

**DOPRINOS U OSTVARIVANJU CJELOVITOSTI PROTIVEKSPLOZIJSKE
ZAŠTITE POSTROJENJA S CILJEM POVEĆANJA SIGURNOSTI U
PROSTORIMA UGROŽENIM EKSPLOZIVNOM ATMOSFEROM U
BOSNI I HERCEGOVINI**

**CONTRIBUTION TO ACHIEVING THE INTEGRITY OF EXPLOSION-
PROTECTION SYSTEMS WITH THE AIM OF ENHANCING SAFETY IN
AREAS AT RISK OF EXPLOSIVE ATMOSPHERES IN
BOSNIA AND HERZEGOVINA**

mr. sc. Jusuf Delić, dipl. ing., Ex-Komisija BiH Instituta za standardizaciju BiH - I. Sarajevo, e-mail: jusufdelic@outlook.com; mr.sc. Goran Tešanović, dipl. ing., Institut za standardizaciju BiH- I.Sarajevo, e-mail: goran.tesanovic@isbih.gov.ba i Goran Mrkaja, dipl. ing., Institut za standardizaciju BiH- I.Sarajevo, e-mail: goran.mrkaja@isbih.gov.ba.

Sažetak: U djelokugu rada Ex-Komisije, koja egzistira u sklopu Instituta za standardizaciju Bosne i Hercegovine, pored ostalog, ulazi certificiranje protiveksplozijski zaštićenih uređaja namijenjenih za upotrebu u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom i ocjena Elaborata o klasifikaciji ugroženih prostora (kako po njihovom sadržaju tako i implementaciji).

Obavljajući date radnje smo uočili primjedbe i nedostatke koji su dokumentovani u posebnim uslovima za korištenje i održavanje uređaja koji su bili predmet certificiranja (datim u prilogima pratećih Certifikata) te u zaključcima obrađenih Stručnih mišljenja.

Većina evidentiranih primjedbi i nedostataka su posljedica nepoštivanja važeće i neusvajanja nove regulative (prevashodno dvije ATEX Direktive, proizvođačke i korisničke te standarda koji iste prate) kao i u nedostatku stručnih kadrova obrazovanih za obavljanje poslova na predmetnoj problematici.

Ovim radom želimo da ukažemo na neke od konstatovanih primjedbi i nedostataka uz prijedlog mjera za njihovo otklanjanje, a u cilju postizanja stepena sigurnosti, kako postrojenja tako i zaposlenog osoblja angažovanih u predmetnim sredinama.

Ključne riječi: Potencionalno eksplozivne atmosfere, klasifikacija ugroženih prostora, certificiranje, protiveksplozijski zaštićeni uređaji, certifikati, ATEX Direktve, standardi, procjena rizika.

Summary: Within the scope of work of the Ex-Commission, which operates under the Institute for Standardization of Bosnia and Herzegovina, tasks include, among other things, the certification of explosion-protected devices intended for use in areas at risk of explosive atmospheres and the evaluation of Reports on the Classification of Hazardous Areas (both in terms of their content and implementation).

In performing these activities, we identified remarks and shortcomings documented in the special conditions for the use and maintenance of the devices subject to certification (provided in the annexes of the accompanying Certificates) and in the conclusions of the processed Expert Opinions.

Most of the recorded remarks and shortcomings result from non-compliance with current regulations and the failure to adopt new ones (primarily the two ATEX Directives, for manufacturers and users, as well as the accompanying standards) and from a lack of qualified personnel educated to handle issues in this field.

This paper aims to highlight some of the observed remarks and deficiencies, along with proposed measures for their resolution, to achieve a higher level of safety for both the facilities and the personnel working in these environments.

Keywords: Potentially Explosive atmosphere, Classification of Hazardous Areas, Certification, Explosion-protected devices, Certificates, ATEX Directives, Standards, Risk Assessment.

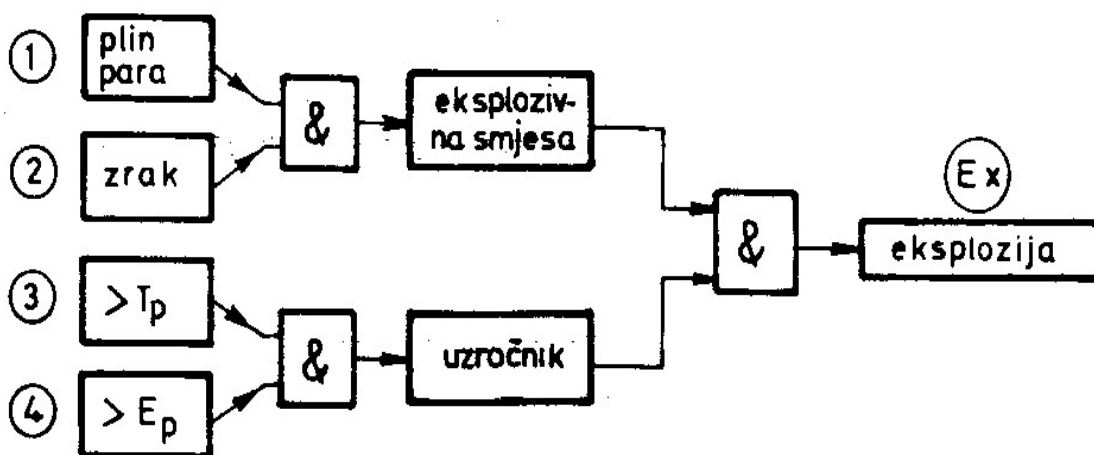
1. UVOD

U cilju obrade predmetne problematike ćemo poći od osnovnih pojmova tretiranih u ovoj oblasti.

U sklopu većine tehnoloških procesa su uključeni mediji koji pod određenim uslovima mogu postati zapaljivi i eksplozivni, pa već njihovo prisustvo upozorava i dovodi u pitanje sigurnost kako zaposlenog osoblja tako i angažovanih postrojenja. U prostorima tehnoloških procesa ili njihovim dijelovima mogu biti prisutni zapaljivi plinovi, pare i maglice ili zapaljiva prašina koji miješani sa zrakom mogu stvoriti eksplozivnu smjesu.

Sigurno je da navedeni mediji ne moraju uvijek biti i eksplozivni. Da bi isti bili eksplozivni moraju biti pomiješani sa zrakom u odgovarajućim volumenskim procentima, a unutar granica eksplozivnosti.

Osim postojanja eksplozivnog medija unutar donje i gornje granice eksplozivnosti, do paljenja i eksplozije će doći ako istovremeno postoji u tom prostoru i uzročnik paljenja s dovoljnom toplotnom energijom i dovoljnom temperaturom potrebnom za inicijalno paljenje dotične eksplozivne smjese kako je to prikazano slikom broj: 1, odnosno tabelom broj: 1 (u literaturi se često koristi pojam Trokut nastanka eksplozije).



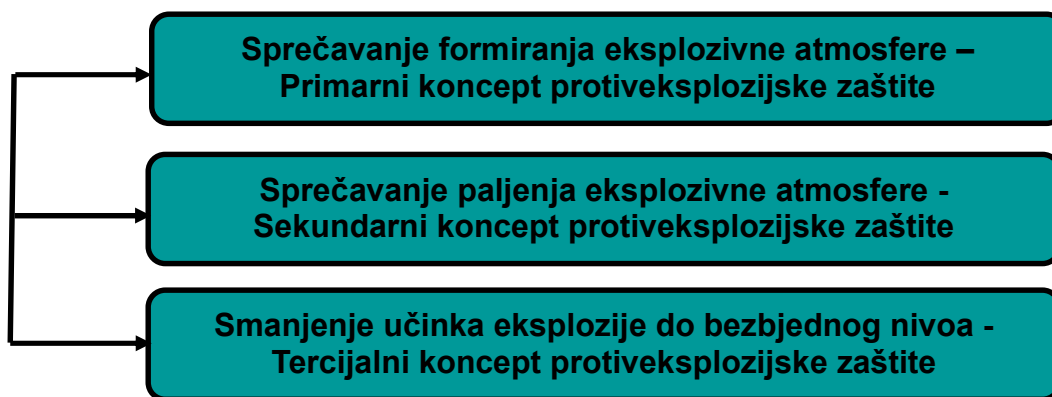
Slika broj: 1. Logički dijagram eksplozije

Osnovne komponente neophodne za nastanak eksplozije:

Tabela broj: 1.

KOMPONENTE				OPASKA	EKSPLOZIJA	
1	2	3	4		DA	NE
0	1	1	1	Nema zapaljivog medija	0	1
1	0	1	1	Nema zraka (kiseonika)	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 uslovi za eksploziju su zadovoljeni	1	0

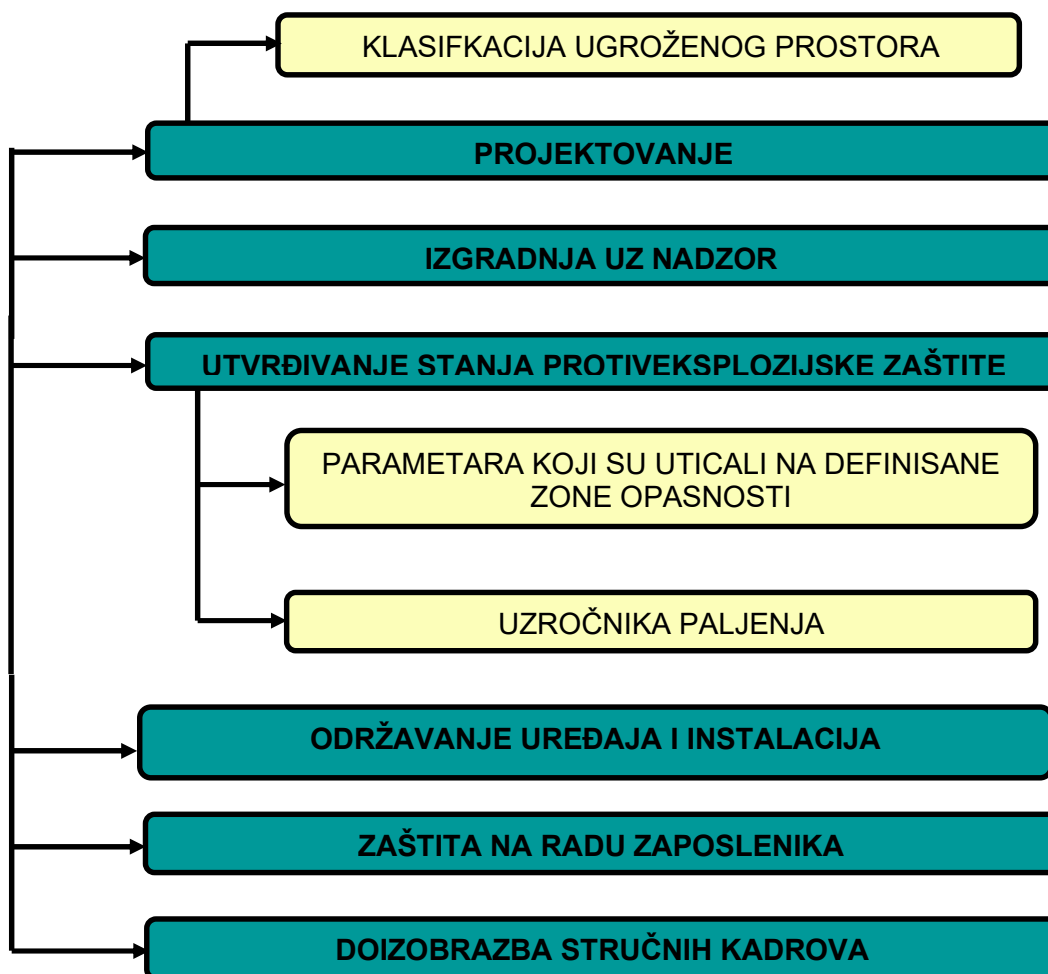
Polazeći od ovog korisnicima se nameću minimalni zahtjevi koje moraju ispuniti u cilju zaštite zdravlja i sigurnosti pri radu zaposlenika u sredinama ugroženim eksplozivnom atmosferom koji su šematski dati na slici broj: 2.



Slika broj: 2. Tehničke mjere koje se, od strane korisnika, moraju osigurati za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom

Polazeći od ovog se daju ciljevi ostvarivanja cjelovitosti protiveksplozijske zaštite u objektima i prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom. Oni zahtijevaju obradu svih poglavlja sa relevantnim faktorima zaštite koji se odnose na date sredine.

