

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ БЕЗБЕДНОСТИ

СПЕЦИЈАЛИСТИЧКЕ СТРУКОВНЕ СТУДИЈЕ
ПРОЦЕНА БЕЗБЕДНОСНИХ РИЗИКА



- Безбедност и здравље на раду у електротехници -

- СПЕЦИЈАЛИСТИЧКИ РАД -

Ментор:

Проф. др Слађана Јовић

Студент:

Немања Бојовић

C1/24

Београд, 2025. година

САДРЖАЈ:

Увод	1
Појам и значај безбедности и здравља на раду.....	3
Значај превенције повреда и болести у радном процесу	4
Значај превенције у контексту Србије.....	4
Законски и стандарди безбедности и здравља на раду.....	5
Национални законски оквир у Републици Србији и Европске уније.....	5
Примена ISO стандарда у електротехничкој индустрији.....	7
Посебности безбедности и здравља на раду у електротехници	8
Извори опасности од електричне струје.....	8
Опасности у свакодневном раду и за немонтере.....	9
Најчешће несреће и утицај непажње	10
Остале повреде	12
Пожари	13
Безбедносне мере и опрема за рад	16
Опште мере безбедности.....	16
Заштитна средства за рад у електроенергетским објектима и постројењима	21
Организација рада и надзор над радом	22
Документација за рад	22
Програм рада	22
Налог за рад	24
Дозвола за рад.....	25
Дозвола за искључење	26
Надзор током извођења радова	27
Обавештење о завршетку радова.....	28
Преглед и контрола постројења	30
Обука запослених и стручна оспособљеност	30
Обука	31
Развој.....	31
Учинак запослених	32
Управљање људским ресурсима	32
Развој људских ресурса.....	32
Обука и развој запослених.....	33

Процена професионалних ризика у електротехници.....	33
Квантитативна анализа података.....	34
Општи оквир процене ризика	34
Примена процене ризика за електротехничке послове.....	35
Фазе процене ризика и методологија.....	35
Управљање безбедношћу и здрављем на раду у електротехници.....	38
Успостављање система управљања (ISO 45001).....	38
Улога послодавца и запослених.....	40
Улога послодавца у електротехници.....	40
Улога запослених у електротехници	41
Заједничка одговорност за безбедност	41
Значај контроле и надзора у електротехници.....	42
Примери добре праксе и изазови у електротехници.....	44
Инвестиције у нову технологију и инфраструктуру.....	45
Превентивне мере у индустријским постројењима и грађевинарству.....	45
Примери успешне примене превентивних мера у електротехници	46
Чести изазови и начини њиховог отклањања у електротехници	48
Инфраструктурни изазови (Техничко-системски).....	48
Процедурални изазови (Организационо-правни).....	49
Изазови људског фактора (Психолошко-образовни)	50
Закључак	52
Литература.....	54

Увод

Технолошки напредак донео је нове технологије и структуре, што је дубоко утицало на стил живота и перцепције људи. Као резултат тога, ова трансформација је изложила запослене потенцијалним ризицима који настају услед значајних промена услед механизације и индустријализације. Област науке и иновација омогућила је појаву разних сложених и високоризичних подухвата. Стога, често се јављају озбиљни механички кварови који наносе значајну штету установама и читавим земљама. У светлу човечанске патње и економске разарања која произлазе из таквих несрећа, постаје неопходно да се приоритет да елиминацији или ублажавању радних ризика како би се спречиле поновне појаве. Иако је дошло до значајног напретка у превенцији несрећа и обезбеђењу безбедног радног окружења за механичке раднике, сертификавање безбедности на раду остаје кључно у изградњи сигурног радног места.

Унапређење опсежности истраживања подразумева дубље истраживање конкретних стратегија и технологија које се користе за решавање ових радних ризика, као и истраживање улоге регулаторних оквира и културе организације у стварању културе безбедности. Такође, разматрање студија случаја или реалних примера може пружити практичне увиде у ефикасност различитих мера безбедности и њихов утицај на ублажавање ризика у различитим индустријама. Систем управљања безбедношћу пружа систематски оквир за континуирано идентификовање и надгледање опасности и управљање радним ризицима, уз обезбеђење расположивих доказа о ефикасности мера за смањење ризика. Систем управљања безбедношћу је формалан приступ решавању питања безбедности. Управљање опасностима по безбедности карактерише прецизност, јасноћа и свеобухватност. Поред постојећих законских оквира, приступ извршних власти је осмишљен да се повежу са успостављањем, класификацијом и евалуацијом мера за безбедност на раду. Интеграција система управљања безбедношћу у организацију карактерише његова беспрекорна интеграција у структуру организације, постајући саставни део њене културе и утичући на начин на који особље обавља своје одговорности. Систем управљања безбедношћу

може се дефинисати као уједињена структура која успоставља и спроводи јединствена правила и циљеве унутар организације како би заштитила добробит њених радника и животну средину.

Систем управљања безбедношћу се формира развојем алата за идентификовање и ублажавање опасности повезаних са пословима, а има потенцијал да подстиче континуирана унапређења и поједностави поузданост послова, процедура и услуга. Резултати укључују могуће смањење инцидената и проблема у раду, смањење трошкова процеса, побољшање добробити радника, унапређење репутације организације и повећање конкурентности и профитабилности. Иако се ова тема испитује у интердисциплинарним студијама, потребна су даља истраживања о праксама које утичу на учинак у области безбедности и појаву радних несрећа и болести. Стога, студије треба да разматрају широк спектар безбедносних пракси које су међусобно повезане или у вези са појавом несрећа. Као резултат, ова студија испитује оптималне стратегије за примену безбедносних пракси како би се идентификовале најефикасније методе за процену и спровођење мера безбедности.

Примарна сврха овог рада је утврђивање, анализа и вредновање свих потенцијалних ризика од електричне струје и других опасности које произилазе из процеса рада у електротехничком сектору (производња, пренос, дистрибуција и одржавање), с циљем превенције несрећа и обезбеђивања континуираног унапређења услова рада.

Рад служи као стратешки и методолошки водич за ефективну примену законских обавеза Републике Србије (пре свега Закона о БЗР и Правилника о процени ризика) и стандардизованих процедура (HIRA, LOTO, Пет златних правила), трансформишући законску обавезу у оперативни превентивни систем. Главни циљ је трајно смањење резидуалног ризика по здравље и живот запослених на радним местима са повећаном опасношћу од електричне енергије, свођењем тог ризика на најнижи могући прихватљиви ниво.

Појам и значај безбедности и здравља на раду

Безбедност и здравље на раду представљају један од кључних сегмената у организацији и функционисању сваке привредне делатности у Србији. Ово подручје је од изузетног значаја не само за саму радну сферу, већ и за општи развој друштва, економију и квалитет живота грађана. Безбедност на раду се односи на све мере, активности и прописе који имају за циљ заштиту радника од повреда, болести и других здравствених ризика повезаних са радним процесима, као и на очување безбедног и здравог радног окружења.

Према Закону о безбедности и здрављу на раду Републике Србије, безбедност на раду подразумева све мере и активности које имају за циљ спречавање повреда, болести и других здравствених проблема који могу настати услед рада или у вези са радним условима. Здравље на раду, са друге стране, односи се на опште стање физичког, менталног и социјалног благостања радника током рада и ван радног времена. Ово укључује превенцију професионалних болести, очување и унапређење здравља радника, као и створење услова за сигурно и квалитетно радно окружење.

1. Радна безбедност – скуп мера и активности усмерених на спречавање опасности и ризика на радном месту, као и на заштиту живота и тела радника од повреда и несрећа. У Србији, ова област се регулише законским актима, међународним стандардима и прописима који прописују обавезе послодаваца и радника.

2. Радно здравље – активности и мере усмерене на очување и унапређење здравља радника током њиховог радног века. Ово укључује редовне медицинске прегледе, едукацију о заштити здравља, као и превенцију професионалних болести.

3. Опасност на раду – систематски приступ који обухвата идентификовање опасности, процену ризика, израду и примену мера заштите, као и праћење њихове ефикасности. У Србији, овај систем је регулисан Законом о безбедности и здрављу на раду и прати европске и међународне стандарде.

У Србији, као и у другим земљама региона, безбедност и здравље на раду имају изузетно важну улогу у очувању радне снаге и унапређењу економског развоја. Неадекватни услови на радним местима могу довести до повреда, болести и смањене продуктивности, што директно утиче на економски раст и социјалну стабилност. Због тога, улагања у безбедност и здравље на раду представљају дугорочну инвестицију која доприноси смањењу трошкова пословања, побољшању квалитета живота радника и изградњи поверења у радно окружење.

У Србији, посебна пажња се посвећује имплементацији европских стандарда, као што су директиве Европске уније у овој области, као и унапређењу законске регулативе која је усклађена са међународним прописима. Такође, унапређење свести послодаваца и радника, као и развој едукативних програма, доприносе стварању културе безбедности у радној средини.

Према свему наведеном, јасно је да безбедност и здравље на раду представљају теме којима се мора посвећивати посебна пажња у Србији. Само уколико се систематски и свеобухватно преговара о овим питањима, могуће је створити безбедно, здраво и продуктивно радно окружење које ће допринети општем благостању друштва и одрживом развоју земље.

Значај превенције повреда и болести у радном процесу

Превенција повреда и болести у радном процесу представља један од најважнијих аспеката безбедности и здравља на раду у свим земљама, укључујући и Републику Србију. Овај концепт се заснива на проактивном приступу, што значи да се све активности усмеравају на спречавање појаве опасности, ризика и негативних последица пре него што до њих дође. Улагање у превентивне мере доприноси смањењу броја повреда, професионалних болести и смањењу трошкова који настају због околности које могу угрозити здравље радника.

Значај превенције у контексту Србије

У Србији, статистике показују да је број повреда на раду и професионалних болести и даље висок, што директно утиче на квалитет живота радника и економску стабилност земље. Према подацима Републичког завода за статистику,

у последњим годинама је забележен значајан број повреда на раду у различитим секторима, као што су грађевинарство, индустрија, пољопривреда и услужни сектор (РЗС, 2022). Ове повреде могу имати озбиљне последице по здравље радника, а укупни трошкови за друштво укључују медицинске трошкове, губитак радне способности, смањену продуктивност и трошкове компензација.

Поред повреда, професионалне болести представљају значајан здравствени и социјални проблем у Србији. Улагање у превентивне мере у овој области је од кључне важности за смањење броја оболелих, али и за унапређење квалитета живота радника. Према извештајима Светске здравствене организације (СЗО), професионалне болести могу бити избегнуте кроз интегрисане системе праћења, едукацију и примену мере превенције (WHO, 2017).

Законски оквири и стандарди безбедности и здравља на раду

Национални законски оквир у Републици Србији и Европске уније Законски оквири и стандарди безбедности и здравља на раду представљају темељни оквир за обезбеђивање сигурних радних услова, спровођење превентивних мера и заштиту здравља радника, укључујући и оне који раде у екстремним и ризичним делатностима као што је електротехника. У Републици Србији, законски оквир за безбедност и здравље на раду регулисан је низом прописа прилагођених специфичностима радних места, а усклађен је са директивама Европске уније како би се обезбедила хармонизована и ефикасна заштита радника на свим нивоима (Закон о безбедности и здрављу на раду, Службени гласник РС, бр. 101/2005).

Основни национални закон у овој области пружа оквир за обавезе послодаваца, права и дужности радника, услове за рад, мере превенције, контролу и санкције у случају кршења прописа. Поред тога, у Србији су донете и бројне подзаконске регулативе и стандарди који детаљније одређују конкретне аспекте безбедности на специфичним радним местима, укључујући и електротехничке послове.

