

OSVRT NA STANJE  
PRAVILNIKA O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA ELEKTRIČNA POSTROJENJA,  
UREDJAJE I INSTALACIJE U RUDNICIMA SA PODZEMNOM EKSPLOATACIJOM  
(Sl. list SFRJ, br, 21/88 i 90/91)

Spasoje Erić<sup>1</sup>

## UVOD

Neadekvatni propisi predstavljaju rizik za sigurnost rudara, povećavaju troškove održavanja zastarjele opreme i otežavaju modernizaciju rudnika. Istovremeno, opšta dekarbonizacija i pad potražnje za ugljem dodatno smanjuju investicije u unapređenje rudarske infrastrukture, zbog čega je rudarstvo u tehnološkom zaostatku. Kombinacija tih faktora zahtijeva analizu i reviziju postojećih propisa, kako bi se poboljšali sigurnost, pouzdanost i efikasnost opreme i instalacija, prvenstveno u podzemnim rudnicima.

Rudarski tehnički propisi u zemljama Zapadnog Balkana u velikoj se mjeri oslanjaju na zastarjele standarde, koji ne odražavaju savremene tehnološke mogućnosti i sigurnosne zahtjeve. Mnoge odredbe potječu iz perioda kad su rudarska industrija i eksploatacija uglja bile u ekspanziji, dok su danas suočene s brojnim izazovima, uključujući smanjen interes za ugalj kao energent, postepenu dekarbonizaciju energetskog sektora i skorou likvidaciju neperspektivnih rudnika.

U ovom radu ću se osvrnuti, bez velikih pretenzija, na važeći Pravilnik o tehničkim normativima za električna postrojenja, uređaje i instalacije u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, (Sl. list SFRJ, br, 21/88 i 90/91, u daljem tekstu Pravilnik), kao i na nekoliko konkretnih neusklađenosti, nedostataka i posljedica po rudarsku praksu.

Ovaj značajan pravilnik nastao je prije 38 godina. (Usvojen 5. oktobra 1987. godine, objavljen 1. aprila 1988. godine, izmjene objavljene 13. decembra 1991. godine, a danom stupanja na snagu istog, osmog dana od objavljivanja, prestao je da važi prethodni Pravilnik o tehničkim propisima za električna postrojenja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, Sl. list FNRJ, br. 10/62 i Sl. list SFRJ, br. 9/64 i 16/67, i Pravilnik o tehničkim normativima za kablove i vodove u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, Sl. list SFRJ, br. 38/78.)

U vrijeme objavljivanja predstavljao je potvrdu do tada ostvarenog značajnog napretka u sigurnosti električnih postrojenja, uređaja i instalacija u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom i postavio temelje za dalje unapređenje. Dao je prelazni rok od 5 godina za uskladjivanje tehničkih karakteristika postojećih električnih postrojenja, uređaja i instalacija sa novim Pravilnikom. Ratovi koji su uslijedili i tranzicija koja je došla poslije nisu doprinijeli unapređenju rudarstva na ovim prostorima, o čemu svjedoči i činjenica da je ovaj Pravilnik još na snazi. Ili da, optimistično, vjerujemo da je još na snazi baš zato što je dugo bio i do danas ostao neprevaziđen? Kako god, vrijeme je da se razmotri osavremenjavanje ovog dokumenta.

---

<sup>1</sup> Spasoje Erić, dipl.el.inž, Tuzla, Bosna i Hercegovina, spasoje@bih.net.ba, spasoje.ero@gmail.com

## RAZLOZI ZA OSAVREMENJAVANJE PRAVILNIKA

Evo, bar nekih od mnogih, razloga za reviziju Pravilnika o tehničkim propisima za električna postrojenja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, koji još važe i primjenjuju se u Bosni i Hercegovini i Republici Srbiji.

1. **Protok vremena:** Prošlo je više od 35 godina od kada su ovi propisi doneseni. Tehnološki napredak, promjene u društvenom i političkom okruženju, kao i promjene u industrijskim standardima, doveli su do toga da su ovi propisi zastarjeli i ne mogu adekvatno da pokriju trenutne potrebe rudarstva i prateće industrije. Stari propisi jednostavno nisu u skladu sa savremenim potrebama, izazovima i rizicima.
2. **Promjena sistema:** Kraj osamdesetih i početak devedesetih godina bio je period velikih političkih i ekonomskih promjena u bivšoj Jugoslaviji. Prelazak sa samoupravnog socijalizma na tržišnu ekonomiju doveo je do značajnih promjena u načinu organizovanja i finansiranja rudnika, uključujući prateću industriju. Te promjene su stvorile novi kontekst u kojem su stari propisi teško mogli odgovoriti na savremene izazove.
3. **Tranzicija i liberalizacija tržišta:** Tranzicioni period, koji je zahvatio sve sektore, uključujući rudarske i elektroenergetske sisteme, doveo je do privatizacije, liberalizacije tržišta i internacionalizacije. Novi poslovni modeli i pristupi zahtijevaju nove tehničke standarde, koje stari propisi nisu uzimali u obzir. Rudarstvo i prateća industrija se sve više integrira u globalnu ekonomiju, što traži usklađivanje sa međunarodnim normama.
4. **Napredak rudarske tehnologije:** Savremena rudarska tehnologija, uključujući automatizaciju, digitalizaciju, napredne sisteme za praćenje i kontrolu rada rudnika, kao i poboljšane sisteme za zaštitu od nesreća, drastično se promjenila u poslednjih nekoliko decenija. Stariji propisi nisu uzimali u obzir nove tehnologije i opremu koja omogućava efikasnije i sigurnije rudarske operacije.
5. **Napredak elektrotehničke opreme:** U poslednjih 38 godina, elektrotehnička industrija je doživela veliki napredak, posebno u pogledu energetske efikasnosti, sigurnosti i zaštite od eksplozije i požara. Savremeni sistemi za distribuciju električne energije, uključujući zaštitu i druge ključne aspekte, razvijeni su u skladu sa novim normama i standardima, koji nisu prisutni u starim propisima.
6. **Napredak industrije:** Industrija je postala globalizovana i više se oslanja na inovacije, automatizaciju i niz novih tehnologija. Takođe, unapređeni su sistemi za održavanje i prediktivno praćenje stanja opreme. Te promjene utiču na to da oprema koja je nekada bila dovoljna sada ne ispunjava sve sigurnosne i operativne zahteve.
7. **Zastarjelost postojeće opreme:** U mnogim rudnicima i dalje se koristi stara oprema koja ne zadovoljava savremene standarde u pogledu sigurnosti i efikasnosti. Starost ovih instalacija znači da često nije moguće primjeniti najnovije tehnologije ili bezbjednosne standarde, što direktno ugrožava sigurnost rudara i samih rudarskih operacija.

