

**CENTAR ZA METALE I ENERGETIKU INSTITUTA ZA ISPITIVANJE MATERIJALA - IMS  
(ISTORIJAT - SADAŠNJOST - BUDUĆNOST)**

**CENTRE FOR METALS AND ENERGETICS OF THE IMS INSTITUTE  
(HISTORY - PRESENT - FUTURE)**

Pregledni rad / Review paper  
UDK /UDC:  
Rad primljen / Paper received:

Institute for Materials Testing (IMS), Belgrade, Serbia  
email: [mladen.mladenovic@institutims.rs](mailto:mladen.mladenovic@institutims.rs)

**Ključne reči**

- ispitivanja bez razaranja
- ispitivanja sa razaranjem
- čelične konstrukcije
- zavarivanje
- akreditovane laboratorije

*Izvod*

*Centar za metale i energetiku, u okviru Instituta IMS, je od početka osnivanja i kroz celu njegovu istoriju kroz svoje multidisciplinarnu delatnost neizostavni deo poslovanja. Sam centar za metale predstavlja lidera u oblastima ispitivanja metala, sa i bez razaranja. Takođe, kroz delatnosti koje obavljaju akreditovane celine kontrolnog tela i sertifikacionog tela za sertifikaciju zavarivača široka lepeza poslovanja ogleda se i kroz akreditovane laboratorije na poljima metrologije. Učešće u privredi uz učešća u naučnoistraživačkim aktivnostima i primeni savremenih tehnologija ispitivanja visoko pozicionira centar za metale u Republici Srbiji i regionu.*

**ISTORIJAT CENTRA ZA METALE I ENERGETIKU**

Od svog osnivanja Centar za metale Instituta IMS bio je vodeća institucija u oblasti mehaničko tehnološkog ispitivanja metala i proizvoda od metala u oblastima građevinarstva i mašinske industrije. Sa opremom nabavljenom u periodu od osnivanja pa do vremena tranzicije (početkom devedesetih godina XX veka) bio je neprikosnoven po ispitnim mogućnostima na tržištu Jugoslavije.

Ispitivanje metala metodama sa razaranjem - zatezanje i pritiskivanjem silom do 980 kN (sa više jedinica opreme - servohidrauličke kidalice 500 N, 5 kN, 300 kN i 980 kN, elektronskom kidalicom od 100 kN, mikrokidalicama od 1, 2, 5 i 10 N); savijanje do 980 kN (na kidalicama od 300 kN i 980 kN i posebnom mašinom do 400 kN); dinamičkim ispitivanjima (sa frekvencom: od 2 i 4 Hz na mašini od 980 kN, 4 i 8 Hz na mašini od 300 kN i visokofrekventnom pulzatoru - 100 kN), ispitivanje udarom (udarno savijanje-žilavost po Šarpiju) opsega 150 i 300 J; tehnološkim ispitivanjem - mašinama za savijanje, povratno savijanje, uvijanje i previjanje - čeličnih užadi, ispitivanje tvrdoće po Brinelu, Vickersu, Rokvelu; ispitivanje puzanjem - petostruka mašina za ispitivanje puzanjem; ispitivanje habanjem, ispitivanje uvijanjem - elektromehanička mašina do 1500 Nm; ispitivanje hidrauličkim pritiskom - uređaji od 100 i 2000 bar sa tegovima, itd.

U okviru delatnosti Centra izvedeno je i ispitivanje hemijskog sastava metalnih materijala.

**Keywords**

- non-destructive testing
- destructive testing
- steel constructions
- welding
- accredited laboratories

*Abstract*

*Centre for Metals and Energetics, within the IMS Institute, has been an indispensable part of the Institute throughout its entire history through its multidisciplinary activities. The Center for Metals itself is a leader in the fields of metal testing, both destructive and non-destructive. Also, through activities performed by accredited units of the inspection body and the certification body for the certification of welders, a wide range of business is also reflected through accredited laboratories in the fields of metrology. Participation in the economy along with scientific research and application of modern testing technologies positions the Centre for Metals highly in the Republic of Serbia and the region.*

Saradnici Centra za metale - poznati i priznati inženjeri (profesori i doktori i magistri nauka) i tehničari bili su prisutni na izgradnji svih većih građevinskih objekata - hidroelektrane na Vlasini, HE Đerdap 1 i Đerdap 2, HE Piroć, Limske hidroelektrane (Bistrica, Potpeć, Kokin brod), Drinske elektrane - Zvornik, Bajina Bašta, Višegrad, hidroelektrane u Jugoslaviji (Perućica, Piva, Jajce); termoelektrane - TE Nikola Tesla A i B, Pljevlja, TE Kostolac A i B, TE Kolubara A i B, TE Morava; Površinski kopovi Kolubare i Kostolca, Rudnici sa podzemnom eksploatacijom; brodogradilišta; objekti visoko - hale i nisko gradnje - mostovi - klasične i prednapregnute betonske konstrukcije u Jugoslaviji i inostranstvu (Irak) - vršeci stalni stručni nadzor i ispitivanje u svojim i terenskim laboratorijama svih ugrađenih materijala na bazi metala (čelika).

