



# УТИЦАЈ ЛОШИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОНТАКАТА НА НАСТАНАК ПОЧЕТНОГ ПОЖАРА И МЕТОДА ЗА ЊИХОВО ОТКРИВАЊЕ У НИСКОНАПОНСКИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ ИНСТАЛАЦИЈАМА

*Предавач:*

*др Неџад Хаџиефендић, дипл. инж. ел.  
научни сарадник*

Подгорица, ИКСГ, јун 2024. године

# Садржај презентације

- Пожари на електричним инсталацијама (врсте кварова, класичне и савремене заштитне електричне компоненте, технике откривања лоших електричних контаката, верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација)
- Развој методе за откривање лоших електричних контаката
  - Експериментални рад у лабораторији
  - Практична искуства са терена
  - Метода за откривање лоших електричних контаката
- Верификација методе
- Значај реализованих истраживања

---

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

## Poljska: Neispravne instalacije uzrok požara u

"Elektrini muzej"

Foto: Profimedia

Sta

Loša elek

## Požar u muzeju, dotrajale instalacije glavni uzrok

Objavljeno 13.05.2019. u 20:00 — posljednja izmena 13.05.2019. u 20:06

EVROPA NASLOVNA VESTI



Vatrogasci, Foto: Pixabay.com

alacija u

ukcije.

radne

saca, a

ko 20

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Пожар

- Пожар је нежељена појава сједињавања ваздуха (тачније кисеоника) и запаљиве материје под утицајем извора топлоте.



Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Пожар на електричним инсталацијама

- Горива материја:

- Изолација проводника

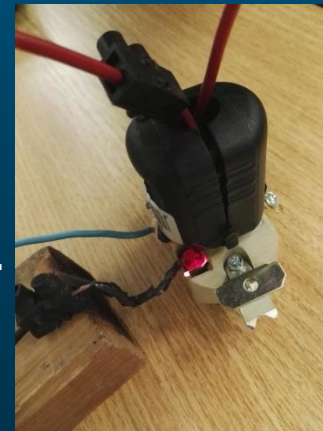
- Пластична кућишта електричних компоненти

- Околни запаљиви материјал (дрво, папир, тканина...)

- Извор топлоте:

- Лош електрични контакт

- Редни електрични лук



Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Кварови и нерегуларне ситуације у нисконапонским електричним инсталацијама

- Кратки спојеви (метални или преко паралелног електричног лука)
- Преоптерећење проводника
- Лош електрични контакт
- Редни електрични лук
- Земљоспојеви – струје цурења услед дотрајале изолације.

# Преглед кварова и заштитних компоненти које их ефикасно детектују

Редни број	Врста квара у нисконапонским електричним инсталацијама	Могућност детекције квара помоћу заштитне компоненте
1	Кратак спој (метални), фаза-фаза, фаза-неутрални проводник	Аутоматски прекидач и топљиви уметак, AFDD (AFCI)
2	Кратак спој (метални), фаза-изложени електропроводни део (кућиште)	Аутоматски прекидач и топљиви уметак, ЗУДС (FID склопка), AFDD (AFCI)
3	Преоптерећење	Аутоматски прекидач, топљиви уметак, AFDD (AFCI)
4	Земљоспој, преко струје цурења	ЗУДС, AFDD (AFCI)
5	Редни електрични лук – стабилан или нестабилан (на фазном, неутралном или заштитном проводнику)	AFDD (AFCI)
6	<b>ЛОШ ЕЛЕКТРИЧНИ КОНТАКТ</b>	<b>НЕМА ДЕТЕКЦИЈЕ!</b>

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# PREGLED I KLASIFIKACIJA ELEKTRIČNIH KVAROVA

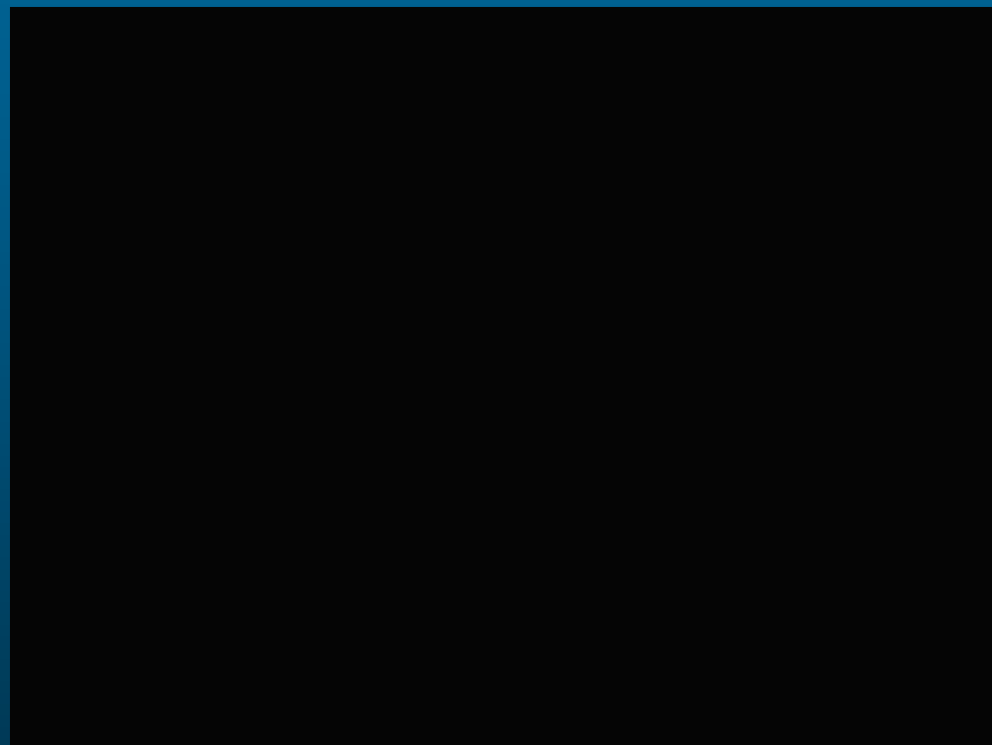
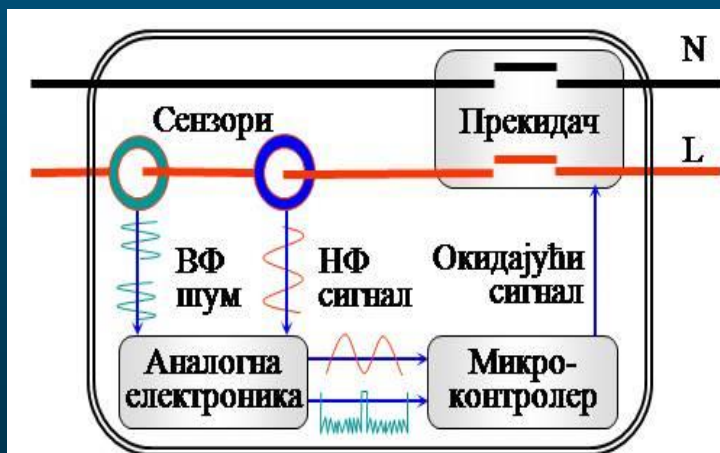
Redni broj	Vrsta kvara u niskonaponskim električnim instalacijama	Mogućnost detekcije kvara	Kategorija kvara
1	Kratak spoj – metalni (faza-faza, faza-neutralni provodnik)	Automatski prekidač, topljivi umetak, AFDD (AFCI)	I
2	Kratak spoj – metalni ili preko stabilnog paralelnog električnog luka (faza-izloženi elektroprovodni deo kućišta prijemnika)	Automatski prekidač, topljivi umetak, AFDD (AFCI), RCD (GFCI)	
3	Preopterećenje strujnog kola	Automatski prekidač, topljivi umetak, AFDD	
4	Kratak spoj – preko paralelnog intermitentnog električnog luka (faza-faza, faza-neutralni provodnik)	Automatski prekidač, topljivi umetak, AFDD (AFCI)	II
5	Kratak spoj – preko paralelnog intermitentnog električnog luka (faza-elektroprovodni deo kućišta prijemnika)	Automatski prekidač, topljivi umetak, AFDD (AFCI), RCD (GFCI)	
6	Zemljospoj preko struje curenja (faza-strani elektroprovodni delovi)	AFDD (AFCI), RCD(GFCI)	



