

VISOKA ŠKOLA ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA STRUKOVNIH  
STUDIJA-VIŠER, BEOGRAD

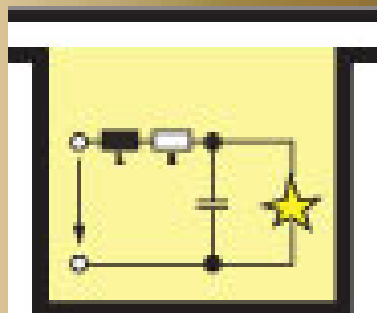
STUDIJSKI PROGRAM: NOVE ENERGETSKE TEHNOLOGIJE

SPECIALISTIČKE STUDIJE

PREDMET: SPECIJALNE ELEKTRIČNE INSTALACIJE



# PROTIVEKSPLOZIVNA ZAŠTITA ELEKTRIČNIH UREĐAJA-OSNOVNE NAPOMENE



Predmetni profesor: Dr Željko Despotović, dipl.el.inž

# UVOD

- Projektovanje instalacija elektroenergetike, automatike i regulacije u eksplozivno ugroženim sredinama zahteva od projektanata veoma veliki stepen odgovornosti, a pored toga izuzetno poznavanje propisa koji se odnose na ovu problematiku.
- Razlog je više nego očigledan, bez obzira što je i projektovanje "klasičnih instalacija" (civilni objekti i industrijska postrojenja) veoma složena i zahtevna inženjerska procedura, sa visokim stepenom odgovornosti.
- U projektovanju i upotrebi ovakvih vrsta instalacija, često se sreće termin "distribuirana odgovornost"
- **ŠTA SE PODRAZUMEVA POD POJMOVOM "DISTRIBUIRANA ODGOVORNOST"???,**

# DISTRIBUIRANA ODGOVORNOST

- Termin DISTRIBUIRANA ODGOVORNOST  
ustvari znači:

da odgovornost za pravilan i bezbedan rad instalacije nije samo na projektantima , već i na izvođačima radova tokom realizacije i izvođenja ovih instalacija, a kasnije po tehničkoj predaji objekta, i na samom korisniku

- Korisnik je dužan da održava i pravilno koristi ove instalacije u skladu sa preporukama i propisima kao i tehnološkom uslovima datim u glavnom projektu!!!!

# PRE KLASIFIKOVANJA ZONE OPASNOSTI POTREBNO JE UTVRDITI I OCENITI:

- Količinu ispuštanja ili intenzitet ispuštanja zapaljive i eksplozivne materije
- Brzinu isticanja
- Koncentraciju
- **Donju Granicu Eksplozivnosti (DGE)**
- Temperaturo paljenja
- Gustinu u odnosu na vazduh
- Prepreke i njihov karakter
- Radni pritisak i temperaturu
- Kretanje vetra

