једностраног дејства
9. Директно/индиректно побуђивање електромагнета код цилиндара двостраног дејства
10. Цртање електричне шеме управљања, вежба: индиректно побуђивање електромагнета и управљање цилиндром двостраног дејства (употреба тастера за покретање и враћање клипа цилиндра)
11. Реализација логичких функција у електричним шемама управљања електропнеуматских система
12. Комбинације логичких функција у електричним шемама управљања електропнеуматских система
13. Гранични прекидачи, аутоматско враћање клипа цилиндра
14. Коло самодржања
15. Уградња бесконтактних крајњих прекидача – вежба: индиректно побуђивање електромагнета и управљање цилиндром двостраног дејства
16. Временско управљање (уградња временских релеја)
17. Уградња бројача
18. Индиректно управљање са два цилиндра двостраног дејства (тактна метода са употребом моностабилних разводника)
19. Индиректно управљање са два цилиндра двостраног дејства (тактна метода са употребом бистабилних разводника)

Хидраулички системи

20. Карактеристика хидрауличке пумпе
21. Карактеристика вентила сигурности
22. Разводник 3/2 у функцији управљања цилиндром једностраног дејства
23. Разводник 4/2 у функцији управљања цилиндром двостраног дејства
24. Управљање разводником 4/3 и деблокирајућим неповратним вентилом; уградња пригушно неповратних вентила
25. Синхронизација рада цилиндара

26. Уградња вентила за ограничење притиска
27. Уградња филтера у хидраулички систем
28. Уградња хидрауличног акумулатора у хидраулички систем

Електрохидраулички системи

29. Индиректно управљање хидрауличким цилиндром једностраног дејства
30. Индиректно управљање хидрауличким цилиндром двостраног дејства
31. Коло самодржања
32. Методе управљања са два и више цилиндара

Уколико се настава одвија према дуалном моделу, онда школа и послодавац детаљно планирају и утврђују место и начин реализације исхода, и уносе их у план реализације учења кроз рад. Наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање. Активности ученика у процесу реализације учења кроз рад се усклађују са активностима приликом извођења теоријске наставе. Наставник/ инструктор проверава да ли је послодавац извршио процену ризика на радном месту на коме раде млади и да ли је извео уводну обуку младих о безбедности и здрављу на раду. Настава у блоку се реализује као учење кроз рад, у току школске године или пред крај другог полугодишта. План реализације блок наставе заједно израђују послодавац и школа, према сопственим потребама и могућностима.

Препоруке за реализацију наставе према дуалном моделу образовања

Уколико се настава реализује као учење кроз рад, школа и послодавац детаљно планирају и утврђују место и начин реализације исхода, и уносе их у план реализације учења кроз рад. Планирање се врши на годишњем, месечном или тематском и дневном нивоу. Организовати наставу тако да ученик у потпуности буде упознат са организацијом рада послодавца и да се придржава мера заштите на раду и мера заштите околине. Наставник – координатор учења кроз рад проверава да ли је послодавац извршио процену ризика на радном месту на коме раде ученици и да ли је извео уводну обуку ученика о безбедности и здрављу на раду. **Инструктор води евиденцију прописану уговором** и у договору са наставником – координатором учења кроз рад.

Настава у блоку се реализије као учење кроз рад, у току школске године или пред крај другог полугодишта. План реализације наставе у блоку је саставни део оперативног плана наставника. План реализације блок наставе заједно, израђују послодавац и школа, према сопственим потребама и могућностима. У оквиру наставе у блоку, кроз израду радних задатака извршити проверу остварености исхода, а на тај начин омогућити ученицима достизање планираних исхода у случају да то нису могли да остваре током школске године.

6. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних радова, плана мерења (мерних листи), тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика. Вреднује се прецизност у извођењу, самосталност у извршавању задатака, доследност у поштовању стандардних процедура, показивање иницијативе у решавању задатог проблема.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

Препоруке за оцењивање приликом реализације наставе према дуалном моделу образовања:

Наставник – координатор учења кроз рад има јасну, отворену и благовремену комуникацију са инструкторима одређених од стране послодавца у погледу планирања наставе, активности и исхода, као и праћења активности ученика.

Наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање. Формативно оцењивање је основни метод процене достигнутих и остварених исхода за ученика који учи кроз рад.

Наставник, у сарадњи са инструктором, саставља листу за вредновање коју попуњава инструктор.

Наставник координатор учења кроз рад и инструктор, на почетку школске године или на почетку теме/модула упознају ученике са критеријумима формативног и сумативног оцењивања.

Инструктор прати активности ученика код послодавца, на основу утврђених критеријума и о томе благовремено обавештава наставника – координатора учења кроз рад.

Наставник координатор учења кроз рад формира сумативну оцену за сваког ученика на основу унапред утврђених критеријума и у сарадњи са инструктором, узимајући у обзир специфичности реализације наставног процеса код послодавца.

Препоручује се да ученици, који се образују према дуалном моделу, воде дневник праксе, у облику који препоручује наставник – координатор учења кроз рад и инструктор а у који уносе опис извршених радова и своја запажања.

Пожељно је се да се након одређене целине или модула организују провере савладаности практичних вештина којима би присуствовали и наставник – координатор учења кроз рад и инструктор. Избором адекватних и конкретних практичних задатака се мери ниво достигнутости планираних исхода вештина за изабрани модул или целину.

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
IV		62			62

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Развијање пословних и предузетничких знања, вештина, вредности, понашања и начина размишљања;
- Оспособљавање за формулисање и процену пословних идеја и израду једноставног пословног плана мале фирме;
- Упознавање ученика са стартап екосистемом, врстама предузетништва и начином отпочињања пословања
- Развијање вештина комуникације са окружењем и подстицање тимског рада
- Развијање навика и умешности у коришћењу разноврсних извора знања
- Подстицање критичког размишљања и оцене сопственог рада
- Развијање личних и професионалних ставова и интереса за даљи професионални развој

3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА

Ред. бр.	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула	
		T	B
1.	Основе предузетништва		30
2.	Пословни план		32

4. НАЗИВИ МОДУЛА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

МОДУЛ	ИСХОДИ МОДУЛА По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ МОДУЛА/ КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Основе предузетништва	<ul style="list-style-type: none"> • објасни појам и значај предузетништва • наведе основне карактеристике предузетника • доведе у везу појмове иновативност, предузимљивост и предузетништво; • упореди различите врсте предузетништва • објасни значај друштвеног (социјалног) предузетништва • објасни улогу и значај информационо комуникационих технологија (ИКТ) за савремено пословање • објасни појам и карактеристике дигиталног предузетништва • идентификује примере предузетништва из локалног окружења и дате области • дефинише појам стартап екосистема • представи различите начине отпочињања посла у локалној заједници и Србији; • идентификује програме креиране за стартап бизнис у Србији • објасни правне форме пословних субјеката у Србији • прикаже основне кораке за регистрацију пословних субјеката у Србији • упореди облике нефинансијске и финансијске подршке • идентификује могуће начине финансирања пословне идеје; 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам и значај предузетништва; • Мотиви предузетника; • Основне одреднице предузетништва • Врсте предузетништва • Информационо-комуникационе технологије (ИКТ) у пословању • Предузетништво и дигитално пословање • Профил и карактеристике успешног предузетника; • Оцена предузетничких предиспозиција • Стартап екосистем • Правни оквир за развој предузетништва и стартап бизниса у Србији • Институције и инфраструктура за подршку предузетништву и стартап бизнису • Регистрација привредних субјеката у Србији • Финансијска и нефинансијска подршка развоју предузетништва • Извори финансирања пословне идеје <p>Кључни појмови садржаја: предузетништво, предузетник, финансирање предузетника, оснивање привредних субјеката, стартап екосистем</p>
Пословни план	<ul style="list-style-type: none"> • примени креативне технике приликом избора пословне идеје • анализира садржај и значај бизнис плана; • објасни значај планирања људских ресурса за потребе организације; • прикупи и анализира информације о тржишту • упореди шансе и претње из окружења, као и предности и изазове; • опише интерне и екстерне факторе предузетничког окружења • састави маркетинг план за одабрану пословну идеју • састави финансијски план за одабрану пословну идеју • објасни биланс стања, биланс успеха и ток готовине • израчуна преломну тачку рентабилности на одговарајућем примеру; • учествује у изради бизнис плана за дефинисану пословну идеју као део тима и уз подршку наставника ментора, • самостално или као део тима презентује бизнис план 	<ul style="list-style-type: none"> • Трагање за пословном идејом- како је препознати?; • Бизнис план- како оценити пословну идеју?; • Структура бизнис плана • Људски ресурси у реализацији пословних подухвата • Тржишне могућности за реализацију пословне идеје • Истраживање тржишта-прикупљање и анализирање информација о купцима и конкуренцији; • SWOT анализа; PEST анализа • Елементи маркетинг микса • Финансијски извештаји: биланс стања, биланс успеха, биланс токова готовине • Преломна тачка рентабилности • Израда бизнис плана за сопствену бизнис идеју; • Презентација појединачних/групних бизнис планова <p>Кључни појмови садржаја: пословна идеја, бизнис идеја, SWOT анализа, PEST анализа маркетинг план, финансијски план, бизнис план,</p>

5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку модула/теме ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Настава се реализује кроз вежбе и одељење се дели на две групе. Место реализације може бити кабинет за предузетништво или учионица. Препорука је да се користе методе рада попут мини предавања, симулација, студија случаја, дискусија. Други модул/ тему реализовати корз пројектини рад ученика. У излагању користити презентације, примере, видео записе и сл.

Циљ предмета предузетништво је да упозна ученике са основним појмовима и врстама предузетништва, али и да подстакне предузетнички дух код њих; да им омогући да препознају вештине које одликују успешног предузетника, да открију мотиве његове активности и инструмента помоћу којих се креира и оцењује пословна идеја. Потребно је да ученици разликују области предузетништва, као и мере подстицаја предузетништва у нашој земљи. Резултат њихове истраживачке и пројектне активности треба да буде бизнис план.

За увођење ученика у тему потребно је припремити што више различитих материјала а његов избор треба прилагодити узрасту ученика, њиховим интересовањима, специфичности теме и предзнања. Материјал треба да мотивише ученике да истражују, улазе у дискусију, образлажу своје ставове. Циљ је да се подстиче радозналост, аргументовање, креативност, рефлексивност, истрајност, одговорност, аутономно мишљење, сарадњу, једнакост међу половима.

Број часова по препорученим садржајима није унапред дефинисан и наставник треба да га прилагоди динамици рада.

Основе предузетништва

За увођење у тему наставник може да припреми примере успешних предузетника, пожељно је да буду на глобалном и локалном нивоу, који илуструју снагу иницијативе и предузетништва као и да подстакне ученике да опишу своје примере.

Ученике наводити да идентификују мотиве који покрећу предузетничке активности. У оквиру ове теме кроз игру улога могуће је описати карактеристике које треба да поседује успешан предузетник. У складу са могућностима организовати посете предузетника из локалне заједнице. Студије случаја могу бити користан алат да у оквиру своје делатности, ученици одаберу најбољи ИКТ алате за конкретне пословне идеје и аргументују свој избор у односу на критеријуме као што су квалитет, цена, еколошка подобност и сл. Ученике треба упутити да се информишу о предностима развоја предузетништва у условима дигитализације. Посебну пажњу посветити стартап екосистему и могућностима за развој и постојање стартап бизниса. Мотивисати ученике да проуче програме за развој стартап бизниса у локалној заједници. Требало би да ученици сами изврше истраживање корака при регистрацији предузећа и документације потребне за то. Регистрација привредних субјеката и подршка предузетништву као препоручни садржаји су погодни за реализацију пројектне наставе. Једна групе ученика може да обрађује тему законске регулативе у функцији развоја предузетништва у Србији, друга група кораке при регистрацији предузећа, трећа група неопходну документацију, четврта група институције и инфраструктуру за подршку предузетништву. Кључне речи за претрагу на Интернету: АПР, регистрација привредних друштва, Центар за предузетништво, законска регулатива. Ученици кроз тимове могу да истраже и презентују начине финансирања пословне идеје и ризике које предузетник преузима. Коначни резултат пројекта може бити: презентација или филм. На исти начин је могуће упутити ученике да истраже и примере социјалног предузетништва локално и глобално. Теме које се обрађују кроз овај предмет доприносе развоју демократских компетенција и важно је додатно подстицати њихов развој користећи различите методе. Као додатни материјали могу се користити публикације Савета Европе као што је Референтни оквир компетенција за демократску културу које ученици треба да развијају како би учествовали у култури демократије.

Пословни план

Током остваривања ове теме/ модула, ученици треба, кроз пројектни задатак, да стекну јаснију слику о економском и финансијском функционисању предузећа, да развијају сопствене предузетничке капацитете, социјалне, организационе и лидерске вештине.

Приликом одабира делатности и пословне идеје могуће је користити „олују идеја” и вођене дискусије да се ученицима што би могло у креативном осмишљавању пословних идеја и одабиру најповољније. Препоручити ученицима да пословне идеје траже у оквиру свог подручја рада али не инсистирати на томе. Фокус ставити на идентификацију пословне идеје у дигиталном пословном окружењу, што подразумева коришћење и примену информационо комуникационих технологија у скоро свим областима људског живота, рада и деловања.

Ученици се деле на групе окупљене око једне пословне идеје у којима остају до краја. Групе ученика окупљене око једне пословне идеје врше истраживање тржишта по упутствима наставника. Свака група осмишљава свој производ или услугу, трудећи се да буду оригинални, иновативни и креативни. Са циљем постизања ових захтева, важно је да ученици прикупе информације о истим или сличним производима или услугама на тржишту и успоставе комуникацију са окружењем како би испитали могућност остваривања пословног успеха. Неопходно је у току реализације ове теме предложити најбољу комбинацију инструмената маркетинг микса за конкретну идеју.

Током реализације ове теме неопходно је да ученици ураде једноставан бизнис план који прати њихову пословну идеју, осмисле различите облике промовисања и продаје свог производа и остварују интеракцију са пословним сектором и потенцијалним купцима. За конкретну ученичку идеју се раде једноставни примери биланса стања, биланса успеха и утврђује се финансијски резултат.

Пословну идеју могу пријавити на такмичења у изради бизнис плана која се сваке године одржавају у организацији различитих релевантних установа и организација. Уколико могућности дозвољавају пословну идеју је могуће и демонстрирати у окружењу.

6. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Наставник треба континуирано да прати напредак ученика који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују. У формативном вредновању наставник би требало да промовише одељенски дијалог, користи питања да би генерисао податке из ученичких идеја, али и да помогне развој идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада итд.

За сумативно оцењивање разумевања и вештина научног истраживања ученици би требало да решавају задатке који садрже неке аспекте истраживачког рада, да садрже новине тако да ученици могу да примене стечена знања и вештине, а не само да се присете информација и процедура које су запамтили, да садрже захтеве за предвиђањем, планирањем, реализацијом неког истраживања и интерпретацијом задатих података.

У вредновању наученог користе се различити инструменти, а избор зависи од врсте активности која се вреднује. На Интернету, коришћењем кључних речи *outcome assessment (testing, forms, descriptiv/numerical)*, могу се наћи различити инструменти за оцењивање и праћење.

У процесу оцењивања добро је користити портфолио (збирка докумената и евиденција о процесу и продукцима рада ученика, уз коментаре и препоруке) као извор података и показатеља о напредовању ученика.

Приликом сваког вредновања постигнућа потребно је ученику дати повратну информацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Наставник са ученицима треба да договори показатеље на основу којих сви могу да прате напредак у учењу. У том случају ученици се уче да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Такође на основу резултата праћења и вредновања, заједно са ученицима треба планирати процес учења и бирати погодне стратегије учења.

