

UDK: 377.354:006

Stručni rad

OBUKA I SERTIFIKACIJA OSOBLJA KOJE IZVODI ISPITIVANJE BEZ RAZARANJA (IBR) U INDUSTRIJI

TRAINING AND CERTIFICATION OF INDUSTRIAL NON-DESTRUCTIVE TESTING (NDT) PERSONNEL

Miloš Jovanović¹, Darjo Zuljan¹, Ljubiša Trivković¹, Dušan Jovanić²

¹Institut za varilstvo- Ljubljana

²Visoka tehnička škola strukovnih studija – Zrenjanin

milos.jovanovic@i-var.si, ljubisa.trivkovic@i-var.si

Apstrakt: Svedoci smo neprestanog porasta zahteva za kvalitetom industrijskih proizvoda. To je praćeno odgovarajućim povećanjem kontrole kvaliteta u proizvodnji i eksploataciji. Najveći deo kontrole u mašinskoj industriji se izvodi tzv. metodama ispitivanja bez razaranja (IBR). U Evropskoj uniji se zahteva da lica koja vrše takav vid kontrole budu za to adekvatno obučena i sertifikovana. Ti zahtevi su precizno definisani u evropskim i međunarodnim standardima. U ovom radu dajemo kratak pregled zahteva koje centar za obuku IBR lica mora ispunjavati, kao i zahteve koje moraju ispuniti kandidati koji pristupaju sertifikaciji.

ključne reči: IBR, obuka, sertifikacija, standardi.

Abstract: We are witness of continuous increasing for industrial products quality. This is followed by a corresponding increase of the quality control in the production and in-service. The control in the engineering industry mostly performs by so-called methods of non-destructive testing (NDT). The European Union requires that persons carrying out such control have to be adequately trained and certified. These requirements are clearly defined in European and international standards. In this paper we provide a brief overview of requirements that training center for NDT personnel must fulfill, as well as the requirements to be met by candidates who required certification.

Key words: NDT, training, certification, standards.

1. UVOD

1.1 Šta je IBR?

Ispitivanje bez razaranja–IBR (*engl. Non-destructive Testing-NDT*) se definiše kao skup metoda koje se koriste za ispitivanje objekata, materijala ili sistema bez slabljenja njihovih karakteristika neophodnih za daljnu upotrebu. Termin se koristi za industrijska istraživanja integriteta materijala. Ispitivanje bez razaranja daje važan doprinos

sigurnosti, privrednom, ekonomskom i ekološkom blagostanju društva uopšte. IBR je jedini mogući način kontrole, kada se zahteva da ispitivani objekat nije oštećen, promenjen ili oslabljen postupkom ispitivanja. Posebno je to važno za objekte koji će se koristiti nakon ispitivanja, na primer sigurnosni delovi, cevovodi, elektrane i konstrukcije koje se pregladuju tokom radnog procesa, kao i za unikatne delove u arheologiji i kulturi. IBR se bazira na fizičkim promenama površine ili unutrašnje strukture ispitivanog objekta. IBR je bitan za izgradnju i održavanje svih vrsta komponenata i struktura. Za otkrivanje različitih tipova grešaka kao što su recimo prsline i poroznost, postoje različite metode ispitivanja, kao što su X-zraci (greške se prikazuju na filmu) i ultrazvuk (gde se greške manifestuju u obliku eha na monitoru). Često je rezultate ispitivanja potrebno protumačiti da se dobije koristan rezultat. Ponekad je potrebno kombinovati različite IBR metode, da bi rezultat ispitivanja bio potvrđen drugim metodama ispitivanja.

1.2 Zadaci IBR osoblja

IBR osoblje ima veliku odgovornost, ne samo u odnosu do svojih poslodavaca ili naručioca radova, već i prema zahtevima za kvalitetnom izradom. IBR osoblje mora biti neodvisno i oslobođeno ekonomskih uticaja s obzirom na rezultate ispitivanja jer su u protivnom rezultati pod zankom pitanja. IBR lica moraju biti svesna važnosti njihovog potpisa kao i posledica netačnih rezultata ispitivanja za sigurnost, zdravlje i okolinu. Kontrolor se često može naći u konfliktu interesa između rezultata ispitivanja i poslodavca, nadležnih organa ili pravnih zahteva.

