

# **ПРАВИЛНИК О НАСТАВНОМ ПЛАНУ И ПРОГРАМУ ЗА СТИЦАЊЕ СПЕЦИЈАЛИСТИЧКОГ ОБРАЗОВАЊА У ЈЕДНОГОДИШЊЕМ ТРАЈАЊУ У СТРУЧНОЈ ШКОЛИ ЗА ОБРАЗОВНЕ ПРОФИЛЕ У ПОДРУЧЈУ РАДА ЕЛЕКТРОТЕХНИКА**

Правилник је објављен у "Службеном гласнику РС -  
Просветни гласник", бр. 4/97, 2/2002, 10/2003, 5/2004,  
11/2008 и 6/2010.

## **НАСТАВНИ ПЛАН И ПРОГРАМ ЗА СТИЦАЊЕ СПЕЦИЈАЛИСТИЧКОГ ОБРАЗОВАЊА У ЈЕДНОГОДИШЊЕМ ТРАЈАЊУ У СТРУЧНОЈ ШКОЛИ ЗА ОБРАЗОВНЕ ПРОФИЛЕ У ПОДРУЧЈУ РАДА ЕЛЕКТРОТЕХНИКА**

**Образовни профил: ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧАР ЗА МРЕЖЕ И ПОСТРОЈЕЊА**

### **УСЛОВИ ЗА УПИС КАНДИДАТА**

Специјализацију за образовни профил **електроенергетичар за мреже и постројења** могу стицати кандидати са завршеним следећим средњим образовањем:

1. Завршена школа у четворогодишњем трајању образовања следећих образовних профила, односно занимања:

- електротехничар енергетског смера,
- електротехничар за постројења и мреже и
- електротехничар енергетике.

2. Завршена школа у трогодишњем трајању образовања образовног профила, односно занимања електромонтер мрежа и постројења и електроинсталатер.

Сви кандидати наведених образовних профила, односно занимања треба да имају радно искуство из области мрежа и постројења у непрекидном трајању од најмање две године за завршену школу у четворогодишњем трајању

образовања а четири године за завршену школу у трогодишњем трајању образовања.

При сачињавању ранг-листе за упис кандидата вреднује се постигнути општи успех из задња два разреда претходног образовања.

#### ГРУПЕ ПОСЛОВА И РАДНИХ ЗАДАТАКА

Остваривањем садржаја програма кандидати се оспособљавају за стручно обављање следећих група послова и радних задатака:

- пријем нових и реконструисаних електричних инсталација, мрежа и постројења;
- пријем нових и реконструисаних сигналних и управљачких инсталација постројења;
- мерење и контрола заштите уземљења;
- припрема и монтажа ваздушне и кабловске мреже;
- послови налажења кварова на мрежи и постројењу, одржавање и ремонт;
- монтирање уклонних уређаја и постројења високог напона, електричних пећи, лучких комора, управљачких инсталација;
- допуна техничке документације и учешће у комплетирању пројеката;
- учествовање у анализи и понашању мреже;
- вођење група при извођењу послова изградње постројења, мрежа, заштите, инсталације управљања;
- обављање манипулације у електроенергетским постројењима и мрежама у сарадњи са диспечерском службом и надзор параметара;
- синхронизација електроенергетског блока на мрежу и његово искључивање;
- праћење корекције радних параметара блока: струје, воде, паре, гасова.

## НАСТАВНИ ПЛАН

Редни број	НАСТАВНИ ПРЕДМЕТИ	Број часова						
		Недељно		Годишње			Укупно	
		Т	В	Т	В	Настава у блоку	Т + В	Настава у блоку
1.	Примена енергетске електронике	3		66			66	
2.	Електрична мерења у енергетици	2		44			44	
3.	Организација рада и основе система квалитета	2		44			44	
4.	Разводна постројења	4		88			88	

5.	Електроенергетски водови	4	1	88	22		110	
6.	Електричне машине	4		88			88	
7.	Заштита електричних мрежа	3	1	66	22		88	
8.	Пракса		6		132	240	132	240
	Укупно:	22	8	484	176	240	660	240
	Укупно часова:	30		660		240	900	

## НАСТАВНИ ПРОГРАМИ

### 1. ПРИМЕНА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕЛЕКТРОНИКЕ (3 часа недељно, 66 часова укупно)

#### ЦИЉ И ЗАДАЦИ

**Циљ** наставе овог предмета је да ученици стекну одређена стручна знања из области примењене електронике која су значајна за примену у аутоматском управљању електроенергетским постројењима.

#### **Задаци:**

- упознавање елемената и уређаја система управљања (терминали, регулатори, секвенцијални аутомати, мерни претварачи) и рад на њиховом одржавању, експлоатацији, изради и пројектовању;
- оспособљавање за даље усавршавање и продубљивање знања у овој области радом или вишим степеном школовања.

#### САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

##### УВОД (4)

Савремена електроника и њена примена у техници управљања, аутоматске регулације, мерења и заштите.

Електроенергетски систем (ЕЕС), структура уређаја, и експлоатационе карактеристике.

Потреба и могућности примене електронских уређаја у електроенергетским системима.

##### ПРИМЕНА ЕЛЕКТРОНСКИХ УРЕЂАЈА У УПРАВЉАЊУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ СИСТЕМИМА (34)

Системи управљања у електроенергетици. Структура система за управљање ЕЕС.

Хијерархијски системи. Нивои управљања (постројења, центри управљања производњом, преносом и дистрибуцијом, диспечерски центри подручја).

Режими управљања електроенергетским постројењима - ручно (појединачно), локално, аутоматско и даљинско управљање.

Уређаји за управљање у електроенергетици.

Историјски преглед развоја уређаја за управљање. Савремени уређаји за управљање ЕЕС. Примена рачунара.

Основни појмови о микропроцесорима, микрорачунарима и минирачунарима.

Опис једног ЕЕС са савременим системом управљања.

Уређаји за управљање у електроенергетским постројењима (електранама и трансформаторским станицама).

Вишефункцијске крајње станице (централна јединица, меморије, улазно-излазне јединице, комуникациона јединица, сабирница). Заштита од електромагнетних сметњи. Функције крајње станице (прикупљање података, примарна обрада, пренос, пријем и извршење команди, хронолошка регистрација, функције локалне аутоматике и регулације). Начини рада крајње станице.

Програмски секвенцијални аутомати. Принцип рада и структура. Функције. Начин рада. Аутоматски регулатори. Принцип рада. Примена неких регулатора који се примењују у електранама.

Уређаји у центрима управљања. Централне (главне станице). Структура. Функције.

Повезивање централне станице са крајњим станицама. Начин комуницирања (циклични и адресни системи).

Заштита информација. Примена рачунара у центрима управљања.

Конфигурације рачунарских система. Средства за приказивање информација (синоптичке плоче и екрани). Програмска подршка рачунарских система у центрима управљања. Подела програмске подршке (системски и апликациони програми). Опис основних особина у електроенергетици. Примена рачунара за рад изван реалног времена у електроенергетици. Напајање рачунарског система управљања у електроенергетици.

#### ЕЛЕКТРОНСКИ УРЕЂАЈИ ЗА ЗАШТИТУ (8)

Опште карактеристике електронских (статичких) уређаја за заштиту. Подела. Неки полупроводнички елементи примењени у уређајима за заштиту (операциони појачивач, компаратор, временско коло). Уређаји за заштиту са једном мерном величином (струја, напон). Опис шема и деловања. Уређаји за заштиту са две мерне величине (струја и напон). Опис шеме и деловање. Уређаји за заштиту са упоређењем две величине (две струје).

#### ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ УРЕЂАЈИ И МЕРЕЊЕ (20)

Мерни претварачи електричних величина. Мерни претварачи струје и напона. Мерни претварачи електричне снаге. Мерни претварачи учестаности. Бројила електричне енергије. Мерни претварачи неелектричних величина. Мерни претварачи температуре. Мерни претварачи притиска. Мерни претварачи нивоа. Мерни претварачи хемијског састава. Мерни претварачи помераја. Специјални мерни инструменти. Локатори квара на далеководу.

Уређаји за регистровање брзопроменљивих величина.

## **2. ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЊА У ЕНЕРГЕТИЦИ (2 часа недељно, 44 часа укупно)**

### **ЦИЉ И ЗАДАЦИ**

**Циљ** наставе овог предмета је обнављање и продубљивање знања кандидата, стечених током претходног школовања, као и стицање знања о новим достигнућима у области електричних мерења у енергетици.