Šematski je to prikazano na slici broj: 3.



Slika broj: 3. Šematski prikaz cjelovitosti protiveksplozijske zaštite

Iz date šeme je vidljivo da probleme treba početi rješavati u samom startu, odnosno projektovanjem postrojenja sa tehnološkim procesima u kojima se očekuju eksplozivne atmosfere gdje se, gledajući sa ovog aspekta, uzimaju osnovne podloge iz Elaborata sa klasifikacijom prostora kojeg prate zone opasnosti. Posebno mjesto zauzima izgradnja postrojenja sa nadzorom te utvrđivanje stanja protiveksplozijske i zaštite na radu zaposlenika, procjena rizika i na kraju doizobrazba stručnih kadrova.

Iz datog obima traženih radnji je vidljivo da je za kompletno rješenje neophodno angažovanje više eksperata različitih oblasti, elektrotehničke, mašinske, tehnološke i građevinske struke, koji trebaju, svaki iz svog domena, poznavati načela protiveksplozijske zaštite.

Vodeći se gornjim sigurno je da je prije puštanja u pogon predmetnih postrojenja otklanjanje uočenih nedostataka moguće i jednostavnije, a koje bi u fazi eksploatacije bilo problematično i daleko skuplje.

Vodeći se datim šematskim prikazom cjelovitosti protiveksplozijske zaštite obraditi ćemo sve segmente u nivou koji je predmet ovog rada:

2. PROJEKTOVANJE

U prostorima koji nisu ugroženi eksplozivnom atmosferom sva projektna rješenja u principu sadrže sljedeća poglavlja:

- a) Projektni zadatak.
- b) Uvod.
- c) Opis tehnološkog procesa.
- d) Tehnički opis projektnog rješenja.
- e) Razvodno-komandni ormari mašina i uređaja.
- f) Instalacija elektromotornih pogona.
- g) Instalacija rasvjete.
- h) Gromobranska instalacija.
- i) Instalacija izjednačavanja potencijala.
- j) Proračuni u sklopu kojih, pored ostalog, ulaze:
 - *Proračun opterećenja i izbor snage transformatora*
 - *Dimenzionisanje presjeka napojnih kablova*
 - *Proračun struja kratkog spoja te provjera opreme na kratak spoj*
 - *Fotometrijski proračun prostorija*
 - *Proračun otpora uzemljivača*
- k) Zaštitne mjere u sklopu kojih, pored ostalog, ulaze:
 - Zaštita od preopterećenja
 - Zaštita od struja kratkih spojeva
 - Zaštita od indirektnog dodira dijelova pod naponom
 - Zaštita od požara
 - Zaštita od vode i prašine
 - Zaštita od atmosferskog pražnjenja
 - Ostale zaštitne mjere
- l) Specifikacija materijala i opreme.
- m) Rekapitulacija troškova.
- n) Poseban prilog mjera zaštite od opasnog djelovanja električne struje.

U projektnim rješenjima koja obrađuju prostore ugrožene eksplozivnim atmosferama većina od navedenih poglavlja moraju poštivati zahtjeve date u Elaboratu klasifikacije prostora. Isto nameću činjenice da je u datim prostorima dozvoljeno korištenje

uređaja i opreme sa pratećim instalacijama koji ne smiju biti uzročnici paljenja te samim tim moraju odgovarati mjestu ugradnje odnosno pratećim zonama opasnosti.

Određivanje opasnog prostora i klasifikacija zona opasnosti, kao što smo već naveli, je složen postupak koji zahtijeva angažovanje stručnih i osposobljenih kadrova različitih struka. Pozivajući se na iskustva bivše S Komisije, po kojima je za projektna rješenja koja obrađuju ovu problematiku bilo neophodno pribaviti od ovog stručnog tijela Stručno mišljenje o primijenjenim zaštitnim mjerama, smo stava da ovu činjenicu treba obavezati.

Od strane naše Ex-Komisije, nažalost nije bilo angažovanja po ovom pitanju, a što se kasnije negativno reflektovalo te je kroz primjedbe i nedostatke dokumentovano u pratećim Certifikatima i Stručnim mišljenjima.

3. KLASIFKACIJA UGROŽENOG PROSTORA

Važeća regulativa kao i prateći standardi, za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom, nalažu analizu ugroženog prostora odnosno njegovu klasifikacija na zone opasnosti. Te zone su definisane kao "0", "1" i "2" (za zapaljive plinove, pare i maglice), odnosno "20", "21" i "22" (za zapaljive prašine–čvrste čestice manje od 500 µm te vlakna i pahulje u zraku). U skladu sa njihovom definicijom provodi se odgovarajuća zaštita neelektrične opreme te električnih postrojenja, uređaja i instalacija kako bi se spriječilo da oni budu uzročnici paljenja eksplozivne atmosfere.

Izrada projektnog rješenja u prostorima koji su ugroženi eksplozivnom atmosferom je bazirana na klasifikaciji datih prostora. Pomenuta klasifikacija se obrađuje u posebnom poglavlju, Elaboratu zona opasnosti kojim se obrađuju sljedeća poglavlja:

- a) Uvod.
- b) Metodologija određivanja opasnog prostora, zona opasnosti i izbor opreme sa pratećim zaštitnim mjerama u sklopu kojih ulaze:
 - Svrha i postupak klasifikacije prostora.
 - Izbor električne i neelektrične opreme u zonama opasnosti.
 - Izbor električnih zaštita u zonama opasnosti.
- c) Analiza, proračuni i određivanje zona opasnosti.
- d) Zahtjevi za električnu i neelektričnu opremu namijenjenu za upotrebu u zonama opasnosti.
- e) Zaključak.
- f) Propisi i literature korišteni prilikom izrade Elaborata.
- g) Grafički prilozi.

Ovim radom ćemo prezentirati dijelove iz osnovnih poglavlja koji većinom nisu bili obrađivani u sklopu Elaborata o zonama opasnosti koji su bili predmet pregleda od strane Ex-Komisije BiH.

3.1 Klasifikacija prostora ugroženih eksplozivnim plinovima

Postupak određivanja zona opasnosti za prostore ugrožene zapaljivim plinovima, parama i maglicama zapaljivih tečnosti se bazira na dokumentaciji korisnika obrađenoj na sljedećim osnovama:

- Standarda, posebno BAS EN 60079-10-1,
- Pravilnika,
- Iskustava te analiza protokola i proračuna vezanih za različite discipline (napr. procesnu tehniku, fiziku, hemiju i sl.),

- Proračuna rasprostiranja zona opasnosti. Proračun bazira na metodologiji tretiranoj u važećim standardima te literaturi iz ove oblasti kao i iskustvenim podacima i
- Konačnog usvajanja zona opasnosti po vrstama i prostornom rasporedu (širina, dužina, visina odnosno zapremina).

Postupak klasifikacije prostora mora biti jasan i odgovarajuće dokumentovan te treba da posebno obradi:

- Opis tehnološkog procesa sa pratećim dijagramima toka procesa,
- Podatke o procesnoj opremi i sistemima koji mogu ispuštati zapaljive supstance,
- Definisane liste zapaljivih supstanci sa njihovim osnovnim fizikalno-hemijskim karakteristikama koji su značajni gledajući sa aspekta protiveksplozijske zaštite (Molekularna masa, Relativna gustoća (20⁰C) (Zrak=1), Vrelište (⁰C), Granice eksplozivnosti (vol%), Temperatura paljenja (⁰C), Plamište, Grupa plinova i Temperaturni razred), koji se daju tabelarno,
- Određivanja izvora opasnosti. Istim se razmatra slučaj normalnog rada postrojenja tj. rada unutar projektom predviđenih parametara što znači da se isključuju slučajevi nenormalnih pogonskih stanja (naprimjer pucanje procesne opreme),
- Opis sistema ventilacije s osvrtom na raspoloživost (dobra, osrednja ili loša) i broj izmjena zraka u jedinici vremena,
- Ocjenu stepena ventilacije (jaka, srednja ili slaba),
- Analiza uticaja otvora oko kojih se mogu širiti zone opasnosti i
- Pripadajuće proračune.

Razvijeni postupak omogućuje određivanje zona opasnosti pomoću:

- Procjene najmanje jačine ventilacije potrebne da se spriječi znatnije stvaranje eksplozivne atmosfere i upotreba te procjene za proračun zamišljene zapremine V_z koja uz procijenjeno vrijeme raspršivanja t , omogućuje određivanje stepena veličine ugroženog prostora i
- Određivanje vrste zone iz stepena i raspoloživosti ventilacije te stepena ispuštanja.

Određivanje prostornog razmještaja zona opasnosti se vrši korištenjem sljedećih obrazaca:

a) Proračun pretpostavljene (kontaminirane) zapremine V_z

Teorijska najmanja jačina ventilacije potrebna za razrijeđivanje posmatranog ispuštanja zapaljive materije na željenu koncentraciju ispod donje granice eksplozivnosti može se izračunati pomoću formule:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max} \cdot T}{k \cdot DGE \cdot 293}$$

gdje je:

$(dV/dt)_{\min}$ - najniži zapreminski protok svježeg vazduha (m³/s)

$(dG/dt)_{\max}$ - najveća količina ispuštanja uz izvor (kg/s)

DGE- donja granica eksplozivnosti (kg/m³)

T- temperatura okoline (Kelvin)

k- faktor sigurnosti primijenjen na DGE; uobičajeno je:

k = 0,25 (trajni i primarni izvori) i

k = 0,5 (sekundarni izvori).

Donja granica eksplozivnosti se daje najčešće u volumenskim procentima, pa je potrebno izvršiti preračunavanje po slijedećem obrazcu:

$$DGE \text{ (kg/m}^3\text{)} = 0,416 \cdot 10^{-3} \cdot M \cdot DGE \text{ (vol \%)}$$

gdje je :

M - molekularna masa (kg/kmol)

Uz zadani broj izmjena vazduha u jedinici vremena-C, u ovisnosti o opštoj ventilaciji prostora, pretpostavljena zapremina V_z potencijalno eksplozivne atmosfere oko izvora ispuštanja može se procijeniti pomoću ove formule:

$$V_z = \frac{(dV / dt)_{\min}}{C}$$

gdje je :

C = broj izmjena svježeg vazduha u jedinici vremena (s^{-1})

Data formula bi vrijedila za trenutno i ravnomjerno miješanje uz izvor ispuštanja i za idealne uslove protoka svježeg vazduha. U stvarnosti takve idealne situacije općenito ne postoje, npr. zbog mogućih zapreka protoku vazduha, čije su posljedice slabo ventilirani dijelovi prostora. Tako je stvarna izmjena vazduha uz izvor ispuštanja niža od broja C datog gornjom formulom, što dovodi do veće zapremine V_z . Uvođenjem dodatnog korekcijskog faktora f (faktor kvaliteta) u ovu formulu dobiva se:

$$V_z = \frac{f \cdot (dV / dt)_{\min}}{C}$$

gdje je :

f = mjera efikasnosti ventilacije s obzirom na njenu sposobnost razrjeđivanja eksplozivne atmosfere, u rasponu od f = 1 (idealno stanje) do, uobičajeno, f = 5 (zapriječeni protok vazduha).

Zapremina V_z predstavlja zapreminu u kojoj je prosječna koncentracija zapaljivog plina ili pare 0,25 · DGE ili 0,5 · DGE, ovisno o vrijednosti faktora sigurnosti. To znači da je na rubovima procijenjene zamišljene zapremine koncentracija plina ili pare znatno ispod DGE, tj. zamišljena zapremina s koncentracijom iznad DGE manja je od V_z .