Treba dodati da je IBR lice odgovorno za sve interpretacije rezultata ispitivanja koje nose njegov potpis. NDT osoblje ne sme ni u kom slučaju potpisivati izveštaj o ispitivanjima koja nisu pokrivena obimom njegove sertifikacije.

1.3 Istorijska pozadina IBR-a

Principi IBR-a su započeli sa vizuelnom kontrolom još u praistorijskom dobu. Od srednjeg veka na ovamo su uvedene metode ispitivanja, kao što su jednostavno ispitivanja nepropusnosti i provera tvrdoće. Masovna upotreba IBR metode je započela sa industrijalizacijom u 19. i 20. veku: X-zraci i ultrazvučno ispitivanje za unutrašnje greške, te ispitivanje penetrantima i magnetnim česticama za površinske prsline. Tokom poslednjih nekoliko decenija razvijene su sofisticirane metode bazirane na elektronskim komponentama, kao što vrtložne struje, kompjuterska tomografija i termografija. IBR metode su našle primenu u širokom industrijskom dijapazonu - od građevinarstva i industrijskih postrojenja do svemira i odbrambenih tehnologija.

Istorija IBR-a je povezana sa mnogim poznatim istraživačima i pronalazačima, kao što su Rentgen, Bekereel, Kiri, Oerštet, Faradej, pa čak i Leonadro da Vinči. Oni su otkrili fizičke principe i demonstrirali rane aplikacije. Sve u svemu, oko 5000 naučnika širom sveta je doprinelo sadašnjem nivou razvoja IBR metoda.

IBR je globalna tehnologija. IBR zadaci i povezani tehnički problemi slični su u svim razvijenim zemljama, tako da se svako novo rešenje ili nova oprema rašire po sveta u roku od nekoliko meseci. Mnoge međunarodne konferencije i odbori za razvoj

međunarodnih standarda doprinose stalnom i usklađenom razvoju IBR-a u korist sigurnosti, ekonomije i životne sredine[1].

2. SERTIFIKACIJA IBR OSOBLJA

Da bi kandidat dobio sertifikat kontrolora koji može da izvodi ispitivanje bez razaranja mora da ispuni sledeće uslove:

- Da stekne potrebnu praksu pod nadzorom stručno usposobljenog lica unutar svoje kompanije. Potrebno vreme trajanje prakse za pojedinačnu metodu i nivo kvalifikacije je određeno standardom EN ISO 9712[2]. Potvrdu o izvršenoj praksi izdaje poslodavac.
- Da završi obuku u ovlašćenom IBR centru za obuku. Trajanje obuke predviđa standard EN ISO 9712, a program obuke je određen smernicom CEN ISO/TR 25107. Centar za obuku kandidatu izdaje potvrdu da ja obuka izvedena u potrebnom obimu. Za svoje delovanje mora centar za obuku ispunjavati uslove navedene u smernici CEN ISO/TR 25108 (poglavlje 3)[3].
- Da ima potrebne sposobnosti za vid. Potrdu o sposobnosti razlikovanja boja po Išihara metodi, kao i čitanju na razdajini jasnog vida po Jeger testu izdaje ovlašćeni oftamolog.
- Da uspešno položi kvalifikacijske ispite. Kandidat ispitima pristupa nakon završene obuke. Ispiti su sastavljeni iz teorijskog i praktičnog dela. Vrste, oblici i obimi ispita zavise od nivoa kvalifikacije te od industrijskog sektora i sektora proizvoda. Za svaki pojedinačni deo ispita kandidat mora doseći minimalno 70% za pozitivnu ocenu. Kvalifikacija se izvodi u skladu sa standardom EN ISO 9712.