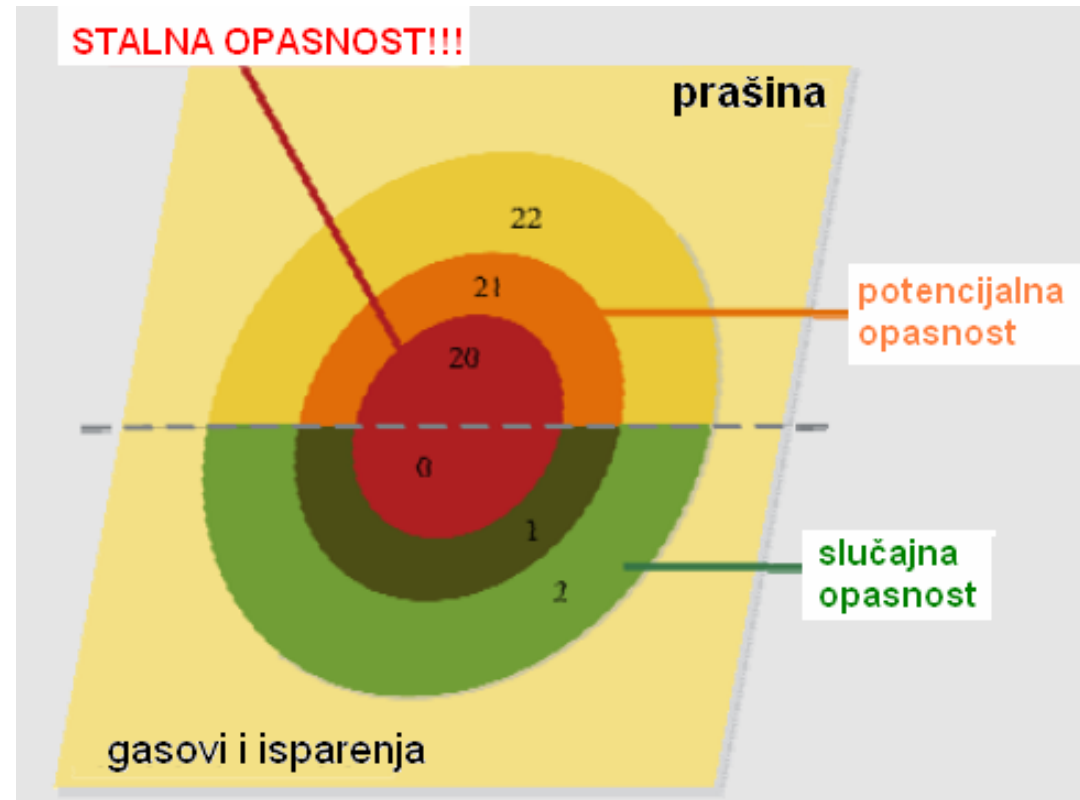
- Razlog za veliki broj ulaznih podataka koji su potrebni za klasifikaciju leži u činjenici da kvalitet i kvantitet eksplozivne zone veoma zavisi od uslova sredine, izvora smeše, prisustva ventilacije i sl.
- Male promene ovih uslova mogu izazvati značajne promene u osobinama eksplozivne zone
- Osobine eksplozivne zone direktno utiču na izbor opreme i način projektovanje samih instalacija.

# KLASIFIKACIJA ZONA OPASNOSTI

- Klasifikacija zona opasnosti se vrši prema verovatnoći  $P$  da eksplozivna smeša uopšte postoji.
- Kriterijum postojanja eksplozivne smeše je da ona egzistira u koncentraciji od 10% DGE (čime se ide na stranu sigurnosti).
- Donja granica eksplozivnosti (DGE) – najmanja koncentracija zapaljivog gasa, pare ili magle pri kojoj još uvek postoje uslovi za eksploziju ili sagorevanje
- Gornja granica eksplozivnosti (GGE) – najveća koncentracija zapaljivog gasa, pare ili magle pri kojoj još uvek postoje uslovi za eksploziju ili sagorevanje

