

# **„ RUDARSTVO 2023“**

14. simpozijum sa međunarodnim učešćem

## **Održivi razvoj u energetici i rudarstvu**

*11. Savetovanje sa međunarodnim učešćem*

### **ZBORNİK RADOVA**

*PROCEEDINGS*

**Zlatibor  
30. maj - 2. jun 2023.**

**ZBORNİK RADOVA/ PROCEEDINGS**

**Organizatori:**

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina  
Privredna komora Srbije

*Izdavač / Publisher*

Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina

*Urednik / Editor*

Miroslav Ignjatović

*Štampa / Printed by*

Akadska izdanja, Beograd

*Tiraž / Copies*

180

Beograd, 30. maj 2023

# ANALIZA KRITERIJUMA VERIFIKACIJE METODA ZA ISPITIVANJE ZATEZANJEM ČELIČNIH ŽICA , UŽADI U RUDARSTVU

Slavica Miletić , Biserka Trumić, Suzana Stanković

*Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor*

## IZVOD

*Jedan od kriterijuma u laboratorijskoj praksi za akreditaciju laboratorije prema zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017 je verifikacija metoda. Verifikacija – standardne metode ispitivanja čeličnih žica, užadi u rudarstvu pokazuje proveru i potvrdu metoda u konkretnim laboratorijskim uslovima ispitivanja koji su zadati u zahtevu standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017 . Zahtevi standarda metoda ispitivanja verifikacijom dokazuje korisniku usluga da ima poverenje u rezultat koji se dobije njenom primenom. U radu prikazaćemo verifikaciju metode ispitivanja zatezanjem metalnih žica (užad) na sobnoj temperaturi, Metoda B, po zahtevima standarda SRPS EN ISO 6892-1:2020.*

**Ključne reči:** *Verifikacija metoda, ispitivanja zatezanjem, čelična žica, užad, rudarstvo.*

## 1. UVOD

Akreditacija laboratorije je sredstvo potvrđivanja tehničke kompetentosti laboratorije koja može na tržištu da zadovolji potrebe korisnika. Akreditacijom laboratorija dobija svoju kompetentnost da svoje proizvode i usluge usklađuje sa specifičnim zahtevima i procedurama međunarodnog standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017. Akreditovana laboratorija svoju tehničku kompetentnost i kavalitet pružanja usluga za ispitivanje materijala obezbeđuje implementacijom sistema upravljanja kvalitetom (QMS). Da bi laboratorija zadovoljila korisnika mora da: uspostavi, dokumentuje, implementira sistem upravljanja kvalitetom pod određenim zatevima standarda (Rajković, et al., 2019). Kontrola kvaliteta može se podeliti na interne konrole gde laboratorije svakodnevno obezbeđuju kvalitet rada i eksterne gde izvode mnoge laboratorije, i njihovi rezultati se statički porede i vrednuju za proveru sručnosti (Rahman, 2011; Abdel Ghafar & El-Masryet 2021).

Jedan od kriterijuma za akreditaciju laboratorije je provera verifikacije standardnih metoda. Prilikom odabira metode laboratorija mora da koristi odgovarajuće metode i procedure za izvodjenje laboratorijskih aktivnosti. Standard SRPS ISO/IEC 17025:2017 od akreditovanih laboratorija ima zahteve da prilikom korišćenja standardnih metoda mora da se vrši provera, verifikacija iste, da bi se pokazala njihova pouzdanost. Provera standardne metode - verifikacija dokazuje da su ispunjeni svi zahtevi standarda odabrane metode. Dok valdacija je dokumentovan postupak koji određuje pogodnosti mernog sistema za dobijanje korisnih analitičkih podataka, (Pešić, 2015).

U toku eksploatacije užeta u rudarstvu dolazi do promena u nepovoljnim uslovima jer pri velikom opterećenju dolazi do prekinutih žica i smanjenje poprečnog preseka S u samom užetu. Da bi se sprečila katastrofa uže mora stalno da se kontroliše.

