

## TEHNIČKO REŠENJE:

**Automatizovana laboratorijska komora i metoda za ispitivanja (u zatvorenom prostoru) električne opreme sa gasnim eksplozijama do pritiska od 50 bara**

## I) IDENTIFIKACIONI PODACI

<b>Autori rešenja:</b>	Miroslav Tufegdžić, Aleksandar Đurđević, Aleksandar Videnović, Predrag Popović
<b>Naziv tehničkog rešenja:</b>	Automatizovana laboratorijska komora i metoda za ispitivanja (u zatvorenom prostoru) električne opreme sa gasnim eksplozijama do pritiska od 50 bara
<b>Vrsta tehničkog rešenja:</b>	Nova metoda ispitivanja (M85)
<b>Naručilac rešenja:</b>	- Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta TR 35031 „Razvoj i primena metoda i laboratorijske opreme za ocenjivanje usaglašenosti tehničkih proizvoda finansiranog od “Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj  - Akreditovana ispitna laboratorija CENEx, Instituta VINČA
<b>Korisnik rešenja:</b>	- Proizvođači, korisnici i uvoznici opreme namenjene za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama, - Akreditovana ispitna laboratorija CENEx, Instituta VINČA, - Milan Blagojević Namenska industrija, Lučani - ATB Sever, Subotica - Prvi partizan, Užice - Sertifikaciono telo za proizvode Instituta za nuklearne nauke "VINČA"
<b>Godina izrade rešenja</b>	2017. godina
<b>Rešenje prihvaćeno od strane:</b>	- Akreditacionog tela Srbije (ATS) - Akreditovana ispitna laboratorija CENEx, Instituta VINČA, - Sertifikaciono telo za proizvode Instituta za nuklearne nauke "VINČA" - Milan Blagojevic, Namenska industrija, Lučani - Fabrike ATB SEVER, Subotica za potrebe izvoza elektromotora u Rusiju - Prvi partizan, Užice - Prihvaćeno od strane Naučnog veća Instituta VINČA
<b>Rešenje primenjuje:</b>	- Sertifikaciono telo za proizvode, INN VINČA - Ispitna Laboratorija CENEx INN VINČA - Milan Blagojevic, Namenska industrija, Lučani - Prvi

	partizan, Užice - NIS Gaspromneft, Novi Sad - Galenika a.d. Zemun
<b>Način verifikacije rezultata:</b>	Metoda je verifikovana u ispitnoj laboratoriji i telu za ocenjivanje usaglašenosti: - Akreditacijom laboratorija za ispitivanje CENEx (akreditovana prema SRPS ISO/IEC 17025) - Akreditacijom Sertifikacionog tela INN VINČA (akreditovano prema SRPS EN 45011:2004) - Prihvaćeno od strane Naučnog veća INN VINČA
<b>Način korišćenja rezultata:</b>	1. Ocenjivanje usaglašenosti proizvoda – sertifikacija opreme namenjene za upotrebu u eksplozivnim atmosferama 2. Za realizaciju izvoza elektromotora domaćeg proizvođača ATB Sever; u laboratoriji CENEx se ispituju motori i sprovodi sertifikaciju istih u sertifikacionom telu Instituta Vinča. Izdati sertifikati su priznati od nadležnih organa Rusije.

## II) DEFINICIJE

### **eksplozivna atmosfera**

smeše zapaljivih supstanci sa vazduhom pod atmosferskim uslovima u formi gasa, pare, prašine ili vlakana, kroz koju se posle paljenja odvija samopodržavajući proces propagacije

### **oprema (za upotrebu u eksplozivnim atmosferama)**

opšti termin koji uključuje uređaje, naprave, pribor, komponente koji su delovi električne instalacije ili su tokom rada priključeni na električnu instalaciju, a koriste se u eksplozivnim atmosferama

### **Ex zaštita (tip zaštite)**

specifične (posebne) mere (dizajn, konstrukcija i sl.) koje se primenjuju na električnu opremu kako bi se izbeglo da ona bude uzročnik paljenja okolne eksplozivne atmosfere

### **protiveksplozivno zaštićeni uređaji (Ex uređaji)**

uređaji konstruktivno izvedeni u nekoj od tipova Eh zaštite

### **ispitivanje**

ispitivanje koja se sprovode na jednom ili više naprava određenog dizajna, a koja dokazuju da dizajn zadovoljava određene zahteve (specifikacije)

### **eksplozivna ispitna smeša**

specifična (posebna) eksplozivna smeša koja se koristi za ispitivanje električne opreme namenjene za rad u eksplozivnim gasnim atmosferama

### **nepropaljivo kućište " d " (Ex zaštita "d")**

kućište u koje su smešteni delovi koji mogu da upale eksplozivnu gasnu atmosferu i koje:

- može da izdrži natpritisak koji se u njemu razvija tokom unutrašnje eksplozije
- sprečava prenos unutrašnje eksplozije na okolnu eksplozivnu atmosferu koja okružuje kućište

### **nepropaljivi zazor**

mesto (sklop) gde površine između dva nalegajuća dela kućišta ili površina između dva spojena kućišta, sprečava prenos unutrašnje eksplozije na okolnu eksplozivnu atmosferu koja okružuje kućište

### **širina nepropaljivog zazora**

rastojanje između odgovarajućih (nalegajućih) površina nepropaljivog zazora u momentu sklapanja kućišta

(za cilindrične površine širina zazora je razlika prečnika "rupe" i "osovine")

### **dužina nepropaljivog zazora**

najkraći put kroz nepropaljivi zazor od unutrašnjosti do spoljašnjosti kućišta

### **maksimalni eksperimentalni bezbednosni zazor (za datu eksplozivnu smešu)**

MEBZ

maksimalni zazor spoja dužine 25 mm čija širina sprečava propaljivanje (bilo kakav prolaz eksplozije) tokom 10 opita pod uslovima specificiranim u SRPS EN 60079-20-1

definicije su prema standardima

SRPS EN 60079-0 Električni uređaji za eksplozivne gasovite atmosfere – Deo 0: Opšti zahtevi

SRPS EN 60079-1 Eksplozivne atmosfere – Deo 1: Oprema zaštićena nepropaljivim kućištem „d“

