

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

РЕД.БРОЈ	НАЗИВ ПРЕДМЕТА	ДРУГА ГОДИНА						Настава у блоку
		Разредно часовна настава						
		НЕДЕЉНО			ГОДИШЊЕ			
		Т	В	ПН	Т	В	ПН	
1.	Српски језик и књижевност	3			111			
2.	Енглески језик	2			74			
3.	Физичко васпитање	2			74			
4.	Математика	3			111			
5.	Историја	2			74			
6.	Географија	2			74			
7.	Технологија обраде	2			74			
8.	Механика са механизмима	2	1		74	37		
9.	Отпорност материјала	1	1		37	37		
10.	Машински елементи	2	1		74	37		
11.	Компјутерска графика		3			111		
12.	Рачунаром подржано конструисање		4			148		
13.	Грађанско васпитање / Верска настава	1			37			

Б: Листа изборних програма према програму образовног профила

РБ	Листа изборних програма	РАЗРЕД			
		I	II	III	IV
Општеобразовни програми					
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

Листа изборних програма према програму образовног профила					
РБ	Листа изборних програма	РАЗРЕД			
		I	II	III	IV
Стручни предмети					
1.	Адитивне технологије			2	2
2.	Управљање системом квалитета			2	2
3.	Мехатроника			2	2

Технологија обраде

Недељни фонд часова: 2
Годишњи фонд часова: 74

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
II	74	0	0	0	74

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Стицање основних знања о обради спајањем
- Стицање основних знања о обради на компјутерски управљаним машинама алаткама
- Стицање основних знања о обради специјалним (неконвенционалним) поступцима
- Стицање основних знања о термичкој обради
- Стицање основних знања о испитивању материјала
- Стицање основних знања о заштити материјала

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
Обрада спајањем	<ul style="list-style-type: none"> • објасни основне појмове о лемљењу • наведе поделу лемова • објасни намену топитеља • објасни методе лемљења • објасни поступак лепљења • објасни поступак спајања заваривањем • наведе поделу поступака заваривања • наведе елементе завареног споја • наведе облике жљебова • разликује врсте заварених спојева • објасни гасно заваривање • наведе гасове који се користе за гасно заваривање • објасни улогу редукционих вентила • наведе основне делове горњоника за заваривање • објасни врсту пламена • објасни лолатни материјал • наведе поступке гасног заваривања • објасни РЕЛ поступак заваривања • објасни стварање електричног лука • објасни улогу, врсте и означавање електрода за заваривање • објасни ТИГ поступак • објасни МИГ поступак • објасни МАГ поступак • објасни заваривање под прахом • објасни заваривање плазмом • објасни електроотпорно заваривање • наведе и објасни поступке заваривања преклопних спојева: тачкасто, шавно и брадавичасто • наведе и објасни поступке заваривања сучеоних спојева: збијањем и варничењем • објасни и наведе поступке резања метала • објасни електролучно и гасно наваривање • примењује поступке заштите на раду 	<ul style="list-style-type: none"> • Спајање лемљењем • Врсте лемова • Топитељи • Методи лемљења: <ul style="list-style-type: none"> - механичким лемилима; лемљење горионицима; електроотпорно лемљење; индукционо лемљење; лемљење у пећима; лемљење у растопљеном лему; лемљење у растопљеним солима; лемљење ултразвуком. • Спајање метала лепљењем • Спајање заваривањем • Методи заваривања: топљењем и притиском • Основни појмови у техници заваривања • Гасно заваривање • Ручно електролучно заваривање • Заваривање ТИГ поступком • Заваривање МИГ поступком • Заваривање МАГ поступком • Заваривање под прахом • Заваривање плазмом • Електроотпорно заваривање • Резање метала • Наваривање • Заштита при заваривању
Обрада на компјутерски управљаним машинама алаткама и индустријским роботима	<ul style="list-style-type: none"> • објасни основне карактеристике НУМА • наведе основне елементе и нацрта структуру НУ обрадног система • објасни разлику између НУМА и обрадних центара • наброји врсте нумеричког управљања • објасни намену ФПС • објасни намену и поделу специјалних машина • објасни трансфер линије • објасни развој робота • наведе примене индустријског робота • објасни минималну конфигурацију робота • објасни завршне уређаје робота 	<ul style="list-style-type: none"> • Нумерички управљане машине алатке • Структура НУМА • Системи нумеричког управљања • Обрадни центри • Врсте управљања • Флексибилни производни системи • Специјалне машине • Трансфер линије • Индустријски роботи
Специјални (неконвенционални) поступци обраде	<ul style="list-style-type: none"> • објасни примену и поделу неконвенционалних поступака обраде • објасни специјалне (неконвенционалне) поступке обраде 	<ul style="list-style-type: none"> • Специјални поступци обраде • Електроерозивна обрада (EDM) • Електрохемијска обрада (ECM) • Ултразвучна обрада (EUS) • Обрада електронским снопом (EBM) • Обрада ласером (LBM) • Обрада плазмом (PJM) • Хемијске обраде (CM) • Обрада воденим млазом (WJM) • Обрада абразивним млазом (AJM) • Анодомеханичке обраде • Обрада у електромагнетном пољу • Електрохидрауличне обраде • Обрада експлозијом • Електромеханичке обраде • Комбиновани поступци обраде

