

# Održavanje postrojenja ugroženih eksplozivnom atmosferom

## Maintenance of facilities endangered by an explosive atmosphere

Dario Dragojević<sup>a</sup>

<sup>a</sup> MUP, RCZ, Sektor za Eksplozivne atmosfere. [d.dragojevic2@mup.hr](mailto:d.dragojevic2@mup.hr) / Ministry of the Interior, Civil Protection Directorate, Explosive Atmospheres Sector

### INFORMACIJE O ČLANKU

**Kategorija:**  
Stručni članak

**Ključne riječi:**  
tehničko nadgledanje  
protueksplozijska zaštita  
ugroženi prostor  
uzročnici paljenja  
protueksplozijski zaštićena  
oprema  
održavanje

Licenca: CC BY-NC-SA 4.0.

### SAŽETAK

Postrojenja u kojima se koriste zapaljivi plinovi, pare, maglice i prašine potencijalno sadrže prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom. Održavanje protueksplozijski zaštićene opreme i instalacija u postrojenjima ugroženim eksplozivnom atmosferom temelji se na odgovarajuće ustrojenom sustavu održavanja u skladu sa propisima i normama, te na stručnoj i odgovornoj provedbi održavanja. Održavanje postrojenja u kojima se nalaze prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom obuhvaća široki spektar aktivnosti u cilju osiguranja i povećanja sigurnosti i zaštite ljudi, materijalnih dobara i okoliša, te smanjenju rizika od industrijskih eksplozija i velikih nesreća. Osoba koja provodi održavanje u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom mora biti odgovarajuće educirana, opremljena, i uvježbana, a tvrtke ovlaštene od strane MUP-a, RCZ-a, Sektora za eksplozivne atmosfere. Tehničkim nadgledanjem se provjerava klasifikacija medija i ugroženog prostora, uređaji i oprema, instalacije, ostali uzročnici, održavanost uređaja i instalacija.

### ARTICLE INFORMATION

**Category:**  
Professional paper

**Keywords:**  
technical supervision  
explosion protection  
hazardous areas  
sources of ignition  
explosion-proof equipment  
maintenance

License: CC BY-NC-SA 4.0.

### ABSTRACT

Plants that use flammable gases, vapors, mists and dusts potentially contain areas at risk of explosive atmospheres. The maintenance of explosion-proof equipment and installations in facilities at risk of explosive atmospheres is based on an appropriately organized maintenance system, in accordance with regulations and standards, and on the professional and responsible implementation of the maintenance. The maintenance of facilities in which there are areas at risk of explosive atmospheres includes a wide range of activities aimed at ensuring and increasing the safety and protection of people, material goods and the environment, as well as reducing the risk of industrial explosions and major accidents. A person who carries out maintenance in areas at risk of explosive atmospheres must be properly educated, equipped and trained, and companies must be authorized by the Ministry of Interior, RCZ, Sector for explosive atmospheres. The technical supervision checks the substance classification and hazardous areas, devices and equipment, installations, other sources of ignition, and maintenance of equipment and installations.



## 1. Uvod

Prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom klasificiraju se u zone opasnosti od eksplozije sukladno zahtjevima „Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom“ (NN 39/06 i 106/07) i norme HRN EN 60079-10-1 (kada je riječ o zapaljivim plinovima i parama), odnosno HRN EN 60079-10-2 (ako se radi o zapaljivim prašinama).

U zonama opasnosti od eksplozije obvezna je primjena protueksplozijski zaštićene (Ex) opreme, uređaja i instalacija, tj. u takvom prostoru ne smiju postojati djelotvorni izvori paljenja eksplozivne

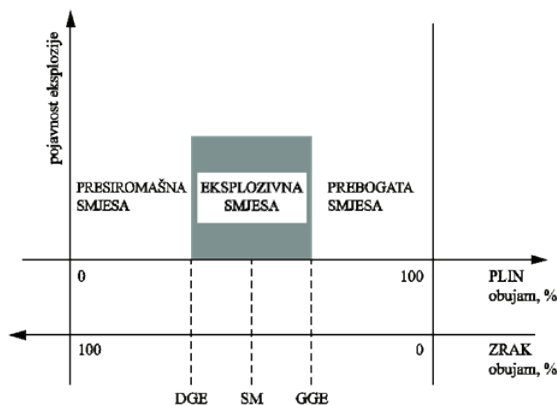
atmofere. Ispunjavanjem navedenih uvjeta u prostoru ugroženom eksplozivnom atmosferom vjerojatnost paljenja eksplozivne atmosfere i procjena rizika od eksplozije smanjuje se na prihvatljivu razinu.

