

Električna oprema v eksplozijsko ogroženih prostorih

predavatelj
prof. dr. Grega Bizjak, u.d.i.e.

Fizikalni principi eksplozije

Eksplozija je zelo hitra kemična reakcija – oksidacija eksplozijske zmesi, ki sprosti veliko količino energije (eksotermna reakcija).

Eksplozija nastane samo, če so prisotni trije dejavniki:



- gorljiva snov
- kisik
- vir vžiga

Fizikalni principi eksplozije

Da do eksplozije res pride, morajo biti izpolnjeni različni pogoji. Eden od teh je prava koncentracija eksplozivne zmesi (gorljive snovi in zraka).



Fizikalni principi eksplozije



Možni viri vžiga eksplozije:

- vroča površina,
- plameni ali vroč plin,
- mehansko iskrenje,
- električna inštalacija,
- izenačevalni tokovi,
 - statični naboj,
 - udar strele,
- (VF) elektromagnetno valovanje,
- optično ali ionizirajoče sevanje,
 - ultrazvok,
- adiabatna kompresija ali udarni valovi,
- eksotermna reakcija.

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

4

Fizikalni principi eksplozije

Nekateri pojmi, povezani s proti eksplozijsko zaščito:

- **najmanjši vžigni tok:** za vžig plina ali pare z iskro, le ta potrebuje določeno energijo (določeno velikost toka). Minimalni vžigni tok podaja velikost toka, ki že lahko povzroči eksplozijo. Podaja se relativno glede na metan (MVT=85 mA);
- **plamenišče:** minimalna temperatura, pri kateri snov hlapi toliko, da hlapi že lahko tvorijo eksplozivno zmes;
- **gostota plina (pare):** (specifična teža) gostoto plina podajamo relativno glede na gostoto zraka. Snovi lažje od zraka se dvignejo, težje pa se držijo pri tleh.

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

5

Fizikalni principi eksplozije

Nekateri pojmi, povezani s proti eksplozijsko zaščito:

- **meje eksplozivnosti:** vse snovi (razen acetilena) potrebujejo za vžig kisik (zrak). Zmes vnetljive snovi in zraka je eksplozivna le, če se nahaja v določeni koncentraciji med spodnjo in zgornjo mejo eksplozivnosti:
 - acetilen: 2,3 % - 100 %,
 - etilen: 2,4 % - 32,6 %,
 - bencin: 0,6 % - 8 %,
 - diesel: 0,6 % - 6,5 %,
 - metan: 4,4 % - 17 %,
 - metanol: 6,7 % - 36 %,
 - propane: 1,7 % - 10,8 %,
 - vodik: 4,0 % - 77,0 %.

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

6

Fizikalni principi eksplozije

Nekateri pojmi, povezani s proti eksplozijsko zaščito:

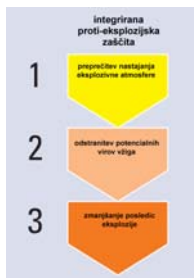
- **Vžigna energija:** energija (J), potrebna za vžig eksplozivne zmesi:
 - acefilen: 19 μ J,
 - etilen: 19 μ J,
 - vodik: 85 μ J,
- metanol: 290 μ J,
- propan: 260 μ J.

Fizikalni principi eksplozije

Poznamo primarno in sekundarno proti eksplozijsko zaščito:

- pri **primarni zaščiti** preprečimo nastanek eksplozivne atmosfere: (ne uporabljamo vnetljivih snovi, uporabljamo inertno atmosfero – dušik, zmanjšamo koncentracijo snovi z ventilacijo);
- pri **sekundarni zaščiti** preprečimo vžig eksplozivne zmesi tako da odstranimo vse možne vire vžiga.

Fizikalni principi eksplozije



Če eksplozije niti s primarno niti s sekundarno zaščito ne moremo preprečiti, poskušamo omejiti posledice eksplozije, če do nje pride:

- uporaba ustrezno trdnih konstrukcij;
- uporaba naprav za sprostitev pritiska;
- gašenje eksplozije.

Zakonodaja na področju Ex zaščite

V Evropski uniji sta bili sprejeti dve direktivi, ki se nanašata na proti-eksplozijsko zaščito:

- **direktiva 94/9/EC (ATEX 95):** namenjena proizvajalcem naprav in opreme za uporabo v EX ogroženih prostorih.