Zbog navedenog, i niza drugih razloga, osavremenjivanje propisa za električne instalacije u rudnicima je neophodno kako bi se osigurao siguran rad, usklađenost sa međunarodnim standardima, kao i efikasno korišćenje novih tehnologija. Uzimajući u obzir napredak u svim relevantnim industrijama, nije moguće dalje odlagati reviziju propisa koji ne odgovaraju savremenim potrebama i standardima.

## DVA PRIMJERA ZA ILUSTRACIJU

U tekstu koji slijedi biće data samo dva iz niza primjera nedostataka postojećeg Pravilnika, zbog kojih bi, konačno i poslije svih odlaganja, trebalo početi raditi, ako ne na novom Pravilniku, na popravkama postojećeg. Primjeri su u vezi sa Ex zaštitom.

### Mrežni kontrolnik izolacije

Važeći Pravilnik o tehničkim normativima za električna postrojenja, uređaje i instalacije u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, (Sl. list SFJ, br, 21/88 i 90/91), obradjuje mrežni kontrolnik izolacije u slijedećim članovima:

#### Član 2

Navedeni izrazi, u smislu ovog pravilnika, imaju sledeća značenja:

:

44) kontrolnik je električni uređaj namenjen za kontrolu i ispitivanje nekog električnog pogonskog stanja ili električne sposobnosti električnog uređaja ili instalacije, kao i za signalisanje opasnog stanja koje bi moglo nastati ili za direktnu intervenciju u vidu isključenja oštećenog kontrolisanog dela električne mreže, odnosno uređaja ili za instalaciju;

***45) mrežni kontrolnik je uređaj za trajnu kontrolu izolacionog stanja mreže i dojavu opadanja izolacije, odnosno zemljospoja. Kod zemljospoja isključuje mrežu ili deo mreže sa napona, u prosečnom vremenu do 110 ms (zbir vremenskog reagovanja kontrolnika i sklopnog aparata), što garantuje proizvođač;***

46) kontrolnik rasvetne mreže je uređaj za trajnu kontrolu izolacionog stanja rasvetne mreže i za njeno isključenje sa napona prilikom eventualnog zemljospoja;

47) kablovski kontrolnik je uređaj za kontrolu izolacije pre uključenja pod napon (u instalacijama do 1000 V) i kontrolu zemljospoja u pogonu mreže ili dela mreže (za napon iznad 1000 V). Mora imati i kontrolu strujnog kola uzemljenja jednog kablovskog ogranka, odnosno kontrolu mehaničkog oštećenja kabla.

:

#### Član 37

Mrežni kontrolnik u sistemu zaštitnog uzemljenja na mrežu napona do 1000 V mora ispunjavati sledeće uslove:

1) da ima unutrašnji otpor preko  $200 \Omega/V$  nazivnog napona mreže pri najnepovoljnijem izolacionom otporu;

2) da za mreže napona više od 500 V napon merenja izolacionog otpora ne sme iznositi više od 10% od nazivnog napona mreže. Ako merni napon prelazi 50 V mora odgovarati uslovima navedenim u članu 34 ovog pravilnika;

3) da signalizira pad izolacionog otpora ispod  $100 \Omega/V$ ;

***4) da isklopi napon mreže kad izolacioni otpor padne na vrednost ispod  $40 \Omega/V$  u mrežama nazivnog napona 1000 V, odnosno kad izolacioni otpor padne ispod  $20 \Omega/V$  u mrežama nazivnog napona do 660 V, u prosečnom vremenu do 0,110 s;***

5) da onemogući uključenje napona mreže kada je vrednost izolacionog otpora u mreži ispod dozvoljenih granica iz t. "d";

6) da trajno meri izolacioni otpor mreže;

7) da postoji mogućnost da se na kontrolnik mogu priključiti spoljni optički i akustički signali u slučaju pada izolacije ispod dozvoljene granice, a obavezno je priključiti ih ako je kontrolnik u zatvorenoj električnoj pogonskoj prostoriji, a ugrađeni signal nije vidljiv van prostorije;

8) da postoji mogućnost da se kontrolnik ispita namernim uspostavljanjem zemljospoja.

### Član 37a

U izolacionim mrežama nazivnog napona iznad 1 000 V sa sistemom zaštitnog uzemljenja obavezna je trajna kontrola otpora izolacione mreže prema zemlji u glavnom polju.