У склопу усклађивања са Европском унијом, Република Србија примењује директиве које постављају високе стандарде за сигурност и здравље на раду,

укључујући и правце развоја система управљања безбедношћу (Management System Standards) као што су ISO 45001, који представља међународно признати стандард за управљање безбедношћу и здрављем на раду. Овај стандард поставља оквир за систематски приступ у идентификацији ризика, унапређењу безбедносних мера и континуираној заштити запослених, што је посебно важно у електротехничким пословима (ISO Organization, 2022).

Уз националне и међународне прописе, важну улогу имају и системи управљања ризиком као што је Safety Management System (SMS), који пружају структуриран приступ безбедности применом принципа превенције, едукације и континуираног унапређења.

Међународни стандарди ISO, укључујући ISO 45001 (системи управљања безбедношћу и здрављем на раду)

Међународни стандарди ISO, посебно ISO 45001, представљају један од најзначајнијих алата за унапређење система управљања безбедношћу и здрављем на раду (БЗР) у различитим областима, укључујући и област електротехнике. Примена ових стандарда омогућава организацијама да успоставе систематски и интегрисани приступ идентификацији опасности, процени ризика, превенцији незгода и континуираном унапређењу безбедносних перформанси.

ISO 45001, као међународно препознат стандард, нуди структуру која омогућава организацијама да креирају прилагођене системе безбедности који су одрживи и флексибилни, али и сагласни са најбољим праксама у свету. Клијенти, запослени, регулатори и други заинтересовани актери све више захтевају примену оваквих стандарда јер они гарантују да организација посвећује довољно пажње безбедности и здрављу радника.

У контексту електротехнике, предузећа су изузетно изложене комплексним и потенцијално смртоносним ризицима, што захтева посебан фокус и системски приступ у обезбеђивању сигурног радног окружења. ISO 45001 доприноси томе кроз јасно дефинисану политику безбедности, ангажовање свих нивоа

организације и развој безбедносне културе која промовише одговорност и свест о ризицима.

Кључни аспекти стандарда укључују идентификацију опасности, процену ризика и предузимање адекватних мера за уклањање или смањење тих ризика, увођење програма обуке, као и континуирани надзор и ревизије. Организације које примењују ISO 45001 имају и систем евиденције безбедносних догађаја, што омогућава анализу узрока инцидената и увођење корективних мера за спречавање њиховог понављања.

Важан елемент које овај стандард истиче јесте учешће радника у свим активностима управљања безбедношћу, чиме се бирају решења која су практична, прихватљива и ефикасна. У електротехничким предузећима, где су ризици високи, укључивање свих чланова у процесе управљања ризиком јача поштовање процедура и изграђује поверење.

Истраживања су показала да примена ISO 45001 директно утиче на смањење незгода и побољшање безбедносне културе, јер омогућава континуирани механизам повратних информација и корективних акција. Једно од основних вредновања је и повећање ефикасности комуникације и укључивање запослених у безбедносне процесе, чиме се јача њихова лична одговорност и мотивација за поштовање процедура.

Интегрисање међународних стандарда ISO, посебно ISO 45001 у систему управљања безбедношћу и ризицима у електротехничким предузећима у Србији, није само питање усклађености са нормативним прописима, већ представља стратешки корак ка разумном и одрживом управљању једним од ризичних области. Унапређење система и континуирана едукација свих актера у електротехници може довести до смањења броја повреда, јачања безбедносне културе и побољшања укупних радних услова.

Примена ISO стандарда у електротехничкој индустрији

Примена стандарда ISO 45001 у области безбедности и здравља на раду представља важан корак ка унапређењу безбедносних система у организацијама

широм света, укључујући и Републику Србију. Овај стандард, који је заменио претходни OHSAS 18001, пружа свеобухватни оквир за управљање безбедношћу и здрављем на раду, те се сматра кључним алатом за унапређење безбедносних процедура, превенцију повреда и болести и заштиту радне средине (ISO, 2018).

Истраживања показују да имплементација стандарда ISO 45001 доприноси смањењу инцидената повреда на радном месту, као и побољшању здравственог статуса радника. На пример, студија објављена у часопису „Safety Science“ показала је да организације које су усвојиле овај стандард бележе значајан пад у броју повреда и болести везаних за радне услове (Kumar et al., 2020). Стандарди као што је ISO 45001 не само да помажу у структурирању процеса управљања безбедношћу, већ и олакшавају увођење културе безбедности у организацијама, што је од пресудног значаја за дугорочни успех и стабилност.

Важно је нагласити да стандарди ISO 45001 омогућавају организацијама да идентификују, процене и контролишу ризике у вези са безбедношћу и здрављем радника, што је од суштинског значаја за превенцију повреда и професионалних болести. Поред тога, они олакшавају усаглашавање са законским и регулаторним захтевима, што је посебно важно у контексту законског оквира у Србији и ЕУ (ISO, 2018). Интеграцијом ISO 45001 стандарда у систем управљања безбедношћу и здрављем на раду, Србија добија могућност да унапреди безбедносне услове, смањи ризике и створи сигурније радно окружење за све раднике.

Посебности безбедности и здравља на раду у електротехници

Извори опасности од електричне струје
Приликом рада и коришћења електричних уређаја, постројења и инсталација, запослени се суочавају са бројним опасностима од повређивања електричном струјом. За ефикасно одређивање и примену одговарајућих заштитних мера, неопходно је класификовати опасности с обзиром на начин повређивања, односно начин на који човек долази у контакт са деловима под опасним напоном.

Главни извори опасности

- Директан додир делова постројења који су под напоном.
- Приближавање деловима постројења под високим напоном.
- Превисоки додирни напон као последица квара на изолацији електричних уређаја ниског напона.
- Превисоки напон додира и напон грешке узрокован протоком струје кроз уземљење.
- Индуковани напон.
- Прелаз високог напона на постројења ниског напона.
- Електрични лук.
- Утицај електричног и магнетног поља на људски организам.
- Заостали напон.
- Утицај електростатичког поља.
- Атмосферски пренапон.

Ово су пре свега опасности које могу угрозити професионалне електромонтере и техничаре.

Опасности у свакодневном раду и за немонтере

Међутим, опасност настаје и када дође до оштећења изолације електричног трошила или дела електричног уређаја, па човек ступи у контакт са напоном. На пример, можемо додирнути напон контактом са металним делом неког ручно преносивог уређаја или алата (канцеларијског, кућног или другог) који користи електричну енергију, уколико је изолација проводника оштећена и додирује тај метални део. Такође, може се догодити да је оштећен прекидач, утикач или прикључница, па да приликом укључивања додирнемо метални део који је већ под напоном.

У овим ситуацијама, услед дејства напона, струја може протећи кроз наше тело. Јачина те струје зависи од нашег унутрашњег и прелазног отпора тела, којим смо затворили струјни круг између проводника или између проводника и земље. Обично се тада ради о напонима од 220 или 380 V, што резултира прилично јаким струјним ударом. Уколико предмет снажно стиснемо, не верујући да је опасан, можемо га тешко испустити због немогућности брзе реакције мишића. Уколико

оваква струја потраје довољно дуго (реда величине секунде), може наступити грч, који додатно онемогућава испуштање предмета под напоном. Срећом, овакви случајеви ретко имају тешке последице, али повремено могу изазвати смрт. Овим опасностима нису изложени само монтери професионалци, већ и друго особље које рукује уређајима.

Најчешће несреће и утицај непажње

Највећи број несрећа од електричне струје догађа се управо електричарима-професионалцима, посебно монтерима запосленим на високонапонским разводним постројењима и далеководима. У значајном броју случајева, несрећу узрокују неопрезност и непажња. Монтери, навикнути на рад у близини високог напона, временом постају мање опрезни и почињу занемаривати безбедносне мере, не придржавајући се обавезних правила и упутстава. Врло често раде близу или чак на уређајима под напоном, без предузимања одговарајућих мера, иако је то забрањено.

Многе такве и сличне несреће десиле су се у високонапонским постројењима, на далеководима, градилиштима и слично. Опасност код високог напона је знатно већа, па се велики проценат несрећа завршава смрћу повређеног. С друге стране, број смртних случајева код ниског напона је срећом мањи, али се ни у ком случају не сме потценити, нарочито на градилиштима која користе преносни алат и уређаје на влажним подлогама. Значајан број струјних удара догодио се и на машинама, а још чешће на онима које се напајају преко продужних каблова.

На први поглед се може учинити да прописане мере за безбедан рад садрже сувишне елементе, али се оне у савременом свету морају у потпуности примењивати.

Повреде струјом ниског напона представљају опасност за људско тело јер могу довести до оштећења нервног система и органа циркулације, посебно срца. Код дејства струје ниског напона, уочљивије су оштећења нервних структура и срчаних органа, док су спољашњи знаци на телу често сразмерно мали. Надражај нервног система манифестује се различитим степенима поремећаја свести, од благих симптома попут утрнулости до дубоке несвести. Када струја престане да дели на

тело, грчеви се ублажавају или нестају, а свест се враћа јер овај тип струје обично не оштећује нервне структуре, већ их само надражује.

Међутим, ако ток струје доведе до оштећења центра за дисање, најчешћи узрок смрти је недостатак кисеоника. Дуго трајући грчеви дијафрагме и других респираторних мишића онемогућавају размену гасова у плућима, што доводи до асфиксије. Понекад струја директно изазива парализу респираторног центра у мозгу, што тренутно зауставља дисање.

Електрична струја такође често утиче на органе циркулаторног система, посебно на срце и крвне судове. На крвним судовима може изазвати грч који је општи и пролазан; такав грч привремено повећава крвни притисак, али не угрожава живот повређеног. Међутим, када струја директно утиче на срце, ситуација постаје изузетно опасна. Лако може доћи до такозваног треперења срца (вртог срца), при чему срце и даље куца, али не потискује крв, што у најгорем случају доводи до стања сличног асистолији. У таквом случају, у року од неколико минута настају оштећења мозга која се не могу повратити, што доводи до смрти.

Што се тиче спољашњих трагова, по телу се често не јављају видљиви знаци оштећења или су сразмерно мали. Најкарактеристичније су „електричне белеге“ – округли или овали облици, беле или сиво-беле боје, величине од лупине до нешто веће, мало уздужени, који се налазе на месту уласка или изласка струје из тела. Ове су белеге понекад присутне и на другим деловима тела где је струја прелазила преко површине, на пример на савијеним деловима као што су зглобови или између ногу, испод појаса или између стопала и колена.

Повреде од струје високог напона различите су од ефеката које изазива струја ниског напона. У овом случају, доминирају локалне промене у ткивима, док органи циркулаторног и нервног система понекад уопште нису погођени. Уколико повређени изгуби свест, обично се брзо враћа свести. Ове повреде могу изазвати оштећења која доводе до настанка опасног стања познатог као шок, који се може развити у периоду од једног до два дана након повреде. Шок представља тешку повреду у раду крвотока и нервног система, при чему повређено лице остаје

свесно, али његово стање делује као да је у реду, што може збуњивати. Међутим, ако се не пружи стручна помоћ, постоји опасност од смрти. Често је тешко лекару да уоче шок, јер су његови симптоми нестабилни и варирају. Понекад се то стање препознаје по томе што повређени, и поред тешких повреда, не осећа бол и не схвата озбиљност свог стања.

Опасна је и појава крварења која може трајати до две недеље од повреде, као и унутрашње тровање, познато као уремија, које настаје када бубрези не могу да излуче отпадне продукте распадања. Истраживања су показала да повреде бубрега могу настати и након електричних повреда, слично као код великих прелома мишића. Ова оштећења су посебно вероватна када је мокраћа кисела, па је за повређеног корисно да му се дâ раствор сода бикарбона како би се побољшала реакција мокраће.