Kada su svi gore navedeni uslovi ispunjeni akreditovano sertifikaciono telo izdaje kandidatu sertifikat kojim je ta osoba ovlašćena za izvođenje ispitivanja bez razaranja u industriji. Sertifikaciono telo mora biti akreditovano od strane nacionalnog akreditacionog tela.

Lica za IBR mogu se kvalifikovati za tri različita nivoa sertifikacije. Nivo 1 je najjednostavniji, a nivo 3 najzahtevniji.

3. OBUKA IBR OSOBLJA

Kandidat koji želi pristupiti postupku sertifikacije za izvođenje IBR-a u određenoj metodi mora najpre pohađati obuku za tu metodu. Obuka se može izvoditi isključivo u centrima za obuku odobrenim od strane sertifikacionog tela koje je akreditovano po standardu EN ISO/IEC 17024[4].

Centar za obuku mora ispuniti sledeće zahteve:

1. Vođenje centra za obuku.

Centar za obuku mora odrediti lice koje je zaduženo za vođenje obrazovnog centra i izvođenje kurseva.

2. Sistem upravljanja kvalitetom

Sistem upravljanja kvalitetom mora biti uspostavljen po principima kao što ih zahteva standard EN ISO 9001. Sistem treba kontrolisati i periodično pregledati u skladu sa odredbama o kvalitetu sistem upravljanja. Centar za obuku treba da:

- odredi potrebnu stručnost osoblja koje obavlja poslove koji utiču na kvalitet obuke;

- izvrši obuku ili preduzme dodatne mere da zadovolji potrebe po stručnosti kadrova;
- ocenjuje efikasnost preduzetih aktivnosti, pri čemu je kompetentnost pojedinca zasnovana na odgovarajućem obrazovanju, obuci, veštini i iskustvu.

3. Sistem uvođenja kandidata u obuku

Centar za obuku mora pre početka kursa kandidatu proslediti sve neophodne informacije.

To su:

- Koliki su i šta sve pokrivaju troškovi obuke, kao i način plaćanja;
- Datumi i raspored predavanja na kursovima, kao i informacije o lokaciji za obuku;
- Prevoz (uključujući informacije o parkiranju), smeštaj i ishrana tokom trajanja obuke;
- Spisak opreme za IBR koju je potrebno da obezbedi kandidat.
- Lična zaštitna oprema, kao i detalji o osnovnim zahtevima zaštite na radu koji se odnose na mesto za obuku, posebno kada obuka obuhvata jonizujuće zračenje;
- Literatura koju je potrebno da obezbedi kandidat;
- Ime i kontakt osobe predstavnika centra za obuku koja može kandidatima pružiti dodatne informacije pre ili tokom obuke.

4. Ocenjivanje kandidata tokom obuke

Ocenjivanja u toku obuke treba da osigura sistematično praćenje napredka svakog pojedinačnog kandidata. Iz toga proizilaze potrebni dodatni koraci za one kandidate koji ne postižu zadovoljiv nivo osposobljenosti i znanja.

5. Program obuke i literatura

Centar za obuku je dužan da kandidatima omogući slobodan dostup do nastavnog programa na kojem je kurs zasnovan. Program treba periodično revidirati, u svetlu naučnog, industrijskog ili tehničkog razvoja u IBR-u ili u sektoru proizvoda.

6. Prostorije i uzorci

Prostorije za obuku moraju biti u skladu sa svim važećim zakonima o zdravlju i bezbednosti. Učionice i objekti za praktičnu obuku treba da budu dobro osvetljeni i provetreni, a ti objekti treba da sadrže adekvatna nastavna sredstva kao što su crno / bele table, diagrami, projektori, digitalne projekcije i video prezentacije, u slučajevima kada je to za obuku neophodno.

Za praktičnu obuku je potrebno imati dovoljan broj uzoraka i radiografskih filmova, kako po broju tako i po kompleksnosti s ciljem da se pokrije čitav spektar IBR metoda i tehnika obuhvaćenih nastavnim planom obuke. Uzorci treba da sadrži realne ili veštačke nepravilnosti koje su slične onim sa kojima se kontrolor susreće u praksi. Za svaki uzorak je potrebno zabeležiti položaj i karakteristike svih stvarnih ili veštačkih nepravilnosti, koje su relevantne za NDT metode / tehnike, i čuvati ih u obliku izveštaja.