# PREGLED I KLASIFIKACIJA ELEKTRIČNIH KVAROVA

<b>7</b>	Redni električni luk – stabilan (fazni i/ili neutralni provodnik)	AFDD (AFCI)	<b>III</b>
<b>8</b>	Redni električni luk – intermitentan (fazni i/ili neutralni provodnik)	AFDD (AFCI)	
<b>9</b>	Loš električni kontakt	NEMA DETEKCIJE	

# Принцип рада и лабораторијско тестирање AFDD компоненте

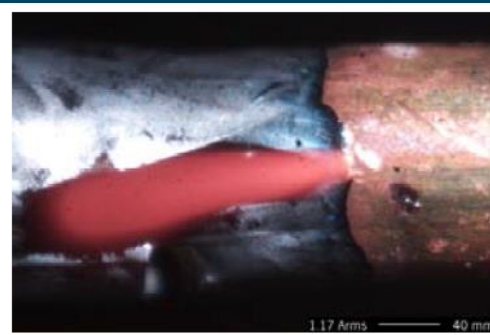
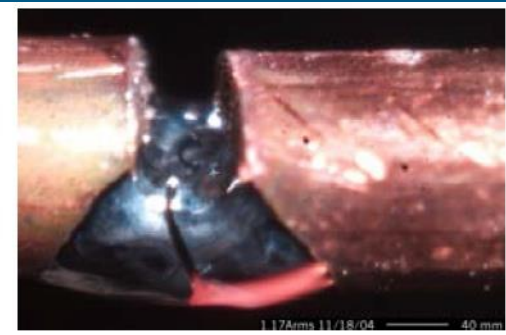
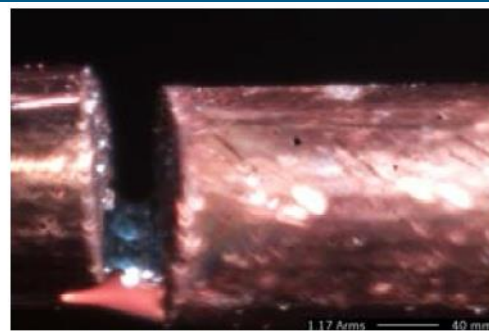
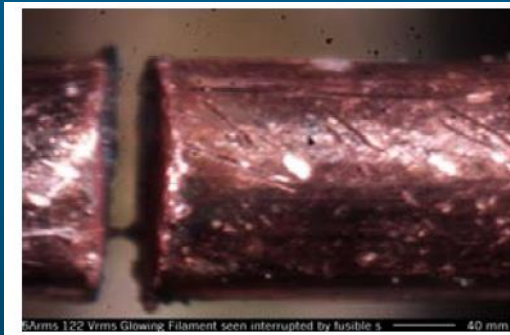
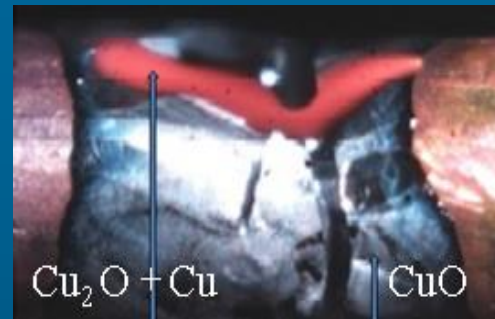


Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Резултати тестирања AFDD компоненте

- Извршена су лабораторијска испитивања функционалности AFDD компоненте
- *AFDD* компонента је реаговала у свим случајевима у којима је редни електрични лук био успостављен у струјном колу термичког пријемника или у струјном колу комбинације термичког и нелинеарног пријемника.
- *AFDD* компонента није реаговала ни у једном случају када је на струјно коло био прикључен само нелинеарни пријемник или пријемник који у свом саставу има колекторски мотор
- На основу спроведених анализа резултата експеримената дата је препорука да компоненте сличне *AFDD*-у треба инсталирати у стамбеним и у јавним објектима у којима се окупља већи број људи.

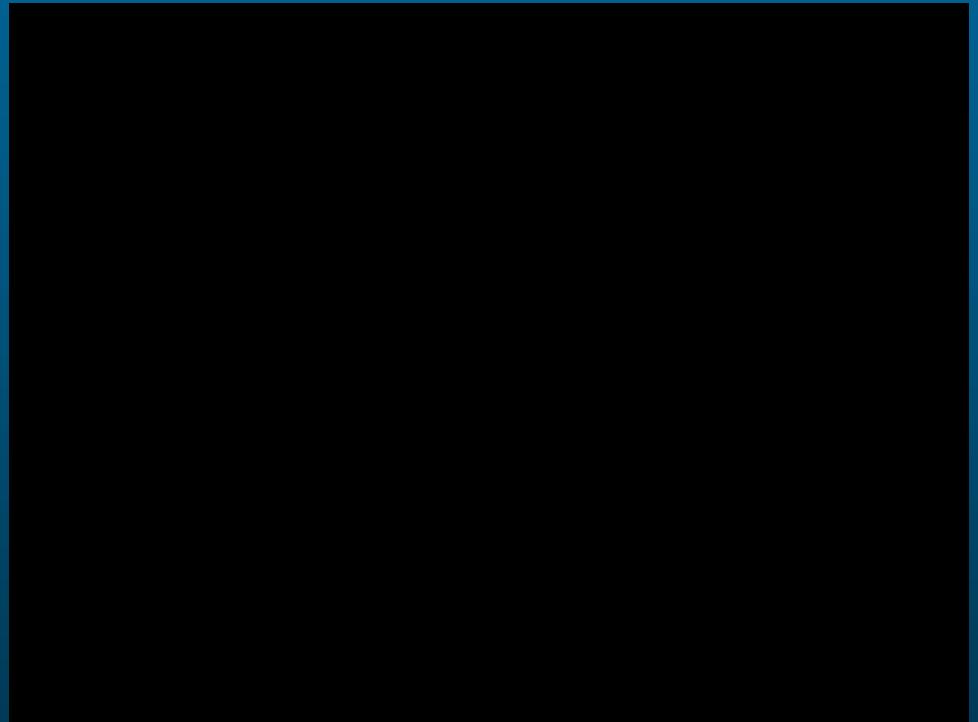
# Процес настанка лошег електричног контакта



# Лош електрични контакт

- Услед пораста контактне отпорности, на лошем електричном контакту долази до пораста снаге дисипације (Џулов ефекат), услед чега се повећава температура контакта.