- **direktiva 99/92/EC (ATEX 137):** namenjena podjetjem, kjer obstaja nevarnost eksplozije in določa zaščito delavcev.

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Direktiva:

- določa zahteve za eksplozijsko zaščiteno opremo;
 - nanaša se na vsa potencialna eksplozivna področja (tudi rudarstvo);
 - vključuje električno in ne-električno opremo;
 - namenjena je proizvajalcem (uvoznikom) Ex opreme in predpisuje načrtovanje, certificiranje, proizvodnjo, zagotavljanje kakovosti in označevanje Ex opreme.

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Definicije v direktivi:

- **Oprema:** pomeni stroje, aparate, kontrolne sklope ... ki so namenjeni proizvodnji, prenosu, shranjevanju, pretvorbi ... energije pri procesiranju materialov in ki lahko povzročijo eksplozijo z lastnim virom energije.
- **Varnostni sistem:** oblikovana enota za trenutno zaustavitev nastajajoče eksplozije ali omejitev (dosega) njenega učinka. Lahko je vgrajen v opremo ali tržen ločeno.

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Definicije v direktivi:

- **Komponente:** del opreme ali varnostnega sistema, ki je nujen za varno delovanje in nima avtonomne funkcije.
- **Eksplzivna atmosfera:** mešanica vnetljive snovi in zraka v atmosferskih razmerah v kateri se ob vžigu plamen razširi na celotno nezgorelo mešanico.
- **Potencialno eksplozivna atmosfera:** atmosfera, ki lahko postane eksplozivna zaradi lokalnih ali delovnih razmer.

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Področje direktive:

- direktiva se nanaša na opremo in varnostne sisteme za uporabo v potencialno eksplozivni atmosferi;
- pod direktivo spadajo tudi varnostne naprave, ki se uporabljajo izven potencialno eksplozivne atmosfere vendar prispevajo k varnosti;
- direktiva ne vsebuje seznama standardov, pač pa sama predpisuje potrebne ukrepe ...

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Skupine in kategorije opreme:

- **Skupina I:** oprema za uporabo v rudnikih (jamski plin - metan, vnetljiv prah);
- **kategorija M1:** zelo visoka stopnja varnosti (varno tudi pri dveh okvarah);
 - **kategorija M2:** visoka stopnja varnosti (izklop v primeru prisotnosti eksplozivne atmosfere)

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Skupine in kategorije opreme:

- **Skupina II:** oprema za uporabo na drugih mestih;
- **kategorija 1:** zelo visoka stopnja varnosti (varno tudi pri dveh okvarah);
 - **kategorija 2:** visoka stopnja varnosti (varno ob eni okvari);
 - **kategorija 3:** normalna stopnja varnosti (varno pri normalni uporabi)

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Certificiranje opreme:

- vsa oprema mora biti pregledana s predpisanim postopkom za ocenjevanje skladnosti;
- za opremo kategorije M1 in 1 je potrebno izvesti postopek za ES pregled tipa pri priglašnem organu;
 - za električno opremo in motorje z notranjim izgorevanjem v kategoriji M2 in 2 velja enako;
 - za ostalo opremo se izvede notranji postopek ugotavljanja skladnosti.

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Splošne zahteve za opremo:

- oprema mora biti načrtovana s stališča integrirane zaščite (preprečiti nastanek eksplozivne atmosfere s strani opreme, preprečiti vžig, omejiti posledice atmosfere);
- načrtovanje in izdelava po analizi vseh mogočih napak v delovanju;
 - upoštevati je potrebno posebne pogoje preverjanja in vzdrževanja;
- prenesti mora dejanske in predvidljive okoljske razmere;
 - biti mora ustrezno označena;
 - biti mora opremljena z ustreznimi navodili;

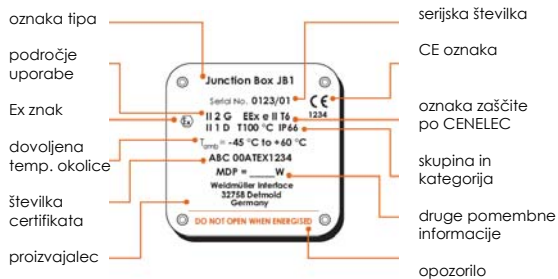
Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Označevanje opreme – vsa oprema in zaščitni sistemi morajo biti označeni vsaj z:



- imenom in naslovom proizvajalca;
 - CE oznako;
- oznako serije ali tipa;
- serijsko številko (še obstaja);
 - letom izdelave;
- specifično oznako proti-eksplozijske zaščite, ki ji sledi simbol skupine in kategorije;
- s črko G (plini, pare) ali D (prah), če je oprema iz skupine II.