## **1. OBLAST NA KOJU SE TEHNIČKO REŠENJE ODNOSI**

- Oprema (prvenstveno električna) namenjena za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama tzv. Ex oprema
- Tehnički propis (domaći): Pravilnik o opremi i zaštitnim sistemima namenjenim za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama
- Tehnički propis (evropski): Direktiva 2014/34/EU- ATEX
- Oblast pokriva proizvođače i korisnike Ex opreme
- Laboratorije koje se bave ispitivanjem električnih uređaja namenjenih za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama, a koji su konstruisani u skladu sa standardom SRPS EN 60079-1 (oprema zaštićena nepropaljivim kućištem "d", tzv. "Exd" oprema)

## **2. PROBLEM KOJI SE TEHNIČKIM REŠENJEM REŠAVA**

Osnovni bezbednosni konstrukcioni koncept za "Exd" oprema se sastoji u tome

da se električni sadržaj uređaj smešta u mašinska kućišta koja moraju da zadovolje dva osnovna zahteva:

- da budu mehanički dovoljno čvrsta tj. da izdrže unutrašnji pritiska gasnih eksplozija bez oštećenja i trajnih deformacija
- da nalegajući spojevi budu tako izrađeni da kroz njihove konačne zazore (tzv. bezbednosne zazore) ne dođe do prenosa plamena unutrašnje eksplozije na okolnu eksplozivnu atmosferu

Konstruktivni zahtevi su definisani standardom SRPS EN 60079-1. Osim toga standardom se definišu i obavezujuća ispitivanja koja se na Eh uređaju moraju sprovesti.

Za eksperimentalnu proveru dva suštinska konstruktivna zahteva sprovode se dve vrste ispitivanja.

- Prvo je određivanje maksimalnog pritiska gasne eksplozije koji se može dobiti u unutrašnjosti mašinskih kućišta; posle toga se ta kućišta izlažu za 50% većem pritisku gasne eksplozije
- Drugo je ispitivanje prolaska plamena gasne eksplozije kroz bezbednosne zazore

Za mogućnost realizacije navedenih ispitivanja potrebno je generisati gasne eksplozije standardizovanih eksplozivnih smeša sa vazduhom. Da bi to bilo moguće u zatvorenim laboratorijskim uslovima, potrebno je raspolagati sa komorama u kojima se takve eksplozije generišu. Jasno je da takve komore moraju da budu otporne na očekivane pritiske (do 50 bara) gasnih eksplozija. Zbog toga one po pravilu imaju masu po nekoliko tona.

Osim tog za efikasan eksperimentalni rad mora da postoji određena automatizacija primenjena za manipulisanje sa ispitnom komorom toliko velike mase.

Ovim tehničkim rešenjem (sa ispitnom komorom od zapremine 1020 l i mase 4 tone) se rešava automatizovana manipulacija i bezbedno ispitivanje u zatvorenim laboratorijskim uslovima sa gasnim eksplozijama do pritiskaka od 50 bara. Otvaranje i zatvaranje komore tako velike mase se vrši putem automatizovanog hidrauličnog sistema, a samo zaptivanje je ostvareno peko tzv. „bajonet“ sklopa bet dodatnih elemenata za pričvršćenje, što omogućava veoma efikasan i brz eksperimentalni rad.

### 3. STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU

Principijelni, najopštiji zahtevi za potrebna ispitivanja definisani standardom (domaći, evropski i IEC standardi su u tehničkom delu ekvivalentni):

SRPS EN 60079-1, Eksplozivne atmosfere – Deo 1: Oprema zaštićena nepropaljivim kućištem „d“

Opšti opisi metoda su dati u tački 15.2. i 15.3. standarda SRPS EN 60079-1. Na osnovu tih opštih zahteva vrši se konkretna realizacija laboratorijske metode. Ta realizacija na svetskom nivou nije unikatna. Svaka laboratorija na svoj originalan način rešava problem izrade laboratorijskog postrojenja. To je potpuno jasno, jer u implementaciji same metode postoji nekoliko suštinskih elemenata mernog lanca koja se mogu realizovati na različite način.

Ovo tehničko rešenje je svakako jedinstveno u Republici Srbiji. Do sada nijedna domaća laboratorija nije vršila konkretna eksplozivna ispitivanja na električnoj opremi zaštićenoj sa nepropaljivim kućištem. Specifičnost ovog tehničkog rešenja je da je ispitna komora potpuno automatizovana sa stanovišta manipulacije i smeštaja ispitnih uzoraka i da omogućava bezbedan rad u zatvorenim laboratorijskim uslovima sa pritiscima eksplozije do 50 bara.

### 4. POSTAVKA TEHNIČKOG REŠENJA

Postavka tehničkog rešenja se sastoji od uspešnom vršenju dva standardizovana opita

**I Opit ispitivanja mehaničke čvrstoće kućišta** i on se sastoji od:

a) određivanja referentnog pritiska (3 puta ponavljanje iniciranje unutrašnje eksplozije i beleženje najveće vrednosti pritiska eksplozije) t. 15.2.2.

b) izlaganje kućišta povišenom pritisku (za 50% višem od referentnog pritiska dobijenog pod a) t. 15.2.3.

**II Ispitivanje propaljivanja kućišta** (t. 15.3. SRPS EN 60079-1)

Sastoji u punjenju unutrašnjosti ispitivanog kućišta ispitnom eksplozivnom smešom i smeštanju u ispitnu komoru napunjenju sa istom eksplozivnom smešom.