Mrežni kontrolnik mora isključiti mrežu ako izolacioni otpor padne ispod  $10 \Omega / V$  u vremenu od 1 s (u koje je uključeno i vremensko zatezanje isklopa).

U odvodima za jame ugrožene opasnim gasovima i eksplozivnom prašinom obavezna je i ugradnja dodatne zemljospojne zaštite, koja mora delovati u vremenu propisanom u članu 34 ovog pravilnika.

Manipulacija u mreži, a naročito postupak uklapanja posle greške u izolaciji mora se odrediti tehničkim uputstvom.

### Član 38

U mrežama sa nazivnim naponom najviše 220 V i napojnog izvora do 10 kVA, kao i u signalnim i rasvetnim mrežama, mrežni kontrolnik ne mora imati svetlosni i zvučni signal ako uređaj pri potpunom zemljospoju na bilo kom mestu sam isključuje struju u prosečnom vremenu do 1 s.

U rudnicima ugroženim eksplozivnim smesama prosečno vreme isključenja ne sme biti duže od 0,11 s.

### Član 39

Kontrolnik rasvetne mreže napajan iz transformatora snage do 10 kVA, kao i signalne instalacije u oknima kroz koje se ne voze ljudi može imati samo svetlosnu signalizaciju opadanja izolacionog otpora mreže ispod  $100 \Omega / V$  ako se pri čistom dvostrukom zemljospoju na bilo kom mestu napon isključuje u vremenu od 1 s i ako je zaštitni provodnik istog preseka kao i fazni provodnik.

U rudnicima ugroženim eksplozivnim smesama prosečno vreme isključivanja ne sme biti duže od 0,11 s.

(V ELEKTRIČNA POSTROJENJA, UREĐAJI I INSTALACIJE U RUDNICIMA UGROŽENIM OPASNIM GASOVIMA I PRAŠINAMA)

### Član 312

Struje kratkih spojeva moraju biti eliminisane u što je moguće kraćem vremenu, a najkasnije za 0,1 s, i to:

- 1) kod zaštitnih prekidača ako vreme prekidanja prekidača nije duže od 0,1 s, a minimalna struja dvopolnog kratkog spoja je najmanje 1,5 puta veća od podešene struje delovanja zaštite;
- 2) kod topljivih osigurača ako je karakteristikom delovanja osigurača i veličinom minimalne struje kratkog spoja osigurano što kraće vreme prekidanja struje kratkog spoja, a najdalje za 0,1 s.

Minimalnom strujom kratkog spoja smatra se vrednost prema članu 82 umanjena za uticaj eventualnog električnog luka. Ovaj uticaj se može zanemariti ako ne umanjuje struju kratkog spoja za više od 10%.

Ako struje kratkog spoja nije moguće eliminisati uređajima iz stava 1 ovog člana, brzo delovanje zaštite obezbeđuje se, i to:

1) za mreže nazivnog napona do  $660 \text{ V} \pm 10\%$  i izolacionog otpora ispod  $20 \text{ } \Omega / \text{V}$  - isklpom napona mreže u prosečnom vremenu od 0,1 s, mereno uz kapacitet mreže po fazi prema zemlji od 1 (m)  $\mu\text{F}$  i granični otpor zemljospoja od  $20 \text{ } \Omega / \text{V}$  nazivnog napona mreže;

2) za elektroenergetske mreže nazivnog napona od  $1\ 000 \text{ V} \pm 15\%$  i izolacioni otpor ispod  $40 \text{ } \Omega / \text{V}$  - isklpom napona mreže u prosečnom vremenu od 0,1 s, mereno uz kapacitet mreže po fazi prema zemlji 1 (m)  $\mu\text{F}$  i granični otpor zemljospoja od  $40 \text{ } \Omega / \text{V}$  nazivnog napona mreže.

Selekcija isklapanja struje kratkog spoja dozvoljena je samo u prostorijama izvan II stepena opasnosti. Periodi selekcije isklapanja struje kratkog spoja ne smeju biti duži od 0,30 s.

Odredbe ovog člana odnose se samo na mreže koje su izvedene kablovima kod kojih je zaštitni provodnik koncentrično raspodeljen oko svakog faznog provodnika.

U prethodnim članovima Pravilnika koji se odnose na kontrolnik izolacije pažnju privlače slijedeće odredbe:

Član 2, tačka 45)

***mrežni kontrolnik je uređaj za trajnu kontrolu izolacionog stanja mreže i dojavu opadanja izolacije, odnosno zemljospoja. Kod zemljospoja isključuje mrežu ili deo mreže sa napona, u prosečnom vremenu do 110 ms (zbir vremenskog reagovanja kontrolnika i sklopnog aparata), što garantuje proizvođač;***

Relativno rasprostranjeno je mišljenje da se navedenih 110 ms odnosi na vrijeme reagovanja kontrolnika izolacije. Iz ove odredbe proizlazi da je to ***zbir vremenskog reagovanja kontrolnika i sklopnog aparata***, dakle ukupno vrijeme eliminacije kvara (zemljospoja). Iako ovoj odredbi nije mjesto ovdje, u uvodnom članu koji definiše značenje pojedinih izraza u Pravilniku, potrebno je afirmisati njeno nedvosmisleno značenje. Takođe, kad se govori o ***prosečnom vremenu do 110 ms***, potrebno je definisani iz koliko mjerenja se izračunava prosjek.

Završni dio rečenice, ***što garantuje proizvođač***, teško je bilo razumjeti i u vrijeme donošenja Pravilnika. Danas, skoro 40 godina kasnije, nema nikakvog smisla. A ipak "važi", i ako niko ne zna šta znači.

