

**СПИСАК ПРЕДМАТА СА НЕДЕЉНОМ И ГОДИШЊОМ НОРМОМ ЗА  
ЧЕТВРТУ ГОДИНУ ОБРАЗОВНОГ ПРОФИЛА  
МАШИНСКИ ТЕХНИЧАР ЗА КОМПЈУТЕРСКО КОНСТРУИСАЊЕ**

РЕД.БРОЈ	НАЗИВ ПРЕДМЕТА	ЧЕТВРТА ГОДИНА						Настава у блоку
		Разредно часовна настава						
		НЕДЕЉНО			ГОДИШЊЕ			
		Т	В	ПН	Т	В	ПН	
1.	Српски језик и књижевност	3			96			
2.	Енглески језик	2			64			
3.	Физичко васпитање	2			64			
4.	Математика	3			96			
5.	Социологија са правима грађана	2			64			
6.	Моделирање машинских елемената и конструкција		3			96		60
7.	Технологија механичких спојева	1	2		32	64		
8.	Конструисање	2	3		64	96		
9.	Рачунаром подржано конструисање		6			192		
10.	Грађанско васпитање / Верска настава	1			32			
11.	Изборни предмет	2			64			
12.								
13.								
14.								
15.								
16.								

Б: Листа изборних програма према програму образовног профила

РБ	Листа изборних програма	РАЗРЕД			
		I	II	III	IV
<b>Општеобразовни програми</b>					
1.	Музичка култура*			2	2
2.	Биологија*			2	2
3.	Изабрана поглавља математике			2	2
4.	Историја (одабране теме)*			2	2
5.	Физика*			2	2
6.	Логика са етиком*			2	2

\*Ученик бира предмет једном у току школовања у трећем или четвртном разреду

РБ	Листа изборних програма	РАЗРЕД			
		I	II	III	IV
<b>Стручни предмети</b>					
1.	Адитивне технологије			2	2
2.	Управљање системом квалитета			2	2
3.	Мехатроника			2	2

## Моделирање машинских елемената и конструкција

Недељни фонд часова: 0 + 3

Годишњи фонд часова: 0 + 96 + 60 блок наставе

### 1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
IV	0	96	0	60	156

### 2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Усвајање знања и вештина неопходних за практичну примену приликом конструисања и моделирања како елемената тако и конструкција;
- Оспособљавање ученика за коришћење стандардних и препоручених вредности и величина из таблица, графикона и дијаграма;
- Обједињавање знања из машинских елемената, технологије обраде и компјутерске графике.

### 3. ТЕМЕ, ИСХОДИ, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Моделирање компоненти склопа и склопа, са генерисањем техничке документације	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Формира радионичке и склопни цртеж на основу претходно израђених 3D модела машинских делова и склопа. Цртеже креира на основу стечених знања, користећи и дефинишући при том погледе, пресеке, полупресеке, делимичне пресеке и сл.</li> <li>• Користи или нацрта потребну табелу за радионички, односно склопни цртеж.</li> <li>• Изврши генерисање саставнице.</li> <li>• Дефинише изометриске приказе појединачних машинских делова на радионичком цртежу.</li> <li>• Прикаже изометријски и/или тзв. <i>Exploded View</i> склопа на склопном цртежу.</li> <li>• Дефинише класе површинске хрпавости на цртежу.</li> <li>• Дефинише толеранције мера на цртежу.</li> <li>• Дефинише толеранције облика и положаја на цртежу.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Формирање радионичких и склопног цртежа на основу постојећих модела машинских делова и склопа. Техничка документација се креира на бази постојећих знања. При томе се користе креирани погледи, пресеци, полупресеци, делимични пресеци и сл..</li> <li>• Употреба постојећих шаблона табела или цртање табела за радионички, тј. склопни цртеж.</li> <li>• Генерисање саставнице.</li> <li>• Дефинисање изометриског приказа за сваки машински део склопа на радионичком цртежу.</li> <li>• Приказ изометријског и/или тзв. <i>Exploded View</i>-а склопа на склопном цртежу.</li> <li>• Одређивање класа површинске хрпавости на цртежу.</li> <li>• Одређивање теолеранција мера.</li> <li>• Одређивање толеранција облика и положаја.</li> </ul>
Монтажа	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разуме улогу и функцију делова у склопу.</li> <li>• При монтажи води рачуна о равномерности поступка и начина склапања делова у склоп, редослед склапања, склопности и функционалности склопа.</li> <li>• Растави позиције склопа.</li> <li>• Приказује сваки део у склопу (визуализација).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Растављање позиција у склопу.</li> <li>• Униформност поступка и начина склапања делова у склоп, редослед склапања, склопност и функционалност склопа.</li> <li>• Растављен цртеж склопа.</li> <li>• Приказ сваког појединачног дела у склопу (визуализација).</li> </ul>
Блок настава-рад са лимовима	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Користи технику креирања лимених делова, тј. да примени процес савијања лимова (<i>Sheet metal</i>).</li> <li>• Разуме и примењује принципе савијања лимова.</li> <li>• Развија претходно моделиране 3D форме лимова у 2D форму.</li> <li>• Уклопи 2D форму у стандардне димензије полуфабриката водећи при том рачуна о оптимизацији искоришћења материјала.</li> <li>• Да моделира алатне форме у процесима савијања лимова на пресима.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Креирање делова који настају савијањем лимова – тзв. процес <i>Sheet metal</i>.</li> <li>• Примена принципа савијања лимова у 3D форме.</li> <li>• Развијање претходно искројених 3D форми лимова у 2D форму.</li> <li>• Уклапање 2D форме у стандардне димензије полуфабриката са максималним искоришћењем.</li> <li>• Моделирање алатних форми у процесима савијања лимова на пресима.</li> </ul>
Блок настава-ливење и ковање	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изведе моделирање ливених облика.</li> <li>• Формира шупљине калуца за ливење, тј. да моделира калуп за ливење под притиском (<i>MOLD-CAVITY</i>)</li> <li>• Моделира матрице и матрице у процесима бризгања пластике и пластичних епрувета.</li> <li>• Изведе моделирање кованих облика.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Моделирање ливених облика.</li> <li>• Формирање шупљине калуца, односно моделирање калуца за ливење под притиском.</li> <li>• Моделирање матрице и матрице у процесима бризгања пластике и пластичних епрувета.</li> <li>• Моделирање кованих облика.</li> </ul>