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)



Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Oznaka po direktivi 94/9/EC:



- II ... skupina opreme
- 2 ... kategorija opreme
- G ... eksplozivna atmosfera plina oz. pare

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Oznaka po CENELEC:

EEX de IIC T6

- EEX (ali Ex) oznaka po CENELEC
 - de ... tip zaščite
- IIC ... eksplozijska skupina za pline
 - T6 ... temperaturni razred

Direktiva 94/9/EC (ATEX 95)

Navodila za uporabo morajo podajati:

- jasen namen uporabe;
- informacije za varno dajanje v pogon, uporabo, sestavljanje in razstavljanje, vzdrževanje, namestitve, prilagoditev;
- posebne pogoje za uporabo in varnostna navodila ter opozorila na možno napačno uporabo;
- električne parametre, parametre pritiska, površinsko temperaturo ...

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

Direktiva:

- podaja minimalne zahteve za izboljšanje varnosti in zdravja delavcev, ki so lahko ogroženi zaradi eksplozivnega ozračja;
- določa da je dolžnost delodajalca, da preveri nevarnosti eksplozije, razvrsti prostor v ustrezno cono nevarnosti in dokumentira vse potrebne ukrepe za zaščito pred poškodbami delavcev.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

Zahteve za prostore s potencialno eksplozivno atmosfero:



- uvrstitev v ustrezno cono;
- uporaba ustrezno zaščitene opreme;
- oznaka prostora z ustrezno oznako;
- preverjanje pred prvo uporabo s strani usposobljene osebe;
- koordinacija varnostnih ukrepov;
- nudenje informacij, navodil in šolanja zaposlenim.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

Ocena eksplozijske ogroženosti prostora mora upoštevati sledeče vplivne dejavnike:

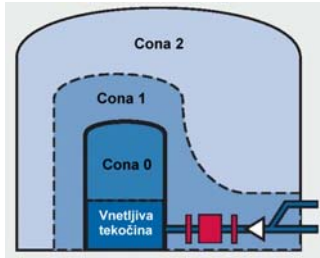
- verjetnost nastanka eksplozivne atmosfere in njeno trajanje;
- verjetnost prisotnosti vira vžiga in verjetnost da postane aktiven in efektiven;
 - prisotne inštalacije, snovi, procese in možnosti njihove interakcije;
- velikost predvidenih učinkov eksplozije.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

Razvrstitev eksplozijsko ogroženih prostorov:

- delodajalec mora prostore, v katerih lahko nastane eksplozija, razvrstiti v ustrezne cone in poskrbeti, da se za omenjene prostore izpolnjuje vsaj minimalne zahteve direktive;
- prostori, kjer je eksplozivna zmes sestavljena iz plinov ali par ter zraka se razvrstijo v cone 0, 1 in 2;
- prostori, kjer eksplozivno zmes sestavlja prah se razvrstijo v cone 20, 21 in 22.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

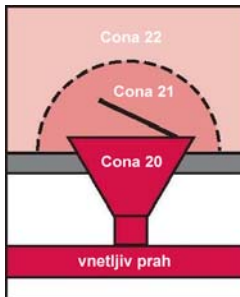


NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

28

- Cona 0 ali 20:**
- prostor v katerem je eksplozivna zmes prisotna stalno, za daljše obdobje ali pogosto.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

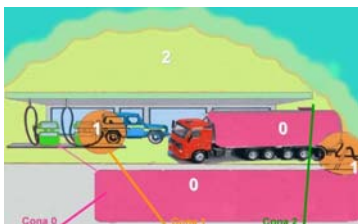


NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

29

- Cona 1 ali 21:**
- prostor v katerem lahko pri normalnem delovanju občasno nastane eksplozivna zmes.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)



NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

30

- Cona 2 ali 22:**
- prostor v katerem se pri normalnem delovanju eksplozivna zmes ne pojavi, če pa se pojavi, je to le za kratek čas.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

