



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.



Antikorozivna zaštita čeličnih konstrukcija

Zoran Trogrlić, dipl. ing. građ.

Institut IGH d.d.

Zavod za stručni nadzor i vođenje projekata



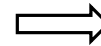
SADRŽAJ

- A) HRN EN ISO 12944:2018 Zaštita čeličnih konstrukcija od korozije
- pregled izmjena u novom izdanju norme
- B) Smjernice, iskustva i primjeri iz prakse

Uvodno o HRN EN ISO 12944

Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija (HRN EN 1993) upućuje na opću normu za zaštitu od korozije (HRN EN ISO 12944) te na normu za izvedbu čeličnih konstrukcija HRN EN 1090 koje postavljaju zahtjeve i kriterije koji trebaju biti ispunjeni u pogledu trajnosti, pri projektiranju i izvedbi čeličnih konstrukcija.

HRN EN 1993 Eurocode 3
Projektiranje čeličnih konstrukcija



HRN EN ISO 12944

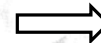


(HRN EN 1993-1-1)

HRN EN 1090 Izvedba čeličnih konstrukcija



HRN EN 1090-2
Tehnički zahtjevi za čelične konstrukcije



HRN EN ISO 12944

HRN EN ISO 12944:2018 Boje i lakovi – Zaštita čeličnih konstrukcija od korozije zaštitnim sustavom boja

- Dio 1: Opći uvod
- Dio 2: Razredba okoliša
- Dio 3: Razmatranje oblikovanja
- Dio 4: Vrste površina i priprema površina
- Dio 5: Zaštitni sustavi boja
- Dio 6: Metode laboratorijskih ispitivanja svojstava
- Dio 7: Izvođenje i nadzor bojenja
- Dio 8: Razvoj specifikacija za nove radove i održavanje
- Dio 9: Zaštitni sustavi boja i metode laboratorijskih ispitivanja svojstava za obalne i povezane objekte (ISO 20340:2009)

Novo!

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



4



HRN EN ISO 12944

Novo izdanje norme HRN EN ISO 12944 objavljeno je 2018. godine. Revidirana verzija sadrži brojne promjene vezane uz kategorije trajnosti, razredbe okoliša, preporučene sastave boja, broj slojeva premaza, debljine suhog filma i sl.

Zamjenjuje prethodna izdanja:

Dijelovi 1, 2, 3 i 4 - travanj 1999

Dio 5 - 2008 (travanj 2018 - treće izdanje)

Dio 6, 7 i 8 - 1999

Dio 9 - ožujak 2018 (prvo izdanje)

HRN EN ISO 12944:2018 Boje i lakovi – Zaštita čeličnih konstrukcija od korozije zaštitnim sustavom boja – 1. dio: Opći uvod

- Osnovni pojmovi i definicije
- Kriteriji razreda trajnosti
- Smjernice za korištenje svih dijelova norme

Trajnost zaštite od korozije - očekivani vijek trajanja primijenjenog sustava premaza do prvog većeg održavanja
(tehnički parametar koji pomaže vlasniku pri planiranju programa održavanja)

HRN EN ISO 12944:2018

– 1. dio: Opći uvod

Definirane su 4 kategorije trajnosti: Staro

Novo!

Niska (L)

2-5 g.

< 7 g.

Srednja (M)

5 – 15 g.

7 – 15 g.

Visoka (H)

> 15 g.

15 – 25 g.

Novo!

Vrlo visoka (VH)

-

> 25 g.

Novo!

Definiran je kriterij ograničenja trajnosti (10 %, Ri 3, ISO 4628-1)

HRN EN ISO 12944:2018 – 2. dio: Razredba okoliša

Daje klasifikaciju razreda korozivnosti za:

A) Konstrukcije izložene atmosferskim utjecajima

Staro izdanje	Novo izdanje
C1 – vrlo niska	C1 – vrlo niska
C2 – niska	C2 – niska
C3 – srednja	C3 – srednja
C4 – visoka	C4 – visoka
C5 I – vrlo visoka (industrijska)	C5 – vrlo visoka
C5 M – vrlo visoka (morska)	
-	CX – ekstremna (npr. offshore)

Novo!

Novo!

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

HRN EN ISO 12944:2018 – 2. dio: Razredba okoliša

Primjeri kategorija korozivnosti (tablica 1 , HRN EN 12944-2)

Kat.	Primjeri okruženja	
	Vanjski	Unutarnji
C1	-	Grijane građevine sa urednom atmosferom, npr. uredi, trgovine, škole, hoteli
C2	Niska razina zagađenja: uglavnom ruralne sredine	Negrijane građevine kod kojih se može pojaviti kondenzacija, npr. skladišta i sportske dvorane
C3	Urbana i industrijska okruženja, umjerena zagađenja sumporovim dioksidom; obalna područja s malim salinitetom	Proizvodni pogoni sa visokom vlagom i niskim zagađenjem, npr. pogoni za preradu hrane, praonice rublja, pivnice, mljekare
C4	Industrijska i obalna područja s umjerenim salinitetom	Kemijska postrojenja, bazeni, (obalna) brodogradilišta
C5	Industrijska područja s visokom vlagom i agresivnom atmosferom i obalna područja sa visokim salinitetom	Građevine ili područja sa skoro stalno prisutnom kondenzacijom i visokim zagađenjem
CX	Odobalna (offshore) područja s visokim salinitetom i industrijska područja s ekstremnom vlagom i agresivnom atmosferom te suptropska i tropska područja	Industrijska područja s ekstremnom vlagom i agresivnom atmosferom

HRN EN ISO 12944:2018 – 2. dio: Razredba okoliša

B) Konstrukcije uronjene u vodu ili tlo

Kat.	Okoliš	Primjeri okruženja
Im1	Slatka voda	Postrojenja na rijekama, hidroelektrane
Im2	Morska ili boćata voda	Uronjene konstrukcije bez katodne zaštite (npr. lučka područja sa konstrukcijama poput zapornica, brava, pristaništa i sl.
Im3	Tlo	Ukopani tankovi, čelični piloti, čelične cijevi
Im4	Morska ili boćata voda	Uronjene konstrukcije s katodnom zaštitom (npr. offshore konstrukcije)

HRN EN ISO 12944:2018 – 3 dio: Razmatranje oblikovanja

Staro izdanje!

5.5 Welding surface imperfections

Welds should be free from imperfections (e.g. asperities, undercutting, blowholes, craters, splatter) which are difficult to cover effectively with a protective paint system (see annex D, figure D.6).

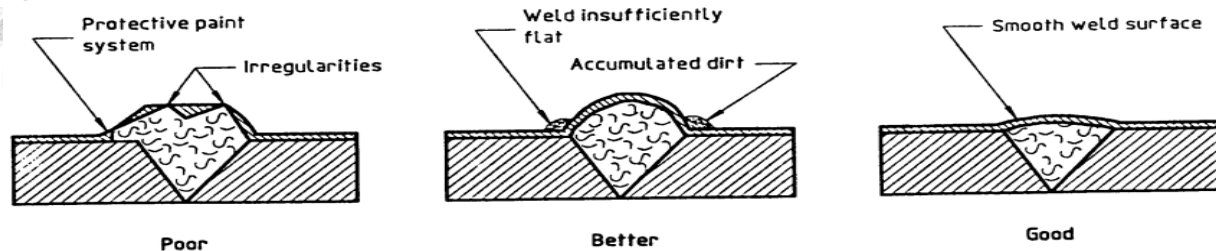


Figure D.6 — Avoidance of welding surface imperfections

Novo izdanje!

5.5 Surface imperfections

Prior to surface preparation, the surface shall be in accordance with the preparation grades of ISO 8501-3 (e.g. weldings, edges, holes). The preparation grade shall be specified (e.g. according to ISO 12944-8). The preparation grade shall be P3 in case of high and very high durabilities for C4 and higher, as well as Im1 to Im4.