Eksplozivna atmosfera je smjesa zapaljive tvari u obliku plinova, para, maglica ili prašina sa zrakom, u atmosferskim uvjetima. Da bi se stvorili uvjeti za eksploziju eksplozivne atmosfere mora u nekom trenutku postojati određena koncentracija zapaljive tvari, kisika i uzročnik paljenja.

Koncentracija zapaljive tvari i kisika mora biti između donje - DGE i gornje granice eksplozivnosti -GGE (slika 1.).

Uzročnici paljenja eksplozivne atmosfere su:

- električne iskre (kratki spoj...)
- vrući/pregrijani dijelovi (preopterećenje...)
- plamen i vrući plinovi (ispuh vozila...)
- mehanički generirane iskre (trenje...)
- atmosfersko pražnjenje- (munja)
- lutajuće struje (katodna zaštita...)
- statički elektricitet (nevodljivi materijali...)
- elektromagnetska zračenja (frekvencija od 104 Hz do 3x10<sup>15</sup>Hz)
- ekzotermne reakcije
- adiabatska kompresija



Slika 1. Granice eksplozivnosti DGE i GGE  
Figure 1. Explosive limits of DGE and GGE

## 2. Zakonska regulativa

Međunarodna i Hrvatska zakonska regulativa u području protueksplozijske zaštite u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom usmjerena je na dva osnovna pravca:

- djelovanje kroz „Civilnu zaštitu“ u međudržavnom, regionalnom i lokalnom prostoru,
- djelovanje kroz „Zaštitu na radu“ u industrijskim postrojenjima.

Djelovanje kroz Civilnu zaštitu na državnom, regionalnom i lokalnom prostoru temelji se na dokumentima i propisima međunarodnih institucija:

UNISDR, UN Office for Disaster Risk Reduction- ured Ujedinjenih naroda za smanjenje rizika od katastrofa koji je u suradnji sa drugim uredima UN-a usvojio Sendai okvir za smanjenje rizika.

UNECE - Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Europu donijela je smjernice za procjenu rizika u opasnim industrijskim postrojenjima kako bi se izbjegli, prevenirali, te sveli na najmanju moguću mjeru štetni utjecaji eventualnih nesreća i katastrofa na naše zajednice i okoliš.

SEVESO III-Direktiva 2011/18/EU Europskog parlamenta i vijeća koja propisuje pravila za sprečavanje i ograničavanje posljedica na ljude i okoliš koje bi mogle nastati zbog velikih nesreća u industrijskim postrojenjima.

Velike nesreće mogu imati posljedice koje prelaze državne granice, a ekološke i gospodarske posljedice nesreće ne snosi samo pogođeni korisnik objekta, već i dotične države članice. Djelovanje kroz zaštitu na radu u industrijskim postrojenjima temelji se na europskim i hrvatskim propisima i normama (slika 2.).

## 3. Djelovanje Sektora za eksplozivne atmosfere

MUP, RCZ, Sektor za eksplozivne atmosfere (Ex-Sektor) provodi preventivno djelovanje na sprečavanju eksplozija u industrijskim postrojenjima u kojima se koriste zapaljive tvari, tj. u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom („Ex“ prostorima).



Slika 2. Zakonska osnova preventivnog održavanja sa aspekta zaštite na radu  
Figure 2. The legal basis of preventive maintenance from the aspect of occupational safety

Smanjenje rizika od eksplozije temelji se na provedbi pet ključnih stavki, a to su smjernice za ispravnu provedbu svih ostalih faktora sigurnosti:

- edukacija osoblja koje radi u „Ex“ prostorima,
- tehničko nadgledanje tvrtki koje se bave aktivnostima instaliranja, održavanja i popravka,
- tehničko nadgledanje dokumentacije postrojenja prije izgradnje (građevinske dozvole),
- tehničko nadgledanje postrojenja,
- ispitivanje „Ex“ opreme koja se ugrađuje u industrijska postrojenja.

Provedbom tehničkog nadgledanja postrojenja i aktivnosti, ispitivanjem opreme, te edukacijom osoblja u industrijskim postrojenjima daje se značajan doprinos povećanju sigurnosti velikog broja objekata i postrojenja u RH tj. smanjenju rizika od industrijskih eksplozija, katastrofa i velikih nesreća.