Zatim se vrši 5 puta iniciranje unutrašnje unutrašnje gasne eksplozije. Ni u jednom opitu ne sme da dođe do pojave prolaska plamena kroz bezbednosne zazoru i paljenje okolne gasne atmosfere u ispitnoj komori

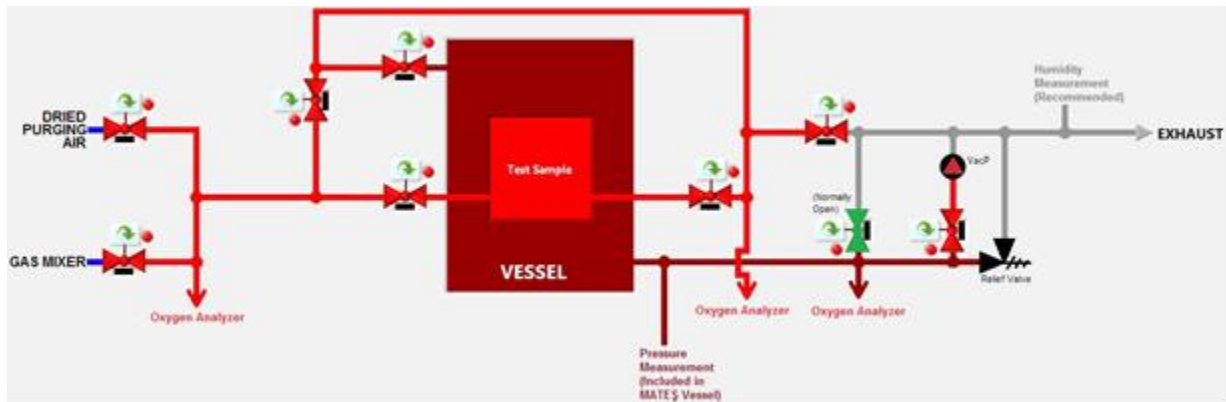
## 5. OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

### 5.1. Ispitivanje mehaničke čvrstoće kućišta (t. 15.2. SRPS EN 60079-1)

Postrojenje koje omogućuje realizaciju ispitivanja čvrstoće kućišta sastoji se od sledećih osnovnih elemenata ispitno mernog lanca:

1. ispitne komore gde se vrši iniciranje gasne eksplozije
2. sistema za pripremu ispitnih eksplozivnih gasnih smeša (mešač)
3. opreme za analizu ispitnih eksplozivnih gasnih smeša
4. uređaja za iniciranje eksplozivnih gasnih smeša
5. oprema za merenje pritiska eksplozije (transdjuseri dinamičkih pritiska sa pojačavačima naelektrisanja, osciloskopi za registraciju profila dinamičkih pritiska eksplozije)

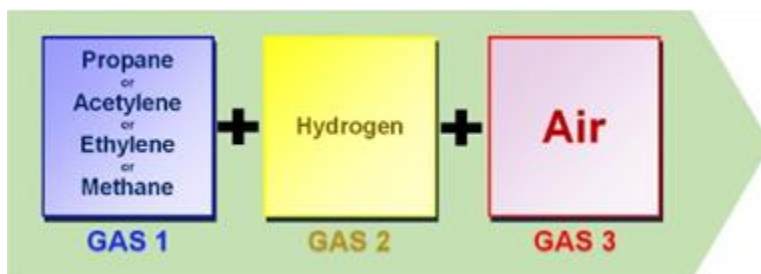
Principijelna šema ispitne komore sa ulaznim i izlaznim blokovima ventila i ostalim neophodnih priključcima



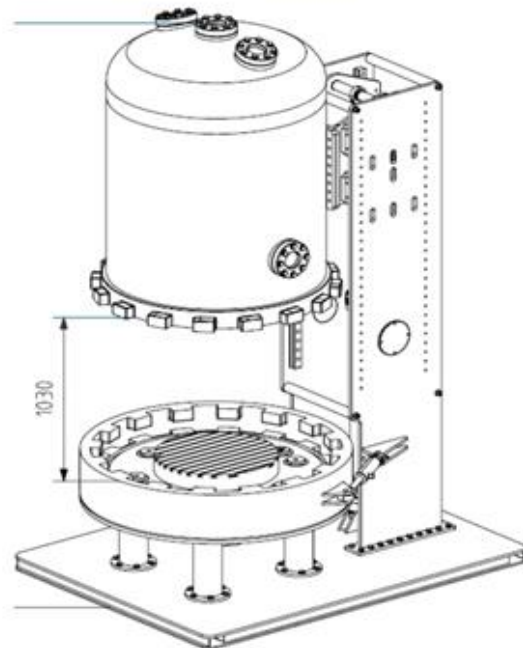
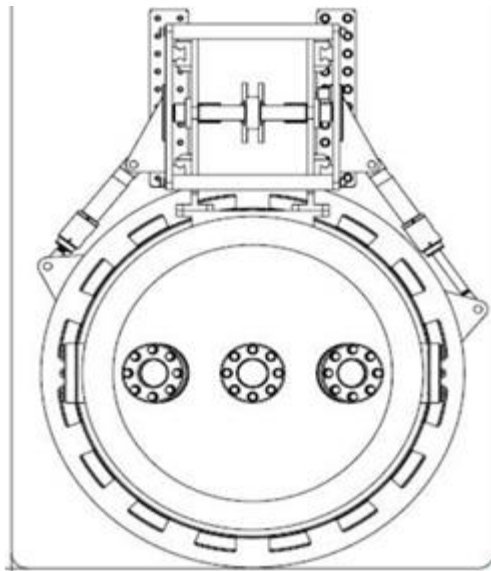
Pojedini elementi sa šeme:

- Komora (vessel)
- Ispitni uzorak-Exd kućište (test sample)
- Mešač (gas mixer) za pripremu ispitnih eksplozivnih smeša sa vazduhom
- Kompresor (dried purging air) izvor vazduha za pripremu ispitnih smeša i propiranje čitavog sistema
- Analizator ispitnih smeša (oxygen analyzer) je ustvari analizator kiseonika
- Vakuumpumpa
- Transdjuseri dinamičkih pritiska sa pojačavačima naelektrisanja (pressure measurement)
- Izduv (exhaust) za odvođenje produkata eksplozije

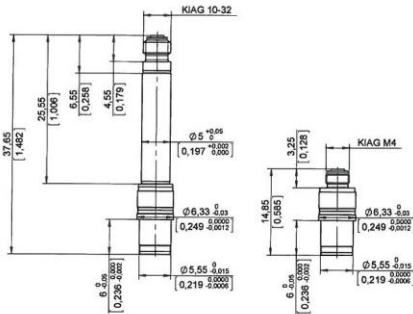
Principijelna šema mešača za pripremu ispitnih eksplozivnih gasnih smeša



Prikaz ispitne komore



## Pretvarač dinamičkih pritisaka sa pojačavačem naelektrisanja



## Uređaja za iniciranje eksplozivnih gasnih smeša sa svećicom



Od više različitih načina za pripremu zahtevanih volumetrijskih procenata ispitne smese, u pomenutom postrojenju je za dobijanje realizovana metoda koja merenje zapremine nekog gasa zamenjuje merenjem njegovog parcijalnog pritiska. Naime, prostor u kome se sprema ispitna smesa (to je mešać zapremine 30 litara) se prvo vakumira, a zatim u određenim koracima upuštaju naizmenično pojedine komponente i vazduh iz kompresora.