Dokument protiekspluzijske zaščite

Delodajalec mora pripraviti dokument, kjer opredeli:

- da je bilo tveganje eksplozije ugotovljeno in ocenjeno;
 - da bodo sprejeti ustrezni ukrepi v skladu z direktivo;
 - kateri prostori so bili razvrščeni v cone;
- za katere prostore se bodo uporabili minimalne zahteve direktive;
- da so delovna mesta in oprema načrtovani varno, se varno uporabljajo in vzdržujejo;
- da so bili sprejeti ukrepi za varno uporabo delovne opreme v skladu z direktive 89/655/EGS.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

Minimalne zahteve direktive:

- organizacijski ukrepi: usposabljanje delavcev; pisna navodila in dovoljenja za delo;
- ukrepi protiekspluzijske zaščite;
- merila za izbor opreme in varnostnih sistemov.

Direktiva 99/92/EC (ATEX 137)

Merila za izbor opreme in varnostnih sistemov:

- opremo in varnostne sisteme se izbere na podlagi kategorij iz direktive 94/9/ES:
 - v coni 0 in 20 je potrebno uporabiti opremo kategorije 1;
 - v coni 1 in 21 je potrebno uporabiti opremo kategorije 1 ali 2;
- v coni 2 in 22 lahko uporabimo opremo kategorije 1, 2 ali 3;

Standardi za opremo

Električna oprema, ki se uporablja v eksplozijsko ogroženih prostorih, mora biti izdelana v skladu s standardi:

- prostori z eksplozivno zmesjo plina ali pare: serija **EN 90079** (IEC 60079, VDE0170);
- prostori z eksplozivno zmesjo prahu:
 - serija **EN 61241** (IEC 61241)

Tehnični principi

Ko izbiramo ustrezen električni aparat ali ustrezno električno inštalacijo za eksplozijsko ogrožene prostore moramo upoštevati:

- v katero cono je razvrščen prostor;
- minimalno vžigno energijo in eksplozivno skupino;
- minimalno vžigno temperaturo in temperaturni razred;
- vrsto (tip) zaščite.

Razvrstitev prostora v cono

Električno opremo za uporabo v prostoru moramo izbrati glede na cono v katero je bil razvrščen prostor.

Razvrstitev v pravilno cono je zelo pomembna. Če nimamo na voljo lastnega strokovnjaka je potrebno najeti zunanjega. Oprema za posamezno cono mora ustrezati pravi kategoriji opreme.

Minimalna vžigna energija

Minimalna vžigna energija je energija, ki je ravno še zadostna da vžge najbolj vnetljivo mešanico prahu.

Izmerjena vrednost minimalne energije se podaja za eksplozivne mešanice prahu. Za eksplozivne mešanice plinov in par pa se uporablja delitev v eksplozivne skupine.

Eksplozivne skupine

Skupina I: električni aparati za uporabo v rudnikih;

Skupina II: električni aparati za uporabo v drugih Ex ogroženih prostorih.

Pri skupini I se predpostavlja, da je eksplozivna mešanica sestavljena iz jamskega plina (metan) in premogovega pragu. Za vse ostale mešanice (četudi v rudniku) se uporablja skupina II.

Eksplozivne skupine

Skupina II se najprej deli na:

- skupina II A;
- skupina II B;
- skupina II C.

Kriterija za razvrstitev v posamezno pod-skupino sta:

- maksimalna eksperimentalno varna reža in
- minimalni vžigni tok.

Eksplzivne skupine

Maksimalna eksperimentalno varna reža:

eksplzivno mešanico vžgemo v testni komori. Med pokrovom in komoro je reža dolžine 25 mm in določene višine skozi katero izhajajo vroči plini (produkti eksplozije). Če vroči plini vnamejo zunanjo eksplzivno zmes, je reža previsoka in poskus je potrebno ponoviti z nižjo režo.



NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

40

Eksplzivne skupine

Minimalni vžigni tok:

če želimo vneti eksplzivno zmes z iskro, mora ta imeti minimalno potrebno energijo oziroma je potreben minimalni tok. Minimalni tok za delitev v skupino se podaja relativno glede na tok, potreben za vžig mešanice laboratorijskega metana (85 mA).



NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

41

Eksplzivne skupine

Razvrstitev v pod-skupine

pod-skupina	višina reže (mm)	min. vžigni tok (relativno)
II A	> 0,9 mm	> 0,8
II B	0,5 – 0,9 mm	0,45 – 0,8
II C	< 0,5 mm	< 0,45

Nevarnost eksplozije narašča od A do C.

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

42

Eksplzivne skupine

Razvrstitev v pod-skupine

plin	vžigna energija (μJ)	pod-skupina
acetilen	19	II C
etilen	19	II C
vodik	85	II B
metanol	290	II A
propan	260	II A

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

43

Minimalna vžigna temperatura

Minimalna vžigna temperatura je tista najnižja temperatura ohišja naprave, pri kateri se eksplozivna zmes plina, pare ali prahu vname. Je torej najnižja temperatura pri kateri vroča površina povzroči eksplozijo.



NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

44

Temperaturni razredi

Vnetljivi plini in pare so razporejeni v temperaturne razrede glede na vnetljivost oziroma minimalni vžigno temperaturo. Naprava, ki jo uporabljamo v določenem prostoru, mora imeti nižjo temperaturo površine kot je temperatura ustreznega temperaturnega razreda.

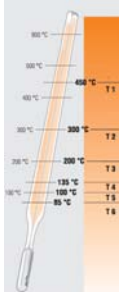


NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

45

Temperaturni razredi

Razvrstitev v temperaturne razrede



temperaturni razred	najvišja temperatura ohišja aparata	vžigna temperatura
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	>300 °C ≤ 450 °C
T3	200 °C	>200 °C ≤ 300 °C
T4	135 °C	>135 °C ≤ 200 °C
T5	100 °C	>100 °C ≤ 135 °C
T6	85 °C	>85 °C ≤ 100 °C

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

46

Minimalna vžigna temperatura

Pri eksplozivni mešanici prahu je določevanje najvišje temperature ohišja naprave nekoliko drugačno:

- najvišja temp. ohišja ne sme biti večja od 2/3 vžigne temp. Ex mešanice prahu;
- upoštevati je treba tudi sloj prahu na ohišju.

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

47

Minimalna vžigna temperatura

Pri sloju prahu na napravi upoštevamo:

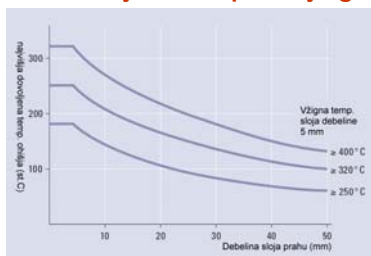
- najvišja dovoljena temperatura ohišja je za 75 K manjša od temperature, ki vžge 5 mm debelo plast;
- če je na napravi več prahu je dovoljena temperatura ohišja nižja (ker je prah termična izolacija);
- če je sloj debelejši od 50 mm ali je vžigna temp. pri 5 mm sloju manjša od 250 °C je potrebno narediti laboratorijski test.

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

48

Minimalna vžigna temperatura

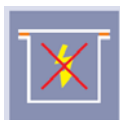
Dovoljena temp. ohišja glede na debelino sloja prahu.



NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

49

Tehnična izvedba - plin in para



Povečana varnost "e":

- z dodatnimi ukrepi dosežemo manjšo temperaturo ohišja in preprečimo iskrenje;
- stikalne omare, kontrolne omare, motorji s kratkostično kletko, svetilke.

EN 60079-7

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

50

Tehnična izvedba - plin in para



Neprebojni oklep "d":

- deli naprave, kjer bi lahko prišlo do eksplozije so zaprti v ohišje, ki preprečuje, da bi eksplozija v notranjosti povzročila še eksplozijo v okolici;
- stikala, kontrolna oprema, zasloni, motorji, transformatorji, grelci, svetilke.

EN 60079-1

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

51

Tehnična izvedba - plin in para



Ohišje pod pritiskom "p":

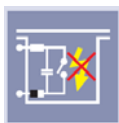
- ohišje je polnjeno z zaščitnim plinom pod pritiskom, kar onemogoča, da bi eksplozivna atmosfera prišla vanj in se vnela;
- stikališča, kontrolne omare, veliki motorji;
- px in py v coni 1 in 2, pz samo v coni 2.