Vrijednosti parametra C zavise od vrste prostora, a za zatvorene prostore iznose:

- Za prostore koji imaju vrata i zatvorene prozore: $C = 2 \text{ h}^{-1}$, odnosno $0,55 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
 - Za ventilirane prostore preko posebnih otvora: $2 \text{ s}^{-1} < C < 5 \text{ h}^{-1}$, što odgovara $0,55 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1} < C < 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
 - Za prisilno ventiliran prostor $C \geq 5 \text{ h}^{-1}$, što odgovara $C \geq 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
 - Za poluotvorene prostore $C \geq 12 \text{ h}^{-1}$, što odgovara $C \geq 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
- Za otvorene prostore $C \geq 100 \text{ h}^{-1}$, što odgovara $C \geq 0,03 \text{ s}^{-1}$

b) Procjena vremena trajanja t

Vrijeme trajanja t potrebno da prosječna koncentracija padne s početne vrijednosti X_0 na DGE x k nakon završetka ispuštanja može se procijeniti pomoću:

$$t = -\frac{f}{C} \ln \frac{DGE \cdot k}{X_0}$$

gdje je :

X_0 -početna koncentracija zapaljive materije, mjerena u istim jedinicama kao i DGE, tj. zapreminski udio u % ili kg/m^3 . Negdje u eksplozivnoj atmosferi koncentracija zapaljive materije može biti 100% zapremine (općenito samo neposredno u blizini izvora ispuštanja).

Međutim, za proračun t odgovarajuća vrijednost X_0 ovisi o pojedinačnom slučaju, uzimajući u obzir među ostalim ugroženu zapreminu kao i učestalost i trajanje ispusta; za najčešće praktične slučajeve razumno je uzeti koncentraciju iznad DGE za X_0 .

C- broj izmjena vazduha/jedinica vremena; t je u istim jedinicama kao i C, tj. ako je C broj izmjena vazduha/s, tada će i vrijeme t biti izraženo u sekundama.

f- faktor koji uzima u obzir nesavršeno miješanje. On je u granicama od 5 za prirodnu ventilaciju, gdje vazduh ulazi kroz pukotine i samo je jedan ispust, do 1, tamo gdje vazduh ulazi kroz rupičasti strop i mnogobrojne izlaze.

ln - prirodni logaritam, tj. $2,303 \cdot \log_{10}$

k - faktor sigurnosti u odnosu na DGE

Proračun uticajnih parametara na rasprostiranje zona opasnosti sa veličinama koje na iste utiču je potrebno obraditi shodno metodologiji te prezentirati u obliku tabele broj: 2.

Klasifikacija ugroženog prostora u području izvora opasnosti: Tabela broj: 2.

MEDIJ	**	
STEPEN IZVORA OPASNOSTI	Trajni	
	Primarni	
	Sekundarni	
BROJ VOLUMENSKIH IZMJENA	C (h^{-1} , što odgovara s^{-1})	
KVALITET VENTILACIJE	f	
KOEFIČIJENT SIGURNOSTI KONTAMINACIJE	Trajni	$k \leq 0,25$ dge
	Primarni	$k \leq 0,25$ dge
	Sekundarni	$k \leq 0,5$ dge
DONJA GRANICA EKSPLOZIVNOSTI	**% odnosno ** (kg/m^3)	
GUSTOĆA (u odnosu na zrak=1)	0,55	
TEMPERATURA OKOLINE	$T = 293 \text{ } ^\circ\text{K}$	
KAPACITET ISPUŠTANJA	Primarni	** (kg/s)
	Sekundarni	** (kg/s)
HIPOTETSKI VOLUMEN	Zona "0"	$V_z = ** (\text{m}^3), t = ** (\text{sec})$
	Zona "1"	$V_z = ** (\text{m}^3), t = ** (\text{sec})$
	Zona "2"	$V_z = ** (\text{m}^3), t = ** (\text{sec})$
PROSTORNI RAZMJESTAJ ZONA OPASNOSTI (Prilozi broj: *)	Zona "0"	$V_z = ** (\text{m}^3), t = ** (\text{sec})$
	Zona "1"	$V_z = ** (\text{m}^3), t = ** (\text{sec})$
	Zona "2"	$V_z = ** (\text{m}^3), t = ** (\text{sec})$

Nakon datih analiza i proračuna neophodno je, shodno tabeli broj: 3 dati konačnu klasifikaciju ugroženog prostora u području izvora opasnosti koji se očekuju u kompletnom postrojenju korisnika.

Tabela broj: 3

Klasifikacija ugroženog prostora u području izvora opasnosti koji se očekuju u prostoru xx Korisnika:
Postrojenje proces: xl

Redni broj	Izvor ispuštanja		Karakteristike zapaljivog medija				Ventilacija				Ugroženi prostor			Napomena	
	Vrsta	Lokacija	Stepen ispuštanja ¹	Izvor ²	Radna temperatura i pritisak		Vrsta ³	Stepen	Raspoloživost	Vrsta zone	Rasprostranjenje zone (m)		Crtež		
					°C	kPa					Visina	Širina			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. PRVA LOKACIJA IZVORA y1															
1.1	Isparavanje, grejka u procesu ili sl.	Mikro lokacija 1.	T/P/S	**	Okolina	Okolina	T/P	N	SRV	Oređaj	"1"	4,5	2,5	**	Opis rasprostranja zone po datoj dužini po horizontali i vertikali.
1.2	Isparavanje	Mikro lokacija 2.	P/S	**	Okolina	Okolina	T	N	SLV	Loša	"1"			**	Uuutrašnjost **
1.3	Isparavanje	Mikro lokacija 3.	S	**	Okolina	Okolina	T	N	SRV	Oređaj	"2"	3,0; 7,0 i 7,5	5,0	**	Opis rasprostranja zona po datoj dužini po horizontali i vertikali.
2. DRUGA LOKACIJA IZVORA y2															
LEGENDA															
Stepen ispuštanja	1) Stepene ispuštanja T- Trajni P- Primarni S- Sekundarni														
Stepen ventilacije	2) Broj naveden u popisa medijs-supstanci														
Raspoloživost ventilacije	3) P-Plin T-Teknost														
4) N- Prirodna P- Prizna															
T- Trajni izvori opasnosti trajno sadrže ili ispuštaju zapaljivi medij u okolni prostor vrlo učestalo ili duže vrijeme P- Primarni izvori opasnosti istovremeno kod normalnog rada sadrže ili ispuštaju zapaljivi medij u okolini. Pojavljuju se ne baš rijetko, a trajanje im nije kratkotrajno. S- Sekundarni izvori opasnosti samo kod nenormalnih okolnosti tj. u slučaju kvara na napravi ili zbog nepravilnog vođenja tehnološkog procesa, ispuštaju zapaljivi medij u okolni prostor JAV- Jaka ventilacija. Može gotovo trenutno smanjiti koncentraciju uz izvor ispuštanja i dovesti do ispod donje granice eksplozivnosti. SRV- Srednja ventilacija. Može upravljati koncentracijom, i dovesti do postojanog stanja, u kojem je koncentracija izvan granica zone ispod donje granice eksplozivnosti. SLV- Slaba ventilacija. Ne može upravljati koncentracijom dok je ispuštanje u toku, te ne može sprečiti nepoželjno zahtjevanje eksplozivne snijese nakon prestanka ispuštanja. DOBRA - ventilacija postoji gotovo trajno OSREDNJA - očekuje se da ventilacija postoji samo za vrijeme normalnog rada. Dopuštene su prekladi pod uslovom da su rijetki i da traju kratko LOŠA - ventilacija koja ne ispunjava zahtjeve za DOBRU ili OSREDNJU, a prekladi se ne očekuju u dužem vremenu.															

3.2 Klasifikacija prostora ugroženih opasnom prašinom

U tehnološkim procesima gdje se očekuju zapaljive i eksplozivne prašine se takođe nameće izrada Elaborat o zonama opasnosti. Opravdanost njegove izrade leži u činjenici da pojavu eksplozivne atmosfere osim zapaljivih plinova, para i maglica, mogu uzrokovati i zapaljive prašine (čvrste čestice manje od 500 μm) te vlakna i pahulje u zraku.

Dokumentacija s klasifikacijom ovih prostora mora sadržavati tehnološki opis postrojenja što najčešće uključuje i dijagrame toka obavljanja tehnološkog procesa.

Sama obrada je bazirana na:

- Standardima, posebno BAS EN 60079-10-2,
- Pravilnicima i
- Iskustavima, analizama i karakteristikama zapaljivih prašina potkrijepljenim ispitnim izvještajima.

Data prašina u određenim uslovima može eksplodirati.

Za nastanak eksplozije mora biti ispunjeno pet uslova, u literaturi poznat kao peterougao eksplozije prašine.

Dakle, eksplozija prašine nastupa u prostoru s dovoljno kiseonika, kada oblak čestica zapaljive materije s koncentracijom jednakom ili većom od donje granice eksplozivnosti dođe u dodir s uzročnikom paljenja. Izostanak bilo kojega uslova znači sprečavanje paljenja eksplozivne atmosfere.

Zapaljive se prašine mogu upaliti tinjanjem sloja (nastanak požara) ili oblaka raspršene prašine u zraku (nastanak eksplozije) te navedene opasnosti treba razmatrati odvojeno. Osim toga, sloj zapaljive prašine predstavlja i mogući izvor ispuštanja u smislu nastanka oblaka prašine i pojave posebno razorne tzv. sekundarne eksplozije, kao i potencijalni uzročnik paljenja. Kod provedbe postupka klasifikacije prostora neophodno je razumijevanje svojstava zapaljivih prašina koje se koriste u tehnološkom procesu promatranih postrojenja. Odluka o potrebi klasifikacije prostora ovisi o tome je li prašina zapaljiva ili ne, odnosno o njezinu svojstvu eksplozivnosti.

Eksplozivnost prašine je povezana sa s granulacijom i njenom vlažnošću. Prema eksplozivnosti prašine su podijeljene u tri klase, date u tabeli broj: 4, a s obzirom na iznos koeficijenta K_{st} (bar·m/sec).

Podjela prašina prema eksplozivnosti

Tabela broj: 4.

Klasa eksplozivnosti prašine	K_{st} (bar·m/sec)	Karakteristike
St 0	0	Nema eksplozije
St 1	> 0 do 200	Slaba eksplozija
St 2	> 200 do 300	Jaka eksplozija
St 3	> 300	Vrlo jaka eksplozija

Vrijednost ovog koeficijenta se određuje korištenjem obrazca:

$(dp/dt)_{\max} \cdot V^{1/3} = \text{konst} = K_{st}$ (bar·m/sec), gdje je:

- $(dp/dt)_{\max}$ – najviša brzina porasta pritiska eksplozije (bar/sec)
- V – volumen ispitne posude (m^3)

Pritisak eksplozije se vremenski mijenja.

Klasifikacija prostora je obvezna za prašine koje pripadaju klasama St 1, St 2 i St 3. Kada prilikom ispitivanja ne dolazi do paljenja oblaka prašine u zraku (za prašine koje

pripadaju klasi St 0), iako se slojevi nataložene prašine mogu upaliti, nije neophodno provoditi klasifikaciju prostora sa aspekta opasnosti od eksplozije.

Osim pomenutih parametara, u konceptu klasifikacije prostora ugroženim opasnom prašinom, a samim tim i izborom pratećih zaštitnih mjera, neophodno je poznavanje i svojstava prašine kojima se definišu uslovi paljenja odnosno eksplozije oblaka prašine, a to su:

- Najniža temperatura paljenja (MIT),
- Najniža temperatura paljenja sloja prašine (LIT),
- Minimalna energija paljenja uzvratne prašine (MIE),
- Donja granica eksplozivnosti (DGE),
- Najveća koncentracija kiseonika pri kojoj prašina može formirati eksplozivnu atmosferu (LOC) i
- Specifični otpor prašine.

Uslovi za eksploziju prašina su vidljivi u već pomenutom peterougau eksplozije prašine na bazi kojeg se može dobiti najočitiji način da se onemogući nastajanje eksplozije prašine, a to je sprečavanje "zatvaranja" peterougla što se može postići na sljedeće načine:

- a) Efektivno mijenjanje procesa,
- b) Ograničavanje koncentracije zapaljive prašine,
- c) Potpuno uklanjanje ili smanjenje prisutnosti uzročnika paljenja,
- d) Inertiziranje.

Postupak klasifikacije prostora uzima u obzir i primarne mjere protiveksplozijske zaštite – mjere koje se preduzimaju kako bi se vjerovatnost pojave eksplozivne atmosfere, kao i njezino rasprostiranje, smanjilo ili u najboljem slučaju potpuno izbjeglo, a što kod zapaljivih prašina podrazumijeva:

- efikasno čišćenje nataložene prašine,
- vlaženje,
- pomenutu inertizaciju,
- lokalnu odsisnu ventilaciju,
- korištenje krupnijih čestica (krupnija granulacija),
- hermetičnost opreme,
- relativni podpritisak u opremi u odnosu na okolinu i dr.

