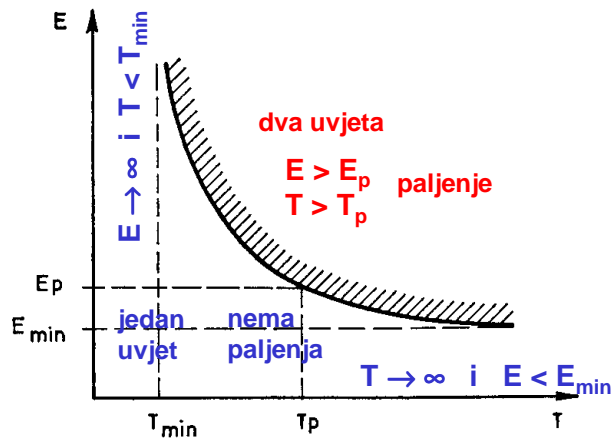


## Uzročnici paljenja u prostorima ugroženim eksplozivnim atmosferama

uzročnik ako ima  $\left\{ \begin{array}{l} \text{dovoljnu toplinsku energiju koju može predati smjesi} \\ \text{dovoljnu temperaturu u odnosu prema temperaturi smjese} \end{array} \right.$

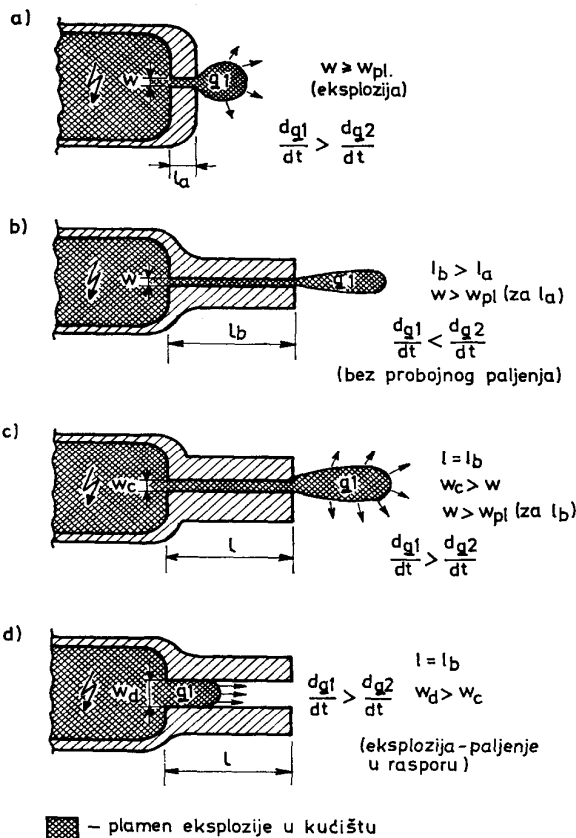


Odnos energije i temperature uzročnika paljenja za paljenje eksplozivne atmosfere (smjese)

### uzročnici paljenja EX atmosfere električnog porijekla

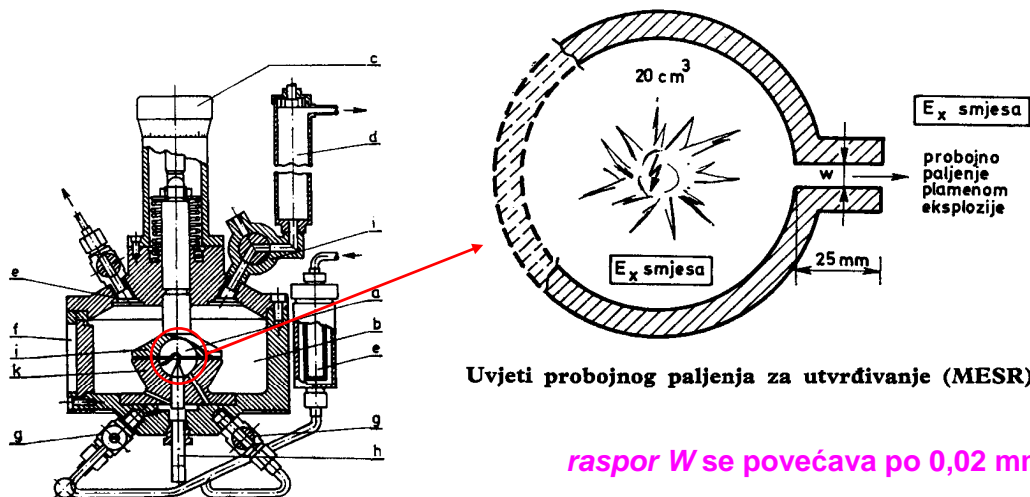
1. El. iskra ili luk  $T \gg T_p$  ako je  $E_{\text{isk}} > E_{min}$
2. EU:  $E \gg E_{min}$  ako je  $T_{EU} > T_p$
3.  $T \gg T_p$  ako je  $I_z > I_p$   
gdje je  
 $I_z$  - struja zemljospoja  
 $I_p$  - struja paljenja uz U
4.  $T \gg T_p$   $E_{ks} \gg E_p$
5. prijenos elektromagn. energije induciranjem napona i el. iskra kao pod 1.
6. akumuliranje statičkog naboja do proboja  $U_{pr}$  i pražnjenja  $i_{pr}$  el. iskrrom kao pod 1.