Термичка обрада	<ul style="list-style-type: none"> • објасни термичку обраду • објасни разлику између термичке и хемијско-термичке обраде • објасни поступак жарења • објасни поступак нормализације • објасни поступак каљења • наведе поступке каљења • наведе средства за хлађење при термичкој обради • објасни поступак побољшања • објасни поступак отпуштања • наброји поступке хемијско-термичке обраде • објасни цементацију • објасни нитрирање • објасни цијанизирање • објасни силицирање • објасни дифузну метализацију: алитирање, борирање, хромирање • наброји опрему и уређаје за термичку обраду: за загревање, за одмашћивање, прање и хлађење делова 	<ul style="list-style-type: none"> • Термичка обрада • Методи и поступци термичке обраде: <ul style="list-style-type: none"> - жарење; - нормализација; - каљење; - побољшање; - отпуштање; • Методи хемијско-термичке обраде: <ul style="list-style-type: none"> - цементација; - нитрирање; - цијанизирање; - силицирање; - дифузна метализација; • Опрема и уређаји за термичку обраду
Испитивање материјала	<ul style="list-style-type: none"> • објасни циљ испитивања материјала • објасни механичке и технолошке особине материјала • објасни поступке испитивања материјала без разарања материјала • објасни поступке испитивања материјала са разарањем материјала • наведе поступке испитивања тврдоће 	<ul style="list-style-type: none"> • Испитивање материјала • Методи испитивања • Испитивање без разарања: <ul style="list-style-type: none"> - визуелни преглед - испитивање пенетрантима - магнетна испитивања - испитивања ултразвуком - радиографска испитивања • Испитивање са разарањем: <ul style="list-style-type: none"> - површинско разарање - запреминско разарање • Хемијска испитивања • Физичка испитивања • Металографска испитивања • Механичка испитивања • Технолошке испитивања
Заштита материјала	<ul style="list-style-type: none"> • објасни појам корозије и како настаје • наведе најважније облике корозије • наведе начине чишћења од свих врста нечистоћа • објасни све поступке заштите од корозије 	<ul style="list-style-type: none"> • Корозија • Облици корозије • Припрема за заштиту од корозије • Поступци заштите од корозије: <ul style="list-style-type: none"> - заштита неметалним превлакама - заштита металним превлакама - заштита хемијским превлакама - заштита превлакама од пластичних маса

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:

- Обрада спајањем (30 часова)
- Обрада на НУМА и индустријским роботима (12 часова)
- Специјални (неконвенционални) поступци обраде (10 часова)
- Термичка обрада (10 часова)
- Испитивање материјала (4 часова)
- Заштита материјала (8 часова)

Приликом реализације тема ослонити се на предзнања ученика из првог разреда из предмета технологија обраде, екологије и заштите животне средине, машинских материјала, механике. 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 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.