Provedbom tehničkog nadgledanja aktivnosti instaliranja, održavanja i popravka uspostavljaju se osnovni tehnički preduvjeti za stručni i profesionalan rad fizičkih i pravnih osoba u postrojenjima.

Problemi i greške prilikom izvođenja radova instaliranja, održavanja i popravka uređaja i instalacija značajno se smanjuju ako su izvođači radova educirani, stručni i iskusni specijalisti iz područje protueksplozijske zaštite, te imaju odgovarajuće ovlaštenje za poslove u „Ex“ prostorima, a to se ostvaruje i potvrđuje kroz postupak tehničkog nadgledanja aktivnosti.

Za vrijeme Tehničkog nadgledanja aktivnosti nad fizičkim i pravnim osobama koje provode aktivnosti održavanja u postrojenjima ugroženim eksplozivnom atmosferom provjerava se:

- dokumentacija (Ex-priručnik, potvrđnice, umjernice, imenovanja osoblja i dr.),
- ustrojenost sustava kvalitete,
- educiranost i znanje ovlaštenih osoba,
- opremljenost alatima i uređajima i dr.



Slika 3. Tehničko nadgledanje postrojenja  
Figure 3 Technical supervision of the plant

Završni dokument tehničkog nadgledanja aktivnosti je tehnički nalaz iz kojeg se vidi za koje radove i

postupke je fizička ili pravna osoba ovlaštena, te koje ovlaštene osobe mogu sudjelovati u tim radovima. Svi tehnički nalazi su objavljeni u registru na web stranicama Sektora za eksplozivne atmosfere.

Tehničko nadgledanje postrojenja koje provodi Ex-Sektor obuhvaća široki spektar aktivnosti na provjeri dokumentacije i utvrđivanju tehničkog stanja postrojenja, a sve u cilju osiguranja sigurnosti i zaštite ljudi, materijalnih dobara i okoliša.

Tehničko nadgledanje postrojenja provodi se na osnovu: zakonskih propisa i normi, tehničke dokumentacije izvedenog stanja, pregleda postrojenja te mjerenja i ispitivanja na opremi i instalacijama (slika 3.).

<b>Ex-Dokument</b> sadrži sljedeća poglavlja:
<b>Klasifikacija prostora (TN-KL)</b>
<b>Elektroenergetski uređaji i instalacije (TN-URE/EIE)</b>
<b>Elektroinstrumentacijski uređaji i instalacije (TN-URI/EII)</b>
<b>Neelektrični uređaji i instalacije (TN-NEU)</b>

Slika 4. Poglavlja Ex-Dokumenta  
Figure 4 Ex-Document chapters

Za vrijeme tehničkog nadgledanja postrojenja u kojima postoje prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom utvrđuje se stvarno stanje tehnologije postrojenja, opreme i instalacija, te provedba propisanih sigurnosnih tehničkih mjera, a provjerava se:

- dokumentacija izvedenog stanja,
- klasifikacija ugroženog prostora,
- ispravnost odabira i primjene „Ex“ zaštite električne i neelektrične opreme i instalacija,
- ostali izvori paljenja eksplozivne atmosfere,
- održavanost „Ex“ opreme i instalacija.

Ex-dokument je završni dokument tehničkog nadgledanja postrojenja koji objedinjuje ocjenu svih mjera protueksplozijske zaštite, a sastoji se od četiri poglavlja (slika 4.).

Korisnik postrojenja mora dostaviti uz zahtjev za osnovno/prvo tehničko nadgledanje Sektora za eksplozivne atmosfere i odgovarajuću tehničku dokumentaciju u elektronskom obliku:

Za poglavlje klasifikacije prostora TN-KL projekt klasifikacije prostora koji sadrži minimalno:

- tehnološki opis i dijagram toka procesa,
- karakteristične presjeke objekta (tlocrt, nacrt i dr.) s lokacijom izvora ispuštanja, te ucrtanim zonama opasnosti od eksplozije,
- popis izvora ispuštanja s njihovim parametrima,
- opis sustava ventilacije,
- karakteristikama zapaljivih tvari (prema normi HRN EN 60079-20-1 i HRN EN 60079-10-1).

