



Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Tečaj stručnog usavršavanja
Izvedba i nadzor čeličnih konstrukcija prema HRN EN 1090-1/-2

Voditelj: izv.prof.dr.sc. Davor Skejić

Zagreb, 13. ožujka 2020.



Montaža i nadzor izvedbe čeličnih konstrukcija

Hrvoje Paraščić, dipl. ing. građ.

Vertiv Croatia d.o.o.



Uvodno o nadzoru izvedbe i montaže čeličnih konstrukcija

- Nadzorni inženjer i/ili kontrola kvalitete

Prema Zakonu o gradnji:

Nadzorni inženjer je fizička osoba koja prema posebnom zakonu ima pravo uporabe strukovnog naziva ovlašteni arhitekt ili ovlašteni inženjer i provodi u ime investitora stručni nadzor građenja.

Uvodno o nadzoru izvedbe i montaže čeličnih konstrukcija

Prema Tehničkom propisu za čelične konstrukcije:

Pod gradilištem se, osim prostora određenog Zakonom o prostornom uređenju i gradnji, u smislu odredbe stavka 2. ovoga članka podrazumijeva i proizvodni pogon u kojem se predgotovljeni elementi,

primjenom odgovarajuće tehnologije građenja, proizvode ili izrađuju za potrebe određenog gradilišta a u skladu s projektom čelične konstrukcije.

- Proizvodnja čelične konstrukcije – proizvodni pogon
- Montaža čelične konstrukcije – gradilište

Uvodno o nadzoru izvedbe i montaži čeličnih konstrukcija

Obaveze Nadzornog inženjera prema Zakonu o gradnji:

- Nadzirati građenje tako da bude u skladu s građevinskom dozvolom, odnosno glavnim projektom, Zakonom o gradnji, posebnim propisima i pravilima struke
- Utvrditi ispunjava li izvođač i odgovorna osoba koja vodi građenje ili pojedine radove uvjete propisane posebnim zakonom
- Odrediti provedbu kontrolnih ispitivanja određenih dijelova građevine u svrhu provjere, odnosno dokazivanja ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu i/ili drugih zahtjeva

Uvodno o nadzoru izvedbe i montaži čeličnih konstrukcija

Obaveza izvođača radova – kontrola kvalitete:

Izvođač radova dužan je nadzirati izvođenje radova u svim fazama, bilo da je riječ o proizvodnom pogonu ili montaži na gradilištu.

Nadzor provode kvalificirani iiskusni djelatnici izvođača.



Uvodno o nadzoru izvedbe i montaži čeličnih konstrukcija

Kontrola kvalitete prema fazama; od proizvodnje do montaže na gradilištu:

1. Ulazna kontrola

- Ulazna kontrola materijala
- Kontrola dokumentacije
- Kontrola mjerne opreme
- Procedura i osoblja

2. Međufazna kontrola

- Dimenzionalna kontrola
- NDT
- AKZ

3. Završna kontrola

- Kvantitativna kontrola
- Pakiranje i priprema za transport
- Quality book

4. Gradilište

- Kontrola izvedbe
- Dimenzionalna kontrola
- Završno izvješće

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

- Definiranje kriterija prihvatljivosti:

Nepotpuno definiranje tehničkih zahtjeva i kriterija prihvatljivosti često dovode do nesuglasica između nadzornog inženjera i izvođača te može prouzročiti nepotrebne dodatne troškove investitoru.

- Glavni projekt
- Izvedbeni projekt
- Radionička dokumentacija
- Tehnički propis za čelične konstrukcije
- HRN EN 1090

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

- Definiranje kriterija prihvatljivosti:
 - Proizvodne procedure – detaljne upute proizvođaču prema kojima se provode ispitivanja/mjerenja, definira kriterije prihvatljivosti i način zapisivanja rezultata mjerenja/ispitivanja:
 - Dimenzionalna kontrola
 - NDE
 - Priprema površine i bojanje
 - Tehnička specifikacija – svi tehnički zahtjevi u jednom dokumentu
 - ITP – plan provođenja kontrole kvalitete (whiteness point & hold point)

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

■ Dimenzionalna kontrola - obrazac

DIMENSIONAL CONTROL OF STEEL STRUCTURE

| PROIZVOĐAČ/Manufacturer : | | DIMENZIONALNA KONTROLA- Čelična konstrukcija | | | |
|---|--|---|--------------------------------|--------------------------------|--|
| | | Dimensional control- steel structure | | | |
| PROJEKT / Project | | | | | |
| SEKCIJA BR. / Block No. | | | | | |
| NARUČITELJ / Contractor | | | | | |
| POZICIJA / Position | | | | | |
| KONTROLIRANA DUŽINA / Dimension | DUŽINA PREMA PROJEKTU / Value from design sheet (mm) | MJERA 1 / Measure 1(mm) | MJERA 2 / Measure 2 (mm) | MJERA 3 / Measure 3 (mm) | |
| 1. PODNI OKVIR/ Floor frame: | | | | | |
| L1 (dužina/length) | | | | | |
| L2 (dužina/length) | | | | | |
| W1 (širina/width) | | | | | |
| W2 (širina/width) | | | | | |
| W3 (širina/width) | | | | | |
| FD1 (dijagonala 1/diagonal 1) | | | | | |
| FD2 (dijagonala 2/diagonal 2) | | | | | |
| 2. KROVNI OKVIR/ Roof frame: | | | | | |
| L3 (dužina/length) | | | | | |
| L4 (dužina/length) | | | | | |
| W4 (širina/width) | | | | | |
| W5 (širina/width) | | | | | |
| W6 (širina/width) | | | | | |
| RD1 (dijagonala 1/diagonal 1) | | | | | |
| RD2 (dijagonala 2/diagonal 2) | | | | | |

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

- Priprema površine i bojanje - obrazac

DAILY REPORT OF PAINTING DNEVNIK BOJANJA

| | |
|---------------------------|--|
| Manufacturer / Proizvođač | |
| Project / Projekt | |
| Block No. / Broj sekcije | |
| Client / Naručitelj | |
| Position / Pozicija | |
| Area (m2) / Površina (m2) | |

| 1. Surface preparation before painting / Priprema površine prije nanošenja premaza | | | |
|--|----------|---------|------------|
| Assured level Sa 2 ½: | | | |
| Osiguran stupanj čistoće Sa 2 ½: | Yes /Da | No / Ne | Kontrolor: |
| Assured roughness level 50 µm: | | | |
| Osigurana hrapavost površine 50 µm: | Yes / Da | No/ Ne | Kontrolor: |

