

PRIPREMILA:
Karmen Komljen Petošić

Nadzor izrade, montaže i preuzimanja čeličnih konstrukcija

Stručni nadzor izrade čeličnih konstrukcija proces je koji se kontinuirano provodi u fazama: izrada, antikorozivna i protupožarna zaštita, montaža i preuzimanje konstrukcije. Od svih sudionika u procesu zahtijeva se poznavanje principa projektiranja i ponašanja čelične konstrukcije od nastajanja do korištenja, a na temelju i u skladu s hrvatskim regulativnim okvirom iz područja gradnje.

Uvod

U radu su prikazane procedure i kontrolne točke stručnoga nadzora nad izvođenjem čeličnih konstrukcija (u nastavku teksta: konstrukcija ili sklop) u skladu s člankom 59. Zakona o gradnji (u nastavku teksta: ZOG) i Pravilnikom o načinu provedbe stručnog nadzora, obrascu, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera.

Sustav ocjenjivanja 2+ konstrukcije kao građevnoga proizvoda definiran je normom HRN EN 1090-1, kojom se uređuju i glavne značajke konstrukcije u fazi projektiranja, odnosno svojstva, sastav, zavarljivost, lomna žilavost, nosivost, otpornost na požar, proizvodnja. Na temelju toga formira se metodologija vrednovanja konstrukcije, odnosno dokazivanja sukladnosti ugrađenoga proizvoda (konstrukcije) s postavljenim projektnim zahtjevima. Rezultat je program kontrole i osiguranja kvalitete.

Uvjeti, način izvedbe i postupci kontrole proizvodnje konstrukcije određeni su normom HRN EN 1090-2:2018, a na temelju projektno zadane klase izvedbe konstrukcije EXC 1 do 4 (eng. *Execution Class*). Iz razreda izvedbe proizlaze uvjeti za zavarivanje i ispitivanje zavara nerazornim metodama NDT (eng. *Non-Destructive Testing*), za izradu antikorozivne zaštite postupkom vrućega pocinčavanja ili hladnim

premazima te za montažu konstrukcije. Protupožarna zaštita konstrukcija, ako je zahtijevana projektom, postiže se protupožarnim obložnim pločama, bubrivim premazima u skladu s ETAG 018-2 ili špricanim mortovima.

Nadzorni inženjer preuzima konstrukcije nakon što se ispune uvjeti kvalitete zahtijevani u programu kontrole kvalitete. Izvođač dostavlja nadzoru oznaku "CE", izjavu o svojstvima i tehničku uputu u skladu s Uredbom (EU) 305/2011. Niz normi HRN EN 1090-1 i HRN EN 1090-2 odnosi se i na aluminijske konstrukcije koje nisu obrađene u ovome radu.

Pregled osnovnih normi izvedbe čelične konstrukcije

Norma HRN EN 1090-1:2012 Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija – 1. dio: Zahtjevi za ocjenjivanje sukladnosti konstrukcijskih komponenta

Ta norma svrstava čelične konstrukcije u usklađeno područje građevnih proizvoda prema glavi II. Zakona o građevnim proizvodima na koje se primjenjuje Uredba (EU) 305/2011 u smislu stavljanja proizvoda (konstrukcije) na tržište izjavom o svojstvima, tehničkom uputom i oznakom "CE". Prema točki ZA 2.1 Dodatka ZA čelične konstrukcije svrstavaju se u sustav 2+ ocjenjivanja, osnovu provedbe interne tvorničke kontrole proizvodnje te

vanjske kontrole (prijavljeno tijelo za certificiranje proizvoda).

Prijavljeno tijelo izdaje certifikat o sukladnosti kontrole tvorničke proizvodnje za određenu klasu izvedbe konstrukcija (EXC), certifikat o osposobljenosti tvrtke za zavarivanje (izdan u skladu s dodatkom B.1.), u kojemu se navodi odgovorna osoba za zavarivanje, te certifikat za zavarivanje (izdan u skladu s nizom normi HRN EN ISO 3834).