Član 37, tačka 4)

***da isklopi napon mreže kad izolacioni otpor padne na vrednost ispod  $40 \text{ } \Omega / \text{V}$  u mrežama nazivnog napona 1000 V, odnosno kad izolacioni otpor padne ispod  $20 \text{ } \Omega / \text{V}$  u mrežama nazivnog napona do 660 V, u prosečnom vremenu do 0,110 s;***

U ovoj odredbi sve je jasno i precizno osim iz koliko mjerenja se izračunava prosjek. I, primjenjuje se na sve sistemu zaštitnog uzemljenja u mrežama napona do 1000 V (metanski i drugi rudnici).

Ipak, možda treba ponovo razmotriti propisano prosječno vrijeme eliminacije kvara (zemljospoja) do 0,110s. I ako, nesporno, obezbjedjuje visok nivo sigurnosti, može predstavljati izazov u realnim uslovima postići tako kratko vrijeme isklopa.

U vezi sa tim, može biti od interesa pogledati kako ovo pitanje tretira evropski standard:

EN 50628:2016 Izvođenje električnih instalacija u podzemnim rudnicima (Erection of electrical installations in underground mines. Preuzet je (i preveden) u BiH kao BAS EN 50628.

## EN 50628:2016

### Metanski rudnici

Zahtjevi u lijevom stupcu su zahtjevi za podzemna radilišta u rudarskoj industriji uglja, koja mogu biti ugrožena zapaljivim plinom.

#### 12.2 Detekcija zemljospoja u IT-sistemima

12.2.1 Sistemi koji nisu samosigurni moraju biti izvedeni tako da će se u slučaju potpunog zemljospoja bez otpora neispravan dio sistema automatski isključiti,

- bez zatezanja u sistemima s nominalnim naponom većim od 1 kV, unutar 6 s u slučaju selektivnog isključivanja, osim ako je potrebno brže u skladu s vremenom isključenja prema 7.1.2;

- unutar 1,5 s u sistemima koji nisu samosigurni, ali su manjeg napona od 1000 V.

12.2.2 Ponovno uključenje najmanjeg neispravnog dijela mreže mora biti spriječeno sve dok zemljospoj postoji.

12.2.3 Kod instalacije za napajanje sistema provjetravanja isključenje nakon detekcije zemljospoja može biti odloženo do završetka ciklusa provjetravanja, ako ukupna sigurnost nije ugrožena.

### Drugi rudnici

Zahtjevi u desnom stupcu su zahtjevi za podzemna radilišta u rudarskoj industriji uglja, koja vjerovatno neće biti ugrožena zapaljivim plinom i za podzemna radilišta izvan rudarske industrije uglja

U slučaju primjene IT sistema, mora biti obezbijeđen IMD za indiciranje prve izolacijske greške

#### 12.4. Kontrola izolacije

12.4.1 Uređaj za kontrolu izolacije (IMD, kontrolnik izolacije) mora se instalirati tako da mjeri otpor izolacije prema zemlji za sve vrste sistema, osim samosigurnih.

12.4.2 Kontrola izolacije mora ispunjavati zahtjeve 12.4.2.1 – 12.4.6.

12.4.2.1 U svim sistemima gdje je ugrađen nadzor struje zemljospoja/izolacije mora indicirati smanjenje otpora izolacije nadziranog sistema ispod 50  $\Omega$  po V nominalnog napona

12.4.2.2 Indikacija stanja mora se obezbijediti lokalno i vidljivo, ili vidljivo sa udaljenosti na kojoj je stalno smještena posada, ili oboje.

12.4.2.2.1 U slučaju smanjenja otpora izolacije nadziranog sistema na manje od 20  $\Omega$  po V nominalnog

napona neispravna mreža mora biti isključena najkasnije za 1,5 s.

12.4.2.2.2 U prethodnom slučaju drugi dio posmatrane mreže (između transformatora i sljedećeg prekidača) mora se isključiti sa zatezanjem ne dužim od 1,5 s.

12.4.2.2.3 Ako je otpor izolacije posmatrane mreže manji od 25  $\Omega/V$  uključenje napona mora biti blokirano.

12.4.3 Samo kompetentno i ovlašteno osoblje je nadležno za podešavanje vrijednosti praga prorade kontrolnika izolacije.

Napomena: Kvalifikacije vidjeti pod 4.3.

12.4.4 Vrijednost praga prorade kontrolnika mora biti jasno pokazana na ugrađenom indikatoru bez bilo kakvog faktora pretvorbe.

12.4.5 IMD (mrežni kontrolnik izolacije) mora imati integrisan uređaj kojim se ispitivanje funkcije kontrolnika može vršiti s vanjske strane opreme u kojoj je IMD ugrađen. Takav ispitni uređaj nije potreban ako se koristi IMD prema EN 61557-15 i koji zadovoljava SIL1 ili viši integrirani nivo sigurnosti, koristeći automatsku ispitnu rutinu u pogledu funkcionalne sigurnosti.

12.4.6 Kontrolnik izolacije u skladu sa EN 61557-8 smije biti korišten u sistemima nominalnog napona do najviše 1000 V.

12.4.7 Napon mjerenja integrisanog kontrolnika izolacije smije iznositi najviše 100 V.

Mjerni krug uređaja za isključivanje greške prema zemlji mora biti samosiguran.

Značajna je razlika u propisanim vremenima reagovanja mrežnog kontrolnika izolacije u domaćim propisima i evropskim standardima.

