

# Ispitivanje i održavanje instrumentalne opreme u Ex-izvedbi

---

Raguž, Domagoj

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:695092>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-06**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**

**POMORSKI FAKULTET**

Preddiplomski studij Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

**Domagoj Raguž**

**ZAVRŠNI RAD**

**ISPITIVANJE I ODRŽAVANJE INSTRUMENTALNE  
OPREME U EX-IZVEDBI**

Rijeka , ožujak 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**

**POMORSKI FAKULTET**

Preddiplomski studij Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

**TESTING AND MAINTENANCE OF INSTRUMENTAL  
EQUIPMENT IN EX-PERFORMANCE**

**Kolegij:**Automatizacija brodskih procesa

**ZAVRŠNI RAD**

**Kandidat:** Domagoj Raguž

**Naslov rada:** Ispitivanje i održavanje instrumentalne opreme u EX-izvedbi

**Mentor:**Prof. Dr. Sc. Vinko Tomas

**JMBAG:**6019831101

Rijeka, ožujak 2023.

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom **ISPITIVANJE I ODRŽAVANJE INSTRUMENTALNE OPREME U EX-IZVEDBI** izradio samostalno pod mentorstvom Prof. Dr. Sc. Vinko Tomas.

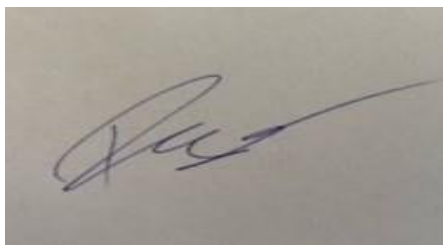
U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezoao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:

- a) rad u otvorenom pristupu
- b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH
- c) pristup korisnicima matične ustanove
- d) rad nije dostupan**

Student:



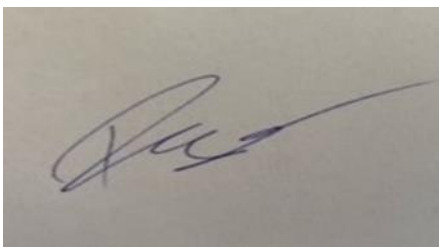
# **IZJAVA STUDENTA – AUTORA**

## **O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA**

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student - autor



(potpis)

## SADRŽAJ:

SAŽETAK.....	1
SUMMARY.....	2
<b>1. UVOD.....</b>	<b>3</b>
<b>2. OPREMA I ZAŠTITNI SUSTAVI NAMIJENJENI ZA UPORABU U POTENCIJALNO EKSPLOZIVNIM ATMOSFERAMA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Bitni zdravstveni i sigurnosni zahtjevi pri projektiranju i izradi opreme i zaštitnih sustava namijenjenih uporabi u potencijalno eksplozivnim atmosferama.....	5
2.2. Klasifikacija ugroženih prostora .....	5
2.3. Dokument o protueksplozivnoj zaštiti .....	8
2.4. Vrste zaštite električne Ex-opreme .....	10
2.5. Osnovne značajke opreme - Označavanje .....	11
<b>3. INSTRUMENTACIJA .....</b>	<b>13</b>
3.1. Samosigurnost .....	13
3.2. FISCO sustav .....	14
3.3. Samosigurnost– način ožičenja i održavanja.....	16
3.4. Uzemljenje vodljivog zaslona kabela .....	16
<b>4. DOPUŠTENI SUSTAVI U EX-PROSTORU .....</b>	<b>17</b>
4.1. Sustavi mreže (uzemljenja) unutar EX prostora.....	17
4.2. Zaštita malim naponima .....	20
<b>5. PREGLED I KONTROLA OPREME.....</b>	<b>22</b>
5.1. Tehničko nadgledanje .....	23
5.2. Provjeravanje .....	23
5.3. Popis opreme .....	26
<b>6. ISPITIVANJE I PROVJERE ELEKTRIČNIH INSTRUMENTALNIH INSTALACIJA .....</b>	<b>28</b>

<b>6.1. Neprekinutost zaštitnog vodiča i vodiča izjednačenja potencijala.....</b>	<b>29</b>
<b>6.2. Impedancija petlje kvara -otpor izolacije.....</b>	<b>29</b>
<b>6.3. Automatsko isključenje sustava.....</b>	<b>30</b>
<b>6.4. Ostala mjerenja.....</b>	<b>31</b>
<b>6.5. Zadatak - Ispitno mjerenje računala protoka.....</b>	<b>31</b>
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>36</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>37</b>

## SAŽETAK

*Održavanje Ex-opreme i provjera ispravnosti iste smiju obavljati samo tvrtke ili obrtnici koji imaju registriranu opremu i radnike za izvedbu takvoga oblika posla, prema svim zakonima. Ispunjavanje uvjeta za obradu takvih podataka i poslova dokazuje se pozitivnim tehničkim nalazom za aktivnosti održavanja. Obrtnici ili kompanija koja je dobila posao na natječaju nudi usluge:*

*-Instalacije Ex.opreme (TN-IN)*

*-Održavanje Ex-opreme (TN-ODA)*

*-Popravak ex-opreme (TN-PO)*

*Ovlaštena osoba tako mora izvršiti provjeru ispravnosti koja je sukladno s zakonom dužna kontrolirati Ex-opremu i instalacije u sljedećim stanjima:*

*-Ex oprema se provjerava prema unaprijed dogovorenom planu*

*-Vrši se vizualni,te potom kontrolni pregled*

*-Ex oprema mora biti provjerena i dostavljena na pregled popraćena s odgovarajućom dokumentacijom*

*-Te sukladno svim ispunjenim uvjetima mora posjedovati ugovor o održavanju*

*Ex-područje je definirano kao područje gdje se može sadržavati atmosfera koja je podložna zapaljenju ili eksploziji tek kada atmosfera sadrži veliku količinu opasnih plinova,prašine ili pare. Ex atmosfera je mješavina tvari koje se mješaju sa zrakom i usljed toga u atmosferi prouzrokuju uvjete koji se u obliku prašine,pare ili plina zapale i tako proširuju na cijelo područje.*



## SUMMARY

*Maintenance of Ex-equipment and verification of its correctness may only be performed by companies or craftsmen who have registered equipment and workers for the performance of this type of work, according to all laws. Fulfillment of the conditions for processing such data and jobs is proven by a positive technical report for maintenance activities. Craftsmen or the company that won the job in the competition offers the following services:*

*- Ex equipment installations (TN-IN)*

*- Ex-equipment maintenance (TN-ODA)*

*-Repair of ex-equipment (TN-PO)*

*The authorized person must therefore carry out a correctness check, which in accordance with the law is obliged to control Ex-equipment and installations in the following states:*

*-Ex equipment is checked according to a pre-agreed plan*

*- A visual and then control inspection is performed*

*-Ex equipment must be checked and submitted for inspection accompanied by appropriate documentation*

*- And in accordance with all the fulfilled conditions, he must have a maintenance contract*

*Ex-zone is defined as an area where an atmosphere that is susceptible to ignition or explosion can be contained only when the atmosphere contains a large amount of dangerous gases, dust or steam. Ex atmosphere is a mixture of substances that mix with air and as a result cause conditions in the atmosphere that ignite in the form of dust, steam or gas and thus spread over the entire area.*

## 1. UVOD

U određenim situacijama i prostorima gdje se zapaljivi plinovi ili pare mogu pojaviti u opasnim količinama i/ili koncentracijama potrebno je primijeniti određene mjere zaštite zbog smanjenja mogućnosti nastajanja opasnosti od eksplozija. Para ili plinkoji su nastali od zapaljivih tekućina pomiješanih sa zrakom u određenom među omjeru stvaraju eksplozivnu plinsku atmosferu. Zbog toga je potrebno klasificirati prostor u zone opasnosti (zona 2, 1 i 0) i odabrati, odnosno ugraditi prikladnu opremu, zaštitne sustave i uređaje u takve prostore. Vrste opreme, uređaja i zaštitnih sustava se moraju postavljati u takvim prostorima prema zahtjevima propisanog Pravilnika o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (N.N., br. 123/05.).

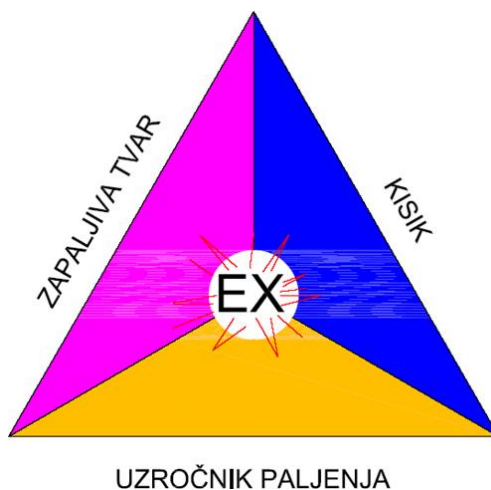


Slika 1. Simbol opreme u EX-izvedbi (izvor: [https://www.spxflow.com/assets/pdf/JP\\_IM-CENTR%20EX-CR.pdf](https://www.spxflow.com/assets/pdf/JP_IM-CENTR%20EX-CR.pdf))

## 2. OPREMA I ZAŠTITNI SUSTAVI NAMIJENJENI ZA UPORABU U POTENCIJALNO EKSPLOZIVNIM ATMOSFERAMA

Oprema i zaštitni sustavi koji su namijenjeni za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama odnose se na :

- a. upravljajuće uređaje, regulacijske uređaje i sigurnosne uređaje namijenjene uporabi izvan potencijalno eksplozivnih atmosfera, koji doprinose i/ili su potrebni sigurnom djelovanju uređaja i zaštitnih sustava s obzirom na vrstu opasnosti od eksplozije,
  - b. opremu i zaštitne sustave namijenjene uporabi u potencijalno eksplozivnim atmosferama,
  - c. komponente namijenjene za zaštitne sustave i ugradnju
- **eksplozivna atmosfera** je smjesa zraka i zapaljive supstancije u obliku pare, plina, maglice ili prašine, koja pod atmosferskim uvjetima, u kojima nakon početnog paljenja, eksplozija nekontrolirano širi na cijelu neizgorenu smjesu.
  - **potencijalno eksplozivna atmosfera** je prostor u kojem atmosfera može postati eksplozivna zbog radnih i/ili lokalnih uvjeta.