Norma HRN EN 1090-2:2018 Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija – 2. dio: Tehnički zahtjevi za čelične konstrukcije

Tom se normom utvrđuju uvjeti za izradu čeličnih i spregnutih konstrukcija za konstruktivne materijale (najčešće primjenjivi u građevinarstvu jesu S – opći konstrukcijski čelici) projektiranih u skladu s nizom normi HRN EN 1993 i 1994. Primjenom te norme osiguravaju se temeljni zahtjevi za građevinu – mehanička stabilnost i otpornost te uporabljivost i trajnost.

Norma donosi ključne (kontrolne) točke za izradu programa kontrole i osiguranja kvalitete (u nastavku teksta: PKOK) bazirane na klasi izvedbe 2 do 4. Prateći PKOK, izvođač kompletira i arhivira dokumentaciju o izvođenju (certifikati pogona, osoblja, materijala te zapisnici o ispitivanju) koja u konačnici čini izvođačevu dokumentaciju za tehnički pregled građevine. Za klase izvedbe 3 i 4 neophodno je izvođačevom dokumentacijom omogućiti sljedivost sastavnih dijelova kroz sve faze proizvodnje, što je ujedno obveza nadzornoga inženjera tijekom izvedbe konstrukcije.

Nacionalni dodatak norme HRN EN 1993-1-1:2014/NA:2015 Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak

Projektant tijekom projektiranja primjenjuje nacionalni Dodatak C radi klasificiranja razreda izvedbe EXC ovisno o razredu pouzdanosti (RC), razredu posljedica (CC) i vrsti opterećenja na konstrukciju.

Niz normi HRN EN ISO 3834 – 2, 3 i 4 Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala;

- 2. dio: Sveobuhvatni zahtjevi za kvalitetu
- 3. dio: Standardni zahtjevi za kvalitetu
- 4. dio: Osnovni zahtjevi za kvalitetu.

Norme definiraju zahtjeve za provedbu postupaka sustava kontrole kvalitete za zavarivanja taljenjem metalnih materijala. Na definiranu klasu izvođenja primjenjuju se zahtjevi za zavarivanje iz dijelova norme HRN EN ISO 3834, a to iz 2. dijela za EXC-3 i 4, iz 3. dijela za EXC-2 te iz 4. dijela za EXC-1. Normom su definirani uvjeti za izradu plana i postupaka zavarivanja, za osposobljenost postupaka zavarivanja i zavarivača, pripremu i izvođenje zavarivanja te kriterij prihvatljivosti izvedbe.

U normi su navedeni dopustivi postupci zavarivanja konstrukcija: elektrolučno – ručno (111), pod praškom (136, 137), pod troskom (121) te elektrotopno – točkasto (21) i šavno (22).

Norma HRN EN ISO 17635 Nerazorno ispitivanje zavara – Opća pravila za metalne materijale

Norma definira nerazorne metode ispitivanja izvedenih zavara (eng. *Nondestructive Testing* - NDT). Uobičajene NDT metode jesu vizualna kontrola, dimenzionalna provjera, akustična emisija, ispitivanje nepropusnosti te penetrantsko, magnetsko, ultrazvučno, radiografsko i termografsko ispitivanje.

Stručni nadzor gradnje Ugovorni okvir

Nadzorni inženjer obavezan je provoditi stručni nadzor u skladu s člankom 59. Zakona o gradnji (NN 153/13 s izmjenama i dopunama), Pravilnikom o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, obrascu, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika, Pravilnikom o

sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera (NN 111/14 s izmjenama i dopunama) te obvezama definiranim ugovorom o stručnome nadzoru i obvezama nadzora koje proizlaze iz odredbi ugovora o građenju i/ili izvođenju radova.

Ovjera količine izvedenih radova

Ugovorom o građenju i/ili izvođenju radova definiran je način obračuna izvedenih radova.