Za poglavlje elektroinstrumentacijske TN-URI/EII i elektroenergetske TN-URE/EIE opreme i instalacija:

- elektro projekt koji sadrži minimalno analizu graničnih električnih parametara samosigurnih strujnih krugova,
- za nesamosigurne i energetske strujne krugove proračun struja kratkog spoja i zemljospoja, provjera efikasnosti zaštita od kratkog spoja i zemljospoja, preopterećenja, prenapona i zaštite od udara munje,
- prvi/inicijalni detaljni pregled instaliranih uređaja i instalacija prema normama HRN EN 60079-14 i HRN EN 60079-17,
- mjerenja električnih instalacija i uređaja.

Za poglavlje neelektrične opreme TN-NEU:

- strojarski projekt koji minimalno sadrži tlocrt postrojenja sa ucrtanim pozicijama neelektričnih uređaja iz popisa uređaja,
- tablični popis neelektričnih uređaja ugrađenih u zonu opasnosti od eksplozije.

Korisnik postrojenja mora dostaviti uz zahtjev za redovno tehničko nadgledanje Sektora za eksplozivne atmosfere i odgovarajuću tehničku dokumentaciju u elektronskom obliku koja se odnosi na redovito plansko održavanje i promjene na postrojenju:

- zapise o promjenama u tehnologiji postrojenja i klasifikaciji prostora
- zapise o „planskom“ održavanju instaliranih uređaja i instalacija prema normama HRN EN 60079-17,
- periodička mjerenja električnih instalacija i uređaja.

Održavanje opreme i instalacija u „Ex“ prostorima ima ključnu ulogu u kontinuiranom osiguravanju prihvatljive razine rizika od eksplozije u industrijskim postrojenjima u kojima postoje „Ex“ prostori u cijelom „životnom vijeku“ postrojenja.

#### 4. Održavanje „Ex“ opreme i instalacija

Održavanje protueksplozijski zaštićene opreme i instalacija u „Ex“ prostorima provodi se u skladu sa propisima, normama, uputama proizvođača opreme, te dobroj inženjerskoj praksi kao „plansko održavanje“, a svrha mu je zadržavanje parametara sustava na prihvatljivoj razini izvedbe i pouzdanosti kao kada je postrojenje pušteno u rad. „Plansko“ održavanje „Ex“ opreme i instalacija provodi se kao kombinacija „preventivnog“ i „prediktivnog“ održavanja, a provodi se prije pojave kvara u postrojenju. „Plansko“ održavanje osim što je vrlo bitno u izbjegavanju naglih i iznenadnih kvarova koji bi mogli rezultirati zastojem u radu postrojenja, pogoršanju učinkovitosti sustava, produženju vijeka trajanja opreme, u „Ex“ prostorima ima ključnu ulogu u smanjenju rizika od eksplozije, jer svaki kvar ili narušavanje „Ex“ zaštite predstavlja potencijalni uzročnik paljenja eksplozivne atmosfere.

„Preventivno“ održavanje se provodi u periodičnim intervalima koji su unaprijed određeni, a izvode se

prema propisanim kriterijima. „Prediktivno“ održavanje ili održavanje „po stanju“ temelji se na provođenju niza mjerenja, ispitivanja, nadzora i analiza, a sve sa ciljem nadzora, otkrivanja, predviđanja i upozoravanja na potencijalno moguću pojavu kvara sustava.

U slučaju detekcije kvara ili istrošenosti djela opreme provodi se „korektivno“ održavanje, koje ima svrhu:

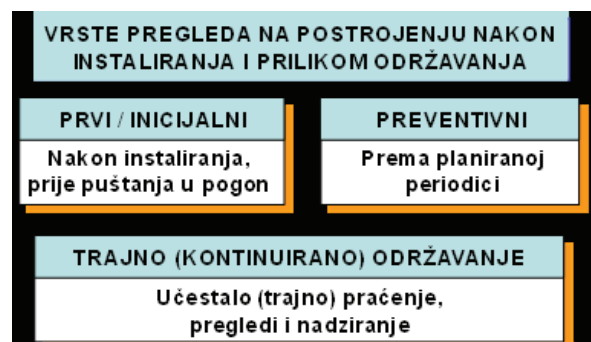
- dovođenja opreme ili sustava postrojenja u prvobitno ispravno radno stanje,
- zadržavanje razine „Ex“ zaštite opreme i instalacija u stanju koje zahtijevaju odgovarajući propisi i norme iz protueksplozijske zaštite, certifikati opreme, te uvjeti uporabe.