Slika 2. Trokut paljenja

## **2.1. Bitni zdravstveni i sigurnosni zahtjevi pri projektiranju i izradi opreme i zaštitnih sustava namijenjenih uporabi u potencijalno eksplozivnim atmosferama**

Bitni zahtjevi za opremu i zaštitne sustave su načelno dužni prije svega, koliko je to moguće, spriječiti formiranje eksplozivne atmosfere. Pod tim se podrazumijeva spriječiti paljenje eksplozivne atmosfere, ograničiti i/ili ograničiti područje eksplozije na dovoljnu razinu sigurnosti. Zaštitni sustavi i oprema moraju biti proizvedeni i projektirani tako da se predvide u obzir mogući kvarovi u radu kako bi se što je više moguće spriječile opasne situacije. Posebnim uvjetima ispitivanja i održavanja podvrgavaju se zaštitni sustavi i oprema. Osim tih zahtjeva pazi se i na izbor materijala, projektiranje i izradu (sprečavanje ispuštanja zapaljivih prašine ili plinova, preopterećenje opreme, taloženje prašine..), potencijalne uzročnike paljenja, vanjske utjecaje.

## **2.2. Klasifikacija ugroženih prostora**

Klasifikacija ugroženih prostora se provodi tamo gdje postoji opasnost od zapaljivih para i plinova, s ciljem postizanja prikladnog odabira uređaja i primjena mjera zaštite. Klasifikacija prostora je postupak analize i razvrstavanja okoline, sa svrhom lakšeg izbora prikladnih uređaja za sigurnu uporabu u takvoj okolini, vodeći pritom računa o skupini plinova i temperaturnom razredu. Posebno prostori zone 0 i zone 1 trebaju konstrukcijom i podesnim načinom rada biti po broju i opsegu smanjeni na najmanju moguću mjeru. Polazna osnova za određivanje vrsta zona ugroženosti jesu određivanje stupnja ispuštanja i prepoznavanje izvora ispuštanja. Vjerojatnost prisutnosti eksplozivne plinske atmosfere, a time i vrsta zone, uglavnom ovisi o ventilaciji i stupnju ispuštanja .

**Ugroženi prostor** je prostor u kojem postoji ex. plinska atmosfera ili se njezin prisutnost može očekivati u količini koja iziskuje posebne mjere glede konstrukcije, ugradbe i uporabe uređaja.

**Zone opasnosti** - ugroženi prostor razvrstava se u zone na temelju učestalosti pojave i duljini trajanja eksplozivne plinske atmosfere:

- **ZONA 0** – ex. atmosf. trajno prisutna, u duljim vremenskim razmacima ili učestalo.
- **ZONA 1** – ex. atmosf. vjerojatna povremeno u normalnom radu.
- **ZONA 2** – ex. atmosf. nije vjerojatna u normalnom radu, a ako se i pojavi trajat će samo kratko.
- **ZONA 20** - Prostor, u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine ili vlaknaca u zraku pojavljuje stalno ili duže vrijeme ili je često prisutna.
- **ZONA 21** Prostor, u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine ili vlaknaca u zraku može povremeno pojaviti u normalnim uvjetima rada.
- **ZONA 22** Prostor, u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine ili vlaknaca u zraku ne očekuje u normalnim uvjetima rada, ali ako nastupi, tada samo kratkotrajno.

**Razina zaštite opreme EPL** (*Equipment Protection Levels*) je pristup ocjene rizika kao mjerila za prihvaćanje Exopreme koji je uveden kao alternativna metoda postojećem obvezujućem i razmjerno krutom pristupu koji povezuje opremu i zone. Da bi se to olakšalo, uveden je sustav razina zaštite opreme. Ugroženi prostori se dijele u zone sukladno stupnju ugroženosti koji se određuje sukladno vjerojatnosti pojave eksplozivne atmosfere. Međutim, ovaj pristup ne uzima u obzir moguće posljedice eksplozije, niti druge čimbenike, kao npr. otrovnost medija, te stoga nije „do kraja“ određena procjena rizika. Zato se uvodi EPL kao alternativna metoda izbora opreme (uređaja) koja uzima u obzir „kvalitetu“ zaštitne opreme (što ako dođe do kvara na toj opremi npr.).

Sustav označavanja razine zaštite opreme se dijeli na:

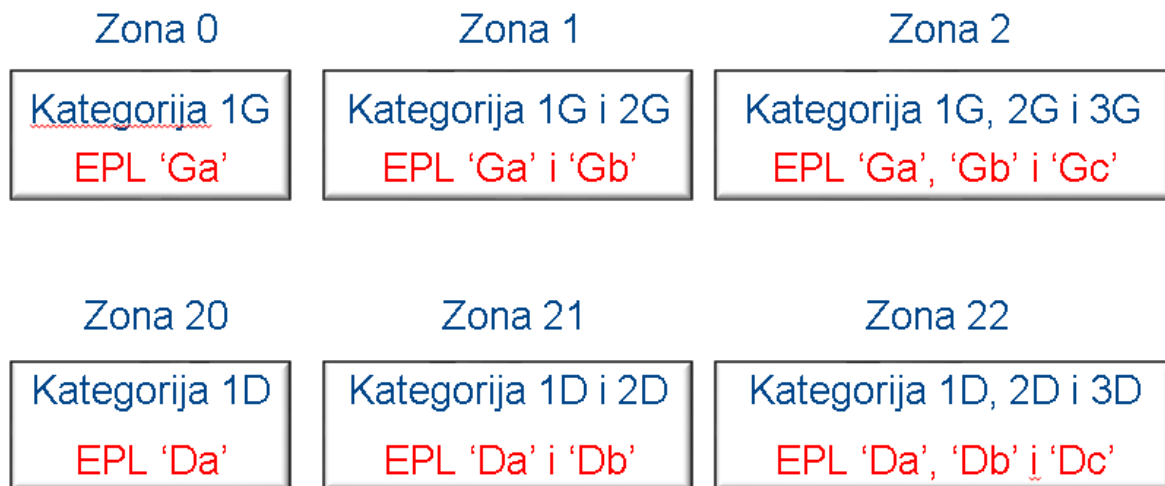
a) za plinove (skupina II)

- EPL Ga = Oprema za eksplozivne plinske atmosfere koja ima 'vrlo visoku' razinu zaštite, koja ne predstavlja uzročnik paljenja u normalnome radu, kod očekivanih neispravnosti i u slučaju rijetko očekivanih kvarova.

- EPL Gb = Oprema za eksplozivne plinske atmosfere koja ima 'visoku' razinu zaštite, koja ne predstavlja uzročnik paljenja u normalnome radu i u slučaju kvarova koji se mogu očekivati, iako ne nužno u pravilu.

- EPL Gc = Oprema za eksplozivne plinske atmosfere koja ima 'pojačanu' razinu zaštite, koja ne predstavlja uzročnik paljenja u normalnome radu i koja može imati neku dodatnu zaštitu zato da se osigura da će ostati nedjelotvorna kao uzročnik paljenja u slučaju u pravilu očekivanih događaja (npr. kvar žarulje u svjetiljci, ispad parice kabela)

b) za prašinu (skupina III) - također EPL Da, EPL Db, EPL Dc



Slika 3. Pravilan odabir EX opreme

### 2.3. Dokument o protueksplozivnoj zaštiti

U svezi procjene rizika od nastanka eksplozije poslodavac je dužan izraditi dokument o protueksplozijskoj zaštiti - **Ex-dokument**. Ex-dokument mora posebno iskazati:

- da su utvrđeni i procijenjeni rizici od eksplozije,
- da se primjenjuju odgovarajuće mjere zaštite
- klasifikaciju prostora
- da su radna mjesta i sredstva za rad projektirana, upotrebljavana i održavana u skladu s pravilima sigurnosti

Dokument se mora načiniti prije započinjanja posla, i mora se mijenjati i dopunjavati ako mjesto rada, sredstava za rad ili organizacija rada pretrpe značajne promjene, proširenja ili premještanja. Ex-Dokument za postrojenja sadrži tehnički nalaz oklasifikaciji prostora ugroženog eksplozivnom atmosferom, električnim uređajima energetike i instrumentacije, neelektričnim uređajima i opremi, električnim instalacijama energetike i instrumentacije, neelektričnim instalacijama, ostalim uzročnicima paljenja eksplozivne atmosfere, održavanosti postrojenja.

	<b>AGENCIJA ZA PROSTORE UGROŽENE EKSPLOZIVNOM ATMOSFEROM (Ex-Agencija)</b>	
	<b>TEHNIČKO NADGLEDANJE POSTROJENJA</b>	
Oznaka: TN-Ex	Broj: K01_1	

Prema Pravilniku o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom, NN br. 38/06 i 106/07 te Uredbi o osnivanju Agencije za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom, NN br. 80/02, 98/06, 91/11, 51/12 i 55/14 provedeno je tehničko nadgledanje protueksplozijske zaštite postrojenja.

Zahjevatelj:

Znak: Nar.br. 299/16

RN 16/11/438

Postrojenje: **Vagonpunilište VP5 i nova pumpna stanica s pripadajućim cjevovodima u Rafineriji nafte Rijeka**

Temeljem provedene analize tehničke dokumentacije i pregleda predmetnog postrojenja izrađen je:

### NALAZ O STANJU PROTUEKSPLOZIJSKE ZAŠTITE (Ex-DOKUMENT)

Osnovni  
  Redovni  
  Kontrolni  
  Izvanredni  
 Cjelovit  
 Djelomičan  
 Dopunski za nalaz br.: -

Broj: 16/11/438

Znak: PB.16.EXD.512/GK

Od: 22.11.2017.

Temeljem dokumentacije i pregleda postrojenja obrađeno/a je/su, primjenom navedenih normi, sljedeće/a poglavlje/a Ex-Dokumenta:

<input checked="" type="checkbox"/> Klasifikacija prostora	HRN EN 60079-10-1	KL
<input type="checkbox"/> Elektroenergetski uređaji	HRN EN 60079-0	URE
<input type="checkbox"/> Elektroistrumentacijski uređaji	HRN EN 60079-0	URI
<input type="checkbox"/> Električne instalacije energetike	HRN EN 60079-14	EIE
<input type="checkbox"/> Električne instalacije instrumentacije	HRN EN 60079-14	EII
<input type="checkbox"/> Neelektrični uređaji i instalacije	HRN EN ISO 80079-36	NEU

Napomena: Analiza i ocjena ostalih uzročnika paljenja (OUP) predmet je poglavlja EIE i EII. Održavanje postrojenja (OD) (prema HRN EN 60079-17) predmet je pojedinih poglavlja Ex-Dokumenta.

Značenje oznaka:

potvrda  
 negacija  
 ne obrađuje se/nije primjenjivo  
 broj primjedbi/napomene

Stranica: 1	Objekat: 119(592) V 1.1.32	Iskusi: G. Kekić	Priglasio: J. Pišter
-------------	----------------------------	------------------	----------------------

Umnožavanje i kopiranje dopušteno samo korisniku. Dokument je vjerodostojan samo uz izvorni potpis na svakoj strani.

