

# НАСТАВНИ ПЛАН И ПРОГРАМ

за техничаре и инжењере у сектору  
машиноградње и мехатронике

2021

## Садржај

ДЕО 1 ТЕХНИЧАРИ.....	3
1. УВОД.....	4
2. МЕТОДОЛОГИЈА НАСТАВЕ.....	5
3. МЕТОДОЛОГИЈА ОЦЕЊИВАЊА .....	6
4. ОПИС КУРСА .....	7
4.1. Курс 1 – Електрична енергија .....	7
4.2. Курс 2 - Електрични погони .....	10
4.3. Курс 3 - Пнеуматика и електро-пнеуматика.....	13
4.4. Курс 4 - Хидраулика.....	16
4.5. Курс 5 - Вакуум и вакуумска технологија .....	20
4.6. Курс 6 - Оптимална употреба компримованог ваздуха.....	23
4.7. Курс 7 - Управљање CNC машинама .....	26
4.8. Курс 8 - Оперативни систем аутоматизоване производње.....	29
ДЕО 2 ИНЖЕЊЕРИ .....	31
1. УВОД.....	32
2. МЕТОДОЛОГИЈА НАСТАВЕ.....	33
3. МЕТОДОЛОГИЈА ОЦЕЊИВАЊА .....	34
4. ОПИС КУРСА .....	35
4.1. Курс 1 - Basic Schemes in Automated Pneumatic Systems .....	35
4.2. Курс 2 - Енергетска ефикасност у пнеуматским системима.....	38
4.3. Курс 3 - Хидраулика, Пропорционална хидраулика.....	42
4.4. Курс 4 - Електрични мотори, сложени електрични погони .....	44
4.5. Курс 5 - Аутоматизовани производни системи .....	46
4.6. Курс 6 - Осигурање квалитета, контрола квалитета и тестирање .....	49
ДОДАЦИ .....	53
ОБРАЗАЦ ЗА ОЦЕЊИВАЊЕ 1 .....	53
ОБРАЗАЦ ЗА ОЦЕЊИВАЊЕ 2 .....	54
ОБРАЗАЦ ЗА ОЦЕЊИВАЊЕ 3 .....	55



# ДЕО 1 ТЕХНИЧАРИ

## 1. УВОД

Овај курикулум је написан у оквиру allCUTE пројекта у оквиру програма ЕРАСМУС+. Дизајниран је да побољша техничке и опште вештине техничара запослених у сектору Машиноградње и мехатронике, као резултат велике потражње за усавршавањем у име послодаваца, како би се суочили са изазовима индустрије 4.0.

Наставни план и програм заснован је на резултатима истраживања спроведеног међу 161 компанијом у горе наведеном сектору који покрива следеће европске регионе:

- Габрово, Бугарска
- Пловдив, Бугарска
- Источна Македонија и Тракија, Грчка
- Поморские, Пољска
- Ниш, Србија

Након анализе резултата анкете, следећих 8 курсева за техничаре идентификовано је као приоритет послодаваца у одговарајућем индустријском сектору и подржавају овај наставни план и програм:

- Електрична енергија
- Електрични погони
- Пнеуматика и електро-пнеуматика
- Хидраулика
- Вакуум и вакуумска технологија
- Оптимална употреба компримованог ваздуха
- Руковање CNC машинама
- Руковање аутоматизованим производним системом

## 2. МЕТОДОЛОГИЈА НАСТАВЕ

Курикулум се заснива на комбинованом приступу учењу, где се информационо комуникационе технологије (ИКТ) стратешки користе. Део о е-учењу заснива се на отвореним образовним ресурсима-самосталном проучавању оба приступа како би се ученици унапред припремили за традиционалне часове и вежбе у учионици, односно, како би се могли боље припремити за посао учењем кроз индустријске задатке у стварном животу.

Традиционални део обуке заснива се на техникама активног учења (усредсређеним на ученика), као што су: изокренута учионица, слагалица, учење засновано на проблемима и пројектима, дељење размишљања у пару, итд., Где ученици могу да обликују сопствени пут учења под вођством наставника стручног образовања (VET). Проучавајући материјале унапред, ученици разговарају о њима у учионици и решавају проблеме на основу онога што су већ научили, побољшавајући тако своје критичко, аналитичко и креативно мишљење, мотивацију, комуникацију, решавање проблема, дигиталне вештине итд. добијају подршку вршњака и поучавају једни друге. Професор стручног образовања (VET) је модератор, а не инструктор, а ученици су активно укључени у процес учења, а не пасивни гледаоци.

Предложена наставна методологија одражава најсавременије наставне технике широм света, као што се може видети на слици 1.



Слика 1: Пирамида учења

### 3. МЕТОДОЛОГИЈА ОЦЕЊИВАЊА

Узимајући у обзир трајање курса и врсту и опсег знања и вештина које треба усвојити, методологија оцењивања се заснива на 3 технике оцењивања:

- Размишљање увођењем задатка од једног минута

На крају дневних предавања ученици одговарају на питања постављена од наставника (једноминутни папир) која их подстичу да размисле о лекцијама тог дана.

Применом ове технике оцењивања, наставник добија корисне повратне информације о томе како сваки ученик напредује и са којим се потешкоћама суочава, с једне стране, а ученици развијају своје додатне вештине како би размишљали, анализирали и самопроцењивали своје способности, с друге стране.

- Процењивање коришћењем контролне листе напредовања учинка

На крају дневних лекција наставник попуњава контролну листу напредовања учинка у којој наводи посебне критеријуме и која омогућава наставницима да обједињују информације и доносе судове о томе шта ученици знају и могу постићи у односу на постављене исходе учења. Надаље, нуди систематске начине прикупљања података о специфичним поступцима, знању и вештинама ученика.

- Пројекат мањег обима

Након завршеног курса, полазници би требали у паровима да раде на развоју пројеката малог обима у облику Powerpoint презентације. Радећи на малом пројекту, ученици имају прилику да покажу у којој мери су побољшали своју техничку стручност, да развију додатне вештине, попут тимског рада, комуникације, решавања проблема, критичког размишљања итд. На крају, али не и најмање важно, могу побољшају своју дигиталну компетенцију.

У случајевима где мали пројекат није прикладан, могу се користити тестови за процену знања и вештина ученика.

## 4. ОПИС КУРСА

### 4.1. Курс 1 – Електрична енергија

**Трајање курса (дана): 3 - 4**

**Академских часова: 20 (8 теорија + 12 пракса)**

#### **Опис курса:**

Курс обуке о електричној енергији - пружа основно разумевање о томе како електрична енергија функционише у комерцијалним и индустријским окружењима. Укључује практично усавршавање електричних вештина и осмишљено је за обуку техничара за одржавање и другог особља које ради у индустријским погонима и пословним зградама.

На овом курсу ученици су упућени у практичне примере из стварног света. Научиће како да користе електричну опрему за тестирање у својим свакодневним пословима пре него што пређу на детаљну расправу о главним електричним компонентама, где и како те електричне компоненте раде и њиховој намени у електричним системима. Циљ овог основног курса о електричној обуци је научити студенте како да смање застоје електричне опреме, побољшају укупну ефикасност и безбедност и реше проблеме које нису могли сами да реше.

#### **Исходи учења курса:**

- Стећи вештине коришћења електричних мерних уређаја.
- Израчунајте импеданцу, привидну, активну и реактивну снагу и фактор снаге у једнофазном колу наизменичне струје и исправите заостали фактор снаге.
- Стицање свести о опасности од електричне енергије и обука да буду у стању да спроведете основне радње како бисте избегли опасне услове рада.
- Коришћење Омовог закон за утврђивање струје, потенцијала и отпора у круговима једносмерне и наизменичне струје.
- Коришћење унимера, ватметра, Витстоновог моста, осцилоскопе итд. за мерење електричних величина и решавање електричних проблема.
- Навођење примера употребе и предности трофазног напајања.

## Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):

PC – лични компјутер, MS Office (Word, Excel, PowerPoint), унимер, осцилоскоп, отпорници, кондензатори, електрични мотор, термовизијска камера и сл.