Zapremine uvedenih gasova se kontrolišu putem porasta pritiska koji se očitava na preciznom digitalnom manometru. Na taj način je moguće dobiti ispitnu smesu traženog zapreminskog sastava. Uobičajeno se priprema 5 do 6 bara ispitne smese. Njen prenos se vrši stvaranjem razlike pritisaka u mešaću i prostoru u koji se uvodi.

Finalna analiza ispitne smeše se vrši pomoću analizatora kiseonika (Oxygen gas analyser, SERVOMEX, Tip: 5100 i.s.) S obzirom da su sve ispitne smeše ustvari, smeše sa vazduhom, tačan volumetrijski procenat ispitnog gasa se dobija iz podatka o koncentraciji kiseonika.

Uređaji koji vrše detekciju pritiska eksplozije su piezo pretvarači pritiska firme Kistler tip 601C. Njihov opseg je od 0 do 250 bara. Na čitavom postrojenju je moguće meriti pritisak na 4 merne tačke. Dobijeni električni signali se preko pojačavača naelektrisanja firme Kistler tip 5011B vode na digitalni osciloskop Tektronix DSA 602, ili preko AD konvertora TR 1202 firme FAST na lap top kompjuter. Na

raspolaganju je ukupno šest ulaznih kanala. Signali mogu trajno memorisati i sačuvati za kasniju obradu. Osim očitavanja maksimalne vrednosti pritiska sa digitalizovanim signalima je moguće vršiti i Furijeovu analizu i direktno sa osciloskopa očitavati ukupan impuls pritiska.

### 5.1.1. Referentni pritisak (t. 15.2.2. SRPS EN 60079-1)

Da bi se ocenilo stvarno opterećenje eksplozijom, za svako kućište se utvrđuje referentni pritisak eksplozije za datu grupu gasova. Referentni pritisak je najveća vrednost pritiska koji se dobija u kućištu, varirajući mesta paljenja i pretvarača pritiska. Prema SRPS EN 60079-1 broj ispitivanja koja se moraju izvršiti, kao i vrsta eksplozivne smese koja se u zapreminskom odnosu sa vazduhom pri atmosferskom pritisku koristi su dati u sledećoj Tabeli 1.

Tabela 1

Grupa gasova	Ispitna smesa (zapreminski % sa vazduhom)	Min. Broj eksperimenata
I	(9.8 ± 0.5) % metana	3 ili 5*
IIA	(4.6 ± 0.3) % propana	3 ili 5*
IIB	(8.0 ± 0.5) % etilena	3 ili 5*
	(24.0 ± 1.0) % smese (85/15) vodonik+metan	5*
IIC	(14.0 ± 1.0) % acetilena	3
	(31.0 ± 1.0) % vodonika	3

(\*) Primenjuje se u slučaju mogućnosti pojave povećanog pritiska (ako se prilikom serije testova varirajući mesto paljenja dobije odnos pritisaka  $\geq 1.5$  ili je vreme uspona manje od 5ms)

Merenje referentnog pritiska se izvodi u tačkama kućišta gde se očekuje najveće opterećenje (npr. na smanjenim volumenima). Kod kućišta motora se pritisak meri i na suprotnoj strani od inicijalnog paljenja. U prostorima (kod većih motora) gde turbulencija može izazvati povećane pritiske, merenje treba obaviti u uslovima rotiranja blizu nominalnog broja obrtaja. Generalno se preporučuje da se kod komplikovanije geometrije prostora kućišta, vrši istovremeno merenje pritiska na više mernih mesta. Ako je u kućištu predviđena ugradnja uređaja koji stvara električni luk koji svojom energijom može uticati na povećanje referentnog pritiska, onda paljenje smese treba izvoditi lukom očekivane energije i trajanja.

### 5.1.2. Povećani pritisak (t. 15.2.3. SRPS EN 60079-1)

Znajući stvarno opterećenje referentnim pritiskom unutrašnje eksplozije, potrebno je sprovesti ispitivanje mehaničke čvrstoće uvođenjem odgovarajućeg faktora sigurnosti koji ne sme biti manji od 1.5. To znači da kućište mora bez deformacija i oštećenja izdržati pritisak koji je najmanje 1.5 puta veći od referentnog. U principu su propisana dva ekvivalentna načina ispitivanja pritiskom i to:

- ispitivanje statičkim pritiskom,
- ispitivanje dinamičkim pritiskom



Oba postupka zavise od toga da li je bilo moguće izmeriti referentni pritisak.

### 5.1.3. Statičko ispitivanje (t. 15.2.3.2 SRPS EN 60079-1:2008)

U unutrašnjost ispitivanih Exd kućišta se dovodi vazduh do pritiska koji ne sme biti manji od veličine koja je za 1.5 put veća od referentnog pritiska, ali ne manji od 3.5 bara. Trajanje delovanja pritiska mora biti najmanje 10 s, a najviše 60 s. Kućišta zapremine  $\leq 10 \text{ cm}^3$  se ne moraju pojedinačno ispitivati. Za kućišta koja imaju zapreminu veću od  $10 \text{ cm}^3$ , i koja istovremeno ne podležu pojedinačnom ispitivanju na povećani pritisak, vrši se ispitivanje sa četvorostrukim referentnim pritiskom. Ponekad zbog same konstrukcije nije moguće odrediti referentni pritisak, a takođe ni izvršiti dinamičko ispitivanje (npr. oštećenje namotaja kod pojedinačnog ispitivanja itd.). U tom slučaju se samo jednom vrši eksperiment uz sledeće statičke pritiske:

- za tipsko i pojedinačno ispitivanje
  - V kućišta  $\leq 10 \text{ cm}^3$  - 10 bara za električne uređaje grupe I, IIA, IIB i IIC
  - V kućišta  $> 10 \text{ cm}^3$  - 10 bara za električne uređaje grupe I,
  - V kućišta  $> 10 \text{ cm}^3$  - 15 bara za električne uređaje grupe IIA i IIB,
  - V kućišta  $> 10 \text{ cm}^3$  - 20 bara za električne uređaje grupe IIC