Takođe, u okviru dela za mehaničko tehnološka ispitivanja metala Centar je bio u skladu sa važećim Naredbama o obaveznoj sertifikaciji (atestiranju) ovlašćen od strane države za sertifikaciju (atestiranje) vijaka, navrtki i podloški, lanaca i sastavnih elemenata lanaca, užadi za opšte svrhe i rudarskih užadi.

Krajem šezdesetih godina XX veka započinje se sa razvojem dela za kontrolu i prijem opreme hidroelektrana, termoelektrana i kopova sa površinskom i podzemnom eksploatacijom metodama bez razaranja, sa opremom koja je za to vreme bila na naprednom nivou svetskih proizvođača - Krautkramer, Tiede, Helling, Simens. Uvođenje ispitivanja površinskim metodama (magnetne čestice i penetranti), zapremin-

skim metodama (ultrazvuk i radiografija -  $\gamma$  i X zracima) uz vizuelno dimenzionu kontrolu primenjeno je na prijemu nove opreme kao i ispitivanju opreme u toku eksploatacije na ovim objektima.

U okviru ove delatnosti kao i mehaničko tehnoloških ispitivanja Centar je izdavao i uverenja za zavarivače po priznatim postupcima zavarivanja.

Sedamdesetih godina XX veka delatnost Centra proširena je nabavkom opreme za etaloniranje (baždarenje i kalibriranje) opreme za ispitivanje zatezanjem, pritiskivanjem - sila i opreme (uz obuku kadrova) za etaloniranje uređaja za tvrdoću i uređaja za ispitivanje udarom (Šarpi klatna).

Period tranzicije (devedesete godine XX veka) i usvajanja novih standarda i pravilnika, ukidanja Naredbi o obaveznom atestiranju (sertifikaciji), procesima akreditacije laboratorija, smanjenjem i podelom tržišta, kao i jačanjem konkurencije doveo je do značajnog smanjenja udela delatnosti Centra na tržištu Jugoslavije i Srbije.

#### SADAŠNJOST CENTRA ZA METALE I ENERGETIKU

Organizacija Centra kroz odeljenje i laboratorije je sledeća:

- Odeljenje za kontrolu opreme i mehaničko tehnološka ispitivanja
- Laboratorija za ispitivanje metala
- Metrološka laboratorija za mehaničke veličine
- Kontrolno telo i Sertifikaciono telo za sertifikaciju osoblja Instituta IMS koje direktno učestvuju u radu Centra za metale i energetiku

Centar radi i na istraživačkim projektima i studijama, pruža konsultantske usluge i izvodi ispitivanja na osnovnim materijalima i zavarenim spojevima. Razvojni projekti i stručne usluge obuhvataju širok opseg istraživanja komponenta i opreme za održavanje, rekonstrukciju i revitalizaciju energetskih, procesnih i drugih postrojenja, kao što su: ispitivanje i analiza stanja metala i proizvoda od metala, kontrola izrade i kontrolisanje-ispitivanje mašinske opreme metodama sa i bez razaranja, ekspertske analize uzroka pojave oštećenja, otkaza i lomova, nadzor nad izgradnjom gasovoda, etaloniranje uređaja mehaničkih veličina, inženjering i konsalting usluge.

#### Laboratorija za ispitivanje metala

Usluge ispitivanja obavlja akreditovana Laboratorija za ispitivanje metala. Visoka stručnost zaposlenih, dobra opremljenost (novom referentnom opremom) i dobra laboratorijska praksa čine osnovu profesionalnog pristupa kojim se ostvaruje dobar odnos sa korisnicima usluga laboratorijskih ispitivanja.

#### Metode ispitivanja bez razaranja

Metode ispitivanja bez razaranja obuhvataju vizuelna ispitivanja, ispitivanje magnetnim česticama, ispitivanje penetrantima, ultrazvučno ispitivanje, radiografsko ispitivanje, merenje tvrdoće i ispitivanje mikrostrukture metodom replika osnovnog materijala i zavarenih spojeva.

#### Metode ispitivanja sa razaranjem

Metode ispitivanja sa razaranjem obuhvataju analize hemijskog sastava (OES), ispitivanje zatezanjem ( $R_e$ ,  $R_m$ ,  $A$ ,  $Z$ ) - statička i dinamička, na sobnoj i povišenoj temperaturi, u

opsegu do 700 kN, određivanje energije udara - žilavost po Šarpiju (KV, KU), na sobnoj i sniženoj temperaturi, ispitivanje tvrdoće (HB, HV,  $\mu$ HV, HRB, HRC), metalografska ispitivanja i tehnološke probe - uvijanje, savijanje, previjanje i smicanje.

Centar za metale i energetiku kroz realizaciju ispitivanja sa razaranjem učestvuje u sertifikaciji betonskog čelika prema važećim propisima.