Механика са механизмима

Недељни фонд часова: 2 + 1

Годишњи фонд часова: 74 + 37 (111)

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
II	74	37	0	0	111

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Разумевање кретања тела
- Стицање знања о врстама и законитостима кретања материјалне тачке
- Стицање знања о кинематици крутог тела, транслаторном кретању, обртном кретању, раванском и сложеном кретању
- Стицање знања о општим законима динамике тачке, појмовима рада и снаге
- Стицање знања о динамици крутог тела
- Оспособљавање за примену закона кинематике и динамике у решавању задатака и проблема машинске праксе
- Развијање логичког мишљења и расуђивања и систематичности у решавању техничких проблема
- Разумевање утицаја сила на кретање тела
- Познавање основних принципа кинематике и динамике механизма

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
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)
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
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
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 слободе кретања • Конструкционо – функционална класификација механизма • Релативно кретање, апсолутно кретање и анализа померања кључних чланова механизма (полужних, кулисних, брегастих, зупчастих, моторних, фрикционих и механизма са еластичним члановима)

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
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
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)
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

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 и вежбе у учионици и специјализованој учионици. Одељење се дели на групе до 15 ученика приликом реализације вежби. Препорука је да се часови вежби реализују као двочас сваке друге недеље.

Препоручен број часова по темама је следећи:

- Основни појмови у кинематици (3 часа)
- Кинематика материјалне тачке (21 час)
- Кинематика крутог тела (24 часа)
- Кинематика механизма (12 часова)
- Динамика материјалне тачке (24 часа)
- Динамика система материјалних тачака (12 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, та знања најпре 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, отпорности материјала 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, брњење 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.

Отпорност материјала

Недељни фонд часова: 1 + 1

Годишњи фонд часова: 37 + 37 (74)

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
II	37	37	0	0	74

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Упознавање врста напрезања и њихових карактеристика
- Стицање знања о понашању техничких материјала под дејством оптерећења
- Стицање знања о сложеним напонским стањима
- Овладавање методама прорачуна и правилног избора материјала приликом димензионисања елемената машинских конструкција
- Оспособљавање за примену теоријских знања при решавању практичних техничких проблема
- Развијање логичког мишљења и самосталности при решавању практичних техничких проблема
- Оспособљавање за трансфер знања научених из других предмета

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
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
Аксијално напрезање	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише аксијално напрезање • нацрта дијаграм и објасни Хуков закон • 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
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
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 сложу фигуру, израчуна полупречник инерције и нацрта елипсу инерције • 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
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 • димензионише 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 лакских вратила (према дозвољеном напону и према дозвољеној деформацији)
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
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

Сложено напрезање	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише и препозна сложено напрезање • дефинише ексцентрични притисак • одреди максимални напон притиска и затезања • нацрта језгро пресека 	<ul style="list-style-type: none"> • Дефиниција и основни појмови из сложеног напрезања • Ексцентрични притисак • Језгро пресека
-------------------	---	---

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 и вежбе у учионици и специјализованој учионици. Одељење се не дели на групе.

Препоручен број часова по темама је следећи:

- Основни појмови и претпоставке отпорности материјала (4 часа)
- Аксијално напрезање (14 часова)
- Смицање (7 часова)
- Геометријске карактеристике равних и попречних пресека (15 часова)
- Увијање (6 часова)
- Савијање (18 часа)
- Извијање (4 часа)
- Сложена напонска стања (6 часова)

Садржај предмета отпорност материјала надовезује се на усвојена знања из статике. Знања из статике су предуслов за усвајање знања из отпорности материјала. Пре почетка сваке теме, посебно је осврнути се на научно 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 повезати садржаје отпорности материјала са садржајем 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.

При обради сложених напонских стања потребно је извршити рекапитулацију свих стечених знања.