### 5.1.4. Dinamičko ispitivanje (t. 15.2.3.3. SRPS EN 60079-1)

Drugi ekvivalentan način ispitivanja pritiskom je dinamički. Za tipsko ispitivanje on se izvodi sa istom ispitnom smesom kao kod određivanja referentnog pritiska. Uslov je da dobijeni maksimalni pritisak bude najmanje 1.5 puta veći od referentnog. Pri tome brzina povećanja porasta ispitnog pritiska ne sme da bude suviše različita od one dobijene za referentni pritisak. Mogućnost dobijanja većih pritisaka se postiže povećanjem (iznad atmosferskog) početnog pritiska smese u kućištu. Ukoliko se zbog premale zapremine referentni pritisak ne može pouzdano odrediti, početni pritisak ispitne smese se u kućištu dovodi na vrednost od 1.5 bara. U tom slučaju se vrši samo jedan eksperiment, osim za električne uređaje grupe IIC kada se vrše tri eksperimenta.

Pojedinačno ispitivanje povećanim dinamičkim pritiskom (kojim se dodatno proverava postojanje napuklina i rupa u materijalu koje su u spoju sa spoljašnjim prostorom) obuhvata prema t.16.1.3. SRPS EN 60079-1:2008

- ispitivanje sa smesom za određivanje referentnog pritiska koja se nalazi unutar i izvan ispitivanog kućišta pri početnom pritisku od 1.5 bar,
- ili ispitivanje povećanim dinamičkim pritiskom kao kod tipskog, iza koga sledi ispitivanje sasmesom iz tabele 2 (za propaljivanja sa povećanim zazorima) koja se nalazi unutar i izvan ispitivanog kućišta pri početnom pritisku jednakim atmosferskom,
- ili dinamički test za tipsko ispitivanje posle koga sledi statički test (1.5 puta uvećani referentni pritisak, ali ne manji od 2 bara)

## 5.2. Ispitivanje propaljivanja kućišta (t. 15.3. SRPS EN 60079-1)

SRPS EN 60079-1 propisuje dva principijelno različita načina ispitivanja propaljivanja, koja daju isti odgovor na pitanje o mogućnosti prenošenja eksplozivnog paljenja kroz zatore za dato kućište.

Prvim postupkom se proverava propaljivanja izvodi sa smesama čiji je MEBZ manji od najmanjeg MEBZ gasa iz grupe gasova za koje se proverava vrši. Odnos ta dva MEBZ predstavlja koeficijent sigurnosti K. Pri tome su zazorima na kućištu maksimalni.

Drugim postupkom se provera propaljivanja upravo vrši sa gasom koji ima najmanji MEBZ za datu grupu gasova, ali se zato zazori na kućištu adaptiraju i povećavaju za koeficijent K iznad maksimalne vrednosti prema dokumentaciji.

Razlog za uvođenje drugog postupka je u činjenici, da uvođenjem u kućište smese sa manjim MEBZ (znači i manjom energijom paljenja) podvrgavamo kućište većem dinamičkom naprezanju, nego sa smesama iz grupe za koju je proizvedeno. Zbog toga, ukoliko prilikom ispitivanja prvim postupkom kućišta grupe IIA i IIB dođe do oštećenja ili uništenja, dopušta se ispitivanje sa drugim postupkom. Generalno se uvek kada je to moguće preporučuje izvođenje prvog postupka. Za grupu IIC nije moguće uz atmosferski pritisak primeniti prvi postupak sa smesom smanjenog MEBZ, jer je nema. Taj postupak bi se jedino mogao primeniti uz povećani početni pritisak ispitne smese od 1.5 bara. Sve do sada navedeno se može prikazati u Tabeli 2.

Za pouzdanu potvrdu ispravnosti nepropaljivog kućišta na propaljivanje dovoljno je izvesti 5 do 10 eksperimenata. Ispitno postrojenje za realizaciju opita propaljivanja je isto kao i ono za ispitivanje referentnog i povećanog pritiska. Ispitna smesa se priprema na potpuno isti način u mešaču kao što je ranije opisano. Razlika je u tome što se za ispitivanje propaljivanja smesa uvek upušta i u ispitnu komoru i u ispitivano kućište. Osim toga svaki prostor koji se puni pripremljenom ispitnom smesom mora biti potpuno vakumiran. Po pravilu se okolni prostor puni sa gasom kroz zazore ispitivanog kućišta. Kao i ranije kontrola pritiska ispitne smese u prostoru oko kućišta se vrši sa digitalnim manometrom.

Tabela 2: Ispitivanje propaljivanja za sva kućišta

Postu-Pak	Grupa gasova		Faktor poveć. raspora	Ispitna smesa			Koef. sigurnosti K
	Znak grupe	MEBZ (mm)		vol % u smesi sa vazduhom, Po = 1bar	vol % u smesi sa vazduhom, Po = 1.5bar	Min. MEBZ	
PRVI	I	1.14 Metan	1	(12.5±0.5)% (CH <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> ) (58±1)%CH <sub>4</sub> +(42±1)%H <sub>2</sub>		0.8	1.42
	IIA	0.92 Propan		(55±0.5)%H <sub>2</sub>		0.65	1.42
	IIB	0.65 Etilen		(37±0.5)%H <sub>2</sub>		0.35	1.85
	IIC	0.30 Vodonik			(28±1)%H <sub>2</sub> i (7.5±1)%C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	< 0.2	≥ 1.5
DRUGI	IIA	0.92 Propan	≥ 1.42 W <sub>k</sub>	(4.2±0.1)%C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		0.92	1.42W <sub>k</sub>
	IIB	0.65 Etilen	≥ 1.85 W <sub>k</sub>	(6.5±0.5)%C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , ili (19±1)%(H <sub>2</sub> +CH <sub>4</sub> ) (85%H <sub>2</sub> +15%CH <sub>4</sub> )		0.65	1.85W <sub>k</sub>
	IIC	0.30 Vodonik	+0.5W <sub>d</sub>	(28±1)%H <sub>2</sub> i (7.5±1)%C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> *		0.30	≥1.5

U tabeli 2 su:

- $W_k$  maksimalni zazori prema tehničkoj dokumentaciji,
- $W_d$  maksimalno utvrđena širina zazora prema tabeli 2, SRPS EN 60079-1

Pripremljena smeša se zatim iz mešača kroz kroz zazore ispitivanog kućišta upušta u kućište i u okolni prostor komore. Međutim i pored toga, pre nego što se izvede iniciranje u ispitivanom kućištu, vrši se analiza uzimanjem uzoraka i iz ispitivanog kućišta i iz okolnog prostora komore.