Postupak određivanja zona opasnosti se svodi na sljedeće:

- Identifikaciji karakteristika materijala (eksplozijske karakteristike, veličina čestica, sadržaj vlage, vrsti vlažnosti – prirodna ili posebna, temperatura paljenja oblaka prašine, temperatura tinjanja nataloženog sloja, električna otpornost zapaljive prašine i energija paljenja oblaka prašine)
- Identifikaciji prostora s prašinom i samih izvora ispuštanja prašine,
- Određivanju vjerovatnosti pojave ispuštanja iz tih izvora i time vjerovatnosti smjese prašine i zraka u raznim dijelovima instalacija i
- Identifikaciji mogućnosti stvaranja potencijalno opasnih slojeva prašine.

Na osnovu vjerovatnosti stvaranja potencijalno eksplozivnih smjesa prašine i zraka i potencijalno opasnih slojeva nataložene prašine, prostori se klasificiraju na sljedeće zone:

- zona „20”
- zona „21” i
- zona „21”

Postupak klasifikacije počinje identifikacijom izvora ispuštanja. Općenito je potrebno identifikovati uslove u kojima prerađivačka oprema, stepeni postupka ili druge akcije koje se mogu očekivati u postrojenjima, mogu formirati eksplozivne smjese prašine i zraka ili stvoriti zapaljive slojeve nataložene prašine.

Potrebno je odvojeno razmotriti unutrašnjost i okolni prostor zatvorenog prostora sa prašinom. Unutar sistema zatvorenog prostora nema ispuštanja prašine ali se mogu stvoriti oblaci prašine.

Temeljni parametri klasifikacije su:

- Učestalost i trajanje oblaka,
- Mogućnost taloženja,
- Istovremenost i jedne i druge pojave (naprimjer u zatvorenim procesnim postrojenjima).

Izvori zapaljivih prašina su mjesta njihovog nastanka, a u nekim slučajevima i mjesta ispuštanja istih u prostor. Shodno učestalosti nastajanja i trajanju oblaka uzvitlane prašine razlikujemo tri izvora zaprašivanja trajni (TIZ), primarni (PIZ) i sekundarni (SIZ).

Sukladno debljini sloja, prašine razlikujemo kao izvore zaprašivanja i to:

- Nekontrolisane debljine slojeva TIZ,
- Kontrolisane debljine slojeva veće od 1 mm ali ne preko dopuštene TIZ/PIZ, (Prema označenoj temperaturi na opremi), uz mogućnost uzvitlavanja PIZ,
- Nataložene slojeve debljine do 1 mm uz mogućnost uzvitlavanja, i veće od 1 mm, ali kontrolisane, ako uzvitlavanje nije za očekivati u normalnom radu SIZ.

Takođe treba uzeti u obzir prostor izvan zatvorenog prostora prašine. Mnogi faktori mogu uticati na klasifikaciju prostora kao što su:

- atmosferski pritisak (nadpritisak može otpuhati prašinu izvan opreme),
- način vođenja vodova, gdje fleksibilni vodovi više postaju izvorima ispuštanja,
- brzina transporta,
- način izvlačenja prašine,
- visina pada prašine,
- veličina čestica i sadržaj vlage i sl.

U unutrašnjosti zatvorenog prostora gdje se prašnjavi proizvodi pohranjuju, obrađuju ili prerađuju, često se ne mogu spriječiti nekontrolisano debeli slojevi prašine jer su dio tog postupka. Izvan tog prostora je moguća kontrola na prihvatljivom nivou. Upravo odabrani nivo utiče na izbor opreme koja će se instalirati u tom prostoru. Prihvatljiv nivo ovisi, između ostalog, o karakteristikama prašine i temperaturi površine opreme.

Eksplוזija zapaljive prašine ima drugačija svojstva od eksplozije plina i često uzrokuje razornije posljedice. Pri paljenju smjese plina i zraka u granicama eksplozivnosti dolazi do ekspanzije eksplozivnog oblaka što izaziva pad koncentracije plina u smjesi ispod potrebne za gorenje. Ako nema dodatnog dovoda zapaljivog plina, eksplozija je završena u nekoliko milisekundi.

Primarna eksplozija zapaljive prašine nastupa u slučaju paljenja oblaka prašine unutar proizvodne opreme ili izvora emisije, ili jednostavnim stvaranjem oblaka prašine usljed strujanja zraka. Ova primarna eksplozija obično nije jako razorna, ali udarni val koji on proizvede uskovitla prašinu nataloženu u objektu (na podu, ostaloj opremi, konstrukciji zgrade, krovnim nosačima i ostalim mjestima gdje se taložila). Novostvoreni oblaci prašine uzrokuju lančanu reakciju koja se može proširiti po čitavoj zgradi odnosno postrojenju. To je tzv. sekundarna eksplozija koja je mnogo razornija i po tradiciji ima za posljedicu unesrećenje zaposlenih i razaranja angažovanih postrojenja.

U cilju smanjenja opasnosti od eksplozije prašine potrebno je preduzeti sljedeće tehničko-tehnološke mjere:

- prepoznavanje i stepenovanje mogućih izvora ispuštanja zapaljive prašine,
- poznavanje uslova u kojima zapaljive prašine stvaraju eksplozivnu atmosferu i
- definisanje mogućih uzročnika paljenja eksplozivne atmosfere.

Osim toga u sklopu datog koncepta se mogu uključiti i sljedeće tehničko-tehnološke i organizacione mjere:

- otklanjanje izvora ispuštanja odnosno smanjenje ispuštanja iz izvora na prihvatljivu mjeru,
- analiza i otklanjanje mogućih uzročnika paljenja,
- redovan nadzor stanja tehnološke opreme i ugroženog prostora,
- održavanje ispravnosti tehnološke opreme s posebnim naglaskom na suvišno ispuštanje zapaljivih materija u prostor i moguće uzročnike paljenja eksplozivne atmosfere,
- održavanje čistoće opreme i prostora u cilju sprečavanja taloženja zapaljive prašine i
- dokumentovanje opasnih radnih postupaka te njihove pripreme i načina izvođenja.

U slučajevima gdje nije moguće otkloniti eksplozivnu atmosferu potrebno je tehničkim rješenjima i ugradnjom odgovarajuće opreme minimizirati posljedice moguće eksplozije na sigurnost i zdravlje radnika te umanjiti moguća oštećenja i ekonomske posljedice koje takva eksplozija može izazvati u proizvodnom pogonu.

Postupak klasifikacije prostora po prašini (kao i po plinovima) rezultira grafičkim prikazima postrojenja na kojima se prikazuje razmještaj tehnološke opreme i instalacija bitnih na sam postupak, sa ucrtanim zonama opasnosti. Prikazi trebaju sadržavati tlocrte svih nivoa postrojenja kao i presjeke na kojima se vidi rasprostiranje analiziranih zona opasnosti.

U postupku klasifikacije prostora ovim načelima se mora pokloniti najveća pažnja. Kad je postrojenje jednom klasificirano i izrađena potrebna dokumentacija, važno je da ne dođe do kakve promjene na opremi ili radnim postupcima bez dogovora sa odgovornima za klasifikaciju prostora. Neovlašteni zahvati mogu klasifikaciju prostora učiniti nevažećom.

Korisnik opreme treba voditi računa o datoj činjenici te kod ugradnje nove opreme treba konstrukcijom, pogonom i njenim smještajem osigurati da se, čak i u nenormalnim uslovima rada, količina zapaljive materije ispuštene u atmosferu svede na najmanju moguću mjeru kako bi se smanjio opseg ugroženoga prostora.

Treba osigurati da sva oprema koja utiče na klasifikaciju prostora koja je bila podvrgnuta zahvatima održavanja bude tokom i poslije instaliranja pažljivo provjerena kako bi se održala cjelovitost izvorne konstrukcije prije ponovne upotrebe.

3.3 Zahtjevi za instaliranu opremu

Sva električne i neelektrična oprema kao i prateće instalacije koja se planira instalirati u tehnološkom procesu mora biti projektovana, izvedena i održavana u skladu s važećim propisima, pravilnicima i standardima. Data oprema u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom mora odgovarati gledajući s aspekta grupe plinova i temperaturnog razreda, te ostalim zahtjevima vezanim za prateće sisteme zaštite.

Imajući navedeno u vidu, za predmetnu opremu i instalacije se nameće provođenje zaštitnih mjera u cilju izbjegavanja izvora paljenja (ovisno o zoni opasnosti) u:

- u normalnom radu;
- u slučaju očekivanih kvarova;
- u slučaju rijetkih nedostataka ili greški.

U ovom poglavlju ćemo dati kriterijume za izbor električne opreme kao i pratećih sistema zaštite koji će biti aktuelni ukoliko korisnik bude imao potrebu za njenom ugradnjom.

3.3.1 Zahtjevi za električnu opremu namijenjenu za upotrebu u zonama opasnosti

Protiveksplozijska zaštita električnih uređaja se izvodi na bazi slijedeća četiri principa:

- princip ograničavanja moguće eksplozije u zatvorenom kućištu,
- princip smanjenja energije strujnog kruga,
- princip izolacije od eksplozivne atmosfere i
- principi posebnih mjera zaštite.

Na bazi prvog principa je razvijena vrsta protiveksplozijske zaštite **neprodorni oklop**.

Kod izvedbe protiveksplozivno zaštićenih uređaja po principu smanjenja energije strujnog kruga razvila se zaštita **samosigurnost**.

Protiveksplozijska zaštita izvedena po principu izolacije od eksplozivne atmosfere se sastoji u tome da se električni uređaj, koji može da upali eksplozivnu atmosferu, od nje fizički odvoji te da sa njom nema kontakta. Na bazi ovog principa izvode se sljedeće vrste protiveksplozijske zaštite: **punjenje čvrstim supstancama, punjenje tečnostima, nadpritisak i punjenje pijeskom**.

Osim navedenih načina izvedbe protiveksplozivne zaštite aktuelna je i izvedba **povećana sigurnost**. Ova zaštita je zasnovana na principu posebnih mjera zaštite.

U zonama opasnosti se može koristiti oprema koja istim odgovara. Ona mora biti certificirana, održavana od strane stručno osposobljenih lica, te spojena na prateću instalaciju sa propisno odabranim sistemima zaštite.

U tabeli broj: 5 su dati zahtjevi za protiveksplozijsku zaštitu opreme prema zonama opasnosti.

Zahtjevi za protiveksplozijsku zaštitu opreme u zonama "0", "1" i "2"/"20", "21" i "22": Tabela br. 5

Zona opasnosti	Zona "0"/"20"	Zona "1"/"21"	Zona "2"/"22"
Nivo zaštite uređaja (EPL)	Ga/Da	Ga ili Gb/Da ili Db	Ga ili Gb ili Gc/ Da ili Db ili Dc
Kategorija opreme	1G /1D	1G ili 2G/1D ili 2D	1G ili 2G ili 3G/ 1D ili 2D ili 3D

Kod izbora protiveksplozijske zaštite opreme treba voditi računa i da je ona prikladna za upotrebu s obzirom na grupu plinova/para ili prašina odnosno da odgovara zahtjevima datim u tabeli broj: 6.

Zahtjevi za protiveksplozijsku zaštitu opreme prema grupi zapaljivih medija: Tabela broj: 6.

Grupa plinova/para ili prašina u prostoru	Dopuštena grupa opreme
IIA	II, IIA, IIB ili IIC
IIB	II, IIB ili IIC
IIC	II ili IIC
IIIA	IIIA, IIIB ili IIIC
IIIB	IIIB ili IIIC
IIIC	IIIC

Protiveksplozijski zaštićena oprema namijenjena za upotrebu u prostorima ugroženim plinovima ili parama zapaljivih tečnosti se označava i vrijednostima najveće temperature površine, odnosno temperaturnim razredom shodno tabeli broj: 7.

Zahtjevi za protiveksplozijsku zaštitu opreme prema temperaturnom razredu: Tabela broj: 7.