Назив предмета: ПРОГРАМАБИЛНИ ЛОГИЧКИ КОНТРОЛЕРИ

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
IV	31	62		30	122

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање са основним појмовима о употреби микроконтролера
- Оспособљавање ученика да самостално повезује, програмира, проверава, подешава и умрежава програмабилне логичке контролере (plc) и оперативне панеле

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Хардверска организација PLC-а	<ul style="list-style-type: none"> • објасни логику оперативног система програмабилног логичког контролера (PLC) и начин организације података у меморији; • разликује модуле Програмабилних Логичких Контролера – PLC-а и врши њихово међусобно повезивање; • објасни начине повезивања улазно-излазних уређаја на PLC. • повеже PLC на извор напајања према задатој шеми (24vdc, 230vac) • повезује по и пс тастере на дигиталне улазе PLC -а према задатој шеми • повезује сензоре са рпр транзисторским излазом на дигитални улаз PLC -а • повезује сензоре са рпр излазом на дигиталне улазе PLC -а • повезује релејне излазе plc-а са уређајима према задатој шеми • повезује транзисторске излазе PLC -а са уређајима према задатој шеми • повезује сензор са аналогним напонским излазом 0-10v на аналогни напонски улаз PLC -а према задатој шеми • повезује аналогни сензор са струјним излазом 4-20ма на аналогни струјни улаз PLC -а према задатој шеми • испитује исправност електричних веза у безнапонском стању 	<ul style="list-style-type: none"> • Улога PLC-а и предности његовог коришћења, • Процесни улазно-излазни уређаји, • Повезивање улазно-излазних уређаја на PLC, • Хардверска структура PLC-а, • Организација података у меморији PLC-а, <p>Препоручене лабораторијске вежбе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Упознавање са лабораторијом, опрема у лабораторији, правила рада у лабораторији мере безбедности у лабораторији 2. Напајање PLC-а и повезивање дигиталних улаза 3. Повезивање излаза PLC-а 4. Повезивање аналогних улаза PLC-а <p>Кључни појмови: Програмабилни логички контролер, повезивање, улаз, излаз, хардверска структура.</p>
Програмирање PLC-а језиком лествичастих дијаграма (LADDER)	<ul style="list-style-type: none"> • разуме принцип рада, Скен циклус и начине програмирања PLC-а; • објасни LADDER – дијаграм и принцип услов-акција; • користи наредбе које се користе за програмирање PLC-а; • направи једноставне програме за PLC; • модификује, учитава и тестира програм у PLC-у; • објасни елементе софтверског окружења за програмирање PLC-а • користи симулатор за тестирање рада програма • напише програм за укључење и искључење излаза PLC-а применом функције самодржања • напише програм са аритметичким операцијама/операцијом према радном задатку • напише програм са логичком операцијама/операцијом према радном задатку • напише програм са применом тајмера за имплементацију временског кашњења при укључењу • напише програм са применом тајмера за имплементацију временског кашњења при искључењу • напише програм са применом тајмера за имплементацију временског кашњења при укључењу и искључењу • напише програм са применом тајмера за интермитентно укључење/искључење излаза PLC-а • напише програм са применом бројача-основни ниво • напише програм са применом бројача средњи и или виши ниво • напише програм са применом аналогних функција и аналогних улаза PLC-а (напонски улаз 0-10V) • направи програмско решење за управљање пуњењем и пражњењем резервоара на основу расположивих података и параметара • напише програмско решење за управљање радом паркинга на основу расположивих података и параметара • напише програмско решење за контролу рада семафора на основу расположивих података и параметара • напише програмско решење за аутоматизацију паковања производа у кутију на основу расположивих података и параметара • напише програм за аутоматизацију гаражних врата на основу расположивих података и параметара 	<ul style="list-style-type: none"> • Принцип услов-акција, • Бит наредбе, • Програмски скен циклус, • Самоодржање, • Аритметичке операције, • Логичке операције, • Тајмер, • Бројач, • Аларми, • Рад са аналогним сигнаlima, • Преносење програма на PLC, • Примери из индустрије. <p>Препоручене лабораторијске вежбе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Софтверско окружење за програмирање PLC-а, симулатор 6. Старт-стоп, функција самодржања 7. Аритметичке операције 8. Логичке операције 9. Примена тајмера-временско кашњење при укључењу 10. Примена тајмера-временско кашњење при искључењу 11. Примена тајмера-временско кашњење при укључењу и искључењу 12. Примена тајмера-интермитентни тамери 13. Бројачи (Up-Down Counter) 14. Аналогни напонски улаз, контрола активирања излаза 15. Контрола пуњена и пражњена резервоара 16. Управљање радом паркинга помоћу PLC-а 17. Семафор 18. Аутоматизација паковања производа у кутију 19. Аутоматизација гаражних врата 20. Регулација температуре грејача у комори 21. Контрола рада транспортне траке <p>Кључни појмови: програмирање PLC- а, лидер дијаграм, самодржање, операције, тајмер, бројач аналогни сигнал</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • напише програм за регулацију температуре грејача на основу расположивих података и параметара • напише програм за контролу рада транспортне траке на основу расположивих података и параметара • врши измене у програмском решењу на основу додатних захтева 	
Операторски терминали и панели	<ul style="list-style-type: none"> • разликује операторске терминале и панеле и повезује их са PLC-ом; • рукује операторским терминалима и панелима; • програмира једноставан операторски панели повеже га на PLC. • користи софтверки алат за програмирање панела • на екрану операторског панела направи визуелизацију старт и стоп тастера • имплементира упрограм у PLC-у помоћу кога се старт и стоп тастера укључује и искључује излаз PLC-а • на екрану панела направи визуелизацију аналогне величине (аналогни инструмент, аналогни бар) • имплементира програм у PLC-у помоћу кога се на екрану панела исписује вредност аналогне величине • тестира извршавање програма • демонстрира рад програмског решења на макети 	<ul style="list-style-type: none"> • Текстуални и графички дисплеји, • Алфанумерички операторски панели, • Графички операторски панели, • Програмирање терминала и дисплеја, <p>Препоручене лабораторијске вежбе:</p> <p>22. Софтвер за операторски панел, основе програмирања панела/терминала 23. Програмирање операторског панела, визуелизација старт и стоп тастера 24. Програмирање операторског панела, испис аналогне вредности на панелу</p> <p>Кључни појмови: дисплеј, текст, графички приказ, операторски панел, програмирање панела/терминала</p>
Комуникације	<ul style="list-style-type: none"> • разликује функције аналогних и дигиталних улазних и излазних модула и повезује аналогне и дигиталне даваче и актуаторе; • на елементарном нивоу умрежава PLC; • објасни структуру, принцип рада и примену система за надзор и управљање SCADA. • изврши умрежавање PLC-а, рачунара и операторског панела помоћу Ethernet комуникације • демонстрира рад умреженог система 	<ul style="list-style-type: none"> • Умрежавање PLC-а, • Системи за надзор и управљање SCADA, • Индустијске рачунарске мреже, • Мрежни протоколи, • Формирање рачунарске апликације, • Временски дијаграм извођења апликације. <p>Препоручене лабораторијске вежбе:</p> <p>25. Умрежавање PLC-а, рачунара и операторског панела, помоћу Ethernet комуникације</p> <p>Кључни појмови: SCADA, индустријске мреже, мрежни протокол</p>
Настава у блоку	<ul style="list-style-type: none"> • учествује у шемирању разводних ормана за савремене управљачке елементе и сензоре • учествује у програмирању PLC-а и имплементацији једноставнијих програмских решења • учествује у једноставнијим изменама управљачких алгоритама • учествује у програмирању, повезивању подешавању операторских панела и терминала • учествује у узрази корисничких упутстава једноставнијих аутоматизованих мехатронских система • учествује у имплементацији рачунарских мрежа и протокола једноставнијих мехатронских система 	<p>Практичним активностима између осталог обухватити (препоручене активности):</p> <ul style="list-style-type: none"> – рад на шемирању разводних ормана са PLC-ом, повезивање елемената система, повезивање различитих компоненти и уређаја (уз надзор стручног лица) – рад на програмирању PLC-а, имплементација једноставнијих управљачких алгоритама (уз надзор стручног лица) – рад на измени и корекцији једноставнијих управљачких алгоритама (уз надзор стручног лица) – рад на повезивању, програмирању и подешавању операторских панела и терминала, корекције и додатна подешавања (уз надзор стручног лица) – рад на изради корисничких упутстава за једноставније управљачке алгоритме (уз надзор стручног лица) – рад на имплементацији индустријских мрежа и протокола и умрежавање елемената система (уз надзор стручног лица)

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА ПРЕДМЕТА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начином оцењивања.

Предмет се реализује кроз теоријску наставу и вежбе у специјализованом кабинету. Приликом остваривања програма одељење се дели на три групе, до 10 ученика.

У току реализације наставе потребно је ослонити се на предзнање из предмета Основе електротехнике, Електроника, Дигитална електроника и микроконтролери, Системи аутоматског управљања и Електрични погон и опрема у мехатроници.

Препоручени број часова по темама је следећи:

- Хардверска организација PLC-а (6 часова теоријске наставе и 8 часова вежби),
- Програмирање PLC-а језиком лествичастих дијаграма (LADDER) (18 часова теоријске наставе и 44 часа вежби),
- Операторски терминали и панели (3 часа теоријске наставе и 6 часова вежби)
- Комуникације (4 часа теоријске наставе и 4 часа вежби)

Потребно је приликом обраде сваке наставне теме, ученике упознати са специфичностима безбедности и заштите на раду.

Инсистирати на систематичности и примени теоријских знања у изради практичних задатака. За самосталне вежбе ученика, наставник припрема потребне елементе за вежбу (PLC, улазно-излазне уређаје, алат, прибор и потребну документацију).

Програм је сачињен тако да ученици стекну увид у примену, начин рада PLC-а и његово програмирање.

Вежбе морају бити добро осмишљене, а свака активност разумљива. Тиме се подстиче мотивисаност за рад и стваралачке способности ученика, остварује ефикасност и бољи квалитет. Непосредној извршилачкој активности – демонстрацији наставника или новој вежби ученика, мора да претходе објашњења или краћа упутства о циљу и начину како се вежба ради.

Наставник врши дидактичку разраду тематских целина програма, формира вежбе, рашчлањује их на елементе од основних наредби до сложенијих програма. Наставник се у раду ослања на знања која ученици стижу из предмета Основе електротехнике, Електроника, Дигитална електроника и микроконтролери, Системи аутоматског управљања и Електрични погон и опрема у мехатроници. Због тога наставник мора да познаје садржаје ових предмета и да остварује сталну сарадњу са наставницима осталих стручних предмета.

Садржаје једне тематске целине није неопходно увек остваривати у целисти па затим прелазити на другу. Могуће је у зависности од карактера вежби, наставу остваривати комбиновано са другим садржајима у дужем периоду.

Приликом реализације лабораторијских вежби из теме: **Хардверска организација PLC-а** нагласити повезивање елемената и компоненти на улазне и излазне контакте, посебну пажњу посветити врсти појединих сензора и начину повезивања на дигиталне улазе ПЛЦ-а. Такође посебну пажњу обратити приликом повезивања излаза PLC-а, нарочито у случају транзисторских излаза PLC-а, са контролом исправности електричних веза.

Приликом реализације лабораторијских вежби из теме: **Програмирање PLC-а језиком лествичастих дијаграма (LADDER)**, вежбу осмислити тако да ученик обавезно прође основни циклус реализације вежбе: врши синтезу програмског решења на основу расположивих података и параметара, изврши контролу извршавања програма у софтверском симулатору, повеже елементе система са PLC-ом, демонстрира рад извршавања програма на макети.

Где год је то могуће лабораторијске вежбе организовати тако да се не врши само програмирање PLC-а већ и повезивање са дидактичком макетом и демонстрација рада извршавања програма. За напредни ниво користити сложеније захтеве, са више параметара, података и услова са могућношћу да ученик изврши корекцију програмског решења и демонстрира рад након интервенције.

Приликом реализације лабораторијских вежби из теме: **Операторски терминали и панели** практично обрадити рад са операторским панелима и терминалима. У зависности од могућности школе са ученицима провежбати практичне задатке са терминалима и панелима. У случају да школа располаже само једну врсту уређаја базирати се на ону која је на располагању.

Приликом реализације лабораторијских вежби из теме: **Комуникације**, са ученицима акцентовати подешавање комуникационих протокола и параметара. У случају да школа располаже PLC са неком другом врстом мрежне комуникације (Ethernet) прорадити начин комуникације који је на располагању. Уколико то могућности дозвољавају ученицима демонстрирати рад SCADA система у лабораторијским условима рада.

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна литература, интернет, часописи, уџбеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

Предложени су следећи облици рада: фронтални, рад у групи и индивидуални рад.

Наставу у блоку реализовати у одговарајућој фирми, компанији, предизећу. Све активности које ученик спроводи морају се реализовати у присуству стручног лица уз поштовање мера безбедности и заштите на раду. У случају да постоје објективни разлози немогућности реализације препоручених садржаја у одговарајућем предузећу, предвиђене часове наставе у блоку реализовати у школској лабораторији. Том приликом водити рачуна да се оствари максималан број исхода препоручених садржаја.

Потребно је да ученици воде дневник вежби или попуњавају унапред припремљен практикум од стране наставника (или радне листове). Наставник редовно проверава дневник вежби или извештаје са вежби.

Након сваког циклуса вежби, наставник организује индивидуалну практичну проверу стечених вештина.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Када је у питању настава оријентисана ка исходима, мора се пратити напредак ученика у континуитету. Вредновање остварености исхода вршити кроз: праћење остварености исхода, праћење практичног рада, тестове практичних вештина и активност на часу. Правилном проценом „дубине” усвајања знања (знање, разумевање, примена, анализа, синтеза, евалуација), наставник вреднује процес наставе и учења, продукте учења и сопствени рад. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање потребно је вршити на крају сваке реализоване теме (или у току реализације теме). Сумативне оцене се могу извести из различитих начина вредновања (презентацију израде вежбе-усмено објашњавање, практичне задатке, самосталне и групне радове, усмено испитивање). Потребно је дозволити да ученици оцењују једни друге као и да врше самопроцену остварених исхода.

Инструменте за формативно оцењивање наставник бира према врсти активности која се вреднује. У процесу учења наставник је модератор који усмерава и подстиче рад ученика. Наставник подстиће активности ученике, охрабрује, користи идеје ученика за анализу кључних појмова и садржаја. Наставник прилагођава подучавање на основу повратне информације коју добија од ученика.

Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Ученике треба оспособљавати и охрабрити да процењују сопствени напредак у остваривању задатака предмета, као и напредак других ученика уз одговарајућу аргументацију.

Назив предмета: МЕХАТРОНИКА У ИНДУСТРИЈИ

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

1.1. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА¹

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
IV		124			124

¹ Уколико програм садржи само практичне облике наставе

1.2. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА – ДУАЛНО ОБРАЗОВАЊЕ²

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Учење кроз рад*	Учење кроз рад (Настава у блоку)*	
IV			124		124

² Уколико се програм реализује у складу са Законом о дуалном образовању

* Потребно је да школа и послодавац детаљно испланирају и утврде место и начин реализације исхода, и унесу их у план реализације учења кроз рад.

Напомена: у табелама је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Оспособљавање ученика за самостално пројектовање, израду и монтажу механичких делова, склопова и уређаја
- Оспособљавање ученика за самостално пројектовање, израду и монтажу једноставних електричних инсталација и/или електромоторних погона уређаја
- Оспособљавање ученика за самостално програмирање и одржавање аутоматизованих система
- Оспособљавање ученика да самостално повезује, програмира, проверава, подешава програмабилне логичке контролере и оперативне панеле

3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Ред.бр	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула
1	Електропнеуматска преса	64
2	Израда, монтажа и пуштање у рад мехатронског система	60

4. НАЗИВИ МОДУЛА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

МОДУЛ	ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Електропнеуматска преса	<ul style="list-style-type: none">• анализира рад електропнеуматске пресе• изради функционалну блок шему пресе• изради документацију електричне и пнеуматске инсталације• уради прорачун елемената пресе• измоделира елементе пресе• изради склопни цртеж и радионичке цртеже пресе• изради делове пресе поступцима машинске обраде (сечење, савијање, бушење)• споји делове пресе• одабере пнеуматске и механичке компоненте• одабере потребну електричну опрему• монтира пнеуматске компоненте• повеже пнеуматски систем и испита његову функционалност• монтира електричну опрему и компоненте• повеже електричне инсталације• монтира управљачки систем• програмира микроконтролерски систем пресе• повеже електропнеуматски и управљачки блок• тестира рад пресе ручно или аутоматски• пушта пресу у рад• прати рад пресе	<ul style="list-style-type: none">• Принцип рада пресе• Документација потребна за израду електропнеуматске пресе• Пнеуматске и механичке компоненте пресе• Електричне компоненте пресе• Програмирање рада пресе• Тестирање рада пресе• Пуштање пресе у рад <p>Кључни појмови: преса, електропнеуматска преса</p>
Израда, монтажа и пуштање у рад мехатронског система	<ul style="list-style-type: none">• изради идејно решење за решавање пројектног задатка• наведе кораке потребне за решавање мехатронског проблема• наведе пратећу техничку документацију коју је потребно израдити• изради 2D скицу• на основу претходно дефинисане 2D скице помоћу апликативног софтвера израђује 3D моделе• изради радионичке цртеже и склопни цртеж на основу 3D модела, пресеке и погледе• изврши генерисање саставнице• изради потребне електрошеме• изради потребне пнеуматске/хидрауличне шеме• симулира рад у софтверском пакету• одреди предмер опреме, алата, материјала и уређаја• повеже електропнеуматску/електрохидрауличну опрему са управљачким блоком (PLC)• пушта у рад мехатронски систем• прати и контролише рад мехатронског система• врши корекције рада мехатронског система у складу са захтевом пројектног задатка• води евиденцију о спроведеним активностима	<ul style="list-style-type: none">• Мехатронски систем• Израда техничке документације (2D и 3D)• Израда пнеуматско/хидрауличних шема• Примена апликативних софтвера• Повезивање електропнеуматске/електрохидрауличне опреме са управљачким блоком (PLC)• Пуштање у рад и праћење рада мехатронског система• Пратећа евиденција <p>Кључни појмови: мехатронски систем, израда система, монтажа система, пуштање у рад</p>

5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Настава овог предмета реализује се у лабораторијама или специјализованим кабинетима кроз пројектне задатке. Садржаји овог предмета треба значајно да прошире техничка знања ученика који су им неопходна за укључивање у процес рада и производње. Предмет се реализује кроз вежбе (124 часа). Одељење се дели на групе до 10 ученика приликом реализације вежби. Вежбе радити сваке недеље по четири спојена часа.