**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 у рачунарском кабинету. Приликом остваривања програма одељење се дели на групе до 15 ученика.

У току реализације ослонити се на предзнања ученика из техничког цртања, компјутерске графике, машинских елемената, технологије обраде. Наставник припрема потребне елементе за вежбу, демонстрира рад на рачунару, прати рад ученика на радном месту и указује на грешке при раду. Радне задатке везивати за конкретну машинску праксу.

Препоручени број часова по темама је следећи:

- Моделирање компоненти склопа и склопа, са генерисањем техничке документације (86 часова)
- Монтажа (10 часова)

Приликом реализације теме Моделирање компоненти склопа и склопа, са генерисањем техничке документације ученици треба да ураде један пројектни задатак:

1. За изабрани машински склоп потребно је урадити радионичке цртеже и цртеж склопа са дефинисаном површинском храповошћу, као и дефинисаним толерацијама мера, облика и положаја.

Приликом реализације теме Монтажа ученици треба да ураде један пројектни задатак:

1. За изабрани машински склоп потребно је урадити растављени цртеж склопа.

Приликом реализације БЛОК НАСТАВЕ ученици треба да ураде **два пројектна задатка**:

1. Моделирати склоп који се састоји од лимених делова са целокупном техничком документацијом.
2. Моделирати алат за ливење или обраду пластичним деформисањем са припадајућим радионичким цртежима и цртежом склопа.

**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.

Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује. Када је у питању израда пројектног задатка може се применити „чек листа” у којој су приказани нивои постигнућа ученика са показатељима испуњености, а наставник треба да означи показатељ који одговара понашању ученика.

## Технологија механичких спојева

Недељни фонд часова: 1 + 2

Годишњи фонд часова: 32 + 64 (96)

### 1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
IV	32	64	0	0	96

### 2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Оспособљавање ученика да разликују карактеристичне машинске елементе и машинске делове, познају принципе њиховог функционисања и намену;
- Оспособљавање ученика да користе техничку документацију;
- Оспособљавање ученика да самостално прорачунају и димензионшу машинске делове;
- Развијање способности примене стечених знања у практичној настави;
- Развијање смисла за тачност и прецизност и одговоран однос према раду.

### 3. ТЕМЕ. ИСХОДИ. ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Уграђивање клизних и котрљајних лежаја	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Објасни функцију улежиштења у покретном ослонцу</li> <li>• Објасни функцију улежиштења у непокретном ослонцу</li> <li>• Опише поступак уграђивања лежаја у покретном ослонцу</li> <li>• Опише поступак уграђивања лежаја у непокретном ослонцу</li> <li>• Разликује правилно од неправилног уграђивања лежаја</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Формирање улежиштења у покретном ослонцу</li> <li>• Формирање улежиштења у непокретном ослонцу</li> <li>• Алати за монтажу и демонтажу лежаја</li> </ul>
Склапање зупчастих парова	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Објасни значај бочног зазора</li> <li>• Мери величину бочног зазора</li> <li>• Измери траг ношења бокова спрегнутих зубаца</li> <li>• Објасни траг ношења бокова спрегнутих зубаца</li> <li>• Објасни одступања оса обртања спрегнутих зупчаника</li> <li>• Чита прописана одступања геомтријских и кинематских величина зупчастог пара на техничкој документацији</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Цилиндрични зупчasti парови са правим и косим зупцима</li> <li>• Цилиндрични зупчasti парови са стреластим зупцима</li> <li>• Конусну зупчasti парови</li> <li>• Пужни парови</li> </ul>
Уграђивања спојница	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Објасни одступања оса вратила</li> <li>• Објасни утицај одступања оса вратила на избор спојнице</li> <li>• Објасни мерење коаксијалности вратила</li> <li>• Објасни уравотежење обода спојница</li> <li>• Објасни уградњу крутих спојница</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Одступања оса спајаних вратила</li> <li>• Круте спојнице</li> <li>• Еластичне спојнице</li> </ul>
Примена мерних ланаца у склапању машинских делова	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Објасни поступак апсолутне заменивости делова</li> <li>• Објасни поступак групне заменивости</li> <li>• Примени мерни ланац код уграђивања клизних и котрљајних лежаја</li> <li>• Примерни мерни ланац код формирања групне подешене завртањске везе</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Линијски мрни ланци</li> <li>• Групна заменивост делова</li> <li>• Клизни и котрљајни лежаји</li> <li>• Подешена групна завртањска веза</li> </ul>
Уходавање покретних механичких спојева	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Објасни значај уходавања на радну способност контактних површина</li> <li>• Наведе величине које утичу на процес уходавања</li> <li>• Објасни уходавање зупчастих парова</li> <li>• Објасни уходавање лежаја</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уходавање контактних површина</li> <li>• Радни услови процеса уходавања</li> <li>• Зупчasti парови</li> <li>• Клизни и котрљајни лежаји</li> </ul>