PQN-C-17-07

AGENCIJA ZA PROSTORE UGROŽENE EKSPLOZIVNOM ATMOSFEROM		Ex-AGENCIJA
Oznaka: PQN	TEHNIČKO NADGLEDANJE POSTROJENJA	Ex
Broj: JAV	Ex-DOKUMENT	K03_1

#### ZAKLJUČAK Ex - DOKUMENTA

Ovim Ex-dokumentom, izrađenim na temelju:

- obrađene priložene dokumentacije,
- pregleda, provjera i ispitivanja,

utvrđuje se da prilikom tehničkog nadgledanja postrojenja:

<input checked="" type="checkbox"/> Klasifikacija prostora	KL	<input type="checkbox"/> Električne instalacije energetike	EIE
<input type="checkbox"/> Elektroenergetski uređaji	URE	<input type="checkbox"/> Električne instalacije instrumentacije	EII
<input type="checkbox"/> Elektroistrumentacijski uređaji	URI	<input type="checkbox"/> Neelektrični uređaji i instalacije	NEU

Napomena: Analiza i ocjena ostalih uzročnika paljenja (OUP) predmet je poglavlja EIE i EII. Održavanje postrojenja (OD) predmet je pojedinih poglavlja Ex-Dokumenta.

nisu utvrđena bitna odstupanja u smislu zahtjeva protueksplozijske zaštite te se može konstatirati da predmetno postrojenje:

je    nije

sukladno zahtjevima članka 10. Pravilnika o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom, "Narodne novine" Republike Hrvatske br. 38/06 i 106/07.

Ovim tehničkim nadgledanjem konstatirano je da za postrojenje

postoji    ne postoji

Ex-Priručnik ODRŽAVANJA,

koji se odnosi na održavanje Ex opreme i instalacija u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom a što je detaljno navedeno u ovom Ex-Dokumentu.

Slika 4. EX dokument

Temeljem gore navedenih nalaza i ostalih tehnoloških čimbenika poslodavac je dužan osigurati **Ex-Priručnik** u kojemu su obrađene sve aktivnosti i postupci za provođenje mjera protueksplozijske zaštite opreme namijenjene prostorima ugroženim od eksplozivne atmosfere.



## 2.4. Vrste zaštite električne Ex-opreme

Uređaji za uporabu u zoni 1 – električni uređaj može se upotrebljavati ako je izveden sustavno zahtjevima zone 0 ili sukladno jednoj ili više sljedećih vrsta protueksplozijske zaštite prema tablici 1.

Tablica 1. Vrste zaštite električne Ex-Opreme

Naziv zaštite	Slovna oznaka	Norma	Zapaljivi medij
Oklapanje	d	HRN EN 60079-1	Plin
Nadtlak	p	HRN EN 60079-2	Plin / Prašina
Punjenje pijeskom	q	HRN EN 60079-5	Plin
Uranjanje	o	HRN EN 60079-6	Plin
Povećana sigurnost	e	HRN EN 60079-7	Plin
Samosigurnost	i	HRN EN 60079-11	Plin / Prašina
n – uređaji	n	HRN EN 60079-15	Plin
Oblaganje	m	HRN EN 60079-18	Plin / Prašina
Zaštita optike	op is, op pr, op sh	HRN EN 60079-28	Plin / Prašina
Zaštita kućištem	t	HRN EN 60079-31	Prašina
Zaštita 's'	s	HRN EN 60079-33	Plin / Prašina

## 2.5. Osnovne značajke opreme - Označavanje

Uređaji moraju biti postavljeni i označeni u odnosu na prostor i uvjete u kojima se nalaze i/ili postavljaju.

Tablica 2.  
razredi

Područje	T - razred	Tmax [°C]
I	Taloženje	150
	Bez taloženja	450
II	T1	450
	T2	300
	T3	200
	T4	135
	T5	100
	T6	85

Temperaturni

Podjela plinova u skupine:

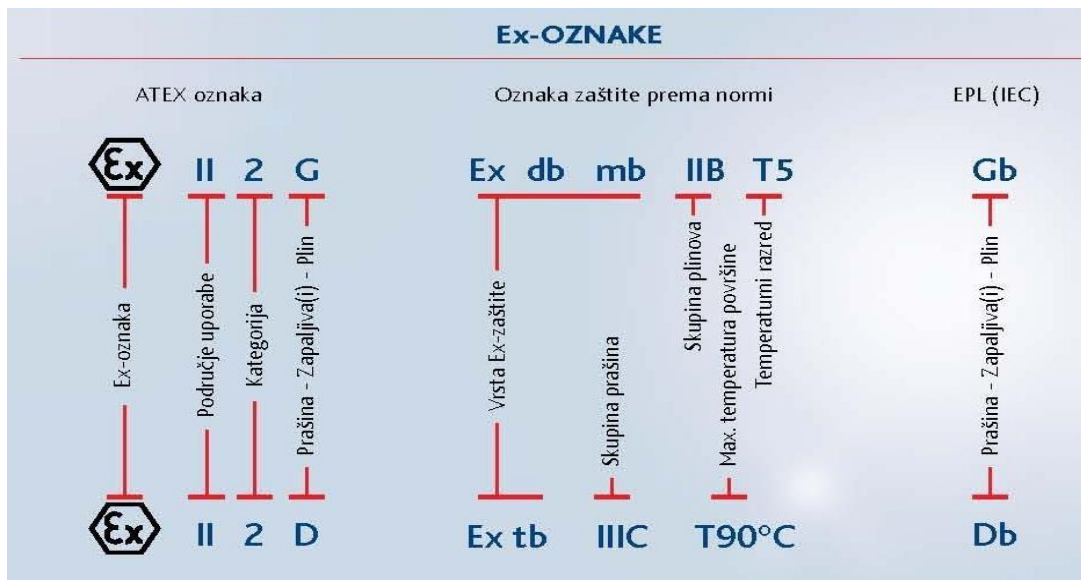
- IIA: Propan
- IIB: Etilen
- IIC: Vodik/Aceten

Podjela prašina u skupine:

- IIIA: Zapaljiva vlakanca
- IIIB: Nevodljiva prašina
- IIIC: Vodljiva prašina

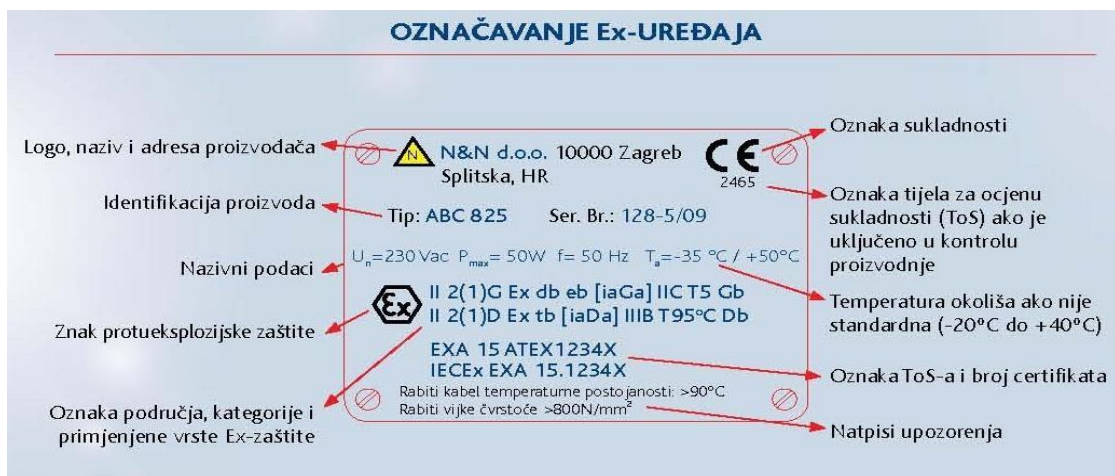
Razine zaštite EPL:

- razina 'a' za zonu 0,
- razina 'b' za zonu 1
- razina 'c' za zonu 2



Slika 5. Označavanje – objašnjenje (izvor: Ex priručnik -EX agencija <https://civilna-zastita.gov.hr/podrucja-djelovanja/eksplozivne-atmosfere/85>)

Kod fizičkog označavanja samog uređaja, uređaj mora na sebi imati pločicu s nazivnim podacima kao i svoj pozicijski naziv -TAG BROJ.



Slika 6. Natpisna pločica (izvor: Ex priručnik -EX agencija <https://civilna-zastita.gov.hr/podrucja-djelovanja/eksplozivne-atmosfera/85>)

### 3. INSTRUMENTACIJA

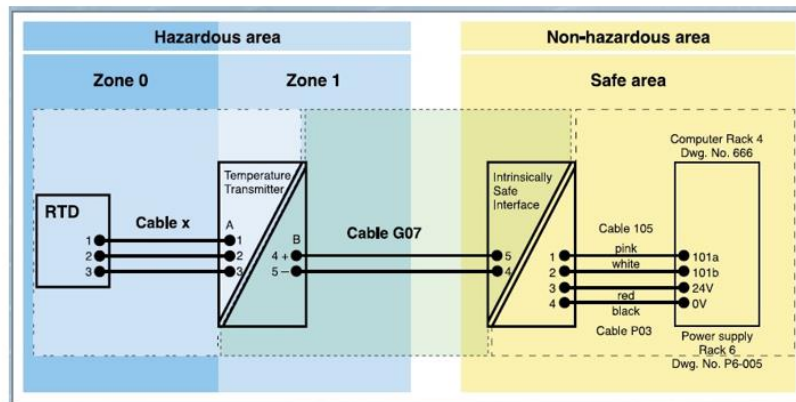
U ovom poglavlju objasniti će se sustavi zaštite, uređaji te postupci vezani za instrumentalnu opremu Ex-i, kao i upravljački automatski dio opreme.

#### 3.1. Samosigurnost

Ova vrsta zaštite sadrži elemente instalacije svog uređaja, a posebno se odnosi na sistem sigurnosti. Instalacija samosigurnosti se uvelike razlikuje od ostalih energetske instalacije. Kod sustava ne-samosigurnosnih instalacija bitno je da se električna energija dovede do trošila, a kod samosigurnosnih sustava bitno spriječiti da energija iz ne-samosigurnosnih krugova ni u kojem slučaju ne dođe u samosigurnosni krug pošto je samim time povrijeđena cijela svrha takve vrste kruga. Kod instalacije samosigurnosnih krugova jako je važno održavanje izjednačenja potencijala i način uzemljenja opreme prilikom njene instalacije. Uzemljenja strujnih krugova 'I' vrste zaštite najčešće obuhvaćaju i neugroženi prostor. Zaslona kabela se uzemljuje samo na jednom kraju, ukoliko je moguće izvan ugroženog prostora ili zoni manje opasnosti. To se radi kako bi se onemogućilo da se prenosi struja uzorkovana lokalnim ne izjednačenjem potencijala između opreme, pri višim vrijednostima bi takva struja mogla inducirati visoke napone, opasne za samosigurnosne krugove unutar zaslona i naposljetku električnim lukom ili iskrom može uzrokovati paljenje okolne eksplozivne

atmosfere. Za presjek vodiča kojim se uzemljuje preporuka je da bude minimalno 4mm<sup>2</sup> i izoliran izolacijom koja podnosi ispitni napon 500V AC efektivno ili 700 V DC. Kao što je već rečeno, kako želimo da 'i' krugovi budu odvojeni od ne-samosigurnosnih krugova tako pri polaganju kabela treba voditi računa da su fizički odvojeni jedni od drugih. Najidealnije je da se polažu na odvojenim policama ili kanalima, ukoliko to nije moguće razmak među njima može dati jednako vrijednu odvojenost. Kod stezaljki se vodi računa da su tako raspoređene da je razdvajanje postignuto rasporedom, mora biti spriječeno spajanje između krugova ukoliko se desi slučajno ispadanje vodiča iz stezaljke. Kod samosigurnosnih uređaja nije očekivano zagrijavanje površina, osim u slučaju kvara, a i onda su površine uglavnom male. kod priključnih kutija njeno zagrijavanje će ovisiti o gubitcima energije u kutiji koji je ovisan o temperaturi okoline.