$$P = R \cdot I^2$$

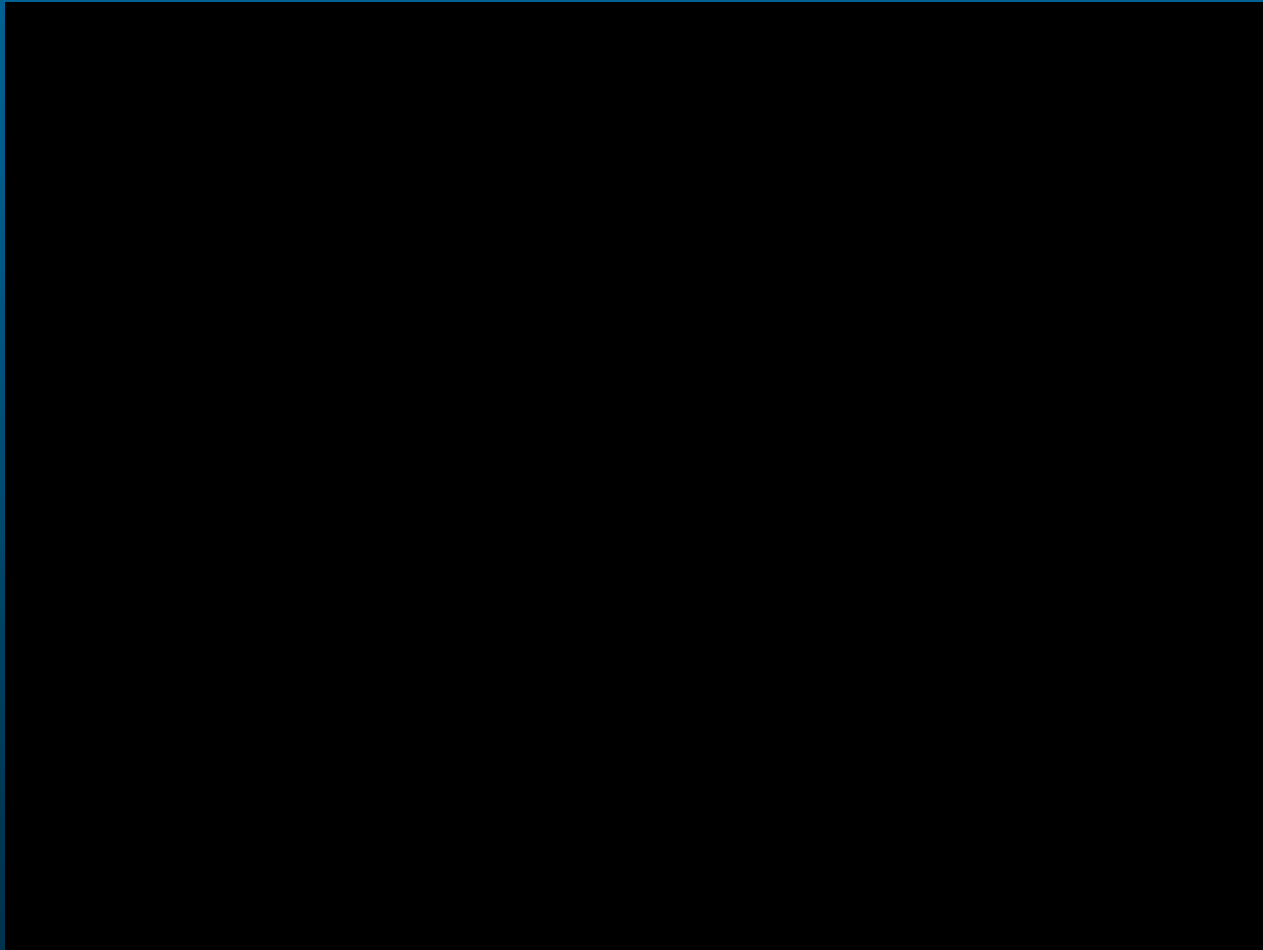


Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Лош електрични контакт

- Узроци настанка лошег електричног контакта:
  1. смањена ефективна површина контакта (услед непотпуног преклапања металних елемената који остварују контакт)
  2. повећана контактна отпорност услед редукције момента затезања завртња (лабав контакт)
  3. повећање слоја оксида на површинама контакта (услед старења контакта или убрзаног процеса деградације контакта - корозије)

# Почетни пожар услед настанка лошег електричног контакта на шуко-утичници



Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Примери електроинсталационих компоненти оштећених услед лошег електричног контакта



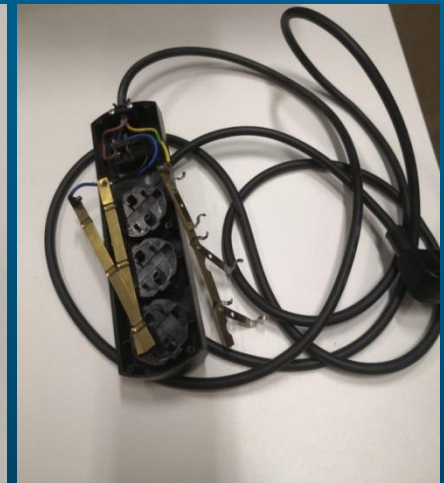
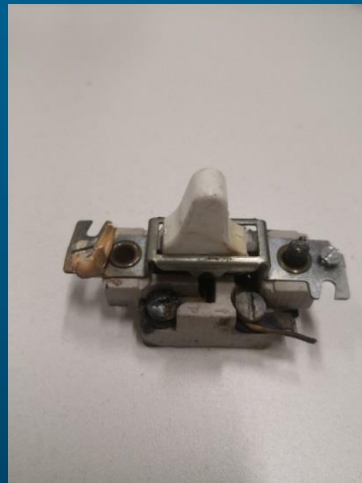
## Детекција:

1. Чулом вида (дим)
2. Чулом мириса (сагоревање PVC-а)
3. Чулом слуха (када лош контакт пређе у редни електрични лук, чује се звук варничења)

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама



# Примери електроинсталационих компоненти оштећених услед лошег електричног контакта



## Детекција:

1. Чулом вида (дим)
2. Чулом мириса (сагоревање PVC-а)
3. Чулом слуха (када лош контакт пређе у редни електрични лук, чује се звук варничења)

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Лабораторија за физичка вештачења при Националном Криминалистичко Техничком Центру, МУП Србије

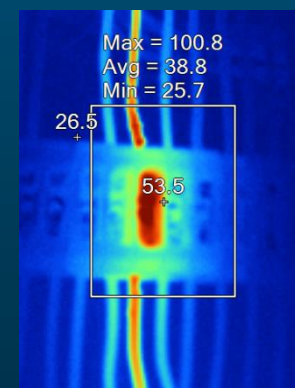
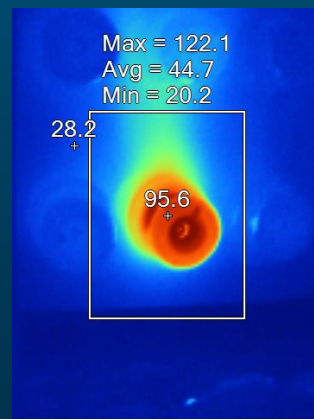
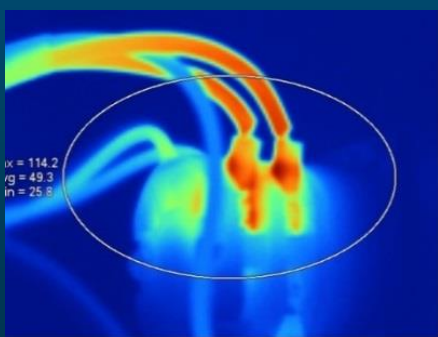
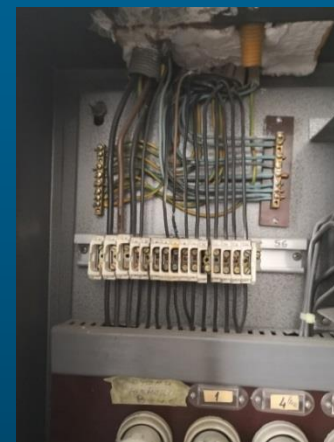
- Руководилац Лабораторије: Илија Ђиновић, дипл. инж. ел. одржао је 6.4.2023. год. стручно предавање у Инжењерској комори Србије под насловом:

"ВЕШТАЧЕЊЕ И УЛОГА ВЕШТАКА У СУДСКИМ И ВАНСУДСКИМ ПРОЦЕСИМА, СА ПРИМЕРИМА ИЗ ПРАКСЕ«

Оба примера приказаног поступка вештачења пожара су били пожари на електричним инсталацијама које су изазвали **ЛОШИ ЕЛЕКТРИЧНИ КОНТАКТИ!**

# Савремене технике откривања лоших електричних контаката у НН инсталацијама

## ■ Термовизијски преглед разводних ормана



# $\Delta T$ Kriterijum za procenu stanja električnih komponenti sistema

Prioriteti za otklanjanje nedostataka	$\Delta T$ između iste vrste i tipa električnih komponenti pod sličnim opterećenjem	$\Delta T_u$ odnosu na temperaturu ambijenta	Preporučena akcija
<b>4</b>	1–3°C	1–10°C	Nastaviti sa redovnom periodičnom kontrolom
<b>3</b>	4–10°C	11–20°C	Ukazuje na mogući nedostatak, ukoliko je moguće treba uočiti i otkloniti nedostatak – defekt
<b>2</b>	11–15°C	21–40°C	Obavezno nadgledanje dok se ne otkloni detektovani defekt
<b>1</b>	>15°C	>40°C	Upozoravajuće odstupanje, odmah otkloniti nedostatak (izvršiti popravku)

# Савремене технике откривања лоших електричних контаката у НН инсталацијама

Основни недостатак термовизијске технике огледа се у чињеници да су бројни, потенцијално опасни електрични контакти недоступни инфрацрвеном сензору камере (примери: **шуко-утичница, разводна кутија, прекидач**).

**Детекција „врелих“ тачака је могућа само уколико су електричне инсталације оптерећене!!!**

# Савремене технике откривања лоших електричних контаката у НН инсталацијама

- Друге технике за откривање лошег електричног контакта:
  - електронска кола за континуално мерење температуре или електричне отпорности контакта (примена на скупој електричној опреми),
  - акустичка детекција (ограничена на мали број контаката).

Недостатак: немају практичну примену у стамбеним, привредним и јавним објектима, у којима постоји екстремно велики број електричних контаката.