### 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 и вежбе у учионици и специјализованој учионици. Приликом остваривања програма вежби одељење се дели на групе до 15 ученика. Препорука у организацији наставе је да се наизменично по недељама реализује двочас теоријске наставе, односно двочас вежби. Препоручени број часова по темама је следећи:

- Уградња клизних и котрљајних лежаја (24)
- Склапање зупчастих парова(24)
- Уградња спојница (21)
- Примена мерних ланаца у склапању машинских делова (15)
- Уходавање покретних механичких спојева (12)

Приликом реализације тема ослонити се на предзнања ученика из математике, механике, машинских материјала, отпорности материјала, и машинских елемената. Препорука је да се приликом остваривања програма израђују задаци који ће се примењивати у практичној настави и стручним предметима. Инсистирати на систематичности и примени стечених знања у пракси.

За самосталне вежбе ученика потребно је припремити потребне машинске делове и елементе. Предлог тема самосталних вежби је следећи:

1. Формирање улежиштења у непокретном ослонцу
2. Подешена групна завртањска веза

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.

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 д апромовише 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.

## Конструисање

Недељни фонд часова: 2 + 3

Годишњи фонд часова: 64 + 96 (160)

### 1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
IV	64	96	0	0	160

### 2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Стицање основних стручно-теоријских знања за успешно решавање практичних задатака на пословима компјутерског конструисања и обликовања машинских елемената и машинских конструкција;
- Оспособљавање за самостално и организовано учествовање у конструктивној припреми производа;
- Развијање смисла за тачност, прецизност и естетски изглед.

### 3. ТЕМЕ, ИСХОДИ, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Фазе процеса конструисања	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опише животни циклус производа</li> <li>• Објасни листу захтева</li> <li>• Разликује елементарне од парцијалних функција</li> <li>• Изврши избор извршиоца елементарних функција</li> <li>• Формира техничке и економске критеријуме</li> <li>• Формира варијантна решења</li> <li>• Изврши избор компромисног решења</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Развој производа од идеје до репарације и рециклаже</li> <li>• Дефинисање пројектног задатка</li> <li>• Конципирање техничког решења</li> <li>• Разрада техничког решења</li> <li>• Комплетирање техничке документације</li> </ul>
Типизација, унификација и стандардизација у процесу конструисања	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разликује унифициране од типизираних делова</li> <li>• Објасни поступак формирања типизираних делова</li> <li>• Објасни Кошијев закон сличности</li> <li>• Изведе фактор пораста за оптерећење</li> <li>• Објасни значај стандардизације у процесу конструисања</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Типизација</li> <li>• Унификација</li> <li>• Стандардизација</li> <li>• Стандардни бројеви</li> <li>• Геометријска сличност димензија и облика</li> </ul>
Толеранције, налегања и мерни ланци у процесу конструисања	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Објасни критеријуме за избор квалитета толеранције</li> <li>• Анализира утицаја температуре на налегање машинских делова израђени од различитих материјала</li> <li>• Објасни избор система налегања</li> <li>• Објасни зависност толеранција дужинских мера и толеранција облика и положаја</li> <li>• Објасни зависност толеранција дужинских мера и толеранција храпавости површина</li> <li>• Формира линијски мерни ланац</li> <li>• Разликује резултујућу меру од толерисане мере</li> <li>• Одреди одступања резултујуће мере</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Толеранције у конструисању</li> <li>• Избор толеранција и налегања са аспекта функције, монтаже, израде, мерења, контроле и економског аспекта</li> <li>• Утицај температуре на налегање.</li> <li>• Толеранције облика и положаја</li> <li>• Толеранције храпавости</li> <li>• Линијски мерни ланац</li> <li>• Резултујућа мера</li> </ul>
Конструисање са аспекта чврстоће и радног века	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Одреди критични напон машинског дела у статичким условима за еластопластичне и висококвалитетне материјале</li> <li>• Прикаже Смитов дијаграм машинског дела</li> <li>• Одреди критични напон машинског дела када је <math>\sigma_u = \text{const}</math>.</li> <li>• Одреди критични напон машинског дела када је <math>\sigma_d = \text{const}</math>.</li> <li>• Одреди критични напон машинског дела када је <math>\sigma_d / \sigma_u = \text{const}</math>.</li> <li>• Прикаже промену радног напона на основу фактора асиметрије напона</li> <li>• Прикаже спектар напона</li> <li>• Објасни претпоставке хипотеза о линеарној акумулацији оштећења</li> <li>• Одреди радни век машинског дела на основу спектра напона и Велерове криве за машински део</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Критични напони у статичким условима, амплитуда напона се не мења а број циклуса је мањи од <math>10^4</math>,</li> <li>• Критични напони у статичким условима, амплитуда напона се не мења а број циклуса је већи од <math>10^4</math>,</li> <li>• Смитов дијаграм</li> <li>• Фактор асиметрије напона</li> <li>• Понашање машинских делова у условима променљивих амплитуда напона</li> <li>• Хипотеза о линеарној акумулацији оштећења</li> </ul>
Конструисање са аспекта рационализација масе - лаке конструкције	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Објасни значај лаких конструкција</li> <li>• Прикаже зависност трошкова од масе конструкције</li> <li>• Објасни поступке за добијање лаких конструкција</li> <li>• Анализира утицај облика попречног пресека на масу машинског дела напрегнутог на савијање</li> <li>• Анализира утицај облика попречног пресека на масу машинског дела напрегнутог на увијање</li> <li>• Објасни утицај механичких карактеристика материјала на масу</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лаке машинске конструкције напрегнуте на затезање</li> <li>• Лаке машинске конструкције напрегнуте на савијање</li> <li>• Лаке машинске конструкције напрегнуте на увијање</li> </ul>
Конструисање са аспекта начина израде и монтаже	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наведите поступке израде машинских делова</li> <li>• Објасни основне утицаје на избор поступка израде машинских делова</li> <li>• Наведите основне мере које треба испоштовати код кованих делова</li> <li>• Прикаже добра и лоша конструкциона решења ливених делова</li> <li>• Наведите основне мере које треба испоштовати код делова обрађених скидањем струготине</li> <li>• Прикаже добра и лоша конструкциона решења заварених конструкција</li> <li>• Прикаже добра и лоша конструкциона решења са аспекта услова монтаже</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ливени делови</li> <li>• Ковани делови</li> <li>• Делови обрађени скидањем струготине</li> <li>• Заварене конструкције</li> <li>• Монтажа делова</li> </ul>