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

- Priprema površine i bojanje

| 2. Paint application / Nanošenje premaza | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| Coat VRSTA PREMAZA | 1st Coat | 2nd Coat | 3rd Coat | | | | |
| Application Method Način nanošenja | | | | | | | |
| MIKROKLIMATSKI UVJETI PRIJE BOJANJA/ Microclimatic Conditions Prior to Airless Spraying According to ISO 8502 - 4 | | | | | | | |
| Air Temperature Temp. Zraka (°C) | | | | | | | |
| Steel Temperature Temp. Lima (°C) | | | | | | | |
| Relative Humidity Rel. Vlažnost (%) | | | | | | | |
| Dew Point Temp. Rosišta (°C) | | | | | | | |
| Date and Time Datum i Vrijeme | | | | | | | |
| MIKROKLIMATSKI UVJETI NAKON BOJANJA/ Microclimatic Conditions After Airless Spraying According to ISO 8502 - 4 | | | | | | | |
| Air Temperature Temp. Zraka (°C) | | | | | | | |
| Steel Temperature Temp. Lima (°C) | | | | | | | |
| Relative Humidity Rel. Vlažnost (%) | | | | | | | |
| Dew Point Temp. Rosišta (°C) | | | | | | | |
| Date and Time Datum i Vrijeme | | | | | | | |
| MJERENJA DEBLJINE SUHOG FILMA BOJE / DFT Readings According to ISO/FDIS 19840 Method SSPC PA2 Rule 80 :20 | | | | | | | |

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

■ Tehnička specifikacija

- Dokument u koje su definirani svi najvažniji tehnički zahtjevi za proizvodnju konstrukcije i montažu:
 - kvalitete materijala - osnovni i spojni
 - Tolerancije
 - Priprema površine i bojanje – hrapavost, klasa obrade površine, čistoća površine, DFT, potrebna ispitivanja prionjivosti
 - Ispitivanje zavarā – obim ispitivanja, metoda ispitivanja i pozicije ispitivanja
 - Odstupanja od normi
 - Očekivana dokumentacija kontrole kvalitete
 - Potrebni certifikati i izvještaji - sukladnost s projektnom specifikacijom
EXC1 – Atesti tip 2.2; EXC 2, EXC 3, EXC 4 – Atesti tip 3.1 i 3.2

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Obrazac:

| TECHNICAL SPECIFICATION / Tehnička specifikacija | | | | |
|---|---|-----------------------|---|------------------|
| No. | Method/ Standard of Operation/Inspection/Quality | | Requested Record Forms/ Certificates | Additional Notes |
| 1.0 | General data | | | |
| 1.1 | Language | English | | Yes |
| 1.2 | Product type | Steel Frame Structure | | Yes |
| 1.3 | Technical description: Modular data center is placed in Nigeria. It consists of two separated objects. FAR and CCR object. One object are modules with integrated power equipment with support infrastructure (cable trays, lights, zone separation). Second object is control room with instrument room and office area. | | | |
| 2.0 | Execution class | | | |
| 2.1 | Main Steel Frames | EXC2 | | Yes |
| 2.2 | Exceptions | No | | No |
| 3.0 | Design Standard | Eurocode/BS/SABS | | Yes |
| 4.0 | Design Software | Tekla/Robot | | Yes |
| 5.0 | Drawings | | | |
| 5.1 | Workshop Drawings for fabrication | Tekla | | Yes |
| 5.2 | Erection drawings | Tekla | | Yes |
| 5.3 | Template Drawings | Tekla | | Yes |
| 6.0 | Steel Materials | | | |
| 6.1 | Main Structural Members | S355JR | | Yes |
| 6.2 | Secondary Structural Members | S355JR | | Yes |
| 6.3 | Steel plates | S355JR | | Yes |
| 6.4 | Hot rolled profiles and plates | EN 10025 | EN 10204/3.1. | Yes |
| | Tolerances and dimensions according to | EN 10034 | | Yes |
| 6.5 | Hot rolled hollow profiles, seamless tubes | EN10210 | EN 10204/3.1. | Yes |
| | Tolerances and dimensions according to | EN 10210-2 | | Yes |
| 6.6 | Hot rolled plates thickness $\geq 3\text{mm}$ | EN 10025 | EN 10204/3.1. | Yes |
| | Tolerances and dimensions according to | EN 10029 | | Yes |

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

Tečaj stručnog usavršavanja: Izvedba i nadzor čeličnih konstrukcija prema HRN EN 1090-1/-2

Voditelj: izv.prof.dr.sc. Davor Skejić



Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Obrazac:

| | | | | |
|-----|---|---|---|-----|
| 7.0 | Bolts and connections | EN 14399 | EN 10204/3.1 | Yes |
| | Bolts, Washers | 8.8 | | Yes |
| 8.0 | Fabrication documentation | EN 1090-1, -2 | Certificate (DoC/DoP) | Yes |
| | | | Material certificates | Yes |
| | | | Welding consumable certificate | Yes |
| | | | WPS, WPQR | Yes |
| | | | Welder certificates | Yes |
| | | | Welding plan | Yes |
| | | | Welders list | Yes |
| | | | Dimensional control report | Yes |
| | | | Painting report | Yes |
| | | | NDE of weld report | Yes |
| | | | NDE operators certificates | Yes |
| 9.0 | Anticorrosion protection | EN ISO 12944 | | |
| | Surface preparation and painting procedure (prepared by Vertiv) | | Daily logbook report | Yes |
| | | | Material certificates | Yes |
| | | | Frosio report | Yes |
| 9.1 | Environment and durability class | | | |
| | Exterior | C5-H; EN12944-2 | RAL 1015 | Yes |
| | Interior | C5-H; EN12944-2 | RAL 1015 | Yes |
| 9.2 | Surface preparation | | | |
| | Surface preparation grade | Sa 2 ½; EN ISO 8501-1 Sandblasting of welded structure after performing all welds is mandatory | Daily logbook report | Yes |
| | Roughness | DFT < 500 µm. Rz = 40 - 70 µm DFT > 500 µm. Rz = 70 - 125 µm | Daily logbook report | Yes |
| | Roughness if using shop primer | No painting on shot primer is allowed surface must be blasted | Daily logbook report | No |
| | Surface grade - exterior/C5-H | P3; EN ISO 8501-3 | P3 R = 2 mm on external visible profiles cleaning weld Surface shall be free of all welding spatter | Yes |
| | Surface cleanliness | ISO 8502-3, class 1 | Daily logbook report | Yes |
| | Residual salt contamination | DEP 30.48.00.31- point 6.6.2 | Daily logbook report | Yes |
| | Ambient control | EN 1090-2 section F.6.1. | Daily logbook report | Yes |