Exi krug  
Kabel - svijetlo plave boje



UREĐAJ U POLJU – KABEL –  
PRIDRUŽENI UREĐAJ  
Ex PROSTOR SIGURAN PROSTOR

Slika 7. Krug samosigurnosti

(izvor: uvod u Ex-Siemens)

### 3.2. FISCO sustav

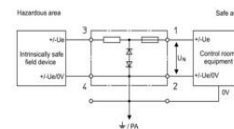
Field bus Intrinsically Safe Concept – Samo sigurni sustav sabirnice do 32 uređaja u petlji preko kojeg napajanje i signal idu istim vodičima.



Barijera (uzemljena sa 4mm ili sa 2x1,5mm)



Treba biti izoliran vodič

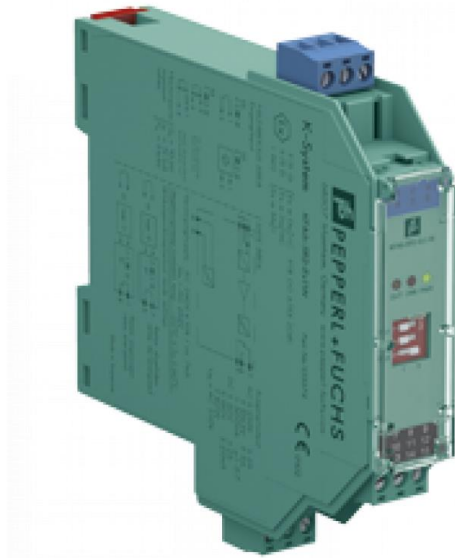


< 1Ω prema glavnoj točki uzemljenja

Slika 8. FISCO SUSTAV

Izolacijska pojačala napajaju senzor blizine u opasnom području, primaju proporcionalnu struju, pretvaraju ulazne signale u digitalne izlazne signale i prosljeđuju preklopne signale na upravljački uređaj kao što je DCS ili PLC.

Sklopni izolator sastoji se od tri primarne komponente: napajanja, tranzistorskog pojačivača i izlaznog stupnja. Galvanska izolacija razdvaja ulazni, izlazni i krug napajanja.

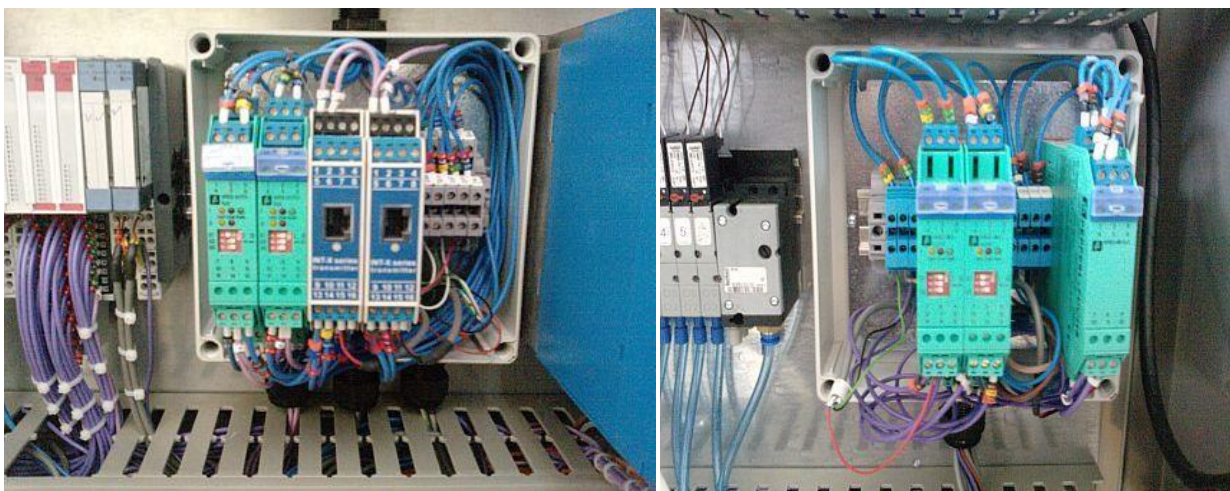


Slika 9. Izolacijsko pojačalo – barijera

(izvor:<https://elpro-solutions.hr/proizvod/izolacijska-pojacala-kfd2-sr2-ex-w-kfa6-sr2-ex-w/>)

### 3.3. Samosigurnost– način ožičenja i održavanja

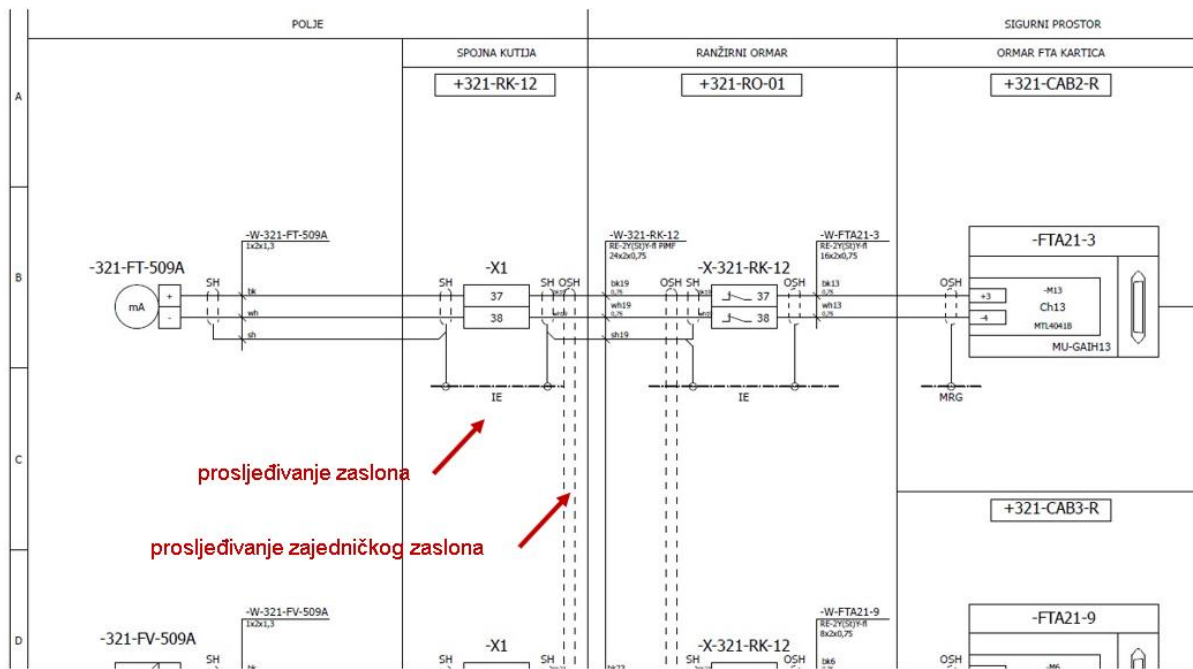
Ex vodiči I stezaljke trebaju biti razdvojeni od ostalih krugova fizički 50mm i/ili pregradom (izolacijsko gradivo ili uzemljena metalna pregrada). Nekorišteni vodič se uzemljuju, izoliraju (stopica, termo skupljajuća trakai sl.) i/ili spajaju u odgovarajuću neiskorištenu stezaljku .



Slika 10. Primjer loše i ispravne instalacije

### 3.4. Uzemljenje vodljivog zaslona kabela

Vodljivi zaslon mora biti električki spojen na zemlju samo u jednoj točki (kraj petlje strujnog kruga u neugroženom prostoru ). Spriječiti mogućnost da kroz zaslon proteče opasna razina struje izjednačenja potencijala u slučaju pojave lokalnih razlika potencijala uzemljenja između jednog I drugog kraja strujnog kruga.



Slika 11. Prosljeđivanje vodljivog zaslona (izvor: dokumentacija pogona RNR)

## 4. DOPUŠTENI SUSTAVI U EX-PROSTORU

Unutar eksplozivno ugroženog prostora dozvoljeni su TN-S, TN-C/S, TT i IT sustavi uzemljenja za zaštitu od električnog udara. Ovisno o sustavu projektira se i ugrađuje potrebna oprema za zaštitu.

### 4.1. Sustavi mreže (uzemljenja) unutar EX prostora

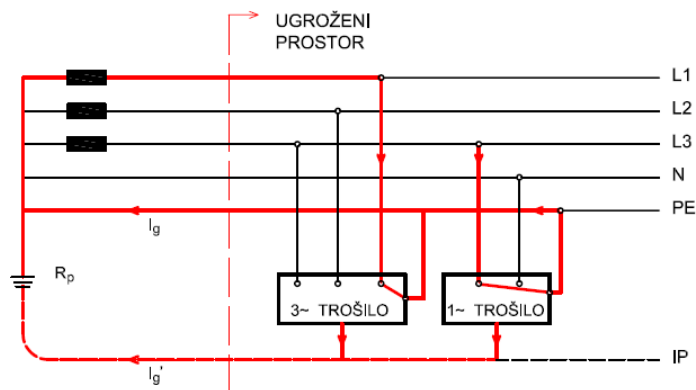
**Prvo slovo** označava odnos između uzemljenja i transformatora ili generatora.