Спољашњи трагови струје високог напона најчешће се манифестују као опекотине, односно изгореле површине коже. Облик и изглед ових опекотина варирају у зависности од типа контакта: ако је дотакнути део тела био у чврстом контакту са проводником, трагови ће бити другачији него ако је контакт био пролазан или делимично слаб, а различити су и ако су узроковани пламеном од блиске ватре. Поред тога, на површини тела могу се јавити опекотине и због запаљења одеће или предмета у непосредној близини повређеног. Ове опекотине могу бити свих степена: од црвенила и отока, преко мехура и дубоких некроза, до у потпуности спаљених делова или већих површина. Тешко је увек разликовати опекотине узроковане електричном струјом од обичних опекотина, што у првој помоћи није увек неопходно. Такође, треба напоменути да се испод површних електричних рана често налазе значајна, дубока оштећења која нису одмах видљива, а њена стварна природа и обим могу се открити тек након неколико дана или недеља.

Остале повреде

Према подацима, како бисмо добили потпуну слику о повредама изазваним електричном струјом, неопходно је указати и на повреде услед јаких грчева које ова струја може изазвати приликом проласка кроз људско тело. То укључује

различите преломе костију, посебно прелом кичме, као и могућност настанка посекотина, повреда тетива и мишића. Такође, у случајевима незгода узрокованих струјом, не смемо заборавити ни повреде настале услед пада са стубова или сличних површина. Немар у пружању прве помоћи у оваквим ситуацијама може довести до тога да евентуална интервенција буде штетнија него корисна за повређеног.

Поред тога, физичке активности које изводе електромонтери током рада су веома разнолике – пењање, спуштање, пењање, дизати, вуча, бушење, завијање, намотавање и слично. Због тога у електропривреди често долази до различитих механичких повреда, попут убода, удара, пада и других повреда. Често настају ране које укључују повреде костију, крвних судова, живаца и унутрашњих органа. Такође, при гашењу пожара у малим или лоше проветреним просторима, особе треба да користе одговарајућу заштитну опрему за заштиту респираторних органа од штетних димова, прашине и других токсичних гасова. Повреде се могу јавити и при раду са токсичним материјама, као што је сулфурична киселина, чије пара је веома отровна и удисање може изазвати корозију респираторних путева. Многе анализе узрока повреда показале су да је готово увек присутан тзв. „фактор човека“ – одговорност и понашање радника, што наглашено указује на потребу за пажњом, концентрацијом, одговорношћу, трезвеношћу и озбиљношћу током рада. Логично размишљање, анализирање ситуације, смиреност, поштовање техничких норми и прописа могу значајно умањити број повреда.

Смањење повреда допринеће бољој економској ситуацији, као и повећаном задовољству наручилаца и извођача радова.

Пожари

Трансформатори напајања састоје од више делова и компоненти. Минерално уље се складишти у трансформатору у два одвојена дела: главни део је резервоар трансформатора, док је други конзерваторски резервоар. Главни резервоар је потпуно испуњен уљем, док ниво минералног уља у конзерваторском резервоару није кључан, важно је да тај резервоар не буде празан. Обично је резервоар трансформатора кубичног облика, док је конзерваторски обично цилиндричног

облика. Неуспеси трансформатора могу настати из различитих разлога (Фелат, Е и сарадници, 2013), али најчешћи узрок пожара и експлозија трансформатора су кварови на самом трансформатору (Martin, D., i sar., 2019).

Минерално уље може истећи

из трансформатора на више начина: због деградације коркових заптивача или појаве рупа и пукотина на радијатору или уљном резервоару; уље такође може истећи кроз фланге, прекидаче, вентиле, склопове причвршћења и слично (Pan, A., i sar. 2021). Такође, такви пропусти могу довести до пожара или експлозије услед директног контакта са високоволтним елементима (.Vtorushina, A., i sar.2021). Често се такви пропусти јављају као споро капање уља, али током времена могу истекнути стотине литара уља и распрострајети се по поду, формирајући ливаду близу трансформатора. Ово је веома опасно јер се уље лако може запалити у присуству извора упаљивања, као што су пламен или искре, што може довести до пожара у ливници.

Поред тога, цурење уља смањује ниво уља у резервоару, што доводи до прегревања намотаја трансформатора. Ово оштећује изолацију унутар намотаја и омогућава влагу да уђе кроз пропуст, што деградира уље у трансформатору и узрокује прегревање. Ако трансформатор прегреје, температура минералног уља ће се повећати, што може довести до испаравања уља и формирања запаљиве мешавине. Уколико се таква мешавина ослободи у атмосферу, може се запалити било којом искром или блиским пожаром. Такође, постоји могућност да резервоар прсне услед загревања трансформатора, што може изазвати експлозију парне облаке (VCE) или експлозију експандиране паре у врелом течном уљу (BLEVE). Истраживања су показала да када се минерална уља загревају до око 500 °C, могу се ослободити метан, етан и етилен (Gill, P., 2008). Ако се уље загреје на веће температуре од 500 °C, ослободиће се додатно водоник и ацетилен, поред поменутих гасова. Брзо ослобађање ових гасова у атмосферу може довести до изненадних пожара или експлозија.

Људи све више схватају опасности од пожара и експлозија које могу настати у трансформаторима у електроенергетским станицама (Duarte, D., 2012). Иако је вероватноћа пожара и експлозије у електричним трансформаторима релативно мала, ризик од таквих инцидената у трансформаторским постројењима не сме се потцењивати. Пожари у трансформаторима се често дели на две врсте: пожари у ливници и пожари у млазници (спреј). Уколико се минерално уље унутар резервоара трансформатора загреје због диелектричног колапса или услед спољашњег пожара који обухвата уљни резервоар, температура резервоара ће се повећати, што на крају може довести до формирања паре која може створити запаљиву мешавину са ваздухом. Ако се таква запаљива мешавина изненада избаци под притиском кроз отвор у резервоару у атмосферу, може доћи до млазног пожара. Експлозије уља у трансформаторима, познате као мешовите експлозије, могу се догодити услед електричних искри, накупина, или врућих површина.

Изненадни квар трансформатора може довести до пренагревања и стварања довољно топлоте и искри које могу изазвати висок притисак. Овај велики притисак може довести до пуцања трансформатора и избијања запаљиве уљне масе, што може довести до формирања ватрене куле. Вапоризација минералног уља производи гасовиту мешавину која генерише огроман притисак унутар резервоара, што на крају узрокује пуцање резервоара и ослобађање значајне количине енергије и високих термалних зрачења. Ово може изазвати разбијање делова, разна изгорела уља, гасовите продукте разлагања, чврсте изолационе материјале и растопљене проводнике намотаја у околину (Zhang, D., и сар., 2020).

Када се резервоар трансформатора експлодира и уље се прскне, то не мора увек резултирати пожаром. Вероватноћа пожара зависи од успешности рада заштитних система и брзине њиховог реаговања. Ипак, када трансформаторски резервоар експлодира без пожара, могућа је значајна загађења животне средине услед цурења уља на локацију.

Пожари трансформатора свакодневно се пријављују; међутим, можда најгоре инциденте у историји изазвала је експлозија и пожар у трансформатору у руднику

угља у западној Турској 2014. године, која је настала услед електричног кварења. Овај инцидент је однео више од 200 живота, а 80 људи је повређено (Kayali, T., и сар., 2014). Из овог и других сличних инцидената може се закључити да квар трансформатора често доводи до значајне материјалне штете и великих финансијских губитака.

Безбедносне мере и опрема за рад

Техничким стандардима за извођење појединих врста објеката, као што су: технички прописи за извођење електроенергетских инсталација у зградама, правилник о техничким нормативама за електроенергетска постројења називног напона изнад 1000 V, правилник о техничким нормативама за погон и одржавање електроенергетских постројења, правилник о техничким нормативама за изградњу нисковолтажних надземних водова и разни други правилници и прописи које високостручни инжењери, техничари и конструктора при изради пројеката и извођењу електричних уређаја, инсталација и електротехничких објеката као и низ других мера које је неопходно применити током извођења радова.

Потребно је упознати се и усвојити мере безбедности при раду на електроенергетским објектима и постројењима како бисмо могли обављати радове без опасности по живот и здравље радника, као и безбедност самог постројења.

Мере безбедности при раду на електроенергетским објектима и постројењима могу се поделити у три групе:

- опште мере безбедности
- организационе мере безбедности
- техничке мере безбедности

Опште мере безбедности

Опште мере безбедности које се односе на права и дужности радника, могућности извођења појединих радова у зависности од стручне оспособљености и психофизичких способности радника, као и разни други посебни услови, као што су атмосферски услови. На пример, радови на објектима нису дозвољени током

временских услова праћених атмосферским пражњењима која могу угрозити радно место и сл.

Општа правила заштите од опасности од електричне струје примењују се приликом рада на електроенергетским постројењима и другим електроенергетским објектима, при коришћењу електричних инсталација називног напона изнад 50 V, односно називног јонског напона изнад 120 V, као и при коришћењу електричних уређаја који за покретање користе електричну енергију. На електроенергетским објектима могу самостално радити или руководити радом само стручна лица.

Општим актом организације одређују се стручне квалификације овлашћених особа које издају налоге, обављају надзор, организују рад или раде самостално на објектима, а од њих зависи безбедност људи и имовине.

После техничког руководства сложеним енергетским објектима може обављати дипломирани инжењер одговарајуће струке са једном годином радног искуства у енергетици и положеним стручним испитом, односно радник који има више стручне спреме са три године радног искуства и положеним стручним испитом.

Стручна лица морају познавати мере заштите на раду и техничку реализацију из своје области рада, пружање прве помоћи у случају електричних удара и поступак у случају пожара.

Обавеза је предузећа да обезбеди да сваки радник буде оспособљен за безбедан рад, заштићен од повреда и здравствених оштећења, теоретски и практично оспособљен за рад на одређеном радном месту. Оспособљавање за рад на одређеном радном месту врши се при сваком распоређивању, као и при уводу нове или измене постојеће опреме и алата за рад.

После извршеног оспособљавања за рад врши се одговарајућа провера знања како би се утврдила оспособљеност радника за самосталан и безбедан рад.

Стручни радници и остала лица која раде на електроенергетским објектима упућују се на лекарски преглед пре распореда на радно место, као и периодично током рада.

Поред ових мера, у циљу заштите живота и здравља радника прописују се и друге мере, као што су забрана извођења радова на електроенергетским објектима за време невремена праћеног атмосферским пражњењима која могу пренети опасност на радно место, као и радови на висини изнад три метра у случају јаке ветровитости или других утицаја (температуре ниже од -18°C или више од 35°C у хладовини), као и у случају појаве јаких грмљавина, кише, магле и слично. Забрањено је обављање радова лицима која су под дејством алкохола и дрога.

Организационе мере безбедности које обезбеђују да рад на објектима буде организован тако да је омогућена што је могуће већа безбедност. Овим мерама се одређује улазак и кретање радника у електроенергетским постројењима, дају овлашћења и одговорности појединачним особама у фази припреме и током рада, као и поверава спровођење мера безбедности и погонских операција техничког карактера.

Организационе мере које обезбеђују безбедан рад на електроенергетским објектима су суштински правила понашања приликом припреме рада, издавање дозвола за рад, надзор за време рада и завршетка рада.

Суштина организационих мера безбедности, уколико се доследно примењују, онемогућава приступ како запосленима, тако и другим лицима, да буду изложени опасностима од електричне струје. Да би организационо спровели што већу могућу сигурност током рада на експлоатацији и одржавању електроенергетских објеката, дефинисаћемо зоне опасности у тим објектима.