Temperaturni razred zahtijevan klasifikacijom prostora	Temperatura paljenja plina ili pare (°C)	Dozvoljeni temperaturni razred opreme
T1	>450	T1 – T6
T2	>300 i ≤450	T2 – T6
T3	>200 i ≤300	T3 – T6
T4	>135 i ≤200	T4 – T6
T5	>100 i ≤135	T5 – T6
T6	>85 i ≤100	T6

U cilju izbora sigurne električne opreme i pratećih instalacija u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom prašine moraju se poznavati njezini sljedeći parametri:

- Temperatura tinjanja nataloženog sloja prašine, (u Evropi se koriste podaci za temperaturu tinjanja sloja prašine debelog 5 mm, dok se u Sjevernoj Americi razmatra temperatura tinjanja sloja debelog 12,5 mm).
- Temperatura paljenja uzvitlanog oblaka prašine.
- Minimalna energija paljenja smjese (uzvitlane) prašine sa zrakom.
- Granice eksplozivnosti smjesa zapaljivih prašina sa zrakom, s posebnim akcentom na donju granicu, čije se tipične vrijednosti kreću od 20 do 60 g/m³.
- Električna vodljivost. (Ovaj parametar ima naročit uticaj u slučaju vodljive prašine, koja može povećati mogućnost kvarova u električnim uređajima i tako uticati na njihovu sposobnost da postanu uzročnikom paljenja).

Za električne uređaje je važno da li je prašina vodljiva ili nevodljiva. Vodljive prašine dovode u uređajima do spoja dijelova koji su na različitom potencijalu, a samim tim do proboja koji može biti uzročnik paljenja. U ovakvim slučajevima uređaji se moraju u potpunosti zaštititi od ulaska prašine (IP65).

Imajući navedeno u vidu izvedba električnih uređaja se zasniva na sljedećim principima:

- Oblik kućišta električnog uređaja mora biti takav da onemogući taloženje prašine ili takav da se sa njega prašina može jednostavno odstraniti.
- Zaštitom kućišta od ulaska zapaljive prašine (mehanička IP zaštita).
- Ograničavanjem zagrijavanja površine električnog uređaja na $\leq 2/3T$ paljenja odnosno $\leq T_{\text{tinjanja}} - 75^{\circ}\text{C}$ (što je niže).
- Ograničenjem energije električne iskre na $E \leq E_{\text{paljenja}}$.

Novi principi protiveksplozijske zaštite za uređaje namijenjene za upotrebu u prostorima ugroženim eksplozivnom prašinom su:

- **“tD”- zaštita kućištem** sa dvije tehnike zaštite, praksa “A” koja se bazira na IP zaštiti i temperaturi tinjanja nataloženog sloja prašine 5 mm (evropska norma) odnosno praksa “B” čija je osnova na kvaliteti sastava kućišta i temperaturi tinjanja nataloženog sloja prašine 12,5 mm (praksa u SAD i Kanadi). U oba slučaja površinska temperatura kućišta uređaja mora biti manja od 2/3 temperature paljenja uzvitlanog oblaka prašine te za praksu “A” manja za 75⁰C od temperature paljenja sloja 5 mm odnosno za praksu “B” manja za 25⁰C od temperature paljenja sloja 12,5 mm.
- **“iD” – samosigurnost** (ograničenje energije i ograničenje temperature površine dijelova izloženih dodiru sa zapaljivom prašinom) i to dva nivoa zaštite “iaD” i “ibD”,

- “mD” – **zalijevanje** (zalijevanje potencijalnog električnog uzročnika paljenja kompaktnom masom). Predviđaju se takođe dva nivoa zaštite “maD” – vrlo visoki nivo i “mbD” – visoki nivo i
- “pD”- **zaštita nadpritiskom** koja slijedi logiku primijenjenu za eksplozivne plinove, osim što nema predventilacije u startnim uslovima i nakon otkazivanja nadpritiska već čišćenje i odstranjivanje prašine prije uključenja električne energije.

Imajući navedeno u vidu vrste zaštite uređaja u pojedinim zonama opasnosti od prašine su prezenirane u tabeli broj: 8.

Vrste protiveksplzijske zaštite u zonama opasnosti od prašine:

Tabela broj: 8.

OPŠTA OZNAKA	PRINCIP ZAŠTITE	NAZIV VRSTE ZAŠTITE UREĐAJA	OZNAKA ZA KATEGORIJU ZAŠTITE-UPOTREBA U ZONI OPASNOSTI			NAJVIŠA TEMPERATURA	
			1D/20	2D/21	3D/22		
Ex	Zatvaranjem u kućište	Kućištem tip: A	tD A20 IP65	tD A21 IP65	tD A22 IP65	260 °C	
		Kućištem tip: B	tD B20	tD B21	tD B22	T °C(*)	
	Ograničenje temperature	Samosigurnost “iaD”	iaD 20			T °C(**)	
				iaD 21		T °C(**)	
	Odvajanje uzročnika	Nadpritisk “pD”		pD 20			260 °C
					pD 21		260 °C
					pD 22	260 °C	
IP	Kućištem	Mehanička	IP65	IP65	IP54		

1. Dopusštena temperatura zagrijavanja površine uređaja za kategoriju A je dobijena iz relacije:

$$T_{\max} = \frac{2 \cdot T_v}{3} = \frac{2 \cdot 390}{3} = 260 \text{ °C}$$

(*) – Za kategoriju B dopuštena temperatura se računa s obzirom na debljinu sloja nataložene prašine od 12,5 mm

(**) – Pridruženi uređaju [iaD] i [ibD] nemaju ograničenje zagrijavanja jer su namijenjeni za ugradnju u neugroženi prostor.

2. Svi uređaji u zonama „21” i „22” se moraju obezbijediti da ne dođe do njihovog zatrpavanja ili stvaranja debljih naslaga prašine čime se sprečavaju njihova dodatna zagrijavanja. Ukoliko to nije moguće, odnosno očekuju se deblji slojevi prašine na uređajima nameće se potreba da se snaga istih smanji.

3.3.2 Izbor električnih zaštita u zonama opasnosti

3.3.2.1 Izbor sistema mreža odnosno zaštite od indirektnog dodira dijelova pod naponom

Podobnost poznatih sistema mreža prema zonama opasnosti ćemo dobiti poređenjem napona greške sa veličinom napona mogućeg izročnika paljenja, gdje se ovaj drugi uzima kao mjerilo vjerovatnosti paljenja eksplozivne atmosfere.

Pri ovome se uzima vjerovatnost da greška u pojedinom sistemu mreža bude uzročnik paljenja i to:

- za zonu „0“: 10^{-8} ,
- za zonu „1“: 10^{-6} i
- za zonu „2“: 10^{-4}

Dato poređenje je vidljivo u tabeli broj: 9 gdje je očito da se kod sistema TN ne može osigurati da napon greške bude manji od dozvoljenog, što vrijedi i za slučaj zemljospoja, te da zaštitu od indirektnog dodira dijelova pod naponom treba provoditi dodatnim mjerama. U slučaju TT sistema svaka greška kod većih potrošača ima za posljedicu adekvatnu pojavu. Kod ostalih sistema mreža se traženi zahtjev može osigurati.

Pregled opasnog napona (greške) u odnosu na dozvoljeni dodirni napon U_d i napona uzročnika paljenja eksplozivne atmosfere U_0 :

Tabela broj: 9.

SISTEM MREŽE	GREŠKA NA UREĐAJU	ZEMLJOSPOJ
TT	$U_d < U_g = I_g \cdot R_z > U_0$	-
TNC	$U_d < U_g = I_g \cdot R_N > U_0$	$U_d < U_g' = I_g \cdot R_p >>> U_0$
TNC-S	$U_d < U_g = I_g \cdot (R_{PE} + R_N) >> U_0$	$U_d < U_g' = I_g \cdot R_p >>> U_0$
TNS	$U_d < U_g = I_g \cdot R_{ZN} >>> U_0$	$U_d < U_g' = I_g \cdot R_p >>> U_0$
IT1	$U_d \geq U_g = I_g \cdot R_z < U_0$	-
IT2	$U_d \geq U_g = I_g \cdot R_{zv} < U_0$	$U_d > U_g' = I_g \cdot R_0 > U_0$
IT3	$U_d \geq U_g = I_g \cdot R_z < U_0$	-
IT4	$U_d > U_g = I_g \cdot (R_T + R_{zv}) < U_0$	$U_d > U_g' = I_g \cdot R_z >>> U_0$

U navedenoj tabeli su:

U_d - dozvoljeni napon dodira

U_0 - napon potencijalnog izročnika paljenja

U_g - napon greške uzrokovan strujom greške

U_g' - napon dodira ili uzročnika paljenja uzrokovan strujom zemljospoja

R_N - otpor nul-vodiča od pogonskog uzemljenja do mjesta greške

R_{ZN} - otpor zaštitnog nul-vodiča od pogonskog uzemljenja do mjesta greške

R_z - otpor zaštitnog uzemljenja trošila

R_{PE} - otpor zaštitnog vodiča od pogonskog uzemljenja do mjesta greške

R_{zv} - otpor vodiča za izjednačavanje potencijala

R_p -pogonsko uzemljenje

R_0 - uzemljenje nul tačke

R_T - otpor pogonskog uzemljenja

Dobivene podobnosti u skladu sa navedenim graničnim vrijednostima su prikazane u tabeli broj: 10.

Podobnost uzemljenih i izolovanih sistema mreže:

Tabela broj: 10.

SISTEM MREŽE	Sistem zaštite od zemljospoja	Ocijenjena vjerovatnost P(*)	Podobnost upotrebe (a ili b) uslovno da		
			Zone opasnosti		
			„0“	„1“	„2“
TT	PZ	$>> 10^{-1}$	ne	ne	ne
	PZ-NZ	$>> 10^{-1}$	ne	ne	ne
	SZ	$>> 10^{-1}$	ne	ne	ne
TNC	PZ	$>> 10^{-1}$	ne	ne	ne
	PZ-NZ	$>> 10^{-1}$	ne	ne	ne
	SZ	$>> 10^{-1}$	ne	ne	ne
TNC-S	PZ	10^{-10}	ne	(a)	da
	PZ-NZ	10^{-1}	ne	(a)	da
	SZ	10^{-1}	ne	da	da
TNS	PZ	10^{-2}	ne	da	da
	PZ-NZ	10^{-2}	ne	da	da
	SZ	$\leq 10^{-2}$	ne	da	da
IT1	SZ	$< 10^{-2}$	ne	da	da
IT2	SZ	$10^{-4} < p \leq 10^{-1}$	ne	da	da
IT3	KI	$\leq 10^{-4}$	da	ne	da
IT4	KI	$< 10^{-4}$	(b)	da	da

Napomena:

(a) Sistem se smatra podobnim uz izjednačavanje potencijala

(b) Sistem se smatra podobnim, ako je struja greške po energiji nesposobna za paljenje eksplozivne atmosfere ili ne može doći u dodir s eksplozivnom atmosferom

* Ocijenjena vjerovatnost da greška u mreži bude uzročnik paljenja

Ako posmatramo navedene vjerovatnoće, uz pretpostavku da uz postojanje greške vjerovatnost paljenja ne bude veća od navedene, odnosno za:

- zonu „0“: 10^{-4} ,
- zonu „1“: 10^{-2} i
- zonu „2“: 10^{-1} .

što znači da sisteme mreža možemo tako birati da kod zone „2“ gotovo svaka greška može biti uzročnikom paljenja, za zonu „1“ svaka 100-ta dok za zonu „0“ ona mora biti u granicama samosigurnosti.

Gledajući sa ovog aspekta sistem TNC, gdje greška može biti dugo prisutna u mreži, se ne može smatrati podobnim za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom, dok sistem TNC-S bi se mogao smatrati podobnim u zoni „2“. Na bazi ovog koncepta sistem TNS se može smatrati podobnim u zonama „1“ i „2“. U zoni „0“ ni jedan od pomenutih sistema se ne smije primijeniti.

3.3.2.2 Izbor zaštita od struja kratkog spoja i preopterećenja

Strujna kola i uređaji moraju biti zaštićeni od preopterećenja i od štetnog djelovanja kratkog spoja i zemljospoja.

Električni uređaji moraju biti zaštićeni od preopterećenja jer obavljanjem svoje funkcije, zbog gubitaka, razvijaju toplotu zbog čega se povećava temperatura samog uređaja ili njegovog dijela. Ovo prekomjerno zagrijavanje može biti uzročnik paljenja okolne eksplozivne atmosfere. Kod uređaja koji sadrže izolacione materijale njihovo zagrijavanje u normalnom pogonu ograničava klasa primijenjene izolacije. Ako je takvo zagrijavanje u skladu sa njegovim temperaturnim razredom neophodno je da se u vrijeme njegove upotrebe osigura da predmetni uređaj ne bude preopterećen. Dakle, zaštitu da uređaj ne bi pregrijavanjem postao uzročnik paljenja svodimo na zaštitu od njegovog preopterećenja. Pri ovome se naročito mora obratiti pažnja na kavezne motore kod kojih je zagrijavanje namota ograničeno klasom izolacije, što nije slučaj sa njegovim kavezom, te se on može više zagrijati naročito u slučaju zakočenja njegovog rotora.