Тема	Проблем који се решава
Т1 – Увод у електричну енергију 1.1 Шта је електрицитет 1.2 Како се ствара електрична енергија 1.3 Како се користи електрична енергија	
Т2 – Електрични отпор 2.1 Шта је електрични отпор? 2.2 Дефиниција 2.3 Јединице и мерење електричног отпора	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мерење електричног отпора</li> </ul>
Т3 - Напон 3.1 Шта је напон 3.2 Мерење напона	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мерење напона</li> </ul>
Т4 – Електрична струја 4.1 АС и DC струја 4.2 Мерење јачине електричне струје	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мерење јачине електричне струје</li> </ul>
Т5 - Индуктори	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Индуктор</li> </ul>
Т6 - Кондензатори 6.1 Кондензатор 6.2 Пуњење и пражњење кондензатора 6.3 Пролазно понашање кондензатора	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кондензатор</li> </ul>
Т7 - Осцилоскоп 7.1 Опис осцилоскопа 7.2 Мерење облика таласа (графички приказ напона у времену) 7.3 Мерење амплитуде и фреквенције сигнала 7.4 Откривање грешака и шума у сигналу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мерење величина осцилоскопом</li> </ul>



<p>T8 - Трофазно коло</p> <p>8.1 Електрична енергија једнофазног и трофазног кола, активна снага, реактивна и привидна</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Трофазно коло</li> </ul>
<p>T9 - Термографско испитивање електричне опреме.</p> <p>9.1 Како ради термографија?</p> <p>9.2 Како се може користити термографија за преглед електричне опреме?</p> <p>9.3 Које су добити термограске инспекције?</p> <p>9.4 Ко може изводити термографску инспекцију?</p> <p>9.5 Када је потребна термографска инспекција?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проналажење грешака код електричне опреме</li> </ul>
<p>T10 - Електрична безбедност</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мере предострожности за електрични систем</li> </ul>

**Препоручена литература:**

1. JONES, Ray A.; JONES, Ray; JONES, Jane G. *Electrical safety in the workplace*. Jones & Bartlett Learning, 2000.
2. Bird, John. *Electrical circuit theory and technology*. Routledge, 2014.
3. Alexander, Charles K. *Fundamentals of electric circuits*. McGraw-Hill, 2009.
4. <https://www.fluke.com/en-us/learn/blog/thermal-imaging/electrical-systems>

## 4.2. Курс 2- Електрични погони

**Трајање курса (дана): 5**

**Академских часова: 30 (15 теорија + 15 пракса)**

### **Опис курса:**

Овај предмет има за циљ стицање теоријских и практичних вештина из области електричних погона. С тим у вези, након кратког прегледа основних појмова у електротехници, разматрају се најпопуларније врсте електромотора и претварача. Након усвајања релевантног знања, почиње следећа фаза у вези са проучавањем шире коришћених серво погона променљиве фреквенције.

### **Исходи учења курса:**

Након проласка курса, полазници ће бити у стању да:

- дефинишу параметре електричног кола као функцију оптерећења
- наведите типове и компоненте претварача пратећи смер преноса енергије
- одредити одговарајућу методу контроле, у складу са релевантним претварачима
- одредити типове електромотора у зависности од његове конструкције и мреже.
- изаберите одговарајући електрични погон према одговарајућем систему.

### **Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):**

Електрични пробни сто и пробни сто за моторе, лични компјутер, LTspice програм за симулацију, MS Office

Теме	Проблем који се решава
Т1. Основни појмови електротехнике - Електрично коло - Отпор - Снага у електричном колу - Полупроводници	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Решавање практичних проблема у области електротехнике</li> </ul>

<p>T2. Исправљачи и филтери</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исправљачи са активним оптерећењима</li> <li>- исправљачи са индуктивним или капацитивним оптерећењем</li> <li>- пасивни филтери</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проучавање основних диодних исправљачких система и филтера за исправљање</li> </ul>
<p>T3. Претварачи снаге</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Инвертори</li> <li>- DC-DC претварачи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализа различитих врста претварача снаге</li> </ul>
<p>T4. Регулација са константном и променљивом фреквенцијом</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Модулација ширине импулса (PWM)</li> <li>- Управљање фазним помаком</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Генерисање PWM и фазно помераних сигнала помоћу микроконтролера</li> </ul>
<p>T5. D.C. мотори (мотори једносмерне струје)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Производња обртног момента</li> <li>- Погонски, серијски и сложени мотори</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализа понашања једносмерних мотора под оптерећењем</li> </ul>
<p>T6. Индукциони мотори</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ротирајуће магнетно поље</li> <li>- Производња обртног момента</li> <li>- Једнофазни асинхрони мотор</li> <li>- Трофазни асинхрони мотор</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестирање трофазног индукционог мотора</li> </ul>
<p>T7. Корачни мотори</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Увод</li> <li>- Принцип рада мотора</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стицање искуства у управљању корачним мотором</li> </ul>
<p>T8. Електрични погони</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основни концепт</li> <li>- Основни елементи</li> <li>- Предности и мане</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Идентификација основних компоненти система електричног погона</li> </ul>
<p>T9. Погони са променљивом фреквенцијом (VFD)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Увод</li> <li>- Примена</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Извођење контроле брзине мотора помоћу примењиве фреквенције (VFD)</li> </ul>

- Управљање	
T10. Серво мотори - Увод - Примена - Управљање	<ul style="list-style-type: none"><li>• Анализа система серво погона</li></ul>

**Препоручена литература:**

[1] Dokic, B. and Blanusa, B., *Power electronics converters and regulators*. 3th ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2015

[2] Mohan, N. , *Power electronics*. New Jersey: Hoboken , 2011

[3] Hughes, A., *Electric Motors and Drives. Fundamentals, Types and Applications*, 3th ed., Elsevier, 2006

### 4.3. Курс 3- Пнеуматика и електро-пнеуматика

**Трајање курса (дана): 3 - 4**

**Академских часова: 24 (12 теорија + 12 пракса)**

**Опис курса:** Овај курс упознаје кориснике са основним принципима, законима и компонентама које се користе у пнеуматским и електро-пнеуматским системима. Обухвата врсте, принципе рада и симболе за различите компоненте које се користе у индустријским апликацијама.

**Исходи учења курса:** По завршетку курса полазници ће моћи да:

- разумеју карактеристике, стварање и припрему ваздуха;
- обезбеде базу знања о главним компонентама пнеуматских система и њиховим функцијама и симболима;
- идентификују различите шематске симболе који се користе у пнеуматици, осмислити основни пнеуматски шематски цртеж према датом захтеву;
- идентификовати, прегледати, подесити и заменити широк спектар пнеуматских алата за аутоматизацију - пнеуматске вентиле, актуаторе, хватаљке, логичке елементе сензора близине, релеје, тајмере, контроле протока итд .;
- познају и имплементирају основне шеме у пнеуматским манипулаторима у аутоматизованим системима;
- разумеју како се ПЛЦ -ови повезују и користе за управљање пнеуматским системима.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):** Софтвер за цртање пнеуматских кола. ПЛЦ софтвер за програмирање

Теме	Проблеми који се решавају
Т1. Теоријске основе. Димензије. Притисак и проток. Својства гасова. Закони о пнеуматском гасу. Влажност. Методе мерења.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Однос између притиска, запремине и температуре за идеалан гас.</li> </ul>

<p>T2. Производња компримованог ваздуха. Клипни компресори. Вијчани компресори. Пријемници притиска. Сушење компримованог ваздуха. Одвајачи воде. Симболи. Предности, недостаци и услови у примени главних елемената по врстама у производњи компримованог ваздуха.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Димензионисање пнеуматских система</li> </ul>
<p>T3. Припрема компримованог ваздуха. Филтери. Регулатори притиска. Подмазивање компримованог ваздуха. Групе за припрему компримованог ваздуха.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Израчунавање пречника цевовода</li> </ul>
<p>T4. Пнеуматски актуатори. Цилиндри (једноструки - двоструког дејства). Врсте цилиндара. Пнеуматске хватаљке. - Симболи - Сензори - У поређењу са хидрауличним цилиндрима - Идентификовање недостатака и њихово отклањање</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Израчунавање брзине хода цилиндра</li> </ul>
<p>T5. Сензори за пнеуматске цилиндре. Главне карактеристике. Предности, недостаци и услови у апликацији.</p>	
<p>T6. Пнеуматски вентили. Врсте вентила. Ручни вентили, механички вентили, вентили са ваздушним погоном. Вентили са директним и пилот погоном. Соленоид вентили. Симболи.</p>	
<p>T7. Елементи за регулисање протока, тајмери, логички елементи. Неповратни вентили, регулатори брзине, брзи издувни вентили, меки стартери итд.</p>	
<p>T8. Пнеуматска и механички управљана кола.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рад на шеми или на њеном састављању.</li> </ul>

Управљање цилиндром једноструким дејством. Управљање цилиндром двоструког дејства. Управљање циклусом цилиндра једноструког дејства. Управљање циклусом цилиндра двоструког дејства. Проналажење грешака у пнеуматским колима	
T9. Електро-пнеуматско управљање. Управљање цилиндром једноструког дејства. Управљање цилиндром двоструког дејства. 5/3 вентил - основно коло. Управљање циклусом цилиндра са сензором. Управљање циклусом два цилиндра двоструког дејства са сензорима. Проналажење грешака у електро-пнеуматским колима	
T10. Метода секвенционалног решења. Понављајућа секвенца. Не-понављајућа секвенца.	
T11. PLC управљање пнеуматским системом. Програмирање, примена и провера решења.	
T12. Примена пнеуматике у континуираним производним процесима.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Пројектовање електропнеуматских система</li> </ul>

### **Препоручена литература:**

1. Croser P., F. Ebel, Pneumatics, Basic Level, FeSTO Didactic Gmbh & Co., Textbook TP 101 edition (January 1, 2002)
2. Jay F., Basic Pneumatics: An Introduction to Industrial Compressed Air Systems and Components, Revised Printing, Carolina Academic Press, 2013
3. <https://learnchannel-tv.com/pneumatics/basic-laws/>
4. <https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/cylinders-actuators/article/21885196/sensor-choices-for-pneumatic-cylinder-positioning>

## 4.4. Курс 4- Хидраулика

**Трајање курса (дана): 3 - 4**

**Академских часова: 24 (12 теорија + 12 пракса)**

**Опис курса:** Курс „хидраулика“ има за циљ стицање система знања студената о теорији, прорачунима, пројектовању и раду елемената и система у области хидрауличних погонских механизма у машинама из индустрије. Предмети студија су: структура, принципи рада и карактеристике хидрауличних машина и елемената, као и методе синтезе хидрауличних система за управљање и управљање машинама и опремом. Примарна пажња се посвећује начинима управљања карактеристикама силе и брзине, проблемима везаним за реализацију циклуса, синхронизације итд., Раду, техничким потешкоћама и решавању проблема хидрауличких система.