### **Задаци:**

- упознавање о метролошкој уређености и мерном јединству у држави и повезаности са светом;
- упознавање о општим начелима мерења и принципима електричних мерења;
- упознавање о улози мерења у остваривању и контроли спроведених мера безбедности и заштите у електроенергетици;
- упознавање о савременим мерним средствима и методама мерења електромагнетних и важнијих неелектричних величина из домена електроенергетике.

### **САДРЖАЈИ ПРОГРАМА**

#### **УВОД (3)**

Улога метрологије у науци и техници.

Општи појмови теорије мерења: величине, јединице, принципи и методе мерења, мерна средства, грешке мерења и мерних средстава.

Метролошки систем државе: обезбеђење мерног јединства, хијерархија еталона и мерила, метролошка служба - организација и делатност; метролошка контрола мерних средстава; систем метролошких лабораторија.

Значај електричних мерења у енергетици: објекти мерења, важније величине, начини мерења, метролошки прописи и стандарди.

#### **ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЊА У ЕЛЕКТРИЧНИМ МРЕЖАМА НИСКОГ НАПОНА (3)**

Мерна места. Захтеви мерења и услови рада. Мерене величине - опсези, потребна тачност. Методе мерења.

#### **ЕЛЕКТРИЧНА МЕРНА СРЕДСТВА У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ ПОСТРОЈЕЊИМА (3)**

Поделе мерних средстава - критеријуми, опис. Општа својства мерних средстава. Техничка регулатива, ознаке и натписи. Критеријуми избора. Одржавање и метролошка контрола мерних средстава.

#### **МЕРЕЊЕ ВРЕМЕНА И ФРЕКВЕНЦИЈЕ (3)**

Јединица SI - дефиниција. Остале јединице. Методе мерења. Савремена мерна средства: електронски секундомери, уклопни часовници за мерене групе за мерење електричне енергије, часовници за мрежну тонфреквентну команду, фреквенцметри и сл. Оверавање мерних инструмената.

#### **МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ (4)**

Јединица SI - дефиниција. Остале јединице. Методе мерења. Савремена мерна средства: анализатори параметара мреже и др. - опис, својства. Оверавање мерних инструмената.

Трансформација електричне струје - **струјни мерни трансформатори**: улога, својства, испитивање.

#### МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНОГ НАПОНА (4)

Јединица SI - дефиниција. Остале јединице. Методе мерења. Савремена мерна средства: анализатори стања мреже и др. - опис, својства. Оверавање мерних инструмената.

Трансформација електричног напона - **напонски мерни трансформатори**: улога, својства, испитивање.

#### МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ОТПОРНОСТИ И ПРОВОДНОСТИ (4)

Јединица SI - дефиниција. Остале јединице. Методе мерења. Савремена мерна средства - опис, својства. Оверавање мерних инструмената.

Електролити - **испитивање трансформаторског уља**.

Одређивање врсте и места квара на енергетским водовима - савремене методе и мерна средства.

#### МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ИНДУКТИВНОСТИ И КАПАЦИТИВНОСТИ (2)

Јединице SI - дефиниције. Остале јединице. Методе мерења. Савремена мерна средства - опис, својства. Оверавање мерних инструмената.

#### МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ СНАГЕ: АКТИВНА, РЕАКТИВНА, ПРИВИДНА (6)

Јединица SI - дефиниција. Остале јединице. Методе мерења. Савремена мерна средства: конвертори; дигитални ватметри; мерни информациони уређаји за регистровање, анализу и даљински пренос података о ангажованој снази и сл. - опис, својства. Оверавање мерних инструмената.

#### МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ: АКТИВНА, РЕАКТИВНА, ПРИВИДНА (6)

Јединица SI - дефиниција. Остале јединице. Методе мерења. Савремена мерна средства: електронска бројила; мерни информациони уређаји за регистровање, анализу и даљински пренос података о протеклој количини електричне енергије и сл. - опис, својства. Оверавање мерних инструмената.

#### МЕРЕЊЕ ФАЗНЕ РАЗЛИКЕ И ФАКТОРА СНАГЕ (3)

Јединица SI - дефиниција. Остале јединице. Методе мерења. Савремена мерна средства - опис, својства. Оверавање мерних инструмената.

#### БЕЗБЕДНОСТ И ЗАШТИТА У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦИ (3)

Општи појмови, терминологија, класификација, дефиниције. Техничка регулатива. Утицаји околине. Мере заштите. Средства заштите. Испитивање заштитних мера и средстава заштите. Савремени принципи мерења и мерна средства. Метролошка контрола мерних инструмената - обавезе и дужности субјеката метролошког система у овој области.

### 3. ОРГАНИЗАЦИЈА РАДА И ОСНОВЕ СИСТЕМА КВАЛИТЕТА

**(2 часа недељно, 44 часа укупно)**

ЦИЉ И ЗАДАЦИ

**Циљ** наставе овог предмета је проширивање знања из области индустријског инжењеринга, организационих фактора и функција и стицање основних знања из области примене система квалитета и њиховом утицају на економичност пословања.

**Задаци:**

- стицање знања о факторима студије рада као елементима унапређивања производног процеса;
- упознавање са основама система квалитета, њиховом применом у предузећима и утицајем на подизање нивоа квалитета пословања у циљу лакшег прилагођавања новонасталим условима који владају на светском тржишту;
- упознавање са коришћењем информационог система у пословању и производњи.

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### СТУДИЈА РАДА

Психологија и физиологија рада.

Организациони облици.

Организација радних места.

Проучавање метода рада. Мерење рада.

Стандардизација рада - писани стандардни поступак.

Саставни елементи нормираног времена. Утврђивање нормираног времена израде системом унапред одређених времена.

### ОСНОВЕ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА КВАЛИТЕТОМ

Дефинисање квалитета, системи који утичу на развој квалитета, разлози развоја квалитета производа и услуга.

### ОСНОВНИ ПОЈМОВИ И ТЕРМИНОЛОГИЈА КВАЛИТЕТА ЈУС ISO 8402

Квалитет. Петља квалитета. Политика квалитета. Управљање квалитетом. Обезбеђење квалитета. Систем квалитета. План квалитета. Контрола квалитета. Провера квалитета. Надзор над квалитетом. Преиспитивање система квалитета. Контролисање - инспекција квалитета.

### РАЗВОЈ СИСТЕМА КВАЛИТЕТА

Развој система квалитета у свету и СРЈ. Односи са купцима. Култура предузећа. Комуникација. Мотивација. Тимски рад. Подсистеми: контрола, метрологија и стандардизација. Тотално управљање квалитетом.

### ЦИЉЕВИ, ПОЛИТИКА И СТРАТЕГИЈА КВАЛИТЕТА

Утврђивање система циљева квалитета. Дефинисање политике квалитета. Основе докумената политике квалитета. Формулисање стратегије квалитета и одређивање програма унапређења квалитета.

### ЦИЉЕВИ И ЗНАЧАЈ СТАНДАРДА ISO 9000, ISO10000, ISO14000

Циљеви дефинисани стандардима серије ЈУС ISO 9000. Стандарди серија ЈУС ISO 10000, ЈУС ISO 14000.

### СТРУКТУРА СТАНДАРДА ЈУС ISO 9000

Модели обезбеђивања стандарда квалитета према ISO 9000, 9002 и 9003. Управљање квалитетом и елементима система квалитета према стандарду ЈУС ISO 9004: одговорност руководства, провера система квалитета, трошкови квалитета, квалитет у маркетингу, квалитет производа, квалитет у набавци, квалитет у производњи, контрола производње, верификација производа, метрологија, неусаглашеност, корективне мере, складиштење, сервисирање, документација и записи о квалитету, образовање кадрова, безбедност производа, одговорност за квалитет и статистичке методе.

ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ И ЊЕГОВА ПОДРШКА У ОСТВАРИВАЊУ КВАЛИТЕТА  
Пословно-производни информациони систем.

Стандардизација, кодирање и шифрирање.

Пословно-производна документација.

Основе аутоматске обраде података и примена рачунара у ефикасном остваривању система квалитета.

#### **4. РАЗВОДНА ПОСТРОЈЕЊА (4 часа недељно, 88 часова укупно)**

**ЦИЉ И ЗАДАЦИ**

**Циљ** наставе овог предмета је да кандидати продубе теоријска знања стечена на претходним степенима образовања, како би се елементи опреме оптимално користили у експлоатацији.