## Probojno paljenje



Utjecaj odnosa raspora i širine sastava kod probojnog paljenja

## određivanje Maksimalnog Eksperimentalnog Sigurnosnog Raspora MESR



- a — ispitna komora 20 cm<sup>3</sup> inicijalnog paljenja
- b — komora probojnog paljenja
- c — mikrometar za podešavanje raspora za probojno paljenje
- d — ispuh zapaljene smjese
- e — elementi za propuhivanje ispitne komore i komore probojnog paljenja ispitnom smjesom, smjerom strelice uz pročistač ulazne smjese

Uređaj za utvrđivanje maksimalnog eksperimentalnog sigurnosnog raspora (MESR) probojnog paljenja plamenom eksplozije

siguran razmak  $w_g$  ako nema probojnog paljenja za 10 uzastopnih pokušaja

## Klasifikacija električnih uređaja te zapaljivih plinova, para, tekućina i prašina

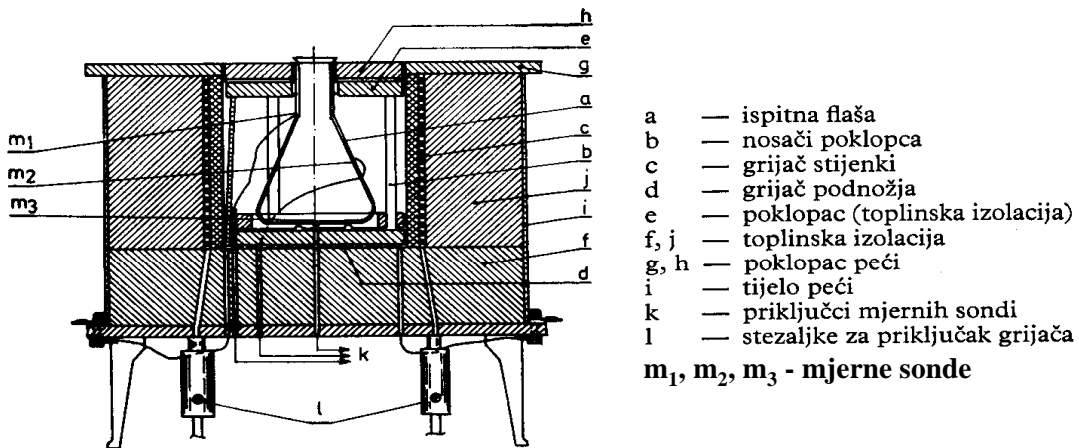
klasifikacija uređaja prema zagrijavanju (a prema energiji samo ako ju je moguće ograničiti)

dva područja uporabe — I. - rudnici (metan i ugljena prašina)  
II. - ostalo -industrija (svi plinovi pare i prašine)

### Klasifikacija električnih uređaja prema dopuštenom zagrijavanju obzirom na temperaturu paljenja plinova i para

KLASIFIKACIJA ZAGRIJAVANJA ELEKTRIČNIH UREĐAJA

Područje	Temperaturna klasa	Dopušteno zagrijavanje °C	Dopuštena nadtemperatura °K	Temperatura paljenja °C
I	—	150	110	
II	T1	450	410	> 450
	T2	300	260	> 300
	T3	200	160	> 200
	T4	135	95	> 135
	T5	100	60	> 100
	T6	85	45	≤ 100



Uređaj za mjerenje temperature paljenja zapaljivih plinova i para

### Klasifikacija električnih uređaja obzirom na grupe plinova prema njihovoj energiji paljenja

bitno za zaštite koje se temelje na energiji paljenja eksplozivne smjese (d, i)  
tri grupe plinova i para — **probajno paljenje** najzapaljivije smjese  
u II području obzirom na **energiju iskre (I i U)** paljenja najzapaljivije smjese

**sigurnosni raspori sastava  
za širinu raspora 25 mm**

**GRUPE PLINOVA  
I PARA PREMA MESR**

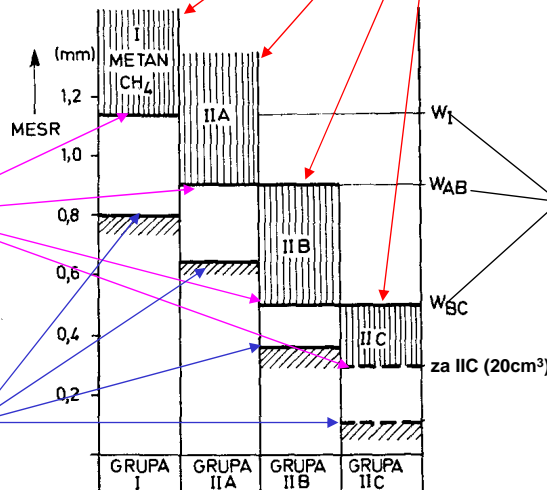
rudnici (> 90 % metan)