**Исходи учења курса:** На крају курса студенти ће знати принципе рада и врсте хидрауличних система. Моћи ће да дефинишу шта је сила флуида и знати где се примењује. Биће упознати које су основне компоненте флуидних система и који су начини за исправан и поуздан рад хидрауличних система. Моћи ће сами да пројектују хидрауличне системе и правилно одреде начине рада хидрауличних система. Студенти ће бити упознати са начинима управљања и подешавања хидрауличних система и успостављања поузданог и ефикасног рада.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):** Хидраулична опрема, рачунар, софтвер за симулацију, MS Office

Теме	Проблеми који се решавају
T1. Увод у хидрауличне погоне. Структура волуметријских флуидних система. Принцип рада. Класификација и примена хидро система. Симбол елемената.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Припрема хидрауличног система према датој шеми.</li> </ul>
T2. Основни параметри хидрауличних погона. Основни прорачуни. Радна шема. Основни	<ul style="list-style-type: none"> <li>Основни параметри хидрауличних погона</li> </ul>



<p>прорачуни - брзина, притисак, силе, снага, проток, условна рупа, ефикасност.</p>	
<p>Т3. Вентили под притиском Елементи за регулацију притиска у хидро-системима. Вентил за смањење притиска са директном и индиректном контролом. Вентил за смањење притиска у системима са хидроакумулатором и пумпом која се не може подесити. Вентили за смањење притиска. За све вентиле - уређај, принцип рада, карактеристике, регулација, избор, место повезивања на систем, симбол.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Структура и принцип рада вентила за контролу притиска</li> </ul>
<p>Т4. Усмерени вентили за управљање Усмерени регулациони вентили - Координациони елементи у систему - конструкције, намена, методе управљања, главне карактеристике и параметри, основне шеме, избор и место повезивања у систему, симбол Усмерени контролни вентил.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Структура, технички дизајн и принцип рада регулационих вентила</li> </ul>
<p>Т5. Цилиндри Хидраулични цилиндри - деловање, врсте, карактеристике, избор, повезивање у систему, пригушивање. Цилиндри снаге за ограничено ротационо кретање. Клип и телескопски цилиндри за напајање. Карактеристике уградње енергетских цилиндара.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Структура, технички дизајн и принцип рада хидрауличних цилиндара</li> </ul>
<p>Т6. Хидраулични управљачки уређаји Хидраулични уређаји за однос протока - разделници протока, разводни вентили. Пропорционални управљачки уређаји -</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Структура, технички дизајн и принцип рада пригушних вентила</li> </ul>

<p>пропорционални разводници, вентили и регулатори протока. Неповратни вентили и једносмерни ограничивач - подесиви. За све елементе у теми - уређај, радња, карактеристике, избор, место укључивања у систем, симбол</p>	
<p>T7. Елементи за контролу брзине. Регулатор протока (ограничивач) - врсте, карактеристике конструкције, рада и уградње. Основни прорачуни. Избор. Минимално стабилан проток. Поставите рестриктор у хидро системе. Подешавање "улаза", "излаза" и у паралелном колу</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Помоћни елементи у хидрауличким системима</li> </ul>
<p>T8. Вентил за регулацију протока Двосмерни вентили за регулацију протока - принцип рада, карактеристике, избор, место регулатора у хидрауличном систему. Тросмерни вентили за регулацију протока. Ефекат енергије</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Провера да ли је проток подешен на вентилу за регулацију протока независан од укупне разлике притиска.</li> </ul>
<p>T9. Течности за хидро-системе Својства густине флуида, стишљивост, вискозност итд.). Захтеви и избор течности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Својства флуида</li> </ul>
<p>T10. Cavitation. Reasons for occurrence of cavitation in hydraulic systems. Harmful effects of cavitation on hydraulic systems.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Појава кавитације у зупчастим пумпама</li> </ul>

**Препоручена литература:**

[1].Joseph H. Spurk, Nuri Aksel, Strömungslehre. Springer

- [2]. R.S. Khurmi Textbook of Hydraulics, Fluid Mechanics and Hydraulic Machines, S Chand & Co, 1987
- [3]. E. Totten, Victor J. De Negri. Handbook of hydraulic fluid technology CRC Press | 2012 | Second edition.
- [4]. David H. Myszka, Machines & Mechanisms Applied Kinematic Analysis 4th Edition ISBN: 9780133464146, 0133464148. VitalSource
- [5]. Dr. R. K. Bansal, A Textbook of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines Paperback, Laxmi Publications, 2005, ISBN-10-8131808157
- [6]. Sukumar Pati, Textbook of Fluid Mechanics & Hydraulic Machines, 1st Edition 1259006239 · 9781259006234, 20012
- [7]. V. Sokolov, O. Krol, Installations Criterion of Deceleration Device in Volumetric Hydraulic Drive, Science Direct Procedia Engineering 206 (2017) 936–943

## 4.5. Курс 5- Вакуум и вакуумска технологија

**Трајање курса (дана):** 3

**Академских часова:** 18 (9 теорија + 9 пракса)

**Опис курса:** Овај курс упознаје кориснике са основним принципима, законима и компонентама вакуумске технологије која се користи у аутоматизацији. Обухвата врсте, принципе рада и симболе за различите техничке уређаје који се користе у индустријским апликацијама.

**Исходи учења курса:** По завршетку курса полазници ће моћи да:

- разумеју карактеристике, стварање и припрему вакуума компримованог ваздуха;
- формирају базу знања о главним компонентама вакуумских система и њиховим функцијама и симболима;
- идентификују различите шематске симболе који се користе у вакуумској технологији, осмислити основни шематски цртеж према датом захтеву;
- идентификовати, прегледати, подесити и заменити широк спектар алата за вакуумску аутоматизацију - вентиле, актуаторе, усисне чаше, сензоре, релеје, тајмере, контроле протока итд .;
- пројектују и израчунају потребне параметре вакуумских система;
- познају и примењују основне шеме у манипулаторима у аутоматизованим системима.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):**

Теме	Проблеми који се решавају
Т1. Теоријске основе вакуума. Изрази и јединице. Методе мерења. Квалитет вакуума.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вакуумска примена. Увод у теорију гасова.</li> <li>• Феномен сорпције у вакууму.</li> <li>• Кондензација и испаравање.</li> <li>• Физички процеси у вакууму.</li> </ul>

<p>T2. Вакуумска производња компримованог ваздуха. Вакуумске турбине. Радне пумпе - клипна пумпа, мембранска пумпа, лопатица, коренаста пумпа.</p> <p>Предности, недостаци и услови у апликацији.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конструкција, принципи рада и карактеристике техничких средстава за добијање вакуума.</li> </ul>
<p>T3. Ејекторске пумпе са компримованим ваздухом. Једностепени избацивач. Вишестепени избацивач. Избацивачи са интегрисаним управљачким компонентама. Модули за уштеду енергије.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конструкција, принципи рада и карактеристике.</li> <li>• Помоћ при избору вакуумских избацивача</li> </ul>
<p>T4. Вакуумски системи за руковање материјалом. Централизован и децентрализован вакуумски систем. Елементи за припрему - резервоари, водови за снабдевање, вакуумски регулатори, филтери, сепаратори одвода, вакуумски модули за ејекторске и вакуумске пумпе.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципи рада и изградња засебних компоненти вакуумских система.</li> </ul>
<p>T5. Усисне чаше (вакуумски јастучићи). Врсте, предности и ограничења. Системи навоја. Избор усисне чаше. Модуларне усисне чаше.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Одређивање сила.</li> <li>• Избор у зависности од примене, услова околине и радног материјала.</li> </ul>
<p>T6. Вакуумски сензори и прекидачи. Главни параметри - излаз транзистора, ниво вакуума, хистереза итд.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Одређивање главних параметара - распона, распона, излаза транзистора, нивоа вакуума, хистерезе итд.</li> </ul>
<p>T7. Вакуумски вентили - врсте и рад. Радни вентили, затварачи и заптивни вентили. Вакуумски вентили за посебну примену. Врсте контроле.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Одређивање правог вакуумског вентила за специфичну примену.</li> </ul>
<p>T8. Вакуумска, пнеуматска и електро-пнеуматска управљана кола. Употреба технологије у апликацијама одабира и постављања, вакуумско</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Идентификовање грешака и њихово отклањање.</li> </ul>