EN 60079-2

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

52

Tehnična izvedba - plin in para



Notranja varnost "i":

- uporaba vezij, kjer iskrenje in segrevanje ni možno oziroma je sproščena energija premajhna;
- merilna in regulacijska oprema, komunikacijska oprema, senzorji, aktuatorji;
- ia v conah 0, 1 in 2, ib v conah 1 in 2.

EN 60079-11
EN 60079-25
EN 60079-27

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

53

Tehnična izvedba - plin in para



Potopitev v olje "o":

- aparat ali del aparata se potopi v zaščitno tekočino (npr. olje) tako da se ex. atmosfera nad tekočino ne more vneti;
- transformatorji, zagonski upori.

EN 60079-6

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

54

Tehnična izvedba - plin in para



Zasutje s peskom "q":

- ohišje aparata se napolni z finim sipkim materialom (npr kremenčev pesek), ki preprečuje da električni oblok v aparatu vžge ex. zmes;
- senzorji, zasloni, dušilke, transmitterji.

EN 60079-5

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

55

Tehnična izvedba - plin in para



Zalijte s trdo snovjo "m":

- dele naprave, ki bi lahko vžgala ex. zmes zaradi iskrenja ali temperature, se zalije s snovjo, ki se nato strdi;
- manjša stikala, kontrolne in signalne enote, zasloni, senzorji;
- ma v conah 0, 1 in 2, mb v conah 1 in 2.

EN 60079-18

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

56

Tehnična izvedba - plin in para



Zaščita tipa "n_":

- električni aparati, ki ne morejo vžgati eksplozije;
- samo za uporabo v coni 2;
- nA .. aparati, ki ne iskrijo;
- nC .. aparati, ki iskrijo, z običajno zaščitnimi kontakti;
- nL .. aparati z omejeno energijo;
- nR .. aparati z omejeno izmenjavo z okolico;
- nP .. aparati z nadtlakom

EN 60079-15

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

57

Tehnična izvedba - plin in para



Aparati z optičnim sevanjem "op_":

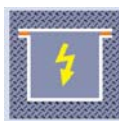
- ustrezni ukrepi, ki preprečujejo da optično sevanje vžge ex. zmes;
 - optični kabli;
- Ex op is .. notranja varnost (omejena energija);
- Ex op pr .. zaščiteno optično sevanje (ne more iz okrova);
- Ex op sh .. izklop sevanja v primeru poškodbe kabla.

EN 60079-18

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

58

Tehnična izvedba - prah



Zaščiteno z ohišjem "tD":

- zaradi zatesnjenega ohišja prah ne more do aparata, ki bi lahko povzročil vžig; ohišje se ne sme segreti toliko, da bi se vžgal prah zunaj ohišja;
 - stikala, regulatorji, kontrolni in energetske spoji, motorji, svetilke;
- tD A21 .. po metodi A za cono 21 (IP);
- tD B21 .. po metodi B za cono 21 (navodila).

EN 61241-1

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

59

Tehnična izvedba - prah



Ohišje pod nad-tlakom "pD":

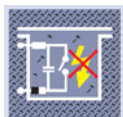
- v ohišju mora biti stalno zagotovljen nad-tlak ali pretok zaščitnega plina s čimer preprečimo vdor prahu;
- stikalni bloki, kontrolne omare, motorji.

EN 61241-4

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

60

Tehnična izvedba - prah



Notranja varnost "iD":

- aparati vsebujejo "varna vezja", ki ne iskrijo oziroma se ne segrevajo in tako ne morejo povzročiti vžiga;
- merilna, regulacijska, komunikacijska tehnika, senzorji, aktuatorji;
 - iaD za cone 20, 21, 22
 - ibD za cone 21, 22.

EN 61241-11

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

61

Tehnična izvedba - prah



Zalijte s trdno snovjo "mD":

- deli aparatov, ki bi lahko povzročili vžig, so zaliti s trdno snovjo, ki tako prepreči nastanek eksplozije;
- manjši stikalni aparati, kontrolne in signalne naprave, zasloni, senzorji;
 - maD za cone 20, 21, 22
 - mbD za cone 21, 22.