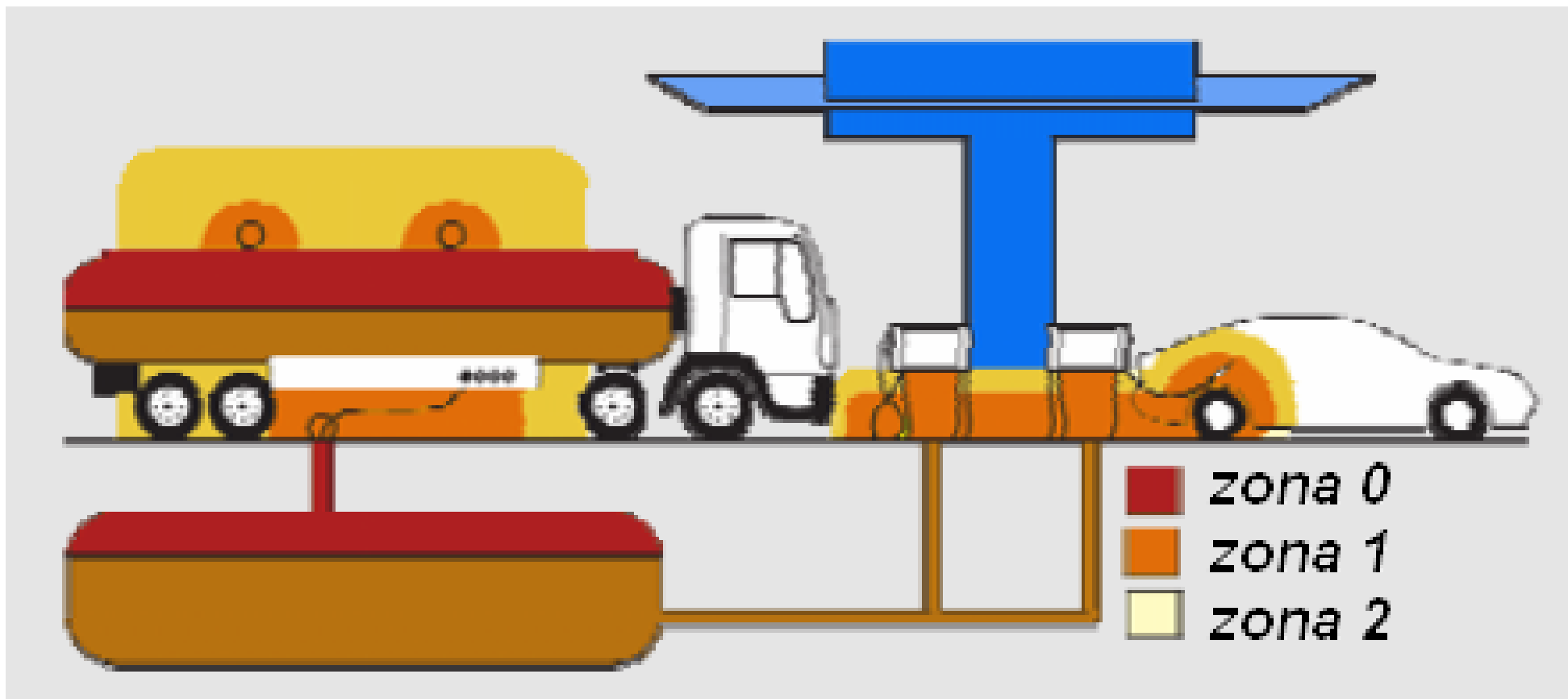
# ZONE OPASNOSTI

- **Zona opasnosti 0** – prostor u kome eksplozivna smeša postoji trajno ili se pojavljuje često ili je njena pojava ne suviše česta ali je trajanje duže (verovatnoća:  $0.01 < P < 1$ ).
- **Zona opasnosti 1** – prostor u kome eksplozivna smeša ne postoji trajno ili se ne pojavljuje često, ali se ipak može očekivati u normalnim pogonskim situacijama (verovatnoća :  $10^{-4} < P < 0.01$ ).



**Zona opasnosti 2** – prostor u kome eksplozivna smeša postoji samo u nenormalnim pogonskim situacijama (havarijama), dok je verovatnoća pojave u normalnim pogonskim uslovima zanemarljiva (ako je i moguća njena pojava, u pitanju je vrlo kratko vreme , odnosno veoma mala vrednost **verovatnoće:  $10^{-8} < P < 10^{-4}$** )

# PRIKAZ ZONA ZAŠTITE JEDNE TIPIČNE Ex instalacije





# KLASIFIKACIJA PROTIVEKSPLOZIVNO ZAŠTIĆENIH ELEKTRIČNIH UREĐAJA

- Klasifikacija se izvodi prema vrsti i stepenu zaštite električnog uređaja od uticaja okolne eksplozivne atmosfere:
  - Npropaljivo kućište "Exd" (neprodorni oklop)
  - Punjenje peskom "Exq"
  - Potapanje u ulje "Exo"
  - Uređaji sa tipom zaštite "Exn"
  - Povećana bezbednost "Exe"
  - Povećan pritisak "Exp" (nadpritisak)

# Nepropaljivo kućište "Exd" (neprodorni oklop)

- Tip uređaja kod koga je kućište u stanju da izdrži unutrašnju eksploziju zapaljive smeše koja je prodrla u unutrašnjost kućišta, bez oštećenja i bez izazivanja paljenja spoljne eksplozivne atmosfere, kroz bilo koje spojeve ili otvore na kućištu (ulazak eksplozivne atmosfere iz okoline u kućište uređaja je uvek u manjoj ili većoj meri moguć)
- Kod neprodornog oklopa komponenta je napravljena tako da i u slučaju da dođe do unutrašnje eksplozije, ne dođe do spoljne eksplozije.



# Punjenje kućišta peskom "Exq"

- Tip uređaja kod koga je kućište napunjeno peskom ili nekim drugim praškastim materijalom sa specificiranim karakteristikama
- Kućište je u stanju da spreči da bilo koji električni luk ili visoka temperatura nastala u njemu izazove eksploziju zapaljive spoljnje eksplozivne atmosfere.