GRUPE PLINOVA	MESR (mm)
I	samo metan > 1,15
IIA	> 0,9
IIB	0,5—0,9
IIC	< 0,5

red većih razmaka  
dolazi do eksplozije

$W_g$  granični raspori  
za grupe uređaja

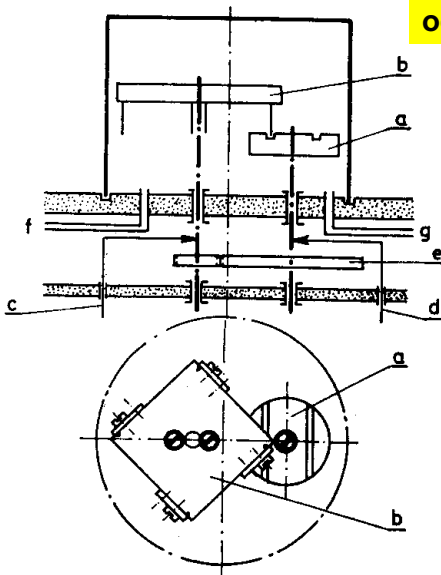
$W_d$  dopušteni raspori  
za grupe uređaja



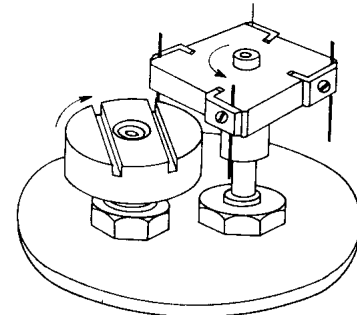
granične vrijednosti  
MESR grupa

$$W_d = \frac{W_g}{k} = \frac{W_g}{1,5 \text{ do } 2}$$

Podjela na skupine uređaja obzirom na grupe plinova prema MESR



**određivanje Minimalne Struje Paljenja MSP**



Iskrište uređaja za  
ispitivanje mogućnosti paljenja  
eksplozivne smjese električnom  
iskrom radi utvrđivanja  
struje paljenja (MSP)

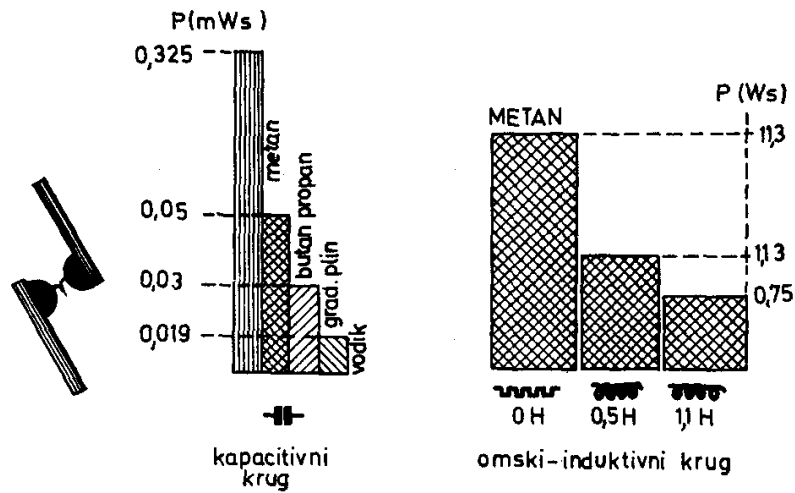
- a — rotirajuća elektroda s utorima
- b — rotirajuća elektroda sa žicama
- c, d — priključak strujnog kruga
- e — prijenosni omjer okretanja elektrode
- f, g — dovod i odvod ispitne eksplozivne smjese

**Shematski prikaz uređaja za  
ispitivanje mogućnosti paljenja eksplozivne  
smjese električnom iskrom minimalne  
struje paljenja (MSP)**

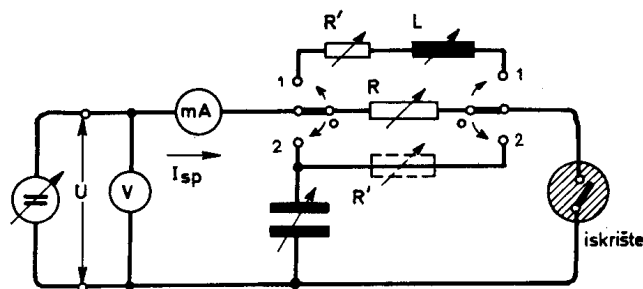
1000 okretaja bez paljenja → nema paljenja