Приликом реализације пројектних задатака, ученици се организују у групе. Величина групе зависи од задатка која се обрађује, односно од организације рада. Приликом теоријске припреме вежбе препоручују се групе величине до 10 ученика. У фазама реализације конкретних практичних задатака погодне су групе од **три до пет** ученика. Уколико се ради у групи, за сваког ученика јасно дефинисати задатке и целине које треба самостално да уради. У првом полугодишту урадити пројекат: Електропнеуматска преса. У другом полугодишту потребно је да ученик уради један пројектни задатак од понуђених примера. На крају првог и другог полугодишта потребно је да ученици презентују своје пројекте.

Пројектни задаци. За реализацију пројектног задатка ученици користе знања стечена у оквиру предмета: Техничко цртање, Електромашинска припрема, Технички материјали, Машински елементи, Мерење неелектричних величина, Хидрауличке и пнеуматске ком-

поненте, Хидраулички и пнеуматски системи као објекти управљања, Моделирање машинских елемената и конструкција, Електрични погон и опрема у мехатроници, Дигитална електроника и микроконтролери, Програмабилни логичких контролери.

Израда плана рада на пројекту. Објаснити ученицима све фазе израде пројекта појединачно:

- одређивање задатка пројекта,
- истраживање на задату тему,
- прикупљање података,
- рад на пројекту,
- тестирање функционалности пројекта,
- представљање пројекта циљној групи,
- евалуација пројекта.

Избор средстава за реализацију пројекта. У односу на одабрану тему разговарати са ученицима и сачинити избор потребних програма и алата за израду пројекта. Одабрати одговарајући технички материјал према његовим својствима и дефинисати технолошки поступак израде и користити одговарајуће каталоге и приручнике.

Израда пројекта. Број часова који је на располагању распоредити тако да се највише часова посвети изради пројекта. Пратити ученике у раду и подстицати их на самосталан рад. На основу одабране теме пројекта, потребно је са ученицима радити на:

- Пројектовању, конструисању и димензионисању једноставних машинских елемената и склопова (одредити габаритне димензије),
- Одабирању одговарајућих стандардних елемената за одређене уређаје /механизме (нпр. Сензори, цилиндри, разводници, завртњаци, навртке, итд)

- Употреби одговарајућег рачунарског програма за обликовање 3D модела мехатронског склопа
- Изради техничке документације пројекта (радионички цртежи, саставнице делова и стандардних елемената итд., као и изради Техничког упутства за руковање и одржавање уређаја из пројекта), (за техничко упутство дати пример / шаблон упутства како би сва била унифицирана)

– Изради шема управљања,

– Изради потребних елемената и склопова

– Писању одговарајућег програма за управљање

– Монтажи мехатронског система, повезивању елемената, повезивање PLC-а, рачунара и опреме

– Подешавању параметара уређаја,

– Првом пуштању система у рад, вршењу корекције система

Вредновање пројекта. Приказати и презентовати урађене пројекте одељењу или широј заједници. Коментарисати и анализирати представљене пројекте заједно са ученицима. Разговарати о тешкоћама на које су ученици наилазили током реализације пројекта и на које начине су их превазишли.

Предлог пројектних задатака у другом модулу:

Пројектни задатак 1: На постојећој транспортној траци неопходно је решити систем допреме претходно припремљених елемената. Елементи су истих димензија и облика а различитих боја. Елементи са једне стране имају упресовани метални део. Потребно је изградити магацин са системом који ће избављивати одређен број елемената у одређеним временским интервалима које дефинише оператер машине. Елементи се пропуштају до краја траке и издвајају се у посебној кутији. Систем препознаје када је магацин празан и зауставља машину.

Пројектни задатак 2: На постојећој транспортној траци неопходно је решити систем сортирања елемената по боји. Елементи су истих димензија и материјала а различитих боја (црна, црвена, бела). Систем издваја црвене и беле делове са исте стране траке у постојеће кутије. Остали елементи (црни) се пропуштају до краја траке и издвајају се у посебној кутији.

Пројектни задатак 3: На постојећој транспортној траци неопходно је решити систем паковања елемената у низ од три комада и њихово пребацивање на платформу поред транспортне траке. Систем на крају траке позиционира елементе у низ од 3 комада и онда их вакуумским хватачима прихвата и пребације на платформу поред траке.

Пројектни задатак 4: Потребно је решити систем паковања елемената на платформу. Елементи су спаковани у два нивоа одвојена картоном који се ручно убацује. У сваком нивоу спаковано је по 9 елемената (3x3). Елементи се пребацију постојећим системом увек на исто место у низу од три елемента. Потребно је:

а. Дефинисати платформу одговарајућих димензија која може прихватити 9 елемената (три низа од по три) која се може спуштати за висину једног елемента;

б. Дефинисати систем који ће обезбедити формирање елемената у формату 3x3.

Пројектни задатак 5: На истој транспортној траци на којој се реализује пројекат 1 решити систем издвајања делова који са горње стране имају метални део. Делови се издвајају у посебно пројектован шаржер поред траке, тако да остају у истом положају као када су били на траци (метал са горње стране) како би оператер могао брзо и лако да допуни магацин са деловима. Рад система не сме да зауставља траку.

Пројектни задатак 6: Потребно је реализовати систем за пресовање чиода на припремљене делове. Систем ради тако што се чиода поставља на цилиндар пресе док се део поставља испод пресе у шаблон како би се осигурао квалитет тј. исти положај чиоде на делу. Пресовање се одвија из два дела, прво преса полако утискује чиоду док се делимично не утисне у материјал дела, након чега се враћа у крајњи горњи положај и још једном, брзим потезом, потврђује пресовање. Систем мора да има два одвојена тастера за стартовање пресовања која се држе током целог процеса пресовања како би се исповтовали услови безбедности. Преса мора да има систем детекције исправно постављеног дела испод пресе.

Препоруке за реализацију наставе према дуалном моделу образовања

Уколико се настава реализује као учење кроз рад, школа и послодавац детаљно планирају и утврђују место и начин реализације исхода, и уносе их у план реализације учења кроз рад. Планирање се врши на годишњем, месечном или тематском и дневном нивоу. Организовати наставу тако да ученик у потпуности буде упознат са организацијом рада послодавца и да се придржава мера заштите на раду и мера заштите околине. Наставник – координатор учења кроз рад проверава да ли је послодавац извршио процену ризика на радном месту на коме раде ученици и да ли је извео уводну обуку ученика о безбедности и здрављу на раду. **Инструктор води евиденцију прописану уговором** и у договору са наставником – координатором учења кроз рад.

Предложени пројектни задаци се могу прилагодити условима рада послодавца, али морају бити истог нивоа сложености, о чему рачуна воде инструктор и наставник – координатор учења кроз рад.

6. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

При изради пројекта треба дефинисати циљ и исходе пројекта. На основу циља и исхода треба дефинисати критеријуме за праћење и вредновање **процеса** и **продуката** појединачних пројеката. Циљ је да ученици науче да вреднују различите сегменте реализације пројекта, те је зато важно континуирано развијати њихове компетенције за оцењивање квалитета и давати препоруке за унапређивање сопственог и туђег рада.

Квалитет продукта није пресудан у оцењивању успешности рада ученика. Он не мора да буде идеалан али треба да буде предмет вредновања и осмишљавања начина како унапредити рад. Наставник посебну пажњу треба да обрати на оствареност дефинисаних циљева и исхода пројекта. Праћење и вредновање у процесу пројектне наставе врше ученици и наставник. Сходно томе начини за вредновање и праћење су различити.

Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања. Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању задатака предмета, као и напредак других ученика уз одговарајућу аргументацију.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваког реализованог пројекта.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из јачких идеја, али и да помогне развој јачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. У формативном вредновању наставник би такође, требало да опише како се ученик понашао у тиму, како је комуницирао, да ли је и колико био одговоран, оријентисан на резултате, ефикасан приликом договора и спреман да прихвати одговорност.

Препоруке за оцењивање приликом реализације наставе према дуалном моделу образовања:

Наставник – координатор учења кроз рад има јасну, отворену и благовремену комуникацију са инструкторима одређених од стране послодавца у погледу планирања наставе, активности и исхода, као и праћења активности ученика.

Наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање. Формативно оцењивање је основни метод процене достигнутих и остварених исхода за ученика који учи кроз рад.

Наставник, у сарадњи са инструктором, саставља листу за вредновање коју попуњава инструктор.

Наставник координатор учења кроз рад и инструктор, на почетку школске године или на почетку теме/модула упознају ученике са критеријумима формативног и сумативног оцењивања.

Инструктор прати активности ученика код послодавца, на основу утврђених критеријума и о томе благовремено обавештава наставника – координатора учења кроз рад.

Наставник координатор учења кроз рад формира сумативну оцену за сваког ученика на основу унапред утврђених критеријума и у сарадњи са инструктором, узимајући у обзир специфичности реализације наставног процеса код послодавца.

Препоручује се да ученици, који се образују према дуалном моделу, воде **дневник праксе**, у облику који препоручује наставник – координатор учења кроз рад и инструктор а у који уносе опис извршених радова и своја запажања.

Пожељно је се да се након одређене целине или модула организују провере савладаности практичних вештина којима би присуствовали и наставник – координатор учења кроз рад и инструктор. Избором адекватних и конкретних практичних задатака се мери ниво достигнутог планираних исхода вештина за изабрани модул или целину.

Назив предмета: ТЕСТИРАЊЕ И ДИЈАГНОСТИКА МЕХАТРОНСКИХ СИСТЕМА

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

1.1. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА¹

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
IV		124		30	154

¹ Уколико програм садржи само практичне облике наставе

1.2. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА – ДУАЛНО ОБРАЗОВАЊЕ²

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Учење кроз рад*	Учење кроз рад (Настава у блоку)*	
IV			124	30	154

² Уколико се програм реализује у складу са Законом о дуалном образовању

* Потребно је да школа и послодавац детаљно испланирају и утврде место и начин реализације исхода, и унесу их у план реализације учења кроз рад
Напомена: у табелама је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са техничком дијагностиком мехатронских система
- Упознавање ученика са параметрима стања радне исправности мехатронских система

- Упознавање ученика са методама детекције и алокације отказа на мехатронским системима
- Упознавање ученика са применом мерних уређаја техничке дијагностике мехатронских система
- Оспособљавање ученика за спровођење поступака дијагностике и тестирања мехатронског система
- Оспособљавање ученика за савесно, одговорано и ефикасно обављање поступака тестирања и дијагностике
- Развијање свести о важности тестирања и дијагностикованја

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Системи техничке дијагностике	<ul style="list-style-type: none"> • наведе врсте дијагнозе стања мехатронских система • наведе дијагностичке параметре мехатронских система • спроводи процес техничке дијагностике • објасни структуру техничке дијагностике • наведе врсте отказа мехатронских система • сакупи релевантне информације о машини/систему и насталом кавару 	<ul style="list-style-type: none"> • Класификација дијагнозе и дијагностичких параметара • Етапе у процесу дијагнозе и одређивање оптималне процедуре • Контрола радне способности мехатронског система • Успостављање законитости промене параметара стања и њихове погодности за контролу • Избор меродавних радних параметара за дефинисање стања радне исправности • Методе детекције и локација отказа на основу снимљених сигнала <p>Кључни појмови: дијагностика, методе дијагностике</p>
Провера и подешавање функција мехатронских система	<ul style="list-style-type: none"> • подешава притисак у пнеуматским и хидрауличним системима након мерења • подешава цевне водове након провере на непропусност • провери вредности електричних величина у мехатронском систему (напон, струја, отпор и снага) • провери напајање енергијом мехатронског система • провери исправност енергетског, управљачког и извршног блока • провери хардверски и софтверски интерфејс као и компатибилност хардверских компоненти • провери радно стање уређаја за мерење бележења покрета, притиска и температуре • провери радно стање уређаја за бележење граничних вредности, нарочито склопки и сензора • подешава радне параметре уређаја за мерење бележења покрета, притиска и температуре и уређаја за бележење граничних вредности (склопке и сензори) • подешава актуаторе са сигурносно-техничке тачке гледишта • подешава регулационе параметаре уређаја за управљање, регулацију и надзор 	<ul style="list-style-type: none"> • Провера исправности водова и заштитних елемената мехатронских уређаја и система • Рад актуатора и његових делова у мехатронским системима • Управљачки блок у мехатронским системима • Агрегати за производњу енергије • Водови мехатронских уређаја и система • Основни поступци провере (испитивање звука, визуелна оптичка испитивања итд.) • Поступци мерења радних параметара (температуре, угаоне брзине и броја обртаја, обртног момента, механичке снаге) <p>Кључни појмови: функције мехатронских система</p>
Дијагноза стања управљачке исправности мехатронског система	<ul style="list-style-type: none"> • унесе управљачки програм • изврши измене управљачких програма • примени тест програме • тестира апликативне програма за нумеричко управљање • процени управљање у различитим облицима реализације • надгледа рад програма у мехатронским системима • коригује уочене грешке управљања • евидентира промене у хардверу и софтверу 	<ul style="list-style-type: none"> • Управљачки програми • Тест програми • Грешке управљања • Евиденције <p>Кључни појмови: тест програми</p>
Тестирање мехатронских система	<ul style="list-style-type: none"> • одабере одговарајући тест-програм • тестира систем по прописаној процедури од стране произвођача • евидентира резултате тестирања • укаже на важност тестирања и дијагностикованја и њиховог обављања на савестан, одговоран и ефикасан начин 	<ul style="list-style-type: none"> • Врсте и начини избора теста • Улога изабраног теста • Начин примене теста • Поступци тестирања и испитивања исправности електричних, електронских, хидрауличких, пнеуматских и механичких компоненти • Процедуре тестирања према упутству произвођача • Врсте тестирања и испитивања (периодично, превентивно и дијагностичко) • Анализа резултата тестирања • Евиденције тестирања <p>Кључни појмови: поступци тестирања, процедуре тестирања, евиденције тестирања</p>
Пуштање мехатронског система у рад	<ul style="list-style-type: none"> • процени, након тестирања, безбедност и сигурност система • подеси/постави параметре система • пусти мехатронски систем у рад 	<ul style="list-style-type: none"> • Подешавање/постављање параметара система • Карактеристични параметри рада делова мехатронских система • Управљачки интерфејс мехатронског система • Начини подешавање рада мехатронског система <p>Кључни појмови: параметри рада мехатронског система</p>
Настава у блоку	<ul style="list-style-type: none"> • Изврши испитивање исправности делова мехатронских уређаја и система у одговарајућим условима • Изврши испитивање рада делова мехатронских уређаја и система у одговарајућим условима • изврши измене управљачких програма • Подеси параметре рада мехатронских уређаја и система у одговарајућим условима 	<ul style="list-style-type: none"> • Параметри рада делова мехатронског уређаја и система • Управљачки интерфејс мехатронског уређаја и система • Подешавање рада мехатронског уређаја и система

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Садржаји овог предмета треба значајно да прошире техничка знања ученика који су им неопходна за укључивање у процес рада и производње. Настава овог предмета се реализује у лабораторији за мехатронику. Предмет се реализује кроз вежбе (124 часа) и блок наставу (30 часова). Одељење се дели на групе до 10 ученика приликом реализације вежби и наставе у блоку. Вежбе радити сваке недеље по четири спојена часа. За реализације наставе потребно је обезбедити **минимално три** различита едукациона мехатронска система (ме-

хатронски систем за дистрибуцију радних предмета, мехатронски систем за сортирање радних предмета, роботска станица, сет пнеуматике, сет електропнеуматике, покретна трака за загревање радних предмета, ЦНЦ машине и сл.), софтвер за моделирање, симулацију и тестирање мехатронских система.

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начинима оцењивања. При обради сваке наставне јединице, користити очигледна наставна средства: скице, шеме, макете и саставне делове мехатронских уређаја и система. Ученици треба да овладају радом мехатронских система, да се упознају са елементима који га чине, анализирају управљачке шеме.