Као што је раније речено, уобичајено је да се дефинишу три зоне опасности у које спадају:

1. Зона

- техничко-административне просторије уз електроенергетске објекте,

-Безбедност и здравље на раду у електротехници-
Немања Бојовић

- складишта,
- гараже,
- гардероба и санитарне просторије,
- земљиште испод далековода,
- далеководни стубови до висине од 3 m изнад тла,
- главне комуникације које повезују поменуте просторе, и сви остали простори који морају бити одвојени зиду или оградом од делова постројења под напоном и од њих на удаљености да их не можемо додирнути никаквим алатом или дугачким предметом који се носи или користи у постројењу током извођења радова.

У овој зони је дозвољено слободно кретање свим радницима са радним задатком. За посетиоце је обавезна пратња.

2. Зона

- просторије електричних команда,
- генераторске и турбинске просторије електрана,
- просторије за агрегате, сопствене потрошаче, просторије за мерење и заштитне уређаје,
- акумулаторске просторије,
- кабловски простори,
- просторије и повезујуће просторије,
- простор испод уређаја високог напона у високонапонским просторијама за спољашњу монтажу,
- службени и командни путеви у развојном постројењу високог напона,
- службени и командни ходници у разводним постројењима у затвореном простору,

- далеководни стубови високог напона од висине од 3 m изнад тла до зоне III.

У овој зони је дозвољено слободно кретање стручно оспособљеним радницима предузећа који долазе по радном задатку. Посетиоцима је обавезна пратња.

Заштита и безбедност у електротехници:

- простори у спољним разводним постројењима на удаљености водова под напоном која је мања од сигурносног размака,

- простор далеководних стубова који је од проводника под напоном мањи од сигурносних размака.

Приступ овој зони је дозвољен након обезбеђења безбедносне станице рада и добијања дозволе за рад.

Што се тиче инсталација, напона испод 1000 V, спроведена је класификација у три групе:

- просторије и простори без повећане опасности,

- просторије и простори са повећаном опасношћу,

- просторије и простори са посебном опасношћу.

Власници ових инсталација такође су дужни да поштују одредбе правилника о заштитним мерама против опасности од електричне струје у радним просторијима и на радним местима.

Предузећа и предузетници који обављају грађевинске, монтажне, разне услужне радове, радове на искоришћењу шума и слично, дужни су да израде планове уређења градилишта, који морају садржати начин уређења и извођења привремених електроенергетских инсталација и расвете на градилишту.

Рад на објектима треба организовати тако да је обезбеђена што је могуће већа безбедност. Да би се то постигло, радови у електричном постројењу се изводе само на основу документа за рад.

Техничке мере безбедности за безбедан рад на електроенергетским објектима:

Радове, уз обзир на неопходне мере безбедности, можемо поделити у следеће категорије:

- Погонску контролу постројења и уређаја,
- Погонске манипулације,
- Радове у безнапонском стању,
- Радове у близини напона.

При извођењу наведених радова, поред опасности од удара електричном струјом, постоје и друге опасности, као што су повреде услед пада алата и опреме, делова опреме или пада са висине. Да бисмо избегли и ове опасности, примењују се одређена заштитна средства и мере.

Спречавање повреде од електричног удара могуће је реализовати на три начина:

- Да се онемогући додир човека са било којим делом постројења под напоном;
- Да се ограничи јачина струје пролазне кроз тело човека;
- Да се ограничи производња струје и време током којег је тело изложено струји.

Први начин омогућава највећу безбедност, али га није могуће у потпуности спровести из техничких и економских разлога. Због тога се додатно ради на ограничавању висине напона на коју може бити изложено човечје тело. Сазнање да повреда од струјног удара зависи од јачине струје и времена протока кроз тело, довело је до развоја заштитних мера са брзим искључењем оштећеног струјног круга.

Заштитна средства за рад у електроенергетским објектима и постројењима
Заштита организма или појединачних делова тела запослених који раде на изградњи, руковању и одржавању електроенергетских постројења високог и ниског напона од удара електричном струјом, временских непогода, пада предмета на главу и других штетности и опасности, врши се коришћењем и применом средстава личне и колективне заштите на раду. Такође, у случајевима када

примена техничких мера заштите не може у потпуности обезбедити безбедан рад, неопходно је користити средства колективне и личне заштите.

У складу са степеном безбедности коју пружају, средства заштите делимо на основна и допунска.

Основна средства заштите на раду су она која, уз прописану примену, обезбеђују довољну безбедност за обављање радних задатака (пример: изолациона клешта за односно уклањање осигурача). Ова средства се димензионишу у складу са номиналним напоном постојећег постројења. У објектима са номиналним напоном изнад 1000 V, према земљи, у основна средства заштите спадају: изолациони шлем, изолациона мотка са тјунџером за испитивање безнапонског стања и изолациона клешта за уклањање високонапонских осигурача.

Допунска средства заштите служе као допуна за индивидуално деловање основних заштитних средстава или других техничких мера заштите (пример: изолационе гумене рукавице за електричаре). Она се димензионишу према номиналном напону основних средстава са којима се користе и укључују изолационе заштитне рукавице, изолациону гумену обућу и изолационе гумене подлоге. Средства личне заштите и лична заштитна опрема могу се користити само ако је обезбеђено упутство за њихову употребу, одржавање, редовно испитивање са резултатима који доказују да су средства поуздана у заштити радника. Такође, средства морају бити одржавана и складиштена у складу са прописаним условима.

Организација рада и надзор над радом

Документација за рад

Радове у електроенергетским постројењима у основи треба изводити само на основу одговарајуће документације за рад. Ова документација укључује: наредбу за рад, дозволу за рад, обавештење о завршетку радова, депешу и програм рада.

Програм рада

Радови на одржавању електроенергетских постројења у технички исправном стању, у складу са упутствима о одржавању и упутствима произвођача опреме, као и реконструкција електроенергетских постројења, захтевају изузетну припрему

и добро организовање рада. Разлог за то није само важност постројења за непрекидну испоруку електричне енергије потрошачима, већ и чињеница да током извођења ових радова могу настати непредвиђени догађаји који могу угрозити безбедност људи и постројења.

Добро осмишљен програм рада не само да повећава безбедност људи и постројења, већ и може утицати на скраћење времена престанка у испоруци електричне енергије и смањење трошкова.

За веће и сложеније радове у којима учествује више различитих група, обавезна је израда програма рада. У случајевима када радови обухватају рад на електроенергетским објектима због њихове међусобне повезаности — од произвођача до потрошача електричне енергије — често је потребно усаглашавати радове између више делова предузећа или радних јединица. Ако се радови изводе у оквиру једног делова предузећа или јединице, без утицаја на друге делове, програм рада припрема се и извршава за тај део. За радове који се одвијају или утичу на више делова предузећа, програм рада мора бити усаглашен са свим релевантним деловима или радним групама.

Програм рада, између осталог, садржи:

- објект на којем се изводе радови,
- опис радних обавеза и редослед њиховог обављања,
- процену времена трајања радова,
- потребна искључења,
- име руководиоца радова,
- имена руководиоца појединачних радних група,
- начин и средства међусобне комуникације,
- мере безбедности које су потребне.

Налог за рад

Налог за рад мора садржати информацију о месту и времену извођења радова, природи радног задатка и врсти радова, као и име руководиоца радова. Руководилац радова је одговорни технички стручњак којем је поверено да са својом екипом или понекад и сам изврши рад или надзире рад електроенергетских постројења или њихових делова, што се утврђује налогом за рад или, касније, дозволом за рад.

Кроз налог за рад, надлежни руководилац одређује одговорну стручну особу за извођење конкретног радног задатка. Овај налог може бити издат на различите начине: у писаном облику на одређеном обрасцу, путем факса или слично; усмено, уколико постоји могућност снимања разговора; или путем говорних телекомуникационих веза, уз опис додатака у одговарајуће обрасце и сагледавање текста. Јасно дефинисан задатак у налогу за рад је од кључне важности како би извршилац разумео шта тачно треба да уради и где, иначе има право да одбије задатак ако није јасно дефинисан.

Постоје ситуације када налог за рад није потребан, а то укључује:

- неочекиване кварове на електроенергетским објектима,
- радове у случају непосредне опасности по живот људи,
- локализацију и гашење пожара,
- спречавање хаварија и оштећења на електроенергетским објектима,
- рад дежурних електромонтира на мрежи ниског напона.

Налог за рад треба да садржи следеће податке:

- назив и врсту објекта,
- опис радног задатка са ближем одредницом локације,
- упозорење у вези са прописима, норми и упутствима којима се спроводе мере заштите на раду, укључујући евентуалне посебне напомене,
- планирано време почетка и завршетка радова.

Ово представља минимални садржај налога за рад, али по потреби може бити и детаљнији. Налог за рад се написује у најмање два примерка, који се попуњавају на непојачивом материјалу. Један примерак се уручује одговорном руководиоцу радова, док други остаје у поседу лица које је издало налог. Одговорни руководилац је дужан да све чланове радне групе упозна са садржајем налога за рад.

Дозвола за рад

Дозвола за рад представља писани документ који означава објекте у електроенергетском систему за које се издаје, мере за безбедност, време почетка и завршетка радних активности, као и руководиоца задатка. Она се издата како би се обезбедили услови за рад у безнапонском стању у трећој зони, као и за радове у близини напона. Поступак издавања дозволе може бити у писаној форми на одговарајућем обрасцу или путем факса уз потврду пријема, или усмено, уз могућност снимања разговора, као и путем говорне телекомуникације уз упис података у обрасце и њихово саглашавање.

Пре почетка радова, дозвола се издире након што се обезбеди место рада, а издаје је радник који је изводио или руководио радним активностима. Један примерак се уручује руководиоцу радова, док други остаје у поседу особе која је издала дозволу. Руководилац радова је дужан да се пре предаје дозволе упозна са њеним садржајем и, ако сматра да услови нису испуњени, има право да одбије пријем или предузме додатне мере за безбедност.

Обезбеђење места рада од уласка напона спроводи се коришћењем пет основних правила, познатих као „златна правила“ за рад у безнапонском стању: искључити и видљиво одвојити напон, спречити поновно укључење, проверити безнапонско стање, извршити уземљење и кратко спајање, као и ограђивање радног простора од делова под напоном. Ова правила су од кључне важности за безбедност радника и примењују се не само на електроенергетске објекте, већ и на све системе са електричним погоном.

Ове мере, заједно са основним и додатним мерама безбедности, спроводи руководилац објекта или овлашћено лице, уз посебну пажњу на уклањање мера

безбедности након добијања одобрења за наставак радова. У случајевима када радови обухватају објекте без сталне службе или високонапонске линије, и када није могуће потпуно издати дозволу за рад, дозвола може бити издата након делимичног обезбеђења места рада или уз поверење руководиоца радова.

Допунске мере безбедности, као и евентуално самоискључење, спроводи одговорни руководиоца. У дозволу мора бити јасно наведено које су мере предузете пре издавања дозволе. Она треба да садржи датум и време извођења, тачан назив локације, мере обезбеђења, делове система који остају под напоном, простор за обавештење о завршетку радова, као и потписе особе која је дозволу издала и особе која је прихватила.

Пре почетка радова, руководиоца радне групе је дужан да провери спроведене мере обезбеђења и, по потреби, предузме додатне кораке за сигурност. Такође, он мора упознати све чланове групе са потенцијалним опасностима у објекту и мерама заштите које су предузете, како би се рад изводио у што безбеднијим условима.

Дозвола за искључење

Дозвола за искључење се издваја за сваки планирани рад у електроенергетским објектима, који подразумева искључење одређеног објекта или његовог дела. Ова дозвола је потребна ради усклађивања производње, потрошње, размене и набавке електричне енергије. Управљање системом електроенергетике врши се из диспечерске службе предузећа, док се управљање дистрибутивним мрежама и постројењима обавља из диспечерског центра дистрибуције и одговарајућих диспечерских центара делова предузећа. У свим овим случајевима, диспечерске службе морају бити информисане о стању најважнијих постројења и токовима снаге и енергије у својој области.