MSP - struja koja pri naponu od 24 V na  
1000 okretaja (4000 iskrenja) uzrokuje jedno  
paljenje najzapaljivije smjese pri  
standardnim atmosferskim uvjetima

minimalna energija električne iskre potrebna za paljenje ovisi o vrsti plina i Z strujnog kruga



**Odnosi energije paljenja električnom iskrom za razne plinove i za različite parametre strujnog kruga**

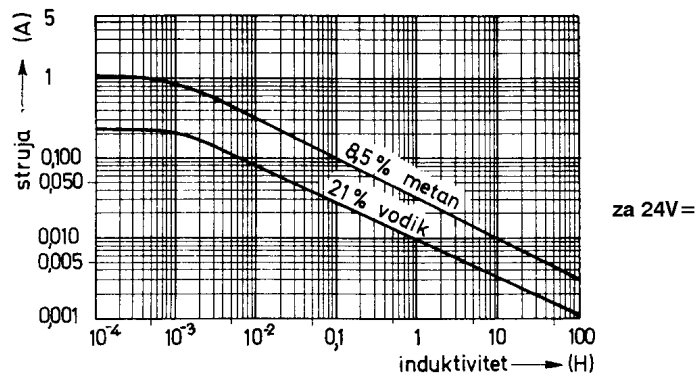


Ispitni strujni krug za utvrđivanje minimalne struje i minimalnog napona paljenja eksplozivne smjese uz poznate parametre strujnog kruga

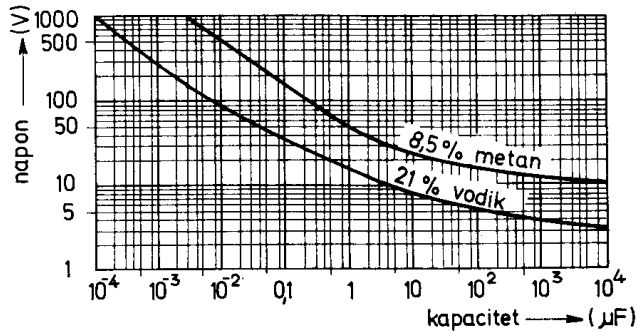
za  $R$  i  $L$  mjerimo minimalnu  $I$  uz određeni  $U$

za  $C$  mjerimo minimalni  $U$  za različite  $C$

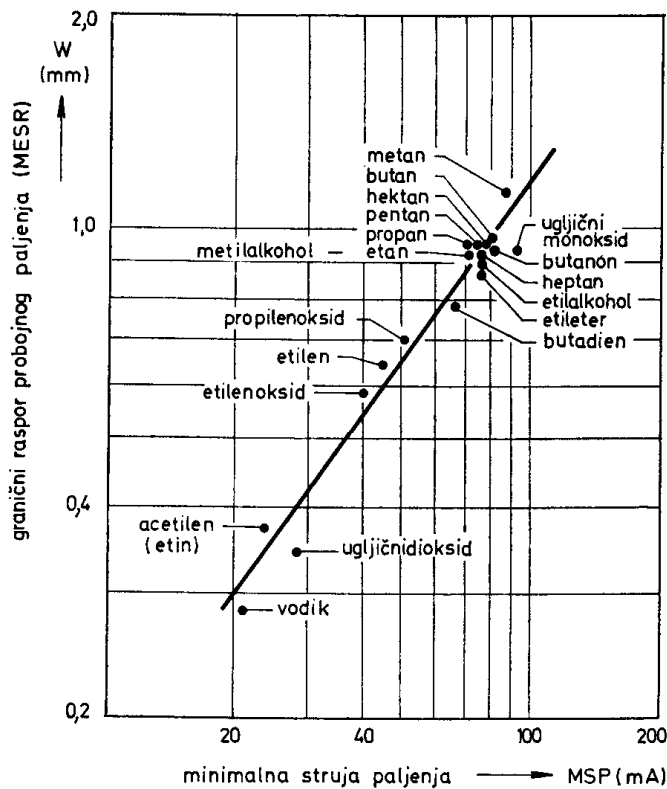
bitno za ispitivanje samosigurnih uređaja



Krivulje graničnih parametara induktivnog strujnog kruga čija električna iskra može biti uzročnik paljenja



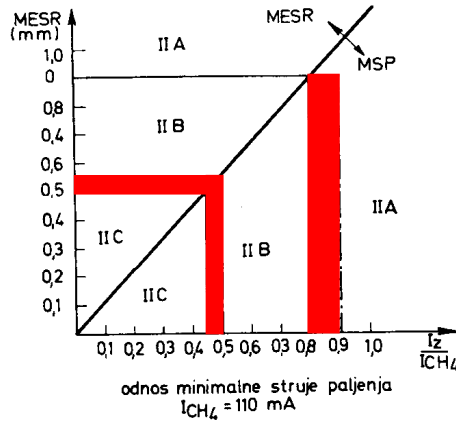
Krivulje graničnih parametara kapacitivnog strujnog kruga čija električna iskra može biti uzročnik paljenja