Za EPC (eng. *Engineering, Procurement and Construction*), FIDIC Žutu knjigu ili hibridne ugovore "ključ u ruke" ovjera se vrši nakon ugradnje konstrukcije ili se aktualna vrijednost izvedenih radova postotno vrednuje, na primjer 20 % narudžba materijala, 40 % izrada u pogonu, 10 % antikorozivna i protupožarna zaštita, 20 % ugradnja i 10 % po otklanjanju nedostataka i dostave konačne atestne dokumentacije i izjave o svojstvima. Tom osnovnom raspodjelom jednostavno se utvrđuje vrijednost izvedenih radova u svakome trenutku razvoja projekta. Od stvarno isporučenih količina osnovnoga materijala preko radova izvedenih u pogonu, zaštićenih antikorozivnom i protupožarnom zaštitom, ugrađenih sklopova do konačne konstrukcije koju je preuzeo nadzor. Nadzorni inženjer na temelju tabličnoga prikaza projektnih količina koji zahtijeva izvođač prati stvarno izvedene količine i postotno ovjerava vrijednost izvedenih radova kao osnovu za izradu privremenih situacija i okončane situacije.

Ugovorima tipa FIDIC Crvena knjiga ili hibridnim ugovorima kojima se obračun obavlja prema stvarno izvedenim količinama izvedeni radovi obračunavaju se u građevinskoj knjizi u kilogramima izvedene konstrukcije.

Ako su prethodno navedene ugovorne odredbe o fazama izrade izostavljene, tada se najčešće ugovorom definira to da će naručitelj naknadno, preko nadzornoga inženjera, uspostaviti raspodjelu (vrednovanje) izvedenih radova po fazama ili se obračun definira isključivo po ugradnji, pri čemu izvođač treba biti svjestan činjenice da će izvedeni radovi biti naplaćeni nakon što se otklone svi

nedostaci te dostavi atestna dokumentacija i izjava o svojstvima.

Projektna dokumentacija

Naručitelj radova predaje nadzornome inženjeru projektnu dokumentaciju, uključujući izvješće o kontroli glavnog projekta s obzirom na mehaničku stabilnost i otpornost konstrukcije, koja je predmet ugovora o radovima. Nadzorni inženjer obavezan je provoditi nadzor uzimajući u obzir uvjete navedene u projektu (od tehničkog opisa preko definirana programa kontrole i osiguranja kvalitete i posebnih uvjeta gradnje do detaljne analize projektnih nacrtja) te provesti kontrolu usklađenosti odabrane klase izvođenja radova i klase izloženosti konstrukcije s normativnim okvirom.

Često je točkom 8. izvješća o kontroli glavnog projekta definirana dodatna kontrola koju treba provesti ovlašteni revident ili projektant glavnoga projekta u određenoj fazi radova (kontrola i odobrenje radioničke dokumentacije). Nadzor obavještava naručitelja i izvođača o dodatnim zahtjevima revidenta.

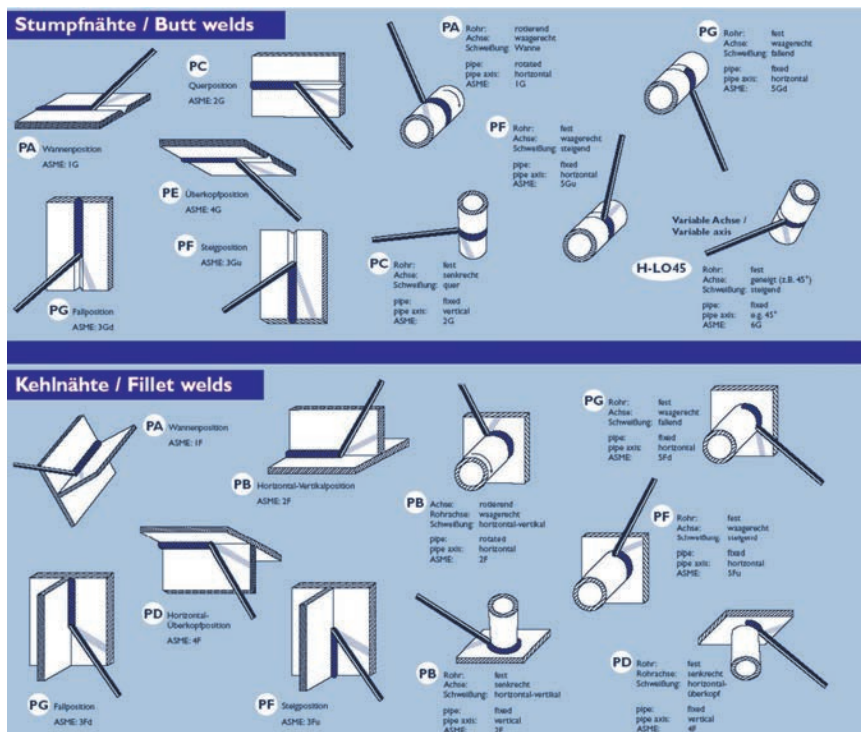
Izvođač radova obavezan je angažirati ovlaštenoga projektanta za izradu izvedbenoga projekta (radionička dokumentacija).