Конструисање са аспекта поузданости	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прикаже функцију поузданости и функцију непоузданости</li> <li>• Наведе врсте отказа машинских делова</li> <li>• Објасни функцију густине отказа</li> <li>• Објасни функцију интензитета отказа</li> <li>• Прикаже хистограм основних показатеља поузданости на основу података о отказима машинских делова</li> <li>• Одреди поузданост склопа са редном везом елемената</li> <li>• Одреди поузданост склопа са паралелном везом елемената</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основни показатељи поузданости</li> <li>• Откази</li> <li>• Поузданост редне везе елемената</li> <li>• Поузданост паралелне везе елемената</li> </ul>
-------------------------------------	---	--

**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 и вежбе у учионици и специјализованој учионици. Приликом остваривања програма вежби одељење се дели на групе до 15 ученика. Препоручени број часова по темама је следећи:

- Развој конструкције (6)
- Анализа и оптимизација облика елемената и склопа (10)
- Стандардизација у процесу конструисања (14)
- Теорија система – машинска конструкција као машински систем (8)
- Извођење пројекта од идеје до реализације (14)
- Конструкција алата (12)

Приликом реализације тема ослонити се на предзнања ученика из математике, механике, машинских материјала, отпорности материјала, машинских елемената, моделирања машинских елемената и конструкција. Препорука је да се приликом остваривања програма истражују задаци који ће се примењивати у практичној настави и стручним предметима. Инсистирати на систематичности и примени стечених знања у пракси.

За самосталне вежбе ученика потребно је припремити потребне машинске делове и елементе. Предлог тема самосталних вежби је следећи:

- **Прва самостална вежба (27 часова)**– једноставнија спојница (чаураста, прирубна, са гуменим улошцима, са ламелама). Вежба треба да обухвати опис спојнице, прорачун виталних делова спојнице, опис монтаже и демонтаже, радионичке цртеже делова спојнице, као и склопни цртеж. Ова вежба је погодна јер су ученици стекли знања из машинских елемената и отпорности материјала потребна за разумевање, прорачун и цртање спојнице и њених елемената.
- **Друга самостална вежба (33 часа)**– ручна дизалица, свлакач или склоп добоша за подизање терета. Вежба треба да обухвати опис конструкције са анализом функционисања, начин монтаже, демонтаже, одржавања, руковања, анализу оптерећења делова конструкције, провера радних напона и степена сигурности, радионичке цртеже виталних делова, као и склопни цртеж конструкције.
- **Трећа самостална вежба (36 часова)**– једноstepени редуктор. Вежба треба да обухвати прорачун зупчаника и вратила (димензионисање, анализу оптерећења, степен сигурности), клинова, избор и проверу лежаја, цртеже зупчаника и вратила, као и склопни цртеж редуктора. Уместо једноstepеног редуктора, трећа самостална вежба може да буде и неки алат (на пример алат за пробијање и просецање).

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 дијалошка 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.

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, дајеу ченицима 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 сеодвија.

## Рачунаром подржано конструисање

Недељни фонд часова: 0 + 6

Годишњи фонд часова: 0 + 192

## 1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА - ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

1.1. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА<sup>1</sup>

РАЗРЕД	НАСТАВА				УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	
IV	-	192	-	-	192

<sup>1</sup> Подразумева реализацију наставе кроз теоријску наставу и практичне облике наставе

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

1.2. ПРЕМА ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА - ДУАЛНО ОБРАЗОВАЊЕ<sup>2</sup>

РАЗРЕД	НАСТАВА					УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Учење кроз рад	Настава у блоку	
IV	-	-	-	192	-	192

<sup>2</sup> Подразумева реализацију наставе кроз теоријску наставу, практичне облике наставе и учење кроз рад

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

## 2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА

- Упознавање ученика са основама анализе машинских конструкција применом методе коначних елемената

- Оспособљавање ученика за систематизацију знања стечених у другим предметима и модулима

- Оспособљавање ученика да изврше статичку и динамичку анализу склопова и делова применом комерцијалних програмских пакета базираних на методи коначних елемената

- Оспособљавање ученика да изврше анализу напонских стања елемената променом вредности разних параметара (материјала, оптерећења, димензија)

- Оспособљавање ученика за пројектовање делова и склопова применом методе коначних елемената