# Potapanje u ulje "Exo"

- Tip uređaja koji je ceo ili u pojedinim delovima potopljen u ulje
- Potapanje se ostvaruje na takav način da pri pojavi električnog luka ili visoke temperature unutar kućišta, isti neće upaliti eksplozivnu gasovitu atmosferu koja se može nalaziti iznad ulja ili izvan kućišta.

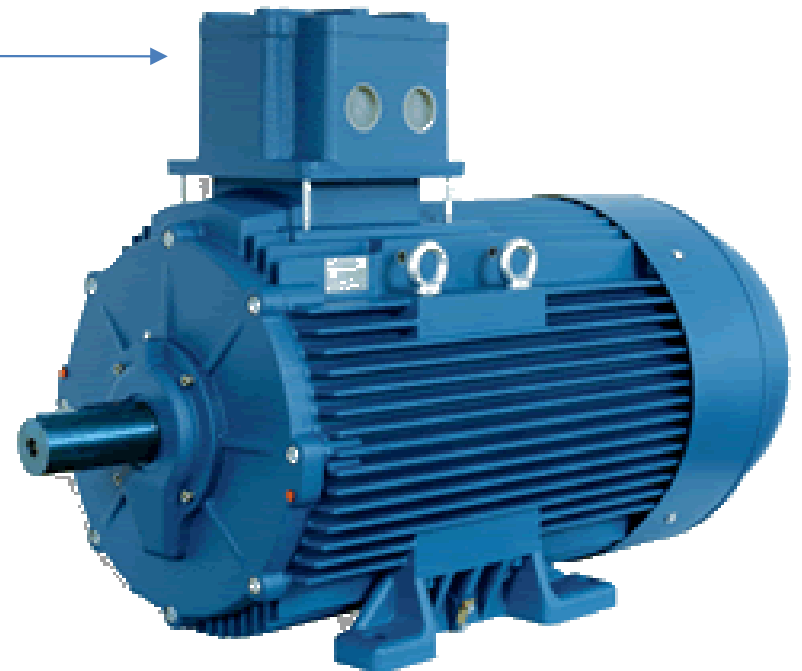
# Uređaji sa tipom zaštite "Exn"

- Tip uređaja koji ima osobinu da ne varniči (non-sparking) u normalnom pogonu i da je hermetički zatvoren pri čemu je stepen zaštite manji od zaštite povećana bezbednost "e".
- Maksimalna temperatura površine električnog uređaja mora da bude manja od najniže temperature eksplozivne gasovite atmosfere za koju je uređaj konstruisan.

- Delovi rotacionih mašina, ventilatori, kapa ventilatora, zaštitna rešetka itd. moraju da budu takve izrade i dobro učvršćeni da je sasvim onemogućeno njihovo krivljenje ili pomeranje koje bi moglo da dovede do trenja, udara i sl.



- Priključna kutija rotacione mašine mora da ima stepen mehaničke zaštite najmanje IP54,
- Priključak za uzemljenje mora da odgovara presecima provodnika od 35 mm<sup>2</sup>.



- Osigurači se smatraju uređajima koji ne varniče ako zadovoljavaju jedan od uslova:
  - Da prekidaju struju od minimalno 4kA, da su nepopravljivi i punjeni peskom i da imaju umetak bez indikatora,
  - Da su sa jednim umetkom naznačene vrednosti do 6A, 250V, ugrađeni u držač stepena mehaničke zaštite najmanje IP64
- Kućište koje sadži osigurače mora da bude zabravljeno
- Umetanje ili vađenje umetaka osigurača, u slučaju zamene, moguće samo ako je kućište zabravljeno

# Povećana bezbednost "Exe"

- Tip uređaja kod koga se primjenjuju dodatne mere, tako da isti ima povećanu bezbednost od mogućnosti povećanja temperature i pojave električnog luka ili varnice unutar i na spoljnjim delovima uređaja koji u normalnom pogonu ne stvara lukove i varnice.
- Za ove uređaje definiše se i granična temperatura TE.



# Povećan pritisak "Exp" (nadpritisak)

- Tip uređaja kod koga je kućište pod pritiskom u odnosu na spoljašnju sredinu (ostvareno pomoću zaštitnog gasa unutar kućišta).
- Prisustvom zaštitnog gasa se sprečava prodor spoljašnje eksplozivne atmosfere u kućište uređaja.
- Zaštitni gas predstavlja sredstvo za održavanje povećanog pritiska ili za razblaživanje zapaljivih i eksplozivnih gasova i para u meri da njihova koncentracija bude znatno niža od donje granice eksplozivnosti.