Kvalifikacija tvrtke, osoblja i opreme

Nadzorni inženjer obavezno provjerava kvalifikaciju tvrtke za:

- izvođenje konstrukcije određene klase izvedbe na temelju certifikata o sukladnosti tvorničke kontrole proizvodnje prema HRN EN 1090-1
- izvođenje zavarivačkih radova prema HRN EN ISO 3834, za specificirani postupak zavarivanja, na temelju svjedodžbe (atesta) postupka zavarivanja WPQR (eng. *Welding Procedure Qualification Record*) i uputa za zavarivanje WPS (eng. *Welding Procedure Specification*), a u skladu sa zahtjevima definiranim glavnim projektom.

Zavarivači moraju biti osposobljeni u skladu s normom HRN EN ISO 9606-1 Provjera osposobljenosti zavarivača -



Položaji zavarivanja prema HRN EN 287

Zavarivanje taljenjem (zamjena za normu HRN EN 287-1). Uvjerenje vrijedi tri godine, a validnost se ispituje svakih šest mjeseci. Koordinator zavarivanja trebaju biti osposobljeni za međunarodnoga inženjera zavarivanja (IWE) ili tehnologa zavarivanja (IWT) ili za specijalista zavarivanja (IWS), a u skladu s normom HRN EN ISO 14732 Zavarivačko osoblje - Provjera osposobljenosti rukovatelja zavarivanja i podešavatelja uređaja za mehanizirano i automatizirano zavarivanje metalnih materijala (zamjena za HRN EN 1418).

Oprema za zavarivanje mora biti atestirana prema normi HRN EN 50504 Validacija elektrolučne opreme za zavarivanje. Izvođač je također obavezan dostaviti uvjerenja o umjeravanju sve mjerne opreme.

Nadzorni inženjer provjerava usklađenost WPQR-a, WPS-a i uvjerenja o ispitivanju zavarivača s projektnim zahtjevima za izradu konstrukcije: vrsta spoja – sučeonik/kutni, postupci zavarivanja – MIG/MAG, TIG, REL, položaji zavarivanja limova i cijevi kod sučeonih i kutnih spojeva prema HRN EN 287 (slika 1.), vrsta (skupina) osnovnoga materijala – od 1 do 11,

datum isteka WPS-a i uvjerenja zavarivača u trenutku provedbe zavarivanja.

Nadzor proizvodnje i osiguranja kvalitete

Izvođač uspostavlja, dokumentira i provodi kontrolu tvorničke proizvodnje (eng. *Factory Production Control - FPC*). FPC jest niz procedura tijekom radova, odnosno provedbe PKOK-a za objavljena svojstva konstrukcije. Primarno radi osiguranja objavljenih svojstava konstrukcije kao proizvođa uspostavlja se PKOK za klase izvedbe EXC 2 do 4, a najčešće u obliku tablice sa svim kontrolnim točkama, od narudžbe osnovnoga materijala do isporuke, ugradnje i stavljanja proizvođa na tržište. Konstrukciju preuzimaju nadzor i naručitelj. Čest je slučaj u Hrvatskoj da

tvrtke imaju uspostavljen sustav kontrole kvalitete u skladu s normom HRN EN ISO 9001 Sustavi upravljanja kvalitetom – Zahtjevi u sklopu kojega implementiraju i uspostavljaju PKOK tvorničke kontrole proizvodnje.