- **T** - direktni spoj zvjezdišta transformatora s uzemljenjem. (T = Tera)
- **I** - nema spoja sa uzemljenjem, zvjezdište transformatora je izolirano od uzemljenja (I = Isolation)

**Drugo slovo** označava odnos između uzemljenja i trošila ili potrošača spojenog na mrežu

- **T** - direktni spoj kućišta potrošača na uzemljenje.
- **N** - spoj kućišta potrošača na uzemljeni dio mreže

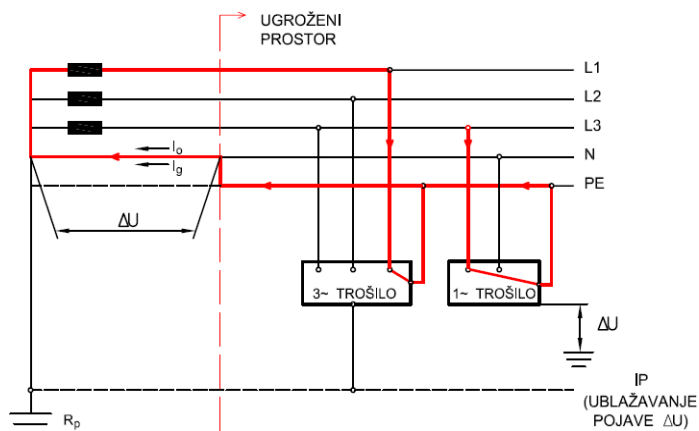




Slika 12. TN-S

(izvor: <https://www.elteh.net/el-instalacije/ostalo/tipovi-nn-mreza.html>)

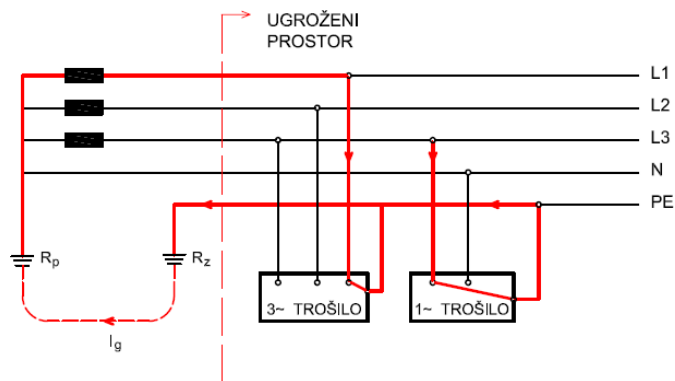
TN-S je sustav kod kojeg je u cijeloj mreži od transformatora do potrošača zaštitni vodič (PE) odvojen od neutralnog vodiča (N). Spojeni su samo u jednoj točki i to na zvjezdištu transformatora (S = separated, engl. odvojeno).



Slika 13. TN-C/S

(izvor: <https://www.elteh.net/el-instalacije/ostalo/tipovi-nn-mreza.html>)

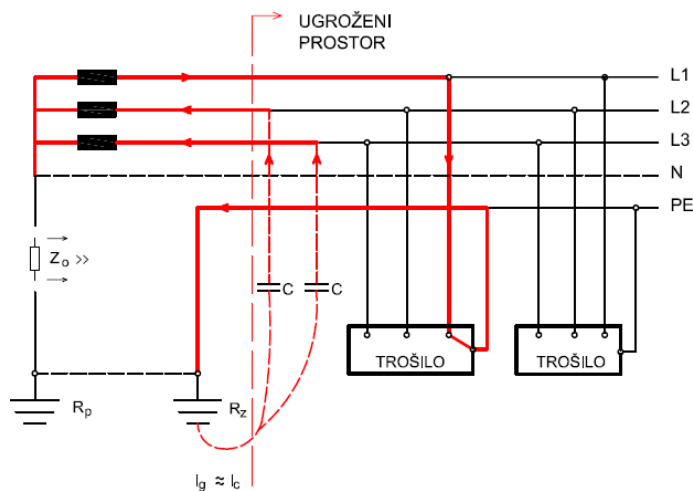
TN-C/S je sustav koji jednim dijelom koristi sjedinjeni PEN vodič te se u jednoj točki razdvaja u PE i N vodove. Ovaj sustav se često primjenjuje kod spajanja objekata na NN mrežu. PEN vodič se koristi od transformatora do priključnog mjesta objekta gdje se dijeli na PE i N te se tako razvodi unutar objekta sve do potrošača.



Slika 14. TT

(izvor: <https://www.elteh.net/el-instalacije/ostalo/tipovi-nn-mreza.html>)

TT jesustav u kojem je zvjezdište transformatora spojeno preko jednog uzemljivača, a kućišta potrošača preko drugog uzemljivača koji je električki neovisan o uzemljenju transformatora.



Slika 15. IT

(izvor: <https://www.elteh.net/el-instalacije/ostalo/tipovi-nn-mreza.html>)

IT jesustav u kojem zvjezdište transformatora uopće nije uzemljeno i svi vodiči su izolirani od zemlje ili su u jednoj točki spojeni sa zemljom preko velike impedancije. Kućište potrošača je direktno uzemljeno. U ovakvim sustavima mreža se koristi mrežni kontrolnik koji zvučno i svjetlosno upozorava na pad imedancije.

## TN sustav

TN-S ili TN-C/S

## TT sustav

obvezna primjena RCD-a  
(FID)  
struje prorade  
 $\leq 100 \text{ mA}$

## IT sustav

obvezna primjena mrežnog  
kontrolnika izolacije uz proradu  
kod otpora izolacije  $< 50 \Omega / V$   
nazivnog napona

Slika 16. Dopušteni sustavi i obavezne primjene

### 4.2. Zaštita malim naponima

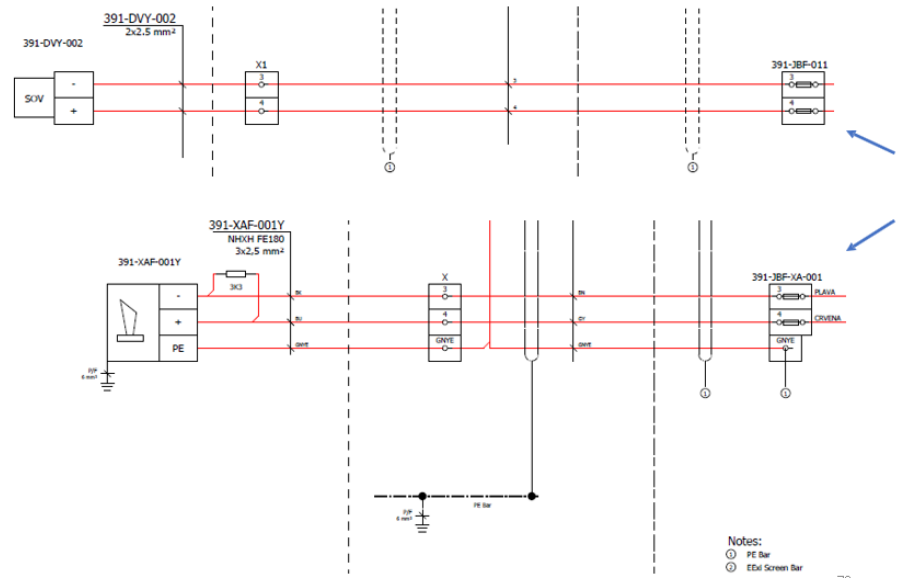
U lošim uvjetima upotrebe i okoline, gdje je stupanj opasnosti velik (npr. radovi s prenosivim električnim alatom na metalnim konstrukcijama, radovi u kotlovnica, garažama, mokrim prostorijama), najdjelotvornija mjera zaštite od udara električne struje je snižavanje nazivnih napona na vrijednosti ispod granice opasnih napona (ispod 50 V~ ili 120 V- ).

Općenito je postićemo:

- I. Sigurnosni mali napon (**SELV** - "*Separated or Safety extra low voltage*")
  - Ograničenjem napona u strujnom krugu (ispod 50 V~ ili 120 V- )
  - Odvajanjem SELV strujnih krugova od svih drugih strujnih krugova i od zemlje

## Mali naponi

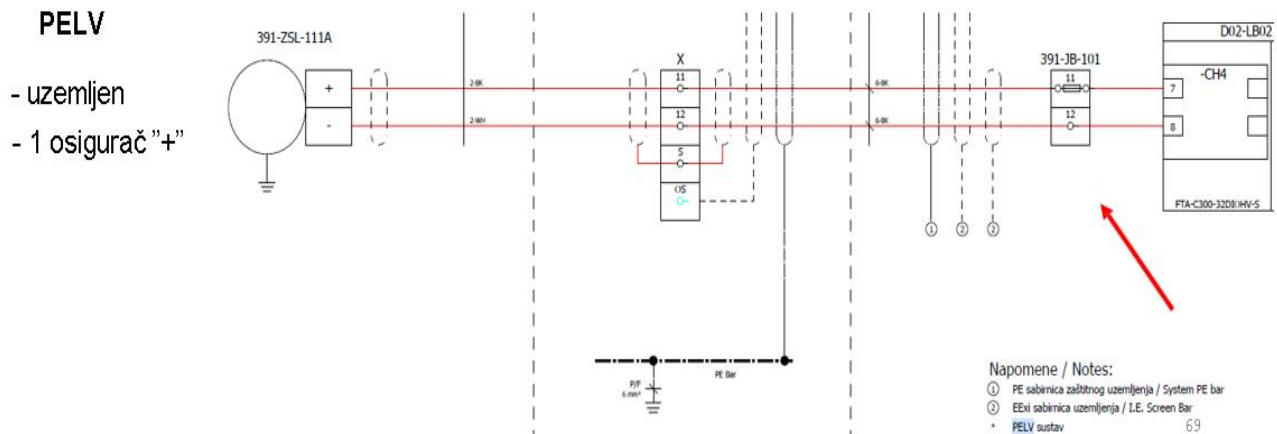
- SELV**
- izoliran
  - 2 osigurača "+" i "-"



Slika 17. SELV (izvor: dokumentacija RNR)

## II. Uzemljeni mali napon (**PELV** - "*Protective extra low voltage*")

- Ograničenjem napona u strujnom krugu (ispod 50 V~ ili 120 V- )
- Odvajanjem PELV strujnih krugova od svih drugih strujnih krugova, ali se dopušta spajanje sa zemljom (i strujnog kruga i izloženih vodljivih dijelova)



Slika 18. PELV sustav (izvor: dokumentacija RNR)

### III. Funkcionalni mali napon (**FELV** – “*Functional extra lowvoltage*”)

- u situacijama kada je zbog ekonomskih ili tehnoloških razloga pogodan mali napon, a nisu nužni ni sigurnosni mali napon (SELV), niti uzemljeni sigurnosni mali naponi (PELV)

## 5. PREGLED I KONTROLA OPREME

U ovom poglavlju prikazati će način provođenja pregleda i kontrole opreme unutar EX-prostora (ENERGANA - pogon unutar Rafinerije INA Rijeka). Prikazati će se detaljni pregledi opreme, vođenje i evidencija stvarnog stanja uređaja unutar EX prostora. Opisivati će se pregled automatske instrumentalne opreme u EX-izvedbi. Svrha ovoga je priprema dokumentacije za tehničko nadgledanje.