# Uređaji sa sopstvenom bezbednošću -Šta je “SAMOSIGURNOST”?

- Uređaji sa sopstvenom bezbednošću “Exi” uređaji su oni kod kojih je protiveksplozivna zaštita bazirana na ograničenju energije uzročnika paljenja
- Ovo znači da ni iskra, ni termički efekat, ne mogu da nastanu u normalnom radu ili prilikom kvara, niti mogu biti uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere
- Razlog za ovo je činjenica da je energija kola manja od minimalne potrebne energije za paljenje okružujuće eksplozivne smeše.
- FAKTOR SIGURNOSTI??

# FAKTOR SIGURNOSTI

- Faktor sigurnosti definiše dve kategorije bezbednosnih kola:

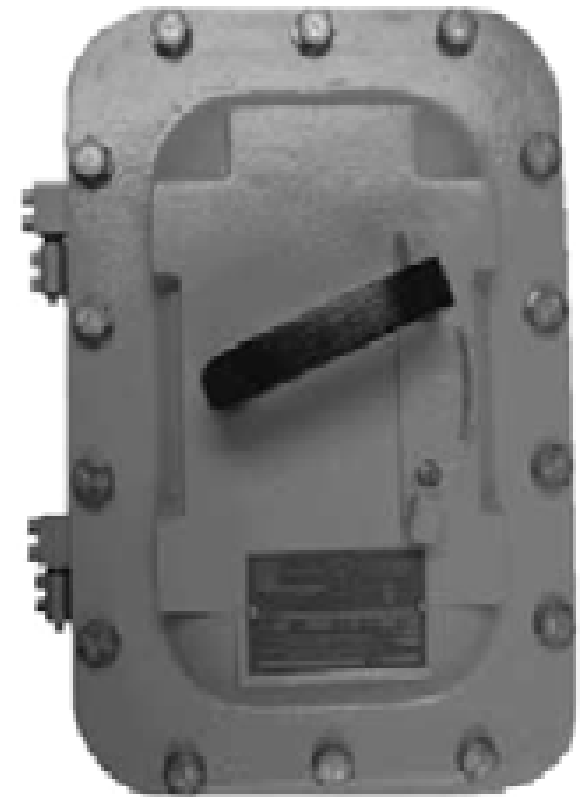
**(a) Električni uređaji "Exia"** – sadrže kola sa sopstvenom bezbednošću koja nisu u stanju da izazovu paljenje eksplozivne atmosfere; dozvoljena je njihova primena i upotreba u zoni opasnosti „0“.

**(b) Električni uređaji "Exib"** – sadrže kola sa sopstvenom bezbednošću koja nisu u stanju da izazovu paljenje eksplozivne atmosfere, ali sa stepenom bezbednosti koji se dozvoljava za rad u zoni opasnosti „1“.