7. Opšti zahtevi za IBR opremu

Centar za obuku mora imati dovoljnu količinu odgovarajuće IBR opreme uključujući tu i instrumente, pomagala, kalibracione blokove, merne uređaje i sl. za maksimalni broj kandidata koji je za svaki kurs određen, tako da su pokrivenne sve tehnike u određenoj IBR metodi. Za svu tu opremu mora postojati dokumentovana evidencija o održavanju i redovnom kalibrisanju.

8. Tehnička biblioteka

Mora za kandidata obezbediti :

- sve potrebne standarde koje se odnose na IBR metode i proizvode,
- tehničke publikacije koje pokrivaju programe obuke,
- dokumente koje se odnose na sertifikacione šeme.

9. Osoblje koje vrši obuku

Centar za obuku mora imati dovoljan broj lica za teoretsku nastavu i praktičnu obuku kako bi se obezbedilo da kandidati imaju obučene i kvalifikovane tutore koji su na raspolaganju kandidatima tokom celokupnog trajanja kursa.

Tutori treba da imaju odgovarajuće kvalifikacije za IBR metodu i sektore koje kurs pokriva, za odgovarajući nivo kvalifikacije. Centar za obuku treba da obezbedi tutoru osvežavanje znanja o IBR-u i proizvodnim tehnologijama.

10. Dokumentaciju povezana sa obukom

Centar za obuku mora imati sistem za vođenje i čuvanje dokumentacije, vodeći računa o poverljivosti podataka. Mape kandidata treba da sadrže:

- Imena i kontaktne podatke,
- Podatke o početku, trajanju i zaključku obuke,
- Prisutnost na obuci,
- Imena lica uključenih u obuku.

Mape osoblja koje vrši obuku treba da sadrže:

- Radna iskustva i referencije,
- Kvalifikacije,
- Sertifikate,
- Formalne obuke i dodatna osposobljanja,
- Ocene predavača od strane kandidata.

4. OBUKA IBR OSOBLJA NA INSTITUTU ZA VARILSTVO

Ulaskom Slovenije u Evropsku uniju počinje ubrzan razvoj njene industrije, a potreba za podizanjem konkurentnosti se zasniva na višem kvalitetu proizvoda. Zato se sistem kvaliteta usmerava pre svega na obrazovanje zaposlenih i povećanje obima kontrola. U skladu sa evropskim standardima zahteva se da lica koja vrše kontrolu moraju imati za to odgovarajuće sertifikate. Zato Institut za varilstvo ulazi u postupak dobivanja akreditacije za sertifikovanje IBR osoblja i otvara centar za obuku tog osoblja.

To se vremenom pokazalo kao uspešna odluka jer se je od 2005. godine, pa do danas svake godine u proseku održava po 10 kurseva, koje je do sada pohađalo preko 1000 kandidata. Veliki broj kandidata je usposobljen za više IBR metoda.

Kursevi se izvode u jesenskom i proletnjem terminu, sa izuzetkom jula i avgusta.

U nastavku ćemo dati neke statističke podatke koji se odnose na obuku i sertifikaciju IBR osoblja izvedenu na Institutu za varilstvo. Analiza je izvedena za period od jeseni 2008. do jeseni 2015. tako da pokriva period od punih 7 godina. U tem periodu je kroz obuku