U toj fazi nadzorni inženjer pregledava primjenjivost izvođačeve metodologije i tehnologije za izvedbu faza konstrukcije (predmontaža, zavarivanje, antikoroziivna i protupožarna zaštita, geodetska izmjera na mjestu ugradnje, vijčana montaža na mjestu ugradnje).

Preporučljivo je to da nadzorni inženjer usporedi projektom odabrane klase izvođenja sa zahtjevima norme kako je to navedeno u tablici C.1 norme HRN EN 1993-1-1:2014/NA:2015 Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak. Klasa izvođenja definira se ovisno o razredu pouzdanosti (RC), razredu posljedica (CC) i vrsti opterećenja na konstrukciju.

Ako projektant glavnim projektom izričito ne propiše klasu izvedbe, tada se primjenjuje klasa EXC-2.

Praktična primjena klase izvedbe:

- EXC-1 (stube, ograde, poljoprivredne zgrade, zimski vrtovi u sklopu stambenih zgrada, samostojeće zgrade do četiri kata)
- EXC-2 (zgrade za stanovanje i uredski prostori)
- EXC-3 (proizvodi do čelika čvrstoće S700, na primjer zgrade s više od 15 katova, velike krovne konstrukcije, mjesta javnoga okupljanja, stadioni, cestovni i pješački mostovi, jarboli, stupovi, čelični dimnjaci)
- EXC-4 (svi proizvodi klase izvedbe EXC3 koji imaju velik utjecaj na okoliš i ljude u slučaju havarije, na primjer

Tablica 1. Odabir klase izvedbe prema tablici C.1 norme HRN EN 1993-1-1:2014/NA: 2015

Razred pouzdanosti (RC) ili razred posljedica (CC)	Vrsta opterećenja	
	Statičko, nazovistatičko ili potresno uz DCL ^a	Zamor ^b ili potresno uz DCM ili DCH ^b
RC3 ili CC3	EXC3 ^c	EXC3 ^c
RC2 ili CC2	EXC2	EXC3
RC1 ili CC1	EXC1	EXC2



Predmontaža točkastima zavarima (lijevo), zavar prije obrade (desno)

cestovni mostovi i prometni objekti iznad gusto naseljenih područja, industrijska postrojenja visokog stupnja sigurnosnoga rizika, konstrukcije i komponente nuklearnih postrojenja).

Terminski plan

Najčešći je slučaj da se čelične nosive konstrukcije ugrađuje u složenu prostornu građevinu sastavljenu od više sklopova i prostornih cjelina (dilatacija) koje su često ovisne jedna o drugoj u smislu prostorne stabilnosti složene građevine. S obzirom na to da se montaža konstrukcije izvodi kao jedna u nizu paralelnih aktivnosti na gradilištu (paralelna montaža više sklopova, nerijetko naknadni popravci antikorozivne zaštite hladnim premazima, montaža sekundarne fasadne konstrukcije i krovnog pokrivača, izvedba fasadnih obloga), nameće se potreba za izradom terminskoga plana proizvodnje i montaže konstrukcije. Izvedba protupožarnih premaza nerijetko spada u aktivnosti na kritičnome putu radova. Prosječna zahtijevana debljina protupožarnoga premaza premašuje 1500 μm koji se nanosi u četiri, pet ili više slojeva. Nadzorni inženjer u fazi pregleda terminskoga plana treba kritički analizirati vrijeme predviđeno za tu aktivnost jer ona izravno ovisi o mikroklimatskim uvjetima, a izvođač nerijetko loše procjenjuje hodogram aktivnosti. Tijekom te faze nadzorni inženjer pregledava usklađenost tijekom proizvodnje konstrukcije s opcim (master) planom složene građevine

odnosno preispituje uvjete za dopremu i montažu konstrukcije na mjesto ugradnje tijekom paralelnih aktivnosti.