обликовање, вакуумско држање и стезање, паковање и дозирање.	
T9. Кола за управљање вакуумским усисавањем. Калибрација управљачког елемента вакуума.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Идентификовање грешака и њихово отклањање.</li> <li>• Решења за смањење потрошње компримованог ваздуха.</li> </ul>
T10. Електронски регулатори вакуума.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подешавање рада и параметара електронских регулатора са пропорционалним деловањем.</li> </ul>
T11. Употреба вакуума у континуираним производним процесима - сушењем замрзавањем, филтрирањем, дестилацијом, испитном опремом итд.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Посебни захтеви и решења.</li> </ul>

**Препоручена литература:**

- [1].Akram H., A. Fasih, Selection criterion of gauges for vacuum measurements of systems with diverseranges”, Physics Procedia 32, 503-512, 2012.
- [2].Chambers A., Basic Vacuum Technology, 2nd edition, CRC Press, 1998
- [3].T. A. Delchar T., Vacuum Physics and Techniques, St Edmundsbury Press, UK, 1993
- [4].Jousten K., Handbook of Vacuum Technology, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008
- [5].Umrath W. Fundamentals of Vacuum Technology, Cologne, 1998

## 4.6. Курс 6- Оптимална употреба компримованог ваздуха

**Трајање курса (дана):** 3 - 4

**Академских часова:** 24 (12 теорија + 12 пракса)

**Опис курса:** Курс упознаје основне физичке аспекте и технологију производње и употребе компримованог ваздуха у производним погонима. Разматрају се опште одредбе у пројектовању и изградњи пнеуматског система, његови основни елементи, вредности енергије и потрошња сваког од њих, баланс енергије/рада и принципи ефикасности. Пажња се посвећује најважнијим у теоријском и практичном смислу проблемима везаним за употребу, транспорт и акумулацију компримованог ваздуха, уштеду енергије и заштиту животне средине од штетних утицаја везаних за производњу и потрошњу компримованог ваздуха.

**Исходи учења курса:** Циљ курса је пружити специјализовано знање о главним проблемима пнеуматских система у производним погонима и решењима за енергетску ефикасност. Проблеми наведени у програму имају за циљ даљи развој знања у области енергетске ефикасности пнеуматских система и пружају додатне информације о потенцијалним могућностима стварне уштеде енергије у пракси.

По завршетку курса полазници ће имати знање из области:

- структура пнеуматског система - актуатори, елементи за дување итд.;
- познавање основних појмова и карактеристика које одређују квалитет компримованог ваздуха, проводљивост, проток, цурење;
- утврђивање енергетске ефикасности елемената пнеуматског система;
- оптимизација протока ваздуха, оптимизација енергије апликација за дување, актуатора итд., оптимизација енергије вакуумских система.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):** Пнеуматска опрема, рачунар, софтвер за симулацију, MS Office

Теме	Проблеми који се решавају
Т1. Енергетска ефикасност - суштина, сврха и предности енергетске ефикасности	
Т2. Структура пнеуматског система	
Т3. Нека својства компримованог ваздуха	
Т4. Основни проблеми са компримованим ваздухом	
Т5. Основни узроци губитака енергије у производном погону	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прорачун потрошње ваздуха у пнеуматском систему</li> <li>• Одређивање цурења и израчунавање губитака из њих</li> <li>• Прорачун губитка енергије у системима за довод компримованог ваздуха.</li> </ul>
Т6. Потенцијал за уштеде у пнеуматским системима у производњи ваздуха <ul style="list-style-type: none"> <li>– Компресори</li> <li>– Динамичка контрола у производњи ваздуха. Циљеви и намена контроле.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прорачун потрошње електричне енергије компресора, трошкова произведеног ваздуха</li> <li>• Прорачун уштеде при смањењу излазног притиска компресора</li> </ul>
Т7. Могућност уштеде у пнеуматским системима у припреми ваздуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Испитивање утицаја зачепљеног филтера</li> </ul>
Т8. Потенцијалне уштеде у пнеуматским системима за дистрибуцију и довод ваздуха	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прорачун пада притиска у главном воду</li> <li>• Израчунајте пад притиска у доводном воду</li> </ul>



<p>T9. Потенцијалне уштеде у системима компримованог ваздуха код потрошача</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Студија утицаја улазног притиска на потрошњу компримованог ваздуха</li> <li>• Мерење пада притиска у различитим шемама повезивања без погона</li> <li>• Проучавање могућности уштеде енергије у апликацијама дувања</li> <li>• Израчунајте потрошњу пнеуматске јединице са више погона</li> <li>• Контрола брзине и повратног притиска двостраног цилиндра са двоструким дејством помоћу комбинованих регулатора притиска и протока који штеде енергију</li> </ul>
<p>T10. Енергетска ефикасност у вакуумским системима</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Енергетска оптимизација вакуумских система</li> </ul>
<p>T11. Праћење и оптимизација</p>	

### **Препоручена литература:**

- [1]. Harris P., O'Donnell G.E., Whelan T. (2012) Energy Efficiency in Pneumatic Production Systems: State of the Art and Future Directions. In: Dornfeld D., Linke B. (eds) Leveraging Technology for a Sustainable World. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29069-5\\_62](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29069-5_62)
- [2]. Modelon. Modeling of Pneumatic Systems (Tutorial for the Pneumatics Library), 2010
- [3]. Shi, Y., Cai, M., Xu, W. et al. Methods to Evaluate and Measure Power of Pneumatic System and Their Applications. Chin. J. Mech. Eng. 32, 42 (2019). <https://doi.org/10.1186/s10033-019-0354-6>

## 4.7. Курс 7- **Управљање CNC машинама**

**Трајање курса (дана): 3 - 4**

**Академских часова: 24 (8 теорија + 16 пракса)**

### **Опис курса:**

Циљ овог курса је научити особе са техничким искуством, како програмирати и руковати нумерички управљаним машинама (CNC), посебно струговима и глодалицама. Овај курс премешћује јаз између класичног техничког образовања у производњи и савремених техника производње помоћу CNC алатних машина. У овом курсу су обрађене и представљене машине, управљачке јединице, координатни системи, делови, материјали, алати и други важни елементи флексибилног и прилагодљивог технолошког система. Ручно и рачунарски подржано програмирање CNC машина укључено је у наставни план и програм, а симулација и извођење САМ софтвера тек ће бити представљени полазницима. Свака тема учења имаће теоретски и практични део. Теоријски део ће представити и објаснити важне концепте, а у практичном делу полазници ће применити стечено знање за решавање различитих проблема.

Свакодневно ће се вршити оцењивање на крају сваког радног дана у циљу провере стеченог знања. Коначно оцењивање ће се извршити на крају курса, а такође ће се квалитет курса потврдити оцењивањем материјала курса и предавача од стране полазника.

По завршетку курса полазници ће моћи самостално креирати програм за израду делова на стругу или глодалици.

### **Исходи учења курса:**

- Познаје принципе рада и компоненте CNC машине.
- Планира и креира програмски код (тзв. G-код) за контролу рада CNC машина.
- Способан за имплементацију технолошких поступака за машинску обраду, коришћењем одговарајућих функционалности управљачке јединице.
- Дефинише оперативне/производне параметре технолошког процеса обраде.
- Способност коришћења симулатора за израду прототипа кода (у случају примењивог симулатора)

- - Реинжењеринг постојећег G-кода.
- - Добро познавање координатног система специфичног за машину и важних тачака.
- - Способан за калибрацију и мерење алата
- - Уводно знање о постојећим САМ софтверским пакетима.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):** РС – персонални компјутер, САМ програм за симулацију, CNC симулатор, MS Office (Word, Excel, Power Point)

Теме	Проблеми који се решавају
Т1 - CNC машине, увод и принципи рада <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увод у CNC машине</li> <li>2. Разлике између класичних машина и CNC</li> <li>3. Класификација CNC система</li> <li>4. Компоненте CNC машина</li> <li>5. Преглед нумеричких управљачких јединица</li> <li>6. Структуре података и унос података</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Креирање програма Г-кода за машинску обраду дела на ЦНЦ стругу</li> </ul>
Т2 - Концепти управљања CNC машинама <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увод у CNC управљање</li> <li>2. Структура и компоненте CNC управљачке јединице</li> <li>3. Техничке карактеристике CNC управљачке јединице</li> <li>4. Функционалне карактеристике CNC управљачке јединице</li> <li>5. Унос програма</li> <li>6. Откривање програмских грешака</li> <li>7. Оптимизација програма</li> <li>8. DNC системи</li> <li>9. Прилагодљива контрола</li> <li>10. Флексибилни технолошки системи</li> </ol>	
Т3 –Методe програмирања CNC система <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ручно програмирање</li> <li>2. Разговорно програмирање</li> <li>3. Програмирање САМ система</li> </ol>	
Т4 – Заштита на раду <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лично понашање</li> <li>2. Одећа на радном месту</li> <li>3. Општи сигурносни прописи</li> <li>4. CNC безбедносне праксе</li> </ol>	