При изради оперативног плана из отпорности материјала, потребно је извршити усаглашавање са оперативним планом из машинских елемената јер се проблематика прорачуна и избора машинских елемената заснива на поставкама отпорности материјала.

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

5. УПУТСТВО ЗА ФОРМАТИВНО И СУМАТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ УЧЕНИКА

Сумативно оцењивање ученика вршити на крају реализоване теме. Ове оцене се добијају из контролних радова, писмених радова, графичких радова, домаћих задатака, тестова, усменог излагања, самосталних радова ученика. Напредак ученика прати се континуирано. Нивои исхода и начин оцењивања морају бити усклађени. При изради задатака водити рачуна да задаци буду за различите нивое знања ученика (на пример: за димензионисање на савијање за ниже нивое знања дати просту греду оптерећену концентрисаним силама и попречним пресеком у облику простих фигура као што су круг, квадрат, правоугаоник, а за више нивое знања носач опрететити комбинацијом различитих оптерећења, са попречним пресеком у облику сложене фигуре).

При сумативном оцењивању наставник треба да промовише дијалог, уважавање другачијег мишљења, брњење личног става кроз аргументе, подстиче идеје ученика, охрабрује, подстиче самопроцену ученика, наводи ученике на различите изворе информација (уџбеници, часописи, интернет, стручна литература). Потребно је да наставник у електронском дневнику и у свесци за сумативно и формативно оцењивање бележи напредовање ученика и даје препоруке за напредовање ученика.

Машински елементи

Недељни фонд часова: 2 + 1

Годишњи фонд часова: 74 + 37 (111)

1. ОСТВАРИВАЊЕ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА – ОБЛИЦИ И ТРАЈАЊЕ

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
II	74	37	0	0	111

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 димензионишу 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
Стандардизација и толеранције	<ul style="list-style-type: none"> • објасни разлику између машинских делова и машинских елемената • препозна различите врсте машинских делова и елемената • препозна стандардне машинске делове и елементе • користи каталоге стандардних машинских делова и елемената • разуме неопходност увођења толеранција и остваривања налегања • објасни начине мерења и контроле облика и положаја површина • наведе врсте мерила дужине • опише поступак мерења и контролисања дужинских мера • изврши мерење и контролисање: дужинских мера, • изведе мерење предмета различитих облика и положаја помичним мерилима различитих типова, мерних опсега и различитих класа тачности • изведе мерење различитих облика микрометром за спољна и унутрашња мерења • изведе мерење паралелности и равности површина • формира ознаку налегања • објасни појмове, напон, напрезање, степен сигурности, дозвољени и критични напон • објасни врсте радног оптерећења • одреди, прорачуна попречне димензије машинским деловима • објасни концентрацију напона • одреди степен сигурности машинским деловима 	<ul style="list-style-type: none"> • Стандарди и стандардизација машинских елемената • Толеранције и налегања • Мерење и контрола дужинских мера, <ul style="list-style-type: none"> – гранична мерила – толеранцијска мерила • 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 • Номинални напони и концентрација напона
Раздвојиви и нераздвојиви спојеви	<ul style="list-style-type: none"> • објасни начине спајања два машинска дела од истих или различитих материјала нераздвојивим и раздвојивим везама • разликује врсте навоја • објасни ознаку навоја • изведе основе прорачуна завртањских веза • препозна различите врсте заковица • објасни формирање закованог споја различитим поступцима; • изведе основе прорачуна закованих спојева • препозна различите врсте заварених спојева • изведе основе прорачуна заварених спојева • објасни формирање пресованих спојева • препозна различите врсте опруга • објасни деформационе карактеристике опруга • изведе основе прорачуна притисних завојних цилиндричних опруга • објасни принцип рада гибњева 	<ul style="list-style-type: none"> • Нераздвојиве везе <ul style="list-style-type: none"> – заковани спојеви, – заварени спојеви • Раздвојиве везе <ul style="list-style-type: none"> – врсте, подела и осигурање навојних спојева – пресовани спојеви • Опруге