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Obrazac:

| No. | Method/ Standard of Operation/Inspection/Quality | Requested Record Forms/ Certificates | Additional Notes |
|------|---|--|-------------------------------------|
| 9.3 | Dry film thickness | | |
| | DFT of single or multiple layers | DEP 30.48.00.31- point 6.7.3. | Daily logbook report |
| 9.4 | Adhesion test | | |
| | Supplier to prepare 2 referent plates per container. One for exterior environment, another for interior environment. Dimensions of plates are: 300mm x 300mm x 3mm. For plates, use Cold rolled material used for corrugated wall. Supplier to ensure traceability container - referent plates. | Cross cut (EN ISO 2409), X Cut test (ASTM 3359) or Pull off (ISO 4624) | Adhesion test report |
| 9.5 | Coating colour | | |
| | Interior: | RAL1015 | Yes |
| | Exterior: corrugated steel | RAL 1015 | Yes |
| | Exterior: secondary floor plate, galvanized plate 0,8 mm thickness + paint or laminated (C5-M) | RAL1015 | Yes |
| | Access platform | EN 12944 - 5 2018 Tablica B3 | Hot galvanised + coating (C5) |
| | Guard rail | EN 12944 - 5 2018 Tablica B3 | Hot galvanised + coating (C5) |
| 9.6 | Technical specification of coating | | Yes |
| | Abrasives | DEP 30.48.00.31- point 4.3.3. | Batch Certificate |
| | Primer coat | zinc rich | Batch Certificate |
| | Intermediate coat | Supplier selection | Batch Certificate |
| | Top coat | Supplier selection | Batch Certificate |
| 9.7 | Connection plates | | |
| | Supplier to ensure max. coat thickness on bolted connection surface | 120 µm | Positions to be defined by designer |
| 10.0 | Welding | EXC2; EN1090 | |
| | NDE procedure (prepared by Vertiv) | | |
| | Inspection for additional weld connection regarding to lifting points | 100% MT, 100%VT | Supplier to provide NDE report |
| | Inspection for additional weld connection regarding to extension of members | 100% MT, 100%VT, TBD | Supplier to provide NDE report |
| | Position of critical butt welds ($U \geq 0,5$) defined in general drawing | | Supplier to provide NDE report |
| | Position of critical filled welds defined in general drawing | | Supplier to provide NDE report |
| | Position on the roof plates defined in general drawing | 100% PT | Supplier to provide NDE report |

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

Tečaj stručnog usavršavanja: **Izvedba i nadzor čeličnih konstrukcija prema HRN EN 1090-1/-2**

Voditelj: izv.prof.dr.sc. Davor Skejić

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Obrazac:

| | | | | |
|----------|---|--------------------------|-----------------------------------|--|
| 11.0 | Dimensional tolerances | EN ISO 13920 | | Supplier to provide Dimensional control report |
| | Dimensional control procedure (Prepared by Vertiv) | | | Yes |
| | Tolerance class A, only - tolerance area will be applicable | | | Yes |
| 12.0 | Stainless steel plates/screws | | | |
| 12.1 | Quality - Interior | passivated A4, AISI 316L | Material certificates | Yes |
| 12.1 | Quality - exterior | passivated A4, AISI 316L | Material certificates | Yes |
| 12.2 | Quality - grounding plates (Grounding plates is necessary to mechanically protect after installation) | passivated A4, AISI 316L | Material certificates | Yes |
| 13.0 | Packing and shipment | | | Yes |
| 13.1 | Special packing procedure | | | Yes |
| 13.2 | Packing list | | | Yes |
| 13.3 | Quantity check | | | Yes |
| 13.4 | Visual packing inspection | | | Yes |
| 14.0 | QA documentation | | | |
| 14.1 | Quality inspection plan | | Q plan prepared by supplier | Yes |
| 14.1 | Certificate of compliance, certificate of performance | | Certificate, prepared by supplier | Yes |
| 14.1 | Quality assurance general documents | | Certificate | Yes |
| 14.1 | Quality assurance weld | | Certificate | Yes |
| 14.1 | Welding coordinator | | Certificate | Yes |
| | Company | Responsible person | Date | |
| Client | | | | |
| Supplier | | | | |

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola dimenzija:

Kontrolu dimenzija komponenata treba provoditi tijekom svake etape proizvodnog procesa:

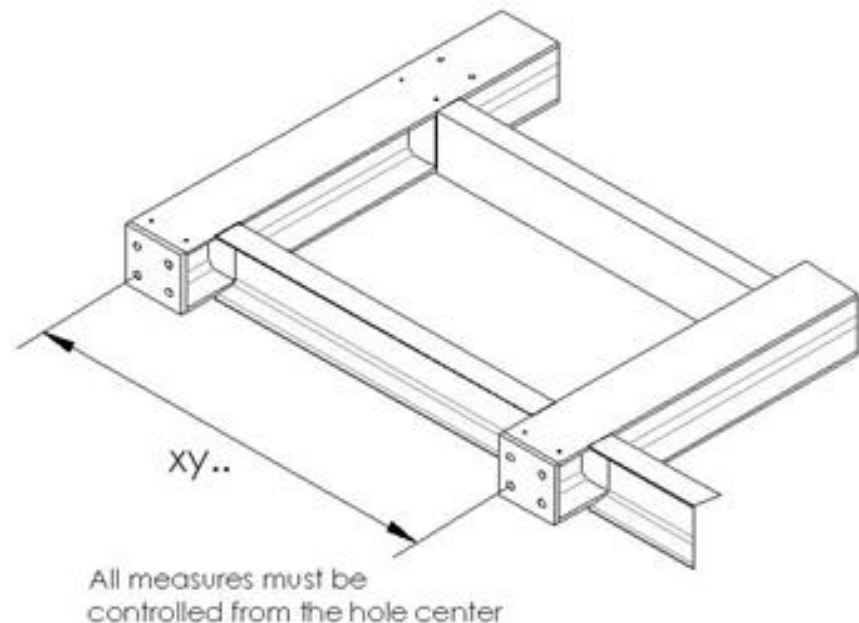
- Prije i tijekom zavarivanja
- Nakon zavarivanja

Mjerna mjesta i učestalost mjerenja potrebno je definirati u planu mjerenja.