Tijekom uporabe i održavanja uređaja i instalacija u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom potrebno je sačuvati integritet protueksplozijske zaštite i prihvatljiv rizik od pojave uzročnika paljenja. Norma HRN EN 60079-17 daje smjernice i osnovne kriterije za provedbu prvog/inicijalnog pregleda prije puštanja u pogon i preventivnog održavanja električne protueksplozijski zaštićene opreme i instalacija u „Ex“ prostorima.

Prvi/inicijalni pregled električnih „Ex“ uređaja i instalacija provodi se nakon instaliranja, prije puštanja u rad postrojenja. Prilikom pregleda novo instalirane/ ugrađene „Ex“ opreme i instalacija provjerava se ispunjenje zahtjeva:

- Pravilnika NN 39/06 i 106/07
- normi HRN EN 60079-14, HRN EN 60079-17 i drugih iz područja Ex zaštite.
- certifikata,
- proizvođačevih uputa za uporabu.

Kod prvog/inicijalnog pregleda uređaja uzima se u obzir činjenica da su uređaji novi, da nisu bili u uporabi i da je proizvođač na njima proveo odgovarajuća ispitivanja i provjere prije stavljanja uređaja na tržište, a to znači da se provode provjere ispunjenja svih zahtjeva iz norme HRN EN 60079-17 osim onih koji uključuju rastavljanje i mjerenje na uređajima (slika 5.).

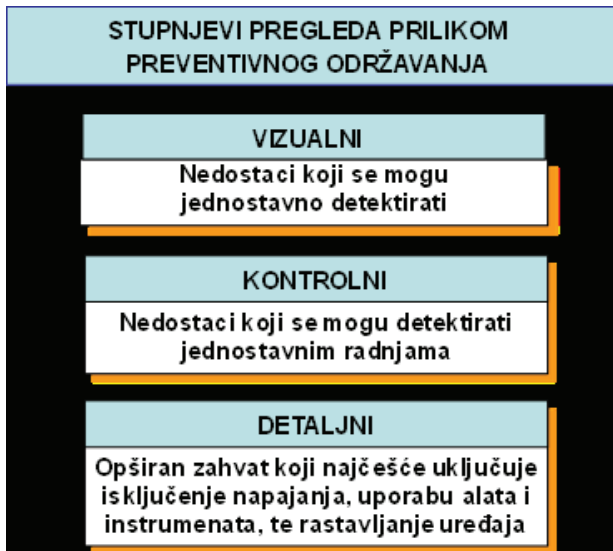


Slika 5. Vrste pregleda na „Ex“ opremi i instalacijama  
 Figure 5 Types of inspections on "Ex" equipment and installations

Pregledi kod preventivnog održavanja električnih „Ex“ uređaja i instalacija provode se kao vizualni, kontrolni i detaljni sa periodičnim intervalima ne



dužim od 3 godine za fiksne uređaje, a za prienosne uređaje učestalost je manja od 1 godine. Vremenski intervali u kojima se obavljaju pojedini preventivni pregledi prilikom održavanja mogu biti i kraći, a to prvenstveno ovisi o uvjetima uporabe "Ex" uređaja i njima pripadajućih instalacija, te procjeni rizika od eksplozija samog korisnika. Vremenski intervali pregleda trebaju biti navedeni u Ex priručniku korisnika postrojenja, a određuju se u suradnji korisnika i održavača postrojenja (slika 6.).



Slika 6. Stupnjevi preventivnog pregleda  
Figure 6 Stages of preventive inspection

Svi propisani podaci vezani za „Ex“ opremu i instalacije moraju biti evidentirani u odgovarajućim zapisima koji moraju biti ovjereni od strane ovlaštenog održavača, te pohranjeni kod korisnika (slika 7.).

U zapise o održavanju se evidentiraju propisani tehnički podaci: popis električnih uređaja, uočeni nedostaci, zamjene uređaja, popravci na uređajima, zahvati na instalacijama, naziv tvrtke koja je provela preventivne preglede, datum pregleda, imena i potpisi ovlaštenih osoba za održavanje i dr.



Slika 7. Platforma za eksploataciju zemnog plina  
Figure 7. Platform for natural gas exploitation

Način evidentiranja podataka, periodika pregleda i pohrana zapisa o provedenim preventivnim pregledima opisan je u „Ex“ priručniku korisnika i ovlaštenog održavača (slika 8. i 9.).