Kontrola užadi mora biti stalna tokom ugradnje i tokom rada. Čelično uže je opterećeno na: istezanje, pritisak, uvijanje i savijanje, tako da zahteva stalno ispitivanje. Ispitivanje užadi za dalju upotrebu ili za odbacivanje mora biti po uputstvima isporučioća opreme i standarda. Ispitano uže od strane akreditovane laboratorije dobija Izveštaj o ispitivanju užeta gde su dati rezultati i po kojoj metodi su izvršena ispitivanja. Pre ispitivanja užadi korisnik šalje i Atest o kvalitetu (Rahman 2011). U radu koristimo standardnu metodu za ispitivanje čeličnih žica (užadi) zatezanjem na sobnoj temperaturi, Metoda B, po zahtevima standarda SRPS EN ISO 6892-1:2020. Ispitivanje zatezanjem ubraja se u najvažnija mehanička ispitivanja materijala, zato što određuje najvažnije parametre, kao što su: prelomna (maksimalna) sila  $F_m$ , zatezna čvrstoća  $R_m$ , modul elastičnosti, izduženje (istezanje), suženje itd. Prve eksperimente zatezanjem žice radi određivanja zatezne čvrstoće  $R_m$ , izvodio je i opisao Leonardo da Vinci (Vitez, et al., 2006, 2017). Analiza izvođenja verifikacije standardne metode za ispitivanje čeličnih žica zatezanjem na sobnoj temperaturi, Metoda B, po zahtevima standarda SRPS EN ISO 6892-1:2020 je ulazni podatak za određivanje dimenzionalne merne nesigurnosti. Standardna metoda je metoda koja odrađena od strane međunarodnih organizacija (SRPS ISO/IEC 17025, 2017). Nestandardne metode su metode razvijene u laboratoriji i dostupne u naučnim časopisima, kao i modifikovane standardne metode (Rajković, 2010; Kaštelin-Macan 2003; SRPS ISO/IEC 17025 (2017)). Verifikacijom metode pokazuje se da je Metoda pouzdana i tačna i da se dobijaju rezultati usaglašeni sa ostalim laboratorijama koji koriste istu metodu. Kriterijumi koji određuju kompetentnost tehničke laboratorije su još i: odgovarajući sistem menadžmenta i procedure, nepristrasnost, poverljivost, odgovornost i ovlašćenje, kompetentno i iskusno osoblje, odgovarajuća etalonirana oprema, validne metode ispitivanja, međulaboratorijska provera, kontrolne karte, merna nesigurnost i stalna provera sistema kvaliteta (OMS) (Miletić, et al., 2022).

Integrirani sistem menadžmenta (ISM) kao proces integracije sistema menadžmenta kvalitetom, QMS u savremenom poslovanju postali su obaveza svake kompanije radi opstanka na tržištu. Rezultati su bolje funkcionisanje, uređenije procese i procedure, poboljšanje performansi kompanije i povećanje profita (Miletić, et al., 2014). Kod laboratorija gde su izvršene provere verifikacije metoda, onda su one spremne da obavljaju kompetentno i pouzdano laboratorijska ispitivanja.

## **2. EKSPERIMENTALNI DEO**

### **2.1. Opis principa metode**

Ovom metodom utvrđuje se određivanje zatezne čvrstoće pri zatezanju ispitnih uzoraka čeličnih žica. Uzorci se opterećuju do kidanja u uređaju za ispitivanje zatezne čvrstoće zatezanjem, u skladu sa SRPS ISO 6892-1: 2020. Beleži se najveće opterećenje, sila  $F_m$  - prekidna sila (maksimalna sila) i izračunava se zatezna čvrstoća žice  $R_m$ .

## 2.2. Opis postupka verifikacije

Vrednovanje kvaliteta rada laboratorije vrši se:

- Utvrđivanjem individualne osposobljenosti zaposlenih u laboratoriji na osnovu provere prihvatljivosti rezultata ispitne metode preko kritičnog intervala  $CR_{0.95}$

Metoda za proveru prihvatljivosti rezultata ispitivanja dobijenih pod uslovima ponovljivosti zasniva se na poređenju opsega ( $x_{max} - x_{min}$ ) rezultata ispitivanja sa kritičnim intervalom  $CR_{0.95}$  izračunatim iz tabele 1. za odgovarajući n.

Ako opseg ne prevazilazi kritični interval tada se aritmetička sredina svih n rezultata smatra prihvatljivim rezultatom merenja. Verifikacija metode je izvršena ponavljanjem 8 merenja zatezne čvrstoće pri zatezanju ispitanih uzoraka metalne žice, užad. Postupak pripreme sastoji se u tome što se uže u ukupnoj dužini najpre odmasti i dobro ispere u benzinu, a zatim rasplete na strukove i dalje strukovi raspletu na žice. Strukovi se međusobno obeležavaju rimskim brojevima (najčešće od I do XVIII). Zatim se žice, svaka pojedinačno iz prvog struka dobro operu u benzinu ili petroleumu, ručno isprave i numerišu brojevima od I – 1, do I- n, gde je n ukupan broj žica u struku (najlakše pomoću trake na kojoj je oznaka žice). Sa svakim narednim strukom ponovi se identični postupak pripreme i označavanja žica. Nakon odmašćivanja žica aktivnost koja sledi je odsecanje žica na dimenzije tj. dužine uzoraka neophodne za ispitivanje istih na uređaju za ispitivanja zatezanjem, prema zahtevima standarda. Od svake žice mora ostati deo koji se označen i obeležen čuva u slučaju potrebe za ponavljanjem navedenog ispitivanja.