EN 61241-18

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

62

Tehnična izvedba – neelektrične naprave

Podobni zaščitni ukrepi se uporabljajo tudi za ne-električne naprave:



- c .. konstrukcijska varnost (-5);
 - d .. neprebojni oklep (-3);
- p .. ohišje pod nad- τ lakom (-7);
 - b .. nadzorovan vir vžiga (-6);
 - k .. potopitev v tekočino (-8);
 - fr .. omejena izmenjava atmosfere (-2).

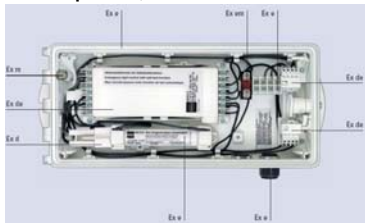
EN 13463

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

63

Uporaba zaščite Ex de

Kombinacija zaščit "neprebojni oklep" (d) in "povečana varnost" (e) se zelo pogosto uporablja pri stikalnih in drugih aparatih, ki v normalnem delovanju iskrijo in zato samo zaščita "povečana varnost" ni dovolj.



varnostna svetilka

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

64

Uporaba zaščite Ex i

Zaščita "notranja varnost" (i) je zasnovana na omejevanju energije v električnem vezju. Energija, ki se lahko sprosti ob delovanju ali okvari vezja (iskrenje, segrevanje) ni dovolj velika, da bi vžgala eksplozijo.

Ta vrsta zaščite je uporabna v merilnih in kontrolnih tokokrogih, kjer visoki tokovi in/ali napetosti niso potrebne.

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

65

Uporaba zaščite Ex i

Ločimo:

- "notranje varna" vezja;
- "notranje varne" aparate, ki vsebujejo samo "notranje varna" vezja (EEx ib IIC T6);
- združene aparate, ki poleg "notranje varnih" vezij vsebujejo še druge dele, ki niso "notranje varni" vendar ne morejo negativno vplivati na "notranje varna" vezja ([EEx ib] IIC T6, EEx de [ib] IIC T6).

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

66

Uporaba zaščite Ex i

Glede na to, kako se "notranje varni" aparati obnašajo v primeru okvare ločimo:

- **ia** .. varni v normalnem delovanju in v primeru dveh neodvisnih okvar; aparati **kategorije 1**, dovoljena uporaba v **con 0**;
- **ib** .. varni v normalnem obratovanju in v primeru ene okvare, aparati **kategorije 2**, dovoljena uporaba v **con 1**;
- **ic** .. varni v normalnem obratovanju, aparati **kategorije 3**, dovoljena uporaba v **con 2**

Uporaba zaščite Ex i

Kako dosežemo "notranjo varnost" pri aparatih:

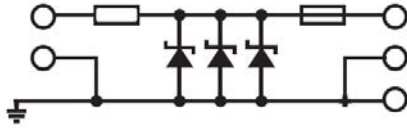
- "notranje varna" vezja morajo biti vedno ustrezno izolirana od ostalih vezij;
 - elementi, ki pri odpovedi lahko pomenijo nevarnost (zener diode, polprevodniški elementi) morajo biti nameščeni skupaj z redundantnimi elementi;
- elementi, ki pri odpovedi ne pomenijo nevarnosti (naviti, folijski upori) ne potrebujejo redundantnih elementov.

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih

Dolžnosti delodajalca, inštalaterja in proizvajalca:

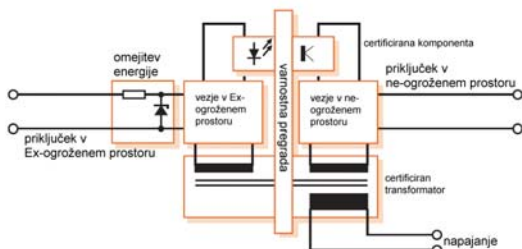
- **delodajalec:** preveriti nevarnosti in določiti cone, zagotoviti ustrezno namestitve in jo preveriti, redno preverjati in vzdrževati napravo;
- **inštalater:** preveriti pogoje na mestu namestitve, izbrati ustrezno napravo in jo ustrezno namestiti;
 - **proizvajalec:** odgovoren za testiranje in certificiranje aparata, zagotoviti ustrezno dokumentacijo in proizvesti vsako napravo v skladu z zahtevami.

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih



“Zener” zaščitna pregrada stopnje “ia” z uporabo in varovalko za omejevanje velikosti toka.

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih



Zaščitna pregrada z galvansko ločitvijo.