# Како решити проблем детекције лошег електричног контакта?

- Идеја која је реализована на заједничком пројекту ЕТФ-а и МУП-а РС (2011-2020) заснована је на детекцији знатног повећања отпорности петље квара (и кратког споја), које може да се установи током редовне периодичне верификације квалитета нисконапонских електричних инсталација
- Практична примена: побољшање процедуре за редовну периодичну верификацију квалитета нисконапонских електричних инсталација у зградама (пословним, јавним, и индустријским објектима)

# Верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација

- Правилник о техничким нормативима за електричне инсталације ниског напона (Службени лист СФРЈ, бр. 53/88, 54/88, 28/95)
- Стандард SRPS HD 60364-6, Електричне инсталације ниског напона, Део 6: Верификација, 2018



# Врсте верификација НН електричних инсталација

- Почетна верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација (нова инсталација)
- Периодична верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација (стара инсталација)



Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Недостаци регулативе која се односи на верификацију квалитета нисконапонских електричних инсталација

- Непостојање адекватне методе (процедуре) за детектовање лоших електричних контаката електричним мерењима
- Одсуство захтева за извођењем термовизијских прегледа
- Непостојање захтева за инсталирање уређаја за откривање редног електричног лука који настаје као последица неотклоњеног лошег електричног контакта
- Није дефинисано максимално трајање интервала између две узастопне верификације (најбољи пример су стамбене зграде!)
- Нису дефинисани критеријуми према којима правна лица могу да врше верификацију нисконапонских електричних инсталација (не постоји обавеза да стручне налазе за нисконапонске електричне инсталације може да потписује само дипломирани електроинжењер електротехнике – енергетичар, носилац лиценци ИКС 350 или 351)

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Садржај презентације

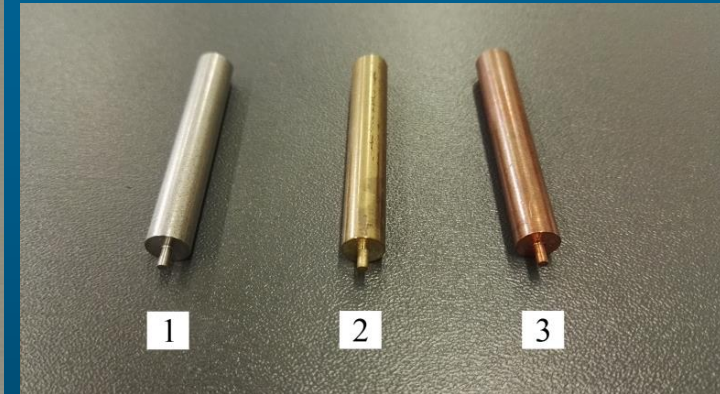
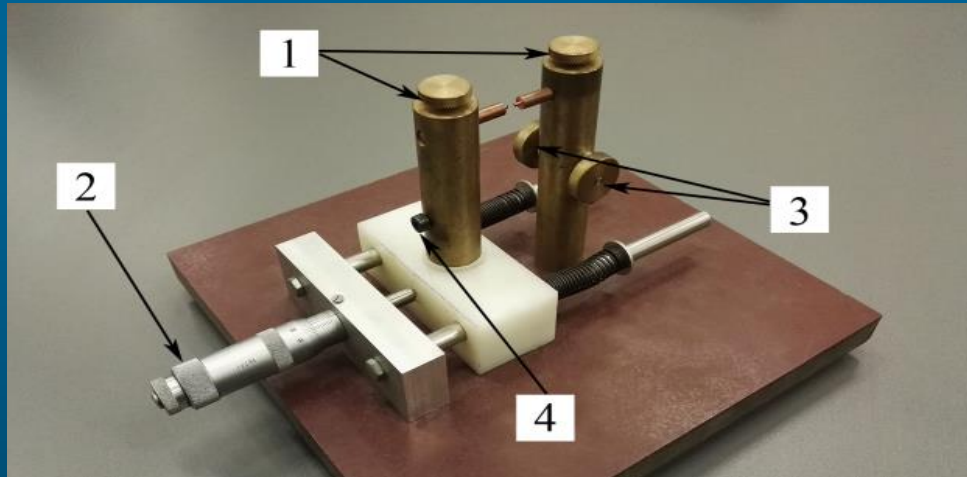
- Пожари на електричним инсталацијама (врсте кварова, класичне и савремене заштитне електричне компоненте, технике откривања лоших електричних контаката, верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација)
- **Развој методе за откривање лошег електричног контакта**
  - **Експериментални рад у лабораторији**
  - Практична искуства са терена
  - Метода за откривање лоших електричних контаката
- Верификација нове методе
- Значај реализованих истраживања

# Експериментални рад у лабораторији Електротехничког факултета

Иницијални експерименти су обухватили анализу два типа лошег електричног контакта:

1. Лош електрични контакт настао услед смањења ефективне површине контакта
2. Лош електрични контакт настао услед редукције момента затезања завртња на прикључном елементу електроинсталационе компоненте

# Лош електрични контакт настао услед смањења ефикасности површине контакта



- Циљ експеримента: симулација лошег електричног контакта који настаје услед непотпуног налегања (преклапања) бакарног проводника и површине електроинсталационог елемента на неком од његових прикључака

# Опис експеримента

- испитиване су површине контаката у којима је остварено 100%, 50% или 15% преклапања
- укупно су изведена 72 експеримента, са три површине попречног пресека електрода, три типа преклапања и три комбинације материјала

(експерименти су трајали ефективно дуже 60 сати)

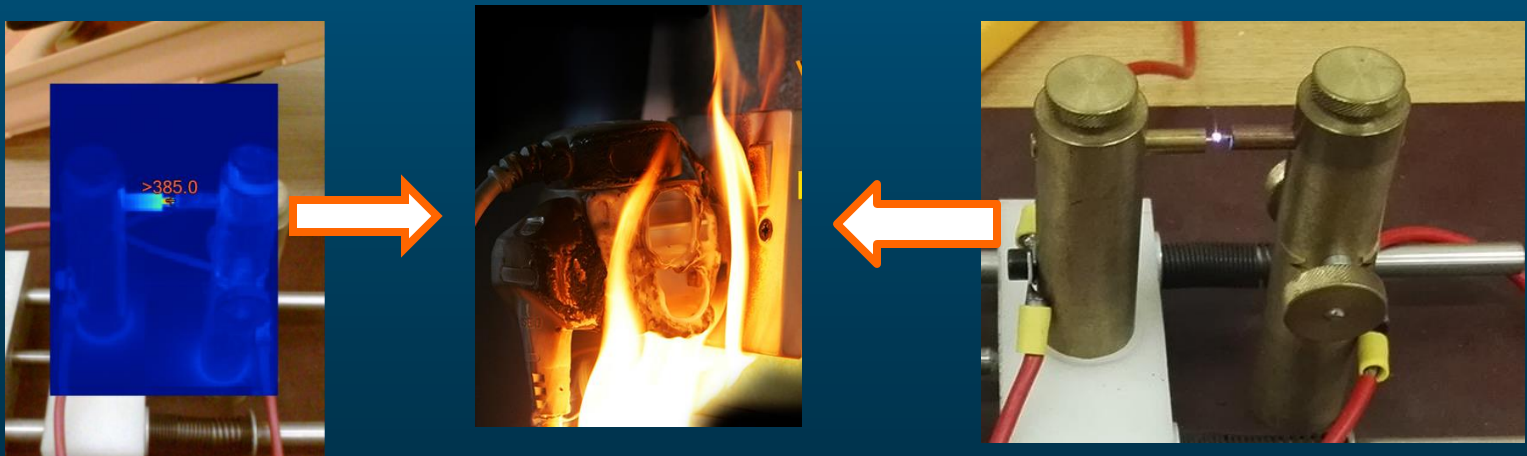
- за  $1,5 \text{ mm}^2$  јачине струја су износиле око 8 А и 10 А, за  $2,5 \text{ mm}^2$  око 10 А, 13 А и 16 А, а за  $4 \text{ mm}^2$  око 16 А, 20 А и 25 А

# Закључци I експеримента

- контакт бакар–бакар је најповољнији с обзиром на достигнуту температуру контакта (максимална измерена температура контакта износила је 78 °C)
- експерименти са електродама бакар–месинг и бакар–прохром одликовали су се појавом „врелих“ тачака у свим случајевима непотпуног преклапања електрода