Održavanje neelektričnih uređaja i instalacija provodi se prema uputama proizvođača i dobroj inženjerskoj praksi. Svi propisani podaci o neelektričnim uređajima u „Ex“ prostoru moraju biti evidentirani u odgovarajućim zapisima, moraju biti ovjereni od strane stručnih i odgovarajuće educiranih osoba, te pohranjeni kod korisnika u skladu sa postupcima definiranim u Ex priručnika (slika 10.).

Vlasnik/korisnik postrojenja u kojem postoje „Ex“ prostori odgovoran je za sigurnost postrojenja, te mora provesti sve propisane mjere radi smanjenja rizika od eksplozije. Korisnik mora izraditi Ex-priručnik održavanja vlastitog postrojenja sa definiranim osnovnim smjernicama za sustav održavanja, educirati radnike koji borave i rade u „Ex“ prostorima, osigurati „dozvolu za rad“ za opasne radove u „Ex“ prostorima, pohraniti svu propisanu dokumentaciju vezanu uz „Ex“ prostore i implementirati sustav održavanja zajedno s ovlaštenim održavačem.

Naziv postrojenja (tehnološke cjeline):											
Datum zadnjeg detaljnog pregleda:											
Red . br.	Naziv uređaja	Nazivni podaci	Tip uređaja	Br. kom.	Proizvodni serijski br. / tehnološka oznaka/ izjava popravljача	OZNAKA Ex ZAŠTITE		PROVEDENI PREGLEDI OD ZADNJEG DETALJNOG PREGLEDA			
						Vrsta zaštite	Broj certifikata / izjava o sukladnosti	Vizualni (datum)	Kontrolni (datum)	Detaljni (datum) 3 god.	Napomene
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.											(1), (2)
2.											(3)

Napomene: (1)-  
(2)-  
(3)-

Slika 8. Obrazac za evidenciju električnih „Ex“ uređaja i instalacija kod preventivnog održavanja zaštite na radu  
Figure 8 Form for records of electrical "Ex" devices and installations during preventive maintenance of occupational safety

Naziv postrojenja (dijela tehnološke cjeline) _____					
Red. Br.	Datum	Stranica/ Red.br. iz Tab.1	Tvornički broj	Opis promjene i popravka: Certifikat/izjava o sukladnosti novog uređaja: Izjava popravljača: Radni nalog br:	Ime i prezime / Potpis ovlaštene osobe
1.					
2.					

Slika 9. Obrazac za evidenciju promjena i popravka kod održavanja „Ex“ električnih uređaja i instalacija  
Figure 9 Form for records of changes and repairs during the maintenance of "Ex" electrical devices and installations

## 5. Zaključak

Održavanje postrojenja ugroženih eksplozivnom atmosferom predstavlja vrlo opsežan i sustavan posao koji za cilj ima smanjenje rizika od industrijskih eksplozija i katastrofa, što rezultira povećanjem sigurnosti i zaštiti ljudi, materijalnih dobara i okoliša.

Ex-Dokument predstavlja stvarno, trenutno stanje, tj. "screening" stanja protueksplozijske zaštite postrojenja, u njemu su evidentirani svi čimbenici sigurnosti koji su definirani propisima i normama. Problemi prilikom održavanja opreme i instalacija značajno se smanjuju ako su izvođači radova specijalisti za područje protueksplozijske zaštite (imaju odgovarajuću edukaciju, opremljenost, iskustvo i uvježbanost u izvođenju radova u "Ex" prostorima).

Fizičke i pravne osobe koje provode održavanje u "Ex" prostorima moraju biti pod nadzorom MUP-a, RCZ-a, Sektora za eksplozivne atmosfere, tj. moraju biti ovlašteni za radove održavanja „Ex“ električne opreme i instalacija, a educirani, osposobljeni i opremljeni za radove održavanje „Ex“ neelektrične opreme.

## Literatura

- [1] Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN 39/06 i 106/07).
- [2] HRN, EN i IEC norme iz područja protueksplozijske zaštite.
- [3] Norme međunarodnog tehničkog odbora IEC TC 31: Oprema za eksplozivne atmosfere.
- [4] Norme hrvatskog tehničkog odbora TO E31: Eksplozivne atmosfere.
- [5] Norme hrvatskog tehničkog odbora TO E64: Električne instalacije i zaštita od električnog udara.
- [6] Marinović J. J. N., (2005), Eksplozijski uređaji i instalacije za eksplozivnu atmosferu», RGN fakultet, Zagreb.
- [7] Marinović J. J. N., (2016), Oprema i instalacije za eksplozivnu atmosferu (svezak I-III), Etekon, Zagreb.