## 5.1. Tehničko nadgledanje

Tehničko nadgledanje obavlja ovlašteno tijelo

1. osnovno = nad dokumentacijom za izgradnju postrojenja, prije puštanja u rad postrojenja, kada se mijenja namjena prostora ili proširuje prostor ugrožen ekspl. atmosferom, kada se obavljaju veći popravci ili prilagodbe opreme, kada tip opreme nije odobren za uporabu
2. redovno = nad postrojenjima i opremom u uporabi zbog utvrđivanja odgovara li još uvijek oprema uvjetima i zahtjevima sukladno propisima
3. kontrolno = obavlja se zbog utvrđivanja jesu li otklonjeni nedostaci utvrđeni u osnovnom/redovnom nadgledanju u rokovima koji su određeni za njihovo uklanjanje
4. izvanredno = obavlja se nakon havarije postrojenja ili dijela postrojenja, na zahtjev nadležnog tijela inspekcije, na zahtjev korisnika opreme, nakon većih popravka ili prilagodba opreme za koje se ne zahtijeva osnovno nadgledanje

Ovlašteno tijelo za provedbu Tehničkog nadgledanja u Republici Hrvatskoj obavlja MUP (Ministarstvo Unutrašnjih Poslova).

## 5.2. Provjeravanje

Svaka se instalacija mora provjeriti tijekom instaliranja i po završetku, prije nego se pusti u rad. Informacije nužne za početnu provjeru moraju biti dostupne osobi koja obavlja početnu provjeru (sheme, dijagrami...). Moraju se poduzeti mjere opreza kako bi se osiguralo da provjera neće ugroziti ljude te da neće prouzročiti štetu na imovini ili opremi, čak i ako je

krug neispravan. Početnu provjeru mora obavljati stručna osoba, osposobljena za radove provjere. Početna provjera sastoji se od:

- a. Vizualnog pregleda
- b. Ispitivanja

Vizualni pregled prethodi ispitivanju i obično se obavlja dok instalacija nije pod naponom

- Pregled se obavlja kako bi se za nepomičnu električnu opremu utvrdilo da:
  - Je sukladna sigurnosnim uvjetima odgovarajućih normi (pregledom podataka, EX certifikata i sl.)
  - Je ispravno odabrana i instalirana prema uputama proizvođača i projekta
  - Nije vidljivo oštećena čime bi narušavala sigurnost

Vizualni pregled mora obuhvaćati:

- Metode zaštite od električnog udara
- prisutnost protupožarnih pregrada i ostalih mjera opreza protiv širenja vatre te zaštite od toplinskih učinaka;
- odabir vodiča prema strujnom opterećenju;
- odabir, podešavanje, selektivnost i postavljanje zaštitnih i nadzornih uređaja;
- odabir, prisutnost i ispravan smještaj prenaponskih zaštitnih uređaja
- prisutnost i ispravan smještaj odgovarajućih izolacijskih i sklopnih uređaja
- odabir opreme i zaštitnih mjera prikladnih za vanjske utjecaje i mehaničku otpornost

- prepoznavanje neutralnog (N) i zaštitnog (PE) vodiča
- raspoloživost shema, obavijesti upozorenja i ostalih sličnih informacija
- identifikacija krugova, prekostrujnih zaštitnih uređaja, sklopnih uređaja, stezaljki
- prikladnost spajanja vodiča
- odabir i postavljanje vodiča uzemljenja, zaštitnih vodiča i njihovih spojeva
- dostupnost opreme za lakše rukovanje, identifikaciju i održavanje
- mjere protiv elektromagnetskih smetnji;
- povezanost izloženih vodljivih dijelova na zaštitni vodič (izjednačenje potencijala);
- izbor i postavljanje sustava ožičenja.

**Kontrolni pregled-** Nedostaci koji se mogu utvrditi jednostavnim radnjama.

**Detaljni pregled-** Opširan zahvat koji u pravilu znači isključenje i rastavljanje uređaja.

Tablica 3.Tablica za provjeru integriteta zaštite (Norma HRN EN 60079-17)



(D=detaljni, C=kontrolni, V=vizualni)		Ex 'd'			Ex 'e'			Ex 'n'		
Provjeriti da:		Stupanj pregleda								
		D	C	V	D	C	V	D	C	V
A	OPREMA									
1	Oprema odgovara klasifikaciji prostora, odnosno EPL-u	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Skupina opreme je ispravna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Temperaturni razred opreme je ispravan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Oznaka strujnog kruga opreme je ispravna	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Oznaka strujnog kruga opreme je dostupna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Kućište, stakleni dijelovi i brtve između stakla i metala i/ili zaljevne mase su zadovoljavajući	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Nema neovlaštenih preinaka	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
8	Nema vidljivih neovlaštenih preinaka		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Vijci, kabelaške uvodnice (izravne i neizravne) te elementi za zatvaranje su ispravnog tipa, cjeloviti su i čvrsto zategnuti									
	- fizička provjera	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	- vizualna provjera		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>			
10	Površine prirubnica su čiste i neoštećene, a eventualne brtve su u zadovoljavajućem stanju	<input checked="" type="checkbox"/>								
11	Dimenzije zaštitnih raspora su unutar dopuštenih vrijednosti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
12	Snaga, tip i položaj izvora svjetla u svjetilkama su ispravni	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
13	Električni priključci su čvrsti				<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
14	Stanje brtvi kućišta je zadovoljavajuće				<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
15	Zatvoreni - prekidni i hermetično zabrtvljeni uređaji su neoštećeni							<input checked="" type="checkbox"/>		
16	Kućište s ograničenim disanjem je zadovoljavajuće							<input checked="" type="checkbox"/>		
17	Ventilatori motora imaju dovoljan zračni razmak prema kućištu i/ili poklopcima	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
18	Dišne i drenažne naprave su zadovoljavajuće	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

### 5.3. Popis opreme

Popisom opreme se provjerava i dokazuje postojeće/izvedeno stanje pogona u EX-izvedbi. Unutar popisa se upisuju uređaji, kao i napomene u slučaju nekakvog nedostatka na samom uređaju. Uređaji se svrstavaju u više kategorija : Energetika (URE), Instrumentacija (URI) i Neelektrični uređaji (NEU), te neovisno o tome se upisuje u predviđene tablice za to.

Na slici 7. prikazana je natpisna pločica instrumentalnog uređaja za detekciju plina, prema kojoj će se prikazati način upisa.



Slika 19. Natpisna pločica detektora plina



Heinzlova 70a | Zagreb | Croatia | PD SLN

IP-Ex-OD-VBU

POPIS OPREME I ZAPIS O ODRŽAVANJU / PREGLEDU Ex OPREME

Izveštaje o ispitivanju br: IP-Ex-OD-VBU\_TAB.URI

Postrojenje: RNR RIJEKA / ENERGANNA

Red. br.	Uređaj	Oznaka uređaja	Nazivni podaci	Tip uređaja	Br. kom.	Serijski br. uređaja	Ex zaštita		Pregled (V/K/D)	Napomene:
							Oznaka zaštite	Do dokument		
1	Detektor plina	321-AT-269	P = 0,25MPa Tamb= -40...+70/80°C U = 16...28 V dc 4...20mA IP 66	APLISEN APC-2000ALW/G1/2	1	10153338	II 1/2G Ex ia IIC T4/T5 Ga/Gb	FTZU 08 ATEX 0116X	0	/
Pregled obavio: Domagoj Raguž				Ovjerio: Ivan Čubić			Datum: Detaljni pregled 03 / 2023.			
Pregled proveden prema tablici iz norme HRN EN 60079-17   Ex-Priručnika (V - vizualni, K - kontrolni, D - detaljni)										
U rubrici "Napomene" unose se sve promjene na opremi / uređajima i instalacijama, evidencije o popravcima ( s priloženim izvješćima o popravcima ) i uočeni nedostaci tijekom pregleda.										

Slika 20.Tab.URI tablica upisa uređaja instrumentacije

Komentar :

Detektor planema 321-AT-269, tipa APLISENS APC-2000ALW može se koristiti u EX-zonama 1 i/ili 2 gdje je plin Vodik/Acetilina, temperaturnog razreda T4/T5 gdje je dozvoljena max.temperatura od 135°C.

Prilikom detaljnog pregleda potrebno je uređaj fizički otvoriti, spojeve dotegnuti te pregledati da li postoje ostala fizička i kemijska oštećenja (puknuća kućišta, lom uvodnice kabela, oštećenje kabela, korozija, vlaga, voda... ).



Slika 21.Primjer: Nedostatak – oštećeni instrumentalni kabel

## 6. ISPITIVANJE I PROVJERE ELEKTRIČNIH INSTRUMENTALNIH INSTALACIJA

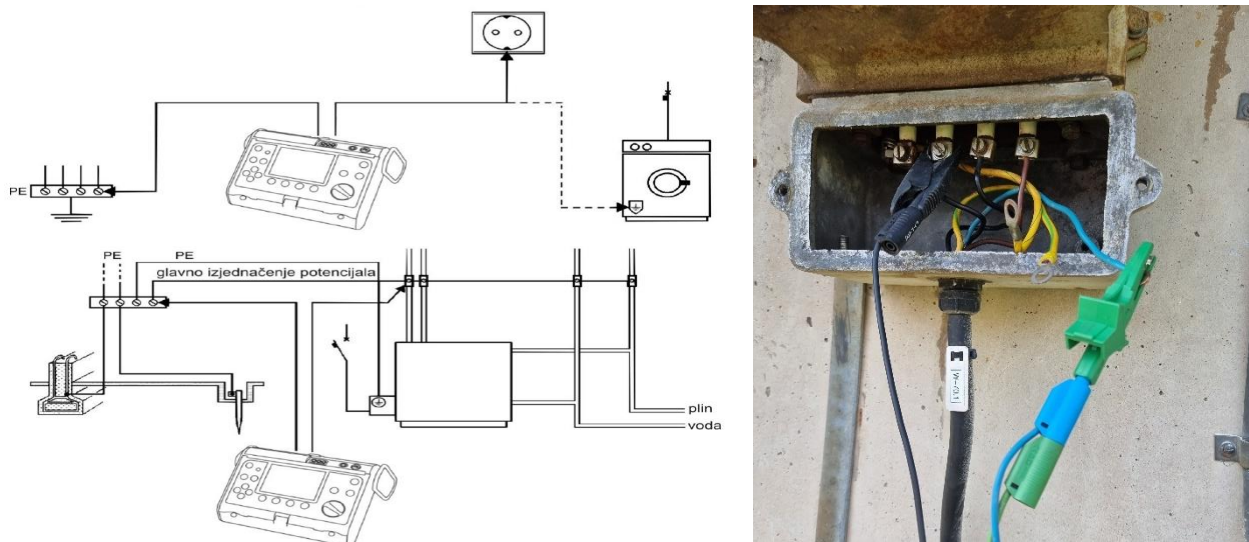
Sljedeća **ispitivanja** u EX-u prema normama HRN EN 60364-6 I HRN EN 600079-1 moraju se obaviti, a poželjno je da se provode ovim redoslijedom:

- Ne prekinutost zaštitnog vodiča I vodiča izjednačenja potencijala
- Impedancija petlje kvara

- Otpor izolacije I otpor podova izidova
- Otpor uzemljena
- Zaštita od preopterećenja

### 6.1. Neprekinutost zaštitnog vodiča i vodiča izjednačenja potencijala

Mjerenje se provodi na zaštitnim vodičima, uključujući vodiče za izjednačenje potencijala, na izloženim vodljivim dijelovima.