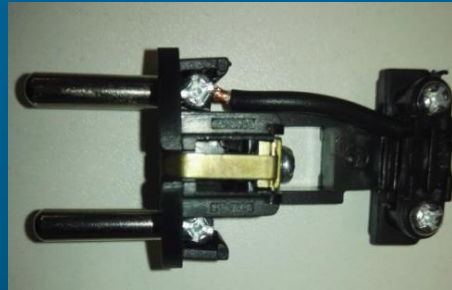
# Закључци I експеримента

- На свим комбинацијама спојева, при називним струјама и неком степену редуковане површине контакта достизане су температуре преко  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , које могу да деградирају PVC изолацију и буду узрочник почетног пожара



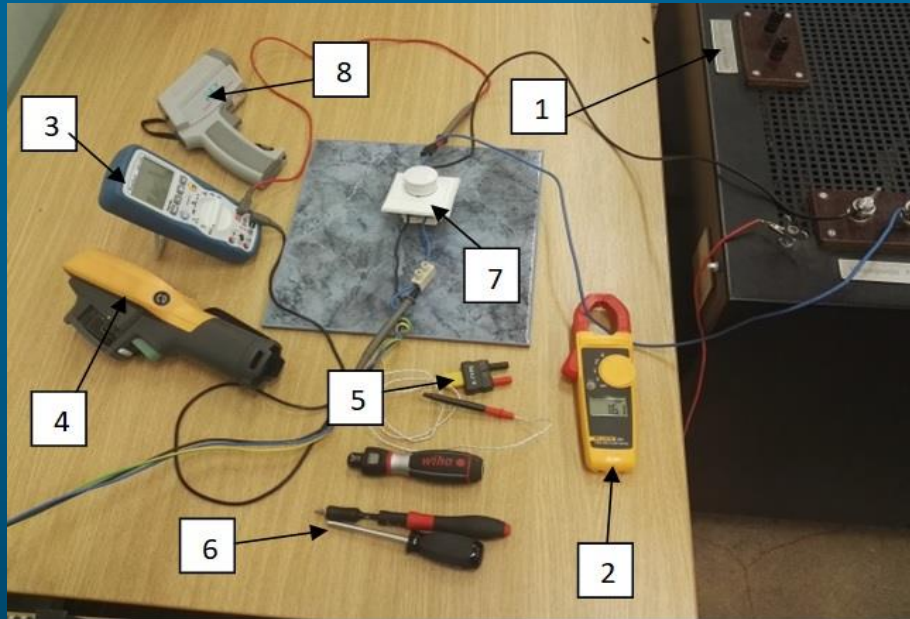


## II експеримент: лош електрични контакт настао услед редукције момента затезања завртња



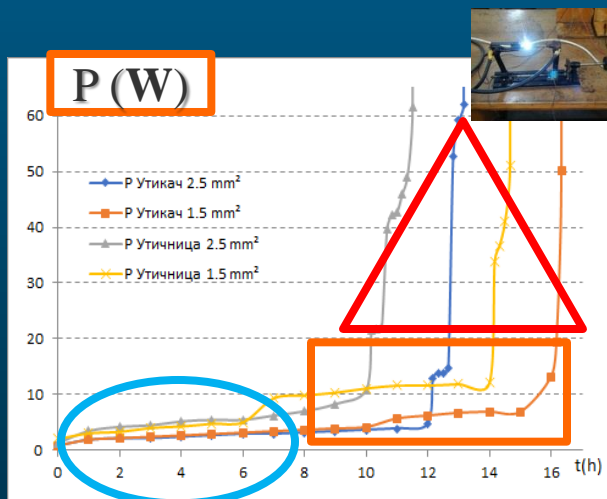
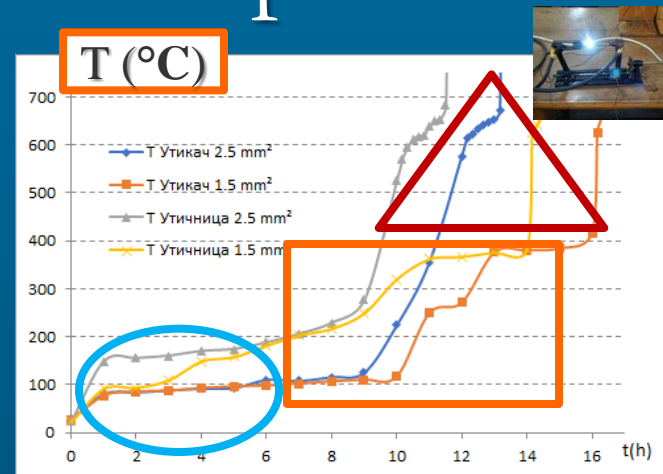
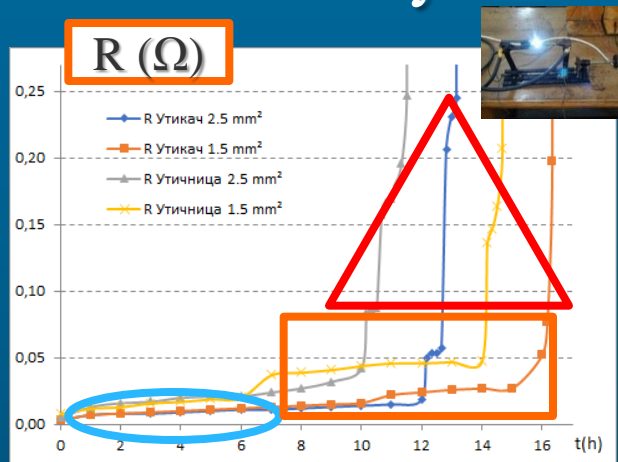
- Стандардом прописани momenti затезања које треба применити на завртњем изведене прикључке у испитиваним типовима утикача и утичница редом износе 0,5 Nm и 0,8 Nm
- Циљ експеримента: за три различита момента затезања (1 Nm (одличан контакт), 0,2 Nm (лош контакт) и 0,1 Nm (врло лош контакт)) утврдити утицај редукције момента затезања завртња у електроинсталационој компоненти на настајање „вреле“ тачке у шуко-утикачима и шуко-утичницама

# Експериментална поставка



- Укупан број извршених експеримената износио је 41 (укупно ефективно време трајања експеримента било је дуже од 100 сати)
- лицнасти бакарни проводници стандардног попречног пресека од  $1,5 \text{ mm}^2$  и  $2,5 \text{ mm}^2$  коришћени су у утикачима, а бакарни проводници пуног пресека од  $1,5 \text{ mm}^2$  и  $2,5 \text{ mm}^2$  у утичницама. Струје у одговарајућим струјним колима изабране су да буду 8 А, 13 А и 16 А

# Резултати II експеримента



## Фазе деградације електричног контакта:

1. отпорности контакта су приближно припадале опсегу 10–20 mΩ, температуре су биле у опсегу 100 °C - 200 °C, а снага дисипације износила је до 10 W
2. значајан пораст отпорности контакта и његове температуре (редом до 80 mΩ и 400 °C), максимлна снага дисипације износила је до 20 W
3. коначан и изненадан пораст дисипиране снаге (до 65 W), отпорности контакта (од 200 mΩ до 250 mΩ) и температуре (преко 700 °C)
4. редни електрични лук (температуре преко 5000 °C)

# Закључци II експеримента

- Услед редукције момента затезања прикључка (на утикачу или утичници), може се јавити опасност од пожара у нисконапонским електричним инсталацијама и без макроскопског померања проводника на месту прикључка
- Са сваким новим успостављањем струје, отпорност лошег електричног контакта наставља да расте (кумулативно повећање отпорности контакта) и врло брзо се достиже висока температура контакта (преко 700 °C)
- Закључено је да се замена електроинсталационе компоненте или притезање контаката мора обавити пре него што отпорност контакта на њиховом прикључку достигне 250 mΩ!