<p>T5 -Технолошке припреме за CNC обраду</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технолошка припрема за производњу</li> <li>2. Координатни системи и нулте тачке</li> <li>3. Карактеристичне тачке обрадног система</li> <li>4. Димензионисање делова</li> <li>5. Развој технолошког процеса</li> <li>6. Формирање плана производње</li> <li>7. Формирање плана стезања</li> <li>8. Дефиниција скупа алата</li> <li>9. Дефиниција параметара сечења</li> <li>10. Пројектовање путање алата и симулација</li> <li>11. Демонстрација стварања технолошког процеса за токарски строј и глодалицу - примери рада.</li> </ol>	
<p>T6 Синтакса и структура G-кода</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура програма и синтакса</li> <li>2. Основне функције G и M</li> <li>3. Друге применљиве функције</li> <li>4. Демонстрација кода за струг и глодалицу - примери рада.</li> </ol>	
<p>T7 – Калибрација алата и оптимизација путање</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исправке и подешавања алата</li> <li>2. Дефиниција путање алата</li> </ol>	
<p>T8 Увод у САМ програме</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Примери разних САМ програма</li> <li>2. САМ програм симулатор за G-код.</li> </ol>	
<p>T9 - Управљање и извођење програма (Пример за обуку на стругу)</p>	
<p>T10 - Управљање и извођење програма (Пример обуке за глодање)</p>	
<p>T11 - Самосталан рад уз надзор и помоћ</p>	

**Препоручена литература:**

- [1] Alan Overby, CNC Machining Handbook: Building, Programming, and Implementation Paperback, 2010, [Link](#)
- [2] Lorenzo Rausa, CNC 50 Hour Programming Course: (Second Edition / January 2018), [Link](#)

## 4.8. Курс 8- Оперативни систем аутоматизоване производње

**Трајање курса (дана): 3-4**

**Академских часова: 24 (10 теорија + 14 пракса)**

**Опис курса:** Циљ курса је упознавање полазника са основним концептима и питањима из области аутоматизације производних процеса и производних система; функционисање и рад аутоматизованих производних система; примену флексибилних средстава аутоматизације и интеграцију технолошких процеса, као и рачунарских система САХ који подржавају технолошку припрему производње; указивање на тренутне трендове и правце развоја у вези са аутоматизацијом производних система.

### **Исходи учења курса:**

- упознавање са основним питањима и концептима у области аутоматизације производних процеса и производних система,
- пружање структурираног и дубинског знања о функционисању и раду аутоматизованих производних система коришћењем средстава флексибилне аутоматизације и интеграције технолошких процеса,
- презентација примера средстава и рачунарских алата који подржавају технолошку припрему производње,
- дискусија о развојним трендовима у аутоматизацији производних система.

### **Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):**

CAD програм – Inventor; CAM програм – Edgcam; CAPP програм – Preactor APS

Теме	Проблеми који се решавају
T1. Нумерички контролисане машине алатке.	
T2. Програмирање делова у аутоматском режиму.	

Т3. Примери технолошких процеса подржаних ЦАМ системима.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ЦНЦ програмирање глодала користећи Г91 инкрементално програмирање</li> <li>• ЦАД вежбе</li> </ul>
Т1. Нумерички контролисане машине алатке.	
Т2. Програмирање делова у аутоматском режиму.	
Т3. Примери технолошких процеса подржаних ЦАМ системима.	
Т1. Нумерички контролисане машине алатке.	

### Препоручена литература:

- [1] Karkalos, N. E., Markopoulos, A. P., & Davim, J. P. (2019). *Computational Methods for Application in Industry 4.0*. Springer International Publishing.
- [2] Rawat, D. B., Brecher, C., Song, H., & Jeschke, S. (2017). *Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems*. Springer.
- [3] Gunal, Murat M. (Ed.) (2019). *Simulation for Industry 4.0 Past, Present, and Future Series: Springer Series in Advanced Manufacturing*.
- [4] Selected articles from the journals:

- *Journal of Manufacturing Systems, e.g.*

Deja, M., & Siemiatkowski, M. S. (2018). Machining process sequencing and machine assignment in generative feature-based CAPP for mill-turn parts. *Journal of Manufacturing Systems, 48*, 49-62.

- *Journal of Intelligent Manufacturing, e.g.*

Deja, M., & Siemiatkowski, M. S. (2013). Feature-based generation of machining process plans for optimised parts manufacture. *Journal of Intelligent Manufacturing, 24(4)*, 831-846.



## ДЕО 2 ИНЖЕЊЕРИ

## 1. УВОД

Овај курикулум је написан у оквиру allCUTE пројекта у оквиру програма ЕРАСМУС+. Дизајниран је да побољша техничке и опште вештине инжењера запослених у сектору Машиноградње и мехатронике, као резултат велике потражње за усавршавањем у име послодаваца, како би се суочили са изазовима индустрије 4.0.

Наставни план и програм заснован је на резултатима истраживања спроведеног међу 161 компанијом у горе наведеном сектору који покрива следеће европске регионе:

- Габрово, Бугарска
- Пловдив, Бугарска
- Источна Македонија и Тракија, Грчка
- Поморские, Пољска
- Ниш, Србија

Након анализе резултата анкете, следећих 8 курсева за техничаре идентификовано је као приоритет послодаваца у одговарајућем индустријском сектору и подржавају овај наставни план и програм::

- Основне шеме у аутоматизованим пнеуматским системима
- Енергетска ефикасност у пнеуматским системима
- Хидраулика, пропорционална хидраулика
- Електрични мотори и сложени електрични погони
- Аутоматизовани производни системи
- Гаранција квалитета, контрола квалитета и тестирање.



## 2. МЕТОДОЛОГИЈА НАСТАВЕ

Курикулум се заснива на комбинованом приступу учењу, где се информационо комуникационе технологије (ИКТ) стратешки користе. Део о е-учењу заснива се на отвореним образовним ресурсима-самосталном проучавању оба приступа како би се ученици унапред припремили за традиционалне часове и вежбе у учионици, односно, како би се могли боље припремити за посао учењем кроз индустријске задатке у стварном животу.

Традиционални део обуке заснива се на техникама активног учења (усредсређеним на ученика), као што су: изокренута учионица, слагалица, учење засновано на проблемима и пројектима, дељење размишљања у пару, итд., Где ученици могу да обликују сопствени пут учења под вођством наставника стручног образовања (VET). Проучавајући материјале унапред, ученици разговарају о њима у учионици и решавају проблеме на основу онога што су већ научили, побољшавајући тако своје критичко, аналитичко и креативно мишљење, мотивацију, комуникацију, решавање проблема, дигиталне вештине итд. добијају подршку вршњака и поучавају једни друге. Професор стручног образовања (VET) је модератор, а не инструктор, а ученици су активно укључени у процес учења, а не пасивни гледаоци.

Предложена наставна методологија одражава најсавременије наставне технике широм света, као што се може видети на слици 1.



Слика 1: Пирамида учења

### 3. МЕТОДОЛОГИЈА ОЦЕЊИВАЊА

Узимајући у обзир трајање курса и врсту и опсег знања и вештина које треба усвојити, методологија оцењивања се заснива на 3 технике оцењивања:

- Размишљање увођењем задатка од једног минута

На крају дневних предавања ученици одговарају на питања постављена од наставника (једноминутни папир) која их подстичу да размисле о лекцијама тог дана.

Применом ове технике оцењивања, наставник добија корисне повратне информације о томе како сваки ученик напредује и са којим се потешкоћама суочава, с једне стране, а ученици развијају своје додатне вештине како би размишљали, анализирали и самопроцењивали своје способности, с друге стране.

- Процењивање коришћењем контролне листе напредовања учинка

На крају дневних лекција наставник попуњава контролну листу напредовања учинка у којој наводи посебне критеријуме и која омогућава наставницима да обједињују информације и доносе судове о томе шта ученици знају и могу постићи у односу на постављене исходе учења. Надаље, нуди систематске начине прикупљања података о специфичним поступцима, знању и вештинама ученика.

- Пројекат мањег обима

Након завршеног курса, полазници би требали у паровима да раде на развоју пројеката малог обима у облику Powerpoint презентације. Радећи на малом пројекту, ученици имају прилику да покажу у којој мери су побољшали своју техничку стручност, да развију додатне вештине, попут тимског рада, комуникације, решавања проблема, критичког размишљања итд. На крају, али не и најмање важно, могу побољшају своју дигиталну компетенцију.