#### Kontrolisanje iz delatnosti Centra za metale i energetiku

Akreditacija kontrolnog tela Instituta IMS obuhvata oblasti kontrolisanja koje se sprovode u Centru za metale i energetiku:

- Kontrolisanje proizvoda od gvožđa i čelika - pljosnati proizvodi, limovi, trake, profili, cevi, šipke, žice, odlivci, otkovci, liveno gvožđe, vijci, navrtke, podloške.
- Kontrolisanje metalnih konstrukcija - čeličnih i aluminijumskih
- Kontrolisanje delova postrojenja i objekata pri izgradnji, rekonstrukciji, revitalizaciji i remontu - procesnih, hidroenergetskih, turbinske i hidromehaničke opreme, termoeenergetskih, turboenergetskih)
- Kontrolisanje tehnologija zavarivanja metalnih materijala - elektrolučno zavarivanje, gasno zavarivanje, elektrotporno zavarivanje, navarivanje.

#### Hidro i termo-energetska postrojenja i površinski kopovi

Stručni timovi Instituta IMS permanentno su uključeni u rad na revitalizaciji, rekonstrukciji i održavanju hidroelettrana, kroz kontrolisanje, Ispitivanje, analizu stanja i procenu preostalog radnog veka opreme (turbina, cevovoda, hidromehaničke opreme: zatvarača, vrata, servomotora...), izradu tehničkih uslova, kontrolu izrade i prijem mašinske i hidromehaničke opreme i izradu tehnologija sanacije oštećenja na opremi.

Centar za metale i energetiku, u saradnji sa ostalim organizacijama celinama Instituta IMS, učestvuje u kontrolisanju, ispitivanju, analizi stanja i proceni preostalog radnog veka opreme na termoelekttranama (turbinske opreme, parovoda, delova kotlova, mlinova, transportnih uređaja).

Na površinskim kopovima, Centar sprovodi ispitivanje, analizu stanja i procenu veka opreme rotornih i Eš bagera, izradu planova i programa preventivnog održavanja bagera, izradu tehnologije sanacije oštećenja na bagerima i ispitivanje čeličnih užadi za bagere.

#### Čelične konstrukcije i zavarivanje

Centar za metale i energetiku vrši ispitivanje, analizu stanja i procenu veka čeličnih konstrukcija mostova, sportskih i proizvodnih hala, dalekovoda, antenskih stubova. Stručnjaci Instituta IMS rade na izradi i kvalifikaciji tehnologije zavarivanja i sertifikaciji zavarivača.

#### Metrološka Laboratorija (za mehaničke veličine)

Usluge etaloniranja obavlja akreditovana Laboratorija za etaloniranje mehaničkih veličina. Laboratorija za mehaničke veličine opremljena je savremenom opremom za merenje:

- Sile - Uređaji za merenje sile-mašine za ispitivanje mehaničkih osobina materijala; merni pretvarači sile - ukupnog opsega od 2N do 5 MN,
- Moment sile-Moment ključevi od 10 Nm - 2000 Nm,

- Energije udara - Charpy klatna 0-300 J,
- Tvrdoća metala - Aparati za merenje tvrdoće po Brinelu, Vickersu i Rokvelu.

#### Sertifikacija osoblja - zavarivača

Akreditovano Sertifikaciono telo za sertifikaciju osoba IMS (STSO) je organizaciona celina koja se nalazi u sastavu Instituta za ispitivanje materijala, a većinom svog obima rada je posvećena radu u okviru delatnosti Centru za metale i energetiku, kroz sertifikaciju zavarivača za sledeće kategorije sertifikacije osoba: zavarivanje čelika topljenjem i aluminotermijsko zavarivanje šina.

#### BUDUĆNOST CENTRA ZA METALE I ENERGETIKU

U procesu pristupanja i usvajanja evropske regulative iz delatnosti Centra, budućnost se ogleda u povećanju udela ispitivanja metalnih materijala, u laboratorijskim uslovima (metodama sa razaranjem) i u okviru stručnih usluga na prijemu nove opreme i eksploataciji postojeće opreme.

U saradnji sa ostalim centrima u okviru Instituta IMS (prvenstveno sa Centrom za konstrukcije i prednaprezanje) i Sertifikacionim telom (kako za proizvode tako i za procese),

uz učešće mašinskih i građevinskih inženjera proširićemo delatnost na fabričku kontrolu proizvodnje proizvoda od metala (ne samo čelika za armiranje betona), usvajanjem šema sertifikacije i imenovanjem za metalne proizvode i sertifikaciju proizvođača čeličnih konstrukcija, pogona za zavarivanje itd.

U okviru metoda kojima vlada Centar, usvojićemo nove metode ispitivanja bez razaranja - ultrazvuk metodom difrakcije - Tofd, termografija, provera naponskih stanja. U oblasti etaloniranja uvešćemo metodu za merila dužine (ekstenzometri).

Najveće angažovanje predstoji u implementaciji rezultata istraživačko-razvojnih delatnosti kroz „viši“ nivo usluga, tipa ekspertiza, ocena ponašanja materijala i konstrukcija u prisustvu greške i ocena stanja i preostalog veka konstrukcija.

© 2023 The Author. Structural Integrity and Life, Published by DIVK (The Society for Structural Integrity and Life 'Prof. Dr Stojan Sedmak') (<http://divk.inovacionicentar.rs/ivk/home.html>). This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](#)