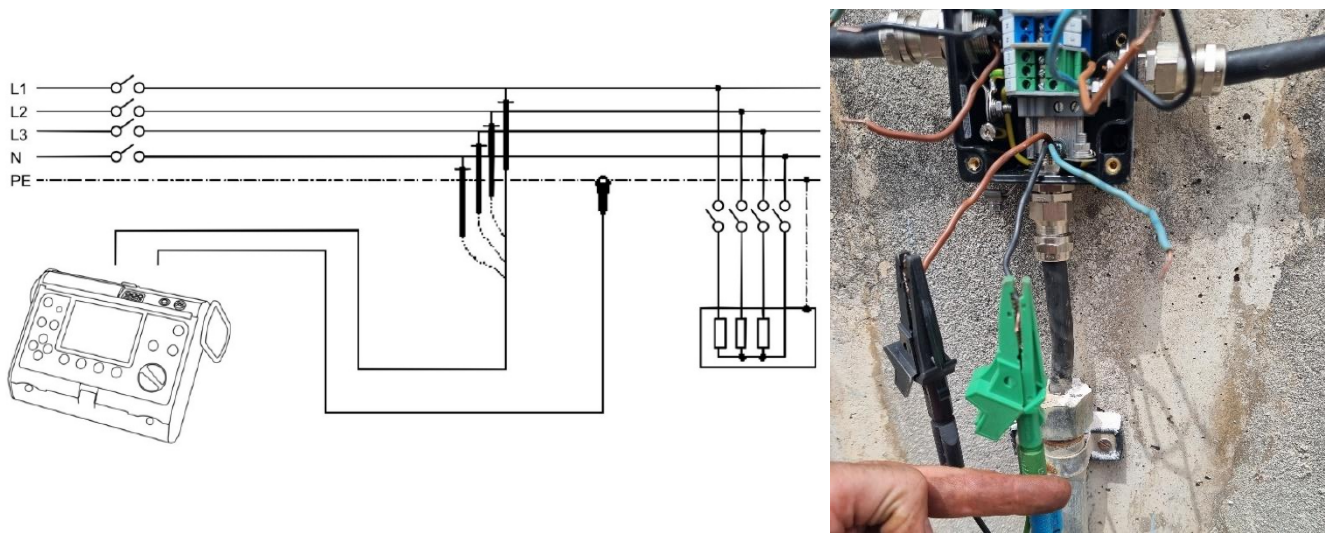
Slika 22. NZV – neprekinutost zaštitnog vodiča

### 6.2. Impedancija petlje kvara -otpor izolacije

Mjerenje se vrši između vodiča pod naponom. Mjeri se između vodiča pod naponom i zaštitnog vodiča spojenog na instalaciju uzemljenja. Gdje je moguće vodiči pod naponom smiju se međusobno spojiti.

Tablica 5. Tablica zaštite i ispitnog napona

Nazivni napon strujnog kruga V	Ispitni napon Istosmjerne struje V	Minimalni otpor izolacije MΩ
SELV I PELV	250	0,5
Do 5000V, uključujući FELV	500	1,0
Iznad 500V	1000	1,0



Slika 22. IPK- impedancija petlje kvara

### 6.3. Automatsko isključenje sustava

Za ovisno o određenom sustavu potrebno je obaviti određena mjerenja.

- TN sustav: mjerenje impedancije petlje kvara, provjera učinkovitosti zašt. uređaja
- TT sustav: mjerenje otpora uzemljivača, provjera učinkovitosti zašt. uređaja
- IT sustav: mjerenjem struje pri prvom kvaru ili mjerenjem impedancije petlje kvara

#### 6.4. Ostala mjerenja

- Za ovisno o određenom sustavu potrebno je obaviti određena mjerenja.**ispitivanje polariteta;**
- **automatsko isključenje napajanja;**
  - TN sustav: mjerenje impedancije petlje kvara, provjera učinkovitosti zašt. uređaja
  - TT sustav: mjerenje otpora uzemljivača, provjera učinkovitosti zašt. uređaja
  - IT sustav: mjerenjem struje pri prvom kvaru ili mjerenjem impedancije petlje kvara
- **dodatna zaštita (RCD);**
  - npr. FID (od „fehler“=greška, RCD=*Residual Current Device*, ZUDES=Zaštitni Uređaj Diferencijalne Struje)
- **ispitivanje redoslijeda faza;**
- **funkcionalna ispitivanja;**
  - sklopna i upravljačka oprema

#### 6.5. Zadatak - Ispitno mjerenje računala protoka

Unutar pogona energane potrebno je obaviti ispitivanja i mjerenja četiri uređaja računala protoka. Nazivni podaci uređaja prema TAB.URI (slika .23) koja je napravljena prilikom detaljnog pregleda. Ispitivanja se vrše mjernim uređajem METREL EUROTTEST 61557. Sustav zaštite je TN.



Heinzlova 70a | Zagreb | Croatia | PD SLN

IP-Ex-OD-VBU

POPIS OPREME I ZAPIS O ODRŽAVANJU / PREGLEDU Ex OPREME

Izvešće o ispitivanju br: IP-Ex-OD-VBU\_TAB.URI\_RAČUNALA PROTOKA

Postrojenje: ENERGANA / RAČUNALA PROTOKA

Red. br.	Uređaj	Oznaka uređaja	Nazivni podaci	Tip uređaja	Br. kom.	Serijski br. uređaja	Ex zaštita		Pregled (V/K/D)	Napomene:
							Oznaka zaštite	Dokument		
1	Računalo protoka	11ACL1 12ACL1 13ACL1 14ACL1	FMC Technologies Input: 115-240VAC 48-60Hz ; 50W max Output: 24VDC ; 48W max T amb. = -40°C#60°C IP65	AL III-S-XP-ALX1-A10000	4	ML146S ML147S ML146S ML146S	II 2G Ex d IIB T6 Gb	DEMKG 02 ATEX 130951 X	D 03/2023.	/
Pregled obavio: Domagoj Raguž				Ovjerilo: Ivan Čubić			Datum: Detaljni pregled 03 / 2023.			
Pregled proveden prema tablici iz norme HRN EN 60079-17 i Ex-Priručnika (V - vizualni, K - kontrolni, D - detaljni)										
U rubrici "Napomene" unose se sve promjene na opremi / uređajima i instalacijama, evidencije o popravcima ( s priloženim izvješćima o popravcima ) i uočeni nedostaci tijekom pregleda.										

Slika 23. TAB.URI-računala protoka



Slika 24. Računalo protoka FMC

Otpor izolacije kabela rezultati:

		Izvrješće o ispitivanju br.: <b>C-22_IL-OI-SUK_ENERGANA</b>					
<b>MJERENJE OTPORA IZOLACIJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA</b>							
PODACI O ISPITIVANJU							
Ispitni uređaj:	METRELE EUROTTEST 61557, oviernica br.0-02-01210/22, ser. Br. 13360377						
Ispitni napon:	$U_i [V] = 1000V$						
R.br.	Oznaka strujnog kruga/ tip kabela	$R_{iso} [M\Omega]$				$R_d [M\Omega]$	$R_{iso} > R_d$ DA/NE
		L1-L2-L3	L1-L2-L3-N	L1-L2-L3-PE	N-PE		
OTOK 1-24 V							
1.	-W:11-ACL1 OLFLEX CLASSIC 110CY 12x1,5 mm <sup>2</sup>	>100	/	>100	/	1	DA
2.	-W:12-ACL1 UNITRONIC LYCY(TP) 10x2x0,5 mm <sup>2</sup>	>100	/	>100	/	1	DA
3.	-W:13-ACL1 OLFLEX CLASSIC 110CY 12x1,5 mm <sup>2</sup>	>100	/	>100	/	1	DA
4.	-W:14-ACL1 OLFLEX CLASSIC 110CY 12x1,5 mm <sup>2</sup>	>100	/	>100	/	1	DA
5.	-W:11-ACL1 OLFLEX CLASSIC 110CY_41x1,5 mm <sup>2</sup>	/	>100	>100	>100	1	DA
6.	-W:12-ACL1 OLFLEX CLASSIC 110CY_41x1,5 mm <sup>2</sup>	/	>100	>100	>100	1	DA
7.	-W:13-ACL1 OLFLEX CLASSIC 110CY_41x1,5 mm <sup>2</sup>	/	>100	>100	>100	1	DA
8.	-W:14-ACL1 OLFLEX CLASSIC 110CY_41x1,5 mm <sup>2</sup>	/	>100	>100	>100	1	DA
<b>Napomene:</b>							
L1-L2-L3 – fazni vodiči (ili vodiči Ex „i“ strujnih krugova)		$R_{iso}$ – izmjereni otpor izolacije [MΩ]					
N – neutralni vodič		$R_d$ – najmanji dozvoljeni otpor izolacije [MΩ]					
PE – zaštitni vodič		$U_i$ – ispitni napon [V]					
Kriterij na odabir ispitnog napona i najmanji dozvoljeni otpor izolacije:							
Nominalni napon [V]	Ispitni DC napon $U_i$ [V]	Otpor izolacije $R_d$ (MΩ)					
SELV, PELV	250	≥0,5					
Ex „i“	700 (ili 500 VAC)	≥1,0					
Do uključivo 500V i FELV	500	≥1,0					
Iznad 500V	1000	≥1,0					
<b>ZAKLJUČAK-Izmjereni otpor izolacije strujnih krugova zadovoljava.</b> <input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE		Ispitano (datum i potpis): <b>Domagoj Ražuč</b> 03/2023		Odgovorna osoba (datum i potpis): <b>Ivan Cubić</b> 03/2023			

Slika 25. OI (otpori izolacije kabela instrumentacije 24V i napajanja uređaja 230 V)

Komentar:

Ispitivanjem je utvrđeno da su instrumentalni kabele od 24V (OLFLEX CLASSIC 110 CY 12x1,5 mm<sup>2</sup>), kao i kabele napajanja 230V (OLFLEX CLASSIC 110 CY 41x1,5 mm<sup>2</sup>) ispravni. Izmjereni otpori izolacija su preko 100MΩ, što je zadovoljavajuće u odnosu na minimalno propisani otpor  $\geq 1M\Omega$ .