У случајевима где мали пројекат није прикладан, могу се користити тестови за процену знања и вештина ученика.

## 4. ОПИС КУРСА

### 4.1. Курс 1- Basic Schemes in Automated Pneumatic Systems

**Трајање курса (дана):** 4 - 5

**Академских часова:** 30 (15 теорија + 15 пракса)

**Опис курса:** Овај курс пружа особљу за одржавање вештине и знања потребна за извршавање задатака одржавања пнеуматских и електро-пнеуматских система. Курс надограђује знања о пнеуматским и електро-пнеуматским системима стечена са основног нивоа. На курсу се примењује практичан приступ. Обука се заснива на индустријским стандардним компонентама које се широко користе у индустријским системима.

**Исходи учења курса:**

- Проценити, користити и подесити различите сензоре;
- прорачун основних параметара у фазама производње компримованог ваздуха и у локалним станицама или манипулаторима;
- Развити основне секвенционалних система контроле;
- Процените, користите и подесите периферне уређаје, као што су тајмери, бројачи, програмабилни релеји итд .;
- Имплементирати контролер са командном радњом у комбинацији са контролом секвенце;
- Користите цртеже пнеуматских кола као помоћ у систематском проналажењу грешака;
- Извршите поправке пнеуматских система;
- Разумеју како су ПЛЦ -ови повезани и користе се за контролу пнеуматских система;
- Употреба и подешавање пнеуматских актуатора и регулатора са пропорционалном контролом.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):** Софтвер за цртање пнеуматских кола. ПЛЦ софтвер за програмирање.

Теме	Проблеми који ће се решавати
T1. Основни кораци у прорачуну и избору опреме за припрему ваздуха.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Избор сушаре на компримовани ваздух.</li> </ul>
T2. Основни кораци за изградњу цевоводних система са компримованим ваздухом.	
T3. Дизајнирајте комплетне пнеуматске системе управљања.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Израчунавање потребне кондуктивности у систему</li> </ul>
T4. Пројектовање пнеуматских и електро-пнеуматских управљачких кола за доводне модуле.	
T5. Пројектовање пнеуматских и електро-пнеуматских управљачких кола са тајмерима.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Електро-пнеуматски систем управљања</li> </ul>
T6. Пројектовање пнеуматских и електро-пнеуматских управљачких кола са бројачима.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Развити основна кола за управљање редоследом са бројачима (пнеуматским и електронским).</li> </ul>
T7. Пројектовање пнеуматских и електро-пнеуматских управљачких кола са релејем који се може програмирати под притиском. Мултифункционални предајници притиска.	
T8. Пројектовање пнеуматских и електро-пнеуматских управљачких кола са логичким елементима.	
T9. Пројектовање пнеуматских и електро-пнеуматских управљачких кола са вакуумском опремом.	

T10. Дизајн пнеуматског кола помоћу PLC.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Контрола нивоа резервоара заснована на ПЛЦ-у</li></ul>
T11. Пнеуматски актуатори и позиционери вентила. Принцип рада, параметри и примене.	
T12. Електронски регулатори притиска. Принцип рада, параметри и примене.	

**Препоручена литература:**

1. [Parambath J.](#), Pneumatic Systems and Circuits - Advanced Level (Pneumatic Book Series), 2020
2. Parr A., Hydraulics and Pneumatics , 3rd Edition, Butterworth-Heinemann, 2011
3. [Sivaraman I.](#), Pneumatics and Pneumatic Circuits, [Dr. Ilango Sivaraman](#), 2015
4. Turner I, Engineering Applications of Pneumatics and Hydraulics, Routledge, 2020

## 4.2. Курс 2- Енергетска ефикасност у пнеуматским системима

**Трајање курса (дана): 4-5**

**Академских часова: 25 (10 теорија + 15 пракса)**

### **Опис курса:**

Систем за напајање флуида је систем који преноси и контролише енергију коришћењем течности или гаса под притиском. У пнеуматици, овај медиј је ваздух. Он, наравно, долази из атмосфере и смањује се запремином, повећавајући тако његов притисак. Компримовани ваздух се углавном користи за рад деловањем на клип - стварајући на пример неко корисно кретање. Док многи аспекти индустрије користе компримовани ваздух, разматра се опште поље индустријске пнеуматике. Правилна употреба пнеуматског управљања захтева одговарајуће знање о пнеуматским компонентама и њиховом деловању како би се осигурала њихова интеграција у ефикасан радни систем. Оператер је увек дужан да потврди безбедност у свим условима - укључујући и неуспешне услове. Као и код сваког другог извора енергије, утиснути ваздух може нанети штету ако се не примењује правилно.

Смањење потрошње енергије приоритет је у готово сваком производном погону и индустријском објекту, јер ниједна компанија не може приуштити бацање новца помоћу машина и процеса који троше енергију. Будући да пнеуматски системи обилују у целој производњи и чине велики удео у трошковима енергије постројења, изузетно је важно да раде ефикасно. Срећом, постоје начини да се побољша енергетска ефикасност пнеуматских система користећи тактике које се крећу од бољих инжењерских одлука у фази пројектовања, до прилагођавања и одржавања постојећих система. Иако се тренутно може замислити електронско управљање помоћу програмабилног секвенцера или другог логичког контролера, ипак је потребно знати основну функцију пнеуматских компоненти. Овај курс предвиђа следећи акциони план у циљу побољшања енергетске ефикасности у пнеуматским системима:

- Принципи снаге флуида, основне карактеристике и оптимизација компримованог ваздуха
- компоненте одговарајуће величине у пнеуматским актуаторима, сензорима и управљачким компонентама
- ефекат цурења, вештачке потражње и неодговарајуће употребе на ефикасност система

- оптимизација притиска, пнеуматских кола и система
- проверите могућности на нивоу компоненте
- проверите могућности на нивоу контроле система
- оптимизација система управљања на месту употребе
- избегавајте коришћење прекомерног притиска и пројектовање оптимизованих пнеуматских система
- наставити са праћењем и оптимизацијом система

## Исходи учења курса:

По завршетку овог курса, полазник је у стању да:

- Измерите потрошњу ваздуха за различите пнеуматске примене и рад електропнеуматског струјног кола.
- Разумети и оценити однос између потрошње и цене извора енергије пнеуматског система у процесу, побољшања перформанси система компримованог ваздуха.
- Применити мере ефикасности у припреми и дистрибуцији компримованог ваздуха
- Применити мере ефикасности у потрошњи компримованог ваздуха
- Исправите кварове који су узроковали ефикасност расипања енергије.
- Применити мере ефикасности у пнеуматским колима, машинама и компонентама.
- Одаберите ефикасне компоненте за различите апликације.

Теме	Проблеми који ће се решавати
Т1. 1.1 Смањите пад притиска у дистрибутивном систему 1.2 Избегавајте неприкладну употребу компримованог ваздуха .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Израчунати силу цилиндра у пнеуматским системима</li> </ul>
Т2. Искључите напајање током застоја пнеуматских система .	

<p>T3. Укључите OEM -а у пројектовање енергетски ефикаснијих машина и компресорских ваздушних система .</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Израчунати рад и енергију пнеуматских система</li> </ul>
<p>T4. Додајте сензоре машинама и процесима високог притиска и потрошње .</p>	
<p>T5 5.1 Смањите цурење 5.2 Смањите цурење ваздушног система .</p>	
<p>T6. Оптимизујте системе компримованог ваздуха.</p>	
<p>T7. Укључите кола за уштеду ваздуха где је то потребно.</p>	
<p>T8. Уштеда енергије почиње на врху организација и ослања се на свеобухватне тимове.</p>	

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):**

PC – лични компјутер, PneuCalc програм за симулацију или Automation Studio 5.5 софтвер за пројектовање хидрауличних и пнеуматских система, обуку, одржавање и решавање проблема, MS Office (Word, Excel, Power Point)

**Препоручена литература:**

1. <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-the-Energy-Efficiency-of-a-Pneumatic-Yang-Tadano/900fdb305237bd818a244b9060a136d381be3434>
2. <https://www.semanticscholar.org/paper/Air-recovery-assessment-on-high-pressure-pneumatic-Trujillo-Gamez-Montero/9983842d395f396ce577cc8c2779e78753887421>
3. <https://www.semanticscholar.org/paper/Cost-effectiveness-of-restoring-energy-in-execution-Blagojevic-Seslija/ba33382d0d71757134dac756dd4773414c626f8f>
4. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-New-Efficiency-Index-for-Analysing-and-Minimizing-Parkkinen-Zenger/42c4b2064b84ff66e95a257943c76d44366a761d>



5. <https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-saving-measures-on-pneumatic-drive-systems-Hepke-Weber/1b672cf1b4ce068f5541c389f3482fb37b6dfcc4>
6. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402030671X>
7. <https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-efficiency-of-high-pressure-pneumatic-Trujillo/b0218db6e2ee138ae75e49a329bd577e63159c16>
8. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2016/0354-98361600022S.pdf>
9. [https://swsu.ru/sbornik-statey/pdf/InTech-Increasing\\_the\\_energy\\_efficiency\\_in\\_compressed\\_air\\_systems.pdf](https://swsu.ru/sbornik-statey/pdf/InTech-Increasing_the_energy_efficiency_in_compressed_air_systems.pdf)

### 4.3. Курс 3- Хидраулика, Пропорционална хидраулика

**Трајање курса (дана): 3 - 4**

**Академских часова: 24 (10 теорија + 14 пракса)**

**Опис курса:**

Обим курса покрива питања од основне и елементарне хидраулике до напредне контроле погона уз употребу пропорционалне и серво технике.