**Задаци:**

- схватање главних одлика, номиналних карактеристика и услова у којима елементи постројења могу да се безбедно користе;
- упознавање техничких прописа, како се руковањем и експлоатацијом постројења не би угрожавали систем, људски животи и не би наносила материјална штета;
- оспособљавање да предложи или изврше мање поправке, односно замене један елемент другим истих или сличних карактеристика, а да то не наруши функцију постројења;
- оспособљавање да се ефикасно води техничка документација ради бољег рада система и даљег планирања електроенергетског система;
- оспособљавање да се самостално и одговорно руководи при извођењу ремонта и ревизија на елементима трансформаторских станица.

#### **САДРЖАЈИ ПРОГРАМА**

**УВОД (4)**

Историјат развоја енергетике и трансформаторских постројења, даљи правци и перспективе развоја.

Потрошачи електричне енергије.

Карактеристике. Концентрација. Променљивост режима. Важност.



Типови трансформаторских станица и њихове особености.

#### СТРУЈЕ КРАТКИХ СПОЈЕВА У ПОСТРОЈЕЊИМА ВИСОКОГ НАПОНА (10)

Уводна разматрања.

Врсте струја кратких спојева.

Основне методе за прорачун струја кратких спојева.

Пример прорачуна струја кратких спојева за једноставнију конфигурацију дела високонапонског система.

Једносмерна компонента струје квара.

Понашање елемената система за време кратког споја и њихов утицај на околину (издржљивост на ударне и термичке струје и на величину напона додира и корака).

Методе за ограничење струја кратких спојева.

#### КООРДИНАЦИЈА ИЗОЛАЦИЈЕ У ПОСТРОЈЕЊИМА ВИСОКОГ НАПОНА (4)

Сврха координације изолације.

Пренапони у постројењима високог напона (атмосферски и комутациони).

Стандардни ступњеви изолације.

Средства за заштиту од пренапона.

Размаци у постројењима високог напона (у отвореном и затвореном простору, оклопљеним и оклопљеним пуњеним гасом).

#### РАДНА УЗЕМЉЕЊА ЕЛЕКТРИЧНИХ МРЕЖА (8)

Основни појмови и опредељења.

Неуземљене (некомпензоване) мреже.

Компензоване мреже.

Средства за компензацију. Избор пригушнице и отпора за компензацију. Област примене компензованих мрежа.

Сигнализација једнофазних земљоспојева у неуземљеним и компензованим мрежама.

Ефикасно уземљење мреже.

Напони фаза у односу на земљу при једнофазном земном споју.

Појава ферорезонансе у изолованим, компензованим и ефикасно уземљеним системима.

#### ЕЛЕМЕНТИ ПОСТРОЈЕЊА ВИСОКОГ НАПОНА (20)

Проводници. Основне врсте проводника. Шине и шинске конструкције. Неизоловани вишежични проводници. Надземни водови. Кабловски водови.

Изолатори. Носећи, затезни, потпорни, проводни, порцулански, стаклени.

Растављачи. Подела према намени. Подела према конструкцији. Избор растављача.

Уређаји за прекидање струје.

Високонапонски осигурачи. Опис. Топљење осигурача. Прекидање струје. Избор осигурача.

Прекидачи снаге. Основни захтеви. Класификација. Извођење (уљни, ваздушни, са магнетним одувавањем лука, пнеуматски, вакуумски, пуњени гасом SF<sub>6</sub>, ултрабрзи са синхронизованим искључењем). Електрични лук. Гашење лука.

Фактор напрезања прекидача при прекидању струје кратког споја. Искључивање малих индуктивних и капацитивних струја. Вишеструко прекидање струјног кола. Тенденције развоја прекидача снаге.

Растављачи снаге. Намена. Конструкција. Избор.

Мерни трансформатори.

Струјни мерни трансформатори.

Основни појмови. Тачност мерних трансформатора (за мерење и за заштиту). Динамичка и термичка издржљивост. Појаве код прекида секундарних кола. Конструкција. Избор.

Комбиновани струјно-напонски мерни трансформатори.

Трансформатори снаге. Основни подаци. Регулација под оптерећењем. Паралелни рад. Оптерећивање трансформатора. Контрола у погону.

Пригушнице, водени и метални отпорници.

Одводници пренапона. Основни појмови. Вентилни одводници. Цевни и цинк-оксидни одводници. Искришта. Тенденције развоја одводника пренапона. Избор.

Кондензатори и кондензаторске батерије.

Уређаји за сопствену потрошњу.

Исправљачи. Акумулаторске батерије. Инвертори. Уређаји за стабилну противпожарну заштиту. Дизел агрегати за нужно напајање сопствене потрошње. Компресорска постројења.

Телекомуникациони елементи високонапонске опреме.

ВФ пригушнице. ВФ кондензатори. Спојни филтри.

**УЗЕМЉЕЊЕ У ПОСТРОЈЕЊИМА ВИСОКОГ НАПОНА (6)**

Намене уземљивача.

Одређивање отпора уземљивача и потенцијала на површини тла за појединачне уземљиваче, за уземљивачку мрежу и за састављене уземљиваче.

Одређивање струја меродавних за прорачун уземљивача.

Извођење уземљивача и водова за уземљење.

Радна и заштитна уземљења у постројењима високог напона.

**ШЕМЕ ГЛАВНИХ СТРУЈНИХ КОЛА (ЈЕДНОПОЛНЕ ШЕМЕ) (10)**

Врсте шема споја. Критеријуми за избор шема. Поузданост шема. Постројења са једноструким, двоструким и помоћним сабирницама. Постројења са подужно-секционисаним сабирницама. Шеме са 1, 5 и 2 прекидача снаге по пољу. Шеме веза спојног поља. Шеме веза мерног поља. Шеме веза уређаја за МТК. Шеме са трансформатором на крају вода. Шеме са трансформаторском станицом у воду.

**УПРАВЉАЊЕ И СИГНАЛИЗАЦИЈА (20)**

Општи принципи управљања постројењима високог напона. Извори напајања и шеме развођења кола за управљање. Централизовано напајање из акумулаторске батерије са подразводима. Централизовано напајање из мреже за сопствену потрошњу. Шема индивидуалног напајања кола за управљање (из струјних трансформатора, из напонских трансформатора, из претходно напуњених кондензатора). Управљање прекидачима снаге. Погон за управљање.

Командно-потврдни прекидачи. Блокаде од вишеструког укључења на кратак спој. Сигнализација положаја прекидача. Контрола кругова за управљање. Изборно управљање. Управљање погона (ормара) за управљање.

Управљање растављачима и ножевима за уземљење. Електрично управљање и потврда положаја растварача. Међусобна блокирања растављача, прекидача и ножева за уземљење. Блокирање растављача код постројења помоћног система сабирница и друге блокаде. Механичке блокаде растављача и ножева за уземљење.

Аутоматско и ручно управљање расхладним системима и регулаторима под оптерећењем трансформатора.

Системи сигнализације на таблама и пултовима за управљање. Опште уређајима за сигнализацију.

Светлосна. Звучна. Трепераво и мирно светло. Релејне комбинације. Уређаји за хронолошку регистрацију догађаја.

Хаваријска сигнализација. Алармна сигнализација. Контролна сигнализација. Противпожарна сигнализација и сигнализација обезбеђења објекта. Табле и пултovi за управљање. Облици. Димензије. Видна поља. Боје. Представљање елемената. Слепе шеме.

Диспечерски центри. Хијерархија управљања у електроенергетским системима. Даљинско управљање.

#### ИЗВОЂЕЊЕ ПОСТРОЈЕЊА ВИСОКОГ НАПОНА (4)

Класификација постројења и основни захтеви.

Постројења за унутрашњу монтажу.

Отворена и оклопљена. Оклопљена у гасу SF<sub>6</sub>. Постројења за спољну монтажу.

Распоред елемената опреме.

Тенденције развоја изградње постројења високог напона.

#### ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА (2)

Погонски дневник.

Упутства за погон и одржавање.

Принципијелне, развојне и монтажне шеме. Разумевање симбола. Читање шема. Уношење промена.

Прописи и препоруке за изградњу, погон и одржавање.

## **5. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ ВОДОВИ (4 + 1 час недељно, 88 + 22 часа укупно)**

### **ЦИЉ И ЗАДАЦИ**

**Циљ** наставе овог предмета је да кандидати продубе теоријска знања која су стекли у претходном образовању.

### **Задаци:**

- оспособљавање за правилно руковање елементима електроенергетских водова и њихову монтажу;

- оспособљавање за правилно схватање појава које се дешавају у току експлоатације електроенергетских водова при нормалном и хаварисаном погону;
- оспособљавање за руковођење радовима приликом изградње, отклањања кварова, ревизија и ремонта електроенергетских водова;
- оспособљавање за израду и вођење техничке документације.