Izrada konstrukcije

Izrada konstrukcije započinje pripremnom fazom, odnosno rezanjem osnovnoga materijala prema pozicijama iz radioničke dokumentacije. Zahtjevi za rezanje i obradu uglova zbog bolje prionjivosti antikorozivne zaštite te način izrade i obrade rupa nakon rezanja zadani su normom HRN EN 1090-2. Nakon pripreme pozicija izvodi se predmontaža sklopova točkastim (privremenim) zavarima radi prethodne dimenzionalne kontrole (ručna mjerenja i 3D optička mjerenja s preciznošću do 2 μm) i priprema postupak zavarivanja. Potom slijedi faza zavarivanja i kontrola sklopova. Zavarivanje se mora izvoditi u skladu sa zahtjevima relevantnoga dijela HRN EN ISO 3834, odnosno za zahtjevima 4. dijela za EXC-1, 3. dijela za EXC-2 i 2. dijela za EXC-3 i EXC-4. Pri izradi konstrukcija najčešće se primjenjuju sučeoni i kutni zavari odnosno sljedeći postupci zavarivanja: ručni postupak (TIG 141), elektrolučni ručni (REL 111) ili polu/automatski (MIG/MAG 131/135). Svi neophodni elementi plana zavarivanja navedeni su u točki 7 norme HRN EN 1090-2:2018. Pogreške u zavarima dijele se na tri tipa:

- konstrukcijske: krivi odabir spoja u odnosu na poprečni presjek spoja
- izvedbene: oštre udubine uz zavar, nemetalne komponente zarobljene

u spoju, poroznost, preklap, ostaci privremenoga zavara, naljepljivanje (loša prionjivost spoja), nepotpuna penetracija, udubine u zavaru (krate-ri), progaranje osnovnoga materijala zbog prevelikog unosa topline u spoj, onečišćenje kapljicama metala, nedovoljni provar korijena

- metalurške: pukotine, pore – mjesta vodika u metalu zavara, pukotine zbog nejednolike distribucije nečistoća/legirajućih elemenata

Pogreške ponajprije ovise o odabranome postupku zavarivanja, tipu zavara, materijalu te radnim i okolišnim uvjetima. Najčešće pogreške MAG zavarivanja jesu porozitet, nepotpuna penetracija i naljepljivanje.

Prema nizu normi HRN EN ISO 6520 Zavarivanje i srodni procesi – Razredba geometrijskih nepravilnosti u metalnim materijalima, pogreške se dijele na pukotine, šupljine, čvrste uključke, naljepljivanje i nedovoljni provar, pogreške u geometriji zavara i ostale pogreške. Svaka je pogreška specificirana kodom.

Kodovi skupine 100 specificiraju pukotine, i to uzdužne, poprečne, zvjezdaste i mikropukotine, koje su najopasnije i nedopustive pogreške zavarenoga spoja. S pojavom pukotine nosivi presjek bitno se smanjuje, čime opada nosivost samoga spoja.

Kodovi skupine 200 specificiraju šupljine, odnosno poroznost zavara uzrokovanu zarobljenim česticama plina. U sučeonome spoju pojedinačne pore ne utječu



Pogreške u zavarima

bitno na nosivost, dok površinski otvorene pore smanjuju nosivost zavara. Pore su štetne u kutnome zavaru. U dinamički opterećenim konstrukcijama pore se šire u pukotine, osobito ako su blizu jedna drugoj.

Kodovi skupine 300 specificiraju čvrste uključke, strano tijelo u metalu zavara, na primjer troska, prašak, oksidi ili strani metal.

Kodovi skupine 400 specificiraju, naljepijavanje i nedovoljni provar, odnosno nepostojanje čvrste veze u zavarenome spoju. Ta se pogreška teško otkriva u fazi kontrole. Nedovoljni provar česta je greška MAG postupka.