Impedancija petlje kvara rezultati:



Siemens Energy d.o.o. Heinzlova 70a, 10000 Zagreb Tel: +385 (0) 91 6105096 E-mail: <a href="mailto:kresimir.iozic@siemens.com">kresimir.iozic@siemens.com</a>	<b>SIEMENS ENERGY</b>	Oznaka dokumenta: <b>C-22_IL-IPK</b> Izdanje: <b>E1</b>
--	-----------------------	--

**MJERENJE IMPEDANCIJE PETLJE KVARA**

**PODACI O ISPITIVANJU**

Ispitni uređaj:	<b>METREL EUROTTEST 61557, oviernica br.0-02-01210/22, ser. Br. 13360377</b>
Sustav mreže:	<b>TNS</b>

R. br.	Oznaka strujnog kruga / el. uređaja	Tip i karakteristika	Zaštitni uređaj		$t_{cl}$ [s]	$Z_{[L-PE]}$ [ $\Omega$ ]	$I_{ZEM}$ [A]	$Z_{[L-N]}$ [ $\Omega$ ]	$I_{k1min}$ [A]	$Z_{[L-L]}$ [ $\Omega$ ]	$I_{k2min}$ [A]	$U_0$ [V]	Ikmin $\geq 3/2 I_a$ DA/NE
			Magnetski prekidač	Rastalni osigurač									
1.	11-ACL1	C2A	20	/	0,1	1,90	124	3,59	71,3	/	/	229	DA
2.	12-ACL1	C2A	20	/	0,1	2,05	119	3,67	69,1	/	/	231	DA
3.	13-ACL1	C2A	20	/	0,1	3,11	88	4,59	53,2	/	/	229	DA
4.	14-ACL1	C2A	20	/	0,1	5,09	55	7,75	28,9	/	/	231	NE

**Napomene:**

Kriteriji na najveća dozvoljena vremena isključenja:

Sustav:	50V < $U_n \leq 120V$		120V < $U_n \leq 230V$		230V < $U_n \leq 400V$		$U_n > 400V$	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0,8 s	/	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
*TT	0,3 s	/	0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

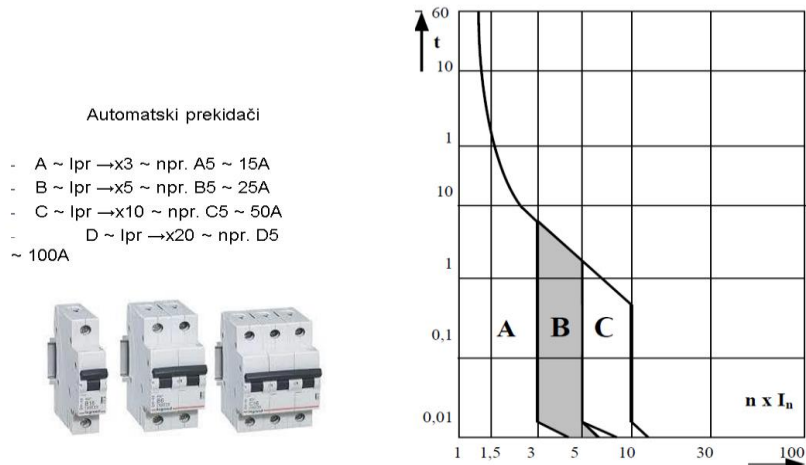
Napomena: Tablica vrijedi za krugove nazivne struje do 32A u zoni opasnosti 2. Za krugove nazivne struje > 32A u zoni 2 struje kvara moraju biti prekinute unutar 5s (za TN), odnosno unutar 1s (za TT).  
\* za TT sustav mreže, ako je provedeno vanjsko izjednačenje potencijala, zahtijevano vrijeme proradeje isto kao i za TN sustav.  
U zoni opasnosti 1 najveće dozvoljeno vrijeme isključenja, za sve slučajeve, je 0,1s.  
 $U_n$  – fazni napon [V]

<b>ZAKLJUČAK - Izmjerena impedancija petlje zadovoljava.</b> <input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE	Ispitao (datum i potpis): <b>Domagoj Raquž</b> 03/2023	Odgovorna osoba (datum i potpis): <b>Ivan Čubić</b> 03/2023
--	--	---

Slika 26. IPK

Komentar:

Ispitivanjem je utvrđeno da jedno od računala ( 14-ACL1 ) ne zadovoljava uvjet zaštite. Uvjet zaštite je da unutar 0,1 sekunde zaštitni uređaj (osigurač) mora proraditi. Uvjet za to je da minimalna struja kratkog spoja mora biti veća i/ili jednaka 1.5 puta nazivnoj struji osigurača. Na uređaju 14-ACL1 se kao i na svim ostalim nalazi osigurač karakteristike C2A, ali mjerenjem je ustanovljeno da on ne zadovoljava gore navedeni uvjet (  $I_{kmin} = 28,9$  A). Minimalna struja mora biti 30A. Da bi se uklonio nedostatak potrebno je postaviti osigurač druge karakteristike, u ovom slučaju osigurač B5A karakteristike. Razlog zbog kojeg osigurač ne zadovoljava je taj što je računalo protoka 14-ACL1 najudaljenije od napajanja ( preko 150m) dok su ostali u krugu od 40m.



Slika 27. Odabir osigurača prema nazivnoj struji (Siemens uvod u EX)

## Neprekinutost zaštitnog vodiča

SiemensEnergy d.o.o. Heinzlova 70a, 10000 Zagreb Tel: +385 (0) 91 6105096 E-mail: <a href="mailto:kresimir.iozic@siemens.com">kresimir.iozic@siemens.com</a>	<b>SIEMENS ENERGY</b>	Oznaka dokumenta: <b>C-22_IL-NZV-IPK</b> Izdavanje : <b>E1</b> Izješće o ispitivanju br.: <b>C-22_IL-NZV-IPK -ENERGANA</b>					
<b>MJERENJE KONTINUITETA (NEPREKINUTOSTI) ZAŠTITNOG I DODATNOG VANJSKOG PE VODIČA ELEKTRIČNIH UREĐAJA MJERENJEM IMPEDANCIJE PETLJE KVARA</b>							
Ispitni uređaj:	<b>METREL EUROTEST 61557, oviernica br.0-02-01210/22, ser. Br. 13360377</b>						
R.br.	Oznaka strujnog kruga / električnog uređaja	S <sub>PE</sub> / S <sub>PEd</sub> [mm <sup>2</sup> ]	Z <sub>(L-PE)</sub> [Ω]	Z <sub>(L-PE1)</sub> [Ω]	Z <sub>(L-PE2)</sub> [Ω]	Z <sub>(L-PE1) ~ Z<sub>(L-PE)</sub> DA/NE</sub>	Z <sub>(L-PE2) ~ Z<sub>(L-PE)</sub> DA/NE</sub>
1.	11-ACL1	1,5/6	1,90	2,30	1,90	DA	DA
2.	11-ACL1	1,5/6	2,05	2,75	2,05	DA	DA
3.	11-ACL1	1,5/6	3,11	4,08	3,12	DA	DA
4.	11-ACL1	1,5/6	5,09	6,55	5,08	DA	DA
<b>Značenje oznaka:</b>							
Z <sub>(L-PE)</sub> – zemljospojna impedancija petlje [Ω]				S <sub>PE</sub> – presjek zaštitnog PE vodiča [mm <sup>2</sup> ]			
Z <sub>(L-PE1)</sub> – impedancija petlje uz odspojen zaštitni PE vodič [Ω]				S <sub>PEd</sub> – presjek dodatnog (vanjskog) PE vodiča [mm <sup>2</sup> ]			
Z <sub>(L-PE2)</sub> – impedancija petlje uz odspojen dodatni (vanjski) PE vodič [Ω]							
<b>ZAKLJUČAK-Kontinuitet zaštitnog i dodatnog vanjskog PE vodiča zadovoljava.</b>				Ispitao (datum i potpis): <b>Domagoj Raquž</b> 03/2023		Odgovorna osoba (datum i potpis): <b>Ivan Čubić</b> 03/2023	
<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE							

Slika 28. NZV

## Komentar:

Ispitivanjem je utvrđeno da kontinuitet zaštitnog i dodatnog vanjskog PE vodiča zadovoljava. Zemljospojna impedancija petlje Z<sub>L-PE</sub> je približno jednaka impedanciji petlje uz odspojeni vanjski PE vodič Z<sub>L-PE2</sub>, čime je ispunjen uvjet

## 7. ZAKLJUČAK

Provjera ispravnosti i održavanje svih sustava i uređaja u Ex zoni je kompleksan i zahtjevan posao. Taj posao zahtjeva maksimalnu koncentraciju i spremnost na različite situacije koje se mogu zateći na terenu. Zahtjeva i predznanje i opreznost prilikom izvođenja svih operacija. Ispitivanje uređaja u Ex zoni ( Eksplozivnoj zoni ) veliki postotak opreznosti prilikom izvođenja radova, zahtjeva dobru pripremu rada , dokumentaciju koju je potrebno ispuniti nakon izvršenog pregleda i u svemu tome je jako veliki rizik zbog oblika posla kojeg radimo.

Kada korisnik postrojenja ima vlastito održavanje i ima vlastiti sustav održavanja , mora posjedovati cjeloviti Ex-priručnik. Postoje dvije vrste Ex-priručnika :

- Skraćeni Ex-priručnik ( 1 ) – sve vizualne preglede i inspekcije obavljaju djelatnici tvrtke
- Skraćeni Ex-priručnik ( 2 )- vizualne, kontrolne i detaljne preglede obavlja tvrtka

U skladu s dokumentima pomoću kojih su definirane obaveze kod održavanja, pripadajućih instalacija i uređaja tvrtka je odgovorna za pravilno postupanje prilikom samog održavanja. Zamjena potrebnih dijelova mora odgovarati serijskom broju iz kataloga i svim njegoim karakteristikama. Vizualni, kontrolni i detaljni pregledi moraju biti izvršeni prema svim datumskim rokovima i obavezama te se moraju evidentirati u odgovarajućem registru tvrtke.

## LITERATURA

1. [https://www.spxflow.com/assets/pdf/JP\\_IM-CENTR%20EX-CR.pdf](https://www.spxflow.com/assets/pdf/JP_IM-CENTR%20EX-CR.pdf)
2. Ex priručnik -EX agencija <https://civilna-zastita.gov.hr/podrucja-djelovanja/eksplozivne-atmosfere/85>
3. <https://elpro-solutions.hr/proizvod/izolacijska-pojacala-kfd2-sr2-ex-w-kfa6-sr2-ex-w>
4. Uvod u EX Siemens
5. Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom
6. HRN HD 60364-1:2008
7. HRN HD 60364-4-41:2007
8. HRN EN 60079-14:2009