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola dimenzija:

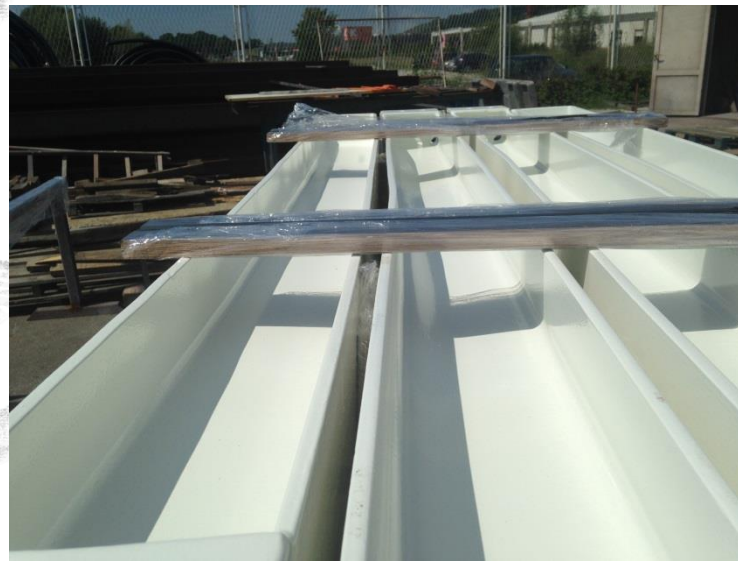
Posebnu pozornost treba obratiti na dimenzije priključaka kako bi izbjegli probleme tijekom montaže.



Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola dimenzija:

Plastične deformacije nastale savijanjem profila u proizvodnom pogonu:



Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola zavarar:

Svi zavari moraju biti pregledani vizualno cijelom dužinom. Vizualna kontrola daje korisne podatke o kvaliteti zavarenih spojeva ali i o potrebi kontrole nekom drugom metodom. Vizualna kontrola provodi se sukladno normi EN ISO 17637

Ostale metode kontrole zavarar bez razaranja su:

- Penetrantska metoda (PT) prema normi EN ISO 3452-1;
- Magnetska metoda (MT) prema normi EN ISO 17638;
- Ultrazvučna metoda (UT) prema normi EN ISO 17640 i EN ISO 23279 ili EN ISO 13588
- Radiografska metoda (RT) prema nizu normi EN ISO 17636

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola zavara:

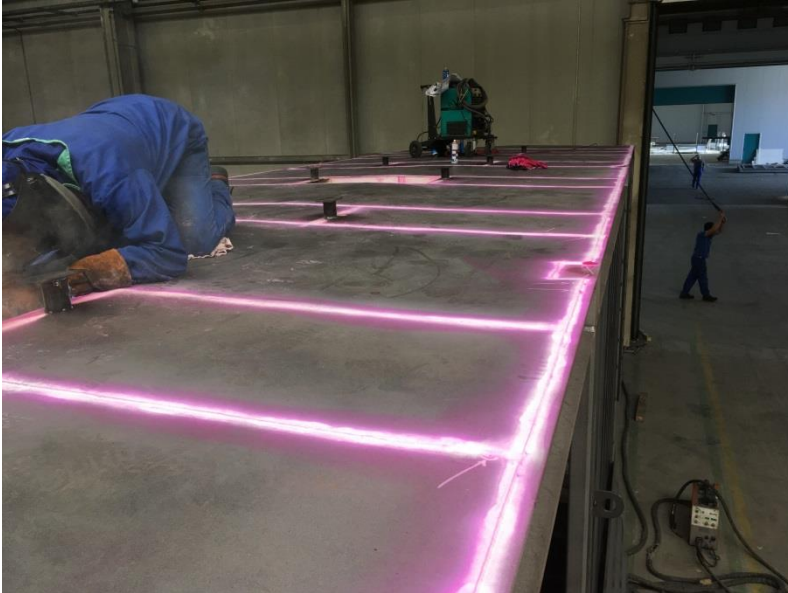
Za klasu izvedbe EXC1 norma HRN EN 1090-2 propisuje samo vizualnu kontrolu zavara dok za klase izvedbe EXC2 - EXC4 daje razine provjere prema tablici:

Table 24 —Extent of routine supplementary NDT

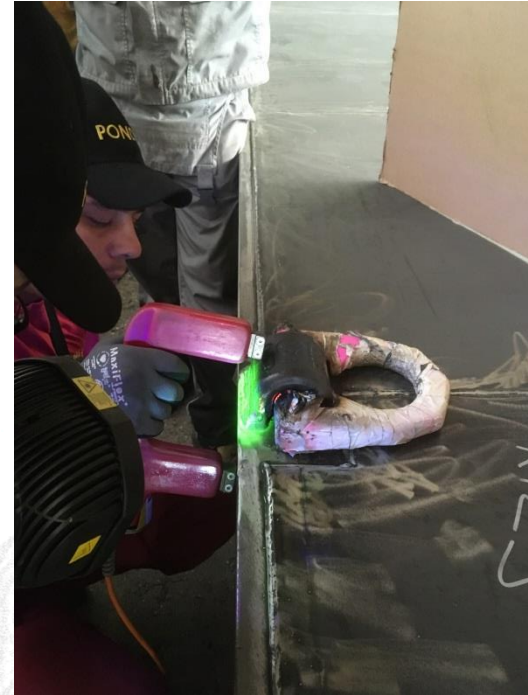
| Type of weld | Shop and site welds | | |
|--|---------------------|------|-------------------|
| | EXC1 | EXC2 | EXC3 ^a |
| Transverse butt welds and partial penetration welds in butt joints: | 0 % ^b | 10 % | 20 % |
| Transverse butt welds and partial penetration welds: | | | |
| — in cruciform joints | 0 % ^b | 10 % | 20 % |
| — in T joints | 0 % | 5 % | 10 % |
| Transverse fillet welds ^c : | | | |
| with $a > 12\text{mm}$ or $t > 30\text{mm}$ | 0 % | 5 % | 10 % |
| with $a \leq 12\text{mm}$ and $t \leq 30\text{mm}$ | 0 % | 0 % | 5 % |
| Full penetration longitudinal welds ^d between web and top flange of crane girders | 0 % | 10 % | 20 % |
| Other longitudinal welds ^d , welds to stiffeners and welds specified in the execution specification as being in compression | 0 % | 0 % | 5 % |
| ^a For EXC4 the percentage extent shall be at least that given for EXC3. ^b 10 % for such welds executed in steel $\geq S420$. ^c Terms a and t refer respectively to the throat thickness and the thickest material being joined. ^d Longitudinal welds are those made parallel to the component axis. All others are considered as transverse welds. | | | |

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola zavora:



Penetrantska kontrola



Magnetska kontrola

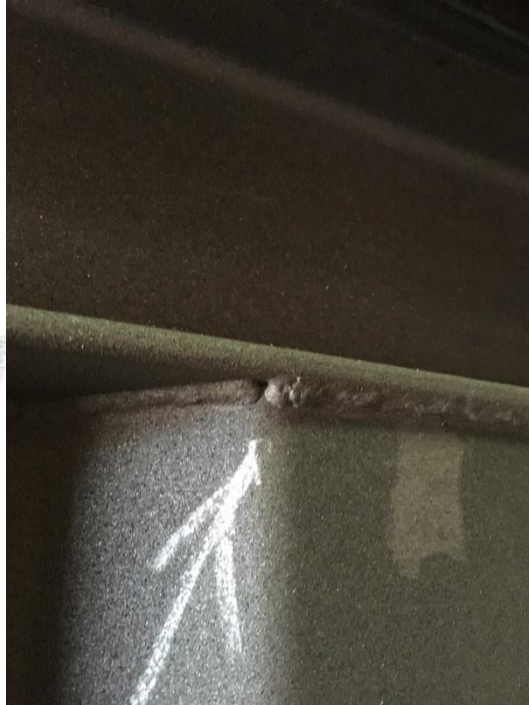
Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola zavora:



Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola zavora:



Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola pripreme površine i aplikacije AKZ-a:

- Antikorozivna zaštita provodi se prema nizu normi HRN EN 12944 te uvjetima definiranim u tehničkoj specifikaciji.
- Projektnom dokumentacijom potrebno je odrediti razred okoliša (C1 – CX) te kategoriju trajnosti (L, M, H, VH)
- Stupanj čistoće površine prema normi HRN EN ISO 8501-1:
 - Sa1, Sa2, Sa2 ½, Sa3 – abrazivno čišćenje (sačmarenje, pjeskarenje,...)
 - St2, St3 – ručno čišćenje (četke)
- Hrapavost površine prema normi HRN EN ISO 8503
- Stupanj pripreme površine prema normi HRM EN ISO 8501-3 (P1, P2, P3)



Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

Tečaj stručnog usavršavanja: **Izvedba i nadzor čeličnih konstrukcija prema HRN EN 1090-1/-2**

Voditelj: izv.prof.dr.sc. Davor Skejić

25



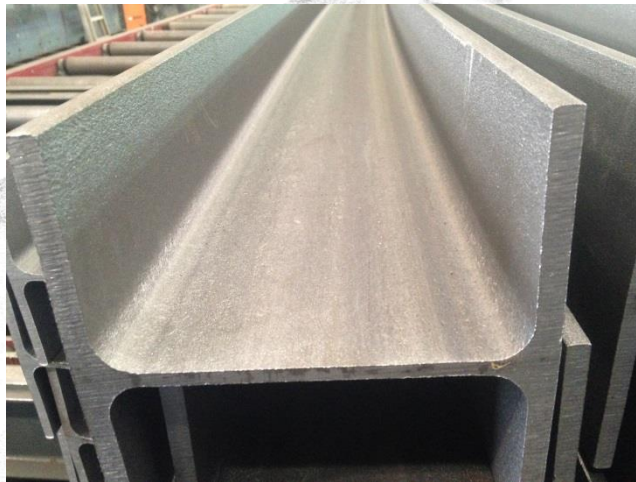
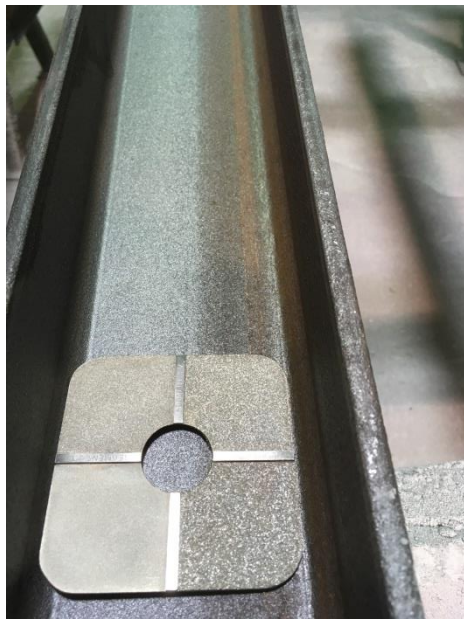
Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola pripreme površine i aplikacije AKZ-a:



Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola pripreme površine i aplikacije AKZ-a:



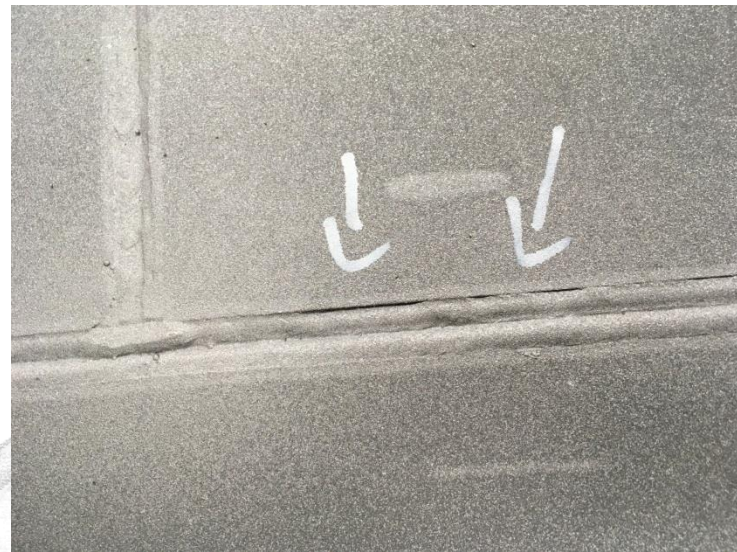
Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola pripreme površine i aplikacije AKZ-a:



Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Kontrola pripreme površine i aplikacije AKZ-a:

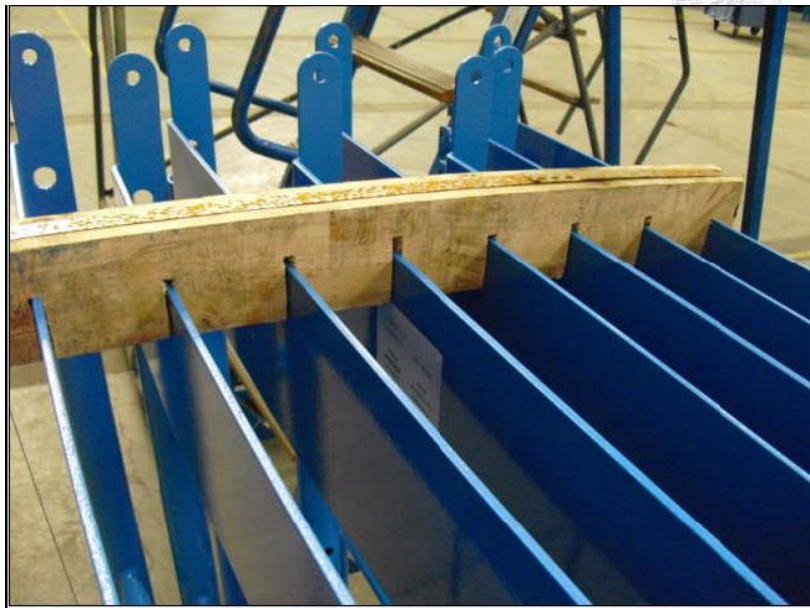


Nadzor – priprema za transport čelične konstrukcije

- Prilikom organiziranja transporta potrebno je osigurati adekvatno transportno učvršćenje čelične konstrukcije kako bi se izbjegla mehanička oštećenja na konstrukciji i oštećenja sustava AKZ-a.
- Plan transporta usuglasiti s planom montaže - posebnu pozornost potrebno je posvetiti redoslijedu montaže konstrukcije na gradilištu te tome prilagoditi transport, sve kako bi konstrukciju što kraće skladištili na gradilištu i kako bi smanjili broj manipulacija.
- Svaka manipulacija – potencijalno oštećenje konstrukcije
- Idealno - montaža s kamiona, bez istovara konstrukcije na gradilištu.