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:

- Стандардизација и толеранције (61)
- Раздвојиви и нераздвојиви спојеви (50)

Приликом реализације тема ослонити се на предзнања ученика из математике, механике, машинских материјала. 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. Толеранције и налегање
2. Мерење и контрола дужинских мера
3. Очитавање ознаке навоја на цртежу
4. Препознавање врсте завртњева, навртки и кључева
5. Одређивање момента притезања завртањске везе
6. Препознавање врста заковица
7. Одређивање крутости опруге
8. Одређивање стандардних димензија споја оствареног клином и формирање споја
9. Препознавање врсте котрљајних лежаја, избор лежаја и очитавање ознаке лежаја на цртежу
10. Препознавање врсте спојница

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 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.

Компјутерска графика

Недељни фонд часова: 0 + 3

Годишњи фонд часова: 0 + 111

РАЗРЕД:	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Настава у блоку	Укупно
II	0	111	0	0	111

2. ЦИЉЕВИ УЧЕЊА:

- Оспособљавање ученика за разумевање и коришћење могућности представљања геометријских модела помоћу рачунара;
- Овладавање принципима организације CAD софтвера и увежбавање њиховог коришћења;
- Припрема за даље образовање из области моделирања машинских делова и склопова и методике конструисања;
- Примена знања из техничког цртања на графичким задацима уз коришћење рачунара.

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
Кориснички interface програма-радно окружење	<ul style="list-style-type: none"> • покрене програм • објасни радно окружење • промени боју радне површине • минимизира прозор, смањи и повећа прозор • направи свој избор палета • изврши селекцију/деселекцију функцијских тастера у оквиру статусне линије • објасни облике курсора у подручју радне области и изван радног простора • објасни функцију сваког тастера миша понаособ • наведе неке од основних команди (New, Open, Save, Save As, Undo, Redo, Plot, Properties...) • наведе начине задавања команди, завршавање, прекидање, поништавање или враћање команде 	<ul style="list-style-type: none"> • Основни елементи радног окружења: <ul style="list-style-type: none"> -насловна линија -линија падајућих менија -радна површина -палете са командама -статусна линија -командна линија -хоризонтални и вертикални клизач -координатни систем -приказ координата -курсор • уређаји за комуникацију корисник -рачунар (тастатура, миш) • Основне команде
Подешавање радних параметара цртежа, команде за контролу приказа	<ul style="list-style-type: none"> • изврши избор јединица за цртање (mm) • дефинише границе цртежа • активира алате Snap and Grid, Polar Tracking, OSNAP, Dynamic Input • дефинише мрежу и скоковито кретање - Snap and Grid • изврши подешавање за прецизно нишањење и везивање за објекат – Object Snap • изврши селекцију нацртаних објеката на екрану • објасни примену Grip-ова за манипулацију над објектима (развлачење, померање, скалирање) • објасни начине стартовања команде за контролу приказа • примењује команде за контролу приказа 	<ul style="list-style-type: none"> • Радни параметри цртежа: <ul style="list-style-type: none"> -јединице за цртање (mm) -границе цртежа • Snap and Grid, Polar Tracking, OSNAP, Dynamic Input • Селекције нацртаних објеката на екрану: <ul style="list-style-type: none"> -појединачан избор -вишеструки избор (слева-у десно и десна-улево) • Grip-ovi • Команде за контролу приказа: <ul style="list-style-type: none"> -померање цртежа без промене размере (Pan) -увећање или умањење приказа (Zoom)
Цртање, команде за цртање, команде за геометријску везу нацртаних објеката	<ul style="list-style-type: none"> • примењује апсолутне координате • примењује релативне координате • примењује поларне координате • примењује опцију за ортогонално цртање • користи команде за цртање • дефинише стил текста у цртежу • уноси краће текстове- Single Line Text • уноси текст у облику пасуса -Multiline Text • користи команде за геометријску везу нацртаних објеката 	<ul style="list-style-type: none"> • Начини цртања: <ul style="list-style-type: none"> - посредством апсолутних координата - посредством релативних координата - посредством поларних координата - усмеравањем • Команде за цртање: <ul style="list-style-type: none"> -Линија(Line), полуправа (Ray), конструкциона линија (Construction line), дупла линија (Multiline), мулти-сегментна линија (Polyline), полигон (Polygon), правоугаоник (Rectangle), лук (Arc), кружница (Circle), глатка крива линија (Spline), елипса (Ellipse), тачка (Point), регион (Region), табела (Table), шрафировање (Hatch), блокови (Make Block), инсертовање блокова (Insert Block), унос текста (Text). • Команде за геометријску везу нацртаних објеката: <ul style="list-style-type: none"> -Подударност две тачке (Coincident), управност (Perpendicular), паралелност (Parallel), тангентност (Tangent), хоризонталност (Horizontal), вертикалност (Vertical), колинеарност (Collinear), концентричност (Concentric), спајање две криве линије са корекцијом споја (Smooth), симетричност (Symmetric), једнакост дужина (Equal), фиксирање (Fix).
Модификација нацртаних објеката	<ul style="list-style-type: none"> • користи команде за модификацију нацртаних објеката 	<ul style="list-style-type: none"> • Команде за модификацију нацртаних објеката: <ul style="list-style-type: none"> -Брисање (Erase), копирање (Copy Object), копирање као огледало (Mirror), паралелно копирање (Offset), вишеструко копирање (Array), померање (Move), ротирање (Rotate), скалирање (Scale), развлачење (Stretch), продужавање/скраћивање (Lengthen), одсецање (Trim), продужавање (Extend), прекид у тачки (Break at Point), прекиди између две тачке (Break), спајање више објеката (Join), обарање ивица (Chamfer), заобљавање ивица (Fillet), спајање кривих линија (Blend curves), „разбијање“ сложених објеката (Explode).