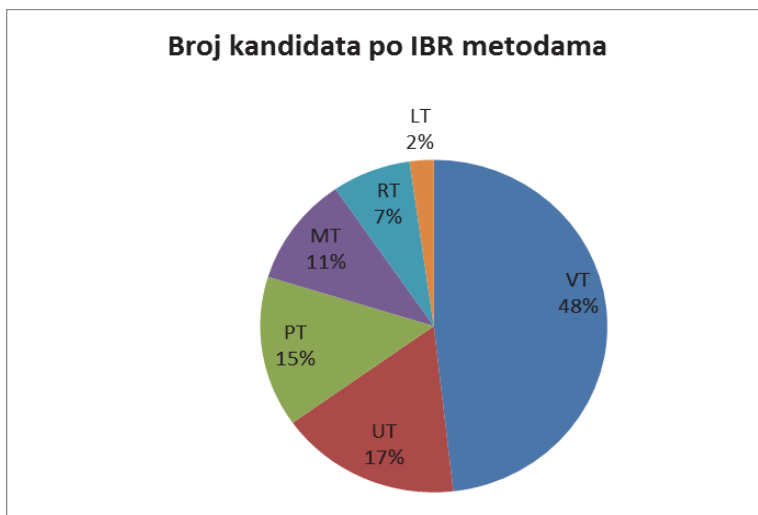
prošlo 668 kandidata iz 6 različitih IBR metoda. Istraživanju se se odnosila na sledeća područja:

- Raspodela kandidata po IBR metodama,
- Starost kandidata,
- Formalno obrazovanje kandidata.[5]

Raspodela broja kandidata po IBR metodama je prikazana u tabeli 1 i na slici 1. Skoro polovina svih kandidata (48%) je bilo obučena i sertifikovana za VT metodu. To je razumljivo ako se zna, da je vizualna metoda osnova svih ispitivanja, i izvodi se pre nego što se pristupi bilo kom drugom ispitivanju. Pomoću vizualne metode se direktno na površini proizvoda otkrivaju nepravilnosti i/ili greške.

Tabela 1. Broj kandidata po IBR metodama

IBR metoda	VT	UT	PT	MT	RT	LT
2008-2015	322	113	98	71	49	15



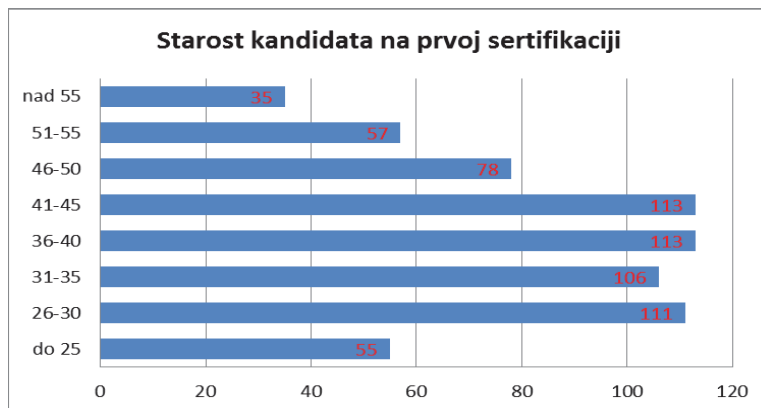
Slika 1. Broja kandidata po IBR metodama izražen u procentima

Na kursovima su učestvovali kandidati starosti između 20. i 62. godine. Iz tabele 2 i diagrama na slici 2 vidi se, da je najveći procenat kandidata (66%) u trenutku prvog sertifikovanja bio starosti između 26 i 46 godina. Skoro sve četiri starosne grupacije, koje čine taj period, imaju približno jednak broj kandidata.

Tabela 2. Starosna struktura kandidata

starost (godina)	do 25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	nad 55
broj kandidata	55	111	106	113	113	78	57	35

Približno jednak broj kandidata imaju starosna grupacija do 25 godina (55 kandidata) i starosna grupacija od 51-55 godina (57 kandidata).



Slika 2. Raspodela broja kandidata prema starosti

Starosna grupacija od 46-50 godina (78 kandidata) je po broju kandidata u sredini između dve pre pomenute grupacije i četiri starosne grupe između 26. i 46 godina. Razumljivo je da je najmanje brojna grupacija u starosti nad 55 godina (35 kandidata), ali je takođe zanimljivo da se ljudi u toj starosti odlučuju za prvo sertifikovanje iako su samo nekoliko godina pred penzionisanjem.