Дијагностику и отклањање неправилног рада сваког појединачног елемента мехатронског система треба обрадити после детаљног упознавања принципа рада. Након тога кварове проучити у склопу осталих делова, са уочавањем њихове међузависности. Теоријски приступ овог дела треба повезати са практичним делом наставе.

У уводном делу који је у у блоку од четири часа наставник истиче циљ и задатке одговарајуће наставне јединице, затим реализује теоријски део неопходан за практични рад ученика у кабинету. Уводни део четворочаса, у зависности од садржаја наставне јединице, може да траје највише 30-45 минута. Након тога организовати активност која, у зависности од теме, подстиче изградњу практичних вештина, анализу, критичко мишљење, интердисциплинарно повезивање. Активност треба да, поред практичног рада, укључује и повезивање садржаја различитих наставних предмета (нпр. хидрауличке и пнеуматске компоненте, машински елементи, хидраулички и пнеуматски системи као објекти управљања, електрични погон и опрема у мехатроници, мерења неелектричних величина, електроника, системи управљања у мехатроници), тема и области са којима се сусрећу и изван школе. Активности осмислити тако да повећавају мотивацију за практичан рад и учење и подстичу формирање ставова, уверења и система вредности у вези са развојем креативности, способности вредновања и самовредновања.

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна литература, интернет, часописи, уџбеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја; тимски рад; самопроцену; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

Рад на уређајима/системима реализовати тако да ученици прво упознају основне делове, њихову улогу, место на уређајима, алат и инструменте за мерење параметара мехатронског система. После тога могу да пређу на констатовање радне способности система, односно неисправности у раду. Ученици користе одговарајуће методе дијагностике, тестирају исправност система и пуштају систем у рад. Ученицима је потребно нагласити све мере заштите примењене за правилан и безбедан рад појединих уређаја као и заштиту на раду током поступка тестирања.

Препоручени број часова по темама је следећи:

- Системи техничке дијагностике (12 часова)
- Провера и подешавање функција мехатронских система (18 часова)
- Дијагноза стања управљачке исправности мехатронског система (18 часова)
- Тестирање мехатронских система (52 часова)
- Пуштање мехатронског система у рад (24 часова).

У теми **Системи техничке дијагностике** обратити пажњу на појам дијагностике и дијагностичких параметара, контроли радне способности система, избор метода детекције и локације отказа.

У теми **Провера и подешавање функција мехатронских система**, потребно је обратити пажњу на проверу радних параметара одређених елемената функционалних делова система појединачно и на проверу функционалности посматраног мехатронског система као целине.

У теми **Дијагноза стања управљачке исправности мехатронског система**, обрадити поступке измена управљачких програма, тестирања програма, уочавања и корекције најчешћих грешака управљања. Посебно показати могућности вођења одговарајућих евиденција.

У теми **Тестирање мехатронских система**, обратити пажњу на избор одговарајућих тест програма и спровођење прописане процедуре тестирања система од стране произвођача.

У теми **Пуштање мехатронског система у рад**, обратити пажњу на мере безбедности и сигурности на раду и одређена подешавања која су прописана од стране произвођача.

ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ

1. Дијагностика и отклањање кварова у системима са временским и бројачким циклусима

- Дијагностика и отклањање неправилног рада модела уређаја пакерице
- Дијагностика и отклањање неправилног рада на моделу уређаја за лепљење радних предмета

2. Дијагностика и отклањање квара **управљивих секвенци мехатронских система**

- Дијагностика и отклањање неправилног рада на моделу уређаја за избацивање делова са покретних трака
- Дијагностика и отклањање неправилног рада на моделу уређаја за разврставање делова
- Дијагностика и отклањање неправилног рада на моделу уређаја за појединачно додавање делова из гравитационог магацина

3. Дијагностика и отклањање кварова на **дидактичком модуларним производним системима** (МПС)

- Дијагностика и отклањање неправилног рада система на станици за дистрибуцију МПС-а
- Дијагностика и отклањање неправилног рада синхронизацији рада станица за дистрибуцију и сортирање МПС-а
- Дијагностика и отклањање неправилног рада система сигнализације на станици за сортирање МПС-а
- Дијагностика и отклањање неправилног рада неправилног рада роботске станице за премештање радних предмета
- Дијагностика и отклањање неправилног рада синхронизацији рада станица за дистрибуцију и роботске станице МПС-а
- Дијагностика и отклањање неправилног рада престанка рада модуларног производног система
- Дијагностика и отклањање неправилног рада неправилног рада траке на станици за сортирање МПС-а
- Дијагностика и отклањање неправилног рада система за сортирање металних предмета на станици за сортирање МПС-а

4. Дијагностика и отклањање кварова у системима **траке за загревање**

- Дијагностика и отклањање неправилног рада пнеуматског дела траке за загревање
- Дијагностика и отклањање неправилног рада погонског мотора траке за загревање
- Дијагностика и отклањање неправилног рада грејача на траци за загревање

5. Дијагностика и отклањање неправилног рада пнеуматских система са редоследним управљањем

Ове вежбе су предлози. Међутим, с обзиром на избор едукационих мехатронских система као средство за учење, оне се могу прилагодити одабраним системима за наставу.

Препоручене вежбе за блок наставу:

- Дијагностика и отклањање кварова у раду индустријског робота у процесу палетализације радних предмета (цик-цак палетализација, радијлна палетизација)
- Дијагностика и отклањање кварова у раду и постављање параметара управљачког система нумерички управљаних машина (глодалица, струг, ласер, 3Д штампач итд.)

Настава у блоку се може реализовати у току школске године или на крају другог полугодишта. Распоред реализације наставе у блоку израђује сама школа, у зависности од тога да ли је реализује у школском кабинету (радионици) или предузећу.

Уколико се настава одвија према дуалном моделу, онда школа и послодавац детаљно планирају и утврђују место и начин реализације исхода, и уносе их у план реализације учења кроз рад. Наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање. Активности ученика у процесу реализације учења кроз рад се усклађују са активностима приликом извођења теоријске наставе. Наставник/ инструктор проверава да ли је послодавац извршио процену ризика на радном месту на коме раде млади и да ли је извело уводну обуку младих о безбедности и здрављу на раду. Настава у блоку се реализује као учење кроз рад, у току школске године или пред крај другог полугодишта. План реализације блок наставе заједно израђују послодавац и школа, према сопственим потребама и могућностима.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања. Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању задатака предмета, као и напредак других ученика уз одговарајућу аргументацију.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних или писмених радова, тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика. У процесу оцењивања наставе у блоку пожељно је користити дневник рада ученика.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима

повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

Препоруке за оцењивање приликом реализације наставе према дуалном моделу образовања:

Наставник – координатор учења кроз рад има јасну, отворену и благовремену комуникацију са инструкторима одређених од стране послодавца у погледу планирања наставе, активности и исхода, као и праћења активности ученика.

Наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање. Формативно оцењивање је основни метод процене достигнутих и остварених исхода за ученика који учи кроз рад.

Наставник, у сарадњи са инструктором, саставља листу за вредновање коју попуњава инструктор.

Наставник координатор учења кроз рад и инструктор, на почетку школске године или на почетку теме/модула упознају ученике са критеријумима формативног и сумативног оцењивања.

Инструктор прати активности ученика код послодавца, на основу утврђених критеријума и о томе благовремено обавештава наставника – координатора учења кроз рад.

Наставник координатор учења кроз рад формира сумативну оцену за сваког ученика на основу унапред утврђених критеријума и у сарадњи са инструктором, узимајући у обзир специфичности реализације наставног процеса код послодавца.

Препоручује се да ученици, који се образују према дуалном моделу, воде **дневник праксе**, у облику који препоручује наставник – координатор учења кроз рад и инструктор а у који уносе опис извршених радова и своја запажања.

Пожељно је се да се након одређене целине или модула организују провере савладаности практичних вештина којима би присуствовали и наставник – координатор учења кроз рад и инструктор. Избором адекватних и конкретних практичних задатака се мери ниво достигнутог планираних исхода вештина за изабрани модул или целину.

Назив предмета: ОДРЖАВАЊЕ И МОНТАЖА МЕХАТРОНСКИХ СИСТЕМА

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

1.1. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА¹

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
IV		124		30	154

¹ Уколико програм садржи само практичне облике наставе

1.2. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА – ДУАЛНО ОБРАЗОВАЊЕ²

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Учење кроз рад*	Учење кроз рад (Настава у блоку) *	
IV			124	30	154

² Уколико се програм реализује у складу са Законом о дуалном образовању

* Потребно је да школа и послодавац детаљно испланирају и утврде место и начин реализације исхода, и унесу их у план реализације учења кроз рад
Напомена: у табелама је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са стандардима и техничким прописима за избор опреме, монтаже и одржавања мехатронских система
- Оспособљавање ученика за одржавање мехатронских система, као и за поступање при одржавању и отклањању насталих кварова
- Оспособљавање ученика за монтирање елемената мехатронског система на основу техничке документације
- Оспособљавање ученика за превентивно и корективно одржавање машине и опреме
- Оспособљавање ученика за коришћење таблица у којима су дате карактеристике појединих елемената и уређаја
- Оспособљавање ученика за анализу функционалне шеме управљања мехатронских система
- Упознавање ученика са логиком монтаже-демонтаже елемената мехатронских система
- Оспособљавање ученика за дијагностику и отклањање кварова на елементима мехатронског система
- Оспособљавање ученика за подешавање параметара мехатронског система
- Оспособљавање ученика за примену техничких мера заштите од електричног удара

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Безбедност људи, опреме и животне средине у процесу одржавања и монтаже мехатронских система	<ul style="list-style-type: none"> • наведе опасности од електричне струје • наведе и објасни мере заштите од струјног удара • наводи процедуре пружања прве помоћи при удару електричне струје • наведе лична заштитна средства • примени заштитну опрему и заштитне мере 	<ul style="list-style-type: none"> • Карактеристике и заштита од струјног удара • Мере заштите од штетног деловања електричне струје. • Лична заштитна средства и лична заштитна опрема за рад у индустријским системима • Прва помоћ код струјног удара <p>Кључни појмови: струјни удар, заштита од струјног удара</p>
Примена стандарда и упутства произвођача	<ul style="list-style-type: none"> • објасни стандарде и ниво стандардизације • спроводи мере и одредбе из правилника за одговарајуће радове или техничку област • испита задате радне карактеристике машине-опреме • провери безбедносне, заштитне и еколошке карактеристика машине/опреме • провери комплетност алата за одржавање 	<ul style="list-style-type: none"> • Стандарди • Ниво стандардизације • План основног одржавања машине/опреме • Процедуре одржавања машине и опреме у савременим производним погонима • Увођење нове машине-опреме у употребу <p>Кључни појмови: процедуре одржавања</p>
Техничка документација	<ul style="list-style-type: none"> • разликује врсте техничке документације • објасни намену различитих врста техничке документације • чита техничку документацију • користи операционе листе • попуњава обрасце за евиденцију стања и кварова машине • попуњава обрасце за потраживање резервних делова и средстава за одржавање • попуњава обрасце за задужење алата 	<ul style="list-style-type: none"> • Радни налог • Упутство за рад • Упутство за одржавање • Шема разлагања техничког средства • Операционе листе • Потраживање алата • Потраживање резервних делова и средстава за одржавање • Задужење алата • Повратница • Евиденција стања и кварова машине <p>Кључни појмови: техничка документација</p>
Поступци превентивног одржавања	<ul style="list-style-type: none"> • објасни значење и значај превентивног одржавања • наведе задатке превентивног одржавања • изврши подмазивање, доливање радних флуида и мазива • објасни план одржавања машине и опреме • демонтира дотрајале и неисправне компоненте по прописаној/препорученој процедури • замени компоненте, радне флуиде и мазива према упутству произвођача опреме • евидентира сваку интервенцију одржавања • наведе задатке и значај периодичног и превентивног одржавања мехатронских компоненти и система 	<ul style="list-style-type: none"> • Значење и значај превентивног одржавања • Задаци превентивног одржавања • Основно одржавање машине/опреме • Редовни и ванредни прегледи машина/опреме • Превентивна замена елемената/склопова машине/опреме <p>Кључни појмови: процедуре превентивног одржавања</p>
Поступци корективног одржавања	<ul style="list-style-type: none"> • објасни основна стања система у процесу одржавања • наведе поделу отказа • објасни појам потпуног отказа • објасни појам и поделу делимичног отказа • објасни појам неисправности • обавља визуелни преглед мехатронске опреме и уочава груба механичка оштећења и недостатке • дијагностикује и открије локацију и узрок отказа • разликује врсте карактеристичних кварова у мехатронским системима • објасни најчешће узроке типичних кварова у мехатронским системима, као и поступке њиховог отклањања • отклони типични квар на мехатронском систему • изврши подешавање параметара елемента/склопа • организује све активности до враћања мехатронског система у радно стање 	<ul style="list-style-type: none"> • Основна стања система у процесу одржавања • Дефиниција и подела отказа (кварова) • Потпун отказ • Делимичан отказ (подела по настанку и према поступку у случају њихове појаве) • Појам неисправности • Дијагностика и откривање локације и узрока отказа • Поправка (замена) елемента/склопа • Верификација (испитивање и подешавање) машине/опреме <p>Кључни појмови: процедуре корективног одржавања</p>

<p>Основе технологије монтаже</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни технологију ручне демонтаже и монтаже делова и подскопова • наведе редослед технолошких захвата за ручну демонтажу и монтажу делова и подскопова • наведе врсте алата за ручну демонтажу и монтажу делова и подскопова • припрема радни простор, алат, документацију, мерну опрему, пробни сто • изабере најповољнији метод демонтаже компоненте која је у квару • одабере потребне алате, прибор и помоћна средства у складу са препорукама и прописима произвођача • монтира компоненте мехатронског система на основу техничке документације 	<ul style="list-style-type: none"> • Технологија ручне демонтаже и монтаже • Редослед технолошких захвата за ручну монтажу и демонтажу • Алати за ручну монтажу и демонтажу • Принципи и логика демонтаже и монтаже компоненти мехатронског система, на конкретном систему • Избор алата потребног за монтажу • Означивање елемената у монтажи <p>Кључни појмови: технологија монтаже</p>
<p>Подешавање/ постављање параметара мехатронских система</p>	<ul style="list-style-type: none"> • подеси/постави и коригује параметре система • подеси функционалне карактеристике мехатронског система • пушта у рад мехатронски система према спецификацији произвођача • попуњава радни налог 	<ul style="list-style-type: none"> • Провера и подешавање/постављање параметара мехатронских система • Провера и подешавање функционалних карактеристика • Спровођење финалних тестирања • Праћење процеса производње <p>Кључни појмови: пуштање мехатронског система у рад</p>
<p>Настава у блоку</p>	<ul style="list-style-type: none"> • примењује мере безбедности и здравља на раду у радном процесу • примењује стандарде и упутства произвођача • пушта у рад мехатронски система према спецификацији произвођача • попуњава радни налог • учествује у контролним прегледима пре пуштања опреме машина и уређаја у рад • учествује у изради техничке документације • обавља неопходне припреме за реализацију радног задатка одржавања • спроведи процедуре прописане превентивним одржавањем мехатронског система • примењује упутства након изведене дијагностичке процедуре мехатронског система • реализује поступке демонтаже компоненти у складу са документацијом мехатронског система • реализује поступке монтаже заменских компоненти 	<ul style="list-style-type: none"> • Организација и задаци службе одржавања у компанији • Поступци превентивног одржавања • Поступци отклањања кварова на карактеристичним компонентама мехатронских система • Кварови и оштећења као последица погрешног одржавања и монтаже мехатронског система • Примена стандарда и упутства произвођача опреме мехатронског система • Повезивање карактеристичних елемената мехатронског система • Израда радне документације • Пуштање система у рад

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Садржаји овог предмета треба значајно да прошире техничка знања ученика који су им неопходна за укључивање у процес рада и производње. Настава овог предмета се реализује у лабораторији за мехатронику. Предмет се реализује кроз вежбе (124 часа) и блок наставу (30 часова). Одељење се дели на групе до 15 ученика приликом реализације вежби и наставе у блоку. Вежбе радити сваке недеље по четири спојена часа. При обради појединих наставних јединица користити паное, слике, цртеже, мултимедијалне презентације, каталоге произвођача опреме и уређаја и стручну литературу (стандарде, прописе, препоруке).