Međusobni odnosi maksimalnog eksperimentalnog sigurnosnog raspora (MESR) i minimalne struje paljenja (MSP) za neke plinove i pare

KLASIFIKACIJA PLINOVA I PARA  
PREMA MESR I MSP

Grupa plinova	Klasifikacija prema MESR (mm)	Klasifikacija prema omjeru MSP u odnosu na MSP za CH <sub>4</sub>
II A	> 0,9	> 0,8
II B	0,5—0,9	0,45—0,8
II C	< 0,5	< 0,45



dostano razvrstavanje  
po jednom od kriterija osim  
osim u        područjima

razvrstavanje po  
oba  
kriterija a  
nepovoljniji  
odlučujući

Razvrstavanje plinova i para u grupe prema maksimalnom eksperimentalnom sigurnosnom rasporu (MESR) i minimalnoj struji paljenja (MSP)

Klasifikacija zapaljivih tekućina

temperatura plamišta - možemo na 5mm od površine plamenom zapaliti tekućinu

- I. grupa s plamištem < 38°C
  - I.-1. plamište ≤ 23°C i vrelište ≤ 38 °C
  - I.-2. plamište ≤ 23°C i vrelište > 38 °C
  - I.-3. plamište > 23°C
- II. grupa s plamištem 38 - 55°C
- III. grupa s plamištem > 55°C

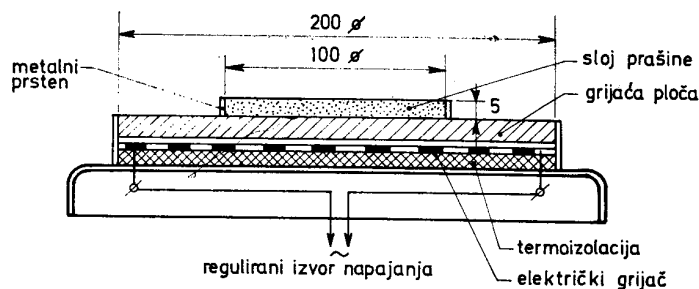
Klasifikacija zapaljivih prašina

prašine (metalne, ugljene, organske)
 

- uzvitlane ( $T$  paljenja viša od  $T$  tinjanja)
- nataložene

kod el. uređaja
 

- nataložena se javlja i kod uzvitlane
- nataložena tinjanjem uzrokuje uzvitlanu → eksplozivna atmosfera



Mjerni uređaj za utvrđivanje temperature tinjanja zapaljive prašine

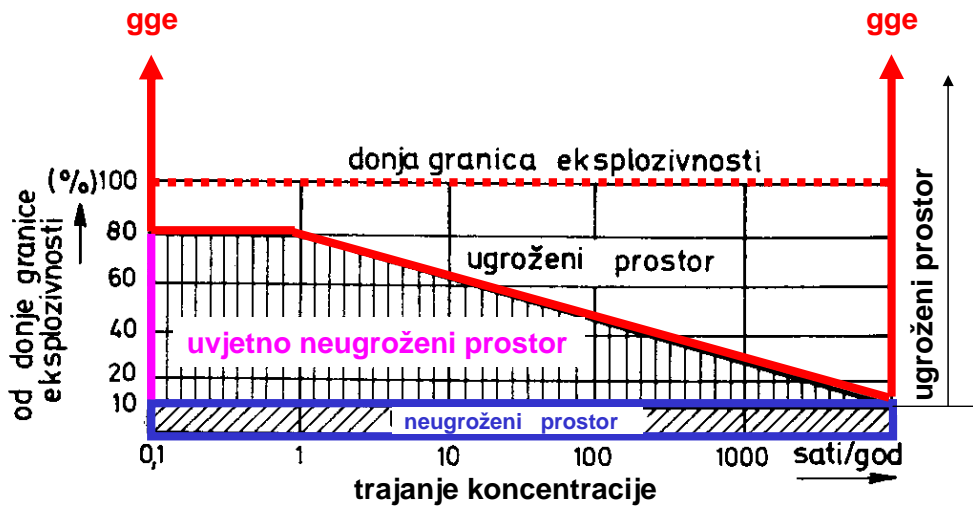
# Klasifikacija prostora ugroženih eksplozivnom atmosferom

## Prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom

Y između dge i gge → ugroženi prostori

mogućnost pojave Y između dge i gge → ugroženi prostori

nejednolikost mješanja smjese → ugroženi prostori i ispod dge



### Kriterij ugroženog i neugroženog prostora

## Osnove klasifikacije ugroženog prostora

temeljni klasifikacije  $\left\{ \begin{array}{l} \text{vjerojatnost postojanja eksplozivne atmosfere (ExA)} \\ \text{vjerojatnost pojavljivanja uzročnika paljenja} \end{array} \right.$

granice  $\left\{ \begin{array}{l} \text{trajno prisutna eksplozivna atmosfera} \rightarrow \text{uzročnik paljenja isključen} \\ \text{trajno prisutan uzročnik} \rightarrow \text{isključena prisutnost eksplozivne atmosfere} \end{array} \right.$

električni uređaji  $\left\{ \begin{array}{l} \text{(A) u normalnom radu uzročnici (obavezna PEX izvedba)} \\ \text{(B) uzročnici samo pri pojavi greške (uključuje grešku PEX izvedbe)} \end{array} \right.$

za skupinu (B) potrebno procijeniti vjerojatnost koincidiranja Ex atmosfere i uzročnika

korištenje i izvedba el. uređaja određena stupnjevima opasnosti (zonama)  $\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 2 \end{array} \right.$

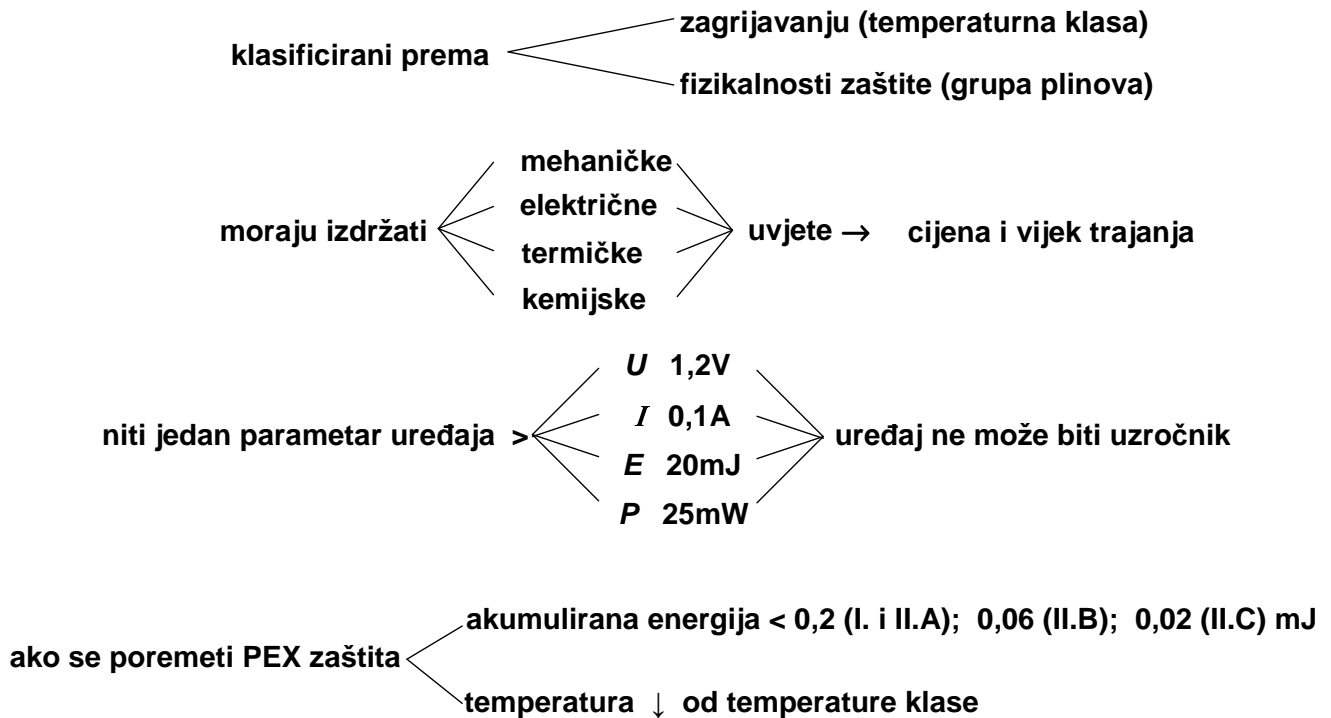
0 - ExA trajno ili često ili dugotrajno - isključen el.uzročnik (sabirnik goriva u podz.rud.)