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### УВОД (2)

Општи појмови о електроенергетским водовима као елементима електричних мрежа. Тенденције у развоју електроенергетских водова у погледу врсте (надземни, подземни), напонског нивоа и конструкције код нас и у свету.

### НАДЗЕМНИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ ВОДОВИ (24)

Подела надземних електроенергетских водова. Подела према напонском нивоу, врсти напона, конструктивним елементима. Конструктивни елементи надземних електроенергетских водова.

Стубови. Материјал. Типови стубова. Аналитички осврт на њихову примену. Израда стубова. Заштита стубова. Уклапање стубова у околину.

Темељи за стубове. Материјал за темеље. Врсте темеља. Нове тенденције.

Проводници и заштитна ужад. Материјал. Конструктивна решења. Примена уз анализу.

Изолатори. Подела изолатора према материјалу, облику и конструкцији. Карактеристике појединих типова изолатора и њихова примена. Изолаторски ланци. Конструкција и димензионисање изолаторских ланаца. Аерозагађење и његове последице на сигурност изолације вода.

Овесна опрема. Основна овесна опрема. Избор овесне опреме. Улога појединих елемената овесне опреме.

Пригушивачи вибрација. Механичке осцилације проводника и заштитне ужади. Улога пригушивача вибрација и начин постављања.

Обележавање далеководна. Обележавање на стубовима. Обележавање фаза. Обележавање ради уочавања из ваздуха.

Пријемна испитивања опреме. Прописи за пријемна испитивања опреме (за стубове, изолаторе, проводнике, изолаторске ланце, овесну опрему).

Посебна мерења на далеководима. Термовизија, напон корака, напон додира, електрично и магнетно поље.

### КАБЛОВСКИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ ВОДОВИ (16)

Подела каблова према намени, напону и изолацији. Каблови за 1 kV, 10 kV, 20 и 35 kV, 110 kV, и више напоне. Каблови за пренос великих снага и за највише напоне. Каблови са принудном циркулацијом расхладног медијума, каблови изоловани гасом SF<sub>6</sub>, каблови за једносмерну струју, криогени каблови и сл.

Конструкција каблова. Конструкција и карактеристика проводника каблова.

Изолација кабла. Радне температуре и губици. Заштитни омотачи каблова.

Екран и електрична заштита каблова.

Полагање каблова и однос према другим инсталацијама.

Дубина полагања каблова различитих напона. Однос према ПТТ кабловима, топловодима и другим подземним инсталацијама.

Испитивање каблова. Основна испитивања у производњи, после полагања и превентивна испитивања.

Струјна оптерећења каблова. Нормални режим рада каблова. Дозвољено струјно оптерећење каблова. Дозвољене температуре проводника. Утицај суседних топлотних извора. Исушивање земљишта.

Хаварни режим рада каблова. Старење изолације кабла. Акцидентни режими рада каблова. Дозвољене струје кратке везе проводника и електричне заштите каблова. Критеријуми за њихово одређивање.

Кабловске главе, спојнице, ормари, кутије и прибор.

Типови кабловских глава. Типови кабловских спојница. Поступци монтаже. Поступци спајања проводника. Испитивање кабловских глава и кабловских спојница у процесу производње и после монтаже.

Типови кабловских ормара и прикључних кутија.

Кабловски прибор. Прибор за спајање (стезалке, чауре, папучице). Начин примене, предност и мане појединих поступака спајања проводника.

#### ИЗГРАДЊА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИХ ВОДОВА (30)

Изградња надземних електроенергетских водова.

Планирање извођења радова на изградњи електроенергетских водова. Припрема трасе. Оперативни планови извођења радова. Гантограми.

Грађевински радови. Ископ темељних јама. Израда темеља. Монтажа стубова. Заштита стубова.

Електромонтажни радови. Армирање стубова. Сидрење стубова. Развлачење проводника (машинско и ручно). Обезбеђења саобраћајница и других објеката. Настављање и затезања проводника. Клемовање проводника. Израда мостова. Постављање растојника, пригушивача вибрација, балисор светиљки и др. Обележавање фаза.

Мерење на електроенергетским водовима. Мерење угиба. Прорачун ланчанице. Мерење прелазног отпора уземљења. Мерење карактеристика вода.

Радови на другим објектима. Технички преглед и пријем електроенергетског вода. Надлежности комисије. Преглед трасе, стубова, проводника, изолације, овесне опреме и осталих елемената вода. Провера вредности отпора уземљења. Инструменти за мерење отпора уземљења. Контрола радова на другим објектима.

Стављање електроенергетског вода у погон. Непосредна припрема за стављање у погон. Односи са диспечерском службом. Надлежност одговорног лица. Обавештавање о уласку у погон свих давача сагласности и грађанства. Начини стављања у погон зависно од начина прикључака и врсте објекта.

Изградња кабловских електроенергетских водова.

Трасирање кабловског вода. Ископ. Припрема и полагање кабла (ручни и машински). Полагање каблова у посебним условима (преко улице, мостова и др.). Заштитне мере код полагања каблова.

Пријем кабловских електроенергетских водова у експлоатацију. Техничка документација. Преглед објекта (грађевинског и електро дела). Припреме за стављање у погон.

Погон кабловских електроенергетских водова. Погонска документација. Опслуживање.

#### ОДРЖАВАЊЕ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИХ ВОДОВА (16)

Одржавање надземних електроенергетских водова.

Технички прописи за одржавање. Надлежности. Планови и погонска документација.

Прегледи надземних електроенергетских водова. Врсте прегледа. Прописи. Надлежности. Писани налози и извештаји. Начин прегледа са гледишта правила сигурности на раду и примене заштитне опреме зависно од напона, облика стуба и врсте прегледа.

Ревизије и ремонти надземних електроенергетских водова. Врсте ревизија и ремонта. Прописи. Надлежности. Писани налози. Редовне ревизије и ремонти. Припрема. Обим. Извештај о извршеној ревизији и ремонту.

Ванредне ревизије и ремонти. Врсте и узроци најчешћих кварова и начин њиховог отклањања. Утврђивање кварова и њихова локација (екипе, радари, ВА локатори, термовизија и др.). Отклањање кварова. Примена сигурносних мера.

Радови на електроенергетским водовима у близини напона.

Потребе за радовима у близини напона. Дејство електричне струје на људски организам. Дејство електричног поља на људски организам. Елементи од којих зависи удар електричне струје. Удар електричне струје. Пружање прве помоћи повређеном.

Врсте радова који се могу обављати у близини напона. Прописи за обављање радова у близини напона. Упозорења и мере безбедности пре почетка радова. Сигурносне мере у току радова у близини напона. Временски услови за време извођења радова. Заштитна опрема и средства личне заштите на раду.

Радови на електроенергетским водовима под напоном.

Врсте радова под напоном. Значај увођења радова под напоном. Образложење потреба. Услови под којима су радови на електроенергетским водовима под напоном забрањени (опасност од пожара, експлозије, невреме). Врсте радова зависно од напонског нивоа који се могу изводити под напоном. Опис и анализа послова. Услови за рад под напоном (поступак, упутства, одговарајући алат, помоћна и заштитна средства, механизација, обученост радника).

Лична заштитна средства, заштитна опрема, изолациони алат, помоћна средства, механизација.

Општи услови које треба да испуне. Карактеристике, конструкције и примена у зависности од напонског нивоа.

Одржавање кабловских електроенергетских водова.

Прописи и планови за одржавање.

Периодични прегледи (ревизије). Плански и ванплански прегледи. Врсте и обим прегледа. Начин прегледа са гледишта правила сигурности на раду и примена заштитне опреме.

Ремонти и ревизије. Припремни радови. Обим послова и начин рада.

Хитне интервенције. Врсте најчешћих кварова. Лоцирање кварова. Припремни радови на отклањању кварова. Отклањање квара уз примену заштитних мера и заштитне опреме. Напонско испитивање после поправке квара.

Радови на кабловским водовима.

Основна начела. Прописи. Документација. Радови у безнапонском стању. Радови у близини напона. Радови под напоном.

Сигурносне мере.

Рад алатима и средствима рада. Рад на висини. Противпожарне мере.