Ta razlika otežava nabavu opreme sa evropskog tržišta. Sa druge strane, domaća tražnja je malog obima i ne stimuliše razvoj domaće proizvodnje, posebno u uslovima skupog razvoja i otežanog certificiranja proizvoda, te vrlo teškog plasmana tih proizvoda na inostranim tržištima. Sve to dovodi do toga da se pribjegava složenom i skupom održavanju kontrolnika izolacije starih nekoliko decenija.

*U Prilogu 1: Jedan metod mjerenja vremena isključenja zemljospoja kontrolnikom izolacije, predlaže se jednostavno, brzo, pouzdano i tačno mjerenje, lako izvodljivo u laboratoriji ili radionici. Treba samo povezati kontrolnik izolacije i prekidač po šemi koja je identična sa šemom po kojoj su povezani u jamskoj transformatorskoj stanici, i očitavanjem oscilograma utvrditi vrijeme reagovanja kontrolnika izolacije, vrijeme djelovanja prekidača i ukupno vrijeme isključenja zemljospoja. Za izvođenje ovog mjerenja na trafo stanici u jami treba precizno regulisati proceduru i potrebne uslove.*

## Mašine za paljenje mina

Važeći Pravilnik o tehničkim normativima za električna postrojenja, uređaje i instalacije u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom, (Sl. list SFJ, br, 21/88 i 90/91), obradjuje mašine za paljenje mina u sljedećim članovima:

### Član 283

Kao izvori struje za paljenje mina koriste se:

- 1) ručni električni uređaji za paljenje mina;
- 2) stacionirani električni uređaji, napajani strujom iz posebnog izvora samo za automatsko programirano paljenje, bilo dela jame ili cele jame.

Izvori za paljenje mina u ugljenokopima i pogonima koji su ugroženi požarom moraju pri najvećem otporu strujnog kola priključenih upaljača osigurati strujni impuls intenziteta najmanje 1 A, sa strminom porasta najviše 1 ms i uz trajanje impulsa najviše 4 ms, s tim da energija impulsa ne bude manja od **3 W s a za kondenzatorske mašine 1,5 mWs/Ω**.

U prethodnoj verziji (Sl. list SFJ, br, 21/88) boldiranjem istaknuti dio stava 2. glasio je: "**trostrukog srednjeg napona izvora u kV ( $E=3 \times U_i$ )**".

U još starijem Pravilniku (Sl. list FNRJ, br. 10/62 i Sl. list SFRJ, br. 9/64 i 16/67) energija impulsa bila je regulisana slijedećim članom:

### Član 4.14.1

Kao izvori struje za paljenje mina smiju se koristiti:

- 1) ručni električni uređaji za paljenje mina, sa atestom stručne organizacije;
- 2) stacionirani električni uređaji, napajani strujom iz posebnog izvora samo za automatsko programirano paljenje, bilo dela jame ili cele jame, odobreni od strane rudarskog organa. Program paljenja mina odobrava tehnički rukovodilac rudarske organizacije.

Izvori za paljenje mina u ugljenokopima i pogonima koji su ugroženi požarom moraju pri maksimalnom dozvoljenom otporu strujnog kruga priključenih upaljača osigurati strujni impuls intenziteta najmanje 1 A, sa strminom porasta maksimalno 1 ms i uz trajanje impulsa 4 ms, s tim da energija impulsa ne bude manja od **3 (Ams)<sup>2</sup>**.

Konfuzija vezana za iznos energije impulsa u tri citirana pravilnika odnosi se na definiciju pojma, numericki iznos energije i mjerne jedinice u kojima se veličina izražava. Vremenom, konfuzija se proširila pa se sreće u različitoj literaturi (knjige, uputstva i ostala tehnička dokumentacija). Sve to traje nekoliko decenija, kroz nekoliko država. Baš dugo!

Analizom problema, dovodeći zahtjeve u vezu sa razlozima, uzimajući u obzir karakteristike upaljača i ostale propisane parametre (intezitet strujnog impulsa 1A, trajanje strujnog impulsa

4ms), može se zaključiti da energiju strujnog impulsa za paljenje treba definisati na sljedeći način:

da energija impulsa ne bude manja od **3 mWs/Ω**

**(a, eventualno, da za kondenzatorske mašine ne bude manja od 1,5 mWs/Ω)**

Uvrštavanje u propis iznosa energije impulsa za kondenzatorske mašine duplo manjeg nego za ostale izvore paljenja, ako je bilo opravdano 1991. godine, danas treba ponovo razmotriti.

Takođe, obzirom na prisutnu praksu, treba naglasiti da se zahtjev odnosi na (na tablici mašine) deklarirani maksimalni otpor strujnog kruga mašine. Ako izmjereni parametri mašine ne zadovolje pri deklarisanom maksimalnom otporu strujnog kruga mašine, mašinu treba smatrati neispravnom, a ne proglasiti je ispravnom za neki, manji, otpor strujnog kruga. Ako je energija impulsa manja od deklarirane treba zaključiti da je u pitanju kvar i očekivati dalju degradaciju parametara mašine.

Na Tribinama je, već neko vrijeme, prisutna rasprava o opravdanosti primjene upaljača sa stepenom zakašnjenja 0 u ugljenokopima i pogonima koji su ugroženi požarom. Ako se dođe do stava da ti upaljači trebaju biti zabranjeni, tu zabranu treba sprovesti kroz odgovarajući pravilnik o miniranju, a ne kroz ovaj Pravilnik o tehničkim propisima za električna postrojenja u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom.