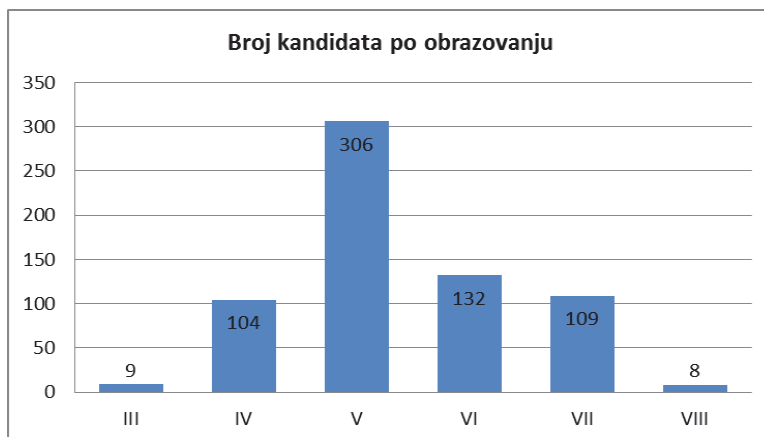
Na kraju smo izračunali da je srednja vrednost starosti kandidata u trenutku prve sertifikacije **38,73** godine.

U tabeli 3 su podaci o obrazovanoj strukturi kandidata. S obzirom na formalnu obrazovanost daleko najzastupljeniji su kandidati sa 5. stepenom obrazovanja (obično su to kandidatai koji imaju srednjoškolsko obrazovanje tehničke struke). Takvih je bilo 306 kandidata, odnosno 46% od ukupnog broja.

Tabela 3. Obrazovna struktura kandidata za IBR

obrazovanje	III	IV	V	VI	VII	VIII
br.kandidata	9	104	306	132	109	8

Jednake grupacije sa po 16 % predstavljaju kandidati sa 4. stepenom (zanatske škole - 104 kandidata) i 6. stepenom (viša i visoka škola-109 kandidata). Nešto više je bilo onih koji su na prvom sertifikovanju imali 7. stepen obrazovanja (univerzitetski program ili magistratura), i to 132 kandidata, tj. 20%. Razumljivo je, da je najmanje kandidata bilo sa samo završenom osnovnom školom (3.stepen-9 osoba) i sa doktorskim zvanjem (8.stepen-8 osoba). Navedeni podaci su prikazani i na diagramu (slike 3). Iz diagrama se vidi da obrazovna struktura kandidata ima tipičnu Gausovu raspodelu.



Slika 3. Raspodela broja kandidata prema formalnom obrazovanju

5. ZAKLJUČAK

Rad centra za obuku IBR lica se zasniva na zahtevima odgovarajućih evropskih i međunarodnih standarda. Tu spadaju adekvatan broj kvalifikovanih lica koji izvode teroretičnu nastavu i praktičnu obuku, odgovarajući prostori, tehnička oprema, uzorci za vežbe, literatura i tehnički standardi. Svi ovi elementi moraju biti objedinjeni sistemom vođenja kvaliteta. Sam centar mora biti priznat od strane akreditovanog sertifikacionog tela koji vrši periodično ocenjivanje gore navedenih zahteva.

Na Institutu za varilstvo je od 2005. godine do danas kroz programe obuke prošlo preko hiljadu kandidata za industrijski IBR od kojih je 48% bilo na vizuelnoj metodi (VT).

LITERATURA

- [1] CEN ISO/TR 25107:2006 *Non-destructive testing-Guidelines for NDT training Syllabuses.*
- [2] EN ISO 9712:2012 *Non-destructive testing-Qulification and certification of NDT Personnel.*
- [3] CEN ISO/TR 25108:2006 *Non-destructive testing- Guidelines for NDT personnel training organizations.*
- [4] EN ISO/IEC 17024:2012 *Conformity assessment-General requirements for bodies operating certification of persons.*
- [5] Popov Jovanović, I., (2016), *Usposabljanje in certificiranje osebja za neporušitvene preiskave na Institutu za varilstvo*, diplomska naloga, FOV Kranj.