Лична заштитна средства, заштитна опрема, изолациони алат, помоћна средства.

Услови које треба испунити. Одржавање, начин чувања и периодични прегледи.

#### ВЕЖБЕ (22)

1. Разне врсте изолатора. Објашњења основних карактеристика. Фактор облика изолатора и његово рачунање.

2. Формирање изолаторског ланца са овесном опремом. Прорачун сила у затезним и носећим изолаторским ланцима.

3. Дизање опреме и алата уз помоћ котурача. Прорачун сила на конзолу. Остале направе за дизање. Начин рада.

4. Прорачун силе код радова на носећем стубу. Избор алата.

5. Прорачун силе за затезање проводника на затезном стубу. Употреба алата и њихове силе. Осигурања.

6. Распоређивање стубова по уздужном профилу трасе (једно затезно поље) помоћу кривине угиба.

7. Читање уздужног профила из пројекта. Анализа свих елемената из уздужног профила.

8. Анализа прописа. Практична примена. Коментари и тумачења појединих тачака.

9. Израда оперативног плана извођења радова. Израда гантограма за радове.

10. Анализа прописа у вези са полагањем каблова.

11. Примери корекције дозвољеног струјног оптерећења кабла положеног у посебним условима.

12. Изналажење трасе кабла и дубине на којој је положен.

13. Изналажење места квара на каблу за случај малих и великих импеданси.

Потребно је урадити најмање 10 вежби.

## **6. ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ**

### **(4 часа недељно, 88 часова укупно)**

ЦИЉ И ЗАДАЦИ

**Циљ** наставе овог предмета је схватање начина рада, главних одлика и склопова трансформатора снаге.

**Задачи:**

- оспособљавање за пријемна испитивања енергетских и мерних трансформатора;
- оспособљавање за радове на регенерацији чврсте и течне изолације;
- оспособљавање за отклањање кварова трансформатора;
- оспособљавање за монтажу и демонтажу трансформатора.

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### ТРАНСФОРМАТОРИ СНАГЕ (70)

#### **Општи део**

Намена, област примене и номиналне величине трансформатора.

Конструкција и врсте трансформатора.

Магнетно коло трансформатора. Навоји трансформатора. Загревање и хлађење трансформатора. Врсте трансформатора према начину хлађења. Изолација трансформатора. Прибор и опрема трансформатора.

#### **Основне одлике трансформатора**

Начин рада трансформатора. Однос струје и напона.

Индуковани напон по навојку и навоју. Однос преображаја.

Приближна сталност магнетног флуksа и његове индукције при сталном примарном напону.

Приближна сталност магнетног напона при сталном примарном напону.

Приближна сталност губитака снаге у гвожђу.

Губици снаге у бакру.

Степен искоришћења снаге у трансформатору.

#### **Теорија трансформатора**

Магнетни напони трансформатора. Струја празног хода.

Магнетни флуksови трансформатора.

Напони у навојима трансформатора.

Општи векторски дијаграм трансформатора.

Еквивалентна спрега трансформатора.

Промена напона при оптерећењу трансформатора. Спољне карактеристике.

#### **Одређивање промене напона трансформатора**

Капов дијаграм и метода кратког споја.

Проучавање промене напона при сталном сачиниоцу снаге.

Проучавање промене напона при сталном оптерећењу.

Проучавање релативне промене напона у трансформатору.

Упрошћен Капов дијаграм.

Регулација напона трансформатора. Разлози и принципи регулисања. Изводи за регулацију. Начин извођења навоја и извода за подешавање. Регулација када трансформатор није под напонам. Регулација напона под оптерећењем трансформатора. Конструкција регулатора напона под оптерећењем.



### **Трофазни трансформатори**

Начин трансформације трофазних струја и напона.

Електромагнетни процеси трофазних трансформатора при симетричном оптерећењу.

Одређивање дијаграма спрезања трансформатора. Стандардна подела у скупине.

Мењање напона трансформатора превезивањем навоја.

Рад трофазних трансформатора при несиметричним оптерећењима.

### **Паралелни рад трансформатора**

Разлози паралелног рада трансформатора.

Услови укључења трансформатора у паралелан рад.

Струје изједначења при неједнаким односима прображаја.

Расподела оптерећења између трансформатора у паралелном раду.

Одређивање квара методом рекуперације. Фазорски дијаграм.

### **Вишенамотни трансформатор и аутотрансформатор**

Вишенамотни трансформатори.

Аутотрансформатори.

### **Основни појмови о прелазним процесима у трансформаторима**

Кратак спој на крајевима секундара трансформатора.

Укључење неоптерећеног трансформатора на мрежу.

### **Пренапони трансформатора**

Узроци појаве пренапона.

Почетна расподела напона дуж навоја трансформатора.

Мере заштите од пренапона.

### **Растављање (расклапање) трансформатора при ремонту или модернизацији**

Преглед и редослед радова при растављању.

Отакање уља.

Одвртање и одвијање.

Демонтажа поклопца и прибора трансформатора.

Извлачење трансформатора и спуштање на подлогу.

Демонтажа радијатора.

Растављање трансформатора.

Направе за растављање.

### **Састављање (склапање) трансформатора при ремонту**

Преглед и редослед радова при састављању.

Чишћење магнетног кола и провера изолације завртња за притезање.

Смештај навоја на језгра. Изолација. Учвршћивање.

Слагање горњег јарма.

Монтажа, лемљење и учвршћивање извода.

Сушење, контролни преглед, чишћења и прање трансформатора уљем.

Контролни преглед и ремонт трансформаторског суда, радијатора и прибора.

Смештање трансформатора у трансформаторски суд.

Постављање поклопца.

### **Испитивање трансформатора**

Задатак испитивања. Редослед испитивања.  
Испитивање диелектричне чврстоће уља.  
Мерење отпора изолације навоја.  
Проверавање ознака крајева.  
Провера врсте спреге и односа преображаја за све положаје мењача напона.  
Провера изолације доведеним напоном.  
Оглед кратког споја.  
Провера изолације напона.  
Оглед празног хода.  
Неисправности које се могу установити испитивањима.

#### **Кварови на трансформатору и њихово отклањање**

Важност уочавања кварова.  
Редослед радова ради откривања квара.

#### **Испитивање исправности трансформатора великих снага без демонтаже активног дела**

Мерење интензитета парцијалних пражњења. Мерење сачиниоца диелектричних губитака ( $\text{tg}\delta$ ). Мерење једносмерним напоном отпора изолације и коефицијента апсорпције.

Превентивна мерења током експлоатације.

Понављају се мерења из пријемних испитивања. Интервенције на трансформатору ако резултати мерења нису у границама толеранција.

Хемијска и физичка обрада уља.

Физичка обрада уља (дегазација, отклањање чврстих продукта распадања)

Машине за физичку обраду уља.

Активни материјал за хемијску обраду уља.

Физичка обрада чврсте изолације.

Машине за обраду.

Начин вакуумирања трансформатора у сопственом суду.

Сушење трансформатора. План сушења и избор методе. Класична метода сушења. Метода уљним распршивањем.

Промена уља у трансформатору.

Истакања неупотребљивог уља. Наливање новог уља. Хемијска и физичка обрада новог уља по истеку најмање годину дана рада трансформатора.

Испитивање по завршеној интервенцији као при пријемним испитивањима.

#### **Кварови и отклањање кварова трансформатора великих снага на терену**

Кварови трансформатора.

Утврђивање обима, врсте и места квара. Мерења на хаварисаном трансформатору (информативно). Анализа резултата и одлука о даљим прегледима.

Отклањање кварова.

Поправке пригушнице - терцијера. Поправка регулатора напона и извода трансформатора. Поправке на изолаторима. Отклањање прегревања услед расутог флукса. Поправке уземљења металних делова трансформатора.

Довођења у исправно стање трансформатора на коме су вршене поправке. Испитивање оправљеног трансформатора пре стављања у погон.

#### МЕРНИ ТРАНСФОРМАТОРИ (12)

##### **Струјни трансформатори**

Начин рада. Векторски дијаграм струјног трансформатора. Грешке струјног трансформатора. Поступци за њихово смањивање. Класификација по тачности. Склоп и врсте струјних трансформатора. Преоптеретљивост. Сачинилац струјног преоптерећења. Назначна плочица. Избор струјних трансформатора.

##### **Напонски трансформатори**

Начин рада. Векторски дијаграм напонског трансформатора. Грешке напонског трансформатора. Поступци за њихово смањивање. Класификација по тачности. Склоп и врсте напонских трансформатора. Назначна плочица. Избор напонских трансформатора.