# Inkapsulirani uređaji "Exm"

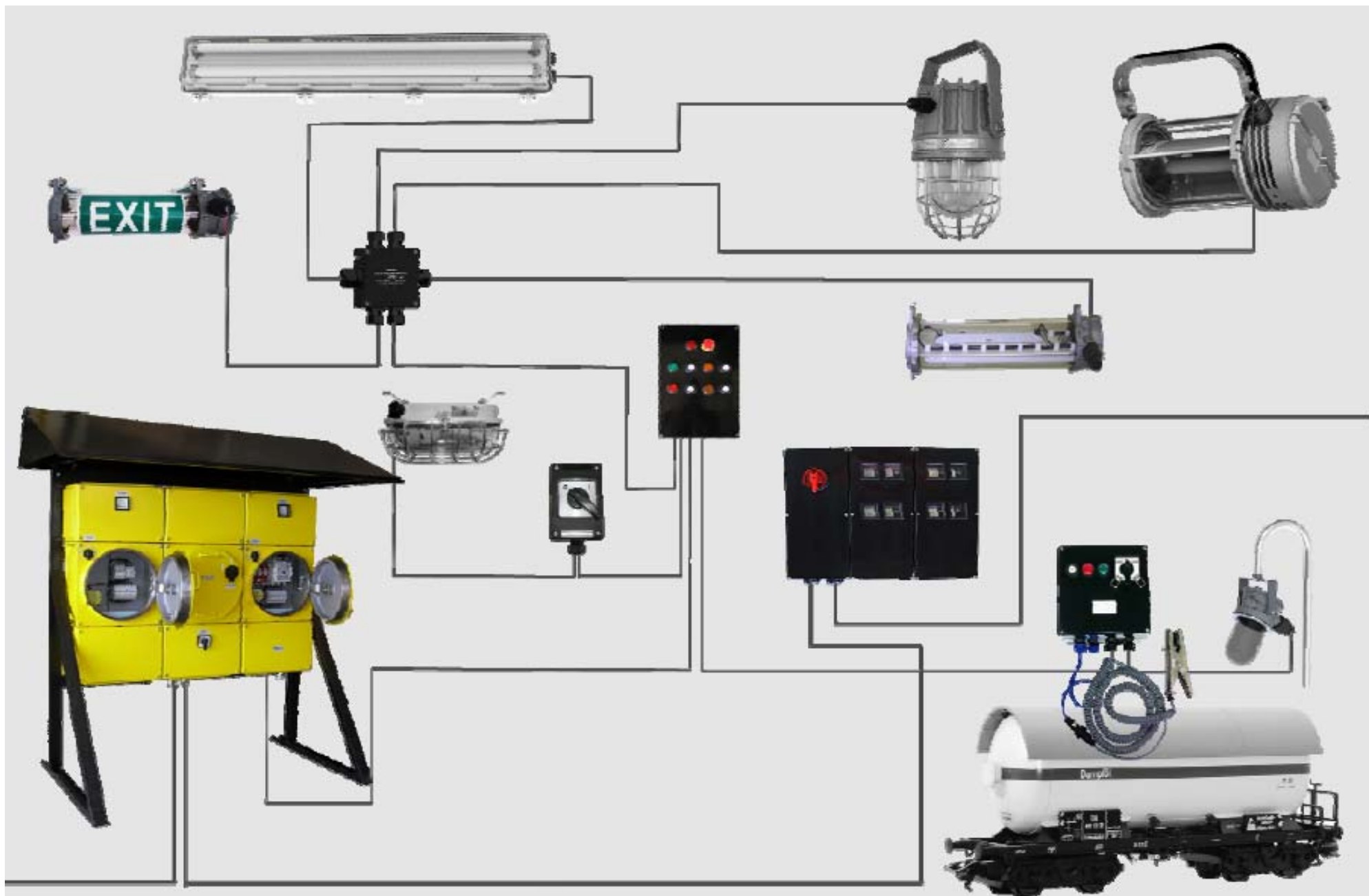
- U ovom tipu zaštite električnih uređaja za rad u eksplozivnoj atmosferi, delovi samog uređaja i njegove komponente, koji bi mogli da zapale eksplozivnu atmosferu varničanjem, ili zagrevanjem površina, su obloženi kompaundom (elastomerom), tako da ne može doći do paljenja eksplozivne atmosfere.
- Termoaktivni, termoplastični, elastomerni materijali sa puniocima ili bez njih, sa aditivima ili bez njih, se smatraju kompaundima.
- Kompaundi su i materijali epoksidnih smola.
- Ovaj tip zaštite se primenjuje samo kod električnih uređaja bez pokretnih elemenata, ali ako ih i ima, ti delovi ne mogu da budu u direktnom dodiru sa samim kompaundom.
- U slučaju kvara kod ovih uređaja nije predviđena popravka, već praktično potpuna zamena originalnim delom.

- Inkapsulirani uređaji mogu da izdrže struje kratkog spoja od 4kA, ako se napajaju iz spoljašnjih izvora.
- Uvod električnog kabla u kompaund obezbeđuje sprečavanje prodora eksplozivne atmosfere u inkapsulirani električni uređaj.
- Tip zaštite mora da bude sačuvan i za slučaj unutrašnjeg kvara ili dozvoljenog preopterećenja samog uređaja



ENERGETSKA  
SKOPKA u  
Ex IZVEDBI

# TIPIČNA DISPOZICIJA JEDNE KARAKTERISTIČNE Ex INSTALACIJE



# IZAZIVAČI PALJENJA I EKSPLOZIJE

- Izazivači paljenja i eksplozije mogu biti električne i neelektrične prirode.
- U neelektrične spadaju mehanička iskra, otvoreni plamen, zavarivanje, lemljenje itd.
- Električni uzročnici paljenja, po pravilu, su opasniji od neelektričnih i oni su predstavljeni dejstvom elektriciteta u raznim oblicima.