- Упознавање ученика са основама САМ технологија

## 3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Разред: четврти

Ред.бр.	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула (часови)			
		Т	В/УКР	ПН	Б
1.	Основе 3D анализе динамичког понашања конструкције применом рачунара	-	50	-	-
2.	Кинематска анализа механизма	-	40	-	-
3.	Основе анализе чврстоће и радног века конструкције применом рачунара	-	60	-	-
4.	3D моделирање процеса монтаже и генерисање потребне документације за монтажу коришћењем софтвера	-	42	-	-

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

Разред: четврти

НАЗИВ МОДУЛА: Основе 3D анализе динамичког понашања конструкције применом рачунара	
ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

<ul style="list-style-type: none"> <li>- дефинише прорачунски модел</li> <li>- дефинише ограничења и оптерећења</li> <li>- дефинише фреквентни опсег</li> <li>- дефинише број модова</li> <li>- одреди број модова и сопствене фреквенције конструкције</li> <li>- одреди максималне амплитуде осциловања на одговарајућим фреквенцијама</li> <li>- одреди напонско стање на одређеним фреквенцијама</li> <li>- изради амплитудно-фреквентог дијаграма за задато оптерећење</li> <li>- евидентира резултате 3D анализе динамичког понашања конструкције применом рачунара</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Одређивање сопствених и хармонијских фреквенција конструкције</li> <li>- Дефинисање одговарајућег оптерећења</li> <li>- Дефинисање одговарајућег ограничења</li> <li>- Дефинисање параметара анализе (број модова и/или фреквентни опсег)</li> <li>- Дефинисање коефицијента пригушења</li> <li>- Симулација напонског стања на одређеним фреквенцијама</li> <li>- Одређивање амплитудно-фреквентог дијаграма за задато оптерећење</li> </ul> <p>Кључни појмови: 3D анализа динамичког понашања конструкције</p>
<p>НАЗИВ МОДУЛА: Кинематска анализа механизма</p>	
<p><b>ИСХОДИ</b> По завршетку модула ученик ће бити у стању да:</p>	<p><b>ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- генерише кинематску шему механизма из 3D модела</li> <li>- дефинише геометрију механизма</li> <li>- додели угаону брзину за одабрани погонски елемент механизма применом рачунара</li> <li>- прикаже брзине и убрзања сваке тачке механизма у било којем тренутку односно положају механизма</li> <li>- прорачуна једноставнији механизам помоћу рачунарског software-a</li> <li>- моделира елементе механизма</li> <li>- изради склоп механизма помоћу рачунарског software-a</li> <li>- изврши кинематску анализу механизма</li> <li>- евидентира резултате кинематске анализе механизма</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Прорачун једноставнијег механизма помоћу рачунарског software-a</li> <li>- Моделирање елемената једноставнијег механизма</li> <li>- Израда склопа механизма</li> <li>- Кинематска анализа склопа</li> </ul> <p>Кључни појмови: Кинематска анализа</p>
<p>НАЗИВ МОДУЛА: Основе анализе чврстоће и радног века конструкције применом рачунара</p>	
<p><b>ИСХОДИ</b> По завршетку модула ученик ће бити у стању да:</p>	<p><b>ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- дефинише прорачунски модел</li> <li>- дефинише ограничења и оптерећења</li> <li>- одреди критичне напоне и радни век на бази статичке анализе - константна амплитуда оптерећење</li> <li>- одреди критичне напоне и радни век на бази модалне анализе - променљива амплитуда оптерећење</li> <li>- одреди критичне напоне и радни век на бази хармонијске анализе - променљива амплитуда оптерећење</li> <li>- одреди степен сигурности конструкције на бази константне и променљиве амплитуде осциловања</li> <li>- анализира различите утицаје (попречни пресек, облик, оптерећења) на чврстоћу и радни век конструкције</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Одређивање критичних напона и радног века конструкције у условима константног и променљивог оптерећења</li> <li>- Дефинисање одговарајућег оптерећења</li> <li>- Дефинисање одговарајућег ограничења</li> <li>- Дефинисање карактеристика материјала (S-N крива)</li> <li>- Понашање машинских делова у условима константних и променљивих амплитуда напона</li> <li>- Симулација напонског стања са аспекта чврстоће</li> <li>- Симулација напонског стања са аспекта радног века</li> <li>- Одређивање степена сигурности</li> </ul> <p>Кључни појмови: Чврстоћа и радни век конструкције</p>
<p>НАЗИВ МОДУЛА: 3D моделирање процеса монтаже и генерисање потребне документације за монтажу коришћењем софтвера</p>	

ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
<ul style="list-style-type: none"> <li>- разради технолошки процес монтаже на основу захтева пројектанта применом одговарајућег програма</li> <li>- изради монтажни цртеж и потребна упутства за монтажу (у текстуалној или видео форми)</li> <li>- изради дигиталне садржаје (базиране на 3D CAD моделу) као подршку процесу монтаже унутар дигитализованог технолошког система</li> <li>- врши проверу функционалности склопљених машинских делова симулацијом</li> <li>- врши проверу ергономских карактеристика склопа путем симулације унутар CAD/CAM система</li> <li>- изради упутство за употребу и одржавање машинског склопа</li> <li>- идентификује машинске делове склопа који се могу репарирати и поправљати</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Технолошки процес монтаже</li> <li>- Цртеж и упутства за монтажу</li> <li>- Симулација функционалности склопљених машинских делова</li> <li>- Симулација ергономских карактеристика склопа</li> <li>- Упутство за употребу и одржавање машинског склопа</li> </ul> <p>Кључни појмови: монтажа, технолошки процес монтаже, упутства за монтажу</p>

**5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА**

Облици наставе: Предмет се реализује кроз вежбе и учење кроз рад.