Imajući navedeno u vidu svi uređaji predviđeni za rad u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom moraju imati pouzdanu zaštitu od preopterećenja u cilju sprečavanja prekoračenja temperature ograničene temperaturnim razredom. Kako je razvijena toplota (gubitaka) srazmjerna kvadratu oprerećenja to je i temperatura uređaja ovisna o uslovima odvođenja toplote gubitaka.

U datim prostorime se, analogno neugroženim prostorima, za zaštita od preopterećenja mogu koristiti: bimetalni releji ili okidači, topivi osigurači i specijalni uređaji za zaštitu od preopterećenja.

Uređaji za zaštitu od kratkog spoja i zemljospoja moraju biti takvi da je spriječeno samouključenje pod uslovima kvara. Mjere moraju biti poduzete za spriječavanje rada motora pri ispadu jedne faze. U uslovima u kojima automatsko isključivanje električnog uređaja predstavlja smanjenje sigurnosti, koje je veće od opasnosti koja proizilazi od samog paljenja, umjesto automatskog isključenja može se primijeniti signalizacija za upozorenje, pod uslovom da je djelovanje uređaja za signalizaciju neposredno u blizini tako da se odmah poduzmu potrebne mjere.

3.3.2.3 Izbor ostalih mjera zaštite

Izjednačavanje potencijala je zahtjevano za instalacije u ugroženom prostoru. Za TN, TT i IT sisteme, svi dostupni vodljivi dijelovi električnih uređaja moraju biti spojeni na sistem izjednačavanja potencijala. Sistem uzemljenja može uključiti zaštitne vodiće, metalne cijevi, metalne omote kablova, čelične žice armatura i metalne dijelove postrojenja, ali ne smije uključiti neutralne vodiće. Spojevi moraju biti osigurani od samopopuštanja.

Dostupni vodljivi dijelovi ne trebaju biti odvojeno spojeni na sistem izjednačavanja potencijala ako su čvrsto osigurani i spojeni sa metalnim dijelovima postrojenja ili cijevima koji su spojeni na sistem izjednačavanja potencijala, ako na njima nema opasnosti pojave električnog napona, npr. okviri vrata ili prozora.

Metalna kućišta samosigurnih uređaja ne trebaju biti spojena na sistem izjednačavanja potencijala, osim kada to zahtijeva dokumentacija uređaja. Instalacije katodne zaštite ne smiju biti spojene na sistem izjednačavanja potencijala ukoliko sistem nije posebno izveden za tu svrhu.

Skupljanje statičkog elektriciteta različito ugrožava eksplozijski ugrožene prostore. Upravo zbog toga pri projektovanju i izvođenju električnih instalacija, moraju biti posebno određene mjere tako da djelovanje statičkog elektriciteta bude smanjeno na siguran nivo. Ovom prilikom ćemo skrenuti pažnju na dva zahtjeva koji se odnose na cjevovode. Prvi se odnosi na premoštavanje, vodljivim povezivanjem dijelova cjevovoda bolje vodljivosti. Drugi je da cjevovode koji prenose medij sklon akumuliranju elektrostatičkih naboja treba uzemljiti na oba kraja, čak i ako su oni izvan ugroženog prostora.

U eksplozijski ugroženom prostoru mora se računati i sa efektima atmosferskog pražnjenja i predvidjeti gromobransku zaštitu u skladu sa važećim propisima. Sve metalne strukture treba uzemljiti, kako one u zoni opasnosti tako i one do udaljenosti 3 m od granica zone opasnosti.

U slučaju neophodne potrebe isključenja električnog napajanja instalacija u ugroženom prostoru, u jednoj ili više tačaka, mora biti na raspolaganju jedan ili više sklopnih uređaja za takav nužni isklop. Sistem kablova ili cijevi mora u potpunosti odgovarati odredbama važećih propisa i standarda.

Sistemi kabla i pribora trebaju biti tako instalirani da, koliko je to moguće, bude spriječeno izlaganje mehaničkom oštećenju i koroziji ili hemijskim uticajima (npr. razređivačima), kao i uticaju toplote. Gdje je izlaganje takvoj vrsti uticaja neizbježno, moraju biti primijenjene zaštitne mjere kao što je montaža cijevi, ili moraju biti odabrani odgovarajući kablovi (npr. da bi se umanjio rizik od mehaničkog oštećenja mogu se koristiti armirani, pregrađeni, sa bezšavnim aluminijskim omotom, mineralno izolovani sa metalnim omotom ili polukruti kablovi).

Neupotrijebljeni otvori za kablovske ili cijevne uvode u električne uređaje moraju biti zatvoreni sa čepovima koji odgovaraju vrsti primijenjene zaštite. Sa izuzetkom samosigurnih uređaja, predviđeno sredstvo za navedenu svrhu mora biti takvo da se čep može skinuti samo pomoću alata.

Kada instalacija prolazi kroz ugroženi prostor polazeći od neugroženog prostora u ugroženi prostor, sistem instalacija u ugroženom prostoru mora odgovarati zoni opasnosti kroz koju prolazi.

U cilju provođenja svih aktivnosti iz domena protueksplozijske zaštite, gledajući s aspekta montaže, izvođenja, te pregleda i ispitivanja opreme (sa razrađenim metodama i rokovima) i pratećih instalacija kao i nadzor na njihovom izvođenju i održavanju u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom Investitor, odnosno korisnik je u obavezi da izradi i verifikuje Ex - Priručnik.

3.3.3 Zahtjevi za neelektričnu opremu namijenjenu za upotrebu u zonama opasnosti

Zahtjevi vezani za neelektričnu opremu namijenjenu za upotrebu u zonama opasnosti su identični navedenim za električnu opremu.

U tabeli broj: 11 su dati zahtjevi za neelektričnu opremu u pogledu vrste protiveksplozijske zaštite.

Zahtjevi za neelektričnu opremu u zonama opsnosti:

Tabela broj: 11

Kategorija 1	Ova Kategorija obuhvata opremu projektovanu tako da može funkcionisati u skladu sa radnim parametrima koje je utvrdio proizvođač i pri tome osigurati vrlo visok nivo zaštite. Oprema ove kategorije je namijenjena za upotrebu u prostorima u kojima su eksplozivne atmosfere, uzrokovane smjesom plinova i para zapaljivih tečnosti trajno prisutne ili su prisutne duže vrijeme ili se često pojavljuju. Postupak provjere ocjene usklađenosti ove opreme se treba sprovesti shodno zahtjevima Priloga III Direktive 2014/34/EU, zajedno sa jednim od Priloga IV ili V.
Kategorija 2	Ova Kategorija obuhvata opremu projektovanu tako da može funkcionisati u skladu sa radnim parametrima koje je utvrdio proizvođač i pri tome osigurati visok nivo zaštite. Oprema ove kategorije je namijenjena za upotrebu u prostorima u kojima se povremeno mogu pojaviti eksplozivne atmosfere uzrokovane smjesom plinova i para zapaljivih tečnosti. Postupak provjere ocjene usklađenosti ove opreme se treba sprovesti shodno zahtjevima Priloga VIII Direktive 2014/34/EU, uz obavezu deponovanja tehničke dokumentacije kod ovlaštenog certifikacionog tijela.
Kategorija 3	Ova Kategorija obuhvata opremu projektovanu tako da može funkcionisati u skladu sa radnim parametrima koje je utvrdio proizvođač i pri tome osigurati normalan nivo zaštite. Oprema ove kategorije je namijenjena za upotrebu u prostorima u kojima se ne očekuje pojava eksplozivne atmosfere uzrokovane smjesom plinova i para zapaljivih tečnosti ili ako se pojave, to je samo u rijetkim slučajevima i na kratak period. Postupak provjere ocjene usklađenosti ove opreme se treba sprovesti shodno zahtjevima Priloga VIII Direktive 2014/34/EU – Unutrašnja kontrola proizvodnje gdje proizvođač dužan čuvati dokumentaciju i davati Izjave o usklađenosti za isporučene uređaje.

Pri kontroli protiveksplozijske zaštite opreme i zaštitnih sistema instaliranih u prostorima ugroženih eksplozivnom atmosferom istu je potrebno specificirati u svim prisutnim zonama sa vrstama protiveksplozijske zaštite koja će odgovarati pratećim zonama opasnosti, shodno zahtjevima Direktive 2014/34/EU, te prezentirati na način vidljiv u tabeli broj: 12.

Specifikacija opreme i zaštitnih sistema instaliranih u zonama opasnosti:

Tabela broj: 12

Red. br.	NAZIV	IZVEDENA (PEX) ZAŠTITA	Ocjena izvedene vrste PEX zaštite, Zadovoljava: DA/NE na mjestu montaže
Korisnik ** - Odjeljenje **			
1.	Senzor nivoa tip: **, proizvod ***.	II 1/2D Ex ta/tb IIIC T93°C Da/Db IP66/67 (Izvorni tipski certifikat: ** Pojedinačni certifikat: ***)	DA
2.	Radijalni ventilator tip: **, proizvod **.	II 3D c T140°C Nedostaje Deklaracija o usklađenosti shodno Direktivi 2014/34/EC.	NE (Nedostatak dokumentacije)
3.	Elektromotor tip: Proizvod **	II 2G Ex db eb IIC T5 Gb; II 2D Ex tb IIIC T80°C Db; (Izvorni tipski certifikat: ** Pojedinačni certifikat: ***)	DA
4.	Ostali uređaji i oprema		

4. PROCJENA RIZIKA

Klasifikacija prostora ugroženim eksplozivnim atmosferama, kao što je vidljivo, je složen postupak jer na njega utiču velik broj faktora. Dati prostor nameće procjenu rizika a u cilju efikasnije zaštite postrojenja i osoblja koje ista opslužuju. Dakle, pod pojmom procjene rizika podrazumijevamo kombinaciju procijenjene vjerovatnosti pojave neželjenog događaja i njegovih posljedica.

Do danas su urađene mnogobrojne studije te stručni i naučni radovi koji obrađuju procjenu rizika. Osim toga u većini zemalja je na snazi Zakonska regulativa kojom je uređena ova oblast. Nažalost, to se ne može reći za područje Bosne i Hercegovine.

Imajući navedeno u vidu cilj nam je da ovim poglavljem ukažemo na problematiku prepoznavanja rizika, dok prateće korake njegove obrade traže sveobuhvatnije razmatranje i analizu. Ovim razmatranjem želimo da potaknemo obrađivače Elaborata o zonama opasnosti da postupku klasifikacije prostora posebnu pažnju daju na primarni koncept protiveksplozijske zaštite kroz analize a u svrhu podizanja nivoa sigurnosti na veći nivo.

Datom problemu, se sa posebnom pažnjom treba pristupiti kod starih postrojenja gdje je usljed prisutnosti agresivnih materija, neadekvatnog održavanja, zamora materijala i sl. omogućeno povećano ispuštanje zapaljivih medija, a samim tim i stvaranje novih izvora opasnosti. Osim toga stvoreni su uslovi pojave električnih i neelektričnih uzročnika paljenja očekivane eksplozivne atmosfere. Date postavke se ne analiziraju prilikom projektovanja i izgradnje novih postrojenja odnosno prilikom ispitivanja i potvrđivanja (certifikacije) novoizgrađenih postrojenja a samim tim i opreme ugrađene u njima.

Procjena rizika je slijed logičnih koraka koji sistematski dopuštaju da se naznače opasnosti povezane s razmatranim tehnološkim procesom prilikom ugradnje i eksploatacije opreme, što obuhvata:

- mjere za sprečavanje stvaranja potencijalno eksplozivne atmosfere,
- mjere za sprečavanje pojave ili pojave izvora paljenja u datoj sredini,
- mjere za osiguranje trenutnog ublažavanja posljedica eksplozije.

Kako bi se osigurala sveobuhvatna zaštita od eksplozije na lokaciji instaliranja opreme mora se izvršiti detaljna analiza rizika za sve moguće kvarove opreme i sve moguće opasne situacije zbog nepropisnog ponašanja osoblja koje se od strane korisnika (odnosno izvođača radova) angažuje na poslovima rada datog postrojenja.