# Финални експеримент

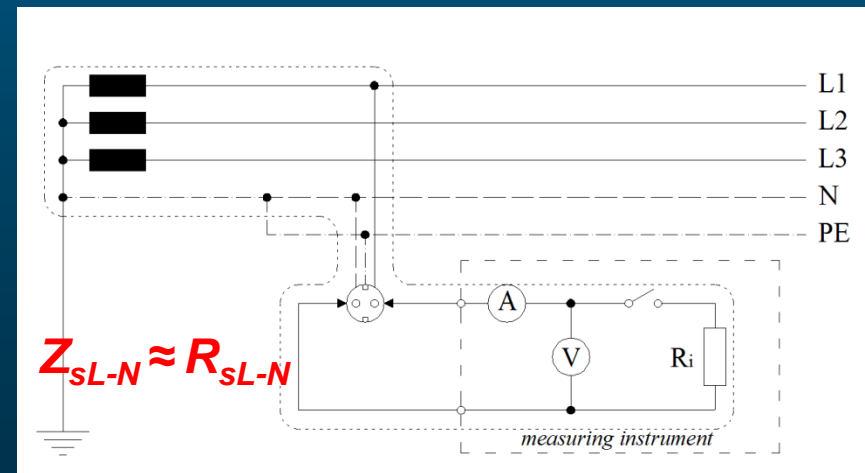
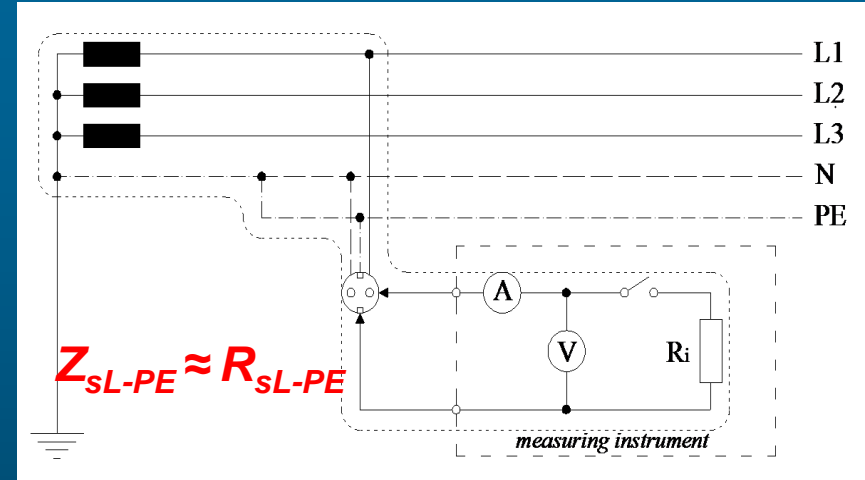
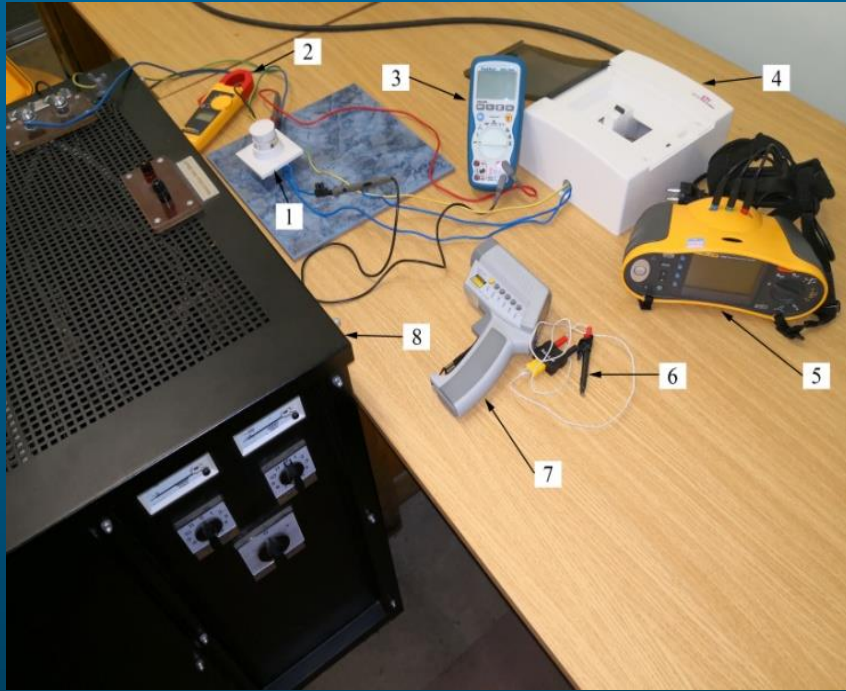
Експериментално су испитане:

- једна стара шуко-утичница (коришћена најмање 30 година) – лош ел. контакт на прикључку фазног проводника
- две нове шуко-утичнице, али са намерно кородираним спојевима (симулирано убрзано старење контакта) – на једној утичници лош електрични контакт на прикључку фазног проводника, а на другој неутралног проводника

	Иницијално испитивање	Почетно загревање	Две серије поновљених загревања са мањим струјама	
Момент затезања	0,1 Nm и 1 Nm	0,1 Nm	0,1 Nm	0,1 Nm
Струја	/	16 А	13 А, 10 А и 8 А	6 А и 4 А
Трајање	/	до настанка феномена који претходи редном ел. луку	до настанка феномена који претходи редном ел. луку	до постизања стационарне температуре „вреле“ тачке

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Експериментална поставка



стандард *IEC 61557-3*

Стара утичница		Нова утичница (царска вода)		Нова утичница (сумпорна киселина)	
$R_{SL-PE} (\Omega)$	$R_{SL-N} (\Omega)$	$R_{SL-PE} (\Omega)$	$R_{SL-N} (\Omega)$	$R_{SL-PE} (\Omega)$	$R_{SL-N} (\Omega)$
Момент затезања = 1 Nm, нема струје					
0,46	0,45	0,44	0,43	0,47	0,46
Момент затезања = 0,1 Nm, нема струје					
0,46	0,45	0,45	0,44	0,47	0,46
после грејања са струјом од $I \approx 16$ A + 30 минута хлађења					
0,74	0,73	0,59	0,58	0,48	0,66
после грејања са струјом од $I \approx 13$ A + 30 минута хлађења					
0,87	0,86	0,69	0,68	0,49	0,75
после грејања са струјом од $I \approx 10$ A + 30 минута хлађења					
1,01	0,98	0,80	0,78	0,49	0,92
после грејања са струјом од $I \approx 8$ A + 30 минута хлађења					
1,25	1,23	1,08	0,95	0,49	1,04
после грејања са струјом од $I \approx 6$ A + 30 минута хлађења					
1,60	1,59	1,49	1,46	0,50	1,30
после грејања са струјом од $I \approx 4$ A + 30 минута хлађења					
2,35	2,32	2,18	2,05	0,50	2,26

# Негативни ефекти формирања ЛОШЕГ КОНТАКТА



Укупно трајање  
експеримента:  
ефективно дуже од  
50 сати

За струје у опсегу 4–16 А, снага дисипирана на лошим  
контактима 29–76 W:

Минимална снага дисипације потребна за паљење пластичних  
делова (PVC) електроинсталационих компоненти је око **30 W!**



# Садржај презентације

- Пожари на електричним инсталацијама (врсте кварова, класичне и савремене заштитне електричне компоненте, технике откривања лоших електричних контаката, верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација)
- Развој методе за откривање лошег електричног контакта
  - Експериментални рад у лабораторији
  - **Практична искуства са терена**
  - Метода за откривање лоших електричних контаката
- Верификација нове методе
- Значај реализованих истраживања

# Практична искуства са терена (2011–2020)

- Верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација у јавним и пословним објектима укупне површине преко 150.000 m<sup>2</sup>, где је отпорност петље квара измерена на преко 11 000 утичница
- Сагледавање квантитативне мере ефикасности, односно неефикасности, стандардима прописане процедуре верификације квалитета нисконапонских електричних инсталација у проналажењу струјних кола у којима се могу налазити лоши електрични КОНТАКТИ

# Провера ефикасности TN система заштите од електричног удара

$$R_{sL-PE} < R_{sMAX}$$

Вредности  $I_a$  и  $R_{sMAX}$  за брзе и споре  
уметке осигурача ( $I_r = 6-25$  А)