Navedena procedura provere sastava smese prethodi svakom opitu propaljivanja.

Vrši se 5 iniciranja „unutrašnjeg paljenja“ u ispitivanom kućištu i to po mogućnosti sa onog mesta gde se električna varnica najverovatnije može pojaviti u realnom slučaju.

Ni u jedno opitu ne sme da dođe do pojave propaljivanja. Ako se propaljivanje desi, tada se mora promeniti konstrukcija kućišta i to smanjenjem širina bezbednosnih zazora.

### **5.3. Ispitivanje erozije plamenom (t. 19.4. SRPS EN 60079-1)**

U istom postrojenju je moguće izvesti i dopunska ispitivanja nemetalnih kućišta i njihovih delova. Naime kod takvih uređaja je moguća pojava erozije površina plamenom eksplozije, a kao posledica može nastupiti raslojavanje izolacionih materijala, što u nekim slučajevima može pogodovati pojavi propaljivanja. Takva pojava je uočena kod prozirnih plastičnih stakala. Zbog toga, ukoliko nije moguće izvesti mehaničku zaštitu takvih površina, potrebno je pre standardne provere propaljivanja paljena izvršiti povećani broj eksperimenata sa plamenom eksplozije. Ispitivanja se sprovode u kućištima zapremine veće od  $50 \text{ cm}^3$  i sastoje se u izazivanju 50 unutrašnjih eksplozija kao kod određivanja referentnog pritiska date ispitne smese. Kod uređaja za grupu IIC vrši se po 25 paljenja sa svakom od smeša sa kojom se određuje referentni pritisak. Rezultati se smatraju zadovoljavajućim, ako posle toga uz vidljive efekte erozije plamenom, dato kućište izdrži standardno ispitivanje propaljivanja.

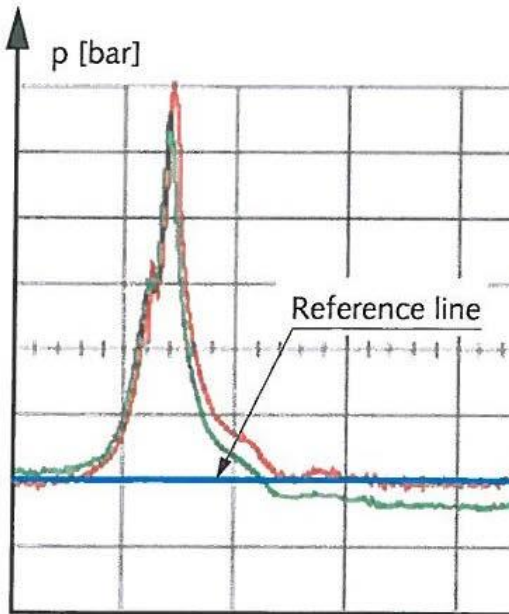
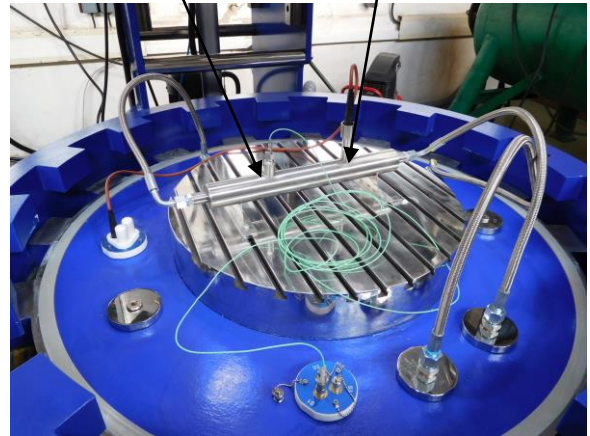
## **4. MERNI I ISPITNA OPREMA**

- Komora za ispitivanje zapremine 1020 litara sa priborom
- 2 rotacione vakuum pumpe kapaciteta 120 i 400 litara/sat,
- Kompresor za vazduh zapremine 60 litara i radnog pritiska 8 bara,
- (Oxygen gas analyser, SERVOMEX, Tip: 5100 i.s.)
- Četvorokanalni digitalni signal analizator Tektronix 1.2Gs tip DSA602,
- Tranzijentni rekorder PC kartica FAST 2Mhz, 4 dif. ulaza tip TR1202,
- 5 pojačavača naelektrisanja Kistler tip 5011B
- 5 piezoelektričnih pretvarača dinamičkog pritiska Kistler 0 - 250 bar, tip 601C
- 2 piezoelektrična pretvarača dinamičkog pritiska Kistler 0 - 200 bar tip 603B

Na slikama je prikazana ispitna komora sa probnim cilindričnim modelom kućišta za ispitivanje