Procjena rizika uključuje:

- analizu rizika i
- procjenu rizika.

Analiza rizika pruža potrebne informacije za procjenu rizika. Rizik je funkcija težine i vjerovatnoće oštećenja. Ozbiljnost (stepen moguće štete) mora se odrediti uzimajući u obzir zaštitu osoblja, imovine i okoline.

Vjerovatnost štete mora se odrediti prema:

- potrebi za pristupom opasnom području (tokom rada, održavanja, popravaka)
- načinu pristupa opasnoj zoni,
- vremenu provedenom u opasnoj zoni,
- broju osoba angažovanih u opasnoj zoni,
- učestanosti pristupa i
- vjerovatnosti da će se dogoditi opasan događaj.

Rizik se pojavljuje zbog pojave eksplozivne atmosfere, kao i usljed zahtjeva upotrebe opreme (električne i neelektrične) neophodne za odvijanje tehnološkog procesa, a koja se nalazi u ugroženom prostoru. Njenom primjenom data oprema može biti uzročnik paljenja s obzirom da je ista sadrži neki od vlastitih uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere.

Rizik ne mora nužno biti loš, ali svakako je zajednička karakteristika za sva postrojenja u kojima se pojavljuje eksplozivna atmosfera. Oni se ne mogu u potpunosti ukloniti, ali razmatranjem i analizom procesa i angažovane opreme i zaštitnih sistema većina se može predvidjeti te se njima može upravljati.

U postupku procjene rizika korisniku postrojenja se nameće obaveza prepoznavanja i elemenata koji nisu razmatrani postupkom klasifikacije prostora.

S obzirom na činjenicu da važeća tehnička regulative u potpunosti ne razmatra problematiku klasifikacije prostora to se shodno potrebama sveobuhvatne analize procjene rizika nameće razmatranje sljedećih stavki koji su uticajni na istu:

- Rad izvan projektovanih parametara s posebnim akcentom na ventilaciju,
- Pojava nepredviđenih izvora ispuštanja,
- Katastrofalni kvarovi i stvarni rizici,
- Uslovi okoline izvan normalnih atmosferskih okvira,
- Ispuštanje supstanci s temperaturom iznad tačke paljenja,
- Nestabilne substance, drugi oksidansi,
- Pojava maglica,
- Smjese zapaljivih i internih supstanci sa zrakom,
- Ispuštanje (djelimično) razrijeđenih zapaljivih supstanci,
- Sistemi koji sadrže željene, kontrolisane procese izgaranja,
- Mehanička oštećenja,
- Klasifikacija prema „staroj” regulativi,
- Neodgovarajuće održavanje,
- Uticaj promjena tokom životnog vijeka postrojenja i aktivnosti održavanja i
- Međudjelovanje susjednih postrojenja.

U cilju procjene rizika u bilo kojem režimu angažovanja opreme u obzir se trebaju uzeti prateće tehnološke operacije koje se daju tabelarno čiji je sadržaj dat tabelom broj: 13

Pregled tehnoloških operacija postrojenja x1:

Tabela broj: 13.

TEHNOLOŠKE OPERACIJE	STANJE	MEDIJ	FIZIKALNI PARAMETRI TEHNOLOŠKE OPERACIJE
1. Operacija 1.	Tekućine, pare i plinovi i slično.	Shodno Poglavlju 3.1.	Pritisak: atmosferski – 1bar Temperatura: ambijentalna
2. Operacija 2.			

Na rezultate procjene rizika, utiču radnje predmetom obuhvaćenog tehnološkog procesa koje se daju tabelarno čiji je sadržaj vidljiv u tabelama broj: 14, 15 i 16.

Prikaz izvora paljenja prema standardu BAS EN 1127-1:

Tabela broj: 14.

IZVOR PALJENJA	TAČKA STANDARDA	MOGUĆE DA/NE	OPASNOST?
Vruće površine	6.4.2.	DA	Opasno, može doći do upale
Plamen i vrući plinovi	6.4.3.	DA	Opasno, može doći do upale
Mehanički generisane iskre	6.4.4.	DA	Opasno, može doći do upale
Električni uređaji	6.4.5.	DA	Opasno, može doći do upale
Lutajuće struje i katodna korozivna zaštita	6.4.6.	NE	
Statički elektricitet	6.4.7.	DA	Opasno, može doći do upale
Atmosferska pražnjenja (munja)	6.4.8.	DA	Opasno, može doći do upale
Radio-frekventni (RF) elektromagnetni valovi od 10^4 Hz do 3×10^{12} Hz	6.4.9.	DA	Opasno, može doći do upale
Elektromagnetni. valovi od 3×10^{11} Hz do 3×10^{15} Hz	6.4.10.	NE	
Jonizirajuća zračenja	6.4.11.	DA	Opasno, može doći do upale
Ultrazvuk	6.4.12.	DA	Opasno, može doći do upale
Adijabatska kompresija i udarni valovi	6.4.13.	NE	
Egzotermne reakcije uključujući samozapaljenje prašine	6.4.14.	NE	

Popis izvora paljenja:

Tabela broj: 15

IZVOR PALJENJA (PO BAS EN 1127-1)		LOKACIJA MOGUĆEG IZVORA (*P paljenja)...	MOGUĆI UZROK IZVORA PALJENJA	PROVEDENE MJERE SE SMATRAJU EFIKASNIM AKO SU:
1 Tačka standarda	2 Vrsta izvora paljenja			
		3	4	5
6.4.2.	Vruće površine	<p>Ležajevi, mjesta između dijelova koji trljaju jedan o drugi (na pumpi, pumpnim agregatima). Premosni sklop na platformi za bušenje koja prenosi gibanje sa motora glavnog pogona na vitlove dizala i stola za bušenje.</p> <p>Površine motornih vozila, kočnice vozila, prigušivači), uređaji koji se griju (peći, svjetiljke...)</p> <p>Motorni s unutrašnjim sagorijevanjem upaljači, dijelovi sa žarnom niti (cigarete...)</p>	<p>Trijajni ležajevi na elektromotorima i prenosnicima snage (nema garancije podmazivanja, istrošenost ležaja...).</p> <p>Lančani prenos.</p>	<p>Vruće površine koje bi nastale zbog zatepljenja rotirajućih dijelova (ležajevi za elektromotore i sl.) pravilno se podmazuju. Motori su zaštićeni od pregrijavanja. Vruće površine pumpi i pumpnih agregata ne prelaze dopuštenu temperaturu površinskog zagrijavanja od 208°C tokom crpljenja. Vruće površine pumpi za dizel gorivo ne prelaze dopuštenu temperaturu površinskog grijanja od 168°C. Lanac i lančani su podmazani, vizualni pregled ulja (1x dnevno). Ulje se mijenja jednom godišnje. Ležajevi su hermetički zatvoreni samopodmazivanjem, zamjena prema uputama proizvođača. Svjetiljke koje se nalaze u zonama opasnosti (Ex zonama) odgovaraju mjestu montaže gledajući s aspekta protiv eksplozijske zaštite.</p>
6.4.3.	Plamen i vrući plinovi	Motorni s unutrašnjim sagorijevanjem	Korištenje iskrećih aparata i motora s unutrašnjim sagorijevanjem	Bunar je zatvoren u trenutku kada se vozila približe garnituri. Dizelsko vozilo nije u Ex zoni za vrijeme dok se puni gorivom. Pražnjenje rezervoara dizel goriva se vrši samo kod ugašenog motora. Zabranjeno je pušenje, korištenje mobitela i korištenje otvorenog plamena u području rezervoara goriva. Koriste se kratka crijeva za istakanje.
6.4.4.	Mehanički generisane iskre	Strojevi i uređaji s rotirajućim dijelovima (brzina > 1m/s), ulazak stranih tijela u rotirajuće dijelove, brušenje.	Udar predmeta o predmet, udar dijelova koji mogu iskriti jedan s drugim, brušenje, trenje,...	Bušotina je poplavljena procjedom vodom kako dijeto ne bi izazvalo iskre. Korištenje alata koji ne iskri (varnici). Upotreba materijala koji ne iskri (konektori).
6.4.5.	Električni uređaji	Zagrijavanje namota, vodiča i spojeva, prekidača, kontaktnih dijelova, električnih grijača	Preopterećenje, kratak spoj, zemljospoj, električni grijači, iskre koje između kontaktnih dijelova, kvarovi izolacije, nepropisno izjednačavanje potencijala	U zonama opasnosti su instalirani protiv eksplozijski zaštićeni električni uređaji. Ugovorno održavaju se ovlaštenom firmom i zaposlenicima kvalifikovanim za obavljanje predmetnih poslova. O obavljenim radovima se vode Stručni izvještaji i Zapisnici shodno obrađenom Ex-Priručniku.
	Ostali izvori paljenja shodno tačkama 6.4.6., 6.4.14.			

* (P paljenja)... vjerovatnost pojave mehaničke ili električne iskre i/ili vruće površine s najmanjom energijom i temperaturom paljenja ovisnim o grupi plinova koji se očekuju u zonama opasnosti.

Tabela broj: 16

IZVOR PALJENJA (PO BAS EN 1127-1)		Uzrok izvora paljenja	Nivo opasnosti. Potencijalno eksplozivna atmosfera na određenoj lokaciji, mjestu, objektu (Ex zona "0", "1", "2")	Vjerovatnost događaja: ČESTO, VJEROVATNO, POVREMENO, MOGUĆE, MALO VJEROVATNO	Moguće posljedice, događaji: KATASTROFA, VELIKA, MALA, ZANEMARIVO MALA	Vjerojatnost izvora paljenja			Mjere koje je potrebno poduzeti kako bi se spriječilo da izvor paljenja postane djelotvoran	Nivo rizika
Tačka standarda	Vrsta izvora paljenja					Normal	Ocijeljuje	Neocjeljuje		
1	2	3	4	5	6	7			8	9
I. PPROCES: XI										
6.4.2.	Vruće površine	Zaribavanje u ležajevima prenosnika snage uređaja instaliranih na bušačkoj garnituri (glavni i pomoćni vitao i pogon stola za bušenje).	Zone "1" i "2"	MALO VJEROVATNO	VELIKA	NE	NE	DA	Ugradnja hermetički zatvorenih ležajeva sa samopodmaziva- njem, čija se zamjena vrši po uputstvima proizvođača. Funkcionalno podmazivanje, hlađenje i smanjenje buke koje obavljaju sredstva za podmazivanje. Dnevna kontrola količine ulja. Izrada i poštivanje uputstava za rad i dozvola. Angažovanje kvalifikovanog i stručnog osoblja.	C
6.4.3.	Plamen i vrući plinovi	Cigarete	Zone "1" i "2"	MALO VJEROVATNO	VELIKA	NE	NE	DA	Organizacijska mjera zabrane pušenja. Angažovanje kvalifikovanog i stručnog osoblja.	C
6.4.4.	Mehanički generisane iskre	Paljenje trenjem. Međudjelovanje između lakog metala i hrdajućeg čelika prilikom spuštanja i podizanja opterećenja.	Zone "1" i "2"	MALO VJEROVATNO	VELIKA	NE	NE	DA	Sva oprema angažovana u ovom dijelu procesa je izrađena od materijala koji ne sadrže aluminij, magnezij, titan i cirkonij u nedopuštenim količinama. Izrada i poštivanje uputstava za rad i dozvola. Korištenje alata koje ne iskrni (varniti).	C
6.4.5.	Električni uređaji	Nema izvora paljenja jer se ne planira korištenje električne opterećenja.	Zone "1" i "2"	MALO VJEROVATNO	VELIKA	NE	NE	DA	Ugrađena električna oprema, s obzirom na vrstu izvršene protiveksplozijske zaštite, odgovara mjestu montaže gledajući s aspekta očekivane zone opasnosti te ostalim zahtjevima datim u poglavlju 3.3.1. Ograđen je Ex-Priručnik te je na poslovima angažovano kvalifikovano i stručno osoblje.	C
6.5. KONSTRUKCIJSKI ZAHTJEVI ZA UBLAZAVANJE EKSPLOZIJE										
6.5.1.	Uopšte					PLANIRANE MJERE ZAŠTITE				
Preventivne mjere Ex zaštite su sekundarne (ugrađnja protiveksplozijski zaštitnih uređaja i instalacija, ugradnja certificiranih uređaja, uzemljenje, galvanusko izjednačavanje potencijala, znakovi upozorenja o zabrani pušenja i ulaska).										
Nije planirano.										
Nije planirano.										
Nije planirano.										
6.5.2.	Zaustavljanje eksplozije.					Objekti moraju imati propisani sigurnosni razmak između sebe.				
6.5.3.	Ublazavanje eksplozije:					Za sprječavanje erupcije iz bušotine predviđena je stalna kontrola eksplozivnih parametara njezinim instrumentima koji kod dostizanja njihovih dovođenih vrijednosti alarmiraju (zvučno ili svjetlosno) dato stanje te se u istom trenutku zaustavlja bušenje (preko prekidača za nužni isklon) i pristupa kontrolisanom zatvaranju prevantra i zašteni bušačke garniture.				
6.5.4.	Prijenos eksplozije između procesa.					Stalna kontrola eksplozivnih i tokulčnih parametara koji prate predmetni tehnološki postupak na karakterističnim mjestima odnosno mjestima njihovog pojavljivanja u Elaboratu referiranim kao izvori opasnosti.				
6.5.5.	Isolacija eksplozije.									
6.6.	Hitne mjere									
6.7.	Mjersne i kontrolne mjere zaštite od eksplozije.									
Positivnije propisanih zahtjeva za objekte i opremu s obzirom na opasna svojstva eksplozivnih plinova.										
6.1.	Osnovni principi eliminacije i minimizacije rizika									
6.2.	Spriječiti stvaranje i smanjiti volumen eksplozivne atmosfere.					Oprema za bušenje nalazi se na otvorenom.				
6.3.	Određivanje zona opasnosti od eksplozije.					Uvaženi su zahtjevi standarda BAS EN 60079-10-1				