Место реализације наставе: Специјализована учионица, информатички кабинет, пројектни биро.

Подела одељења на групе: Приликом остваривања програма одељење се дели на групе до 10 ученика.

Препоруке за планирање наставе:

При планирању наставног процеса наставник, на основу циљева предмета и исхода, самостално планира број часова обраде, утврђивања, као и методе и облике рада са ученицима. Наставник најпре креира свој годишњи - глобални план рада полазећи од дефинисаних исхода и дефинисаних кључних појмова, из кога ће касније развијати своје оперативне планове. Дефинисани исходи по темама олакшавају наставнику даљу операционализацију исхода на ниво конкретне наставне јединице и дефинишу исходе специфичне за дату наставну јединицу. Треба имати у виду приликом планирања да се исходи разликују и да се неки могу остварити брже и лакше, а да је за постизање неких исхода потребно више времена и различитих врста активности. Препорука је да наставник планира и припрема наставу самостално и да кроз сарадњу са колегама обезбеди међупредметну корелацију. Улога наставника је да при планирању наставе води рачуна о саставу одељења, резултатима након иницијалне процене, степену опремљености школе, доступном уџбенику, примерима из праксе и другим наставним средствима и материјалима које ће користити.

Дефинисани исходи у програму предмета су различитог нивоа. Исходи нижег нивоа захтевају од ученика да наведу чињенице, дефинишу појмове или репродукују чињенице и поступке. Сложенији исходи траже од ученика да користи стечено знање у новим и конкретним ситуацијама. Исходи највишег нивоа траже од ученика да примењују стечена знања и вештине у новим и непознатим ситуацијама, анализирају или евалуирају расположиве податке.

Приликом планирања наставник треба да изврши операционализацију исхода, да сложени исход, за чију је реализацију потребно више времена и активности, разложи на више мањих исхода. Наставу усмерити на остваривање исхода, бирајући препоручене садржаје или проналазећи неке друге садржаје који су усмерени на ефикасније остваривање исхода.

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 исходи предмета остваре. При томе, треба имати у виду да формирање ставова и вредности, представља континуирани процес и резултат је кумулативног дејства целокупних активности на свим часовима што захтева веће учешће ученика, различита методска решења, велики број примера и коришћење информација из различитих извора и реалног живота.

Препоруке за остваривање наставе:

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

Током реализације предмета у све три године користити исти програмски систем који се користи и за Моделирање машинских елемената и конструкција и код кога се анализе базирају на методи коначних елемената (МКЕ).

У току реализације модула ослонити се на предзнања ученика из техничког цртања, механике, отпорности материјала, машинских елемената, компјутерске графике, моделирања машинских елемената и конструкција, конструисања, технологије механичких спојева, технологије обраде, технолошких поступака.

Посебну пажњу посветити упознавању са основама програмског система базираних на методи коначних елемената, који су основа за савладавање свих наредних модула предмета.

При реализацији модула Прорачун конструкције применом програмских система МКЕ фокусирати се на примерима греде и конзоле (прорачун конструкције, цртање дијаграма сила и момената). Ослонити се на знања из механике и отпорности материјала. Почетне једноставне примере греда и конзола радити најпре без примене рачунара, а потом применом програмског система како би ученици схватили предности рада применом рачунара.

При реализацији модула Прорачун елемената конструкције применом програмских система МКЕ (раванско и просторно стање напона и деформација) ослонити се на знања ученика из отпорности материјала. На почетку при решавању задатака користити примере из претходног модула само их у овом случају моделирати као раванске и тродимезионалне. На овај начин ће ученици уочити разлику између 1D, 2D и 3D прорачунских модела, као и предности и недостатке поменутих модела. Такође ће се на овим примерима направити разлика између просторног и раванског стања напона различитих напрезања и оптерећења. У овим примерима ученици ће уочити могућности примене стеченог знања из механике и отпорности материјала.

У оквиру модула Моделирање делова и склопова и израда техничке документације (2D) (дефинисање толеранција мера, облика и положаја) базирати се на стеченим знањима из предмета техничко цртање са нацртном геометријом, компјутерска графика, моделирање машинских елемената и конструкција и машински елементи. Препорука је да се изабере неки од задатака из конструисања који садржи све елементе (на пример редуктор: зупчаници, вратила, клинови, лежаји, спојнице итд), како би се касније на другим модулима извршио статички, динамички прорачун и одређивање радног века појединих делова и подсклопова. Такође, на бази моделирања делова могао би се израдити склоп, техничка документација делова и дефинисати управљачки програм у САМ програмском систему у оквиру модула САМ технологије.

Модул Основе 3D анализе статичког понашања конструкције применом рачунара се ослања на стечена знања из машинских елемената, моделирања машинских елемената и конструкција, технологије механичких спојева и машинских материјала. При решавању задатака користити примере из претходног модула.

У оквиру модула САМ технологије ослонити се на стечено знање из предмета технологија обраде и технолошки поступци. Приликом реализације наставе настојати да се што више садржаја реализује кроз различите вежбе из реалног радног окружења, како би ученици стекли што је могуће више знања и вештина у решавању проблема. За реализацију садржаја, потребно је обезбедити техничку литературу и пратећу техничку документацију.

Модул Основе 3D анализе динамичког понашања конструкције применом рачунара (одређивање сопствених и хармонијских фреквенција конструкције) има за циљ да се на једноставним примерима одреде сопствене фреквенције конструкције, као и да се одреди напонско стање на различитим фреквенцима. Предлог је да се користе исти примери као и у статичкој анализи. На овај начин ученици ће видети разлику између напонског и деформационог стања при статичком и динамичком проачуну.