##### **Везе мерних трансформатора**

Ознаке крајева. Упутства за везу. Основне везе. Пријемни огледи мерних трансформатора.

#### МАЛИ МОТОРИ (6)

Општи појмови и класификација. Универзални комутаторни мали мотори. Склоп. Начин рада. Примена. Мали асинхрони мотори. Склоп. Начин рада. Примена.

## **7. ЗАШТИТА ЕЛЕКТРИЧНИХ МРЕЖА (3 + 1 час недељно, 66 + 22 часа укупно)**

### **ЦИЉ И ЗАДАЦИ**

**Циљ** наставе овог предмета је стицање основних знања о врсти кварова и ненормалном режиму рада, као и о захтевима који се постављају пред заштитне уређаје у ЕЕС.

#### **Задаци:**

- оспособљавање да на основу показивања заштитних и аутоматских уређаја у трафо-станици анализирају врсте, природу и место удаљености квара и да се правилно информишу диспечерске службе заштите и аутоматике;

- на основу налога стручних лица за заштиту, извршавање, преподешавања раније подешених вредности.

### **САДРЖАЈИ ПРОГРАМА**

#### **УВОД (4)**

Увод у предмет заштите електроенергетских постројења.

Развој технике релејне заштите (електромеханичка и статичка).

Врсте релеја. Основни захтеви који се постављају пред релејну заштиту.

#### **ЗАШТИТА ВОДОВА (18)**

Врста кварова.

Прелазни отпори на месту квара, једнофазни, двофазни и трофазни кратки спојеви и прекиди фаза у изолованим, компензованим и директно уземљеним мрежама и мрежама уземљеним преко нискоомских реактанси или отпорности.

Преоптерећење, прекострујна заштита водова.

Принципи остваривања и врсте заштита водова од кратких спојева.

Земљоспојна заштита водова у изолованој мрежи.

Земљоспојна заштита водова у компензованим мрежама и мрежама уземљеним преко нискоомских реактанси или отпорности.

Заштита водова у директно уземљеним мрежама виших напона.

Дистантна заштита, принцип рада, подешавање.

Уређаји за аутоматско поновно укључивање.

**ЗАШТИТА ТРАНСФОРМАТОРА, АУТОТРАНСФОРМАТОРА И ПРИГУШНИЦЕ (28)**

Врсте кварова, ненормалних режима рада и захтеви који се постављају пред заштиту.

Заштите од унутрашњих кварова.

Диференцијална заштита у свим варијантама. Казанска заштита (заштита кућишта). Бухолцова и гасна заштита. Максималне струјне заштите директног и нултог редоследа са тренутним дејством и веома кратким временима. Упрошћена дистантна заштита.

Заштите од преоптерећења и ненормалних режима рада.

Максимално временски независно струјне заштите директног и нултог редоследа. Заштита од преоптерећења. Термичка заштита (термичка слика). Контактни термометар за уље, показивач нивоа уља. Несиметрија полова прекидача трансформатора. Противпожарна заштита. Заштита регулатора напона под оптерећењем.

**СИСТЕМСКЕ ЗАШТИТЕ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ СИСТЕМИМА (6)**

Проблем резервних заштита.

Заштита сабирница са заштитима од отказивања рада прекидача заштитних уређаја.

Фреквентно растерећење у ЕЕС.

Регулација напона у ЕЕС.

**УРЕЂАЈИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ МЕСТА КВАРА НА НАДЗЕМНИМ ВОДОВИМА - ЛОКАТОРИ (6)**

Принцип рада уређаја за одређивање места квара на водовима у мрежи високог напона.

Независни локатори постављени на оба краја вода - ВА локатора квара.

Локатори постављени само на једном крају вода и њихово садејство са дистантним релејима.

Радарски локатори кварова. Принцип рада. Руковање. Одређивање врсте и удаљености места квара. Мере сигурности код вода са радарским локаторима кварова.

**АНАЛИЗЕ ДОГАЂАЈА И ПЕРИОД ИСПИТИВАЊА (4)**

Анализа врсте, природе и места квара на водовима и трансформаторима из показивања заштите и аутоматских уређаја.

Периодичност испитивања заштитних уређаја и документација о испитивањима на трафо-станици (књиге сервиса, извештаји, упутства, шеме).

#### ВЕЖБЕ (2)

1. Утврђивање хомологости секундарних крајева струјних и напонских трансформатора.
  2. Контрола изолованости примарних и секундарних кола струјних трансформатора и енергетских трансформатора међусобно и према маси.
  3. Утврђивање врсте спреге и мерење преносног односа енергетског трансформатора и мерних трансформатора.
  4. Снимање карактеристике термичког релеја.
  5. Снимање карактеристике максималних струјних независних заштита.
  6. Снимање укупне прораде карактеристике диференцијалне заштите.
  7. Снимање криве стабилизације диференцијалног релеја.
  8. Снимање карактеристике усмереног релеја.
  9. Снимање карактеристике максималног напонског временски независног релеја.
  10. Снимање карактеристике фреквентног релеја.
  11. Снимање карактеристике побудног органа дистантне заштите.
  12. Прорачун подешавања казанске заштите.
  13. Прорачун подешавања диференциране заштите трансформатора снаге.
  14. Испитивање Бухолц заштите.
  15. Прорачун подешавања дистантне заштите надземног вода.
  16. Прорачун подешавања прекострујних заштита трансформатора снаге.
  17. Прорачун временско-струјног подешавања заштите водова средњег напона.
  18. Снимање карактеристике заштите надземних водова, прекострујна, краткоспојна, земљоспојна.
- НАПОМЕНА: Све вежбе су предвиђене у трајању од по 2 часа. Потребно је урадити најмање 12 вежби.

## 8. ПРАКСА

**(6 часова недељно, 132 часа укупно у часовном систему и 240 часова у блоку)**

#### ЦИЉ И ЗАДАЦИ

**Циљ** практичне наставе је стицање практичних искустава о пријемним испитивањима опреме електроенергетских објеката, о транспорту опреме и руковању приликом монтаже.

#### **Задачи:**

- овладавање вештином руковања основним алатима и уређајима;
- стицање навике о систематском приступу пословима придржавајући се техничких прописа, правилника и упутстава и примењујући прописане заштитне мере;

- развијање смисла за строги редослед радњи приликом руковања уређајима и опремом на електроенергетским објектима у безнапонском стању, у близини напона и под напоном;
- стицање практичних знања и вештина потребних за квалитетније и брже обављање радова на изградњи електроенергетских објеката, отклањање кварова, као и на радовима приликом ревизија и ремонта;
- овладавање организацијом послова на изградњи и одржавању електроенергетских објеката у циљу стицања веће самосталности.

## САДРЖАЈИ ПРОГРАМА

### У ЧАСОВНОМ СИСТЕМУ (132)

#### ПРАКТИЧНИ РАДОВИ У ТРАНСФОРМАТОРСКИМ СТАНИЦАМА (40)

Пријемна и друга испитивања трансформатора и учешће у једноставнијим поступцима.

Заштита у трансформаторским станицама. Заштита трансформатора, аутотрансформатора и пригушница. Упознавање врсте заштита, поступака испитивања и подешавања.

Заштита водова. Врсте заштита. Увод у поступке испитивања и подешавања.

Радови у току експлоатације.

Увид у документа за рад и припрему рада. Упознавање интерних прописа и упутстава која одређују мере сигурности при раду.

Упознавање поступака манипулација у трансформаторским станицама. Учешће у једноставнијим случајевима.

Увид у примену мера сигурности при раду у безнапонском стању. Упознавање правилне примене заштитних средстава и опреме.

Упознавање најчешћих врста кварова у трансформаторским станицама, као и могућности и поступак отклањања.

Упознавање најчешћих врста кварова код трансформатора и поступак отклањања уз евентуални приказ одређених случајева квара на трансформаторима који су дуже ван погона.

#### ПРАКТИЧНИ РАДОВИ НА НАДЗЕМНИМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ ВОДОВИМА (50)

##### **Пријемна испитивања опреме**

Производња ужади. Пријемна испитивања. Прописи.

Производња и монтажа изолатора. Пријемна испитивања изолатора. Прописи.

Производња овесне опреме. Пријемна испитивања. Прописи.