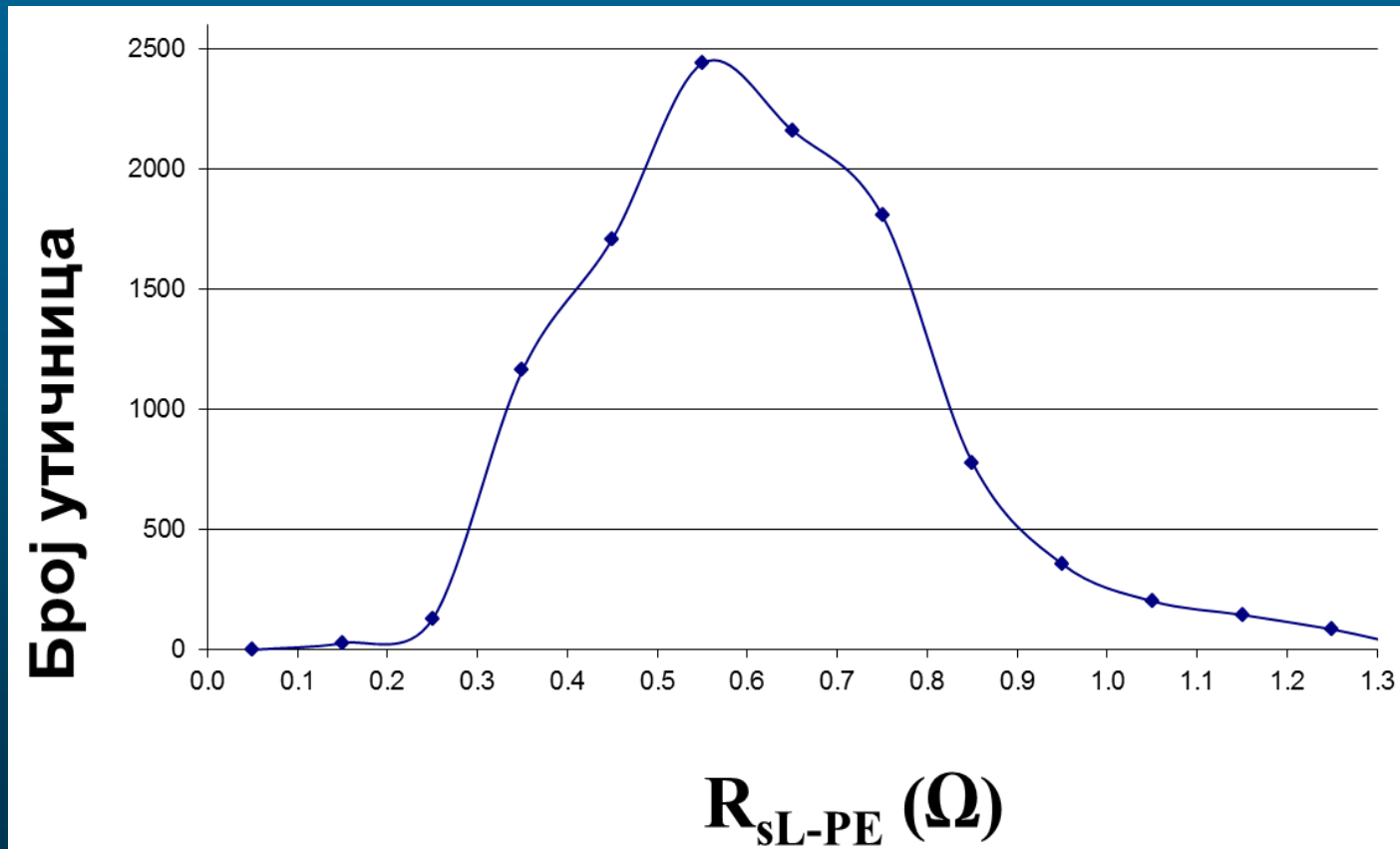
$I_r$ (А)	$I_a$ (А)		$R_{sMAX}$ ( $\Omega$ )	
	брзи	спори	брзи	спори
6	16,71	29,65	13,76	7,75
10	34,08	55,65	6,74	4,13
16	51,07	86,86	4,50	2,64
20	67,62	110,01	3,40	2,09
25	94,69	138,13	2,42	1,66

Вредности  $I_a$  и  $R_{sMAX}$  за аутоматске  
прекидаче типа B и C ( $I_r = 6-25$  А)

$I_r$ (А)	$I_a$ (А)		$R_{sMAX}$ ( $\Omega$ )	
	Тип B	Тип C	Тип B	Тип C
6	30	60	7,67	3,83
8	40	80	5,75	2,87
10	50	100	4,60	2,30
13	65	130	3,53	1,76
16	80	160	2,87	1,43
20	100	200	2,30	1,15
25	125	250	1,84	0,92

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за  
њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Резултати статистичке анализе резултата мерења $R_{sL-PE}$ на терену



# Шуко-утичнице са уоченим недостацима

- На 82 утичнице измерене су вредности  $R_{SL-PE}$  веће од одговарајућих  $R_{sMAX}$  (проглашене неисправним по стандардној процедури)
- Детектоване су 84 утичнице чија су вредности  $R_{SL-PE}$  биле у опсегу 1,3–4,38  $\Omega$ , које су биле мање од  $R_{sMAX}$ , али довољно велике (значајно веће од уобичајено малих вредности измерених на њима суседним утичницама) да би указале на присуство најмање једног лошег контакта (проглашене исправним по стандардној процедури)
- Лоши контакти су пронађени и у утичницама у којима су измерене вредности  $R_{SL-PE}$  биле мање од 1,3  $\Omega$ , али за најмање 0,5  $\Omega$  веће од максималне вредности  $R_{SL-PE}$  измерене на околним (суседним) утичницама (проглашене исправним по стандардној процедури)

# Закључак извршених верификација на терену и извршених експеримената

- Недостатак стандардне процедуре верификације квалитета нисконапонских електричних инсталација: струјно коло се проглашава исправним, иако у њему постоји најмање један лош електрични контакт који може бити детектован на основу резултата мерења!
- Експерименти су такође показали да када се лош контакт појави само на неутралном проводнику, он се не може открити мерењем само отпорности

$$R_{SL-PE} !$$

Стара утичница		Нова утичница (царска вода)		Нова утичница (сумпорна киселина)	
$R_{SL-PE} (\Omega)$	$R_{SL-N} (\Omega)$	$R_{SL-PE} (\Omega)$	$R_{SL-N} (\Omega)$	$R_{SL-PE} (\Omega)$	$R_{SL-N} (\Omega)$
Момент затезања = 1 Nm, нема струје					
0,46	0,45	0,44	0,43	0,47	0,46
Момент затезања = 0,1 Nm, нема струје					
0,46	0,45	0,45	0,44	0,47	0,46
после грејања са струјом од $I \approx 16$ A + 30 минута хлађења					
0,74	0,73	0,59	0,58	0,48	0,66
после грејања са струјом од $I \approx 13$ A + 30 минута хлађења					
0,87	0,86	0,69	0,68	0,49	0,75
после грејања са струјом од $I \approx 10$ A + 30 минута хлађења					
1,01	0,98	0,80	0,78	0,49	0,92
после грејања са струјом од $I \approx 8$ A + 30 минута хлађења					
1,25	1,23	1,08	0,95	0,49	1,04
после грејања са струјом од $I \approx 6$ A + 30 минута хлађења					
1,60	1,59	1,49	1,46	0,50	1,30
после грејања са струјом од $I \approx 4$ A + 30 минута хлађења					
2,35	2,32	2,18	2,05	0,50	2,26

$$R_{SL-PE} < R_{sMAX}$$

Zadovoljava!!!



$$R_{SL-PE} < R_{sMAX}$$

Ne

zadovoljava!!!



# Садржај презентације

- Пожари на електричним инсталацијама (врсте кварова, класичне и савремене заштитне електричне компоненте, технике откривања лоших електричних контаката, верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација)
- Задатак дисертације – развој методе за откривање лошег електричног контакта
  - Експериментални рад у лабораторији
  - Практична искуства са терена
  - **Метода за откривање лоших електричних контаката**
- Верификација нове методе
- Значај реализованих истраживања



# Нова метода за откривање лошег електричног контакта

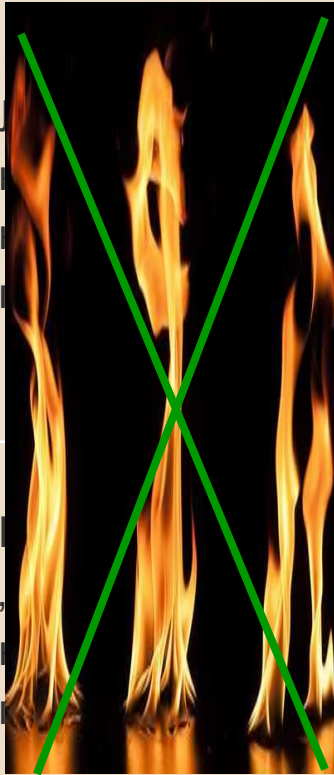
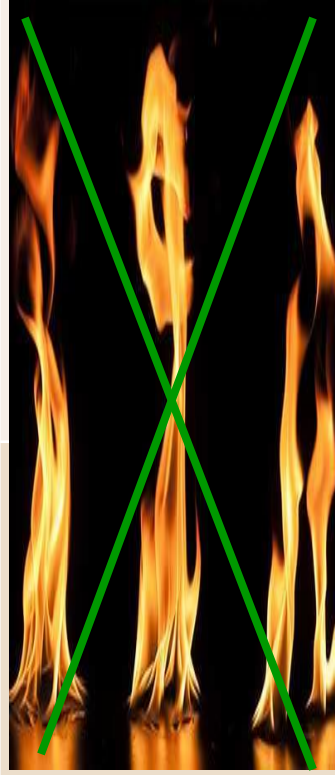
- Обавеза мерења не само отпорности петље квара  $R_{SL-PE}$ , већ и отпорности петље кратког споја  $R_{SL-N}$  у сваком струјном колу
- Минимална гранична вредност  $R_{SL-PE}$  ( $R_{SL-N}$ ) која показује да ли постоји најмање један лош електрични контакт у струјном колу ( $R_{lim}$ ) је она која је за најмање  $0,5 \Omega$  већа од највеће отпорности петље квара (кратког споја) измерене на околним (суседним) утичницама