Препоручени број часова по темама је следећи:

- Безбедност људи, опреме и животне средине у процесу одржавања и монтаже мехатронских система (8 часова)
- Примена стандарда и упутства произвођача (4 часа)
- Техничка документација (6 часова)
- Поступци превентивног одржавања (6 часова)
- Поступци корективног одржавања (8 часова)
- Основе технологије монтаже (30 часова)
- Подешавање/постављање параметара мехатронских система (18 часова)

У тематској целини **Безбедност људи, опреме и животне средине у процесу одржавања и монтаже мехатронских система** дефинисати појмове директног и индиректног напона додира као и врсте заштита од тих напона. Упознати ученике да се свака заштита од електричног удара мора прописно проверити и атестирати. У тематским целинама **Примена стандарда и упутства произвођача** и **Поступци превентивног и корективног одржавања** објаснити поступак увођења нове машине и опреме у погон, као и поступак и значај одржавања машине и опреме у функционалном стању. Претпоставити кварове појединих елемената мехатронских система и подстицати дискусију о функцији датог елемента у систему и манифестацији квара. Радити са конкретним системима, симулирати квар на систему и пратити поступак отклањања квара, као и подешавање параметара система након одрађеног једног циклуса. У тематској целини **Техничка документација**, користити уколико је то могуће одговарајући софтвер. У тематској целини **Основе технологије монтаже** акценат дати на најповољнији метод монтаже/демонтаже компоненти према прописаној процедури уз адекватан избор алата и опреме. Анализирати листу компоненти потребних за монтажу система.

Тематску целину, **основе технологије монтаже**, реализовати на конкретном мехатронском систему (мехатронски систем за дистрибуцију радних предмета, мехатронски систем за сортирање радних предмета, роботска станица, сет пнеуматике, сет електропнеуматике, покретна трака за загревање радних предмета, CNC, мехатронски систем у процесној индустрији, биротехничка опрема итд.). Посебан акценат ставити на принцип и логику монтаже-демонтаже. Анализирати листу потребних компоненти за монтажу система, њихову улогу у систему, као и значај њиховог означивања. Анализирати функционалну шему управљања. За реализацију теме, могу се користити пројектни задаци из приручника за полагање матурског испита за техничара мехатроноке у зависности од техничких могућности школе. Препоручени задаци за вежбу:

- Одржавање мехатронских уређаја и инсталација (електропнеуматских, пнеуматских, хидрауличких, електрохидрауличких, електромоторних погона)
- Монтажа и пуштање у рад модела уређаја пресе
- Монтажа и пуштање у рад модела уређаја пакелице

- Монтажа и пуштање у рад модела уређаја за бушење и развртање
- Монтажа и стављање у функцију модела уређаја за пребацивање пакета са једне на другу транспортну траку
- Монтажа и стављање у функцију модела уређаја за утискивање датума производње на паковања од метала
- Монтажа и стављање у функцију модела уређаја подизне платформе
- Постављање параметара мехатронског система нумерички управљног струга
- Постављање параметара мехатронског система нумерички управљне глодалице
- Пуштање у рад покретне траке
- Пуштање у рад и отклањање неправилног рада погонског мотора траке за загревање
- Монтажа и пуштање у рад јединице за контролу тежине
- Монтажа и пуштање у рад уређаја за стезање при брушењу
- Монтажа и пуштање у рад уређаја за додавање тракастог материјала.

Препоручене вежбе за **блок наставу**:

- Одржавање индустријског робота (према упусту произвођача)
- Одржавање и постављање параметара управљачког система нумерички управљаних машина (глодалица, струг, ласер, 3Д штампач итд.)
- Одржавање мехатронских уређаја и инсталација (електропнеуматских, пнеуматских, хидрауличких, електрохидрауличких, електромоторних погона).

Настава у блоку се може реализовати у току школске године или на крају другог полугодишта. Распоред реализације наставе у блоку израђује сама школа, у зависности од тога да ли је реализује у школском кабинету (радионици) или предузећу.

Уколико се настава одвија према дуалном моделу, онда школа и послодавац детаљно планирају и утврђују место и начин реализације исхода, и уносе их у план реализације учења кроз рад. Наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање. Активности ученика у процесу реализације учења кроз рад се усклађују са активностима приликом извођења теоријске наставе. Наставник/ инструктор проверава да ли је послодавац извршио процену ризика на радном месту на коме раде млади и да ли је извео уводну обуку младих о безбедности и здрављу на раду. Настава у блоку се реализује као учење кроз рад, у току школске године или пред крај другог полугодишта. План реализације блок наставе заједно израђују послодавац и школа, према сопственим потребама и могућностима.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; позитивном односу према опреми; израду задатака, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја, праћење постигнутости исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл.

Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију.

На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради.

Потребно је осмислити више типова различитих активности са продуктима различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике. Сумативно оцењивање се може извршити на основу формативног оцењивања, резултата/решења проблемског или пројектног задатка, праћењем рада ученика – остваривања исхода и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

Приликом извођења вежби посебно обратити пажњу на: начин рада; примену мера заштита на раду и препорука за заштиту опреме од неправилног руковања; планирање времена кроз смислено и рутинско обављање радова; педантност и прецизност у обављању посла; руковање рачунарима и односу према њима; комуникацију са сарадницима.

Препоруке за оцењивање приликом реализације наставе према дуалном моделу образовања:

Наставник – координатор учења кроз рад има јасну, отворену и благовремену комуникацију са инструкторима одређених од стране послодавца у погледу планирања наставе, активности и исхода, као и праћења активности ученика.

Наставник – координатор учења кроз рад и инструктор заједно утврђују критеријуме за формативно праћење ученичких постигнућа, врше операционализацију исхода и планирају сумативно оцењивање. Формативно оцењивање је основни метод процене достигнутих и остварених исхода за ученика који учи кроз рад.

Наставник, у сарадњи са инструктором, саставља листу за вредновање коју попуњава инструктор.

Наставник координатор учења кроз рад и инструктор, на почетку школске године или на почетку теме/модула упознају ученике са критеријумима формативног и сумативног оцењивања.

Инструктор прати активности ученика код послодавца, на основу утврђених критеријума и о томе благовремено обавештава наставника – координатора учења кроз рад.

Наставник координатор учења кроз рад формира сумативну оцену за сваког ученика на основу унапред утврђених критеријума и у сарадњи са инструктором, узимајући у обзир специфичности реализације наставног процеса код послодавца.

Препоручује се да ученици, који се образују према дуалном моделу, воде **дневник праксе**, у облику који препоручује наставник – координатор учења кроз рад и инструктор а у који уносе опис извршених радова и своја запажања.

Пожелно је се да се након одређене целине или модула организују провере савладаности практичних вештина којима би присуствовали и наставник – координатор учења кроз рад и инструктор. Избором адекватних и конкретних практичних задатака се мери ниво достигнутости планираних исхода вештина за изабрани модул или целину.

Назив програма: ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ ЛИФТОВА

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

Годишњи фонд часова:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
IV	62				62

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање са основним принципима на којима се заснива рад лифтова и стицање одговарајућих знања из те области
- Упознавање са основним појмовима о електричним системима лифтова
- Упознавање са основним појмовима о савременим методама управљања лифтовима
- Развијање основних практичних вештина у коришћењу технике документације лифтова
- Осамостаљивање ученика у раду и упућивање на коришћење стручне литературе

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Основни елементи и шеме везе у аутоматском управљању	<ul style="list-style-type: none"> • објасни принцип повезивања лифтовског погона на електричну дистрибутивну мрежу, • наведе основне елементе командног ормана лифтовског погона • препозна симболе електричне опреме на електричној шеми командног ормана • објасни намену и начин рада елемената командног ормана лифтовског погона 	<ul style="list-style-type: none"> • Напајање електричног погона лифта, командни орман лифта. • Електромеханичке браве, контактне кутије, тастери, прекидачи, биметални заштитни прекидачи, релеји, контактори (склопке), временски релеји, магнетни и индукциони прекидачи. • Електрична шема везе релеја у самодржачком споју, погонска блокада, полазна и погонска блокада, временски релеј у колу аутоматског управљања промена смера обртања трофазног асинхроног мотора, заштита електромотора од преоптерећења, фазна заштита, електрична шема везе аутоматских врата, нужно осветљење. <p>Кључни појмови: напајање, елементи електричне, командне и заштитне опреме</p>
Јединичне и сабирне команде	<ul style="list-style-type: none"> • тумачи електричну шему командовања малим теретним лифтом • препознаје симболе елемената електричне опреме на шеми командовања малим теретним лифтом • тумачи електричну шему командовања хидрауличним лифтом • препознаје симболе елемената електричне опреме на електричним шемама командовања хидрауличним лифтом • објасни основни принцип сабирне команде на доле 	<ul style="list-style-type: none"> • Електрична шема везе малог теретног лифта са две станице, главни напонски вод, кола управљања и сигнализације. • Електрична шема везе лифта са финим пристајањем са више од 4 станице, главни напонски вод, коло управљања и сигнализације. • Електрична шема везе хидрауличног лифта. • Лифт са сабирном командом на доле (симплекс), електрична шема везе кола за регулацију, пријем команде и шема везе сигнализације за случај више од четири станице. <p>Кључни појмови: електрична шема, сигнализација, сабирна команда</p>
Савремени системи управљања лифтовима	<ul style="list-style-type: none"> • објасни основну структуру управљачког система савремених погона лифтова • објасни улогу микропроцесорских управљачких система лифтовских погона • објасни основну намену фреквентног управљања електричним погоном лифта • објасни основни принцип микропроцесорског управљања за задатим транспортним програмима • објасни основни принцип микропроцесорског управљања са програмима са аутоматским прилагођавањем • објасни основне принципе управљања електричним погоном лифта путем програмабилних логичких контролера • наведе основне могућности прераде старих релејних лифтова на управљање помоћу програмабилног логичког контролера • чита електричне командне шеме пројектне документације савремених управљачких система електричног погона лифта 	<ul style="list-style-type: none"> • основни принципи савремених система покретања и управљања лифтовима • микропроцесорски управљачки системи и фреквентно регулисани погони лифтова • основни принципи микропроцесорског управљања, са задатим транспортним програмима, са програмима који се аутоматски прилагођавају • савремени системи управљања електричним погоном лифта помоћу програмабилних логичких контролера • могућности прераде командних ормана старих релејних лифтова на систем управљања програмабилним логичким контролером • анализа техничке документације савременог управљачког система лифта <p>Кључни појмови: савремени систем покретања, микропроцесорски управљачки систем, фреквентна регулација, транспортни програм, савремена техничка документација</p>
Анализа електричне документације лифтова	<ul style="list-style-type: none"> • користи техничку документацију лифтова • препознаје основне симболе који се користе у техничкој документацији лифтова • наводи ознаке кључних елемената у функционисању рада лифта • образлаже улогу и намену појединих елемената, релеја, контаката на електричним шемама • објасни начин извршавања појединих електричних шема лифта • тумачи могуће кварове на основу електричне шеме • процени која је врста квара на основу показатеља • и одговарајуће електричне шеме 	<ul style="list-style-type: none"> • списак основних симбола који се користе у техничкој документацији лифтова • списак ознака основних симбола у техничкој документацији лифтова • распоред контаката на прикључним клеммама гравног разводног ормана електромоторног погона лифта • електрична шема главног система напајања • електрична шема напајања погонског мотора лифта и електромотора вентилатора • електрична шема напајања релеја, кочница тип "STHAL" • електрична шема сигурносних кругова и заштита постројења-сабирни систем • електрична шема аутоматских врата лифта • електрична шема електромоторног погона аутоматских врата • електрична шема позива и команде лифта • електрична шема за избор смера и инспекциона (ревизиона) возња • електрична шема копирног уређаја • електрична шема временских релеја за покретање и пристајање • електрична шема аларма и потврде пријема команде • електрична шема показивача положаја кабине • електрична шема сигнализације преоптерећења кабине • изједначавање потенцијала техничке кућице, возног окна <p>Кључни појмови: тејмичка документација, електрична шема, анализа</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања, као и начином рада у рачунарској учионици/кабинету, подели на групе и распоредом реализације наставе.

Облици наставе: Теорија

Место реализације наставе:

– Теоријска настава се реализује у учионици/специјализованом мултимедијалном кабинету

Препоручени број часова по темама:

– Основни елементи и шеме везе у аутоматском управљању **15 часова**

– Јединачне и сабирне команде-принципи рада **10 часова**

– Савремени системи управљања лифтовима **10 часова**

– Анализа електричне документације лифтова: **27 часова**

При изради **оперативних планова** потребно је дефинисати динамику рада имајући у виду да је учење, као и формирање ставова и вредности, континуирани процес и да је резултат је свих активности на часовима реализованих различитим методским приступом, коришћењем информација из различитих извора, презентованим већим бројем реалних примера и уз активно учење ученика.

Наставне садржаје је неопходно реализовати кроз примере што више ситуација из реалног контекста, користећи савремене наставне методе и средства. Треба настојати да **ученици буду оспособљени** за: самостално решавање проблемских ситуација; проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (нпр. стручне литературе, интернета, часописа, уџбеника, каталога...); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену сопственог знања и напредовања; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију уз, када је то потребно и одговарајућу аргументацију.

Приликом **реализације наставе** истаћи важност поштовања стандарда, правила и прописа у овој области и указати на могуће проблеме који се могу појавити услед непоштовања и/или непридржавања истих. Пожељно је наставу реализовати кроз вежбе у пару, проблемске или пројектне задатке које су повезане са реалним контекстом у којима ученици раде на различитим деловима задатка, играју различите улоге и дају решења у зависности од контекста у коме се налазе.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; позитивном односу према опреми; израду задатака, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја; тестове практичних вештина, праћење постигнутости исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да **процењују сопствени напредак** у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију.

На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради. Потребно је осмислити више типова различитих активности са продуктивним различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са **Правилником о оцењивању**. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике.

Сумативно оцењивање се може извршити на основу података прикупљених формативним оцењивањем, резултата/решења проблемског или пројектног задатка, усмених провера знања, контролних и домаћих задатака, тестова знања и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са **индивидуалним особинама ученика**.

Назив програма: МЕХАНИЧКИ СИСТЕМИ ЛИФТОВА

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

Годишњи фонд часова:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
III	68				70

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање са основним појмовима о лифтовима
- Упознавање са основним прописима о лифтовима
- Упознавање са основним појмовима о уређајима лифтова
- Упознавање са основним појмовима о механичким прорачунима на систему лифта
- Оспособљавање за коришћење стручне литературе и документације