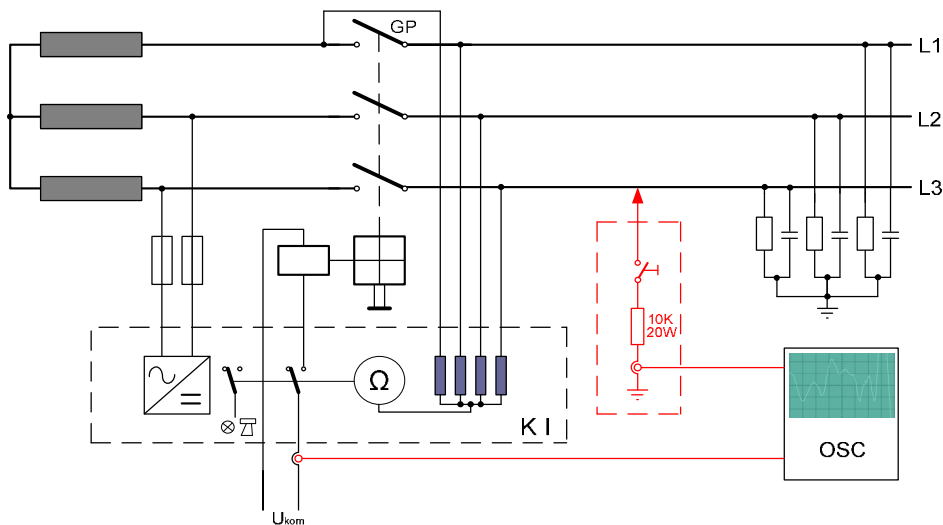
*U Prilogu 2: Jedan metod ispitivanja mašine za električno paljenje mina, predlaže jednostavno, brzo, pouzdano i tačno mjerenje propisanih parametara mašine.*

**Prilog 1****JEDAN METOD MJERENJA VREMENA ISKLJUČENJA ZEMLJOSPOJA KONTROLNIKOM IZOLACIJE**

Važećim rudarskim Pravilnikom određeno je isključenja zemljospoja kontrolnikom izolacije u vremenu ne dužem od 110ms. Pri frekvenciji mreže 50Hz to odgovara 5,5 perioda naizmjenične struje, i predstavlja relativno brzu električnu zaštitu. Propisima nije izričito određena provjera vremena isključenja. Članom 357 propisana je obavezna povremena tehnička kontrola, bez daljih detalja. Odredba člana 2, tačka 45 Pravilnika ("što garantuje proizvođač") nekad je interpretirana tako da korisnik nije obavezan da vrši periodičnu provjeru ovog vremena. Takođe, kad se govori o **prosječnom** vremenu isključenja 110ms nije rečeno iz kolikog broja mjerenja se izračunava prosjek.

Napredak mjerne tehnike i dostupnost napredne mjerne opreme danas omogućavaju brzo, lako i tačno mjerenje mnogih parametara, pa i vremena isključenja zemljospoja kontrolnikom izolacije.

Naredna slika prikazuje jednostavan metod tog mjerenja.

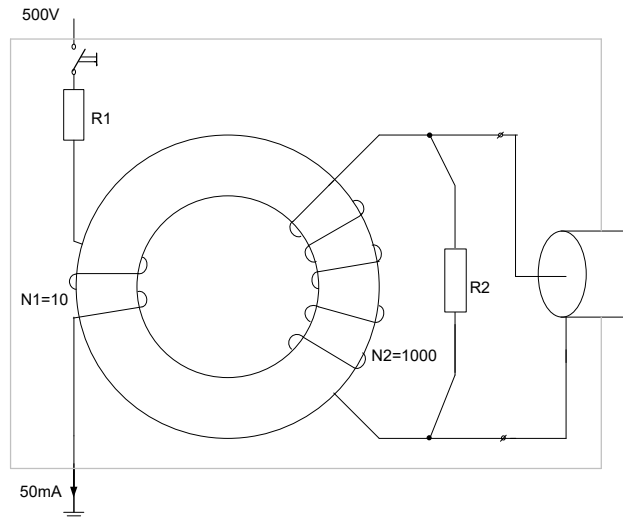


Prenosnim, baterijskim, memorijskim, dvokanalnim digitalnim osciloskom snimaju se dva signala:

- struja namjerno napravljenog zemljospoja i
- struja okidača glavnog prekidača transformatorske stanice.

Analizom snimljenih oscilograma lako i tačno se očitaju vremena trajanja zemljospoja od nastanka do isključenja i vrijeme reagovanja glavnog prekidača. Razlika ova dva vremena je vrijeme reagovanja kontrolnika izolacije. Ukoliko je osciloskop jednokanalni mjeri se samo vrijeme trajanja zemljospoja od nastanka do isključenja.

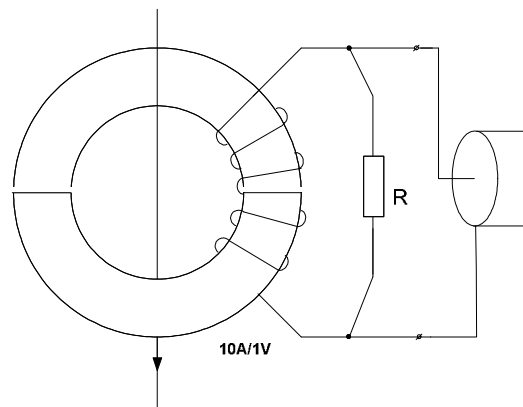
Dvije naredne slike prikazuju mjerne sonde za uzorkovanje struja zemljospoja i okidača, sa svim detaljima za samogradnju.



$$n = 10 : 1000 = 1 : 100 ; R2 = 100\Omega ;$$

$$1A = 1000mA \propto 10mA \propto 1000mV = 1V ; 1mA \propto 1mV ; 50mA \propto 50mV$$

$$R1 = 10k\Omega , 20W$$



$$10A \propto 1V ; 10mA \propto 1mV ; 1mA \propto 0,1mV$$

Sonde su strujni mjerni transformatori prenosnog odnosa 1 : 1000 , izrađeni bez primara.