Nadzor – transport čelične konstrukcije

Bez obzira na duljinu transporta, teret treba biti učvršćena na način da se spriječe deformacije konstrukcije i oštećenja sustava AKZ-a. Primjeri dobrog učvršćenja:



Nadzor – transport čelične konstrukcije

Primjer dobrog učvršćenja čelične konstrukcije u transportnom kontejneru:



Nadzor – transport čelične konstrukcije

Potrebno je osigurati da konstrukcija bude sigurno pričvršćena za transportno sredstvo:



Nadzor – transport čelične konstrukcije

U slučaju duljeg cestovnog transporta ili transporta brodom, konstrukcije je potrebno adekvatno zaštititi od vanjskih atmosferilija i nečistoće.

Prikazan je dobar primjer korištenja termoskupljajuće folije.

Unutar paketa obavezno koristiti absorbere vlage ili paropropusnu foliju kako bi izbjegli depigmentaciju završnog sloja:

- Premazi
- Vruće cinčanje



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Prije početka montaže na gradilištu potrebno je izraditi detaljan plan montaže te sukladno tome potrebno je osigurati:
 - Pristupne puteve i prostor za privremeno odlaganje elemenata čelične konstrukcije s jasno naznačenim maksimalnim osovinskim opterećenjem
 - Plan kranova
- Privremena skladišta:
 - Privremena skladišta na gradilištu moraju biti ravne, utabane površine
 - Čelična konstrukcija odlaže se na za to predviđene drvene blokove
 - Svi elementi konstrukcije moraju bitu međusobno odvojeni distancerima, posebno se to odnosi na istake i temeljne ploče

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

Dobra primjer zaštite konstrukcije za transport i skladištenje:



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

Loš primjer skladištenja konstrukcije na gradilištu:



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

Oštećenja AKZ-a uzrokovana lošim skladištenjem konstrukcije na gradilištu:



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Prije početka montaže čelične konstrukcije treba napraviti geodetsko snimanje ugrađenih sidara. Sukladno normi ISO 4463-1



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

Montaža započinje instalacijom stupova te njihovim fiksiranjem za sidrene vijke. Nakon postavljanje stupova, povezujemo ih s raznim gredama. Tijekom montaže potrebno je osigurati prostornu stabilnost montiranih dijelova u skladu s pretpostavkama iz statičkog proračuna.



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

Na početku montaže vijčani spojevi se ne zatežu u potpunosti. Zatezanje započinjemo kada su montirani svi elementi konstrukcije i kada je izmjerena geometrija cijelog sklopa. U slučaju složenih konstrukcija zatezanje vijaka izvodi se prema unaprijed definiranom planu.

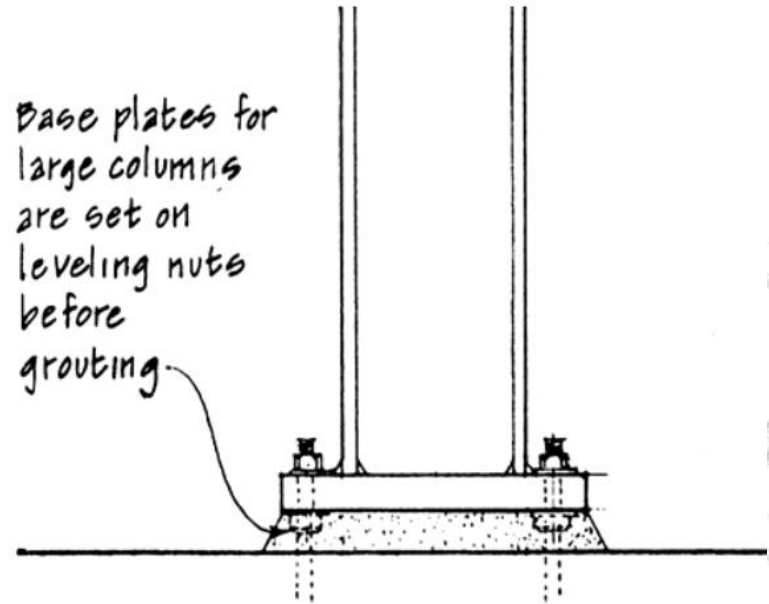


Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Svi temelji, sidreni vijci i drugi oslonci čelične konstrukcije moraju biti pripremljeni za montažu konstrukcije.
- Ukoliko sidrene vijke naknadno prednapinjemo, potrebno je osigurati da min 100 mm vijka nije ugrađeno u beton.
- Izjednačavanje zbog slijeganja se treba izvoditi ugradnjom dodatnih pločica ili zalijevanjem betonom.
- Za izravnavanje mjesta ležajnih ploha može se koristiti matica ispod ležajne ploče. Matica može ostati trajno ugrađena a prostor između ležajne ploče i temelja je potrebno ispuniti mortom za podlijevanje.