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Општи појмови и прописи о лифтовима	<ul style="list-style-type: none"> • објасни шта је лифт • објасни основни принцип рада • опише возно окно лифта • наведе основне елементе машинске просторије лифта • наведе најбитније електромашинске делове лифта • наведе основне поделе лифтова • опише основна кинематска решења лифтова • наведе основне прописе који треба да буду испуњени у лифтовским погонима 	<ul style="list-style-type: none"> • дефиниција и принцип рада лифта • возно окно лифта и машинска просторија лифта, подела лифтова • место уградње постројења • основна кинематска решења везе кабине и противтега са погонском машином код преноса снаге путем трења • кинематска решења везе кабине и погонског уређаја код хидрауличних лифтова • прописи о вертикалном преносу лица и терета <p>Кључни појмови: дефиниција, возно окно, машинска просторија, уградња, кинематско решење, прописи</p>
Уређаји	<ul style="list-style-type: none"> • објасни намену погонске машине и опише основне конструкционе делове у систему покретања путем трења • објасни основни принцип рада погонске машине за вучу путем трења • опише основне елементе погонског уређаја хидрауличног лифта • објасни основни принцип рада хидрауличног погона лифта • објасни намену и наведе основне делове кабине лифта • наведе основна техничка решења врата лифта • објасни основни начин управљања лифтом • опише основна конструкциона својства и захтеве за челична ужад лифта • објасни намену уређаја за контролу оптерећења лифта • наведе основни начин вешања кабине лифта • објасни улогу и начи рада уређаја за отварање и затварање врата лифта • објасни улогу и начи рада механизма за забрављавање • објасни намену и основни принцип рада хватачког уређаја лифта (ургентна кочница) • објасни намену копира уређаја • објасни улогу противтега и опише начин његовог постављања • објасни улогу граничника брзине • наброји основне сигурносне контакте • наведе основна сигурносна кола лифта • препозна основне уређаје у техничкој документацији лифта 	<ul style="list-style-type: none"> • погонска машина за вучу путем трења, саставни делови функција и опис рада • погонски уређаји код хидрауличних лифтова, саставни делови уређаја, функција и опис рада • кабина лифта и врата лифта • управљање лифтом • челична ужад лифта • уређај за контролу оптерећења • вешање кабине • механизам за отварање и затварање врата • механизам за забрављавање • хватачки уређаји са тренутним, пригушеним и поступним деловањем • копира уређаји • противтег • граничници • сигурносни контакти и сигурносна кола лифта, примери у техничкој документацији лифта <p>Кључни појмови: уређај, погонска машина, кабина, врата, уже, механизам, ургентна кочница, сигурносни контакт и коло</p>
Анализа основних механичких система лифта	<ul style="list-style-type: none"> • одреди редукацију брзина на систему електромотор, редуктор, погонска ужетњача • изврши свођење брзина са погонског вратила ужетњаче на погонско вратило електромотора и обрнуто • изврши свођење обртних моментата са погонског вратила мотора на погонско вратило ужетњаче • израчуна брзину вертикалног подизања терета на основу познате брзине електромотора и неопходних величина у систему • изврши избор електромотора на основу задате брзине подизања терета и максималне носивости кабине • одреди неопходну силу кочења кочнице са једном папучицом • израчуна неопходни силу кочења кочнице са две папучице • изврши прорачун погонске машине • изврши прорачун жичаног ужета • изврши прорачун погонског електромотора • изврши прорачун пужног редуктора • одреди масу противтега • одреди масу компензационог ужета • одреди брзину кретања кабине • објасни поступак статичког и динамичког испитивања лифтовског постројења • објасни поступак испитивања хватачког уређаја • објасни поступак испитивања уређаја за контролу оптерећења • наведе основне могућности које пружају савремени софтверски алати за механику система лифтова 	<ul style="list-style-type: none"> • механичка анализа брзина, обртних момената и механичких сила на систему електромотор, редуктор, пужни точак и погонска ужетњача, помоћна ужетњача, ужад, против тег, кабина¹⁾ • кочни уређај на погонској машини-конструкциона решења, силе кочења • кочница са једном папучом-потребне силе кочења • кочница са две папуче-потребне силе кочења • технички подаци за добаш кочног кола • технички подаци за кочни уређај са две папучице и откочним магнетом • прорачун погонске машине • технички услови • максималан притисак на ужетњачи • прорачун жичаног ужета • прорачун погонског електромотора • прорачун вучног електромотора • прорачун пужног редуктора • прорачун кочнице • одређивање масе противтега • одређивање масе компензационог ужета • одређивање брзине кретања кабине • поступак статичког и динамичког испитивања лифтовског постројења • поступак испитивања хватачког уређаја • поступак испитивања уређаја за контролу оптерећења • примена савремених софтверских алата за механичке системе лифтова²⁾ <p>Кључни појмови: механички систем, анализа, погонски мотор, редуктор, ужетњача, сила, момент, брзина, прорачун</p>
<p>Напомена:</p> <p>¹⁾ анализу механичког система лифта урадити за две типичне конфигурације, први систем: погонска ужетњача, помоћна ужетњача, уже, кабина, контра тег спојен директно на уже; други систем: погонска ужетњача, помоћна ужетњача, уже, кабина, контра тег са катурачом.</p> <p>²⁾ софтверске алате лифтова урадити мултимедијално, уз демонстрацију основних могућности софтверског алата (нпр: DigiPara® Liftdesigner Basic, или сличан).</p>		

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања, као и начином рада у рачунарској учионици/кабинету, подели на групе и распоредом реализације наставе.

Облици наставе: Теорија

Место реализације наставе:

– Теоријска настава се реализује у учионици/специјализованом мултимедијалном кабинету

Препоручени број часова по темама:

- Општи појмови и прописи о лифтовима **10 часова**
- Уређаји **25 часова**
- Анализа основних механичких система лифта: **33 час**

При изради **оперативних планова** потребно је дефинисати динамику рада имајући у виду да је учење, као и формирање ставова и вредности, континуирани процес и да је резултат је свих активности на часовима реализованих различитим методским приступом, коришћењем информација из различитих извора, презентованим већим бројем реалних примера и уз активно учешће ученика.

Наставне садржаје је неопходно реализовати кроз примере што више ситуација из реалног контекста, користећи савремене наставне методе и средства. Треба настојати да **ученици буду оспособљени** за: самостално решавање проблемских ситуација; проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (нпр. стручне литературе, интернета, часописа, уџбеника, каталога...); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену сопственог знања и напредовања; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију уз, када је то потребно и одговарајућу аргументацију.

Приликом **реализације наставе** истаћи важност поштовања стандарда, правила и прописа у овој области и указати на могуће проблеме који се могу појавити услед непоштовања и/или непридржавања истих. Пожељно је наставу реализовати кроз вежбе у пару, проблемске или пројектне задатке које су повезане са реалним контекстом у којима ученици раде на различитим деловима задатка, играју различите улоге и дају решења у зависности од контекста у коме се налазе.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; позитивном односу према опреми; израду задатака, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја; тестове практичних вештина, праћење постигнутости исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да **процењују сопствени напредак** у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију.

На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради. Потребно је осмислити више типова различитих активности са продуктивним различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са **Правилником о оцењивању**. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике.

Сумативно оцењивање се може извршити на основу података прикупљених формативним оцењивањем, резултата/решења проблемског или пројектног задатка, усмених провера знања, контролних и домаћих задатака, тестова знања и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са **индивидуалним особинама ученика**.

Назив програма: РОБОТИКА

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
III или IV	68 или 62				68 или 62

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са структуром робота
- Оспособљавање ученика за примену знања из техничке механике са механизмима у области роботике
- Оспособљавање ученика за примену знања из електричних погона и опреме у мехатроници у области роботике
- Упознавање ученика са управљањем роботима
- Оспособљавање ученика за примену знања из система управљања у области роботике
- Упознавање ученика са сензорским системима робота
- Упознавање ученика са вештачком интелигенцијом и њеном везом са роботиком
- Упознавање ученика са извршним уређајима индустријских робота
- Развијање свести о месту робота у мехатронским системима

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Функционална структура робота	<ul style="list-style-type: none">• објасни појам робота и дефинише робот• направи разлику између генерација робота и изврши поделу роботских система• објасни функционалну структуру робота• разликује подсистеме робота и објасни њихову улогу• утврди број степени слободe робота• опише радни простор робота и начине оријентације• објасни функцију извршних органа разних типова робота	<ul style="list-style-type: none">• Појам и развој робота• Функционална структура робота: основни подсистеми робота, улога и врсте:<ul style="list-style-type: none">– кинематски подсистем– погонски подсистем– мерни и сензорски подсистем• Кинематска одређеност, број степени слободe• Радни простор, позиција и оријентација• Извршни органи, хватаљке и алати <p>Кључни појмови: робот, структура робота</p>

Кинематика и динамика робота	<ul style="list-style-type: none"> • утврди координатни систем робота • објасни могуће трансформације координатног система робота • наведе елементе кинематског ланца и разликује затворене и отворене ланце • наведе типове структуре индустријских робота и наведе примере њихове примене • дефинише директан и инверзан кинематски проблем 	<ul style="list-style-type: none"> • Координатни систем и трансформације • Кинематски ланци • Минимална конфигурација робота • Типови структура индустријских робота: <ul style="list-style-type: none"> – правоугаона – цилиндрична – сферна – ротацијска – SCARA (енг. Selective Compliance Articulated Robot Arm) • Директни и инверзни кинематски проблем <p>Кључни појмови: кинематски проблем робота</p>
Погонски системи и мерни системи код робота	<ul style="list-style-type: none"> • разликује погоне робота и њихову намену • наведе основне карактеристике појединих типова погона • компарира предности и недостатке различитих погонских система робота • наведе типичне примере уградње погона 	<ul style="list-style-type: none"> • Врсте погона са његовим типовима: <ul style="list-style-type: none"> – пнеуматски и хидраулични мотори робота – електрични мотори робота (мотори једносмерне струје, мотори наизменичне струје, корачни мотори) – електрохидраулични сервомотори • Типични примери уградње погона • Структура једне осе робота <p>Кључни појмови: погонски системи робота</p>
Управљање роботима	<ul style="list-style-type: none"> • објасни функцију управљачког система робота • објасни различите врсте управљања роботима • упореди различите врсте управљања роботима 	<ul style="list-style-type: none"> • Структура управљачког система робота • Основни елементи савремених управљачких система • Секвенцијално управљање роботима • Сервоуправљање роботима, тачка по тачка и контурама • Адаптивно управљање роботима <p>Кључни појмови: управљачки систем робота</p>
Сензорски системи код робота	<ul style="list-style-type: none"> • објасни функцију сензорског система робота • наведе типове сензора код робота • разликује намену сензора код робота 	<ul style="list-style-type: none"> • Улога и значај сензорског система • Тактилни сензори, сензори силе и момента • Безконтактни сензори и сензори за мерење удаљености: <ul style="list-style-type: none"> – оптички – ултразвучни – ласерски <p>Кључни појмови: сензорски систем робота</p>
Роботика и вештачка интелигенција	<ul style="list-style-type: none"> • објасни појам вештачке интелигенције • објасни примену роботике у вештачкој интелигенцији • наведе методе и технике у вештачкој интелигенцији 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам вештачке интелигенције, циљеви истраживања у области вештачке интелигенције • – појам, врсте, намена, карактеристике • Методе и технике у вештачкој интелигенцији • Планирање задатака моделирања: <ul style="list-style-type: none"> – проблем планирања путање – планирање хватања – узимања – планирање финог кретања <p>Кључни појмови: вештачка интелигенција</p>
Извршни уређаји (енд ефектори) код индустријских робота	<ul style="list-style-type: none"> • наведе типове извршних уређаја индустријског робота • објасни функцију извршног уређаја индустријског робота • изврши анализу објекта и избор извршног уређаја 	<ul style="list-style-type: none"> • Типови извршних уређаја – хватачи, алати • Механички хватачи – типови, погон, управљање, сензор • Анализа објекта • Пасивна и активна прилагодљивост • Пнеуматски и магнетни хватачи • Аутоматска измењивост извршног члана • Избор извршног члана <p>Кључни појмови: хватачи, извршни чланови</p>
Примена робота	<ul style="list-style-type: none"> • разликује основне примене робота у мехатронским системима • објасни појам флексибилних технолошких ћелија • наведе структуре ћелија са роботима 	<ul style="list-style-type: none"> • Примена робота за трансфер материјала и опслуживање машина • Примена робота у процесним операцијама • Роботизована монтажа • Роботи у флексибилним технолошким ћелијама • Структуре ћелија са роботима <p>Кључни појмови: примена робота</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начинима оцењивања. Наставу овог предмета реализовати поред учионице и у кабинету или специјализованој учионици опремљеној одговарајућим наставним средствима (роботска рука). Препоручени број часова по темама је следећи:

- Функционална структура робота (3/2 часова)
- Кинематика и динамика робота (9/8 часова)
- Погонски системи и мерни системи код робота (12/10 часова)
- Управљање роботима (10/8 часова)
- Сензорски системи код робота (12 часова)
- Роботика и вештачка интелигенција (6 часова)
- Извршни уређаји (енд ефектори) код индустријских робота (8 часова)
- Примена робота (8 часова)

Изучавањем овог предмета даје се могућност ученицима да упознају роботизацију савремене индустријске производње. Изучавањем овог градива ученици треба да упознају функционалну структуру робота и међусобну повезаност елемената структуре у функционалну целину, пренос кретања и оптерећења механизма робота током послуживања производних система, управљањем роботима током раду и програмирање рада робота за одређене технолошке процесе. Основна карактеристика овог предмета је његова интердисциплинар-

ност, што захтева увећани напор професора у припреми наставе и ученика за разумевање и усвајањем обрешених појмова, јер је потребно повезати материју из више наставних области.

При обради теме **Кинематика и динамика робота** ослањати се на знања која су ученици стекли изучавањем предмета Техничка механика са механизмима.

За реализовање теме **Погонски системи мерни системи робота** треба користити знања која су ученици стекли у предмету Електрични погони и опрема у мехатроници (електрични мотори), као и знања из предмета Хидрауличне и пнеуматске компоненте (пнеуматски и хидраулични мотори). Наставник треба да процени ниво стечених знања ученика из ових предмета, надогради ова знања и прилагоди роботици.

У теми **Управљање роботима**, ослањати се на знања која су ученици стекли у предмету Системи управљања.

С обзиром да су се ученици сусретали са појмом сензора у другим стручним предметима, наставник треба да процени ниво стечених знања из сензора, надогради их и изврши њихов трансфер у домен роботике.

У теми **Роботика и вештачка интелигенција**, ученици треба да схвате појам вештачке интелигенције и њен значај у техници у технологији, као и перспективе развоја.

При реализацији теме **Извршни уређаји робота**, примењивати знања која су ученици стекли у предмету Техничка механика са механизмима и машински елементи.

У теми **Примена робота**, навести што више примера из праксе.

С обзиром да је предмет теоријски, ученике треба анимирати применом савремених наставних средстава (паметне табле, интернет, видео бим, роботска рука...). Пожељно је да се у оквиру сваке теме користе занимљиви видео записи (принцип рада мотора, принцип рада и примена сензора, вештачка интелигенција...).

Имајући у виду ширину појединих тема које треба свести на неколико часова (погонски системи, сензори, примена робота...), препоручљиво је ученицима дати домаћи задатак у виду презентације (неколико ученика да обради тему или део теме коју даје наставник или по избору ученика у зависности од њиховог интересовања) коју ће презентовати у току наставе.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна литература, интернет, часописи, уџбеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању задатака предмета, као и напредак других ученика уз одговарајућу аргументацију.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних или писмених радова, тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика. Поред тога, ученицима дозволити да дају своје мишљење о радовима другова, аргументују добре и лоше стране радова, предложе измене (шта би променили, шта им се свидело...).

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

Назив програма: ТЕХНОЛОГИЈА ОБРАДЕ

1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
III или IV	68 или 62				68 или 62

Напомена: у табели је приказан годишњи фонд часова за сваки облик рада

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са технологијом машиноградње
- Упознавање ученика са обрадним системима и процесима обраде
- Упознавање ученика са поступком обраде резањем
- Упознавање ученика са поступком обликовања деформисањем
- Упознавање ученика са поступком израде делова од лима
- Упознавање ученика са поступцима ливења

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Увод у технологију обраде	<ul style="list-style-type: none"> • објасни појам технологије • објасни појам система • објасни појам обрадног система • наведе разлике између припрема, обрада, израда, готовог дела • објасни појам процеса у металопераћивачкој индустрији • наведе врсту процеса у металопераћивачкој индустрији и њихове карактеристике • наведе поделу метода обраде 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам технологије • Системи у машиноградњи: пословни, производни, технолошки, обрадни • Припремак, обрадак, израдак, готов део • Процеси у металопераћивачкој индустрији: производни, технолошки и обрадни процес • Класификација поступака обликовања и обраде <p>Кључни појмови: технологија, припремак, обрадак, израдак</p>

<p>Технологија обраде резањем</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни методе формирања површине при обради резањем • објасни начин формирања струготине и њене врсте • наведе силе и температуре резања • објасни улогу средстава за хлађење и подмазивање • објасни основне карактеристике обраде одсецањем, стругањем, рендисањем, провлачењем, глодањем, бушењем, брушењем и глачањем • наведе елементе режима обраде резањем • објасни кретања на универзалним машинама алаткама при процесу формирања струготине • наведе врсте алата • опише геометрију алата • наведе врсте помоћних прибора 	<ul style="list-style-type: none"> • Методе формирања површине при обради резањем • Процес настајања струготине • Врсте струготине • Силе и температуре резања • Средства за хлађење и подмазивање • Обрада одсецањем, стругањем, рендисањем, провлачењем, глодањем, бушењем, брушењем и глачањем • Елементи режима обраде • Врсте кретања на универзалним машинама алаткама у циљу формирања струготине • Врсте алата и њихова геометрија • Материјали резних алата • Врсте помоћних прибора <p>Кључни појмови: струготина, режим обраде, резни алати</p>
<p>Обликовање деформисањем</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни основне карактеристике обраде деформисањем • објасни разлике између еластичних и пластичних деформација • објасни дефиницију напона и поделу • објасни дијаграм зависности напон-деформација • наведе врсте пећи за загревање • објасни слободно ковање • објасни ковање у калупима, врсте калупа • наведе разлике између ковања на чекићима и пресовања • наведе врсте чекића и преса • објасни обраду истискивањем • објасни обраду ваљањем • објасни израду шавних цеви • објасни израду бешавних цеви • објасни обраду вучењем: израда жица и цеви 	<ul style="list-style-type: none"> • Карактеристике обраде деформисањем • Појам и врста деформација и напона • Област еластичности и пластичности • Обрада у хладном и топлим стању • Пећи за загревање • Обрада сабијањем: ковање и пресовање • Слободно ковање • Ковање у калупима • Ковање ваљањем • Машине за ковање и пресовање: чекићи, пресе • Обрада истискивањем • Обрада ваљањем • Израда цеви • Обрада вучењем (извлачењем) <p>Кључни појмови: пластично деформисање, машине и алати</p>
<p>Израда делова од лима</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Наведите основне карактеристике поступака израде делова од лима • Наведите поделу поступака обликовања при изради делова од лима • Наведите поступке обраде одвајањем • Објасни поступак одсецања • Наведите облике ножева на машинским маказама • Објасни разлике између пробијања и просецања • Наведите типове алата за пробијање и просецање и њихове делове • Објасни основне карактеристике и врсте савијања • Објасни угаоно савијање • Објасни кружно савијање • Објасни основне карактеристике обраде извлачењем 	<ul style="list-style-type: none"> • Карактеристике поступака израде делова од лима • Обрада одвајањем • Одсецање • Пробијање и просецање • Алати и машине за пробијање и просецање • Обрада савијањем • Угаоно (фазонско) савијање • Кружно савијање • Обрада извлачењем <p>Кључни појмови: лим, обрада лима</p>
<p>Ливење</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Објасни поступак ливења, основне појмове • Наведите материјале за ливење • Објасни израду пешчаних калупа и језгара • Наведите ливачке алате и прибор • Објасни ручну и машинску израду калупа • Објасни поступке ливења • Објасни завршне радове при ливењу • Наведите операције контроле одливака • Наведите могуће грешке на одливцима 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни појмови о ливењу • Својства материјала за ливење • Поступци ливења • Пешчани калупи, језгра • Ливачки алати и прибор • Ручна и машинска израда калупа • Уливни системи • Гравитационо ливење • Ливење у металним калупима • Ливење под притиском • Центрифугално ливење • Прецизно ливење • Ливење у шкољкастим калупима • Непрекидно ливење • Ливење у вакууму • Завршни радови при ливењу • Контрола и грешке на одливцима <p>Кључни појмови: материјал за ливење, калупи, језгра, поступци ливења</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку сваке теме ученике упознати са циљевима и исходима, планом рада и начинима оцењивања. Теоријска настава предмета се реализује у учионици при чему се одељење не дели на групе.