У оквиру Кинематске анализе механизма, ослонити се на знања из механике и машинских елемената (прорачун, моделирање, кинематска анализа једноставнијег механизма).

Модул Основе анализе чврстоће и радног века конструкције применом рачунара (одређивање критичних напона и радног века конструкције у условима константног и променљивог оптерећења) се базира на стеченим знањима из предмета конструисање и машински елементи. При решавању задатака користити примере из претходних модула како би ученици јасно уочили разлику између одређивања чврстоће и радног века при деловању константне и променљиве аплитуде оптерећења.

Наставник припрема потребне елементе за вежбу (припремак, алат, прибор и потребну техничко-технолошку документацију), демонстрира рад на рачунару и радном месту, прати рад ученика на радном месту и указује на грешке при раду. Радне задатке везивати за конкретну машинску праксу. 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, методе пројектних задатака. Предложени облици рада су фронтални, рад у групи, рад у пару, индивидуални рад.

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 предузећа/сервиса 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.

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.

#### 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 сваког реализованог модула. 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.

Препоруке за оцењивање приликом реализације наставе према дуалном моделу образовања:

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/протокол за праћење који попуњава инструктор.

Наставник координатор учења кроз рад и инструктор, на почетку школске године или на почетку 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 препоручују 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 а које се спроводе у компанији или у школи. Избором адекватних и конкретних практичних задатака се мери ниво достигнутости планираних исхода вештина за изабрани модул или целину.

## Адитивне технологије

Недељни фонд часова: 2 + 0

Годишњи фонд часова: 64 + 0

## 1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА - ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				ПРАКСА	УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку		
III/IV	70/64	0	0	0	0	70/64

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

## 2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање ученика са основним карактеристикама, улогом и значајем адитивних технологија

## 3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Ред.бр	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула (часови)
1	Адитивне технологије	70/64

## 4. НАЗИВ МОДУЛА, ИСХОДИ, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

НАЗИВ МОДУЛА	ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Адитивне технологије	<ul style="list-style-type: none"> <li>• објасни појам адитивних технологија</li> <li>• наведе предности примене адитивних технологија</li> <li>• објасни израду прототипа применом адитивних технологија</li> <li>• објасни брзу израду алата применом адитивних технологија</li> <li>• објасни везу брзе производње и адитивних технологија</li> <li>• наведе поделу адитивних технологија</li> <li>• разликује врсте и карактеристике адитивних начина производње</li> <li>• препозна улогу и значај адитивних метода производње</li> <li>• наведе примену адитивних технологија кроз примере из праксе</li> <li>• објасни перспективу и разлоге раста примене адитивних технологија</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Адитивне технологије</li> <li>• Предност примене адитивних технологија</li> <li>• Израда прототипа и адитивне технологије</li> <li>• Брза израда алата и адитивне технологије</li> <li>• Брза производња и адитивне технологије</li> <li>• Подела адитивних технологија: <ul style="list-style-type: none"> <li>– према облику материјала</li> <li>– према методи израде модела</li> </ul> </li> <li>• Врсте процеса адитивне производње</li> <li>• Улога и значај адитивних метода производње</li> <li>• Адитивна производња – примери из праксе</li> <li>• Перспективе адитивних технологија</li> </ul>

## 5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку модула ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Предмет се реализује кроз теоријску наставу у учионици. Одељење се не дели на групе.

Избор метода и облика рада 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.

## 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 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.

## Мехатроника

Недељни фонд часова: 2 + 0

Годишњи фонд часова: 64 + 0

## 1. ОСТВАРИВАЊА ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА - ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД	НАСТАВА				ПРАКСА	УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку		
III/IV	70/64	0	0	0	0	70/64

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

## 2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- 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 сервисистеме

## 3. НАЗИВ И ТРАЈАЊЕ МОДУЛА ПРЕДМЕТА

Ред.бр	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула (часови)
1	Мехатроника	70/64

## 4. НАЗИВ МОДУЛА, ИСХОДИ, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

НАЗИВ МОДУЛА	ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Мехатроника	<ul style="list-style-type: none"> <li>• разликује и постави мерне претвараче</li> <li>• провери исправност и замени неисправне мерне претвараче</li> <li>• подеси параметре мерних претварача</li> <li>• врши избор мерних претварача из каталога</li> <li>• припреми извешај о извршеном мерењу</li> <li>• постави интерфејс према рачунару А/Д, тајмер, бројач, сва мерења преко рачунара, примени рачунар у мерењу</li> <li>• објасни улогу појединих елемената из система управљања</li> <li>• постави задате вредности у систему управљања на основу жељених излазних величина</li> <li>• предвиди промену излазних величина у систему управљања на основу задатих вредности и одабере потребан регулатор</li> <li>• разликује утицај пропорционалног (П), интегралног (И) и диференцијалног (Д) дејства на систем управљања</li> <li>• уочи доминантно дејство ПИД регулатора на основу понашања стања излаза система управљања</li> <li>• повезује елементе сервисистема и врши њихово подешавање</li> <li>• повезује елементе система аутоматске регулације и врши њихово подешавање</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конструкција, карактеристике и намена мерних претварача: <ul style="list-style-type: none"> <li>- отпорни</li> <li>- капацитивни</li> <li>- индуктивни</li> <li>- индукциони</li> <li>- оптоелектронски</li> <li>- пиезоелектрични</li> <li>- механички</li> <li>- електромагнетни</li> <li>- хидраулични</li> <li>- пнеуматски.</li> </ul> </li> <li>• Принцип рада мерних претварача: <ul style="list-style-type: none"> <li>- помераја</li> <li>- брзине (тахогенератор, енкодер)</li> <li>- силе и напрезања</li> <li>- температуре</li> <li>- притиска</li> <li>- нивоа</li> <li>- протока</li> <li>- положаја (механички претварачи, фотоелектрични, индуктивни и капацитативни сензори) .</li> </ul> </li> <li>• Провера и подешавање параметара мерних претварача</li> <li>• Блок-шеме система аутоматског управљања и улога појединих елемената</li> <li>• Аналогно и дигитално управљање</li> <li>• Тест функције и одзив система</li> <li>• ПИД управљање</li> <li>• Релејни контролери</li> <li>• Основни појмови о fuzzy логици</li> <li>• Сервисистеми: <ul style="list-style-type: none"> <li>- позициони</li> <li>- брзински</li> </ul> </li> <li>• Регулација процесних величина: температура, притиска, протока, нивоа, влажности, осветљености итд.</li> </ul>