HRN EN ISO 12944:2018 – 3 dio: Razmatranje oblikovanja

Za razrede korozivnosti **C4**, **C5** i **CX** te **Im1-Im4** stupanj pripreme površine mora biti **P3** prema HRN EN ISO 8501-3 (**vrlo temeljita priprema** – na površini ne smije biti vidljivih nepravilnosti, svi slobodni rubovi moraju biti zaobljeni na radijus od 2 mm)

Table 1 — Imperfections and preparation grades

Type of imperfection		Preparation grades		
Description	Illustration	P1	P2	P3
1 Welds				
1.1 Welding spatter		Surface shall be free of all loose welding spatter [see a)]	Surface shall be free of all loose and lightly adhering welding spatter [see a) and b)]	Surface shall be free of all welding spatter
1.2 Weld ripple/profile		No preparation	Surface shall be dressed (e.g. by grinding) to remove irregular and sharp-edged profiles	Surface shall be fully dressed, i.e. smooth
1.3 Welding slag		Surface shall be free from welding slag	Surface shall be free from welding slag	Surface shall be free from welding slag
1.4 Undercut		No preparation	Surface shall be free from sharp or deep undercuts	Surface shall be free from undercuts
1.5 Weld porosity		No preparation	Surface pores shall be sufficiently open to allow penetration of paint, or dressed out	Surface shall be free from visible pores
1.6 End craters		No preparation	End craters shall be free from sharp edges	Surface shall be free from visible end craters

Table 1 — (continued)

Type of imperfection		Preparation grades		
Description	Illustration	P1	P2	P3
2 Edges				
2.1 Rolled edges		No preparation	No preparation	Edges shall be rounded with a radius of not less than 2 mm (see ISO 12944-3)
2.2 Edges made by punching, shearing, sawing or drilling		No part of the edge shall be sharp; the edge shall be free from fins	No part of the edge shall be sharp; the edge shall be free from fins	Edges shall be rounded with a radius of not less than 2 mm (see ISO 12944-3)
2.3 Thermally cut edges		Surface shall be free of slag and loose scale	No part of the edge shall have an irregular profile	Cut face shall be removed and edges shall be rounded with a radius of not less than 2 mm (see ISO 12944-3)
3 Surfaces generally				
3.1 Pits and craters		Pits and craters shall be sufficiently open to allow penetration of paint	Pits and craters shall be sufficiently open to allow penetration of paint	Surface shall be free of pits and craters
3.2 Shelling		Surface shall be free from lifted material	Surface shall be free from shelling	Surface shall be free from shelling
3.3 Roll overs/roll marks/laminations		Surface shall be free from lifted material	Surface shall be free from shelling	Surface shall be free from visible roll-overs/laminations

Table 1 (continued)

Type of imperfection		Preparation grades		
Description	Illustration	P1	P2	P3
3.4 Rolled-in extraneous matter		Surface shall be free from rolled-in extraneous matter	Surface shall be free from rolled-in extraneous matter	Surface shall be free from rolled-in extraneous matter
3.5 Grooves and gouges formed by mechanical action		No preparation	The radius of grooves and gouges shall be not less than 2 mm	Surface shall be free from grooves, and the radius of gouges shall be greater than 4 mm
3.6 Indentations and roll marks		No preparation	Indentations and roll marks shall be smooth	Surface shall be free from indentations and roll marks

P3 (t >15, t >25 g.)

HRN EN ISO 12944:2018 – 4. dio: Vrste površina i priprema površina

- 1) Definira različite tipove površina koje se zaštićuju (nezaštićene i prethodno zaštićene površine, pocinčane površine, termički prevučene površine itd.)
- 2) Opisuje različite metode pripreme površine (mehanički, vodenim mlazom, parom, otapalima, kiselinama itd.)
 - nema značajnijih promjena
 - izbrisana je točka „čišćenje plamenom” kao jednoj od mogućnosti pripreme površine
 - dodane su točke 5.6 („kemijski tretirane površine”) i 6.2.8 („priprema kemijski tretiranih površina”)
 - priprema površina vodenim mlazom pod visokim i ultravisokim pritiskom referirana je na HRN EN ISO 8501-4 Početno stanje površine, stupanj pripreme i uočeni stupanj rđe povezano s visokim pritiskom vodenog mlaza



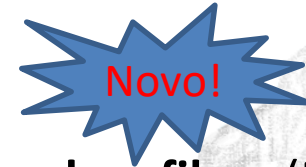
HRN EN ISO 12944:2018 – 5 dio : Zaštitni sustavi boja

Daje smjernice za odabir sustava premaza za različite kategorije trajnosti i razredbe okoliša

- nova **kategorija** trajnosti (Vrlo visoka)
- nove preporučene vrijednosti **broja slojeva** i **debljine suhog filma** (DFT)
- minimalne debljine suhog filma više nisu informativne već **normativne**
- primjena **novih inovativnih** sistema premaza (alternativa PUR premazima)
- neke manje promjene vezane za zaštitu vrućim cinčanjem
- Izmijenjeni postojeći i dodani novi aneksi: A-F (ranije A-C):

A i B (def. i min. zahtjevi) su normativni = moraju se primjenjivati

C do F (preporučeni sustavi) su informativni = orijentacione naravi



HRN EN ISO 12944:2018– 5 dio : Zaštitni sustavi boja

Aneks B (normativan) – tablice s minimalnom debljinom suhog filma (NDFT) i minimalnim brojem slojeva premaza (MNOC)

Durability		Low (l)			Medium (m)			High (h)			Very high (vh)		
Type of primer		Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.	
Binder base of primer		ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY
Binder base of subsequent coats		EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY
C2	MNOC	a			—	—	1	1	1	1	2	2	2
	NDFT				—	—	100	60	120	160	160	180	200
C3	MNOC	—	—	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	NDFT	—	—	100	60	120	160	160	180	200	200	240	260
C4	MNOC	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	—
	NDFT	60	120	160	160	180	200	200	240	260	260	300	—
C5	MNOC	2	2	—	2	2	—	3	2	—	3	3	—
	NDFT	160	180	—	200	240	—	260	300	—	320	360	—

NOTE 1 The abbreviations are described in [Table A.1](#). For single coats, the binder base of the primer is recommended.

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

^a If a coating is desired, use a system from a higher corrosivity category or durability, e.g. C2 high or C3 medium.

HRN EN ISO 12944:2018 – 5 dio : Zaštitni sustavi boja

Aneksi C-F (informativni) – tablice sa preporučenim sustavima premaza

System No.	Priming coat				Subsequent coat(s)	Paint system		Durability			
	Binder type	Type of primer	No. of coats	NDFT in μm		Total no. of coats	NDFT in μm	l	m	h	vh
C5.01	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2	180	X			
C5.02	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2-3	240	X	X		
C5.03	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 240	EP, PUR, AY	2-4	300	X	X	X	
C5.04	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 240	EP, PUR, AY	2-4	360	X	X	X	X
C5.05	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 240	EP, PUR, AY	2	160	X			
C5.06	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2-3	200	X	X		
C5.07	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	3-4	260	X	X	X	
C5.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	3-4	320	X	X	X	X

NOTE 1 For abbreviations see [Table A.1](#).

NOTE 2 In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

HRN EN ISO 12944-5/C5.03-EP/PUR

HRN EN ISO 12944:2018 – 5 dio : Zaštitni sustavi boja

Sve tablice su ažurirane sa novim vrijednostima DFT-a i broja slojeva.

Ukinuti su pojedine vrsta veziva (PVC i klorirana guma)

Uvedene su nove vrste završnih premaza, kao alternativa PUR premazima (polysiloxane-, polyaspartic-, fluoropolymere-, fluoroethylene/vinyl ether co-polymer-FEVE)

Kriterij prihvatljivosti: HRN EN ISO 19840 Mjerenje i kriterij prihvaćanja debljine suhih filmova na hrapavim površinama
(za vruće pocinčane površine HRN EN ISO 2808 Određivanje debljine filma)

HRN EN ISO 12944:2018 – 6. dio: Metode laboratorijskih ispitivanja svojstava

- Propisuje procedure ispitivanja te definira metode i ocjene sustava premaza
- Pokriva zaštitne sustave premaza za primjenu na nezaštićenom čeliku, vruće pocinčanom čeliku i metalnim prevlakama (Zn, Al). Ne odnosi se na galvanski zaštićene površine.