1 - ExA u radu ali rjeđe nego u 0 - samo PEX izvedba uređaja (u metanskim rudnicima)

2 - nema ExA u radu ili rijetko i kratkotrajno - dozvoljiva greška na uređaju uz period redovitog održavanja <<< od vjerojatnosti pojavljivanja ExA



## Opći zahtjevi za protueksplozijski zaštićene električne uređaje



## Specifični zahtjevi za pojedine električne uređaje

**MOTOR** - ventilator ne smije mehaničkom iskrom izazvati paljenje

**SKLOPNI APARATI** - otvaranje kućišta samo u beznaponskom stanju

**OSTALI APARATI** - pločice "NE OTVARATI POD NAPONOM"

**OSIGURAČI** - zamjena samo u beznaponskom stanju

**UTIKAČI I UTIČNICE** - ne mogu se utaknuti i odvojiti pod naponom

**SVJETILJKE** - onemogućiti zamjenu žarulja pod naponom ili pločica s upozorenjem ako su na kabelu izdržati silu od 120N bez klizanja ili oštećenja

## Ispitivanje i certificiranje

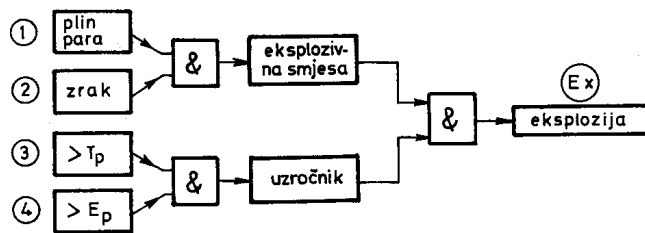
ispitivanje

- sukladnosti → obavljaju ovlaštene laboratoriji na zahtjev proizvođača
- pojedinačno → obavljaju proizvođači prema certifikatu sukladnosti

certifikat

- sukladnosti → za proizvođača (izdaje Ex agencija)
- pojedinačni
  - (izjava proizvođača) → za korisnika - izdaje proizvođač
  - (K certifikat) → Ex agencija za uvozne proizvode

## Izvedbe protueksplozijske zaštite električnih uređaja

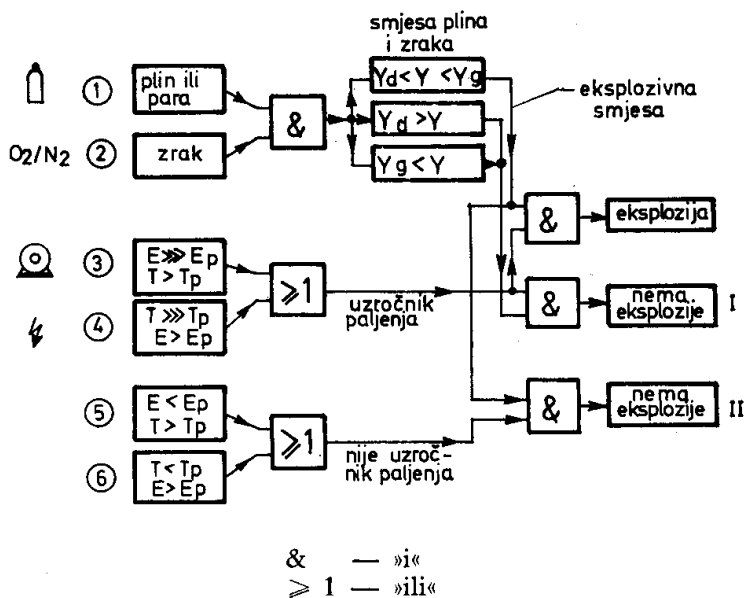


**Logička shema eksplozije**

### OSNOVNE KOMPONENTE EKSPLOZIJE

KOMPONENTE				Napomena	EKSPLOZIJA	
1	2	3	4		DA	NE
0	1	1	1	Nema zapaljivog medija	0	1
1	0	1	1	Nema zraka (kisika)	0	1
1	1	0	1	Nedovoljna temperatura uzročnika paljenja	0	1
1	1	1	0	Nedovoljna energija uzročnika paljenja	0	1
1	1	1	1	Svi uvjeti za eksploziju zadovoljeni	1	0

uz ograničenje prostora pojavljivanja (**oklapanje**) **ne mora ugroziti okolinu**