5. PRIMJERI NEUSKLAĐENOSTI UOČENI NA POSLOVIMA VEZANIM ZA DATU PROBLEMATIKU

Obavljajući radne zadatke iz domena rada Ex-Komisije BiH evidentirane su primjedbe i nedostatak koji su bili razlog produžavanja postupaka certificiranja pa i ne izdavanja traženih certifikata i pozitivnih Stručnih mišljenja.

Upravo zbog toga smatramo opravdanim da u ovom radu iznesemo neke od evidentiranih primjedbi i nedostataka:

- Većina učesnika na predmetnim poslovima ne daje značaj potencijalnim uzročnicima paljenja eksplozivne atmosfere (veličinama, napona, struje i energije) za električnu opremu te neelektričnu oprema koja mehaničkom iskrom, zagrijanom površinom ili adijabatskom kompresijom mogu takođe biti uzročnici paljenja eksplozivne atmosfere.
- Problematika izrade Elaborata o zonama opasnosti je iznošena od strane više stručnih lica datih kroz Stručne radove i prezentovane na Seminarima uključujući i ovu Tribinu. Najveći problem pri izradi ovog dokumenta se javlja pri proračunu pretpostavljene (kontaminirane) zapremine kao i vrijednosti ulaznih podataka koji se pri istom koriste. Pri ovom proračunu se greške prave zbog činjenice da su obrađivači proračunatu veličinu kontaminirane zapremine smatrali kao veličinu ugroženog prostora te su njene numeričke vrijednosti pretvarali u pravilne geometrijske oblike oko izvora ispuštanja zapaljive materije. Drugo izdanje standarda EN 60079-10-1 daje upozorenje: „Nije namjera da se proračuni pretpostavljene (kontaminirane) zapremine koriste za direktno određivanje dometa ugroženih prostora”. Ublažavanja pratećih problema se može riješiti kroz obavezu provjere predmetnih parametara u samom tehnološkom procesu (korištenjem savremene kontrolno-mjerne opreme, u prvom redu kamera i detektora plinova) te stvarnih podataka o najvećoj količini ispuštanja uz izvor (iz izvještaja o praćenju tehnoloških procesa).
- U slučaju prostora ugroženih opasnom prašinom problem izrade pratećeg Elaborata može biti ublažen pa i riješen propisnim vrednovanjem mjera održavanja koje su bile uticajne na njegovu izradu. Isto podrazumijeva čišćenje nataloženih slojeva prašine, provjeru intenziteta ventilacije, funkcionalne provjere zaštitnih sistema instaliranih u cilju smanjivanja efekata eksplozije, provjeru količina praha u sistemu otprašivanja i sl.
- Većina obrađenih Elaborata o zonama opasnosti u Zaključku obavezuje (pored ostalog) sljedeće: “U datom tehnološkom procesu mogućnost nastanka eksplozivnih smjesa se sprečava održavanjem tehničke ispravnosti opreme i zaštitnih sistema angažovanih u sklopu instaliranih postrojenja. Klasifikacija navedenih zona je bazirana na primijenjenim sistemima višestruke sigurnosti, koji osiguravaju da će eksplozivne smjese biti prisutne samo u slučaju greške. Upravo zbog navedenog od strane stručnog i odgovornog osoblja korisnika treba preduzeti mjere da se stanje održi u granicama tražene ispravnosti i sigurnosti, a shodno zahtjevima naloženim priloženom tehničkom dokumentacijom. Stalnim nadzorom uticajnih faktora na prateće zone opasnosti će se postići da one budu u navedenim granicama.. Svaka promjena tehnološkog procesa i/ili rekonstrukcija proizvodne opreme i sistema zaštite nužno zahtijeva analizu i po potrebi usklađivanje sistema zaštite od eksplozije.”
Samo tehnički nadzor održavanja može potvrditi primjenu datih obaveza.

- U Elaboratima o zonama opasnosti od eksplozije evidentirani su slučajevi nepoznavanja osnovne srži ovih dokumenata te se oni poistovjećuju sa zonama opasnosti od požara (I; II i III).
- U Elaboratima je registrovan slučaj da se Tabelom broj: 12 u komentaru unosi stanje ZADOVOLJAVA bez unošenja dokumentacije na bazi koje je donesen dati stav.
- Pregledom je evidentiran slučaj da se sa dva Elaborata o zonama opasnosti analizira isti tehnološki proces sa istim zonama opasnosti. Međutim uslovi za instaliranu opremu nisu isti. U jednom od Elaborata se predviđa oprema obične izvedbe (po želji) Korisnika.
- Od strane uvoznika traženo obrazloženje po pitanju dostave Deklaracije o usklađenosti
- U svim izdatim pojedinačnim certifikatima su u poglavlju: „POSEBNI USLOVI ZA KORIŠTENJE I ODRŽAVANJE“ se (pored ostalog) navodi:
 - a) Uređaji se smiju koristiti u instalaciji koja je izvedena i održavana prema BAS EN 60079-14, posebno vodeći računa o izjednačavanju potencijala, te na kojoj je prije puštanja u pogon proveden TEHNIČKI NADZOR.
 - b) Osoblje i firme, kojima će biti povjereno instaliranje, održavanje i popravak date opreme, kao i edukacija kadrova za rad u potencijalno eksplozivnim uslovima trebaju, pored osnovnog seminara i periodične obnove znanja iz protiveksplozijske zaštite, posjedovati i odgovarajuću doizobrazbu o predmetnoj opremi, regulativi po kojoj je izrađena i ispitana kao i o jamskim uslovima u kojima se ona instalira i koristi.
 - c) Od strane odgovornih lica korisnika je potrebno uraditi procjenu rizika pri upotrebi datog uređaja u njegovim prostorima i prostorijama.
 - d) Korisnik je u obavezi da izvrši kontrolu vrste protiveksplozijske zaštite uređaja, a shodno Elaboratu zona opasnosti objekta ili prostora u sklopu kojeg se isti instalira.
Zbog ne vršenja tehničkog nadzora instaliranja i održavanja ove stavke većinom nisu obavljane.

6. ZAKLJUČAK

U cilju ostvarivanja potpunog efekta cjelovitosti protiveksplozijske zaštite električnih i neelektričnih uređaja kao i instalacija u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom neophodno je poštivanje odredbi ATEX Direktiva 2014/34/EU i 1999/92 kao i standarda koji iste prate.

Nažalost, u Bosni i Hercegovini (sa relativno velikim učešćem nadzemne i podzemne industrije u kojima se pojavljuju potencijalno eksplozivne atmosfere), pomenute Direktive nisu usvojene jer nema zainteresovanih faktora: državnih institucija i organa, stručnih organizacija, proizvođača i korisnika protiveksplozijski zaštićenih uređaja da se odgovarajućim mjerama, propisima, standardima, obukom osoblja, inspeksijskim akcijama (posebno u području nadzemne industrije) svede na minimum mogućnost nastanka eksplozija. Uzimajući u obzir i problematiku koja se očekuje u procesu održavanja, servisiranja i ispitivanja predmetnih uređaja i instalacija kako bi njihova sigurnosna svojstva zadovoljavala u datim uslovima rada situacija se dodatno usložnjava.

Našim poslovanjem na pregleda Elaborata o zonama opasnosti i certificiranju opreme namijenjenim za upotrebu u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom su konstatovane određene primjedbe i nedostaci odnosno nesklad sa Zahtjevima pomenutih Direktiva i standarda.

Shodno navedenom radom se, na bazi uočenih propusta pri redovnim radnjama Ex-Komisije BiH, želilo ukazati na neke posebne zahtjeve za uređaje i instalacije u prostorima

ugroženim eksplozivnom atmosferom, te pokušalo doprinijeti boljem i usklađenijem uključivanju svih učesnika na predmetnim poslovima (projektanata, izvođača radova, nadzora, inspeksijskih tijela i sl.).

Loš pristup se može odraziti kako na financijske efekte tako, nažalost, i nesagledive posljedice očekivane eksplozije.

Samo studiozan i stručan pristup ovoj problematici daje garanciju sigurnog rada u datim prostorima.

7. LITERATURA

- a) Naredba o obaveznom atestiranju protiveksplozijski zaštićenih električnih uređaja namijenjenih za upotrebu u prostorima ugroženim od eksplozivnih smjesa („Službeni list SFRJ” br: 25/81).
- b) Pravilnik o tehničkim normativima za električna postrojenja, uređaje i instalacije u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom („Službeni list SFRJ”, broj 21/88 i 90/91).
- c) Prof. dr Nenad Marinović, dipl.inž.-"Protueksplozijska zaštita za eksplozivnu atmosferu"-drugo izmijenjeno i prošireno izdanje – ETEKON d.o.o. Zagreb 2005. godine.
- d) Prof. dr Nenad Marinović, dipl.inž.-"Oprema i instalacije za eksplozivnu atmosferu"- Priručnik za projektovanje, izradu, ugradnju, održavanje i popravak – ETEKON d.o.o. Zagreb 2010. godine.
- e) Standard: EN 1127-1. Eksplozivne atmosfere - Sprečavanje i zaštita od eksplozija - Dio 1: Osnovni koncepti i metodologija.
- f) Standard: EN 13463-1. Neelektrična oprema za potencijalno eksplozivne atmosfere. Dio 1: Osnovne metode i zahtjevi.
- g) BAS EN 60079-10-1 - Eksplozivne atmosfere – Klasifikacija prostora – Eksplozivne plinske atmosfere
- h) BAS EN 60079-10-2 - Eksplozivne atmosfere – Klasifikacija prostora – Atmosfere eksplozivne prašine
- i) BAS EN 60079-14, Eksplozivne atmosfere –Projektovanje, izbor i montaža električnih instalacija.
- j) BAS EN 60079-17, Eksplozivne atmosfere – Pregled i održavanje električnih instalacija.
- k) Grupa standarda EN 60079-xx-Električni uređaji za eksplozivne plinske atmosfere. Dijelovi 0, 1, 7, 11, 18, 25, 26 i 31.
- l) EN ISO 80079-36:Neelektrična oprema za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama –Osnovne metode i zahtjeve za projektovanje, proizvodnju, ispitivanje i označavanje neelektrične Ex opreme, Ex Komponenti, zaštitnih sistema, uređaja i sklopova.
- m) EN ISO 80079-37: Neelektrična oprema za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama - Zaštita sigurnošću konstrukcije (c), Zaštita kontrolom izvora upale (b) i Zaštita potapanjem u tečnost (k).
- n) Standard JUS N.S8.011
- o) Bilteni Ex-Agencije, Agencije za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom- Zagreb.