- Novo!**
- revidirani su režimi i trajanje ispitivanja uzoraka u klima komorama (Tablice 1 i 2), uzimajući u obzir i nove kategorije trajnosti
 - specificirani su zahtjevi za maksimalnom debljine suhog filma na testnim panelima
 - dodane su tablice sa uvjetima i zahtjevima ocjene premaza prije i nakon postupaka umjetnog starenja u klima komorama (Tablice 3 i 4)

HRN EN ISO 12944:2018 – 6. dio: Metode laboratorijskih ispitivanja svojstava

Table 1 — Test procedures for paint systems applied to carbon steel, hot dip galvanized steel or steel with thermal-sprayed metallic coating for atmospheric corrosivity categories

Corrosivity category as defined in ISO 12944-2	Durability ranges according to ISO 12944-1	Test regime 1			Test regime 2
		ISO 2812-2 (water immersion) h	ISO 6270-1 (water condensation) h	ISO 9227 (neutral salt spray) h	Annex B (cyclic ageing test) h
C2	low	—	48	—	—
	medium	—	48	—	—
	high	—	120	—	—
	very high	—	240	480	—
C3	low	—	48	120	—
	medium	—	120	240	—
	high	—	240	480	—
	very high	—	480	720	—
C4	low	—	120	240	—
	medium	—	240	480	—
	high	—	480	720	—
	very high	—	720	1 440	1 680
C5	low	—	240	480	—
	medium	—	480	720	—
	high	—	720	1 440	1 680
	very high	—	—	—	2 688

HRN EN ISO 12944:2018 – 6. dio: Metode laboratorijskih ispitivanja svojstava

Table 2 — Test procedures for paint systems applied to carbon steel, hot dip galvanized steel or steel with thermal-sprayed metallic coating for immersion categories

Immersion category as defined in ISO 12944-2	Durability ranges according to ISO 12944-1	ISO 2812-2 (water immersion) h	ISO 6270-1 ^a (water condensation) h	ISO 9227 ^a (neutral salt spray) h
Im1	high	3 000	1 440	—
	very high	4 000	2 160	—
Im2	high	3 000	—	1 440
	very high	4 000	—	2 160
Im3	high	3 000	—	1 440
	very high	4 000	—	2 160

^a Only relevant if systems are partially or temporarily immersed/buried.

HRN EN ISO 12944:2018 – 6. dio: Metode laboratorijskih ispitivanja svojstava

Tablice 3 i 4. Ocjena stanja premaza prije i poslije provedbe umjetnog starenja

Assessment method	Requirements	Conditions
ISO 2409, Cross-cut	Classification 0 to 2	Only if the dry-film thickness of the paint system is less than or equal to 250 µm (measured value without correction, calibrated on smooth surface).
ISO 4624, Method A or B, Pull-off	Minimum pull-off value of 2,5 MPa for each measurement 0 % adhesive failure between steel/metalized steel respectively and the first coat (unless pull-off values are at least 5 MPa)	It is required that the force built up is controlled and linear as described in ISO 4624, e.g. by using automatic hydraulic test equipment. Push-off adhesion testing is not permitted. Ensure to cut around circumference of the dolly through to the carbon steel. A minimum of three dollies per panel shall be pulled off.

Assessment methods	Requirements	Time of assessment	Conditions/Remarks
A.2, Corrosion at scribe after salt spray test	Max. 1,5 mm corrosion at scribe as average value	As soon as possible but within 8 h after end of test	Regardless of the type of the corrosion protection system used to protect the steel substrate, the measurement of corrosion at scribe is only for the corrosion of steel. The hot dip galvanized or thermal-sprayed metallic coating is considered as part of the corrosion protection system and not a part of the substrate. Assessment of corrosion at scribe shall be carried out according to Annex A (A.2) using a measuring device with an accuracy of 0,1 mm. The average corrosion value shall be reported with a precision of 0,1 mm.
A.2, Corrosion at scribe after cyclic ageing test	Max. 3,0 mm corrosion at scribe as average value	As soon as possible but within 8 h after end of test	Regardless of the type of the corrosion protection system used to protect the steel substrate, the measurement of corrosion at scribe is only for the corrosion of steel. The hot dip galvanized or thermal-sprayed metallic coating is considered as part of the corrosion protection system and not a part of the substrate. Assessment of corrosion at scribe shall be carried out according to Annex A (A.2) using a measuring device with an accuracy of 0,1 mm. The average corrosion value shall be reported with a precision of 0,1 mm.
ISO 2409, Cross-cut	Classification 0 to 2	assessment after 7 d in standard atmosphere as defined in ISO 3270	Only if the dry-film thickness of the paint system is less than or equal to 250 µm (measured value without correction, calibrated on smooth surface).
ISO 4624, Method A or B, Pull-off	Minimum pull-off value of 2,5 MPa for each measurement 0 % adhesive failure between steel/metalized steel respectively and the first coat (unless pull-off values are at least 5 MPa)	after 7 d reconditioning in a standard atmosphere as defined in ISO 3270	It is required that the force built up is controlled and linear as described in ISO 4624, e.g. by using automatic hydraulic test equipment. Push-off adhesion testing is not permitted. Ensure to cut around circumference of the dolly through to the carbon steel. A minimum of three dollies per panel shall be pulled off.

Ispitivanje zarezivanjem mrežice (ISO 2409): dopuštena ocjena **0-2**

Zahtijevana je minimalna vrijednost prionjivosti od **2,5 MPa** (uz 0 % prekida adhezije između podloge i prvog sloja – u suprotnom **5,0 MPa** (Pull off prema HRN EN ISO 4624))








HRN EN ISO 12944:2018 – 6. dio: Metode laboratorijskih ispitivanja svojstava

Aneks B (normativan) – ciklički test starenja



Jedan ciklus traje tjedan dana (168 h):

- 72 h izloženosti u UV i kondenzacijskoj komori (u skladu sa ISO 16473-3)
- 72 h izloženosti u slanoj komori (u skladu sa ISO 9227)
- 24 h izloženosti niskim temperaturama (-20°C)

Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
UV/condensation — ISO 16474-3			Neutral salt spray — ISO 9227			Low-temp. exposure at $(-20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$
						



Trajanje ispitivanja prema Tablici 1 (10 ili 16 tjedana, za C4 i C5)

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

HRN EN ISO 12944:2018 – 7. dio: Izvođenje i nadzor bojenja

Novo!	Staro izdanje	Novo izdanje
Određivanje debljine suhog filma	HRN EN ISO 2808	HRN EN ISO 19840
Ispitivanje zarezivanjem mrežice i X - znaka	HRN EN ISO 2409	HRN EN ISO 16276-2
Ispitivanje prionjivosti vlačnom metodom (Pull of test)	HRN EN ISO 4624	HRN EN ISO 16276-1
Ocjenjivanje poroznosti u suhom filmu (ispitivanje nisko ili visoko-naponskim detektorima)		HRN EN ISO 29601 

METODE ISPITIVANJA

**O CJENJIVANJE I
KRITERIJI
PRIHVATLJIVOSTI**

HRN EN ISO 12944:2018 – 7. dio: Izvođenje i nadzor bojenja

Reduciran je broj referentnih površina:

Veličina obojane površine konstrukcije (m ²)	Staro izdanje			Novo izdanje	
	Preporučeni maks. broj referentnih površina	Preporučeni maks. omjer referentnih površina u odnosu na ukupnu površinu konstrukcije (%)	Maks. ukupna veličina svih referentnih površina	Preporučeni maks. broj referentnih površina	Preporučeni maks. omjer referentnih površina u odnosu na ukupnu površinu konstrukcije (%)
≤ 2 000	3	0.6	12	1	0.3
> 2 000 ≤ 5 000	5	0.5	25		
> 5000 ≤ 10 000	7	0.5	50	2	0.3
> 10 000 ≤ 25 000	7	0.3	75	3	0.2
> 25 000 ≤ 50 000	9	0.2	100	4	0.15
> 50 000	9	0.2	200	5	0.1

HRN EN ISO 12944:2018 – 8. dio: Razvoj specifikacija za nove radove i održavanje

Preporučuje sadržaj:

- projektnih specifikacija
 - specifikacija sustava premaza
 - specifikacija radova pri izvedbi
 - specifikacija radova nadzora i inspekcije
 - sadržaj izvještaja o izvedbi referentnih površina itd.
-
- nema posebno značajnih promjena
 - izdanje ažurirano u skladu sa promjenama u ostalim dijelovima norme

HRN EN ISO 12944:2018 – 9 dio: Zaštitni sustavi boja i metode laboratorijskih ispitivanja svojstava za odobalne i povezane objekte

Specificira minimalne zahtjeve za sustave zaštitnih premaza, metode ispitivanja i kriterije prihvatljivosti: Nastala iz ISO 20340.