Za mjerenje struje zemljospoja (50mA) primarni provodnik kroz koji teče struja namjerno napravljenog zemljospoja provučen je kroz jezgro strujnog transformatora 10 puta da bi signal poslije konverzije u napon došao u mjerni opseg osciloskopa.

Za mjerenje struje okidača uzet je strujni transformator sa integrisanim otpornikom za konverziju struje u napon, rastavljiv, da ga je lakše postaviti na provodnik koji napaja okidač.

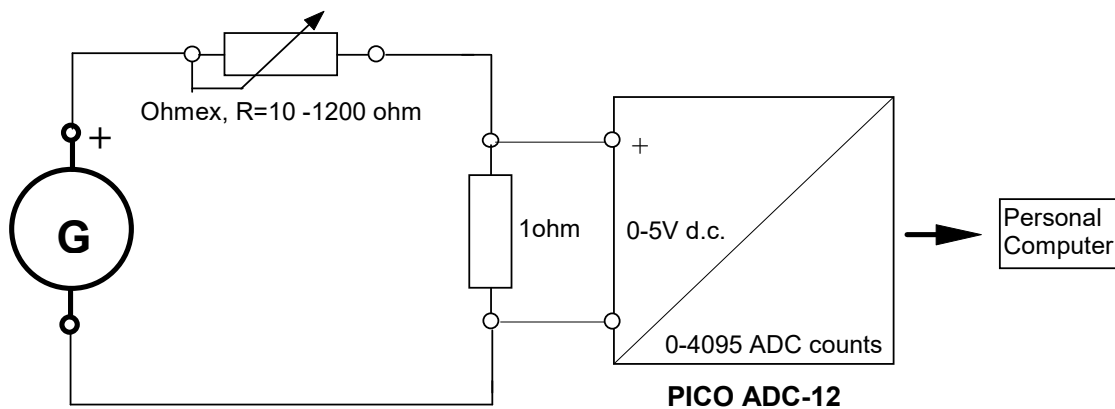
**Prilog 2****ISPITIVANJE MAŠINA ZA ELEKTRIČNO PALJENJE MINA**

Važeći rudarski propisi nalažu da se jednom godišnje ispituju sljedeći parametri mašina za električno paljenje mina:

R.br.	Naziv veličine - parametra	Propisana vrijednost
1.	Vrijeme porasta strujnog impulsa	$t < 1 \text{ msec}$
2.	Vrijeme trajanja strujnog impulsa	$T < 4 \text{ msec}$
3.	Energija strujnog impulsa - općenito	$e = E/R > 3 \text{ mWsec}/\Omega$
	Energija strujnog impulsa - izuzetno za kondenzatorske mašine	$e = E/R > 1,5 \text{ mWsec}/\Omega$
4.	Intezitet strujnog impulsa	$I > 1 \text{ A}$

Propisane vrijednosti parametara se odnose na nazivni (deklarisani maksimalni) električni otpor strujnog kruga za paljenje. Električni otpor ispitnog strujnog kruga je jednak nazivnom (deklarisanom maksimalnom) električnom otporu strujnog kruga za paljenje.

Mjerenje / ispitivanje se provodi po sljedećoj šemi:



Za ispitivanje prema datoj šemi se koristi sljedeća mjerna / ispitna oprema:

- Podesivi mjerni / ispitni otpornik **OHMEX 10 - 1200  $\Omega$** , **Schafler**;
- Baždareni mjerni otpornik **1  $\Omega$  (1 V / 1 A)** za konverziju struje u napon;
- Jednokanalni, 12 bitni, analogno - digitalni konvertor tip **PICO ADC-12, (0 - 5 V DC)**, **Pico Tehnology Limited**, priključen na **Personal Computer** na kome je instaliran software **PicoScope for DOS, Pico Tehnology Limited**.

Radi optimalnih uslova mjerenja i dalje obrade rezultata **obavezna** su sljedeća podešenja:

- Podesivi mjerni / ispitni otpornik **OHMEX 10 - 1200  $\Omega$**  podesiti na nazivni (deklarisani maksimalni) električni otpor strujnog kruga za paljenje.
- Pokrenuti program **PicoScope for DOS** upisujući na DOS prompt sljedeću komandnu liniju:  
ps -sAMIR\_MAS

gdje je -sAMIR\_MAS parametar koji po pokretanju programa učitava setup file

AMIR\_MAS koji sadrži odgovarajuća podešenja, od kojih su najvažnija sljedeća:

Time base: 1 msec/div

Triger: Mode=Single, Direction=Rising, Threshold=3%, Delay=-10%,  
Averagging=off

Vertikalna baza: nije podesiva (opsegu ulaza 0-5 V odgovara 0-4095 ADC counts).

Data podešenja omogućavaju snimanje pojave maksimalne amplitude 5A i maksimalnog trajanja 10msec, što je u skladu sa propisanim i očekivanim vrijednostima.

Snimljeni oscilogram je moguće analizirati na ekranu monitora, moguće ga je zapisati na disk u datoteci tipa \*.SCO radi kasnijeg ponovnog prikaza, analize i čuvanja, i konačno, moguće ga je zapisati na disk u datoteci tipa \*.TXT radi dalje obrade i analize prikladnim programskim alatima.