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Mort za podlijevanje:
 - uvijek koristiti svjež materijal
 - Miješanje i korištenje ispod 0°C je **zabranjeno** (i u slučaju da proizvođač morta navodi drugačije)
 - Površine koje zapunjavamo moraju biti prethodno očišćene
 - Prostor između ležajne ploče i betona mora biti u potpunosti ispunjen



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Vijci, podložne pločice i matice:
 - konstrukcijski vijci minimalno **M12**
 - Pojedinačne komponente zajedničkog spoja ne smiju se razlikovati u debljini za više od D (općenito je $D=2\text{mm}$, $D=1\text{mm}$ za prednapete spojeve)
 - Minimalna debljina podložnih pločica je **2mm**, maksimalan broj 3 kom u paketu
 - Kod nenapregnutih vijaka – između nenarezanog dijela vijka i opterećene matice minimalno mora biti **jedan puni korak navoja**
 - Kod napregnutih vijaka prema EN 14399 – između nenarezanog dijela vijka i opterećene matice minimalno mora biti minimalno **četiri puna koraka navoja**
 - Duljina preostalog dijala navoja izvan paketa (od vanjske površine matice do kraja navoja) nakon zatezanja vijka – minimalno jedna duljina koraka navoja
 - Prije zatezanja alatima, matice se moraju moći odvrtati rukom

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Vijci, podložne pločice i matice:
 - Podložne pločice obavezno je staviti ispod glave vijka ili ispod matice – odnosno elementa koji se može rotirati prilikom zatezanja
 - U slučaju jednorednih spojeva, podložna pločica je obavezna ispod glave vijka i ispod matice
 - Kod prednapetih vijaka klase 10.9 podložke treba koristiti i ispod glave vijka i ispod matice
 - Pločaste podložne pločice treba koristiti kod prereza i većih rupa – minimalna debljina je 4mm a ukupna debljina u spoju je 12mm
 - U slučaju vijčanih veza na obojenim čeličnim konstrukcijama preporučuje se podložnu pločicu staviti ispod glave vijka i ispod matice kako bi se izbjegla oštećenja AKZ-a prilikom zatezanja vijaka

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

Oštećenja AKZ uzrokovana zatezanjem vijaka bez podložnih ploča



Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

Tečaj stručnog usavršavanja: **Izvedba i nadzor čeličnih konstrukcija prema HRN EN 1090-1/-2**

Voditelj: izv.prof.dr.sc. Davor Skejić

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Zatezanje vijaka:
- Zatezanje treba započeti na najkrućim elementima konstrukcije (čeone ploče, pojasnice greda), nastaviti prema manje krutim
 - Moment zatezanja – momentnim ključem
 - Kombinirana metoda
 - HRC metoda zatezanja – posmičnim ključem s dva koraka koji se vrte u suprotnim smjerovima
 - DTI metoda – korištenjem indikatorskih podloški

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Dopuštena geometrijska odstupanja:

Dopuštena geometrijska odstupanja zauzimaju najveći dio norme HRN EN 1090-

2. Norma opisuje dvije vrste dopuštenih odstupanja:

- Bitna odstupanja (eng. essential tolerances) – važna za mehaničku otpornost i stabilnost konstrukcije
- Funkcionalna odstupanja (eng. functional tolerances) – važna za montažu i izgled konstrukcije

Odstupanja se dijele na proizvodna (eng. Manufacturing) i izvedbena (eng. Erection)

Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije



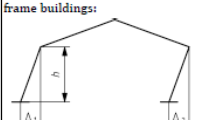
Dopuštena geometrijska odstupanja:

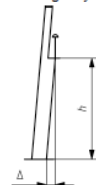
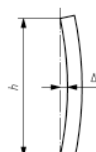


Nadzor - proizvodnja čelične konstrukcije

Dopuštena geometrijska odstupanja montaže:

Table B.17 — Erection tolerances - Columns of single storey buildings

| No | Criterion | Parameter | Essential tolerances Permitted deviation Δ | Functional tolerances Permitted deviation Δ | |
|----|---|---|--|---|----------------------|
| | | | Class 1 and 2 | Class 1 | Class 2 |
| 1 | Inclination of columns of single-storey buildings:  | Overall inclination in storey height h : | $\Delta = \pm h/300$ | $\Delta = \pm h/300$ | $\Delta = \pm h/500$ |
| 2 | Inclination of individual columns in single storey portal frame buildings:  | Inclination Δ of each column: $\Delta = \Delta_1$ or Δ_2 | No requirement | $\Delta = \pm h/150$ | $\Delta = \pm h/300$ |
| 3 | Inclination of single storey portal frame buildings:  | Average inclination of all the columns in the same frame: [For two columns the average is: $\Delta = (\Delta_1 + \Delta_2)/2$] | $\Delta = \pm h/500$ | $\Delta = \pm h/500$ | $\Delta = \pm h/500$ |

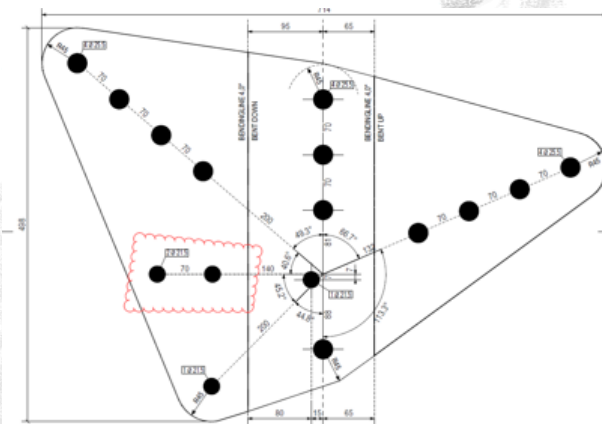
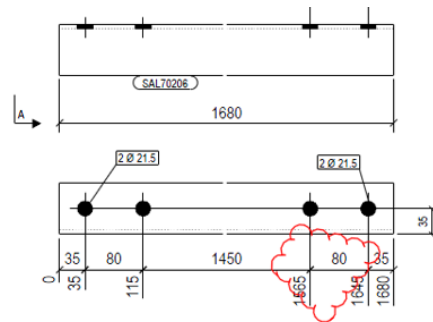
| No | Criterion | Parameter | Essential tolerances Permitted deviation Δ | Functional tolerances Permitted deviation Δ | |
|----|--|--|--|---|------------------------------|
| | | | Class 1 and 2 | Class 1 | Class 2 |
| 4 | Inclination of any column that supports a crane gantry:  | Inclination from floor level to bearing of crane beam: | $\Delta = \pm h/1000$ | $\Delta = \pm 25 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm 15 \text{ mm}$ |
| 5 | Straightness of a single storey column:  | Location of the column in plan, relative to a straight line between position points at top and bottom: | $\Delta = \pm h/1000$ | No requirement | No requirement |

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Radovi na gradilištu:
 - Izvođenje sitnih prepravaka na konstrukciji zbog grešaka na dokumentaciji, grešaka u proizvodnji, montaži (bušenje, rezanje, zavarivanje)
 - Planirani radovi opisani u planu montaže (npr. zavarivanje elemenata konstrukcije zbog ograničenja u transportu)
 - Sanacije AKZ-a
 - Radove je potrebno organizirati u izdvojenom pogonu na gradilištu. U takvom pogonu nužno je osigurati zaštitu od atmosferilija te onemogućiti širenje čelične prašine i srha na ostatak konstrukcije.