# ELEKTRIČNI UZROČNICI PALJENJA

- Električni uzročnici koji se nalaze unutar električnog sistema (mreža sa električnim izvorima, potrošačima i komandno-signalnim elementima)
- Električni uzročnici van električnog sistema (atmosfersko pražnjenje i statički elektricitet).



# ELEKTRIČNI UZROČNICI U ELEKTRIČNOJ MREŽI

- Električni izazivači unutar električne mreže mogu se podeliti na
  - one koji se dešavaju unutar električnih uređaja
  - one koji se dešavaju u samoj električnoj mreži.

# SPREČAVANJE EKSPLOZIJE USLED ELEKTRIČNIH IZAZIVAČA

- Da bi se sprečila eksplozija u slučaju dejstva električnih izazivača unutar uređaja, isti se prave specijalno zaštićeni, prema prethodno navedenoj klasifikaciji.
- Da bi se sprečila eksplozija u slučaju dejstva električnih izazivača unutar električne mreže, potrebno je pravilno projektovati, izvesti i održavati pomenutu mrežu.

# KLASIFIKACIJA EKSPLOZIVNIH SMEŠA

- Kao eksplozivne smeše koje mogu izazvati eksploziju razlikujemo:
  - (a) zapaljive gasove i pare;** nastaju direktno kao nusprodukt nekog tehnološkog procesa ili indirektno isparavanjem zapaljivih tečnosti
  - (b) eksplozivna prašina ;** smeše vazduha i sitnih čestica sa eksplozivnim svojstvima.

# UGROŽEN PROSTOR OD SMEŠE PRAŠINE SA OKOLINOM

- Prema odredbama našeg standarda SRPS N.S8.850, ugrožen prostor od smeše prašina sa okolnim vazduhom delimo na:
  - (a) zonu višeg stepena zaprašnosti – zona 11;** prostor u kome se nalazi ili povremeno očekuje zaprašnost veća od 20% koncentracije od unapred određene donje granice eksplozivnosti (DGE)
  - (b) zonu nižeg stepena zaprašnosti – zona 12;** prostor u kome koncentracija prašine u atmosferi ne prelazi granicu zone 11, ili se prašina pojavljuje samo u nataloženom obliku, a u atmosferi se može pojaviti samo ako posebnim uticajem dođe do mešanja prašine sa atmosferom

# ZAPALJIVI GASOVI I PARE

- Zapaljivi gasovi i pare se mogu razvrstati u određene grupe i podgrupe.
- Široka podgrupa kojoj pripadaju svi gasovi i pare osim metana, se može podeliti na tri podgrupe, okarakterisane parametrima kojima se karakterišu uređaji sa vrstama zaštite:

## PARAMETRI:

-maksimalni eksperimentalni bezbedonosni zazor (MEBZ) za **nepropaljivo kućište "Exd" (neprodorni oklop)**

-minimalna struja paljenja (MSP) za **sopstvenu bezbednost "Exi"**.

# PODELA ZAPALJIVIH GASOVA I PARA (prema MEBZ ili MSP)

| Grupa | Granice grupe prema MEBZ   | Granice grupe prema odnosu MSP |
|-------|----------------------------|--------------------------------|
| I     | za rudnike, metan          | -                              |
| II    | industrijski gasovi i pare | -                              |
| IIA   | >0.9                       | >0.8                           |
| IIB   | 0.5 do 0.9                 | 0.45 do 0.8                    |
| IIC   | <0.5                       | <0.45                          |

# TEMPERATURNE KLASSE GASOVA I PARA

| Temperaturna klasa | Temperatura paljenja                      |
|--------------------|---|
| T1                 | $>450^{\circ}\text{C}$                    |
| T2                 | $300^{\circ}\text{C}-450^{\circ}\text{C}$ |
| T3                 | $200^{\circ}\text{C}-300^{\circ}\text{C}$ |
| T4                 | $135^{\circ}\text{C}-200^{\circ}\text{C}$ |
| T5                 | $100^{\circ}\text{C}-135^{\circ}\text{C}$ |
| T6                 | $85^{\circ}\text{C}-100^{\circ}\text{C}$  |