<p>Ниво или слој - layer</p>	<ul style="list-style-type: none"> • дефинише ниво или слој – layer • објасни начине позивања команде за дефинисање нивоа или слоја – layer-a • креира нови layer • изврши избор текућег layer-a • промени layer нацртаног објекта • промени размере одређених типова линија - LTS 	<ul style="list-style-type: none"> • Ниво или слој – layer • Команде у дефинисању новог layer-a: -Укључен/искључен (On/Of), залеђен/одлеђен (Freeze/Thaw), закључан/откључан (Lock/Unlock), боја (Color), тип линије (Linetype), дебелина линије (Lineweight), начин штампања (Plotstyle), штампање/ нештампање (Plot/Don't Plot). • Команда за промену размере одређених типова линија - LTS
<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 (Dimension Style) • креирање новог стила котирања-картице: -Lines -Symbols and Arrows -Text -Fit -Primary Units -Alternate Units -Tolerances • Команде за котирање: -хоризонталних и вертикалних мера (Linear), косих линија (Alignet), мерење дужине лука (Arc length), дефинисање ордината (Ordinate), радиуса (Radius), креирање изломљене линије на коти полупречника (Jogged), пречника (Diameter), угла (Angular), брзо котирање (Quick Dimension), паралелно котирање (Baseline), редно котирање (Continue), дефинисање међу котних одстојања (Dimension Space), пресецање коте (Dimension Break); постављање показивача (Multileader), дефинисање толеранција (Tolerance), обележавање центра кружнице (Center mark), креирање изломљених линија на дужим котама (Jogged Linear), контрола коте (Inspection), промена положаја котног броја (Dimension Edit), измена коте (Dimension Text Edit), ажурирање котног стила (Dimension Update),
<p>Израда техничких цртежа</p>	<ul style="list-style-type: none"> • нацрта изометријски изглед предмета • креира цртеже • примењује додавање погледа • користи модификовање погледа • примењује пројекције • примењује пресеке • користи додавање детаља • котира елементе према стандардима техничког цртања • унесе ознаке за толеранције на техничким цртежима • чита техничке цртеже, анализира их, дискутује, уочава грешке и исправља их • скицира и нацрта делове у пресеку • нацрта предмете који се обрађују поступцима ручне обраде на основу познатих техничких цртежа • нацрта предмете који се обрађују поступцима ручне обраде према задатим димензијама • опрема цртеже • генерише таблице(template) • модификује таблице 	<ul style="list-style-type: none"> • Изометрија • Креирање цртежа • Додавање погледа • Пројекције • Пресеци • Модификовање погледа • Додавање детаља: – котирање – осне линије – остали помоћни елементи – модификовање помоћних елемената. • Опрема цртежа: • оквир и таблица (радионичка и склопна) • Генерисање таблице • Модификација таблице • Котирање елемената • Ознаке за толеранције • Технички цртеж предмета који се обрађују поступцима ручне обраде (стругање спољашњих површина, глодање равних површина)