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih

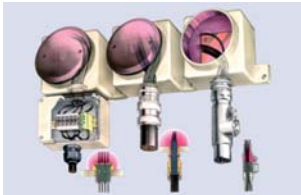
Klasifikacija con in izbor aparatov:

- prostor(e) lahko ustrezno razdelimo v cone samo ob upoštevanju vseh okoliščin (eksplozivna snov, njena količina in značilnosti, zračenje...);
- pri izboru ustreznih aparatov upoštevamo standarde EN 60079-14 in EN 61241-14;
- aparate lahko uporabljamo samo pri okoliški temperaturi, ki je na njih navedena (splošno velja od -20 °C do $+40\text{ °C}$);
 - aparati z oznakama “d” in “i” morajo ustrezati zahtevam podskupin IIA, IIB ali IIC;
- aparati morajo biti izbrani in nameščeni tako, da zunanji vplivi ne morejo poslabšati njihove varnosti.

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih

Za priključitev električnih aparatov se uporabljajo trije sistemi:

- kabelski sistem z indirektnim vhodom;
- kabelski sistem z direktnim vhodom;
- oklopljeni kabelski sistem.



NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

73

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih

Kabelski sistem z indirektnim vhodom:

- uporablja se kvalitetne nadomešno položene kable;
- kabel je priključen v delu naprave v izvedbi "povečana varnost";
- prehod v področje "neprebojni oklep" je izveden tovarniško;
- inštalater odpre samo del z "povečano varnostjo";
- dovoljeno v Evropi, ni dovoljeno v ZDA.



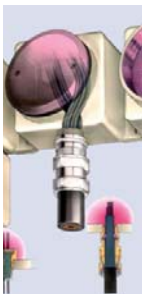
NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

74

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih

Kabelski sistem z direktnim vhodom:

- kabel je priključen v ohišju v izvedbi "neprebojni oklep";
- uporabijo se lahko samo ustrezne in certificirane kabelske prirobnice;
 - tesnilo in plašč kabla morata zagotavljati ognjevaren spoj;
- v primeru uporabe v IIC ali če je ohišje večje od 2 dm³ in uporabljeno v coni 1, morata biti tesnilo in plašč kabla ustrezno "zapečateni";
- zelo pomembno je, da je spoj izveden ustrezno;
 - dovoljeno v Evropi, ni dovoljeno v ZDA.



NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

75

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih



Oklopljeni kabelski sistem:

- posamezni vodniki so položeni v kovinski cevi (oklopu), ki je na obeh koncih zatesnjena;
- celoten oklop je ognjevaren;
- v oklopu se priporoča uporaba dodatnih tesnilnih mest;
- na najnižji točki oklopa mora biti nameščeno mesto za odvajanje kondenzata iz odklopa;
- dovoljeno tudi v ZDA.

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

76

Inštalacija in obratovanje el. naprav v Ex ogroženih prostorih

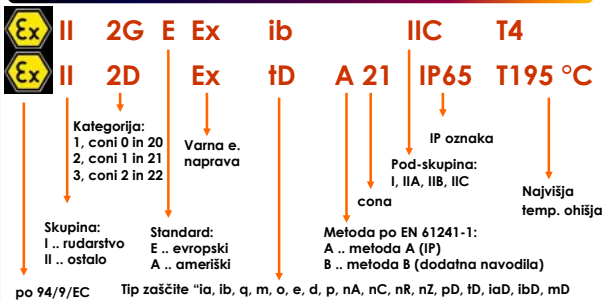
Vzdrževanje:

- za zagotavljanje ustrezne varnosti inštalacij v Ex ogroženih prostorih je potrebno redno vzdrževanje;
- vzdrževalci morajo biti ustrezno usposobljeni, delo more voditi Ex strokovnjak;
- pred začetkom del moramo zagotoviti, da je prostor varen (ni prisotna eksplozivna atmosfera);
- vsa dokumentacija o izvedenih delih mora biti ustrezno arhivirana;
- za vsako inštalacijo je potrebno določiti odgovorno osebo, ki določi pogostost vzdrževanja, potrebna dela, skrbi za dokumentacijo in izobraževanje vzdrževalcev ...

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

77

Označevanje



NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

78

... in še:



Vprašanja?

NNEI: Električna oprema v Ex ogroženih prostorih

79