Пошто диспечерске службе управљају енергетским системима, одговорне су и за одобравање искључења постојећих постројења. Захтев за добијање дозволе за искључење подноси одговарајућа радна јединица која планира рад на електроенергетском објекту, без обзира на то ко ће изводити радове.

Надлежна диспечерска служба, у зависности од ситуације у систему, одобрава искључење одређеног објекта или његовог дела. Дозвола за искључење важи за одређени објекат и одређени временски период.

Надзор током извођења радова

Одговорни руководилац радова треба да прати и контролише спровођење мера безбедности током трајања радних активности. У случају да радови обухватају више различитих радних позиција, а једна руководилачка особа управља целим процесом, свака група радника мора имати предводника који је задужен за спровођење мера безбедности и који врши надзор над радом своје екипе. За време извођења радова, руководилац не сме допуштати приступ радном месту особама које нису овлашћене за рад тамо, осим ако имају одговарајућа овлашћења и право да уђу у зону III без додатног налога.

Код страних радника који раде у зони III или евентуално у зони II објекта, посебно ако нису електричари, у зависности од услова у објекту, организује се стални стручно-технички надзор над њиховим радом и кретањем. Надзорни орган који врши контролу радника са стране не сме обављати никакве друге послове осим надзора и не сме се одјавати од радног места. Уколико је неопходно да напусти радно место, радови морају бити прекинути, а радници евакуисани из зоне опасности.

У случају кршења мера безбедности или појаве било каквих опасности по раднике, као што су невреме праћено атмосферским пражњењима која могу угрозити радно окружење, надзорни орган је дужан да заустави рад и повуче особе из опасне зоне. Рад може бити настављен само након што се отклоне узроци који су изазвали прекид.

Надзор над радовима у електроенергетским системима напона изнад 1000 V може вршити само лиценцирани стручњак овлашћен за такве послове.

Организационе мере безбедности за сигурно извођење радова на електроенергетским објектима произлазе не само из прописа о организацији

заштите на раду већ и из других стандарда и прописа који регулишу изградњу и одржавање ових објеката.

Иако би неке могле изгледати да су прописани кораци за извођење радова сувишни, њихово поштовање доприноси повећању безбедности радника и заштити имовине, због чега се морају строго прати. Због тога је законом прописано да се радови организују у складу са мерилима за највише могућу безбедност. Постоји дугогодишња пракса да су несреће на раду ретке када се строго придржавају процедуре и мера безбедности, и обрнуто.

Невршење ових прописаних организационих мера сматра се прекршајем у области заштите на раду и дисциплинским, као и кривичним делима за одговорне раднике који свесно не спроводе изречене мере.

Обавештење о завршетку радова

По окончању радова на електроенергетском објекту, одговорни руководилац радова је дужан да провери исправност објекта за рад, односно да потврди да су радови извршени у складу са радним налогом и да су мере за враћање постројења у нормалан режим рада ефикасно спроведене. У исто време, вршиће преглед зоне заштите и безбедности у електроинжењерству на радном месту, а након тога уклања се алат и опрема која су била у употреби, уколико је он био задужен за спровођење мера безбедности на радном месту.

Ако су радови извођени на објектима са сталном посадом, руководилац радова непосредно после завршетка радова и под условом да је објекат спреман за рад, враћа дозволу за рад одобрену од стране лица задуженог за обезбеђење радног места, односно од оног од кога је дозвола и добијена. При враћању дозволе у одговарајућу просторију, прво је дужан потписати руководилац радова, а потом и руководилац постројења.

Ако се дозвола за рад издаје преко надлежне диспечерске службе предузећа или путем телефонског или радио контакта, поступак добијања дозволе за рад и објаве о завршетку радова се прилагођава прописима те службе. У том случају,

диспечер и руководиоца електричне команде уписују име и презиме руководиоца радова, уз напомену да је комуникација обављена радио- или телефонским путем.

Обавештење о завршетку радова мора садржати следеће изјаве: да су радови на одређеном месту завршени, да су радници повучени са радног места, да су уклоњени сав алат и опрема, да су уклоњене мере заштите које је поставио руководиоца радова, и да је објекат или електроенергетски систем спреман за пуштање у рад.

Забрањено је укључивање постројења или водова у напон на основу претходно одређеног времена завршетка радова без примљеног обавештења о његовом завршетку. У случају хитне потребе за укључивањем, овај захтев може одобрити лице које је добило дозволу за рад.

Техничке мере безбедности за безбедан рад на електроенергетским објектима

Ове радове, уз обзир на неопходне мере безбедности, можемо груписати у неколико категорија: контролу рада постројења и уређаја, оперативне манипулације, рад у напонском стању и радове у близини напона.

Поред ризика од електричног удара, приликом извођења наведених радова постоје и друге опасности, попут повреда услед пада алата, опреме или делова опреме, као и опасности од пада са висине. С обзиром на све ове ризике, неопходно је применити одговарајућа заштитна средства и мере заштите.

Да би се избегле све наведене опасности током радних активности, примењују се низ мера безбедности које су прилагођене специфичностима посла. У основи, спречавање повреда услед електричног удара може се реализовати на три начина:

- онемогућавањем контакта људи са деловима постројења под напоном;
- ограничењем јачине струје која пролази кроз људско тело;
- ограничењем излаза струје и временског периода током којег је тело изложено струјном удару.

Први начин, који обезбеђује највишу безбедност, није увек могућ због техничких и економских разлога, те се углавном фокусира на смањење напона којем може бити изложено људско тело. Свест о томе да повреда од струјног удара зависи од јачине струје и времена протока кроз тело развила је мере за заштиту уз примену брзог искључења оштећеног струјног круга.

Преглед и контрола постројења

Преглед и контрола постројења могу изводити одређени радници, у складу са раније наведеним правилима. Као што је раније наглашено, њихови овлашћења за кретање су ограничена на прву и другу зону.

Током прегледа и контроле, без обзира на тренутно стање повезаних делова постројења, треба сматрати да је цело постројење под напоном. Због тога је раднику који врши те радове забрањен улазак у зону опасности, као и обављање било каквих радова у њој. Током обављања прегледа и контроле, строго је забрањено уносити или користити било каква средства за пењање. У том смислу, није дозвољено држати средства за висинске радове у самом постројењу.

Ако се радници који прегледају и контролишу постројење крећу изван командно-сигналне просторије, кроз службене ходнике, између ћелија високог напона, по контролним стазама у спољашњем делу разводног постројења или тротоарима зграда на којима су прикључени ваздушни далеководни изводи, обавезно је ношење заштитног шлема.

Обезбеђење радног места подразумева скуп заштитних мера које се морају применити пре издавања „дозволе за рад“ или почетка радова, с циљем елиминисања свих могућих извора опасности на том месту. Заштитне мере су привременог карактера, јер се постављају само за време трајања радова на објекту или постројењу. Након завршетка радова, ове мере се уклањају како би се објект вратио у функцију.

Обука запослених и стручна оспособљеност

Функционисање сваке организације у великој мери зависи од њене радне снаге. Укупни успеси или потешкоће предузећа уско су повезани са посвећеношћу и напорима његових запослених. Стога, руководство мора препознати значај обуке

и професионалног развоја у побољшању резултата рада запослених и процени њиховог учинка. На савременом међународном тржишту, конкурентска предност компаније заснива се на њеним напредним вештинама, специјализованим знањима и компетенцијама.

Међусобно повезани процеси обуке и развоја опремају запослене неопходним знањем, вештинама и компетенцијама потребним за одличан рад на тренутној позицији, док их истовремено припремају за будуће изазове и одговорности унутар организације. Синергија настала интеракцијом ових процеса значајно повећава учинак запослених. Док се обука фокусира на преношење есенцијалних способности потребних за садашње радне функције, развој ставља нагласак на ширење општих способности и прилагодљивости за будуће позиције. Заједно, ове праксе негују културу оријентисану на учење на радном месту, подстичући континуирано побољшање и размену знања.

Укључени процеси обухватају различите циљеве, као што су оптимизација потенцијала нових запослених и неговање будућих лидера. Овај пут представља стратешко улагање које има импликације како на тренутно пословање, тако и на дугорочни успех организације, успостављајући снажну везу између побољшаног учинка запослених и укупног постигнућа.

Обука

Обука представља чин пружања појединцима циљаних вештина, знања и компетенција како би се побољшао њихов учинак и продуктивност у оквиру њихових постојећих радних обавеза. Ово укључује спровођење структурираних активности и искустава учења са циљем унапређења вештина и капацитета везаних за посао (Ное, 2017). Обука се може спроводити кроз различите модалитете, укључујући радионице, семинаре, онлајн курсеве и обуку на радном месту.

Развој

Развој, у домену особља, односи се на холистичку и дугорочну стратегију усмерену на опремање појединаца неопходним вештинама и знањем за преузимање будућих одговорности и улога унутар предузећа. Ово обухвата шири

спектар образовних искустава и могућности које дају приоритет индивидуалном развоју, стицању вештина и напредовању у професионалној каријери. Развојне активности обухватају различите стратегије, као што су менторство, коучинг, ротација послова и формално школовање (Dessler, 2019).

Учинак запослених

Учинак запослених обухвата степен до којег запослени ефективно и ефикасно испуњавају своје додељене задатке и обавезе у организационом контексту. Ово је процена до које мере запослени испуњава или превазилази очекивања и критеријуме које је поставило предузеће. Учинак се може процењивати коришћењем низа техника, укључујући процене учинка, постизање циљева и повратне информације од надређених и колега (Pulakos, 2009).

Управљање људским ресурсима

Управљање људским ресурсима односи се на промишљен и систематичан метод који компанија користи за ефективно и ефикасно управљање својим запосленима (Lussier & Hendon, 2021). Ова област обухвата различите активности, укључујући, али не ограничавајући се на, привлачење, процену и запошљавање појединаца, пружање потребних вештина и знања кроз програме обуке, одређивање адекватне накнаде, процену и управљање њиховим учинком, те неговање позитивних односа између запослених и организације. Примарни циљ управљања људским ресурсима је постизање усклађености између људских ресурса организације и њених стратешких циљева, чиме се олакшава активно учешће запослених у покретању укупног успеха фирме.

Развој људских ресурса

Развој људских ресурса обухвата намерне и методичне иницијативе које компанија спроводи како би увећала компетенције, стручност, способности и укупну ефикасност своје радне снаге. Оно се састоји од низа активности које укључују и обуку и развој. Његов главни циљ је да осигура да особље поседује неопходне вештине и знања за ефективно суочавање са садашњим и будућим изазовима у организационом контексту. Усклађивање ове иницијативе са стратешким циљевима организације и њен допринос расту запослених.

Обука и развој запослених

Обука и развој запослених играју кључну улогу у свеобухватној стратегији управљања људским ресурсима, која настоји да оптимизује вештине и таленте радне снаге и негује културу сталног унапређења. Обука се односи на серију фокусираних образовних интервенција које су стратешки планиране да запосленима пруже знање и вештине потребне за ефективно и ефикасно извршавање њихових радних обавеза. Насупрот томе, концепт развоја обухвата свеобухватнији приступ, подстичући професионално напредовање појединаца усавршавањем њихових вештина изван оквира њихових тренутних радних задатака.

Процена професионалних ризика у електротехници

Опасности су дефинисане као потенцијални узрочници штете или као сви аспекти технологије и активности који стварају ризике (Manuela F.A., 2010). Насупрот томе, проценом ризика се утврђује ко може бити повређен, затим се процењује колико је вероватно да ће доћи до нежељеног догађаја и колико би његове последице могле бити озбиљне, као и како се ризик може свести на најнижи могући ниво (Mondarres, M., i sar., 1999).