Definira 3 zone izloženosti konstrukcija:

1. Zona izložena razredu korozivnosti **CX** (atmosferskim utjecajima)
2. Zona koja je stalno uronjena u morsku vodu, npr. **Im4**
3. Dvije zone koje odgovaraju zonama zapljuskivanja (kombinacija **CX** i **Im4**):
 - zona utjecaja plime i oseke (ciklička izloženost vodi i atmosferi)
 - zona utjecaja valova i prskanja (zona prskanja)

HRN EN ISO 12944:2018 – 9 dio : Zaštitni sustavi boja i metode laboratorijskih ispitivanja svojstava za odobalne i povezane objekte

Minimalni zahtjevi za zaštitne sustave premaza (*dio tablice 3*):

	Blast-cleaned carbon steel: Sa 2½; Surface profile: medium (G)						Hot-dip-galvanized steel or steel with thermal-sprayed zinc coating ^a	
Type of environment according to 4.1	CX (offshore)		Splash and tidal zones CX (offshore) and Im4			Im4		CX (offshore)
Type of primer	Zn (R) ^b	Other primers	Zn (R) ^{b, c}	Other primers		Other primers		
NDFT (µm)	≥40	≥60	≥40	≥60	≥200	—	≥150	
Minimum number of coats ^d	3	3	3	3	2	1	2	2
NDFT of paint system (µm)	≥280	≥350	≥450	≥450	≥600	≥800	≥350	≥200
Minimum pull-off test value (before ageing) determined in accordance with ISO 4624, Method A or B ^e (MPa) ^f	5	5	5	5	5	8	5	5

HRN EN ISO 12944:2018 – 9 dio : Zaštitni sustavi boja i metode laboratorijskih ispitivanja svojstava za odobalne i povezane objekte

Ocjena testnih panela
(dio tablice 5):

Procjena propadanja
premaza provodi se
prema HRN EN ISO 4628

Table 5 — Assessment of test panels — Methods and requirements

Assessment method	Requirement before qualification testing	Requirement after qualification testing	
ISO 4624 (pull-off test)	See Table 3 . 0 % adhesive failure between carbon steel/metalized steel respectively and the first coat (unless pull-off values are at least 5 MPa)	Assessment after 2 weeks reconditioning. Minimum pull-off = 50 % of original value measured on the test panel. 0 % adhesive failure between carbon steel/metalized steel respectively and the first coat (unless pull-off values are at least 5 MPa)	
ISO 4628-2 (blistering)		0 (S0)	Carry out assessment immediately after the qualification test.
ISO 4628-3 (rusting)		Ri 0	Carry out assessment immediately after the qualification test.
ISO 4628-4 (cracking)		0 (S0)	Carry out assessment immediately after the qualification test.
ISO 4628-5 (flaking)		0 (S0)	Carry out assessment immediately after the qualification test.
ISO 4628-6 (chalking)		If agreed between the interested parties.	
Corrosion at scribe after cyclic ageing test (Annex A)		$M \leq 8,0$ mm for coating systems for high impact areas, these include: <ul style="list-style-type: none"> — floors, lay-down area; — helideck, escape routes; — splash zone – tidal zone; — other areas which are to be agreed between the interested parties. $M \leq 3,0$ mm for coating systems for all other CX applications. Assessment of degree of corrosion around the scribe shall be carried out according to Annex A (A.2) , using a measuring device with an accuracy of 0,1 mm.	

HRN EN ISO 12944:2018 Boje i lakovi – Zaštita čeličnih konstrukcija od korozije zaštitnim sustavom boja

Zaključno o HRN EN ISO 12944:

- norma razvijena 90-tih godina, prvo EN ISO izdanje 1998 (HRN EN ISO 1999)
- namijenjena: inženjerima konstrukterima, arhitektima, konzultantima tehnolozima za primjenu, izvođačima, inženjerima koji se bave korozijom...
- od različitih struka usvojena i priznata kao glavna međunarodna norma za zaštitu čelika od korozije premazima

B) Smjernice, iskustva i primjeri iz prakse



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

30



Specifikacija sustava zaštite o korozije

- precizno definirati sustav premaza (prema HRN EN ISO 12944-5)
- navesti tip pigmenta/veziva, broj i debljinu slojeva

Sys- tem No.	Priming coat				Subsequent coat(s)	Paint system		Durability			
	Binder type	Type of primer	No. of coats	NDFT in μm	Binder type	Total no. of coats	NDFT in μm	I	m	h	vh
C5.01	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2	180	X			
C5.02	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 160	EP, PUR, AY	2-3	240	X	X		
C5.03	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 240	EP, PUR, AY	2-4	300	X	X		
C5.04	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 240	EP, PUR, AY	3-4	360	X	X	X	X
C5.05	EP, PUR, ESI	Misc.	1	80 to 240	EP, PUR, AY	2	160	X			
C5.06	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	2-3	200	X	X		
C5.07	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	3-4	260	X	X	X	
C5.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 to 80	EP, PUR, AY	3-4	320	X	X	X	X

HRN EN ISO 12944-5/C5.03-EP/PUR

I sloj: 60 μm suhog filma Chromal temelj (epoksidni, cink kao pigment);
 II sloj: 60 μm suhog filma Chromal miox (epoksidni, željezni oksid kao pigment);
 III sloj: 120 μm suhog filma SIGMA CM MIOCOAT (epoksidni, željezni oksid kao pigment);
 IV sloj: 80 μm suhog filma Chromoden međusloj (poliuretan);
 V sloj: 80 μm suhog filma Chromoden pokrivni (poliuretan), RAL 7047.

**PREPORUKA JE
ODABIRATI
MANJI BROJ
SLOJEVA**

Specifikacija sustava zaštite o korozije

Primjeri nepotpune definicije zaštitnog sustava:

„Čelična konstrukcija zaštićuje se nanašanjem osnovnog prijemaza na bazi epoksidne smole debljine 70 μ m, dva međupremaza na bazi epoksidnih smola, debljine po 80 μ m i završnog sloja na poliuretanskoj bazi debljine je 80 μ m“.

- potrebno jasno odrediti ukupnu debljinu sustava
- potrebno definirati tip vezivnog sredstva
- potrebno definirati nijansu završnog premaza (RAL)
- poželjno definirati različite nijanse svakog pojedinog sloja premaza

Nepotpune definicije u eri FIDIC ugovora otvaraju mogućnost pogrešnog tumačenja, nesuglasica i nepotrebnih dodatnih troškova za investitora

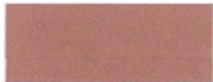
Specifikacija sustava zaštite o korozije

- Prvi sloj: HEMPADUR AVANTGUARD 750 (1376G) 70 μm primjenjene boje (19840 HEMPEL klasa boje- sivkasta nijansa)



19840

- Drugi sloj: središnji sloj: HEMPADUR MASTIC 45880 120 μm primjenjene boje (50630 HEMPEL klasa boje- crvena nijansa)



50630

- Treći sloj: središnji sloj: HEMPADUR MASTIC 45880 120 μm primjenjene boje (12430 HEMPEL klasa boje- crvenkasto siva)

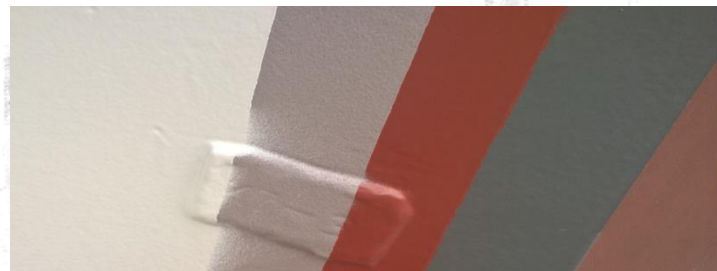


12430 (MIO)

- Četvrti sloj: završni sloj: HEMPADUR MASTIC 45880 120 μm primjenjene boje (12170 HEMPEL predložena klasa boje- svetlo siva)



12170



Plan kontrole kvalitete AKZ radova

Detaljno razrađuje i definira: primijenjene norme (izdanja), specifikaciju korištenih materijala, postupke aplikacije i uvjete izvedbe, postupke ispitivanja i kontrole, učestalost kontrola, kriterije prihvatljivosti, tumačenje rezultata itd.