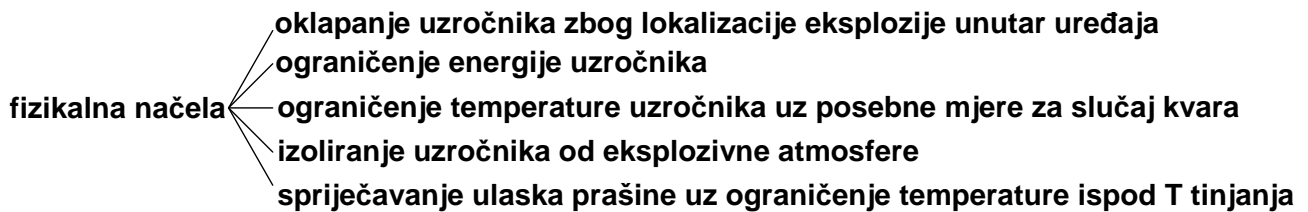


**Logička shema protueksplozijske zaštite**

dva načina protueksplozijske zaštite

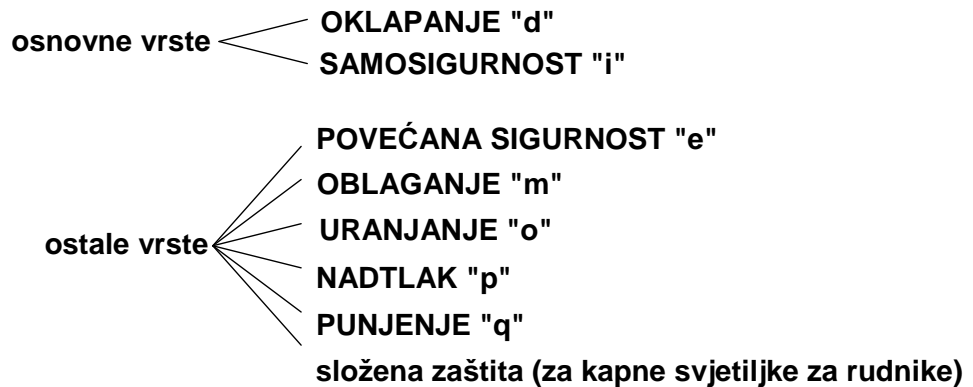
- primarna ( $Y < 10\% Y_{dge}$ )
- sekundarna (spriječeno paljenje uređajem)

## Sekundarna protueksplozijska zaštita



## Vrste sekundarne protueksplozijske zaštita

protueksplozijska zaštita (Ex; Europa-“EEx”) je za rudnike izvedena za zonu opasnosti 1



## Označivanje protueksplozijski zaštićenih električnih uređaja

oznaka =

Opći znak	Vrsta	Podr. prim.	Skup. plin.	Tem. raz.	
Ex	d				OKLAPANJE
	e				POVEĆANA SIGURNOST
	i				SAMOSIGURNOST
	ia				viša kategorija
	ib				niža kategorija
	m				OBLAGANJE
	o				URANJANJE
	p				NADTLAK
	q				PUNJENJE
	s				NAROČITE VRSTE ZAŠTITE
	n				NEPALEĆI UREĐAJI 2. ZONA
	nA				izvedbom
	nC				spr.prob.palj; guš.palj; ogran.ener; herm.zatv; brtvlj.
	nR				ograničeno disanje
		I.			RUDARSTVO
	II.			INDUSTRIJA	
		A		ugljkovodici, metan i drugi	
		B		etilen, gradski plin i ostali	
		C		vodik, acetilen, CS <sub>2</sub> , pare	
			T1	450	granična temperatura °C
			T2	300	
			T3	200	
			T4	135	
			T5	100	
			T6	85	

**ZAKON O NORMIZACIJI**  
NN br: 55 / 96

**PRAVILNIK  
TEMELJNI ZAHTJEVI**  
NN br. 69 / 98 i NN br. 148 / 99

**NORME (1997)  
PLINOVI**

HRN EN 50 014  
OPĆI ZAHTJEVI  
HRN EN 50 015-20&028  
VRSTE ZAŠTITE d, e, i, m, o, p, q  
HRN IEC 60079-15 (EN 50 021)  
"n" UREĐAJI ZA ZONU 2  
HRN EN 50 039  
SUSTAVI "i"  
HRN EN 50 050  
EL. STAT. PIŠTOLJI  
HRN EN 50 054-59  
DETEKTORI

**PRAŠINE**

UREĐAJI EN 50 281-1-1  
UREĐAJI HRN IEC 61241-1-1

**ZAKON O NORMIZACIJI**  
NN br: 55 / 96

**PRAVILNIK  
TEHNIČKI NADZOR**  
NN br. 69 / 98 i NN br. 148 / 99

**NORME (1997)  
PLINOVI**

HRN EN 60 079-10  
KLASIFIKACIJA  
HRN IEC 60 079-14  
INSTALACIJE  
HRN IEC 60079-17  
ODRŽAVANJE  
HRN IEC 60 079-19  
POPRAVAK  
HRN EN 50 053  
LAKIRNICE

**PRAŠINE**

HRN IEC 61241-3  
KLASIFIKACIJA  
HRN IEC 61241-1-2  
INSTALACIJE  
EN 50 281-1-1  
INSTALACIJE

**PROTUEKSPLOZIJSKU ZAŠTITU  
OPREMU I INSTALACIJE OBVEZUJU :**

**ZAKON ZA ZAPALJIVE TEKUĆINE I PLINOVE, NN br.108/95**

**ZAKON ZA ZAŠTITU OD POŽARA, NN br. 58/93; 33/05**

**ZAKON O ZAŠTITI NA RADU, NN br. 59/96; 94/96; 114/03**

**ZAKON O PROSTOR. UREĐENJU I GRADNJI N.N. br. 76/07**

**ZAKON O EKSPLOZIVNIM TVARIMA ZA GOSPODARSKU  
UPORABU, NN br. 12/94**