Пумпе, хидраулични мотори, актуатори и управљачки елементи окарактерисани су заједно са принципима њиховог избора за хидраулични систем.

Курс такође покрива анализу и принцип рада и једноставних и сложенијих (пропорционалних и серво) хидрауличних система.

**Исходи учења курса:**

Након завршене обуке, запослени је способан:

- да анализира, дијагностикује и објасни принцип рада хидрауличног система;
- за избор компоненте за хидраулични систем;
- за пројектовање основних хидрауличних система.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):**

Препоручује се извођење дидактичке наставе у лабораторији хидраулике.

Теме	Проблеми који се решавају
T1. Електромагнети.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Избор пропорционалних смерних вентила</li> </ul>
T2. Пропорционални вентили.	
T3. Карактеристике пропорционалних регулационих вентила.	
T4. Електронски контролни системи за пропорционалне вентиле.	

T5. Избор пропорционалног смерног вентила – пример.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Израчунајте проток у пропорционалном вентилу</li></ul>
---	--

**Препоручена литература:**

- [1] Yeaple F.: Fluid power design handbook. Macel Dekker INC. 1984.
- [2] Hydraulic Trainer Volume 1. Basic principles and components.
- [3] Hydraulic Trainer Volume 2. Proportional and Servo Valve Technology.
- [4] Cundiff J.: Fluid Power Circuits and Controls. CRC Press 2002.
- [5] Akers A., Gassman M., Smith R.: Hydraulic Power System Analysis. CRC Press 2006.
- [6] Parr A.: Hydraulics and Pneumatics. Elsevier 1999.
- [7] Dindorf R.: Napędy Płynowe. Podstawy teoretyczne i metody obliczania napędów hydrostatycznych i pneumatycznych. Kielce University of Technology Publishing House. Kielce 2009.
- [8] Doddannavar R., Barnard A.: Hydraulic Systems. Operation and troubleshooting for Engineers & Technicians. Elsevier 2005.

#### 4.4. Курс 4- Електрични мотори, сложени електрични погони

**Трајање курса (дана): 3 - 4**

**Академских часова: 24 (10 теорија + 14 пракса)**

**Опис курса:** У последњих 30 година, увођење електронских погона са мотором довело је до нових могућности решења. Повећана интеграција ових погона и машина покренула је квантни скок у продуктивности, ефикасности и перформансама система.

Овај практични кориснику оријентисан курс даће вам солидан увод у ову област која се брзо шири под водством стручњака из индустрије

##### **Исходи учења курса:**

- општи принципи конструкције и физичке основе електричних машина и погона;
- опште информације о конструкцији, перформансама и моделовању агрегата или мотора са променљивом брзином;
- општа знања о симулацији, моделирању и развоју електричних погона.

Теме	Проблеми који ће се решавати
Т1. Кратак преглед савремених електричних погона.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стационарне карактеристике ДЦ мотора</li> <li>• Преносне функције ДЦ мотора</li> </ul>
Т2. Електромеханички системи.	
Т3. Индукциона машина.	
Т4. Машине са трајним магнетом без четкица.	
Т5. ДЦ мотор.	

##### **Препоручена литература:**

- [1] Gieras J.: Advancements in electric machines. Springer Netherlands, 2008
- [2] Bishop Robert H. (Editor): The Mechatronics Handbook. CRC Press, 2002.



- [3] Krause P.C. : Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, Wiley-IEEE Press, 2013
- [4] Gerling D.: Electrical Machines. Mathematical Fundamentals of Machine Topologies, 2015
- [5] Karnopp D. C., Margolis D. L., Rosenberg R. C.: System dynamics, modeling and simulation of mechatronic systems. John Wiley Inc, 2000.
- [6] Lyshevski S. E., Nano- and micro-electromechanical systems: Fundamental of micro- and nano-engineering. CRC Press, 2000.

## 4.5. Курс 5- Аутоматизовани производни системи

**Трајање курса (дана): 3 - 4**

**Академских часова: 24 (8 теорија + 16 пракса)**

### **Опис курса:**

Циљ овог курса је да научи особе са инжењерским и техничким искуством, како да дизајнирају и анализирају аутоматизоване производне системе. Овај курс премошћује јаз између класичног техничког образовања у производњи и савремених техника за аутоматизацију, посебно коришћењем ПЛЦ-ова програмабилних логичких контролера. Сензори, актуатори, аутоматска идентификација података, логичке логике, уобичајени и напредни системи управљања и програмабилни логички контролери су обрађени и представљени у овом курсу. Логика методе лествица, листа инструкција и програмирање функционалних блокова укључени су у наставни план и програм. Свака јединица за учење имаће теоријски и практични део. Теоретски део ће представити и објаснити важне концепте, а у практичном делу полазници ће применити стечено знање за решавање различитих проблема.

Свакодневно ће се вршити свакодневно оцењивање ради провере стеченог знања. Коначна оцена ће се обавити на крају курса, а квалитет курса ће се потврдити евалуацијом материјала за курсеве и предавачима.

### **Исходи учења курса:**

- Познавање принципа рада сензора и актуатора.
- Познавање важних нумеричких, алфа-нумеричких кодова и техника аутоматске идентификације података.
- Способност дизајнирања и имплементације логичких функција, логичких кола и техника минимизирања.
- Познавање анализе и пројектовања система управљања и напредних система управљања.
- Познавање архитектуре и структуре ПЛЦ-ова програмабилних логичких контролера.
- Добро познавање ПЛЦ комуникације и умрежавања.
- Способност ПЛЦ програмирања помоћу мердевине, програмирања листе инструкција и програмирања функционалних блокова.

- Уводно знање о постојећим програмским пакетима ПЛЦ-а.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):** PC – лични компјутер, PLC програм за симулацију, MS Office (Word, Excel, PowerPoint)

Теме	Проблеми који ће се решавати
<p><b>T1. Сензори</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Класификација сензора и методе мерења неелектричних величина.</li> <li>• Оптички сензори.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пројектовање минималне логичке функције пнеуматског лифта са четири цилиндра</li> </ul>
<p><b>T2. Актуатори</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Пиезоелектрични актуатори.</li> <li>• Микромеханички покретачи (микромеханички прекидачи, модулатори светлости и оптички елементи приказа, микромеханички вентили и пумпе, елементи за микропозиционирање, микромотори).</li> </ul>	
<p><b>T3. Бројеви и подаци</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Увод у бројеве базе, кодове и кодирање.</li> <li>• Кодови и програмирање: BCD, Aiken Code, Gray Code, ASCII Code.</li> <li>• Аутоматска идентификација података: Bar Code, RFID.</li> </ul>	
<p><b>T4. Логично пројектовање</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Увод у Булову алгебру.</li> <li>• Основне логичке функције</li> <li>• Логичка кола.</li> <li>• Минимизирање Булових функција.</li> <li>• Quine-McCluskey алгоритам.</li> <li>• Карне карте.</li> </ul>	
<p><b>T5. Анализа и пројектовање управљачког система</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Функција преноса, простор стања и приказ система блок дијаграма.</li> <li>• Контролисаност и уочљивост.</li> <li>• Одзив система у временском и фреквенцијском домену.</li> <li>• Методе анализе стабилности контролног система.</li> <li>• Пројектовање управљачког система.</li> </ul>	
<p><b>T6. Напредни системи управљања</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нелинеарни системи управљања.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"><li>• Дигитални контролни системи.</li><li>• Оптимални системи управљања.</li><li>• Модел предиктивне контроле.</li><li>• Нејасно моделирање и контрола.</li><li>• Контрола клизног режима.</li><li>• Машинско учење.</li></ul>	
<b>T7. Програмабилни логички контролери - PLC-s</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Програмабилни логички контролери - Увод; Операција ПЛЦ -а.</li><li>• Структура хардвера ПЛЦ -а.</li><li>• ПЛЦ комуникација и умрежавање.</li><li>• ПЛЦ инсталација и ожичење.</li><li>• ПЛЦ програмирање.</li></ul>	

**Препоручена литература:**

- [1] Ogata, K., Modern control engineering. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 1997.
- [2] Siddique Nazmul, Hojjat Adeli, Computational intelligence: synergies of fuzzy logic, neural networks and evolutionary computing. John Wiley & Sons, 2013.
- [3] William Bolton, Programmable Logic Controllers, Sixth Edition (6th. ed.). Newnes, USA, 2015.