BROJ	OPIS AKTIVNOSTI	PROCEDURA	OPSEG ISPITIVANJA TEHNIKA	STANDARD	KRITERIJ PRIHVATLJIVOSTI	ZAPIS			
1	RADOVI NA ČELIKU								
	obrađa zavarenih spojeva, rubova i površine općenito	brušenje i zavarivanje nepravilnosti	100% VT	ISO 8501-3	stupanj pripreme P3	-	P	(W) R	(W) R
2	ABRAZIVNO TRETIRANJE POVRŠINE								
2.1	uklanjanje okujine i hrđe s površine	sačmarenje abrazivom GH 40 i vizualna poredba površine prema ISO 8501-1	100% VT	ISO 8501-1	dogovoreni stupanj čistoće Sa 2 ½	-	P	(H) R	H
2.2	mjerenje ambijetalnih uvjeta	mjerenje vlažnosti, rosišta tokom sačmarenja	mjerenje elektroničnim higrometrom (Elcometer 319)	ISO 8502-3	min. Zahtijev za izvođenje radova je razlika temperature površine i rosišta 3°C i relativna vlažnost manja od 80 %	-	P	R	R
2.3	hrapavost površine	upotreba lomijenog abraziva granulacije 40 (GH 40)	upotreba ISO komparatora za određivanje hrapavosti	ISO 8503; ISO 12944-4	prihvatljiva hrapavost prema komparatoru je GM	-	P	R	R
3	VT INSPEKCIJA								
3.1	dodatni radovi na čeliku	obrađa uočenih nepravilnosti	100% VT	EN 5817; EN 10163	rubovi zaokruženi EN 5817; B, B+	-	P	R	R
4	APLIKACIJA SUSTAVA PREMAZA proizvođača HEMPEL								
4.1	mjerenje ambijetalnih uvjeta	mjerenje vlažnosti, rosišta tokom sačmarenja	mjerenje elektroničnim higrometrom (Elcometer 319)	ISO 12944-5 EN 1090-2 ISO 8502-3	min. Zahtijev za izvođenje radova je razlika temperature površine i rosišta 3°C i relativna vlažnost manja od 80 %	-	P	R	R

Mjerenje i kriterij prihvaćanja debljine suhih filmova na hrapavim površinama (HRN ISO 19840)

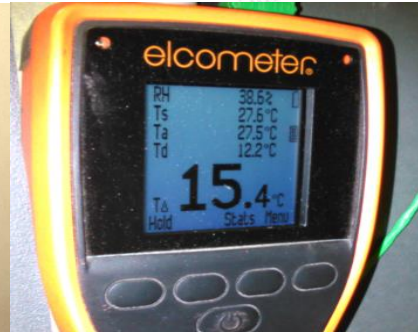
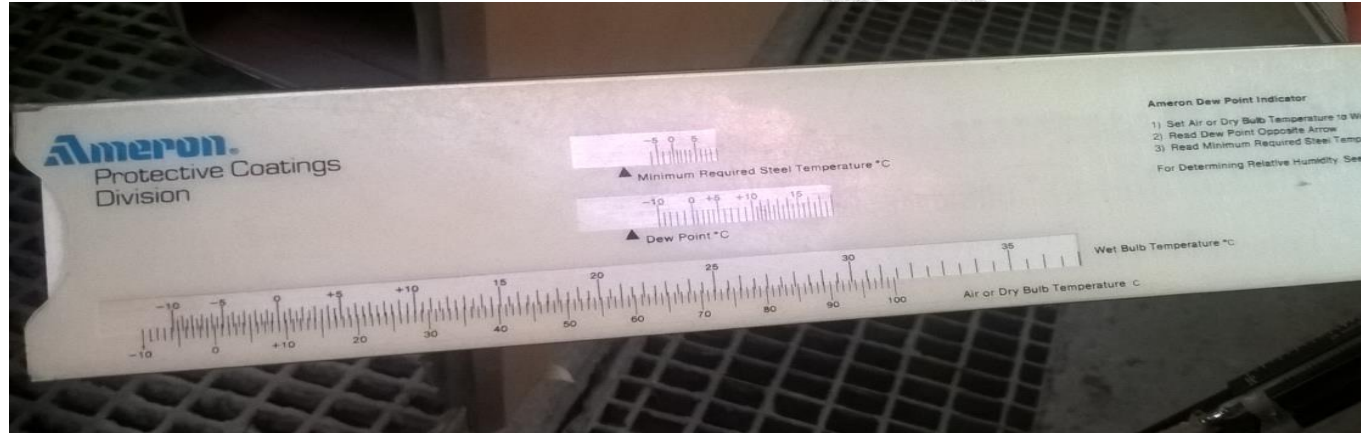
The measurement points are performed according to the following table:

Area/length of inspection area m ² /m	Minimum number of measurements	Maximum number of measurements allowed to be repeated
up to 1	5	1
above 1 to 3	10	2
above 3 to 10	15	3
above 10 to 30	20	4
above 30 to 100	30	6
above 100*	add 10 for every additional 100 m ² or 100m or part thereof	20% of the minimum number of measurements
*Areas above 1000 m ² or m should be divided into smaller inspection areas.		

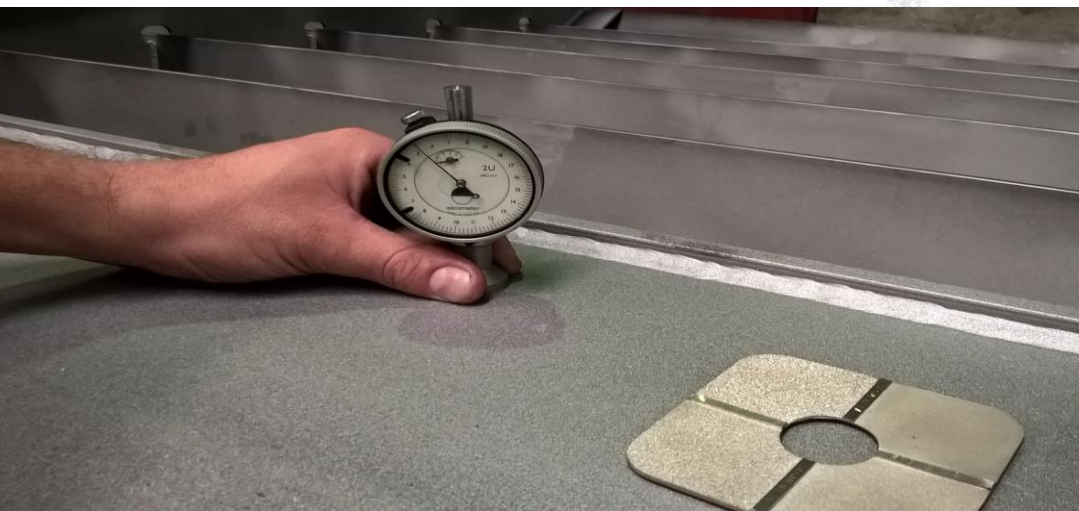
When during a series of measurements an **individual dry film thickness** value does not meet a specified criterion, a **repeat measurement** not more than 10 mm from the point of the first measurement shall be carried out. The first value shall then be rejected and replaced by the result of the repeat measurement. For maximum numbers of repeat measurements see table 1. The number of replaced measurements shall be indicated in the test report.