Kodovi skupine 500 specificiraju neprihvatljiv oblik zavara, odnosno ugorine, nadvišenje zavara, nadvišenje korijena, oštar prijelaz, preklop, posmik u sučeonome spoju, odstupanje od pravca, utonulost, progaranje, nedovoljnu popunjnost, nesimetričnost i diskontinuitet. Riječ je o svakom odstupanju od zadanoga oblika u geometriji zavara koje je najčešće uočljivo i vizualnim pregledom. Ta je pogreška opasna kod dinamički opterećenih konstrukcija.

Kodovi skupine 600 specificiraju ostale pogreške, i to oštećenja električnim lukom, kapljicama metala, volframom, mehaničko oštećenje i podbrušenje. Prilikom zavarivanja pogreške se ne mogu izbjeći, ali se mogu smanjiti na prihvatljivu razinu korištenjem prihvatljive opreme, primjenom odgovarajuće tehnologije zavarivanja, dobrom pripremom spoja i kvalitetnom obukom zavarivača.

Ako projektom nije definirana metoda kontrole zavara, tada izvođač kroz metodologiju kontrole zavara definira najmanje dvije metode kojima će dokazati nosivost izvedenoga zavara. Odabranu

metodu mora odobriti nadzorni inženjer.

Nadzorni inženjer tijekom zavarivanja pregledava konstrukciju, detektira i označava pogreške, prisustvuje provedbi kontrole zavara NDT metodama (najčešće se primjenjuju vizualna i dimenzionalna kontrola te penetrantsko, magnetsko i radiografsko ispitivanje), zahtijeva primjenu mjera uz svaku pogrešku i dostavu zapisnika o NDT ispitivanju, pregledava konstrukciju nakon poduzetih mjera korekcije i odobrava iduću fazu proizvodnje. Ako nije drugačije navedeno u projektu, NDT se izvodi na 10 % zavara. U slučaju potrebe dodatno se provode razorna ispitivanja elemenata konstrukcije, odnosno DT (eng. *Destructive Testing* - DT) metode: kemijski sastav, mehanička svojstva i mikrostruktura materijala.

Antikorozivna i protupožarna zaštita

Prema istraživanju iz 2003. koje je financirao *U.S. Federal Highway Administration* (FHWA), a podržala strukovna udruga *NACE International*, troškovi šteta zbog korozije u SAD-u, koji obuhvaćaju metode zaštite, popravaka i zamjene, dosežu do 3,1 % BDP-a, što je oko 276 milijardi američkih dolara, odnosno oko 1000 američkih dolara na godinu po stanovniku. Istraživanja su također pokazala to da se 25 – 30 % troškova može izbjeći primjenom primjerenije metode ili tehnologije zaštite od korozije.

Konstrukcije se od korozije štite raznim metodama. Najčešće metode antikorozivne zaštite (AKZ) jesu one vrućim cinkanjem (prema normama HRN EN ISO 1461 i HRN EN ISO 14713) i hladnim premazima (prema HRN EN ISO 12944) za zadanu klasu izloženosti konstrukci-

je od niske do vrlo visoke (od C1 do C5 i C5M). Ovisno o klasi izloženosti, prosječna debljina suhoga filma iznosi 80 – 320 mm. Izvođač za odabranu metodologiju dostavlja tehnologiju izvedbe s navedenim postupcima pripreme konstrukcije.

Nadzor se provodi prema uvjetima iz Dodatka F normi HRN EN 1090-2 u smislu vizualne kontrole i provjere debljine suhoga filma prema normi odabrane metode.

Protupožarna (PP) zaštita konstrukcija, ako je zahtijevana projektom, omogućuje se protupožarnim obložnim pločama, špricanim žbukama ili bubrivim premazima u skladu s ETAG 018-2 i HRN EN 13381-8. Izvođač, ovisno o zahtijevanoj protupožarnoj otpornosti konstrukcije definiranoj glavnim projektom ili elaboratom zaštite od požara, definira metodu (sustav) zaštite te izrađuje tehnologiju izvedbe protupožarne zaštite s podatkom o debljini filma (ovisno o faktoru profila A_p/V , izloženosti površine, tipu profila i poziciji ugradnje) za sve konstruktivne profile te o broju nanosa premaza. Premazi se nanose prskalica (preporučljivo) ili kistom i valjkom. Zaštitni (brtveni) sloj nanosi se ovisno o mjestu ugradnje: Z2 (bez zahtjeva), Z1 (zatvoreni, vlažni prostori; dva sloja po 25 mm), Y i X (djelomična izloženost, vanjski, potencijalno vlačni uvjeti; dva sloja po 35 μ m).