Zabeleži se najveća prekidna sila  $F_m$ , izraženo u kN, zatezna čvrstoća  $R_m$  u MPa ( $N/mm^2$ ) i prečnik žice  $d$  (r) mm.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

### 3.1. Faktori koji utiču na tačnost rezultata

Obzirom da se vrši određivanje zatezne čvrstoće i prekidna sila pri zatezanju ispitanih uzoraka čeličnih žica, faktori koji utiču na tačnost merenja su greška merla- mikrometra, uređaja za ispitivanje zatezanjem- kidalice, kao i greška operatera. Nakon proračuna zatezne čvrstoće i prekidne sile čeličnih žica, dobijene vrednosti se unose u tabelu 1.

Tabela 1. Faktori za kritični interval  $f(n)$  (Suljagić, 2002)

n	f(n)	n	f(n)	n	f(n)	n	f(n)
2	2,8	14	4,7	25	5,2	37	5,4
3	3,3	15	4,8	26	5,2	38	5,5
4	3,6	16	4,8	27	5,2	39	5,5
5	3,9	17	4,9	28	5,3	40	5,5
6	4,0	18	4,9	29	5,3	45	5,5
7	4,2	19	5,0	30	5,3	50	5,6
8	4,3	20	5,0	31	5,3	60	5,8
9	4,4	21	5,0	32	5,3	70	5,9
10	4,5	14	4,7	33	5,4	80	5,9
11	4,6	22	5,1	34	5,4	90	6,0
12	4,6	23	5,1	35	5,4	100	6,1
13	4,7	24	5,1	36	5,4		

## 1. REZULTATI I DISKUSIJA

### 1.1. Faktori koji utiču na tačnost rezultata

Obzirom da se vrši određivanje zatezne čvrstoće i prekidna sila pri zatezanju ispitnih uzoraka čeličnih žica, faktori koji utiču na tačnost merenja su greška merla-  
mikrometra, uređaja za ispitivanje zatezanjem- kidalice, kao i greška operatera.

Nakon proračuna zatezne čvrstoće i prekidne sile čeličnih žica, dobijene vrednosti se unose u tabele 2 i 3.

<b>Standard:</b> SRPS ISO 6892-1: 2020	<b>Metoda:</b> Metalni materijali - Ispitivanje zatezanjem- Metoda ispitivanja na sobnoj temperaturi, Metoda B
Broj ispitivanja:	Rezultati ispitivanja Rm: u uslovima ponovljivosti
1	1706
2	1708
3	1711
4	1710
5	1707
6	1691
7	1675
8	1689
$\bar{x}$	1699,625
n	8
Br.stepena slobode – v=n-1	7
$(X_{\max} - X_{\min})$	36
Standardno odstupanje $S_r$	13,07055
f (n)	4,3
Granica ponovljivosti $r = 1.96\sqrt{n}S_r$	$r = 1.96 * 2,8284 * 13,07055 = 72,4587$
Granica reproduktivnosti $R = 1.96\sqrt{n}S_R$	/
Kritični interval $CR_{0.95} (n) = f(n) s$	$4,3 * 13,07055 = 56,2$
Napomena: Odnos $(X_{\max} - X_{\min}) i CR_{0.95} (n)$	
Zaključak:	Izračunati kritični interval je veći od razlike maksimalne i minimalne vrednosti određivanja $(X_{\max} - X_{\min})$ , čime se potvrđuje prihvatljivost dobijenih rezultata primenjenom ispitnom metodom.
	56,2 > 36