Učestalost mjerenja debljine suhog filma svakog sloja premaza treba biti takva da se dobije pouzdana potvrda o zadovoljavajućoj ujednačenosti tražene debljine premaza.

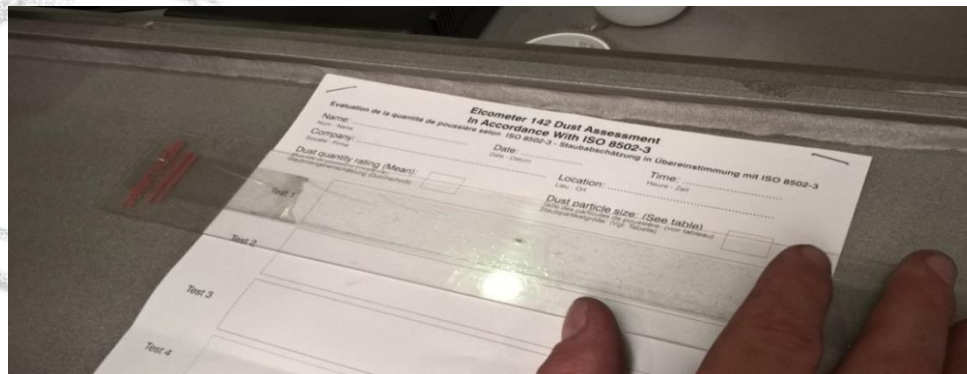
Kontrola atmosferskih utjecaja



Kontrola hrapavosti površina čeličnih podloga čišćenih mlazom abraziva (prema HRN EN ISO 8503)



Kontrola zaprašenosti čeličnih površina pripremljenih za bojanje (prema HRN EN ISO 8502)

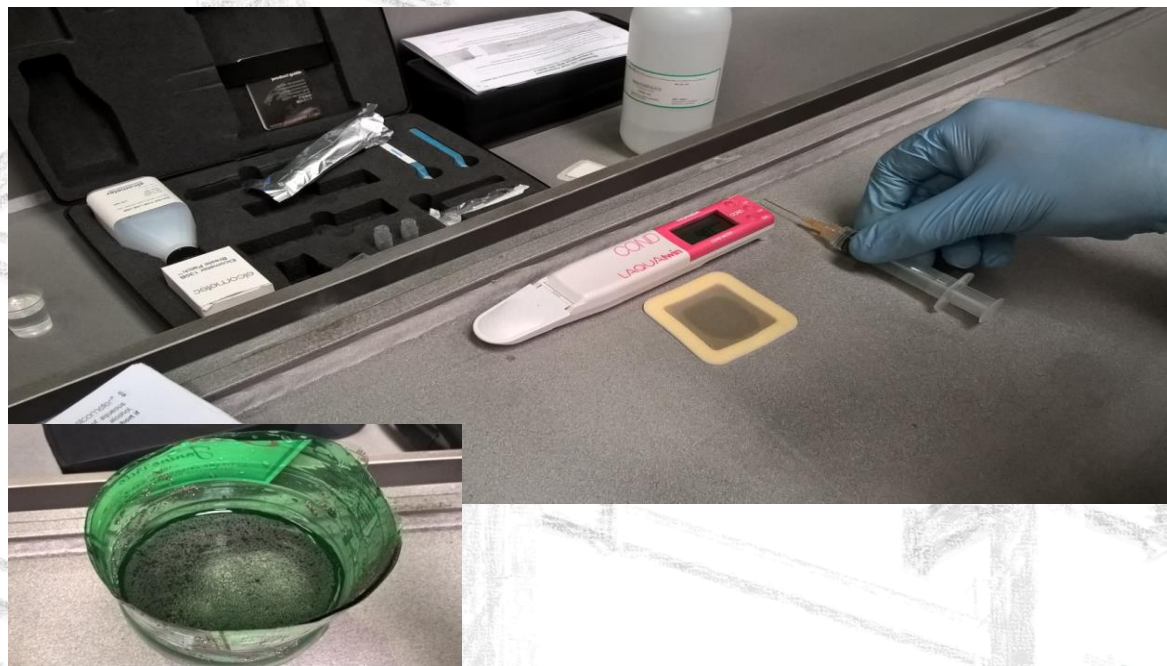


Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

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

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

HRN EN ISO 8502-6(9) Ispitivanja za procjenu čistoće površine - određivanje soli topljivih u vodi (Bresleova metoda)



HRN EN ISO 8502-6(9) Ispitivanja za procjenu čistoće površine - određivanje soli topljivih u vodi (Bresleova metoda)



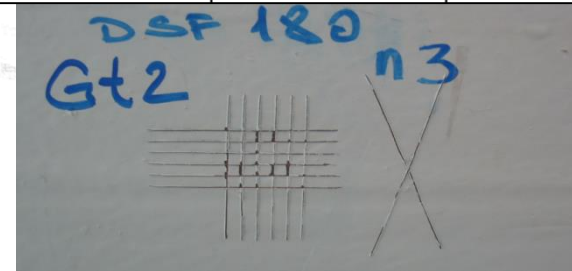
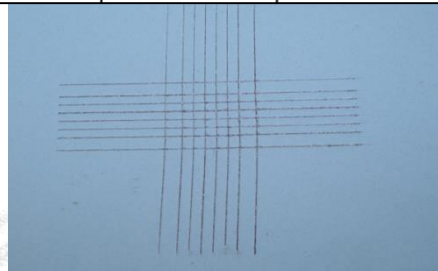
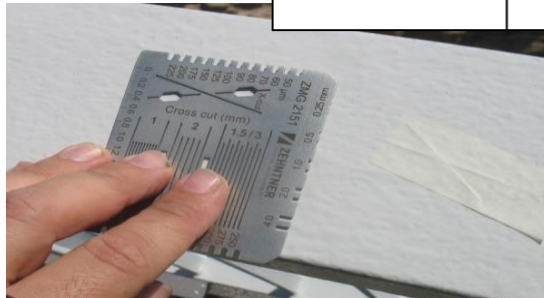
Prihvatljiva količina NaCl je do $70-80 \text{ mg/m}^2$



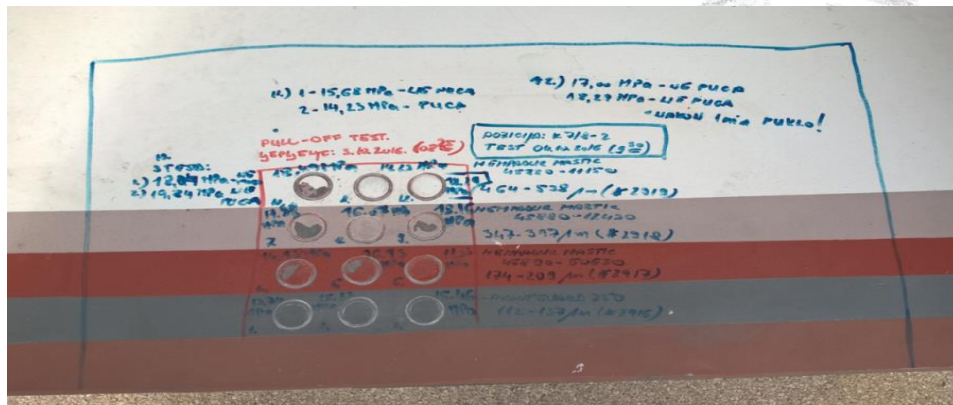
Kontrola prionjivosti (prema HRN ISO 2409)

- metodom zarezivanja mrežice
- orijentaciono po jedno mjerenje na cca 200 m² izvedene zaštite
- prihvatljiv je stupanj 0 ili 1
- nakon provedenih kontrola prionjivosti, oštećene površine je potrebno odgovarajuće tretirati i ponovno zaštititi.