Health and Safety Executive, Kaplan и Garrick (1981), дефинишу процену ризика као процес који одређује степен ризика којем су запослени изложени услед опасности по здравље и безбедност које произилазе из одређене активности, објекта или система на раду, те се на основу тога успостављају контролне мере које захтевају одређивање приоритета.

Проценом ризика се подразумева поступак који:

1. идентификује опасности повезане са специфичним активностима/задацима на локацијама које користе електричну енергију,
2. процењује ефекте и одређује степен изложености овим опасностима.

Након тога се ризици приоритизују, контролишу и континуирано преиспитују.

Исход овог процеса је да се одреди које применљиве и одговарајуће мере (као што су праћење и мерење, обука, оперативна контрола, циљеви и мете), као и сродни програми безбедности, морају успоставити у организацији (NOSA, 2002).

Идентификација ризика најзначајнија фаза у целокупном процесу процене ризика. За идентификацију опасности и процену ризика коришћене су разне категорије метода. Оне се могу поделити на:

- Поједностављену анализу ризика (груба анализа),
- Стандардну анализу ризика (која укључује сесије "размене идеја" – brainstorming, HAZOP, матрице ризика и анализе безбедности посла), и
- Анализу ризика засновану на моделима (анализа стабла грешака, Бајесове мреже, симулација електричних система (Aven, Т, 2008).

Емпиријске студије праксе управљања ризиком показују да су контролне листе (checklists) и размена идеја (brainstorming) најприменљивије технике за идентификацију опасности.

Квантитативна анализа података

Подаци добијени путем упитника и састанака фокус група подвргнути су квантитативној анализи. Променљиве попут вештина запослених, образовања, старости, радног искуства и изложености обуци из области здравља и безбедности на раду коришћене су за утврђивање ризика по животну средину који произилазе из преноса, дистрибуције и производње електричне енергије и електротехничких послова.

Општи оквир процене ризика

Процена ризика је поступан процес који се састоји од међусобно повезаних, али различитих фаза. Због тога се прво мора успоставити контекст, пре него што се приступи идентификацији опасности. Исто важи и за фазу процене ризика – она не може почети док се не заврши идентификација опасности.

Може се идентификовати пет фаза процене ризика:

- Успостављање контекста,
- Идентификовање ризика,

- Процена ризика (естимација),
- Вредновање ризика (евалуација), и
- Контролисање/реаговање на ризик.

Примена процене ризика за електротехничке послове

Процена ризика (Hazard Identification and Risk Assessment – HIRA) представља систематичан и обавезан процес у свакој организацији која се бави електротехничким пословима, од производње и преноса, до дистрибуције и одржавања. С обзиром на висок потенцијал за озбиљне повреде и фаталне исходе који произилазе из рада са електричном енергијом, HIRA није само законска обавеза, већ и основни стратешки стуб заштите живота, здравља запослених и пословног континуитета.

Примена процене ризика омогућава организацијама да активно управљају опасностима, уместо да реактивно одговарају на несреће.

Фазе процене ризика и методологија

Процена ризика у електротехничким пословима спроводи се у јасно дефинисаним фазама, преузетим из стандардизованих оквира, с тим што се често користи поједностављена, али ефикасна методологија стандардне анализе ризика.

Планирање и прикупљање података

Пре почетка процене, неопходно је успоставити контекст.

Узорковање: Процес обухвата све кључне пословне јединице: производњу, пренос, дистрибуцију и помоћне службе. Фокус је увек на оперативним јединицама где је изложеност електричној енергији највећа.

Прикупљање података: Користе се комбинација квантитативних и квалитативних техника (нпр. упитници, интервјуи) и стандардна анализа ризика која укључује сесије размене идеја.

Тимови: У прорачуну учествују компетентни тимови састављени од стручњака (инжењери, техничари, руководиоци станица, службеници за безбедност), као и искусни запослени који најбоље познају активности и ризике на терену.

Идентификација опасности

Ово је најважнија фаза процеса. Њен циљ је да се идентификују све потенцијалне претње које могу узроковати штету.

Листање активности: Тимови прво креирају свеобухватну листу свих радних активности и процеса у својим јединицама, укључујући рутинске, нерутинске и хитне послове.

Идентификовање извора опасности: За сваку активност се утврђују придружене опасности. У електротехничком сектору, кључни извори опасности су:

- Директан/индиректан додир делова под напоном.
- Електрични лук и експлозије.
- Коришћење неисправне/некалибрисане опреме.
- Рад на висини и опасности у саобраћају (транспортна возила).
- Неквалификовано особље, умор и рад под неповољним временским условима.

Дефинисање изложености: Утврђује се ко може бити повређен (запослени, посетиоци, извођачи радова) и како.

Анализа и вредновање ризика

Након идентификације, следи фаза анализе и вредновања, где се процењује значај ризика и доноси одлука о његовој прихватљивости.

Одређивање чистог ризика

Тим процењује ризик користећи нумеричко бодовање на основу три кључна фактора, чији се збир даље користи за добијање чистог ризика – ризика пре увођења било каквих контролних мера.

Озбиљност - Тежина потенцијалне последице (од безначајне до катастрофалне/смртог исхода). | 1–5 |

Вероватноћа (Probability) - Колико је могуће да се догађај деси у датом временском периоду (од ретко до готово сигурно). | 1–5 |

Изложеност - Број изложених људи и дужина изложености ризику. | 1–5 |

{Чист ризик} = {Оцена озбиљности} + {Оцена вероватноће} + {Оцена изложености}

Израчунавање резидуалног ризика

Чист ризик се мора умањити за вредност постојећих контролних мера, чиме се добија резидуални ризик – стварни ризик са којим се компанија суочава.

{Резидуални ризик} = {Чист ризик} - {Оцена постојећих контролних мера}

Оцена контролних мера: Вредност се додељује на основу Хијерархије контрола, где највишу оцену (5) има Елиминација опасности, а најнижу (1) Лична заштитна опрема. У електропривреди се инсистира на инжењерским контролама (нпр. изолација, барикадирање) и процедуралним контролама (обука, радне процедуре).

Класификација и акција

Коначни резултат резидуалног ризика се користи за класификацију (низак, средњи, висок) и одређивање потребног времена за реаговња.

Пример: Ако је резидуални ризик 12, то спада у Висок ниво забринутости и захтева непосредну акцију (у року од 3 месеца) како би се ризик смањио на толерантну границу.

Резултати и стратешки значај HIRA процеса

У електротехничком сектору, HIRA је показала да највећи проценат ризика који доводи до смртних исхода најчешће потиче из сектора дистрибуције и преноса, што је у складу са међународним налазима (Kinnunen, 2013) због учесталог рада на надземним водовима.

Стратешке импликације

Излазни резултат HIRA процеса је Регистар ризика који директно диктира стратешке активности организације (NOSA, 2002):

1. Приоритети контрола: Највећа пажња и ресурси усмеравају се на ризике који су оцењени као високи (нпр. изложеност жицама под напоном).
2. Обука и едукација: Идентификоване опасности (нпр. уједи змија, рад неквалификованог особља) директно утичу на садржај програма обуке и безбедности за запослене.
3. Оперативна контрола: Успостављање и преиспитивање процедура и радних упутстава (нпр. процедуре за рад у неповољним временским условима).
4. Праћење и мерење: Дефинисање система за континуирано праћење и преиспитивање оних ризика који су контролисани, али и даље постоји могућност њиховог пораста.

Успешна примена процене ризика за електротехничке послове трансформише безбедност са пасивне на активну и превентивну дисциплину, обезбеђујући да сви запослени и менаџмент буду свесни, обучени и опремљени за безбедно извођење својих задатака.

Управљање безбедношћу и здрављем на раду у електротехници

Успостављање система управљања (ISO 45001)

Успостављање система управљања (ISO 45001) у области електротехнике представља важан корак ка унапређењу безбедности и здравља на раду, као и оптимизацији процеса безбедносног управљања у електроенергетској индустрији. Ова међународна стандарда пружа структуриран оквир за идентификовање, контролу и смањење ризика који могу угрозити безбедност радника и имовину компаније.

ISO 45001 је светски признати стандард за систем управљања безбедношћу и здрављем на раду. Он поставља смернице за организације како да успоставе, имплементирају, одржавају и побољшавају систем који осигура безбедност радног окружења, спречава повреде и професионалне болести, те промовише културу безбедности.

Значај у области електротехнике:

Електротехничке активности су посебно ризичне због специфичних опасности као што су електрични удар, пожари, експлозије и друге техничке опасности. Успостављање ISO 45001 стандарда омогућава ефикасно управљање тим ризицима кроз систематско идентификовање опасности, процену ризика и примену одговарајућих мера за превенцију инцидената.

Кључне компоненте имплементације:

- Политика безбедности: Јасно дефинисане смернице и обавезе у области безбедности и здравља на раду.
- Процеси процене ризика: Ригорозно идентификовање потенцијалних опасности и процена ризика у свим фазама радних активности.
- Обука и едукација: Постројавање програма обуке за раднике како би били свесни опасности и знао како да их избегну или минимизирају.
- Контрола и праћење: Континуирано праћење безбедносних показатеља и упоређивање са стандардима како би се осигурало поштовање прописа.
- План за реаговање у ванредним ситуацијама: Развој планова за реаговање у случају опасности, несрећа или кварова.
- Побољшање система: Стално унапређивање процеса на основу повратних информација и евалуација.

Предности имплементације:

- Смањење броја повреда и опасних догађаја.

- Побољшање безбедносне културе у организацији.
- Повећање поверења радника и пословних партнера.
- Испуњавање законских и регулаторних захтева.
- Побољшање ефикасности и смањење трошкова повезаних са незгодама.

Увођење ISO 45001 у електротехници није само питање усаглашености са међународним стандардима, већ и стратегија за одрживи развој и безбедност. Овај систем помаже организацијама да створе безбедно радно окружење, повећају ефикасност операција и заштите своје раднике, што је кључ за дугорочан успех у сектору електроенергетике.

Улога послодавца и запослених

Улога послодавца и запослених у области електротехнике је од кључног значаја за безбедност, ефикасност и одрживост пословања у овом сектору. Ово посебно важи због високо ризичних активности које укључују рад на електричним системима, високонапонским линијама, електроинсталацијама и другим технички захтевним задацима. Тим поводом, одговорности и обавезе обе стране су усклађене са стандардима као што је ISO 45001, али и са националним прописима и безбедносним протоколима.

Улога послодавца у електротехници

Послодавац у овом сектору има широку одговорност у стварању безбедног и здравог радног окружења. Основне обавезе укључују:

- Обезбеђивање безбедне радне средине: Послодавац је дужан да обезбеди све потребне услове и ресурсе за безбедан рад, укључујући исправну опрему, заштитну опрему и одговарајућу инфраструктуру.
- Успостављање и одржавање система управљања безбедношћу: Ово подразумева имплементацију стандарда као што је ISO 45001, као и развој процедура за идентификацију опасности, процену ризика и реаговање у ванредним ситуацијама.

-Безбедност и здравље на раду у електротехници-
Немања Бојовић

- Обучавање и едукација запослених: Послодавац је одговоран за организовање редовних обука о безбедности, коришћењу заштитне опреме и поштовању безбедносних прописа.
- Контрола и инспекција: Редовне контроле радних процеса, прегледи опреме и праћење поштовања безбедносних стандарда.
- Промовисање културе безбедности: Стварање свести и мотивације за понашање у складу са безбедносним протоколима, као и охрабривање запослених да пријављују опасности и проблеме.