#### ПРАКТИЧНИ РАДОВИ НА КАБЛОВСКИМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ ВОДОВИМА (43)

##### **Припрема градилишта**

Прибављање дозволе за раскопавање. Требовање материјала. Лоцирање градилишта. Довоз опреме и материјала итд.

##### **Монтажа кабловских глава, спојница, кабловских прикључних кутија 1 kV**

Кабловска глава за спољашњу монтажу за кабл типа ПП 00 (од силмина или синтетичког материјала).

Монтажа кабла на стуб. Постављање заштитног олука. Учвршћење кабла. Слагање фаза. Монтаже главе. Наливање. Испитивање. Спајање на надземни вод. Опрема. Материјал. Прибор. Алати и заштитна средства.

Кабловске спојнице: праве и рачвасте за кабл типа ПП 00 (од ливеног гвожђа или синтетичког материјала).

Ископ рова на спојницу. Одређивање кабла. Постављање заштитног шатора у случају невремена или ниских температура. Сечење кабла. Слагање фаза. Спајање проводника ( А1-А1, А-Си) пресовањем, летовањем и помоћу стезалки. Монтажа спојнице и испитивања. Опрема. Материјал. Прибор. Алати и заштитна средства.

#### **Монтажа кабловских глава и спојница 10 kV**

Кабловска глава за спољашњу монтажу за кабл типа I (N) PO 13.

Монтажа кабла на стуб или носач (веза трансформатор - развод 10 kV). Постављање заштитног олука. Учвршћивање кабла. Слагање фаза. Монтажа главе. Припрема уља за наливање. Испитивање. Спајање на надземни вод или трансформатор. Уземљење. Опрема. Материјал. Прибор. Алати и заштитна средства.

Кабловска глава за унутрашњу монтажу за кабл типа I (N) PO 13.

Постављање кабла. Развођење жила кабла и учвршћење кабла. Слагање фаза. Монтажа кабловске главе. Наливање уља. Пресовање папучица. Израда уземљења. Испитивање. Везивање на разводно постројење 10 kV. Опрема. Материјал. Прибор, алати и заштитна средства.

Права кабловска спојница за кабл типа I (N) PO 13.

Ископ рова за спојницу. Одређивање кабла. Постављање заштитног шатора у случају невремена или ниских температура. Сечења кабла. Слагање фаза. Монтажа спојнице. Спајање проводника А1-А1, А-Си пресовањем. Наливање уља и кабловске масе. Испитивање. Опрема. Материјал. Прибор. Алати и заштитна средства.

Кабловска глава за унутрашњу монтажу за кабл типа ХНР (веза трансформатор - развод 10 kV).

Постављање кабла. Учвршћење кабла магнетним обујмицама. Слагање фаза. Монтажа кабловске главе. Постављање папучица. Израда уземљења. Испитивање. Везивање на прикључке трансформатора и развода 10 kV. Опрема. Материјал. Прибор. Алати и заштитна средства.

#### **Монтажа кабловске главе за спољашњу монтажу, кабловске главе за унутрашњу монтажу или кабловске спојнице 35 kV**

Кабловска глава за спољашњу монтажу за кабл типа I (N) PZO 13,35 kV.

Монтажа кабла на стуб или носач (веза трансформатор - развод 35 kV). Постављање заштитног олука. Учвршћење кабла. Развођење жила. Слагање жила. Монтажа главе. Припрема и наливање уља. Испитивање. Спајање на надземни вод или трансформатор. Уземљење. Опрема. Материјал. Прибор. Алати и заштитна средства.

Кабловска глава за унутрашњу монтажу за кабл типа I (N) PZO 13,35 kV.

Постављање кабла. Учвршћење кабла. Развођење жила. Слагање фаза. Монтажа кабловске главе. Припрема и наливање уља. Израда уземљења. Испитивање. Везивање на разводно постројење 35 kV. Опрема. Материјал. Прибор. Алати и заштитна средства.

Кабловска спојница за кабл типа I (N) PZO 13,35 kV.

Ископ рова за спојницу. Одређивање кабла. Постављање заштитног шатора са свом пратећом опремом (грејачи, вентилатор, уземљење, електрични прикључак и сл). Сечење кабла. Слагање фаза. Монтажа спојнице. Спајање проводника (A1-A1, A1-Cu). Припрема и наливање уља и кабловске масе. Испитивања. Опрема. Материјал. Прибор. Алати и заштитна средства.

У БЛОКУ (240)

## 1. ПРАКТИЧНИ РАДОВИ У ТРАНСФОРМАТОРСКИМ СТАНИЦАМА

### **Упознавање елемената постројења и њиховог распореда у трансформаторским станицама**

Обилазак трансформаторских станица и упознавање конструктивних решења, изабраног система сабирница, распореда елемената опреме, начина управљања прекидачима, растављачима и растављачима снаге, врсте блокаде, система сигнализације, система противпожарне заштите итд.

#### **Грађевински радови**

Обилазак градилишта трансформаторских станица. Увид у начин градње, транспорт и постављање трансформатора, уношење ћелија прекидача и др. Упознавање пројеката грађевинског и електродела, као и грађевинске књиге.

#### **Пријем објекта**

Учешће у припремама за пријем објекта у експлоатацију.

#### **Радови у току експлоатације**

Увид у документа за рад и припрему рада. Упознавање интерних прописа и упутстава која одређују мере сигурности при раду.

Учешће у спровођењу ревизија и ремонта у трансформаторским станицама.

#### **Радови у близини напона**

Увид у рад у близини напона и одређене поступке са аспекта сигурности.

#### **Радови под напоном**

Увид у рад под напоном и средства рада.

## 2. ПРАКТИЧНИ РАДОВИ НА НАДЗЕМНИМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ ВОДОВИМА

### **Грађевински радови**

Присуствовање подизању стубова (порталних и класичних).

#### **Електромонтажни радови**

Подизање алата и терета као и везивање.

Формирање изолаторских ланаца (армирање).

Обезбеђење вода преко кога се развлачи проводник.

Развлачење проводника. Настављање проводника. Визирање, затезање, клемовање и монтажа мостова.

Монтажа растојника и пригушивача вибрација.

Мерење отпора уземљења.



Обављање интерног техничког прегледа електроенергетског надземног вода.

#### **Радови у току експлоатације**

Замена појединих чланака у изолаторском ланцу.

Постављање уземљења на електроенергетском надземном воду.

Спуштање проводника са носећег стуба.

Монтажа репарационог наставка.

Контрола и подешавање затега на порталним стубовима са заменом чахура.

Сеча растиња испод и у близини електроенергетског надземног вода.

Учешће у ремонту електроенергетског надземног вода.

Снимање и тражење квара. Рад са радарима и ВА локаторима.

Рад са индикаторима напона.

Термовизијска мерења.

Замена чланака изолаторског ланца под напоном.

### **3. ПРАКТИЧНИ РАДОВИ НА КАБЛОВСКИМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИМ ВОДОВИМА**

#### **Грађевински радови**

Рушење бетонско-асфалтног застора. Ископ рова ручно и машински. Израда прелаза улица (бетонским блоковима, јувидур цевима). Постављање постељице кабла, штитника, плоча, PVC упозоравајућих трака. Затрпавање и набијање (ручно и машински). Машине. Алати. Заштитна средства.

#### **Полагање каблова**

Полагање каблова. Одређивање дозвољене вучне силе и њена контрола динамометром. Радијуси савијања кабла. Провлачење каблова кроз прелазе улица. Увод у објекте. Снимање трасе положених каблова. Машине. Алати. Заштитна средства.

#### **Радови под напоном**

Чишћење кабловских прикључних кутија. Притезање контакта који се налазе под напоном. Замена постоља осигурача NVO. Алати. Заштитна средства.

Одређивање места квара на каблу, положаја кабла у тлу и напонско испитивање.

Упознавање уређаја и метода одређивања грешке код папирних, PVC и ХНР каблова. Прогоривање места квара на каблу. Одређивање класе кабла. Одређивање одређеног кабла у групи каблова. Напонско испитивање каблова.

## **СПЕЦИЈАЛИСТИЧКИ ИСПИТ**

### **за све образовне профиле у подрујју рада електротехника**

По успешном завршетку програма образовања кандидати полажу **специјалистички испит** који се састоји из:

1. израде практичног рада и
2. усмене провере знања.

#### **1. ИЗРАДА ПРАКТИЧНОГ РАДА**

Задаци за практични рад дефинишу се из програма стручних предмета, првенствено праксе, који су утврђени програмом образовања за одговарајући образовни профил.