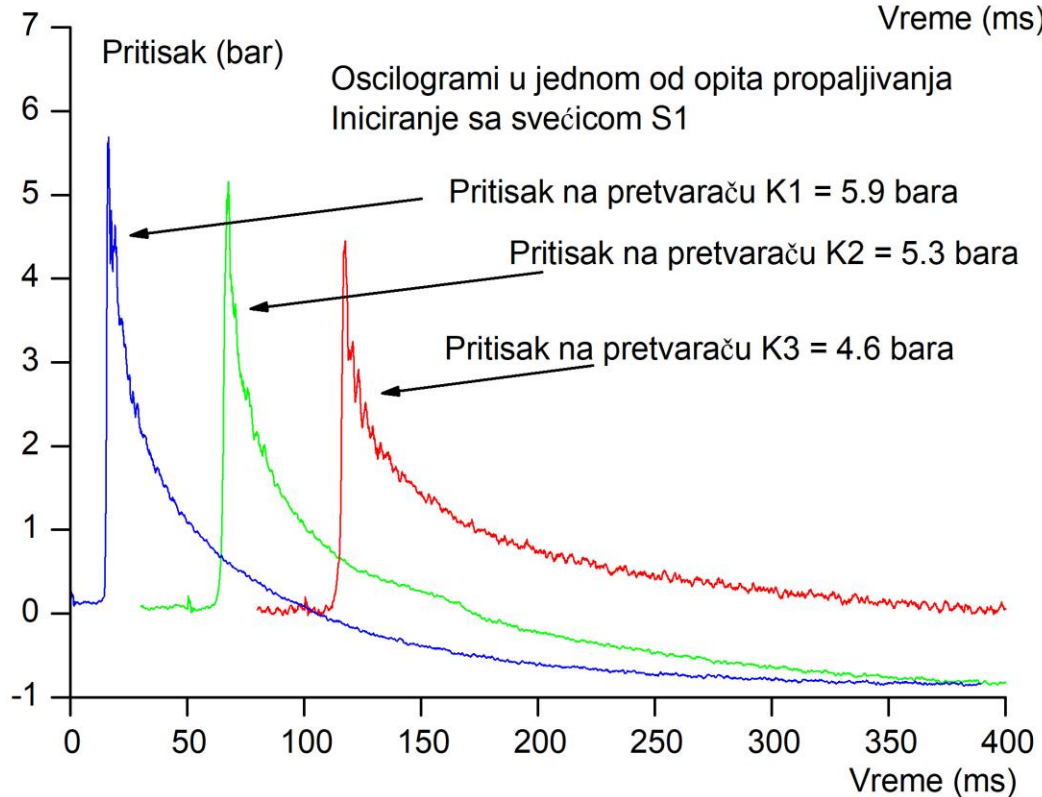
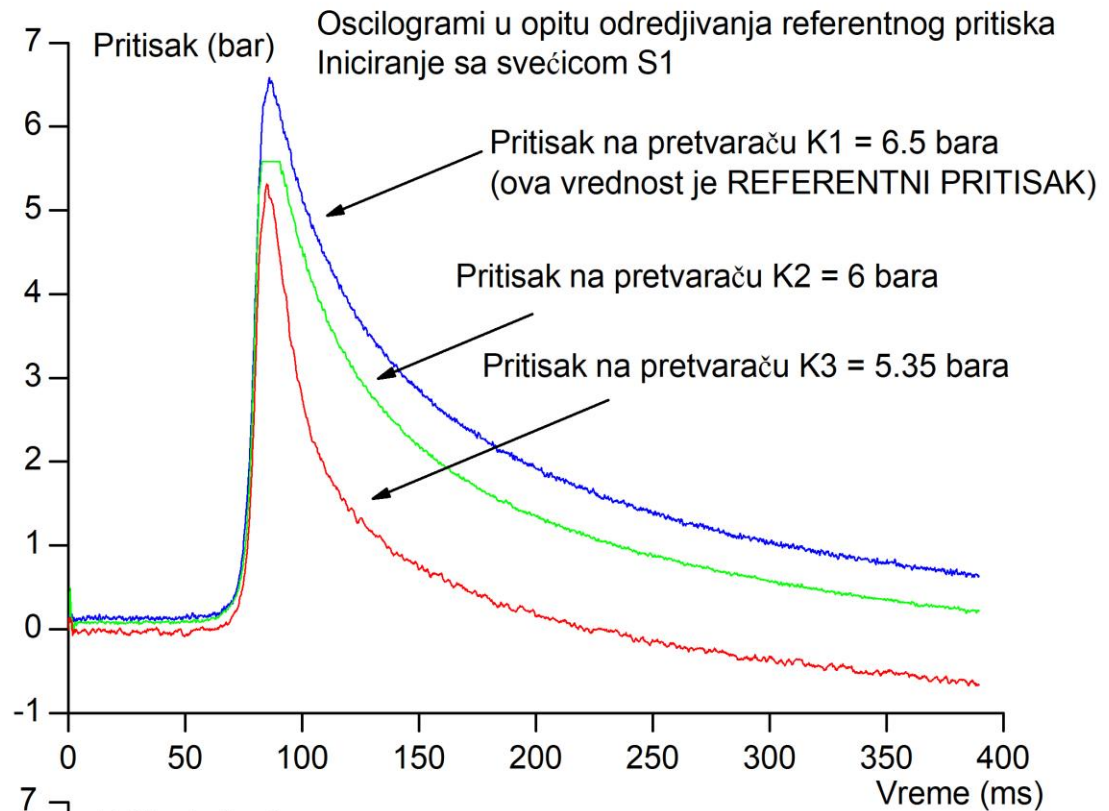
Merno mesto pritiska eksplozije

Mesto iniciranja eksplozije



Oscillogram pritiska (6 bara dobijen u probnom ispitivanju)

Na narednoj slici su prikazani oscilogrami pritiska dobijeni u realnom ispitivanju elektromotora u opitima određivanja referentnog pritiska i propaljivanja



## **6. NAČIN REALIZACIJE I MESTO PRIMENE**

Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta TR 35031 koji je finansiran od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj. Mesto primene je ispitna laboratorija CENEx o okviru Imenovanog tela i Biroa za sertifikaciju Instituta VINČA, kao i kod domaćih korisnika i proizvođača Ex opreme.

## **7. MOGUĆNOSTI PRIMENE**

Ovo tehničko rešenje omogućava pre svega kredibilna i efikasna ispitivanja nove, korišćen i remontovane Ex opreme. Skoro 80% Ex opreme u koja se koristi u svetu i kod nas je izvedeno u „Exd“ zaštiti, a krucijalna ispitivanja u svrhu utvrđivanja i/ili potvrđivanja usaglašenosti se vrše upravo na gore opisanom laboratorijskom postrojenju. Do sada u Srbiji nigde (osim u Institutu VINCA, ispitna laboratorija CENEx) nisu vršena ispitivanja sa gasnim eksplozijama.

Ispitivanjem korišćene i/ili remontovane opreme će se omogućiti znatna ušteta kod domaćih korisnika (NIS, Srbijagas, Rudarski kompleks, namenska industrija (MB Lučani, Prvi partizan) i sl.), s obzirom da su npr. novi elektromotori većih snaga veoma skupi, tako da postoje ekonomsko opravdani razlozi za korišćenje ispitnih kapaciteta ovog tehničkog rešenja.

Osim toga domaći proizvođač motora ATB SEVER, Subotica u okviru izvoza elektromotora u Rusiju, ispituje motore u laboratoriji CENEx i sprovodi sertifikaciju svojih proizvoda u sertifikacionom telu Instituta Vinča. Izdati sertifikati su priznati od nadležnih organa Rusije.