Opis kontrole	RADOVI	PREDMET ISPITIVANJA	KOLIČINA	VRSTA ISPITIVANJA	UČESTALOST ISPITIVANJA	BROJ ISPITIVANJA
Kontrolna mjerenja prionjivosti	Obnova zaštite od korozije čelične konstrukcije	Sustav zaštite	> 10 000 m ²	Kontrolna mjerenja prionjivosti sustava premaza - Ispitivanje zarezivanjem mrežice prema HRN EN ISO 2409:2013	1 mjerenje na cca 200 m ² zaštićene površine	> 50



Ispitivanje prionljivosti vlačnom metodom (HRN EN ISO 4624)



Ispitivanje prionljivosti vlačnom metodom (HRN EN ISO 4624)



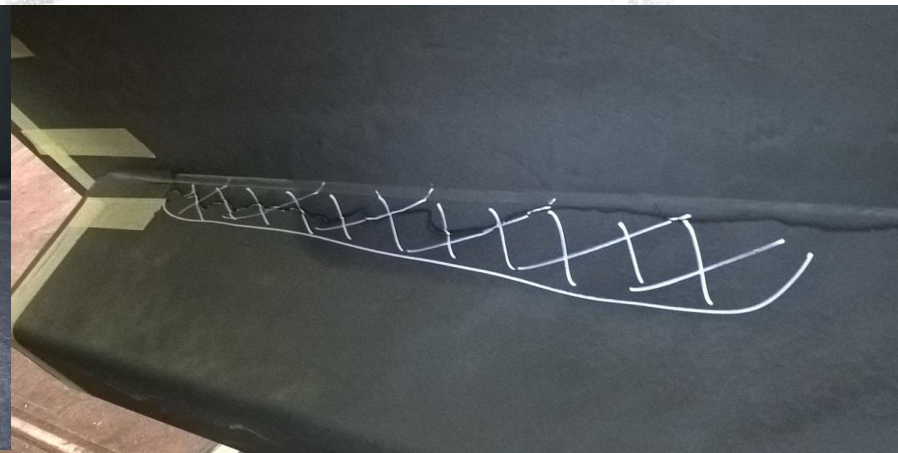
Min. vrijednost prionjivosti od **2,5 MPa** (uz 0 % prekida adhezije između podloge i prvog sloja – u suprotnom **5,0 MPa** (Pull off prema HRN EN ISO 4624)



Nadzor nad izvedbom zaštite

Kontrola aplikacije premaza u svim fazama:

- vizualna (priprema površina, potom po svim pojedinim fazama)
- mjernim uređajima i alatkama (atmosfera, izvedeno stanje...)
- uz dobru osvjetljenost



Nadzor nad izvedbom zaštite



Nadzor nad izvedbom zaštite

Najpotpuniji
pregled je
nakon prvog
pjeskarenja



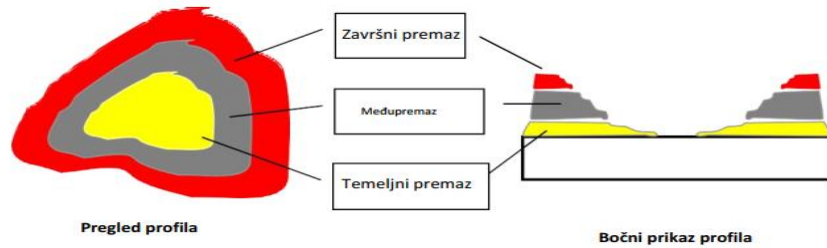
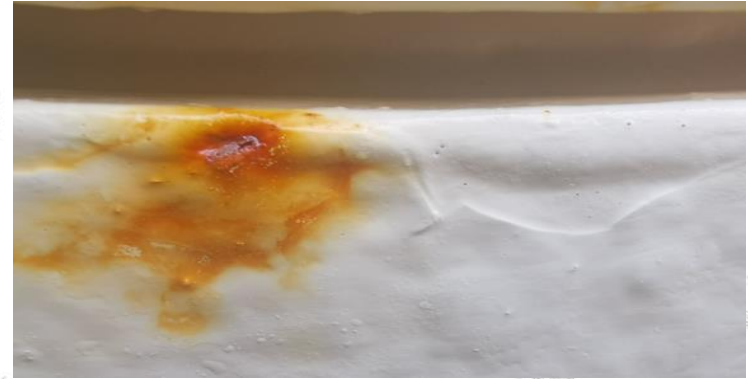
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

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

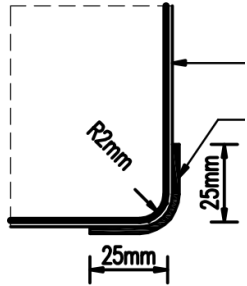
Voditelj: izv.prof.dr.sc. Davor Skejić

Nadzor nad izvedbom zaštite

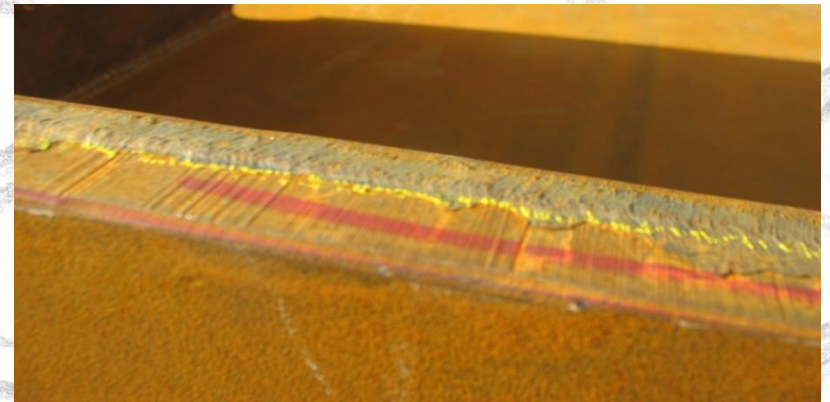
Važno je stepenasto završavanje prekida te hrapavljenje rubova prije naknadnog nanošenja premaza



Primjeri nedostataka izvedbe



Mehanička obrada rubova (R2 mm)