Практичан рад се састоји из: израде пројекта инсталације; пројекта за утврђивање квара или неисправности рада уређаја, инсталације; израда појединих делова уређаја или комплетних мањих уређаја; сервисирање уређаја; мерење одговарајућих параметара и контрола исправности рада уређаја.

Сваки практичан рад прати текст који садржи: начин, методе, поступке и фазе израде рада; коришћене материјале, алате, инструменте, прописе, техничка упутства и др.; скице, графичка и конструктивна решења; економску калкулацију израде практичног рада; коришћена стручна литература и др.

Практичан рад кандидат ради у конкретним условима рада у предузећима и установама у којима су остваривани програми вежбе и праксе.

Приликом израде практичног рада проверава се оспособљеност кандидата за самостално стручно извршавање конкретних професионалних задатака одговарајућег занимања у оквиру образовног профила.

## 2. УСМЕНА ПРОВЕРА ЗНАЊА

Током усмене провере знања кандидат даје потребна објашњења о конкретном практичном раду, методима и поступцима израде рада, коришћеним материјалима, средствима рада, као и о свим прилозима значајним за рад. Кандидат је дужан да даје одговоре и на сва друга питања чланова комисије која су у непосредној вези са обављеним практичним радом.

Приликом вредновања специјалистичког испита треба имати у виду нарочито:

- у коликој је мери кандидат оспособљен да квалитетно и ефикасно обавља одговарајуће послове и радне задатке;
- у коликој је мери кандидат оспособљен да стечена знања повезује, синтетизује и примењује у различитим ситуацијама обављања професионалне делатности;
- да ли је спреман да самостално организује поједине фазе рада, рационално коришћење материјала, радне снаге и средстава рада.

Усмена провера знања обавља се у предузећу, установи и школи.

Специјалистички испит кандидати полажу у складу са одредбама правилника а полагање испита у средњим стручним школама.

## НАЧИН ИЗВРШАВАЊА ПРОГРАМА (УПУТСТВО)

### **Образовни профил**

У подручју рада електротехника специјалистичко образовање у трајању од једне године стичу образовни профили који имају завршену четворогодишњу школу и најмање, код већине образовних профила, две године радног искуства на одговарајућим пословима, а изузетно и образовни профили који имају завршену трогодишњу школу и четири године радног искуства на одговарајућим пословима.

### **Наставни планови и програми**

Наставни планови и програми специјалистичког образовања од једне године за образовне профиле у подручју рада електротехника сачињени су у складу са постављеним циљем образовања и условљени су искључиво захтевима и потребама рада одговарајућих занимања.

Наставни програми конципирани су тако да омогућавају флексибилност приликом остваривања предвиђених садржаја, повезивање са већ усвојеним знањима из одговарајућих области и прилагођавање конкретним условима рада и потребама кандидата.

Наставни програми сачињени су тако да обухватају потребне теоријске и практичне садржаје груписане у веће тематске целине уз које, за неке предмете, треба накнадно утврдити потребно време за остваривање. Изучавање ових програма треба да омогући кандидатима да у потпуности овладају одређеним знањима, умењима и вештинама, да се оспособе да стручно, квалитетно и брзо обављају послове и радне задатке одговарајућих занимања, као и да се припреме за усвајање нових знања и примену нових поступака, метода и средстава рада који настају сталним усавршавањем науке и одређених технологија.

Настава је теоријска и практична. Издвојени часови вежби, уз поједине предмете, предвиђају практичну примену одговарајућих теоријских знања из тих области која треба да допринесу оспособљавању кандидата за конкретан рад.

Пракса (специјалистичка) за све образовне профиле програмирана је у часовном систему и блоку. Остваривањем ових садржаја кандидати треба да стекну брзину, спретност и потпуну самосталност у раду и да остваре захтевани квалитет у обављању послова.

### **Трајање и организација специјализације**

Образовање за стицање специјализације траје укупно 32 радне седмице. Од тога, 22 седмице предвиђено је за наставу у часовном систему, осам седмица за праксу, односно обављање конкретних

послова у одговарајућим предузећима - установама и две седмице за специјалистички испит.

Седмични број часова је 30.

Специјализацију организује и остварује школа у сарадњи са предузећима - установама, на основу утврђених уговора.

За успешно остваривање постављеног циља образовања за стицање специјализације од пресудног значаја је правилан избор школа и предузећа - установа где ће се реализовати планирани садржаји, а нарочито пракса, обезбеђивање свих материјално-техничких и организационих услова, као и прецизно дефинисање права и обавеза уговором између школе и предузећа где се специјализација обавља.

У зависности од захтева образовних профила, настава може да буде организована у школи или у одговарајућим предузећима - установама, по правилу за чије се потребе образује одређени стручни кадар. Предвиђени садржаји образовања могу да буду реализовани у континуитету или у етапама, као редовна настава или као припремна за полагање испита.

Према конкретним условима и специфичним потребама и захтевима предузећа или установа и са њима у договору, школа треба да сачини модел организације и остваривања образовно-васпитног рада за сваку генерацију кандидата. При том, треба имати у виду број образовних профила, број кандидата, да ли су у сталном радном односу, какво им је претходно образовање, радно искуство и ниво усвојеног знања. Такође, треба водити рачуна о неопходној корелацији и неопходном редоследу изучавања садржаја појединих предмета.

Без обзира на то за какав ће се модел рада школа и предузеће одредити препоручује се да праксу која је програмирана уз одговарајуће технологије радова кандидати обављају континуирано у току предвиђеног броја радних седмица, у складу са теоријским делом предмета. Практику у блоку треба остваривати на крају образовања за стицање специјализације.

Кандидати у редовној настави могу да буду ослобођени обавезног похађања једног дела укупно предвиђеног броја часова из појединих предмета, а да при том, стекну право да полажу одговарајуће испите на крају образовног процеса. Ово се односи на праксу (специјалистичка) у блоку, која траје осам седмица у континуитету или у етапама, под условом да већ обављају одређене послове и радне задатке одговарајућег занимања о чему мора да постоји писани доказ.

За сваког кандидата, групу истог или сличних образовних профила, на почетку стицања образовања за специјализацију треба одредити одговарајућег стручњака - ментора, по правилу из предузећа или установе у којој су кандидати запослени, са задатком да прате и вреднују њихов рад у току стицања специјализације и приликом полагања специјалистичког испита.

#### **Остваривање наставних програма**

Образовни рад за стицање специјализације остварује стручни кадар из средње школе и одговарајућих предузећа - установа према правилнику о врсти стручне спреме наставника у стручној школи за стицање специјалистичког образовања у једногодишњем трајању у подручју рада електротехника.

За остваривање наставе предмета који обухватају сложене и специфичне садржаје непосредно везане за одређени процес рада, поред утврђене стручне спреме, наставни кадар мора да има и одређено радно искуство у обављању одговарајућих сложених и специфичних послова.

За успешно остваривање програма сваког предмета и наставног програма у целини, неопходно је претходно обавити одговарајуће припреме које треба да обухвате индивидуално планирање рада сваког наставника и заједничко временско и тематско планирање свих активности за сваки образовни профил. Поједине програме треба кориговати или допунити, прецизније дефинисати садржаје и одредити временске оквире за остваривање тематских целина. При том, треба имати у виду већ савладане наставне планове и програме у трогодишњем, односно четворогодишњем образовању, опште и специфичне захтеве и потребе рада и конкретне услове у којима се стиче специјализација.

У току остваривања плана и програма специјализације треба користити већ усвојена знања кандидата, као и одређено радно искуство. Посебну пажњу треба посветити обради оних тематских целина чији садржаји омогућавају стицање конкретних теоријских и практичних знања, умења и вештина и оспособљавању кандидата за квалитетан и ефикасан рад пете категорије сложености.

#### **Наставна средства**

За овај ниво образовања, као минимум, примењују се наставна средства која су прописана Правилником о ближим условима у погледу простора, опреме и наставних средстава за остваривање планова и програма образовања и васпитања за стручне предмете за образовне

профиле III и IV степена стручне спреме у стручним школама за подручје рада електротехника са Нормативима ("Службени гласник РС - Просветни гласник", број 8/91).

При остваривању садржаја програма неопходно је користити одговарајући алат, опрему, прописе, проспекте, стручну литературу. Наставна средства за остваривање теоријских и практичних садржаја специјализације уједно су и средства рада у подручју електротехника, па их зато школа и предузеће - установа који специјализацију реализују одређују за сваки образовни профил према захтевима рада одговарајућих занимања.