# Искусствено (и инжењерски) усвојен принцип је следећи:

- Због кумулативног ефекта нарастања отпорности више редно везаних лоших електричних контаката (услед чега имамо смањење ризика):

Гранична вредност  $R_{SL-PE}$  (и  $R_{SL-N}$ ) која указује на постојање најмање једног лошег електричног контакта у струјном колу ( $R_{lim}$ ) може да буде она која је за најмање **1  $\Omega$**  већа од највеће отпорности петље квара (кратког споја) измерене на околним - суседним шуко утичницама!

# Процедура за детекцију лоших електричних контаката ( $R_{sL-PE} < R_{sMAX}$ ) – TN систем заштите

$R_{sL-PE} < R_{sMAX}$	$R_{sL-PE} < R_{lim}$	$R_{sL-PE} > R_{lim}$	$R_{sL-PE} < R_{lim}$	$R_{sL-PE} > R_{lim}$
	$R_{sL-N} < R_{lim}$	$R_{sL-N} < R_{lim}$	$R_{sL-N} > R_{lim}$	$R_{sL-N} > R_{lim}$
Локација лошег електричног контакта	Струјно коло вероватно нема лош електрични контакт	Лош електрични контакт на заштитном проводнику		
Опасност од пожара (последице кварова)	Вероватно не постоји	Не постоји (у случају квара заштитна компонента реагује на време)		

# Садржај презентације

- Пожари на електричним инсталацијама (врсте кварова, класичне и савремене заштитне електричне компоненте, технике откривања лоших електричних контаката, верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација)
- Развој методе за откривање лошег електричног контакта
  - Експериментални рад у лабораторији
  - Практична искуства са терена
  - Метода за откривање лоших електричних контаката
- **Верификација нове методе**
- **Значај реализованих истраживања**

---

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Верификација нове методе

Редни број стана	Старост зграде (године)	Мерење	трофазна шуко-утичница			монофазне шуко-утичнице									
			фаза 1	фаза 2	фаза 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	20	$R_{sL-PE}$ ( $\Omega$ )	0,51	0,50	0,50	0,44	0,43	0,44	0,44	0,43	<b>1,34!</b>	0,42	0,44	0,46	0,45
		$R_{sL-N}$ ( $\Omega$ )	0,49	0,49	0,48	0,44	0,42	0,43	0,44	0,42	<b>1,33!</b>	0,41	0,43	0,45	0,44
15	60	$R_{sL-PE}$ ( $\Omega$ )	<b>1,54!</b>	<b>1,53!</b>	<b>1,55!</b>	0,42	0,39	0,40	0,39	0,44	0,41	0,42	0,43	0,41	0,43
		$R_{sL-N}$ ( $\Omega$ )	0,40	0,41	0,40	0,38	0,37	0,39	0,38	0,41	0,38	0,39	<b>1,41!</b>	0,40	0,40

- Заштитне компоненте: стандардни аутоматски прекидачи (типа  $B$ ), називне струје 16 А,  $R_{sMAX} = 2,87 \Omega$ , и осигурачи са брзим топљивим уметком, називне струје 16 А,  $R_{sMAX} = 4,50 \Omega$
- Нова метода је примењена на укупно 165 прегледаних шуко-утичница; детектовано је 6 утичница са лошим контактима које не би биле детектоване прописаном верификацијом квалитета нисконапонских електричних инсталација

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Садржај презентације

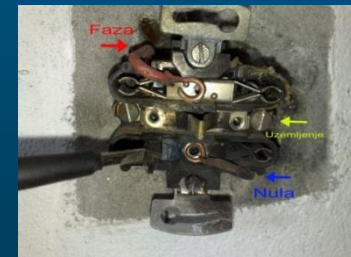
- Пожари на електричним инсталацијама (врсте кварова, класичне и савремене заштитне електричне компоненте, технике откривања лоших електричних контаката, верификација квалитета нисконапонских електричних инсталација)
- Развој методе за откривање лошег електричног контакта
  - Експериментални рад у лабораторији
  - Практична искуства са терена
  - Метода за откривање лоших електричних контаката
- Верификација нове методе
- **Значај реализованих истраживања**

---

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Значај реализованих истраживања

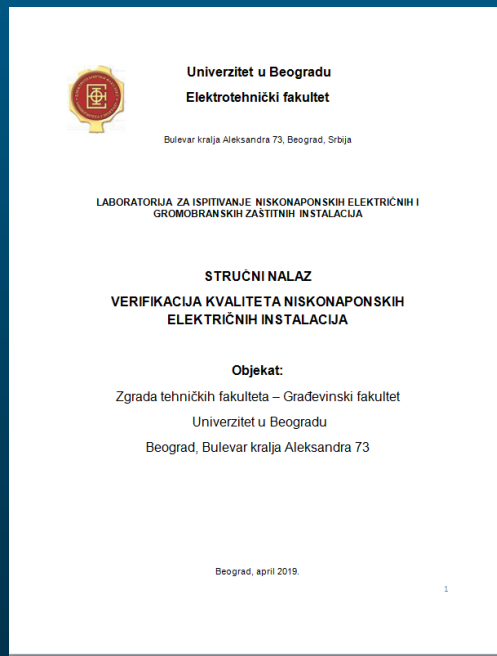
- Развијена је нова метода за откривање лоших електричних контаката, која се базира на електричним мерењима отпорности петље квара и кратког споја, а која се могу извршити конвенционалним мерним инструментима у оквиру редовне периодичне верификације нисконапонских електричних инсталација



Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# Значај реализованих истраживања

- Примена једноставне процедуре омогућава откривање свих потенцијалних лоших електричних контаката (на фазном и/или неутралном и/или заштитном проводнику) и елиминисање опасности од појаве пожара у свим ситуацијама које могу настати у пракси



Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама



# Значај реализованих истраживања

- СМАЊЕЊЕ БРОЈА ПОЖАРА НА ЕЛЕКТРИЧНИМ ИНСТАЛАЦИЈАМА
- СМАЊЕЊЕ БРОЈА ЖРТАВА И МАТЕРИЈАЛНИХ ШТЕТА НАСТАЛИХ У ПОЖАРИМА
- Кроз кратко упутство са примерима, фирмама које врше верификацију квалитета нисконапонских електричних инсталација представиће се практична примена нове методе за детекцију лоших електричних контаката

# Законска регулатива

- Заменити стари (застарели) и донети нови Правилник о техничким нормативима за нисконапонске електричне инсталације
- Могућност доношења неке врсте Уредбе од стране МУП-а РС Сектора за ванредне ситуације која би се само односила на верификацију квалитета електричних инсталација са становишта заштите од ПОЖАРА
- Обавезна провера лоших електричних контаката електричним мерењима (препоручити и термовизијско снимање за пословне, индустријске и јавне објекте)
- Препорука за уградњу AFDD уређаја за детекцију редног електричног лука (у стамбеним, пословним и јавним објектима)

---

Утицај лоших електричних контаката на настанак почетног пожара и метода за њихово откривање у нисконапонским електричним инсталацијама

# УЛОГА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У ОБЛАСТИ ЗАШТИТЕ ОД ПОЖАРА

- Капацитети Лабораторије за испитивање нисконапонских електричних инсталација:
  - Теоријско и практично оспособљавање стручног кадра које ће у будућности вршити квалитетну и ефикасну верификацију квалитета нисконапонских електричних инсталација са аспекта заштите од пожара



# Хвала на пажњи!

---



---

# Питања?

---

Контакт подаци предавача:

[nedzad@etf.rs](mailto:nedzad@etf.rs)

<https://www.etf.bg.ac.rs/sr/fakultet/zaposleni/nedzad-hadziefendic-1469>

<http://zastitaodpozara.etf.rs/>