Препоручени број часова по темама је следећи:

- Увод у технологију обраде (4 часа)
- Технологија обраде резањем (28/24 часова)
- Обликовање деформисањем (18/16 часова)
- Израда делова од лима (6 часа)
- Ливење (12 часова)

Приликом реализације тема ослонити се на предзнања ученика из технике и технологије, а у корелацији са екологијом и заштитом животне средине, машинским материјалима и електромашинском припремом. Избор метода и облика рада за сваку тему одређује наставник у зависности од наставних садржаја, способности и потреба ученика, материјалних и других услова. Користити вербалне методе (метода усменог излагања и дијалогска метода), методе демонстрације, текстуално-илустративне методе. Предложени облици рада су фронтални, рад у групи, рад у пару, индивидуални рад.

Садржаје програма је неопходно реализовати савременим наставним методама и средствима. У оквиру сваке програмске целине, ученике треба оспособљавати за: самостално проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (стручна литература, интернет, часописи, уџбеници); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици партиципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања.

Сумативно оцењивање је вредновање постигнућа ученика на крају сваке реализоване теме. Сумативне оцене се добијају из контролних или писмених радова, тестова, усменог испитивања, самосталних или групних радова ученика.

У формативном вредновању наставник би требало да промовише групни дијалог, да користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје ученицима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује. Вредновање остварених исхода вршати кроз: усмену проверу знања, писане провере, континуирано праћење достигнутих исхода и нивоа достигнутих компетенција.

Праћење напредовања ученика се одвија на сваком часу, свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању задатака предмета, као и напредак других ученика уз одговарајућу аргументацију.

Назив програма: ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

Разред	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
III или IV		68 или 62			68 или 62

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање са основама вештачке интелигенције и машинског учења.
- Оспособљавање за примену вештачке интелигенције кроз интерактиван начин, студије случаја и пројектну наставу.
- Развијање вештина као што су техника решавања проблема и отклањања грешака, критичко размишљање, логичко закључивање и креативност.

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Увод у вештачку интелигенцију	<ul style="list-style-type: none"> • објасни појам вештачке интелигенције; • идентификује кључне догађаје који су утицали на развој вештачке интелигенције; • објасни улогу машинског учења у области вештачке интелигенције; • илуструје могућности примене вештачке интелигенције на примерима из свакодневног живота; 	<ul style="list-style-type: none"> • Појам вештачке интелигенције • Интелигентне формализоване методологије (вештачке неуронске мреже, Fuzzy логички системи, генетички алгоритми, експертни системи, итд.) • Историја развоја вештачке интелигенције • Представљање знања, разумевање говорних језика • УЧЕЊЕ – интелигентни роботи и технолошко препознавање окружења, планирање – решавање проблема, доношење одлука – закључивање, истраживање окружења – аутономност мобилних робота • СИСТЕМИ ПРЕПОЗНАВАЊА лица, говора и текста – посебно: камера и анализа дигиталне слике објеката • Улога машинског учења у области вештачке интелигенције • Интуитивни примери за илустрацију примене техника вештачке интелигенције • Студија случаја – практични примери употребе вештачке интелигенције у свакодневном животу (паметни кућни уређаји, медицинска дијагностика и здравствена заштита, мапе и апликације за планирање путање, интернет претраживачи, електронска плаћања, безбедност и надзор, банкарство и финансије) <p>Кључни појмови: технике вештачке интелигенције, машинско учење, софтвер, одлучивање, системи препознавања – камера и анализа дигиталне слике</p>

<p>Машинско учење и рад са подацима</p>	<ul style="list-style-type: none"> опише основне приступе и апстрактне моделе машинског учења; разликује видове и основне проблеме машинског учења; именује софтверске алате и апликације који могу да се користе за машинско учење; опише основне технике истраживања скупова података релевантних за машинско учење; опише основне технике за прикупљање и класификацију скупова података; наведе и објасни принцип рада основних алгоритама машинског учења; објасни значај коришћења и визуелизације резултата машинског учења; објасни примену машинског учења на примеру студије случаја система препорука (<i>recommendation systems</i>); 	<ul style="list-style-type: none"> Како машине – интелигентни роботи уче? Појам, примена и значај машинског учења Прилагођавање релевантних података за машинско учење (прикупљање, класификација и организација података) Алгоритми машинског учења Тумачење резултата машинског учења Побољшање и визуелизација резултата машинског учења Студија случаја – Како Амазон и Нетфликс користе системе препорука (<i>recommendation systems</i>)? Студија случаја – Како функционишу напредни веб претраживачи попут Google-a? Студија случаја – Како Siri и Alexa препознају говор? Студија случаја – Како функционишу аутономна возила компаније Тесла? Студија случаја – Како изгледа процес стратешког одлучивања у играма као што су шах или го? Студија случаја – Како виртуелни асистенти (енгл. chatbot) одговарају на питања? Студија случаја – Како функционишу апликације за аутоматско превођење текста у реалном времену? <p>Кључни појмови: модел машинског учења, интелигентни робот, алгоритам учења, скупови података, репрезентативни узорак релевантних података</p>
<p>Вештачке неуронске мреже</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни појам адаптивног процесирања информација интелигентних система на примеру вештачких неуронских мрежа; опише начин рада вештачких неуронских мрежа; наведе основна својства и врсте архитектура вештачких неуронских мрежа; илюстрира примену вештачких неуронских мрежа на примеру едукационог мобилног робота – нпр. <i>LEGO</i> робота; примењује вештачке неуронске мреже у процесу функционалне апроксимације – генерализације, класификације и предикције коришћењем скупова репрезентативних узорака релевантних података за машинско учење; 	<ul style="list-style-type: none"> Појам и дефиниција вештачке неуронске мреже (ВНМ) Основна својства, основне и додатне компоненте ВНМ, неурон-процесирајући елемент, функционалност неурона, величина ВНМ, топологија ВНМ, архитектуре и алгоритми обучавања вештачких неуронских мрежа, тежински односи Вештачке неуронске мреже: како раде? Студија случаја – Како интелигентни системи (роботи, возила, дронови) уче користећи вештачке неуронске мреже? ПРОЈЕКАТ: Моделирање и симулација рада основних врста вештачких неуронских мрежа попут перцептрона, <i>backpropagation</i> и <i>ART-1</i> неуронских мрежа. <p>Кључни појмови: адаптивно процесирање информација, архитектура вештачке неуронске мреже, неурон-основни процесирајући елемент ВНМ, активационе функције неурона, алгоритам обучавања, тежински односи између неурона, конвергенција грешке учења-глобални и локални минимум, примена ВНМ</p>
<p>Генерисање модела вештачке интелигенције</p>	<ul style="list-style-type: none"> препозна проблем из свакодневног живота у домену одлучивања и повеже могућност његовог решавања са применом одговарајуће технике вештачке интелигенције, превасходно вештачких неуронских мрежа; прикупља репрезентативне узорке релевантних података потребних за грађење модела; припрема релевантне податке и генерише модел; тестира релевантне податке и тумачи резултате машинског учења; оцени квалитет изграђеног модела машинског учења; користи систем вештачке интелигенције за препознавање лица; користи систем вештачке интелигенције за препознавање говора; користи систем вештачке интелигенције за препознавање текста; 	<ul style="list-style-type: none"> Структурирање проблема у домену одлучивања Прикупљање релевантних података, визуелизација и разумевање (Да ли је узорак довољно репрезентативан? Шта недостаје? Шта је занимљиво?) Грађење модела <ul style="list-style-type: none"> припрема репрезентативних узорака релевантних података генерисање и обучавање модела тестирање модела на репрезентативном узорку релевантних података тумачење и верификација резултата обучавања и подешавање параметра учења минимизација грешке машинског учења увођењем нових релевантних података и допунско обучавање кроз подешавање тежинских односа између неурона Разумевање резултата примене техника вештачке интелигенције код интелигентних система препознавања ПРОЈЕКАТ: Разумевање рада система за препознавање лица ПРОЈЕКАТ: Разумевање рада система за препознавање говора (модификација кључних параметара у оквиру оствареног виртуелног асистента који препознаје говорне команде) ПРОЈЕКАТ: Разумевање функционалности система за препознавање текста – препознавање слова-карактера <p>Кључни појмови: моделирање процеса одлучивања, улога и значај репрезентативног узорака, процес обучавања, тестирање, верификација, конвергенција грешке учења, системи препознавања лица, говора и текста</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА И ОЦЕЊИВАЊЕ

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања. Настава ће се реализовати кроз часове вежби. На првим часовима дискутујете са ученицима о појму, значају и могућностима примене техника вештачке интелигенције у различитим областима.

Облици наставе: Вежбе

Место реализације наставе: Сви часови реализују се у рачунарском кабинету.

Препоручени број часова по темама:

Тема 1: 4 часа

Тема 2: 16/14 часова

Тема 3: 24/22 часова

Тема 4: 24/22 часова

На часовима се задржати на нивоима знања дефинисаним глаголима који су на нивоу знања и разумевања. Како је ученицима трећег разреда ово први изборни предмет из области вештачке интелигенције, садржаје је потребно прилагодити њиховом узрасту. Садржаје употпунити примерима и ситуацијама из свакодневног живота. Ученицима представити значај развоја рачунарских система и ресурса, превасходно микропроцесора, који су допринели могућности остваривања обимних паралелизованих нумеричких израчунавања које захтева машинско учење у оквиру вештачке интелигенције.

За часове теме Увод у вештачку интелигенцију потребно је дати широко прихваћене дефиниције вештачке интелигенције. Представити историју развоја вештачке интелигенције почевши од првог модела вештачког неурона и првих вештачких неуронских мрежа, преко приступа заснованих на логици, експертних система заснованих на знању, до најновијих приступа заснованих на дубоком учењу. Путем слика и видео садржаја представити ученицима карактеристичне примере система заснованих на примени техника вештачке интелигенције, као што су ELIZA (програм који је коришћен за обраду природног језика), Deep Blue (први експертни систем имплементиран на IBM суперкомпјутеру који је победио светског првака у шаху Гарија Каспарова), DARPA Grand Challenge (такмичење иницирано у циљу подстицања развоја технологија потребних за стварање потпуно аутономних возила), Deep Mind's Alpha Go (Гуглов програм Алфаго базиран на дубоком учењу ојачавањем победио је европског, а затим и светског шампиона, професионалног го играча Ли Седола – велемајстора у древној кинеској игри го). Осврнути се и на дисциплине значајне за развој вештачке интелигенције. Мотивисати ученике да активно учествују и анализирају примере употребе вештачке интелигенције у свакодневном животу.

За часове теме Вештачке неуронске мреже потребно је представити концепт вештачких неуронских мрежа, уз дефиниције и објашњење основних појмова. Осврнути се на генералну архитектуру вештачких неуронских мрежа и појаснити основне елементе: неурон – процесирајући елемент вештачке неуронске мреже, активационе функције, алгоритми учења. Илустровати примену на примерима функционалне апроксимације, предикције и класификације података. Упознати ученике са изабраним моделима вештачких неуронских мрежа: перцептрон, BP (енгл. back propagation) и ART – 1 неуронска мрежа. Перцептрон: архитектура, алгоритам учења перцептрона, примери класификације података. BP неуронска мрежа: архитектура, алгоритам учења BP неуронске мреже, примери примене. ART – 1 неуронска мрежа: архитектура, алгоритам учења, примери примене. Симулирање рада изабраних модела у одговарајућим програмским језицима и окружењима (Python, Matlab Neural Network Toolbox).

За часове теме Генерисање модела вештачке интелигенције – ПРОЈЕКАТ: Разумевање рада система за препознавање лица, могуће је тестирати већ развијена софтверска решења као што су facenet (<https://github.com/davidsandberg/facenet>), deepface (<https://github.com/serengil/deepface>), face_recognition (https://github.com/ageitgey/face_recognition) или OpenCV (<https://github.com/codingforentrepreneurs/OpenCV-Python-Series>). За ПРОЈЕКАТ: Разумевање рада система за препознавање говора, предлаже се тестирање софтверских апликација попут Apple Siri, Google Now, Microsoft Cortana, Amazon Alexa, Google Assistant. ПРОЈЕКАТ Разумевање функционалности система за препознавање текста – препознавање слова-карактера могуће је реализовати у фазама. У иницијалној фази ученици припремају слова/цифре у дигиталном облику или користе постојеће доступне скупове података попут EMNIST (https://www.westernsydney.edu.au/icns/reproducible_research/publication_support_materials/emnist) или MNIST (<http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>). Следећа фаза подразумева припрему података за обучавање, тестирање и валидацију модела. Након тога, врши се генерисање и обучавање модела BP вештачке неуронске мреже, уз подешавање параметара учења. Завршну фазу чини процес тестирања и валидације модела, праћен анализом остварених резултата учења.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; израду задатака, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја; тестове практичних вештина, праћење постигнућа исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл.

Посебну пажњу обратите на часовима на којима гостују експерти из појединих области, вреднујте активност ученика који постављају питања и аналитички разговарају.

Сумативно оцењивање се може извршити на основу података прикупљених формативним оцењивањем, резултата/решења проблемског или семинарског рада, усмених провера знања, контролних и домаћих задатака, тестова знања и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.