ATB SEVER DOO SUBOTICA

## Institut VINČA

Ispitna laboratorija CENEx, pp 522

11001 Beograd

Srbija

Služba obezbeđenja kvaliteta

Telefon: 024-655-244

e-mail: [huba.berenji@rs.atb-motors.com](mailto:huba.berenji@rs.atb-motors.com)

**ATB SEVER**  
Member of the Welong Group

ATB SEVER DOO SUBOTICA

Magnetna polja 6,  
24000 Subotica  
Srbija

Tel. +381 (0)24 665-100  
Fax +381 (0)24 546-893  
[www.atb-motors.com](http://www.atb-motors.com)  
[sever@rs.atb-motors.com](mailto:sever@rs.atb-motors.com)

### Predmet: Ekspertsko mišljenje o tehničkom rešenju razvijenom u Institutu VINČA

#### OCENA TEHNIČKOG REŠENJA (Ekspertsko mišljenje)

„Automatizovana laboratorijska komora i metoda za ispitivanja (u zatvorenom prostoru) električne opreme sa gasnim eksplozijama do pritiska od 50 bara“

Tehničko rešenje za koje dajemo ekspertsko mišljenje predstavlja laboratorijsko postrojenje za ispitivanje Ex uređaja u gasnim smešama.

Vrlo često kupci naših proizvoda zahtevaju da oni budu izrađeni u protiveksplozionoj zaštiti. Takođe zahtevaju da ti uređaji budu ispitani u nezavisnoj laboratoriji. Ovo tehničko rešenje nam omogućava da obavimo sva ispitivanja sa gasnim eksplozijama do pritiska od 50 bara.

Zato uvek podržavamo svaki napor koji dovodi do razvoja domaćih tehničkih rešenja, a koja bismo mi primenjivali kao korisnici.

Navedeno tehničko rešenje je upravo jedno od takvih. Tvrdimo da je to rešenje po svom kvalitetu sada na tehničkom nivou koji postoji u Evropskoj uniji.

Registрован u Agencija za  
privredne registre Beograd

matični broj: 08067473,  
PIB: 100838605,

računi: 1. Addiko Bank a.d., Beograd, ž.n.: 165-12221-48  
2. Raiffeisen bank a.d., Beograd, ž.n.: 265-2410310003416-32





Prema svim opisima koje tehničko rešenje sadrži, zaključujemo:

- Navedeno tehničko rešenje upravo omogućava sva relevantna laboratorijska ispitivanja eksplozivna ispitivanja „Exd“ kućišta sa pritiscima do 50 bara,
- Zainteresovani smo da i dalje koristimo ispitne kapacitete razvijene u Institutu Vinča. Posebno podržavamo razvoj domaćih tehničkih rešenja, koja doprinose izvoznim poslovima naše fabrike.

Tehničko rešenje sadrži

- (1) Oblast;
- (2) Problem koji se rešava tehničkim rešenjem;
- (3) Stanje rešenosti problema u svetu sa pozivom na referentnu literaturu;
- (4) Suština tehničkog rešenja;
- (5) Detaljni opis sa karakteristikama,
- (6) Realizacija i primena;
- (7) Literatura
- (8) Crteži.

**Subotica, januar 2018.**

**Huba Berenji**







PREDUZEĆE

-MILAN BLAGOJEVIĆ-NAMENSKA-AD

Radnička bb, 32240 LUČANI, SRBIJA

Tel. +381(0)32-817-579  
Fax: +381(0)32-818-058

e-mail:mbnamlu@mts.rs ; mbnamlu@eunet.rs  
web site: www.mbnamenska.com

Matični broj: 07327153  
PIB: 101263524



INTEGRISANI SISTEM MENAĐŽENJA  
SRPS ISO 9001  
SRPS ISO 9002  
SRPS ISO 14001  
SRPS OHSAS 18001

Predmet: Ekspertsko mišljenje o tehničkom rešenju razvijenom u  
Institutu VINČA, Ispitna laboratorija CENEx, pp 522, 11001 Beograd

### OCENA TEHNIČKOG REŠENJA (Ekspertsko mišljenje)

„Automatizovana laboratorijska komora i metoda za ispitivanja (u zatvorenom prostoru) električne opreme sa gasnim eksplozijama do pritiska od 50 bara“

Namenska industrija Milan Blagojević, Lučani je jedan, ako ne najveći, onda svakako najspecifičniji domaći korisnik opreme namenjene za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama (Ex oprema).

To proizilazi iz činjenice da se u njenim radnim prostorima pojavljuju praktično sve vrste eksplozivnih atmosfera (gasovi, pare, prašine) i dodatno eksplozivne atmosfere eksploziva. Zbog toga naša industrija posvećuje veliku pažnju primenjanju svih mera bezbednosti.

Zato uvek podržavamo svaki napor koji dovodi do razvoja domaćih tehničkih rešenja, a koja bismo mi primenjivali kao korisnici.

Navedeno tehničko rešenje je upravo jedno od takvih. Tvrdimo da je to rešenje po svom kvalitetu sada na tehničkom nivou koji postoji u Evropskoj uniji.

Prema svim opisima koje tehničko rešenje sadrži, zaključujemo:

- Navedeno tehničko rešenje upravo omogućava sva relevantna laboratorijska ispitivanja eksplozivna ispitivanja „Exd“ kućišta sa pritiscima do 50 bara,
- Namenska industrija Milan Blagojević, Lučani, uvek prepoznaje sopstveni interes da se preko razvoja domaćih laboratorijskih ispitnih kapaciteta, nivo takvih specifičnih ispitivanja podigne na viši nivo.

Tehničko rešenje sadrži

- (1) Oblast;
- (2) Problem koji se rešava tehničkim rešenjem;
- (3) Stanje rešenosti problema u svetu sa pozivom na referentnu literaturu;
- (4) Suština tehničkog rešenja;
- (5) Detaljni opis sa karakteristikama,
- (6) Realizacija i primena;
- (7) Literatura
- (8) Crteži.

Lučani, januar 2018. godine



RUKOVODILAC ELEKTRO ODRŽAVANJA

*Kovačević Radiša*  
Kovačević Radiša, dipl.el.ing.