Улога запослених у електротехници

Запослени су директни учесници у процесу рада и њихова улога је од суштинског значаја за спровођење безбедносних мера. Њихове обавезе укључују:

- Поштовање безбедносних правила: Строго придржавање прописаних процедура, коришћење заштитне опреме и приступање послу у складу са упутствима.
- Обавештавање о опасностима: Активно пријављивање потенцијалних опасности, неисправне опреме или ситуација које могу угрозити безбедност.
- Учествовање у обукама: Редовно учење о безбедносним стандардима и праћење нових процедура и технологија.
- Одговорност за личну безбедност: Бити свестан својих граница, избегавати ризичне радње и поступати у складу са безбедносним смерницама.
- Промовисање безбедносне културе: Подстицати колеге на поштовање правила и активну улогу у креирању безбедног радног окружења.

Заједничка одговорност за безбедност

Успех у области електротехнике зависи од сарадње и комуникације између послодавца и запослених. Обе стране морају имати заједнички циљ – одржавање сигурног радног окружења, спречавање повреда и професионалних болести. Тиме се остварује култура безбедности која подстиче свест о опасностима и одговорности сваког појединца.

У области електротехнике, улога послодавца и запослених је непроцењива за одржавање безбедности и ефикасности радних процеса. Послодавац је задужен за стварање услова који подстичу безбедан рад, док запослени морају бити активни учесници у спровођењу безбедносних мера. Само кроз заједнички напор и узајамно поштовање могу се превазићи ризици и створити сигурно радно окружење које ће допринети дугорочном развоју и успеху у електротехници.

Контрола и надзор у области електротехнике представљају кључне компоненте за обезбеђење безбедности, поштовања стандарда и правилне реализације радова. Ове активности су неопходне за спречавање незгода, кварова и опасних ситуација, као и за одржавање високог квалитета радних процеса. У оквиру стандарда као што је ISO 45001, контрола и надзор добијају посебан значај у системима управљања безбедношћу и здрављем на раду.

Значај контроле и надзора у електротехници
Електротехничке активности укључују сложене и опасне радње као што су инсталација, одржавање, поправка и тестирање електричних система. Због тога је важно стално праћење и провера да ли су све активности извођене у складу са прописима, техничким стандардима и безбедносним процедурама. Контрола и надзор служе као механизми за превенцију грешака, неисправности и ризика по безбедност радника и имовину.

Улога контроле има за циљ:

- Провера усаглашености: Контролише се да ли су радови изведени у складу са пројектном документацијом, стандардима и прописима.
- Испитивање и тестирање: Ово укључује проверу исправности електричних уређаја, каблова, инсталација и елемената система након извођења радова.
- Потврда безбедности: Провером се потврђује да су све мере заштите спроведене и да системи испуњавају безбедносне услове за рад.
- Документација: Вођење записника и извештаја који омогућавају праћење стања и евиденцију о одржавању и контролама.

Надзор има за циљ:

- Пратити радне активности: Надзорни органи или руководиоци надгледају извођење радова на лицу места, осигуравајући да се ради у складу са плановима, процедурама и безбедносним прописима.
- Обезбеђивање усклађености: Надзор осигурава да запослени поштују правила, користе заштитну опрему и примењују техничке мере заштите.
- Инспекције и провере: Редовне инспекције радних процеса, ефикасности мера безбедности и исправности опреме.
- Решавање непланираних ситуација: Брзо реаговање у случају откривања неправилности или опасних ситуација, како би се спречиле повреде или кварови.

Успешна имплементација контроле и надзора захтева системски приступ, који подразумева:

- Дефинисање процедура: Јасне инструкције и протоколи за обављање контрола и надзора.
- Обучавање особља: Стручна обука за раднике који врше контроле и надзорне активности.
- Редовно праћење и евиденција: Вођење евиденције о извршеним проверама, резултатима и акционим мерама.
- Посторно унапређење: Анализа резултата и коришћење добијених података за побољшање безбедносних процедура.

Контрола и надзор у електротехници обезбеђују низ значајних предности које доприносе унапређењу целокупног пословања. Први и најважнији разлог за њихову примену је повећање безбедности радног окружења, што се постиже превенцијом инцидената и несрећа на радном месту. Осим тога, редовне контроле и надзор омогућавају висок ниво квалитета изведених радова, јер се тиме осигурава да су радови у складу са техничким стандардима и да системи функционишу без кварова. Такође, ове мере помажу у спречавању финансијских

губитака, јер минимизирају штету која може произаћи из кварова, поправки или казни због нерегуларности у раду. Након свих ових предности, контрола и надзор доприносе и унапређењу репутације организације, јер стварају поверење код клијената и партнера, што је од изузетног значаја за дугорочни успех у области електротехнике.

Контрола и надзор у електротехници су од суштинског значаја за одржавање безбедности, квалитета и поштовања стандарда. Ове активности омогућавају стални преглед и корекцију радних процеса, спречавају опасне ситуације и доприносе укупном успеху организације. Успешна интеграција контроле и надзора у систем управљања, у складу са ISO 45001 и другим стандардима, доприноси стварању сигурног и поузданог електротехничког окружења.

Примери добре праксе и изазови у електротехници

У Републици Србији, најзначајнији успеси у примени стандарда и превентивних мера у електротехници везани су за Управљање квалитетом, интегрисање европских норми и, пре свега, стриктну примену Закона о безбедности и здрављу на раду.

Кључни елемент успеха јесте хармонизација националних стандарда (SRPS) са европским (EN) и међународним (IEC).

Националне лабораторије и институти за испитивање (нпр. у оквиру ЕПС-а или независни акредитовани субјекти) стриктно примењују стандарде који регулишу квалитет и безбедност електроенергетске опреме, изолатора, каблова и заштитних уређаја. Ово је довело до значајног подизања квалитета опреме која се уграђује у мрежу, смањујући ризик од кварова и струјних удара. Велике електроенергетске компаније, попут ЕПС-а и EMC-а, интегрисале су системе управљања квалитетом (ISO 9001), заштитом животне средине (ISO 14001) и здрављем и безбедношћу на раду (ISO 45001/OHSAS 18001). Интеграција ових стандарда унутар компанија обезбеђује континуирано побољшање процеса, што директно утиче на сигурност рада и спречавање хаварија.

Највидљивији успеси у превенцији везани су за примену технолошких и процедуралних мера у Електропривреди Србије (ЕПС) и Електроурежи Србије (ЕМС).

У Србији се стриктно примењује међународна пракса „Пет златних правила“ приликом извођења електротехничких радова, што је најважнија превентивна мера за спречавање струјног удара:

1. Потпуно искључење напона (растављање).
2. Обезбеђење од поновног укључења (закључавање расклопних апарата).
3. Утврђивање безнапонског стања (провера напона).
4. Уземљење и кратко спајање (заштита од повратног и индукваног напона).
5. Постављање заштитних баријера и ознака.

Успешна примена ових правила, уз обавезну контролу и присуство руководиоца радова, драстично је смањила број несрећа приликом одржавања мреже.

Инвестиције у нову технологију и инфраструктуру
Модернизација дистрибутивне и преносне мреже увођењем даљински управљивих прекидача и растурачима значајно је скратила време искључења напона у случају квара. Брже искључење значи мању могућност проширења квара и краћу изложеност особља опасностима. Примена дигиталних, селективних заштитних релеја у трафо-станицама обезбеђује да се при квару искључи само најмањи могући део система. Ово повећава поузданост, али и смањује ризик од великог електричног лука и експлозије у случају хаварије.

Превентивне мере у индустријским постројењима и грађевинарству
Примена превенције није ограничена само на енергетске компаније, већ је кључна и у свим индустријским и грађевинским објектима. Како је претходно наведено, законска обавеза израде HIRA докумената осигурава да су сва радна места где постоји ризик од струјног удара, адекватно процењена. Успешна примена је видљива кроз дефинисање тзв. радних места са повећаним ризиком (нпр. радници на одржавању машина, заваривачи), где се захтевају додатне мере

заштите, посебан здравствени преглед и чешћа обука. Постоји строга законска обавеза да електротехничке послове, посебно оне под напоном или у његовој близини, обавља искључиво стручно оспособљено и квалификовано особље. Редовна, сертификована обука, често у симулационим условима, представља темељ превенције. Законом је прописана обавеза периодичног испитивања електричних инсталација, уземљења и громобранске заштите у свим објектима (Правилник о техничким нормативима). Успешна примена ових мера осигурава да изолација и заштита од индиректног додира остану у исправном стању.

Ови примери показују да је успех у електротехници у Србији резултат синергије између усвајања најбољих европских стандарда, технолошке модернизације и доследне, процедуралне примене закона о безбедности и здрављу на раду.

Примери успешне примене превентивних мера у електротехници
Успешна превенција у српској електротехници ослања се на три стуба: процедуре, технологију и обуку.

Строга примена техничких норматива о изолацији и уземљењу је примарна одбрана од струјног удара, како за индиректни (кварови), тако и за директни додир. У индустријским постројењима и рудницима, где се ради у отежаним условима (влажност, прашина), све се чешће примењују IT (изолована) мрежа и уређаји за континуално праћење изолације. Ако изолација проводника падне испод критичне вредности, систем не прекида одмах напајање, већ активира визуелно и звучно узбуђивање, омогућавајући радницима да безбедно заврше процес пре интервенције. Ово је значајан напредак у превенцији јер елиминира изненадна искључења која могу изазвати друге опасности. У Србији се стриктно поштују стандарди (SRPS EN) за означавање проводника и опреме. На пример, употреба зелено-жуте комбинације искључиво за заштитно уземљење је једна од најуспешнијих превентивних мера. Непоштовање овог стандарда третира се као озбиљан прекршај, јер правовремено и исправно уземљење спасава живот при квару. Диелектрична (изолациона) опрема као што су рукавице, чизме, прекривачи и алати, подлеже обавезном периодичном испитивању у акредитованим лабораторијама. Ова процедура гарантује да опрема заиста може да издржи

напон за који је декларисана, чиме се уклања највећи ризик: коришћење оштећене или неисправне ЛЗО.

Успешна примена превентивних мера у преносу и дистрибуцији не зависи само од технологије, већ од строге процедуралне дисциплине.

Иако Закон о БЗР изричито не користи назив LOTO, српске електроенергетске компаније и велике индустрије све више имплементирају процедуру закључавања и означавања извора енергије. Ова процедура обезбеђује да током поправке или одржавања расклопни апарат не може бити укључен пре него што радник не uklони своју личну браву и ознаку. Ово је директна примена другог златног правила (Обезбеђење од поновног укључења) и спречава неовлашћено или случајно пуштање напона.

За све интервенције на електроенергетским постројењима постоји строга процедура издавања Радних налога (Дозвола за рад). Овај документ прецизно дефинише:

- * Границе подручја рада.
- * Листу потребних искључења и уземљења.
- * Имена руководиоца и извршилаца радова.
- * Потпис којим се потврђује успостављање безнапонског стања.

Ова документација обезбеђује јасну ланчану одговорност и најбољи је пример процедуралне контроле.

Највећи ризик у електротехници је директан додир проводника под високим напоном. Превенција се постиже комбинованом употребом изолације и јасног узбуњивања. За рад на високом напону (далеководи), успешно се примењују прописи о сигурносним раздаљинама. Ове раздаљине су строго одређене у зависности од висине напона. Руководиоци радова су обучени да користе специјалне алате и мерне траке како би обезбедили да ниједан део тела или опреме радника не уђе у опасну зону. На трансформаторским станицама, око високо-напонских постројења, обавезан је систем ограда, сигурносних баријера и

упозоравајућих табли ("Опасност – Висок напон – Опасно по живот"). У модерним системима, прекорачење линије приступа може да активира и аудио узбуњивање, што је додаток визуелним ознакама и делује као задња линија одбране од уласка у опасну зону.