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. Препоручени број часова по темама је следећи:

- Кориснички интерфејс програма-радно окружење (6 часова)
- Подешавање радних параметара цртежа, команде за контролу приказа (6 часова)
- Цртање, команде за цртање, команде за агеометријску везу нацртаних објеката (27 часова)
- Модификација нацртаних објеката (15 часова)
- Ниво или слој– layer (6 часова)
- Котирање (9 часова)
- Израда техничких цртежа (42 часа)

У току реализације тема ослонити се на предзнања ученика из техничког цртања и информатике и рачунарства. Наставник припремне 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.

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.

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 поступање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује.

Рачунаром подржано конструисање

Недељни фонд часова: 0 + 4

Годишњи фонд часова: 0 + 148

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	
II	-	148	-	-	148

¹ 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 ОБРАЗОВАЊЕ²

РАЗРЕД	НАСТАВА					УКУПНО
	Теоријска настава	Вежбе	Практична настава	Учење кроз рад	Настава у блоку	
II	-	148	-	-	-	148

² 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: други

Ред.б р.	НАЗИВ МОДУЛА	Трајање модула (часови)			
		Т	В	ПН	Б
1.	Припрема и организација радног места машинског техничара за компјутерско конструисање	-	8	-	-
2.	Увод у прорачун машинских конструкција применом програмских система на бази методе коначних елемената (МКЕ)	-	36	-	-
3.	Прорачун конструкције применом програмских система МКЕ (примена на греди и конзоли, цртање дијаграма сила и момената)	-	52	-	-
4.	Прорачун елемената конструкције применом програмских система МКЕ (раванско и просторно стање напона и деформација)	-	52	-	-

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

НАЗИВ МОДУЛА: Припрема и организација радног места машинског техничара за компјутерско конструисање		
ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА	
<ul style="list-style-type: none"> - наведе занимања за која се квалификује - опише карактеристике радног места и радног окружења и услова неопходних за рад - објасни значај примене прописа, техничких регулатива, стандарда и интерних процедура у процесу рада - разликује овлашћења и одговорности запослених према хијерархији радног места - објасни значај рационалне употребе енергије на радном месту - наведе могуће ризике на радном месту - опише мере безбедности и здравља на раду и заштите животне средине - планира активности и организује рад радне групе у складу са техничко-технолошком документацијом 	<ul style="list-style-type: none"> - Занимања, радна места, средства и услови неопходни за рад - Радна места машинског техничара за компјутерско конструисање - Прописи, техничке регулативе, стандарди и процедуре у процесу рада - Хијерархија радних места, овлашћења и одговорности - Рационално коришћење енергије и ресурса - Закон о безбедности и здрављу на раду - Закон о заштити животне средине Кључни појмови: занимање и радна места машинског техничара за компјутерско конструисање	
НАЗИВ МОДУЛА: Увод у прорачун машинских конструкција применом програмских система на бази методе коначних елемената (МКЕ)		
ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА	
<ul style="list-style-type: none"> - објасни радни простор програмског система - дефинише прорачунски модел - дефинише мерне јединице за прорачун применом МКЕ према SI систему - изврши избор типа анализе - изабере материјал - изврши дискретизацију модела - дефинише врсте оптерећења - изабере одговарајућа ограничења - подешава параметре анализе - решава постављени систем једначина помоћу рачунара - прикаже целокупне резултате анализе - прикаже парцијалне резултате анализе у нумеричком и графичком облику - уради једноставан пример статичког прорачуна греде и конзоле на 1D и 2D моделу применом програмског система на бази 	<ul style="list-style-type: none"> - Опште процедуре МКЕ - Типови елемента - Примена МКЕ - Једначине равнотеже - Дискретизација - Избор елемената - Дефинисање граничних услова и оптерећења - Радни простор и алатне траке програмског система - Рад са прорачунским моделом - Дефинисање типа анализе - Избор типа коначних елементима - Дефинисање карактеристика материјала - Дефинисање оптерећења и ограничења - Параметри анализе - Избор резултата анализе - Креирање графичког приказа резултата - Едитовање прорачунског модела Кључни појмови: Метода коначних елемената (МКЕ)	
НАЗИВ МОДУЛА: Прорачун конструкције применом програмских система МКЕ (примена на греди и конзоли, цртање дијаграма сила и момената)		
ИСХОДИ По завршетку модула ученик ће бити у стању да:	ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА	