Tabela 2. Dobijene vrednosti zatezne čvrstoće

Tabela 3: Dobijene vrednosti za prekidnu silu Fm

**Analiza:**

Standard: SRPS ISO 6892-1: 2020	Metoda: Metalni materijali - Ispitivanje zatezanjem- Metoda ispitivanja na sobnoj temperaturi, Metoda B
Broj ispitivanja:	Rezultati ispitivanja Fm: u uslovima ponovljivosti
1	5253
2	5259
3	5268
4	5265
5	5256
6	5259
7	5210
8	5253
$\bar{x}$	5252,875
n	8
Br.stepena slobode – v = n-1	7
$(x_{\max} - x_{\min})$	58
Standardno odstupanje $S_r$	18,122
f (n)	(4,3)
Granica ponovljivosti $r = 1.96\sqrt{n}S_r$	$1,96*2,8284*18,122 = 100,462$
Granica reproduktivnosti $R = 1.96\sqrt{n}S_R$	/
Kritični interval $CR_{0.95} (n) = f(n) s$	$4,3*18,122 = 77,92$
Napomena: Odnos $(x_{\max} - x_{\min}) i CR_{0.95} (n)$	
Zaključak:	Izračunati kritični interval je veći od razlike maksimalne i minimalne vrednosti određivanja $(x_{\max} - x_{\min})$ , čime se potvrđuje prihvatljivost dobijenih rezultata primenjenom ispitnom metodom.
	$77,92 > 58$

Izračunati kritični interval je veći od razlike maksimalne i minimalne vrednosti određivanja  $(x_{\max} - x_{\min})$ , čime se potvrđuje prihvatljivost dobijenih rezultata primispitnom standardnom metodom: **Metalni materijali - Ispitivanje zatezanjem Deo 1: Metoda ispitivanja na sobnoj temperaturi, Metoda B .**



## 2. ZAKLJUČAK

U radu je dat proračun provere standardne metode, verifikacija: Metalni materijali - Ispitivanje zatezanjem - Metoda ispitivanja na sobnoj temperaturi, Metoda B. Verifikacija metode je izvršena ponavljanjem 8 merenja i to zatezanjem čeličnih žica gde je određena zatezne čvrstoće  $R_m$  i prekidne sile  $F_m$ , pri zatezanju ispitanih uzoraka, čelične žice (užad). Izračunati kritični interval je veći od razlike maksimalne i minimalne vrednosti određivanja ( $x_{max} - x_{min}$ ), za zateznu čvrstoću  $R_m$  i prekidnu silu  $F_m$ . p Ovim se potvrđuje prihvatljivost dobijenih rezultata. Rezultati pokazuju da je ispitna metoda primenljiva za ispitivanje čeličnih žica (užad) zatezanjem.

## ZAHVALNICA

*Istraživanja predstavljena u ovom radu su urađena uz finansijsku podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru finansiranja naučno istraživačkog rada u Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor, prema ugovoru sa evidencionim brojem 451-03-47/2023-01/ 200052.*

## REFERENCE

1. Rajković, B.M., Mitrović, M., , Antić-Mladenović, S. (2019). Zastita Materijala 60 (4) 342 - 359 (2019) ISSN 0351-9465, E-ISSN 2466-2585 UDC: 54.06: 37.014.6:005.6 doi: 10.5937/zasmat1904342R.
2. Pešić, V. (2015) Kontrola kvaliteta u laboratorijama. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departmant za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Novi Sad.
3. Rahman T. Quality Assurance (QA) in Laboratory Testing. AKMMC J 2011; 2(2): 3.
4. Abdel Ghafar M.T., El-Masryet. I.M. (2021) Quantitative method verification in medical labs, *J Med Biochem* 40: 225–236, 2021ISSN 1452-8258, UDK 577.1 : 61, DOI: 10.5937/jomb0-24764
5. Vitez, I., Oruč, M., Sunulahpašić, R. (2006; 2017). Ispitivanje metalnih materijala- mehanička i tehnološka ispitivanja.
6. SRPS ISO/IEC 17025 (2017). Opšti zahtevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje.
7. Rajković, M.B. (2010) Hemijske metode analize, autorizovana skripta [CD-ROM]; Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
8. Miletić, S., Trišić, M., Milijić, A., Požega, E., Krstić, S., (2022). AHP ANALYSIS OF THE COMPETENT LABORATORY ACCREDITATION STAFF, 53<sup>th</sup> International October Conference on Mining and Metallurgy, Mining and Metallurgy Institute Bor and Technical Faculty in Bor, University of Belgrade, Serbia. 3-5 October, p. 237-240. <https://ioc.irmbor.co.rs>. ISBN 978-86-7827-052-9.
9. Miletić, S., Bogdanović, D., Paunković, Dž. (2015). Selection the optimal model of integrated sustainable management system in the mining companies. *Journal Mining and Metallurgy Engineering Bor*, Vol. 2, ctp. 181-204. ISSN 2334-8836.
10. Kaštelan-Macan, M. (2003) Kemijska analiza u sustavu kvalitete, Školska knjiga, Zagreb.