Успех ових мера лежи у њиховој системској повезаности – изолација спречава квар, уземљење неутралише квар, ЛОТО спречава грешку, а континуирана обука обезбеђује да људски фактор не угрози систем

Чести изазови и начини њиховог отклањања у електротехници

Упркос стриктној законској регулативи и примени стандарда, електротехнички сектор у Србији, посебно у области дистрибуције, одржавања и старих индустријских постројења, суочава се са континуираним изазовима. Ови изазови се могу класификовати као инфраструктурни, процедурални и људски фактор.

Инфраструктурни изазови (Техничко-системски)

Табела 1. Изазови који произилазе из стања опреме и мреже.

Изазов	Детаљи и последице	Начини отклањања (Примери)
Застарела опрема и мрежа	Многи делови дистрибутивне мреже и индустријских постројења су стари (преко 40 година), што доводи до учесталих кварова, пропадања изолације и великих	Програми модернизације: Систематска замена старих уљаних прекидача новим гасним (SF6) или вакуумским, који су сигурнији и поузданији. Инвестиције у кабловске водове: Замена надземних

-Безбедност и здравље на раду у електротехници-
Немања Бојовић

Изазов	Детаљи и последице	Начини отклањања (Примери)
	губитака енергије, као и повећаног ризика од електричног лука.	водова кабловским (посебно у урбаним срединама), што драстично смањује изложеност атмосферским пренапонима и спољним утицајима.
Проблеми са уземљењем	Неодржавање, крађа или оштећење уземљења у трафо-станицама и стубовима. Ово доводи до опасно високог напона додира при квару, што је директна претња по живот.	Континуирани мониторинг: Обавезно периодично испитивање система уземљења. Интегрисање уземљења: Коришћење конструкција стубова као део уземљења ради поузданости и отежавања крађе.
Непоузданост уређаја	Коришћење опреме која није сертифицирана или неисправна ЛЗО.	Строга процедура набавке: Захтевање EN/IEC сертификата за сву опрему. Периодично испитивање ЛЗО: Обезбеђење годишњег, акредитованог тестирања диелектричне опреме (рукавице, чизме).

Извор: аутор

Процедурални изазови (Организационо-правни)

Табела 2. Изазови везани за спровођење и контролу безбедносних прописа и процедура.

Изазов	Детаљи и последице	Начини отклањања (Примери)
Формалност	Акт је понекад урађен	Континуирано ажурирање и

-Безбедност и здравље на раду у електротехници-
Немања Бојовић

Изазов	Детаљи и последице	Начини отклањања (Примери)
Акта о процени ризика	само да би се задовољила законска форма, а не одражава стварно стање на терену и не укључује све специфичне опасности (нпр. рад под екстремним временским условима).	учешће тима: Обавезна ревизија Акта након сваке промене процеса или несреће. Активно учешће извршилаца (монтера) у HIRA процесу за тачност података.
Недоследна примена LOTO система	Непоштовање пуне процедуре закључавања и означавања, посебно у случајевима хитних интервенција или када је потребно радити на више извора напајања.	Интеграција LOTO-а у радне налоге: Директно везивање издавања Дозволе за рад са приложеним бравама и таговима. Контролна листа: Увођење обавезне контролне листе за Пет златних правила пре почетка и завршетка радова.
Координација са подизвођачима	Подизвођачи (контрактори) често раде са мањим нивоом безбедносне културе или не познају специфичне процедуре постројења.	Безбедносни брифинг и квалификација: Обавеза сваког подизвођача да прође обавезни безбедносни брифинг о специфичним ризицима локације и да докаже квалификације и испитивање своје ЛЗО пре уласка у постројење.

Извор: аутор

Изазови људског фактора (Психолошко-образовни)

Према статистици, највећи број несрећа узрокован је грешком, непажњом или рутином (навикавањем на опасност).

Табела 3. Изазови везани за људски фактор

Изазов	Детаљи и последице	Начини отклањања (Примери)
Рутина и прецењивање искуства	Искусни радници (монтери) временом постају мање опрезни, заобилазе процедуре и занемарују ЛЗО, верујући да им "знање" пружа имунитет.	Обука за промену понашања: Уместо фокусирања само на техничке вештине, увођење обуке усмерене на културу безбедности и управљање људском грешком (<i>Human Error Prevention</i>). Примери из праксе: Коришћење студија стварних несрећа у обуци за емоционални утицај.
Недовољна обука за нерутинске ситуације	Запослени су добро обучени за рутинске послове, али често не знају како да реагују у ванредним ситуацијама (пожар у трафо-станици, повреда, изливање уља).	Симулационе вежбе: Редовне вежбе гашења пожара у постројењима и симулације спасавања повређеног од електричног удара. Ово осигурава да се поступци спроведу инстинктивно и исправно.
Умор и стрес	Рад у смени, прековремени рад и рад под притиском (нпр. током великих кварова) повећавају ризик од грешке.	Управљање радним временом: Строга контрола поштовања пауза и дужине смена, посебно у оперативним јединицама. Програм подршке: Увођење програма подршке за запослене (ЕСАП) за управљање стресом.

Извор: аутор

Успешно отклањање ових изазова захтева посвећеност лидерства, континуирано улагање у модерну технологију и, што је најважније, стварање културе у којој је безбедност увек приоритет изнад брзине и профита.

Закључак

Функционисање сваке организације у великој мери зависи од њене радне снаге и од ефикасног управљања ризицима. У домену електротехнике, процена ризика представља фундаментални превентивни алат чији је циљ да обезбеди безбедност запослених и поузданост система. Процена ризика започиње идентификацијом опасности – свих потенцијалних извора штете, попут директног додира, електричног лука или неисправне опреме, што је пресудна фаза процеса. Након тога следи анализа и вредновање ризика, где се одређује чист ризик (збир вероватноће, озбиљности и изложености), пре него што се урачунају постојеће контролне мере. Применом хијерархије контрола, чија оцена умањује чист ризик, добија се резидуални ризик, на основу којег се доноси одлука о прихватљивости и потребном временском оквиру за даље деловање. Овај поступак процес, који се ослања на методе попут размене идеја, омогућава организацији да ризике класификује као ниске, средње или високе.

Примена овог методолошког оквира у Републици Србији стриктно је регулисана Законом о безбедности и здрављу на раду који намеће обавезу доношења и континуиране ревизије Акта о процени ризика за сва радна места. Овај акт мора детаљно да обухвати специфичне опасности од електричне струје и да се усклади са свим важећим техничким прописима и стандардима, посебно оним који регулишу изолацију, уземљење и коришћење личне заштитне опреме. Поред тога, закон захтева да се акт ревидира најмање једном у три године или након сваке несреће и промене технолошког процеса, чиме се осигурава да документ остане релевантан и оперативан.

Упркос законској обавези, електротехнички сектор се суочава са изазовима који се могу поделити на инфраструктурне (застарела опрема, пропадање уземљења), процедуралне (формалност Акта, недоследна примена прописа) и људски фактор (рутина и непажња). Управо је људски фактор узрок највећег броја несрећа, иако се у Србији успешно примењују међународно признате превентивне мере.

Најзначајнији успех представља стриктна примена „Пет златних правила“ за рад без напона, употпуњена процедуралном контролом кроз LOTO (Lockout/Tagout) систем и обавезно издавање радних налога, који успостављају јасну ланчану одговорност. Технолошки напредак, попут континуалног праћења изолације и периодичног, акредитованог испитивања диелектричне опреме, такође представљају кључне одбрамбене линије.

Процена ризика представља кључни стратешки стуб безбедности у електротехници, нарочито имајући у виду да највећи ризици и даље потичу из сектора дистрибуције и преноса. За трајно унапређење безбедности и здравља на раду неопходно је фокусирати се на неколико кључних препорука. Пре свега, потребно је обезбедити квалитет и ажурност HIRA процеса кроз активно укључивање монтера у његову израду, како би се елиминисала формалност. Даље, неопходно је поштрити контролу и обуку особља, уз обавезно спровођење симулација које ће смањити утицај рутине и спремност на нерутинске ситуације. Коначно, континуирано улагање у замену застареле опреме и стриктна примена LOTO система, уз доследно поштовање закона, омогућавају да се ризик сведе на најнижи могући ниво, чиме се осигурава трајна заштита запослених у електротехничком сектору Републике Србије.

Литература

1. Aven, T. (2008). *Reliability and risk analysis*. Elsevier.
2. Dessler, G. (2019). *Human resource management*. Pearson.
3. Feilat, E. A., Metwally, I. A., Al-Matri, S., & Al-Abri, A. S. (2013). Analysis of the root causes of transformer bushing failures. *International Journal of Computational Electrical and Electronic Engineering*, 7(6), 791–796.
4. Gill, P. (2008). *Electrical power equipment maintenance and testing*. CRC Press.
5. Health and Safety Executive. (2004). *Improving health and safety in the construction industry*. London: The Stationery Office.
6. ISO Organization. (2022). *ISO 31000: Risk management — Guidelines*; ISO 45001: Occupational health and safety management systems.
7. ISO. (2018). *ISO 45001 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization.
8. Kaplan, S., & Garrick, J. (1981). On the qualitative definition of risk. *Journal of Risk Analysis*, 1, 11–27.
9. Kumar, S., Singh, R., & Sharma, P. (2020). Impact of ISO 45001 implementation on occupational health and safety performance. *Safety Science*, 124, 104583.
10. Kuninnunen, M. (2013). *Electrical accidents hazards in Nordic countries (Master's thesis)*. Tampere University of Technology, Finland.
11. Lussier, R. N., & Hendon, J. R. (2021). *Human resource management: Functions, applications, and skill development*. SAGE Publications.
12. Manuela, F. A. (2010). Acceptable risk time for SHE professionals to adopt the concept. *Professional Safety*, 30–38.
13. Mondarres, M., Kaminky, M., & Krivtsov, V. (1999). Reliability engineering and risk analysis. In E. G. Schelling (Ed.), *Reliability engineering and risk analysis* (pp. 1–27). Marcen Inc.
14. Noe, R. A. (2017). *Employee training and development*. McGraw-Hill Education.
15. NOSA. (2002). *Introduction to SAMTRAC course* (First edition). NOSA Pty Ltd.

16. Pan, A. X., Gong, Y., & Yang, Z. G. (2021). Failure analysis on abnormal leakage of radiator for high-speed train transformer. *Engineering Failure Analysis*, 129, 105673.
17. Pulakos, E. D. (2009). *Performance management: A new approach for driving business results*. John Wiley & Sons.
18. Републички завод за статистику (РЗС). (2022). *Статистика о повредама на раду у Србији*.
19. Светска здравствена организација (СЗО). (2017). *Професионалне болести: превенција и управљање*.
20. Vtorushina, A., Anishchenko, Y., & Liukiiu, E. (2021). Cause analysis of the facility failure leading to the explosion. *Progress in Materials Science and Engineering*, 351, 155–167.
21. Zhang, D., Lin, X., Su, G., Liu, Y., & Li, Z. (2020). 3rd international conference on green energy and sustainable development. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 651(2), 022015.
22. Закон о безбедности и здрављу на раду. (2005). *Службени гласник РС, бр. 101*.
23. Закон о безбедности и здрављу на раду. (2018). *Сл. гласник Републике Србије, бр. 85, 93, 99, 101*.
24. Закон о безбедности и здрављу на раду. (2009). *Сл. гласник РС, бр. 101/2009*.
25. Закон о безбедности и здрављу на раду. (2012). *Сл. гласник РС, бр. 93/2012*.
26. Закон о безбедности и здрављу на раду. (2011). *Сл. гласник РС, бр. 99/2011*.
27. Закон о безбедности и здрављу на раду. (2023). *Сл. Гласник РС, бр. 35/2023*.
28. Републички завод за статистику (РЗС). (2022). *Статистика о повредама на раду у Србији*.
29. Светска здравствена организација (СЗО). (2017). *Професионалне болести: превенција и управљање*.

-Безбедност и здравље на раду у електротехници-
Немања Бојовић