Назив програма: ДИГИТАЛНО УПРАВЉАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИМ ПОГОНИМА

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

Годишњи фонд часова:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
IV		62			62

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

Оспособљавање за повезивање хардвера електронских претварача у циљу регулације брзине или позиције;

- Оспособљавање за у повезивање хардвера и софтвера за регулацију брзине мотора једносмерне струје применом једнокуадраног чопера;
- Оспособљавање за у повезивање хардвера и софтвера за регулацију брзине мотора једносмерне струје применом двоквадраног чопера;
- Оспособљавање за у повезивање хардвера и софтвера за софтвера за регулацију брзине униполарних и биполарних корачних мотора
- Оспособљавање за у повезивање хардвера и софтвера за регулацију позиције униполарних и биполарних корачних мотора
- Оспособљавање за у повезивање хардвера и софтвера за вишебрзинско управљање трофазним асинхроним мотором применом фреквентног претварача и ПЛЦ-а

3. НАЗИВИ ТЕМА, ИСХОДИ УЧЕЊА, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
<p>Увод у дигитално управљање електричним погонима</p>	<ul style="list-style-type: none"> наведе основне предности дигиталног управљања електричним погонима нацрта основну блок шему дигиталног система за управљање електричним погонима објасни намену основних делова на блок шему дигиталног управљања електричним погонима наведе основне карактеристике микроконтролера намењених за управљање електричним погонима користи софтверско окружење за програмирање микроконтролера за управљање електричним погонима тестира једноставнији програм у микроконтролеру 	<ul style="list-style-type: none"> Предности дигиталног управљања електричним погонима Основна блок шема дигиталног управљања електричним погонима опште намене Основне карактеристике микроконтролера намењених за управљање електричним погонима Софтверско окружење за програмирање микроконтролера за управљање електричним погонима Имплементација једноставног тест програма у микроконтролеру <p>Кључни појмови: дигитално управљање, електрични погон, блок шема, карактеристике микроконтролера за управљање електричним погонима, софтверско окружење за рад са микроконтролерима</p>
<p>Побудна/драјверска кола у претварачима енергетске електронике електричних погона</p>	<ul style="list-style-type: none"> наведе улогу побудног/драјверског кола наведе основне карактеристике побудних кола повеже микроконтролерску картицу са побудним/драјверским колом снажног биполарног транзистора и претварачем са снажним биполарним транзистором повеже микроконтролерску картицу са побудним/драјверским колом снажног n-каналног мосфета и претварачем повеже микроконтролерску картицу са побудним/драјверским колом снажног p-каналног мосфета и претварачем повеже микроконтролерску картицу са побудним/драјверским колом ИГБТ-а и претварачем повеже микроконтролерску картицу са интегрисаним побудним/драјверским колом снажног мосфета (ИГБТ-а) и претварачем имплементира програмско решење за укључење и искључење транзистора снаге (старт/стоп) тестира извршење програма демонстрира рад хардверског кола 	<ul style="list-style-type: none"> Подудна/драјверска кола за управљање транзисторима снаге, Основне карактеристике побудних кола Примери повезивања микроконтролерске картице побудног/драјверског кола и претварача Пасивно коло за побуђивање снажног биполарног транзистора, старт/стоп транзистора Пасивно коло за побуђивање снажног n-каналног мосфета, старт/стоп транзистора Пасивно коло за побуђивање снажног p-каналног мосфета, старт/стоп транзистора Пасивно коло за побуђивање ИГБТ-а, старт/стоп транзистора Интегрисана кола за побуђивање снажних мосфетова, старт/стоп транзистора <p>Кључни појмови: пасивно побудно/драјверско коло, интегрисано побудно/драјверско коло, карактеристике побудних/драјверских кола, основне шеме повезивања драјверских кола</p>
<p>Регулација брзине једносмерног мотора применом једноквадрантног чопера</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни PWM технику управљања једноквадрантним чопером за регулацију брзине једносмерног мотора повеже микроконтролерску картицу са претварачем и мотором имплементира алгоритам управљања за регулацију брзине једносмерног мотора применом PWM технике. демонстрира покретање и заустављање управљачког алгоритма применом старт/стоп тастера демонстрира регулацију брзине применом потенциометра на аналогном улазу микроконтролерске картице измери напон, струју и брзину мотора за промену фактора испуне нацрта основне регулационе карактеристике 	<ul style="list-style-type: none"> PWM техника управљања једноквадрантним транзисторским чопером за регулацију брзине једносмерног мотора-принцип технике управљања и регулације брзине хардверска организација претварача синтеза управљачког алгоритма, контрола извршавања програма старт/стоп тастером, промена фактора испуне потенциометром <p>Кључни појмови: PWM техника управљања, једноквадрантни транзисторски чопер, регулација брзине једносмерног мотора, синтеза управљачког алгоритма</p>
<p>Регулација брзине једносмерног мотора применом двоквадрантног чопера</p>	<ul style="list-style-type: none"> објасни технику управљања двоквадрантним чопером за регулацију брзине једносмерног мотора повеже микроконтролерску картицу са хардвером претварача и мотором имплементира алгоритам управљања за регулацију брзине једносмерног мотора са променом смера обртања демонстрира покретање и заустављање управљачког алгоритма применом старт/стоп тастера демонстрира регулацију брзине применом потенциометра на аналогном улазу микроконтролерске картице измери напон, струју и брзину мотора за рад у 1. и 3. квадранту нацрта основне регулационе карактеристике у 1. и 3. квадранту 	<ul style="list-style-type: none"> Двоквадрантни транзисторски чопер у Н-мосту за регулацију брзине обртања једносмерног мотора са променом брзине обртања ротора-принцип технике управљања и регулације брзине у 1. и 3. квадранту Хардверска организација претварача Синтеза управљачког алгоритма, контрола извршавања програма старт/стоп тастером, Промена фактора испуне потенциометром <p>Кључни појмови: двоквадрантни транзисторски чопер, регулација брзине са променом смера обртања, синтеза управљачког алгоритма</p>
<p>Регулација брзине корачних мотора</p>	<ul style="list-style-type: none"> Објасни намену побудних кола за управљање корачним мотором објасни основну шему повезивања микроконтролерске картице, претварача и корачног мотора повеже микроконтролерску картицу са хардвером претварача и мотором имплементира алгоритам управљања за регулацију брзине униполарног корачног мотора имплементира алгоритам управљања за регулацију брзине биполарног корачног мотора тестира рад управљачког алгоритма измери напон, струју и брзину корачног мотора нацрта основне регулационе карактеристике 	<ul style="list-style-type: none"> Побудна интегрисана кола за напајање униполарних и биполарних корачних мотора Основне шеме повезивања микроконтролерске картице, побудних кола и мотора Основни алгоритам управљања мотором у циљу промене брзине униполарног мотора (са и без промене смера обртања) Основни алгоритам управљања мотором у циљу промене брзине униполарног мотора (са и без промене смера обртања) Контрола извршавања програма старт/стоп тастером Задавање референце потенциометром <p>Кључни појмови: побудно коло, униполарни корачни мотор, биполарни корачни мотор, алгоритам управљања, регулација брзине са и без промене смера обртања</p>

<p>Регулација позиције корачних мотора</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни принцип регулације позиције корачног мотора • објасни основну шему за имплементацију регулације позиције униполарног и/или биполарног корачног мотора • имплементира алгоритам за регулацију позиције униполарног мотора • имплементира алгоритам за регулацију позиције биполарног мотора • тестира извршавање управљачког алгоритма • измери промену позиције угла закретања ротора мотора у зависности од промене референце • нацрта дијаграм промене угла закретања ротора у зависности од промене референце 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни принцип регулације позиције униполарног и биполарног корачног мотора • Основна шема повезивања микроконтролерске картице, хардвера претварача и униполарног мотора • Основна шема повезивања микроконтролерске картице, хардвера претварача и биполарног мотора • синтеза управљачког алгоритма за регулацију позиције униполарног корачног мотора (са и без промене смера) • синтеза управљачког алгоритма за регулацију позиције биполарног корачног мотора (са и без промене смера) • контрола извршавања програма преко старт/стоп тастера, задавање референце потенциометром <p>Кључни појмови: регулација позиције, алгоритам управљања, контрола извршавања</p>
<p>Регулација брзине асинхронног мотора применом фреквентног претварача и ПЛЦ-а</p>	<ul style="list-style-type: none"> • објасни намену фреквентног претварача • повезује енергетске прикључке према задатој шеми • повезује контролне терминале према задатој шеми • подешава параметре фреквентног претварача према захтеву • подеси параметре претварача за "multi-step speed selection", према захтеву • повеже дигиталне излазе ПЛЦ-а и дигиталне улазе контролног терминала фреквентног претварача према приложеној шеми • програмира ПЛЦ за имплементацију "multi-step speed control" алгоритма управљања асинхронним мотором без промене смера обртања • програмира ПЛЦ за имплементацију "multi-step speed control" алгоритма управљања асинхронним мотором са променом смера обртања • демонстрира пуштање и заустављање рада погона • врши промену параметара према додатним захтевима 	<ul style="list-style-type: none"> • Фреквентни претварач, основна структура и намена • Прикључни фреквентног претварача • Контролни терминал фреквентног претварача, аналогни и дигитални улази на контролном терминалу, примена • Параметри фреквентног претварача, параметар листа, подешавање параметара • Параметри претварача за "multi-step speed selection" • Подешавање параметара за "multi-step speed selection" • Начин повезивања ПЛЦ-а и контролног терминала фреквентног претварача за "multi-step speed control" алгоритма управљања асинхронним мотором без промене смера обртања • Начин повезивања ПЛЦ-а и контролног терминала фреквентног претварача за "multi-step speed control" алгоритма управљања асинхронним мотором са променом смера обртања • Програмирање ПЛЦ-а за "multi-step speed control" алгоритма управљања асинхронним мотором без промене смера обртања. • Програмирање ПЛЦ-а за "multi-step speed control" алгоритма управљања асинхронним мотором са променом смера обртања. • Имплементација алгоритма управљања и тестирање извршавања. <p>Кључни појмови: фреквентни претварач, регулација брзине асинхронног мотора, повезивање опреме, подешавање параметара, програмирање ПЛЦ-а, тестирање рада погона.</p>

4. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На првом часу упознати ученике са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и критеријумом и начинима оцењивања, као и начином рада у рачунарској учионици/кабинету, подели на групе и распоредом реализације наставе.

Дискутујете са ученицима о њиховим размишљањима на теме: Шта ја то дигитална контрола? Аа ли су се некада срели са овим појмом у досадашњем раду? На уводним часовима успоставити корелацију са предметима микроконтролери и електрични погони и опрема у мехатроници

Облици наставе: лабораторијске вежбе

Место реализације наставе:

- Лабораторијске вежбе се реализују у лабораторији за електричне погоне и опрему у мехатроници/мехатронске системе

Препоручени број часова по темама:

- Увод у дигитално управљање електричним погонима: лабораторијске вежбе: 6 часова;
- Побудна/драјверска кола у претварачима енергетске електронике електричних погона: лабораторијске вежбе: 9 часова;
- Регулација брзине једносмерног мотора применом једноквадрантног чопера: лабораторијске вежбе 9 часова;
- Регулација брзине једносмерног мотора применом двоквадрантног чопера: лабораторијске вежбе: 9 часова;
- Регулација брзине корачних мотора: лабораторијске вежбе: 9 часова;
- Регулација позиције корачних мотора: лабораторијске вежбе: 9 часова;
- Регулација брзине асинхронног мотора применом фреквентног претварача и ПЛЦ-а: лабораторијске вежбе: 11 часова.

При изради оперативних планова потребно је дефинисати динамику рада имајући у виду да је учење, као и формирање ставова и вредности, континуирани процес и да је резултат је свих активности на часовима реализованих различитим методским приступом, коришћењем информација из различитих извора, презентованим већим броје реалних примера и уз активно учешће ученика.

Наставне садржаје је неопходно реализовати кроз примере што више ситуација из реалног контекста, користећи савремене наставне методе и средства. Треба настојати да ученици буду оспособљени за: самостално решавање проблемских ситуација; проналажење, систематизовање и коришћење информација из различитих извора (нпр. стручне литературе, интернета, часописа, уџбеника, каталога...); визуелно опажање, поређење и успостављање веза између различитих садржаја (нпр. повезивање садржаја предмета са свакодневним искуством, садржајима других предмета и др.); тимски рад; самопроцену сопственог знања и напредовања; презентацију својих радова и групних пројеката и ефикасну визуелну, вербалну и писану комуникацију уз, када је то потребно и одговарајућу аргументацију.

Приликом реализације наставе истаћи важност поштовања стандарда, правила и прописа у овој области и указати на могуће проблеме који се могу појавити услед непоштовања и/или непридржавања истих.

Лабораторија у којој се реализују вежбе из овога предмета треба да има приступ интернету. Приликом реализације наставе успоставити максималну корелацију између предмета микроконтролери, електрични погони и опрема у мехатроници и ПЛЦ. У свакој планираној теми настојати остварење свих планираних исхода. Посебну пажњу обратити хардверској синтези и међусобном повезивању микроконтролерске картице, побудних драјверских кола и енергетског дела претварача.

Све хардверске реализације урадити на безбедном напону до 50V. За практичну реализацију пасивних побудних кола користити стандардне електричне шеме одговарајућих транзистора снаге. За транзисторске мосне претвараче користити драјверска кола серије IR21xx (погонска кола мосфетова). Такође, драјверска кола серије IRxxxx могу се користити и за транзисторске чопере ако се као прекидачке компоненте користе мосфет-ови.

Приликом организације лабораторијских вежби ученике делити у мале групе до 3 ученика, подстицати тимски рад. Практична реализација садржаја подразумева да свака група ученика на располагању има следећу опрему: рачунар, микроконтролерску картицу, хардверску картицу претварача, одговарајући мотор, изворе напајања, мерне инструменте и проводнике за повезивање.

Посебну пажњу посветити разумевању и анализи управљачких алгоритама, хардверском повезивању опреме и материјала, софтверској синтези управљачких алгоритама, и тестирању управљачких алгоритама. У оквиру припремне наставе наставника за реализацију предмета посебну пажњу посветити припреми и разради препоручених садржаја као и хардверској припреми. Хардверска припрема треба да буде таква да обезбеђује безбедан рад усеника са опремом која у себи интегрише заштиту од кратких спојева и неправилног укључења (прикључења) опреме. За тестирање управљачких алгоритама користити електричне моторе мале снаге.

За имплементацију управљачких алгоритама користити стандардне микроконтролерске управљачке системе који се налазе на тржишту, али оне напреднијих перформанси (нпр. Arduino mega, или Arduino due). Посебну пажњу посветити повезивању микроконтролерске картице побудног кола и енергетског кола претварача. Зато се препоручује да се сложенији хардверски модели реализују као модуларни уређаји где ће ученици вежбати прво међусобно повезивање одговарајућих хардверских модула а затим програмирање и тестирање одговарајућих управљачких алгоритама. Приликом реализације теме о регулацији брзине асинхроног мотора применом фреквентног претварача и ПЛЦ-а обратити пажњу на мере безбедности и здравља на раду с обзиром да се ради на мрежном напону. Пре укључења напајања пажљиво проверити исправност електричних веза као и веза ПЛЦ-а и контролног терминала фреквентног претварача. Код имплементације „multi-step speed control” без промене смера обртања ученицима дати да фреквентни претварач напаја асинхрони мотор са следећим подешавањима:

- дефинисати време убрзања/успоревња
- дефинисати време трајања напајања одређеном фреквенцијом
- дефинисати да се активирањем тастера старт мотор напаја са фреквенцијама 10, 30, 50Hz сукцесивно о одређеном интервалу трајања и да се тај интервал циклично понавља све док се не притисне тастер стоп, односно 10, -30, 50Hz са променом смера обртања где – означава супротан смер обртања вратила мотора.

У свим темама које се односе на регулацију брзине и позиције управљачке алгоритме реализовати за рад без повратне спреге, односно рад у отвореној повратној спрези без давача брзине или позиције. Синтеза управљачких алгоритама у затвореној повратној спрези и примена регулатора излазе ван оквира овог предмета.

Препоручене пројектне активности*: У току школске године организовати један пројектни задатак. Приликом планирања пројектних задатака водити рачуна о следећем:

- ученике поделити у мање тимове;
- у једном тиму је до 3 ученика;
- формирати одговарајући број тема пројектних задатака наспрам броја тимова;
- организовати истраживачки рад ученика на тему пројектног задатака, а према препорукама за реализацију напредних техника учења и пројектне наставе;
- ученицима дати довољно времена да обраде тему пројектног задатка, уколико је то могуће пројектним задатком обухватити и садржаје са лабораторијских вежби, односно, настојати максимално успоставити корелацију између теоријског и практичног дела предмета;
- у оперативном плану рада предвидети одговарајући број часова за презентовање пројектних задатака, применом савремених метода напредног учења и мултимедијалне опреме;

Програмом предмета препоручено је да пројектни задаци буду у вези са темама (Регулација брзине једносмерног мотора применом једноквадрантног чопера, Регулација брзине једносмерног мотора применом двоквадрантног чопера, Регулација брзине корачних мотора, Регулација позиције корачних мотора), али наставник може у сарадњи са ученицима изабрати и неке друге теме које су у вези са циљевима предмета.

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Формативно оцењивање, као модел праћења напредовања ученика, се одвија на сваком часу и свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Постигнућа ученика је могуће вредновати кроз: активности на часу (тј. процесу учења); постављање питања и/или давање одговора у складу са контекстом који се објашњава; позитивном односу према опреми; израду задатака, истраживачких пројеката и сл.; презентовање садржаја; тестове практичних вештина, праћење постигнутости исхода, помоћ друговима из одељења у циљу савладавања градива и сл. Ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у остваривању исхода, као и напредак других ученика, уз одговарајућу аргументацију.

На крају сваког часа или активности направити кратку анализу досадашњег рада, обавезно похвалити ученика за оно што је постигао и образложити шта може и треба да поправи и/или уради. Потребно је осмислити више типова различитих активности са продукцијом различитог нивоа сложености и утврдити очекиване исходе, а према њима и критеријуме вредновања.

Оцењивање ученика се одвија у складу са Правилником о оцењивању. Потребно је, на почетку школске године, утврдити критеријуме за оцењивање (у складу са Правилником о оцењивању), првенствено за сумативно оцењивање и са њима упознати ученике.

Сумативно оцењивање се може извршити на основу података прикупљених формативним оцењивањем, резултата/решења проблемског или пројектног задатка, усмених провера знања, контролних и домаћих задатака, тестова знања и сл. Начин утврђивања сумативне оцене ускладити са индивидуалним особинама ученика.