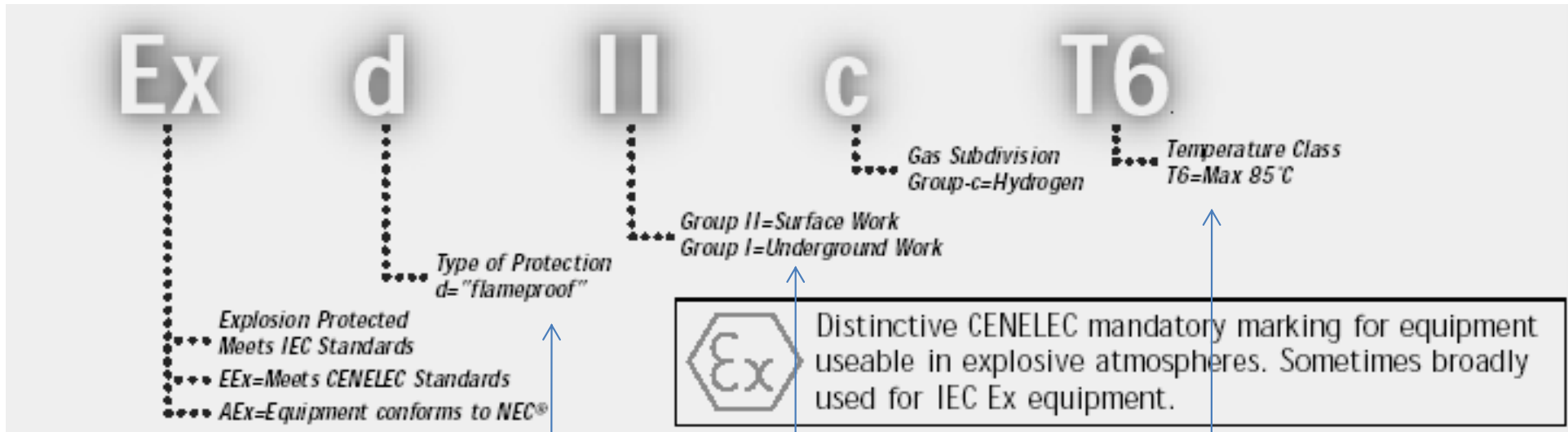
Kako se kao maksimalna temperatura okoline uzima vrednost od  $40^{\circ}\text{C}$  (ako nije drugačije definisano), dozvoljene nadtemperature uređaja dobijaju se umanjenjem graničnih temperatura za tih  $40^{\circ}\text{C}$ .

- Navedene podele nam omogućuju da se nakon određivanja tipa Ex zone izabere adekvatna elektroenergetska oprema koja se u istu može ugraditi bez opasnosti od havarije.
- Oznaka uređaja u Ex izvedbi *u sebi sadrži tačnu informaciju o:*
  - vrsti i stepenu zaštite električnog uređaja od uticaja okolne eksplozivne atmosfere
  - grupi protiveksplozivno zaštićenog električnog uređaja (za gasove i pare i odgovarajućoj podgupi)
  - temperaturnoj klasi

**KAKO IZGLEDA JEDNA TAKVA OZNAKA  
PO IEC STANDARDU?**



# OZNAKA UREĐAJA U Ex IZVEDBI (po IEC)



EKSPLOZIVNO  
ZAŠTIĆEN UREĐAJ

TIP ZAŠTITE

POVRŠINSKI RAD  
PODZEMNI RAD

TEMPERATURN  
KLASA

# ZAKLJUČAK

- Eksplozije su česti uzročnici požara, havarija u tehnološkom procesu i obimnih materijalnih šteta kao i gubitka ljudskih života.
- Zato je potrebno pokloniti veliku pažnju izradi projekata, pogotovo onih za energetiku i automatiku, jer elementi koji su njima predviđeni po prirodi svoje funkcije i konstrukcije predstavljaju moguće izazivače eksplozija.
- Sam proces projektovanja instalacija energetike i automatike treba da bude maksimalno koordinisan sa izradom i primenom *Elaborata o zonama opasnosti*, treba da sadrži detaljna uputstva o vrsti i tipu izabrane opreme, načinu njene ugradnje, kao i spisak tehnoloških mera koji treba da svede rizik korišćenja prostorija sa Ex atmosferom na minimum.
- Kao odgovornost izvođača radova nameće se ispravno izvođenje instalacije, a kao odgovornost korisnika njeno pravilno korišćenje i održavanje!!!!!!