Format datoteke tipa \*.TXT je slijedeći:

<b>orig_time</b>	<b>adc_data</b>
<b>μsec</b>	<b>ADC counts</b>
42947672	2
42947722	24
42947773	344
42947823	633
42947874	765
42947924	867
42947975	939
42948025	962
42948076	1002
42948126	1070
42948177	1094
42948227	1084
42948278	1091
42948328	1130

Vremenu u μsec je pribrojano 42947672 μsec kao posledica pomaka oscilograma (Delay= - 10%), što nema uticaja na dalju analizu. Nadalje, vremenski interval izmedju dva uzastopna očitavanja (AD konverzije) nije tačno očekivanih 50μsec, nego nešto više (obično do 51μsec, a zavisi od brzine PC). Ni ovo odstupanje nije od bitnog značaja za dalju analizu i tačnost (greška do 1%). Iz istog razloga tokom trajanje oscilograma od 10msec=10000 μsec ne bude registrovano očekivanih 200 (ili 201) AD konverzija, nego nesto manje (obično 198).

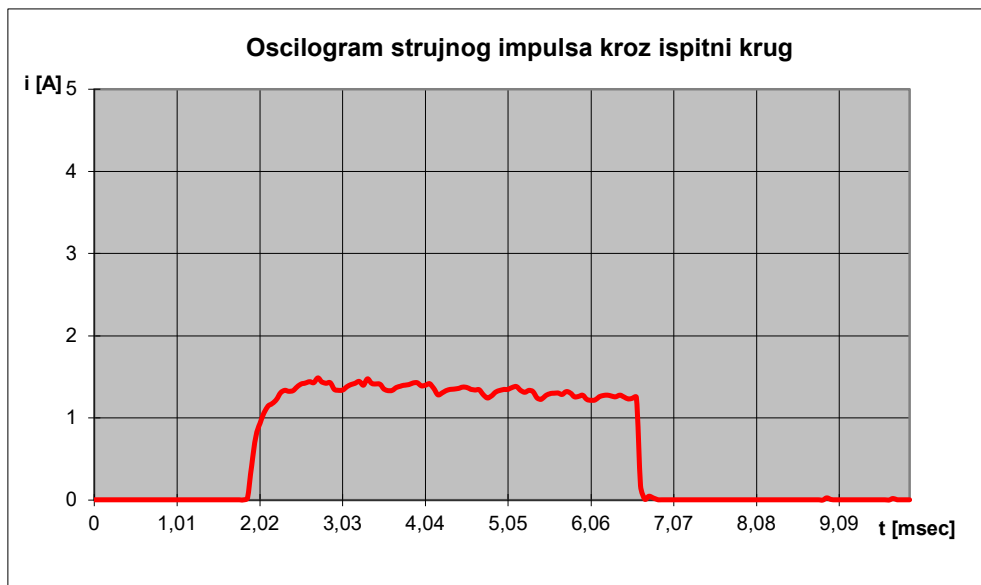
Obavezno je datoteke tipa \*.TXT imenovati prema DOS pravilima za imenovanje datoteka, a uputno je imenovati ih prema serijskim brojevima mašina (12345678.TXT).

Dalja analiza rezultata mjerenja može biti izvedena različitim programskim alatima, naprimjer MS EXCEL.

## PROTOKOL ISPITIVANJA MAŠINE ZA ELEKTRIČNO PALJENJE MINA

Tip mašine:

Serijski broj mašine:



Električni otpor ispitnog strujnog kruga:	<b>R=</b>	<b>260 [ohm]</b>
Energija električnog impulsa - ukupna:	<b>E=</b>	<b>2124.02 [mWsec]</b>
Energija električnog impulsa - specifična:	<b>e=E/R=</b>	<b>8.17 [mWsec/ohm]</b>

*(Treba biti  $e = E/R > 3$  [mWsec/ohm], izuzetno za kondenzatorske mašine  $e = E/R > 1,5$  [mWsec/ohm])*

Intenzitet strujnog impulsa - maksimalni:	<b>Imax=</b>	<b>1.49 [A]</b>
---	--------------	-----------------

*(Treba biti  $I_{max} > 1A$ )*

Vrijeme porasta strujnog impulsa	<b>t=</b>	<b>[msec]</b>
----------------------------------	-----------	---------------

*(Treba biti  $t < 1$  [msec])*

Vrijeme trajanja strujnog impulsa	<b>T=</b>	<b>0.00 [msec]</b>
-----------------------------------	-----------	--------------------

*(Treba biti  $T < 4$  [msec])*

**Nalaz: Mašina zadovoljava**

**Datum mjerenja / ispitivanja:**

**Izmjerio / ispitao:**

**Napomene:**

*Ispitivanje je izvršeno sljedećom opremom:*

*Jednokanalni, 12 bitni, analogno - digitalni konvertor tip **PICO ADC-12**, (0 - 5V d.c.), Pico Tehnology Limited, priključen na Personal Computer na kome je instaliran software **PicoScope for DOS**, Pico Tehnology Limited;*

*Baždareni mjerni otpornik 1ohm (1V/1A) za konverziju struje u napon;*

*Podesivi mjerni / ispitni otpornik **OHMEKS 10 - 1200 ohm**, Schaffler.*

*Ispitivanje je izvršeno prema odredbama važećih rudarskih propisa za ovu vrstu opreme, obuhvaćena su mjerenja i ispitivanja parametara koja se prema propisima vrše jednom godišnje, a nisu obuhvaćena ispitivanja propisana za redovne mjesečne preglede.*