Izvođač treba dostaviti izvještaj o ispitivanju debljine sloja NDT metodom i prionjivosti sloja koji je ovjerio FROSIO ili NACE inspektor.

U toj fazi nadzorni inženjer ispituje debljinu suhoga filma svakog sloja, pregledava izvještaje o ispitivanju slojeva i daje suglasnost za izradu idućega sloja.

Prijevoz, montaža i zaštita na radu

Izvođač je obavezan izraditi plan dizanja i redosljed montaže konstrukcije usklađen s ostalim aktivnostima na mjestu ugradnje. Prilikom prijevoza neophodno je to da elementi budu prikladno pakirani i zaštićeni kako se ne bi oštetila AKZ i PP zaštita. Elementi se najčešće osiguravaju odvajanjem sklopova drvenim klinovima i elastomernim gumama. Montaža se najčešće izvodi na visini, a monter se moraju pridržavati mjera zaštite na radu za rad na visini. Za naknadne popravke na gradilištu izvođač treba dostaviti plan otklanjanja nedostataka. Nakon montaže konstrukcije nadzorni tim provodi geodetsku kontrolu konstrukcije prema normi HRN EN 1090-2.

Preuzimanje čelične konstrukcije

Konstrukcija se preuzima s Izjavom o svojstvima, tehničkom uputom, oznakom "CE" i izvođačevom dokumentacijom navedenom u ovome radu, a u skladu sa zahtjevima iz PKOK-a. Primjer Izjave o svojstvima sa svim neophodnim elementima prema Prilogu III. Uredbi 305/2011 prikazan je na slici 4. Uz Izjavu o svojstvima izvođač prilaže i oznaku "CE" čelične konstrukcije kao gotovog proizvoda na slici 5.

Zaključak

U radu je prikazan način pregleda i procedura stručnoga nadzora nad izgradnjom čeličnih konstrukcija u skladu s normama

Slika 4. Elementi izjave o svojstvima

HRN EN 1090-1, HRN EN 1090-2 i HRN EN 3834.

Složenost stručnoga nadzora proizlazi iz zahtjeva projektne dokumentacije. Nadzor mora biti zasnovan na ukupnome razumijevanju ponašanja čelične konstrukcije, poznavanju hrvatskoga regulativnog okvira iz područja gradnje te poznavanju zahtjeva za izvedbu konstrukcija prema normi HRN EN 1090-2:2018.

Izvori:

- [1] www.cadial.hr, Središnji katalog službenih dokumenata RH
- [2] Hrvatski zavod za norme

Slika 5. Elementi oznake "CE"

- [3] ETAG 018 Vodič europskog tehničkog dopuštenja - Proizvodi za zaštitu od požara, <https://www.eota.eu/en-GB/content/etags-used-as-each/26/>; European Organisation for Technical Approvals, 2013.
- [4] Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za montažu čelične konstrukcije, Službeni list SFRJ, 1970.
- [5] Uredba (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2011. o utvrđivanju usklađenih uvjeta za stavljanje na tržište građevnih proizvoda i stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 89/106/EEZ, Službeni list Europske Unije, 9.3.2011.
- [6] Markulak, D., Bajkovec, I.: Izvedba čeličnih konstrukcija prema europskim normama, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet, Osijek, 2011.
- [7] Glavina, H.: Primjena međunarodne norme ISO 1090 na primjeru poduzeća IN-PIRIO d.o.o., završni rad, Čakovec, 2016.
- [8] Gjuretek, D.: Greške kod MAG zavarivanja, Završni rad, Zagreb, 2015.