## 4.6. Курс 6- Осигурање квалитета, контрола квалитета и тестирање

**Трајање курса (дана): 3 - 4**

**Академских часова: 24 (8 теорија + 16 пракса)**

### **Опис курса:**

Ово је тродневни програм у којем полазници уче основе инжењерског искуства, осигурање квалитета, контролу квалитета и тестирање. Такође, посебна пажња ће бити посвећена теорији пројектовања и анализи индустријских експеримената и анализи ефеката режима отказа. Циљ овог курса је да се представи безначајност и место: концепта, процеса, метода и примера квалитета производа (QA/QC), статистичке контроле процеса (SPC), дизајна експеримената (DOE) и ефеката начина отказа Анализа (FMEA).

У ту сврху су обухваћене теоријске основе контроле квалитета, заједно са дефиницијом DOE термина, као што су независне (улаз) и зависне променљиве (излаз), фактори, бука, нивои, матрица пројектовања, грешка итд. Теоријски део, такође, даје преглед и анализу основних параметара и услова за имплементацију обраде материјала путем FMEA методе, пружа могућност одређивања пондерисаних фактора за озбиљност грешке, учесталост и способност откривања грешака.

Свакодневно ће се вршити свакодневно оцењивање ради провере стеченог знања. Полазници ће имати прилику да анализирају различите студије случаја и анализирају их на папиру и рачунару. Коначна оцена ће се обавити на крају курса, а такође ће се квалитет курса потврдити евалуацијом полазника кроз материјал курса и предавачима.

### **Исходи учења курса:**

- Увод у стандардизацију, систем квалитета у обради материјала и савладавање практичних проблема квалитета.
- Стицање основних вештина и знања неопходних за управљање квалитетом, што би требало да резултира побољшањем квалитета производа/услуга, смањењем трошкова и повећањем профита?
- Повећано разумевање важности управљања квалитетом у организацијама.
- Овладавање кључним концептима DOE -а, стратегијом експериментисања и основним принципима.

- Идентификација када и зашто применити DOE (циљ експеримента, одговарајући фактори и одговори).
- Развити математички модел за представљање процеса/система који се истражује.
- Тумачење исхода осмишљених експеримената.
- Пренос високог знање и техничко искуство методом FMEA.
- Идентификација и квантификација неких кључних грешака у процесу обликовања метала.

**Потребни ресурси (нпр. опрема, материјали, алати, софтвер итд.):** PC – лични компјутер, MS Office (Word, Excel, PowerPoint)

Теме	Проблеми који ће се решавати
D1.T1 - Увод у контролу квалитета и осигурање квалитета 1. Концепт квалитета производа 2. Историја осигурања квалитета и стандардизације	
D1.T2 – Концепт контроле квалитета у производњи 1. Шта је контрола квалитета? 2. Предности коришћења контроле квалитета у производњи 3. Квалитет мерења и мерна несигурност	
D1.T3 – Статистичка контрола процеса (SPC) 1. Основне статистичке методе у инжењерској/индустријској пракси 2. Статистички темељи и методе побољшања квалитета 3. Статистичка анализа узорака	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Провера параметара у процесу ултразвучног заваривања коришћењем Плацкетт – Бурман експерименталног дизајна</li> </ul>
D2.T4 - Увод у индустријски експеримент 1. DOE циљеви 2. Општи модел процеса/система 3. Типичне примене експерименталног дизајна 4. Стратегије извођења индустријских експеримената	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прорачун силе деформације и рада деформације процеса штанцања и слепљивања са анализом оптималних салуција и FMEA за технологију производње</li> </ul>

<p>D2.T5 Упутства за пројектовање индустријских експеримената</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основни принципи ДОЕ</li> <li>2. Основни кораци у планирању, извођењу и анализи индустријских експеримената</li> <li>3. Преглед фактора и перформанси процеса</li> <li>4. ДОЕ терминологија</li> </ol>	
<p>D2.T6 – Факторски дизајн</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дизајн експерименталне матрице</li> <li>2. Процена и анализа главних и ефеката у интеракцији</li> <li>3. Развој математичког модела и његова статистичка процена</li> </ol>	
<p>D2.T7 Анализа студија случаја - моделовање и анализа датог индустријског процеса/система - радни примери</p>	
<p>D2.T8 - Самосталан рад уз надзор и помоћ</p>	
<p>D3.T9 Увод у ФМЕА методу, дефинисање тежинских фактора и ниво препознавања ризика</p>	
<p>D3.T10 – Обрада лима</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФМЕА анализа у примеру процеса пробивања и прикривања и генерисање РПН нивоа идентификационих грешака</li> <li>2. Процес савијања - ФМЕА анализа и генерисање РПН нивоа идентификованих грешака</li> </ol>	
<p>D3. Самосталан рад уз надзор и помоћ</p>	
<p>D4.T11 – Запреминско обликовање</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФМЕА анализа процес врућег ковања и генерисање РПН нивоа идентификованих грешака</li> <li>2. ФМЕА анализа процеса истискивања шупљих елемената на високој температури и генерисање РПН нивоа идентификованих грешака</li> </ol>	

**Препоручена литература:**

- [1] Quality Assurance and Quality Control Guidelines FTA-IT-90-5001-02.1 - Federal Transit Administration | PDF Free Download
- [2] Amitava Mitra, (2008). Fundamentals of Quality Control and Improvement, John Wiley & Sons
- [3] Neyestani, B. (2017). Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations
- [4] Muhammad Hashim, (2013). Quality control, Quality assurance, systems and application.
- [5] E. A. Cudney, S. L. Furterer, (2012). Design for Six Sigma in Product and Service Development, Applications and Case Studies, Taylor & Francis Group
- [6] Z. Marciniak, J.L. Duncan, S.J. Hu, (2002). Mechanics of Sheet Metal Forming, Butterworth-Heinemann.
- [7] Montgomery, D., (2013). Design and analysis of experiments, John Wiley & Sons.
- [8] Antony, J. (2014). Design of experiments for engineers and scientists. Elsevier

# ДОДАЦИ

## ОБРАЗАЦ ЗА ОЦЕЊИВАЊЕ 1

### Задатак од једног минута (дневно самооцењивање)

Датум: \_\_\_\_\_

Курс: \_\_\_\_\_

Име: \_\_\_\_\_

Данашња тема је била

\_\_\_\_\_

У вези ове теме, већ сам био упознат са

\_\_\_\_\_

Највише ми се допада

Није ми се свидело

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Данас сам научио

Нисам успео да разумем

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Мора још да унапредим

\_\_\_\_\_

Желео бих додатне информације у вези

\_\_\_\_\_

Оцењујем свој данашњи рад и напредак као

врло добар

добар

задовољавајући

незадовољавајући

## ОБРАЗАЦ ЗА ОЦЕЊИВАЊЕ 2

Контролна листа учинка							
Име:			Курс:				
Критеријуми за евалуацију			Скала оцена				
5 – највиша / 1 - најнижа			5	4	3	2	1
<b>Репродукција и организација знања</b>							
способан да примени градиво за учење у познатој ситуацији учења							
способан да примени старо знање у познатој ситуацији учења							
<b>Преношење знања, креативност, решавање проблема</b>							
примењује знања стечена у новим ситуацијама учења							
долази са идејама, идентификује нове проблеме и проналази алтернативна решења							
<b>Самоучење</b>							
извршава задатке без икакве помоћи и подршке							
поставља себи циљеве							
<b>Мотивација за учење</b>							
настоји да заврши задатке							
не обесхрабрује се ако не успе одмах да реши проблем							
<b>Комуникација, интеракција и сарадња</b>							
радо ради у тиму							
прихвата помоћ од других чланова тима							
спреман да помогне другим члановима тима							
<b>Дигитална компетенција</b>							
може да ради са MicroSoft Office или другим програмима ако је потребно							
може лако да тражи и пронађе информације на Интернету							

Датум:

Предавач:

### ОБРАЗАЦ ЗА ОЦЕЊИВАЊЕ 3

Евалуација пројекта и презентације		
Име:		
Тема:		
Курс:		
Чланови тима:		
	<b>Највећа вредност оцне</b>	<b>Остварени поени</b>
<b>Презентовање 60%</b>		
1. Структура (нпр. увод, закључци, прелази)	<b>2</b>	
2. Разумевање језика и тачност	<b>1</b>	
3. Равнотежа између текста и визуелних елемената	<b>1</b>	
4. Дубински и научно тачан садржај	<b>4</b>	
5. Изношење информација	<b>4</b>	
<b>Пројект 40%</b>		
6. Распоред (структура, идеје, графика)	<b>3</b>	
7. Ресурси	<b>1</b>	
8. Дубински и научно тачан садржај	<b>4</b>	
<b>Укупно поена</b>	<b>20</b>	
Коментар:		

Оцена:

Датум:

Потпис:  
(наставник)