## 5. УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

На почетку модула ученике упознати са циљевима и исходима наставе, односно учења, планом рада и начинима оцењивања. Предмет се реализује кроз теоријску наставу у учионици. Одељење се не дели на групе.

Избор метода и облика рада 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.

## 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 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.

## Управљање системом квалитета

Недељни фонд часова: 2 + 0

Годишњи фонд часова: 64 + 0

## 1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
III	70	0	0	0	70
IV	64	0	0	0	64

## 2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Стицање знања о концептима управљања квалитетом.
- Стицање знања о међународним стандардима ISO 9000.
- Стицање знања о TQM концепту и моделима TQM.
- Стицање знања о алатима квалитета.
- Стицање знања о менаџмент техникама које утичу на квалитет.
- Стицање знања о националној стратегији одрживог развоја.
- Стицање знања о усклађености националне стратегије управљању отпадом са директивама ЕУ.
- Стицање знања о усклађености националног програма заштите потрошача са директивама ЕУ.
- Овладавање стручном терминологијом неопходном за комуникацију у струци.

## 3. ТЕМЕ, ИСХОДИ, ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА

ТЕМА	ИСХОДИ По завршетку теме ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈИ / КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА
Концепт управљања квалитетом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• препозна промене у пословном окружењу и утицај технолошког развоја на пословање</li> <li>• разликује везе између пословних функција и значај квалитета за тржишну позицију</li> <li>• препозна улогу и значај менаџмента у управљању квалитетом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Концепт управљања квалитетом</li> <li>• Менаџмента у управљању квалитетом</li> </ul>
Међународни стандарди ISO 9000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• препозна улогу и значај примене серије стандарда ISO 9000</li> <li>• објасни опште карактеристике менаџмента квалитетом (QMS)</li> <li>• утврди трошкове квалитета и предности уведеног система управљања квалитетом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Међународни стандарди ISO 9000</li> <li>• Карактеристике менаџмента квалитета (QMS)</li> <li>• Трошкови квалитета и предности уведеног система управљања квалитетом</li> </ul>
Концепт и модели управљања тоталним квалитетом (TQM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• препозна настанак и развој TQM концепта</li> <li>• разликује различите моделе TQM</li> <li>• упоређује јапански, амерички и европски модел TQM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Концепт и модели управљања тоталним квалитетом</li> </ul>
Алати за утврђивање квалитета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• анализира принципе управљања квалитетом (узроковање, разлагање и распознавање података)</li> <li>• анализира основне алате квалитета: дијаграм тока процеса, листа за прикупљање података, хистограм и парето дијаграм</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Алати за утврђивање квалитета: <ul style="list-style-type: none"> <li>- дијаграм тока процеса,</li> <li>- листа за прикупљање података,</li> <li>- хистограм</li> <li>- парето дијаграм</li> </ul> </li> </ul>
Менаџмент технике које утичу на квалитет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• препозна развој нових менаџмент техника и управљања квалитетом</li> <li>• препозна модел унапређења задовољства корисника</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Менаџмент технике које утичу на квалитет</li> <li>• Модели унапређења задовољства корисника</li> </ul>
Систем квалитета у образовању	<ul style="list-style-type: none"> <li>• препозна улогу и значај квалитета у формалном и неформалном образовању</li> <li>• препозна декларацију о високом образовању (Болоњска декларација)</li> <li>• препозна улогу и значај увођења система квалитета у образовним организацијама</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Систем квалитета у образовању</li> </ul>
Стратегија одрживог развоја и управљања отпадом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• препозна значај националне стратегије одрживог развоја</li> <li>• препозна значај усклађености националне стратегије управљања отпадом са директивама ЕУ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стратегија одрживог развоја и управљања отпадом</li> </ul>
Програм заштите потрошача	<ul style="list-style-type: none"> <li>• препознаје значај усклађености националног програма заштите потрошача са директивама ЕУ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Национални програм заштите потрошача</li> </ul>

## 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:

- Концепт управљања квалитетом (4 часа)
- Међународни стандарди ISO 9000 (4 часа)
- Концепт и модели управљања тоталним квалитетом (TQM) (16/14 часова)
- Алати за утврђивање квалитета (14/12 часова)
- Менаџмент технике које утичу на квалитет (6/4 часа)
- Систем квалитета у образовању (4 часа)
- Стратегија одрживог развоја и управљања отпадом (12 часова)
- Програм заштите потрошача (10 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, 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. 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.