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Greške u dokumentaciji – prepravci na gradilištu



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Greške u proizvodnji – prepravci na gradilištu



Nedostaje spojna ploča



Nedostaje rupa za vijčani spoj

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Sanacija AKZ-a na gradilištu



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Sanacija AKZ-a na gradilištu



Korozija nastala širenjem srha na gradilištu



Oštećenje AKZ-a

Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Sanacija AKZ-a na gradilištu



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu



Nadzor – montaža čelične konstrukcije na gradilištu

- Popravke boje na gradilištu izvoditi sukladno uputama proizvođača premaza
- Nekontrolirani vremensku uvjeti: obavezno koristiti mjerač klimatskih uvjeta – Dew check



Izjava o svojstvima

| |
|---|
|  |
| EN1090-1 0045-CPR-1090-1.00249.TÜVNORD.2013.004 |
| "BAJKMONT d.o.o." Svetomatejska 12, 10360 Sesvete, Croatia |
| 13 |
| Radni nalog / Job number: 436-1116 |
| EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Komponente se mogu koristiti izravno ugrađene u strukture ili u kompozitne konstrukcije koje se sastoje od čelika i betona. Komponente mogu biti izrađene od vruć ili hladno valjanih materijala ili od građevinskih materijala izrađenih drugim proizvodnim procesima. Mogu biti izrađene od čelika kvadratnog / pravokutnog presjeka, profila različitih oblika, od glavnih, cijevnih, kovaninskih ili kovaninskih komada. Komponente mogu biti zaštićene od korozije premazivanjem ili drugim površinskim tretmanom. |
| The components can be used either directly built into structures or in composite structures comprised of steel and concrete. The components can be manufactured from hot-rolled or cold-formed or by other technologies produced construction materials. They can be made of steel of cross sections / profiles of different shapes, from flat stock, tubular, cast or forged pieces. They can be unprotected or protected against corrosion by coating or by a surface treatment. |
| Za povezana svojstva pogledajte izjavu o svojstvima br.: 2017-BM-03 Related performances see declaration of performance No.: |
| Pripadajuća otpremnica br.: 436-1116-1 / 02.10.2017. Related Delivery note No.: |

| | | |
|---|---|---|
|  | | |
| IZJAVA O SVOJSTVIMA Declaration of Performance | | |
| DuP br. / no: 2017-BM-03 | | |
| Strukturne čelične komponente prema specifikaciji kupca i broju narudžbe povezanoj sgovornim dokumentima Structural steel components according to customer specification and order number associated contract documents | | |
| Komponente se mogu koristiti izravno ugrađene u strukture ili u kompozitne konstrukcije koje se sastoje od čelika i betona. Komponente mogu biti izrađene od vruć ili hladno valjanih materijala ili od građevinskih materijala izrađenih drugim proizvodnim procesima. Mogu biti izrađene od čelika kvadratnog / pravokutnog presjeka, profila različitih oblika, od glavnih, cijevnih, kovaninskih ili kovaninskih komada. Komponente mogu biti zaštićene od korozije premazivanjem ili drugim površinskim tretmanom. The components can be used either directly built into structures or in composite structures comprised of steel and concrete. The components can be manufactured from hot-rolled or cold-formed or by other technologies produced construction materials. They can be made of steel of cross sections / profiles of different shapes, from flat stock, tubular, cast or forged pieces. They can be unprotected or protected against corrosion by coating or other means of surface treatment. | | |
| "BAJKMONT d.o.o." Svetomatejska 12, 10360 Sesvete, Croatia | | |
| System 2+ | | |
| Prijavljeno tijelo za certifikaciju / Notified Certification Body: TÜV NORD Systems GmbH & Co., Große Bahnstraße 51, 22525 Hamburg / Germany, No.: 0045 | | |
| Potvrđeno je potvrdom na temelju potvrda o tehnološkoj kontroli proizvodnje certifikat br. 0045-CPR-1090-1.00249.TÜVNORD.2013.004 svojstva u odnosu na specifikaciju komponente: The manufacturer confirmed on the basis of the certificate of factory production control Certificate No. 0045-CPR-1090-1.00249.TÜVNORD.2013.004 following performance characteristics in regard to component specification | | |
| Bitne odlike Essential characteristics | Svojstva Performance | Harmonizirane tehničke specifikacije Harmonized Technical Specification |
| Geometrijske tolerancije Tolerances on geometrical data | EN1090-2 (D1) | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Završnost Finishability | EN 1090-2:2 to 6 prema podacima iz ispitnog certifikata EN 1090-2:2 to 6 with data from the test certificate | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Čvrstoća loma Fracture toughness | EN 1090-2:2 to 6 prema podacima iz ispitnog certifikata EN 1090-2:2 to 6 with data from the test certificate | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Odslobođenje kadmija Release of cadmium | NPD - vidi zahtjeva kupca see requirement of the customer | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Radioaktivno zračenje Emission of radioactivity | NPD - vidi zahtjeva kupca see requirement of the customer | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Trajnost | Superiornost površine i površinska zaštita prema EN 1090-2, prema specifikaciji komponente kupca i broju narudžbe povezanoj sgovornim dokumentima Surface preparation and surface treatment acc. to EN 1090-2, acc. to customer component specification and order number associated contract documents | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Dugovječnost | EN 1090-2, acc. to customer component specification and order number associated contract documents | |
| Strukturne odlike Structural characteristics | | |
| Projektiranje Design | NPD - vidi zahtjeva kupca see requirement of the customer | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Nosivost Load bearing capacity | NPD - vidi zahtjeva kupca see requirement of the customer | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Diferencijalna pri granici otpornosti Differentiation at serviceability limit state | NPD - vidi zahtjeva kupca see requirement of the customer | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Nosivost na zamer Fatigue strength | NPD - vidi zahtjeva kupca see requirement of the customer | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Reakcija na požar Reaction to fire | Klasa A1 (čelik) Class A1 (steel only) | EN 1090-1:2009+A1:2011 |
| Deklarirana svojstva proizvoda od čelika odgovaraju deklariranim svojstvima prema gornjoj tablici i dodatnim. Our claims on steel products are in accordance with the above table and the delivery note. | | |
| The declared performance of the steel product corresponds to the declared performance according to the above table and the delivery note. This declaration of performance is issued under the sole responsibility of the manufacturer. | | |
| Potpisano sa i / or ime proizvođača od / Signed for and on behalf of the manufacturer by: Franjo Babić, general manager Ima i funkciju Phone and e-mail Svetvete, 20.09.17 Prosje / Signature | | |
| Mjesto i datum izdavanja Place and date of issue Svetvete, 20.09.17 | | |
|  | | |

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

Tečaj stručnog usavršavanja: Izvedba i nadzor čeličnih konstrukcija prema HRN EN 1090-1/-2

Voditelj: izv.prof.dr.sc. Davor Skejić