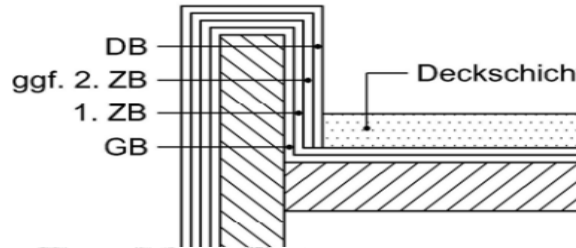
Nedostaci izvedbe



Kontaktne plohe



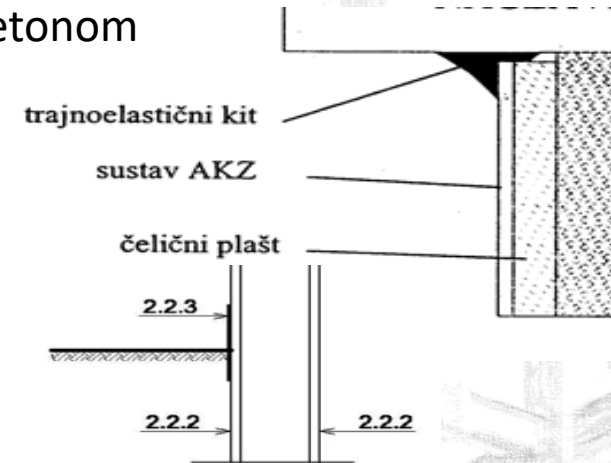
Nedostaci izvedbe



Detail A



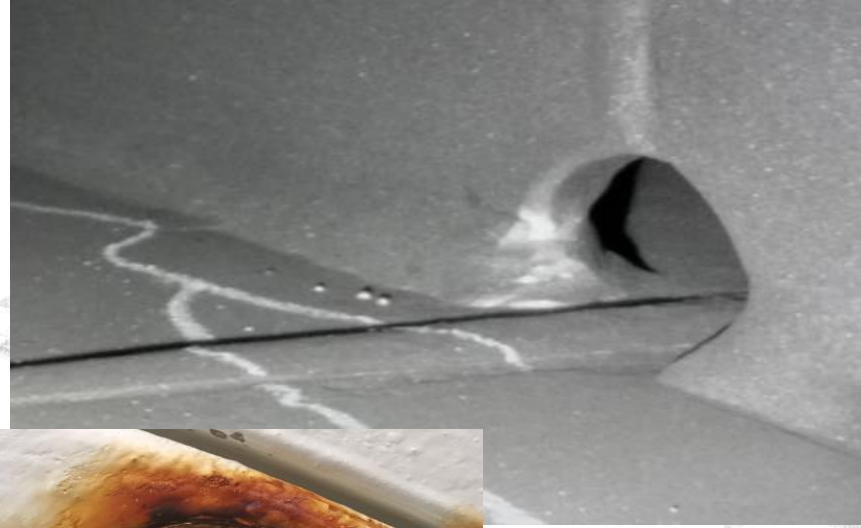
Plohe u kontaktu sa tlom ili betonom



Nedostaci izvedbe



Nedostaci izvedbe



Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

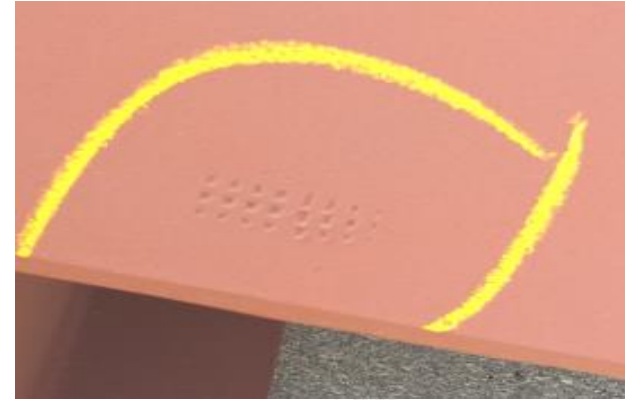
Tečaj stručnog usavršavanja: **Izvedba i nadzor čeličnih konstrukcija prema HRN EN 1090-1/-2**

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

Nedostaci izvedbe



Nedostaci izvedbe



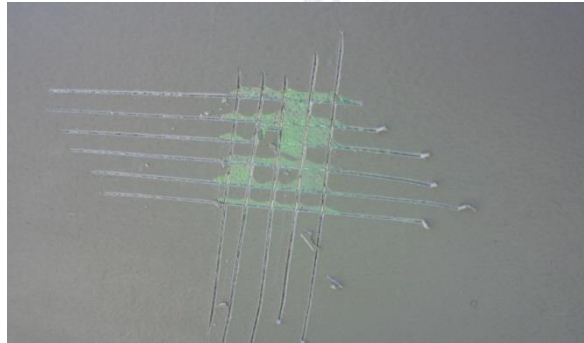
Nedostaci izvedbe



Detaljan vizualni
pregled nakon
aplikacije

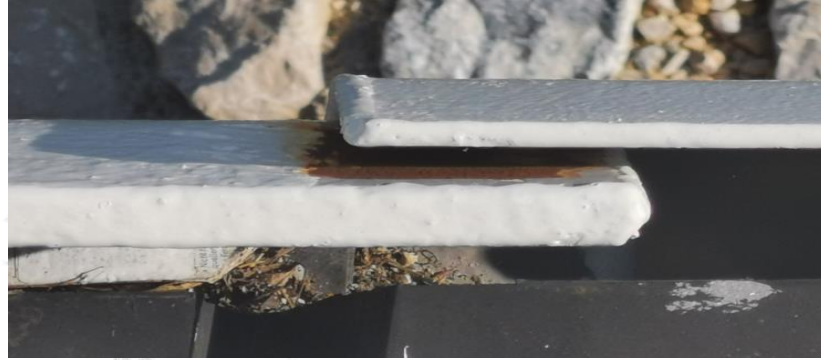


Nedostaci izvedbe



Nedostaci izvedbe

Po pitanju AKZ-a na čeličnim konstrukcijama nema nebitnih dijelova ili detalja.



Nedostaci izvedbe



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

Nedostaci izvedbe



Nedostaci izvedbe

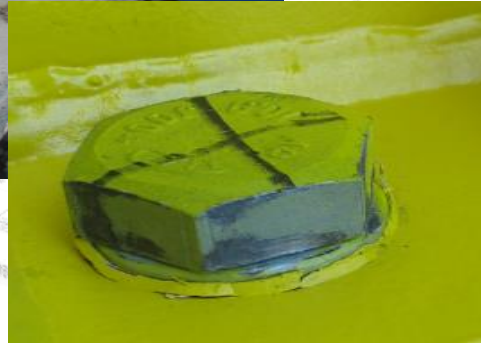


Zaštita od korozije svih spojnih elemenata mora odgovarati kvaliteti zaštite od korozije cijele konstrukcije.

Preporučuje se primijeniti vijke koji su već kod proizvođača površinski zaštićeni.

Galvanski pocinčani vijci trebaju se dodatno premazati, dok se ovo može izostaviti kod vruće pocinčanih vijaka.

Nedostaci izvedbe



Vijčani spojevi – neusklađena zaštita

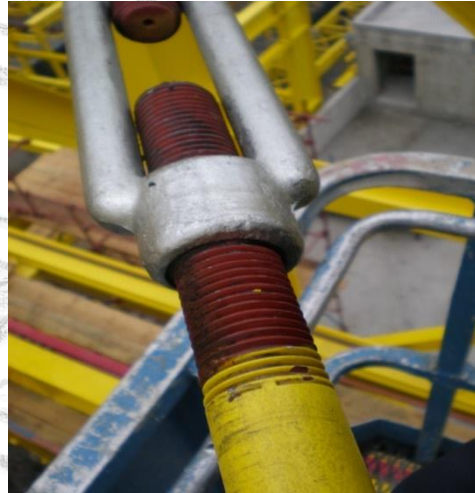
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu - Zagreb, 13.03.2020.

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

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

Primjeri iz prakse

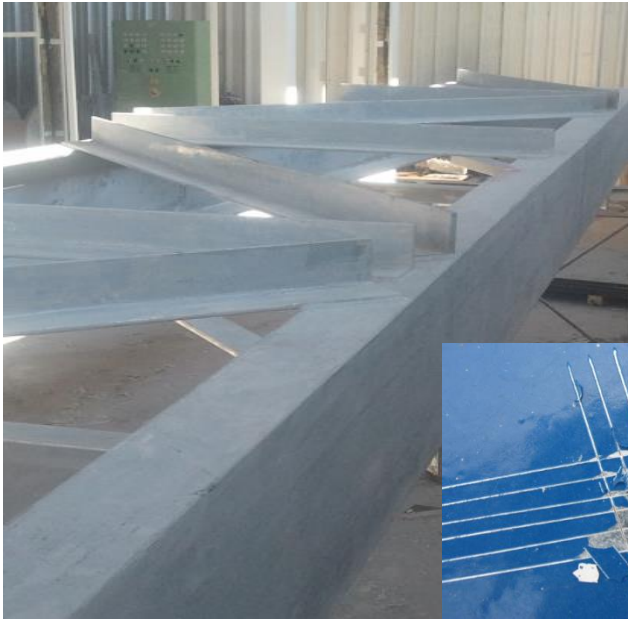
Vijčani spojevi – neusklađena zaštita



Nedostaci izvedbe

Tretman pocinčanih površina prije bojanja:

- čišćenje od cinkovih oksida
- lagano hrapavljenje



Nedostaci izvedbe

Primjer odgovarajućeg skladištenja i pakiranja zaštićene konstrukcije



Općenito o nadzoru AKZ radova

Prema HRN EN 12944-7:

“Izvedba radova mora biti nadzirana u svim fazama. Nadzor moraju provoditi odgovarajuće kvalificirani iiskusni ljudi. Za provođenje takvog nadzora odgovoran je Izvoditelj radova.”

Pored nadzora kojeg provodi Izvoditelj radova, u suradnji s Isporučiteljem premaza potrebno je provoditi i stalan stručni nadzor od strane Naručitelja.