<ul style="list-style-type: none"> - дефинише прорачунски 1D модел - објасни потребу увођења поједностављеног модела - дефинише систем сила и момента у равни - дефинише ограничења непокретног и покретног ослонца - разложи силу на компоненте - одреди померања, деформације и напоне на греди - одреди померања, деформације и напоне на конзоли - одреди реакције веза - црта статичке дијаграме применом програмског система - изврши анализу напонског стања - нацрта дијаграме напона применом програмског система - прорачуна аксијално напрегнути штап - изврши анализу греде и конзоле изложених смицању - прорачуна носаче изложене увијању и савијању - димензионише машински део - примени програмске системе МКЕ при прорачуну конструкције греде и конзоле 	<ul style="list-style-type: none"> - Дефинисање поједностављеног прорачунског модела - Слагање сила - Услови равнотеже - Спрег сила и момент спрега - Редукција силе и система сила на тачку - Одређивање реакција везе греде и конзоле - Статички дијаграми греде и конзоле - Врсте ограничења код греде и конзоле - Димензионисање за различите врсте напрезања <p>Кључни појмови: Прорачун конструкције применом МКЕ</p>
<p>НАЗИВ МОДУЛА: Прорачун елемената конструкције применом програмских система МКЕ (раванско и просторно стање напона и деформација)</p>	
<p>ИСХОДИ</p> <p>По завршетку модула ученик ће бити у стању да:</p>	<p>ПРЕПОРУЧЕНИ САДРЖАЈ И КЉУЧНИ ПОЈМОВИ САДРЖАЈА</p>
<ul style="list-style-type: none"> - дефинише прорачунски 2D модел - дефинише прорачунски 3D модел - препозна разлику између раванског и просторног стања напона - препозна разлику коришћења равански и просторних коначних елемената - одреди ограничења на 2D моделу - одреди ограничења на 3D моделу - дефинише различита оптерећења за 2D модел - дефинише различита оптерећења за 3D модел - дефинише сложена напрезања - препозна сложена напрезања - одреди максималне еквивалентне напоне - дефинише графички и нумерички приказ целокупних и парцијалних резултата - примени програмске системе при прорачуну раванског и просторног стања напона и деформација 	<ul style="list-style-type: none"> - Дефинисање одговарајућег прорачунског модела - Основне хипотезе и претпоставке отпорности материјала - Спољашње и унутрашње силе - Напони и деформације - Врсте напрезања - Раванска и просторна оптерећења - Статички неодређени проблеми - Површински притисак као оптерећење <p>Кључни појмови: Раванска и просторна оптерећења</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 достигнутог планираних исхода вештина за изабрани модул или целину.